INFORME FINAL

EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN MEDIO AMBIENTAL DE BAHÍA MEJILLONES DURANTE EVENTOS DE VARADOS DE ANCHOVETA (*Engraulis ringens*) PRODUCIDOS EN EL OTOÑO DEL AÑO 2017

JULIO – 2017

Informe final

EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN MEDIO AMBIENTAL DE BAHÍA MEJILLONES DURANTE EVENTOS DE VARADOS DE ANCHOVETA (*Engraulis ringens*) PRODUCIDOS EN EL OTOÑO DEL AÑO 2017

Centro de Investigación Aplicada del Mar S.A., CIAM

Director Ejecutivo: Carlos Merino Pinochet

Director Científico: Jorge Oliva López

Autores: Andrea Auger Lancellotti

Horacio Diez Cervilla

Colaborador: Gonzalo Muñoz Pérez

• Julio 2017 •

INDICE

1. Introducción 4
2. Objetivos 6
2.1 Objetivo general 6
2.2 Objetivos específicos 6
3. Metodología 7
3.1 Monitoreo costero terrestre de aves y mamíferos marinos 7
3.2 Monitoreo marino (a bordo) de aves y mamíferos marinos 8
3.3 Monitoreo especies varadas en la costa 9
3.4 Monitoreo especies en el fondo marino 10
3.5 Monitoreo de parámetros físico-químicos 11
3.5.1 Oxígeno disuelto 11
3.5.2 Temperatura y salinidad 12
4. Resultados 13
4.1 Monitoreo costero terrestre de aves y mamíferos marinos 13
4.2 Monitoreo a bordo de aves y mamíferos marinos 19
4.3 Especies varadas 24
4.4 Monitoreo fondo marino 29
4.5 Monitoreo parámetros oceanográficos 30
5. Discusión 32
5.1 Ecología trófica de aves y mamíferos marinos: 32
5.2 Oceanografía y relación con la ecología de las aves 34
6. Conclusión 36
7. Bibliografía 37
8. Anexos 39
8.1 Tablas 39
8.2 Imágenes 41

EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN MEDIO AMBIENTAL DE BAHÍA DE MEJILLONES DURANTE EVENTOS DE VARADOS DE ANCHOVETA (*Engraulis ringens*) PRODUCIDOS EN EL OTOÑO DEL AÑO 2017

1. Introducción

La Bahía de Mejillones Sur (23°05'S) se ubica en la Región de Antofagasta, comuna de Mejillones, entre los sectores de Punta Angamos (23° 1,7'S) por el sur y Punta Chacaya (22° 58'S) por el norte. Esta bahía presenta unas 8 millas de boca abierta hacia el norte y 4 millas de saco, dentro de la cual se distinguen tres masas de agua: Agua Superficial Subtropical (ASST), Agua Superficial Subantártica (ASSA) y Agua Ecuatorial Subsuperficial (AESS), con diferentes grados de mezcla durante el año **(Navea & Miranda, 1980; Guiñez et al., 2010).** El sector se caracteriza por ser un punto de surgencia importante, correspondiente al sistema de surgencia de Punta Angamos, ubicado en la zona norte del Sistema de Corriente de Humboldt (SCH), con valores de alta productividad primaria y alta diversidad zooplanctónica **(Marín et al., 1993; Guiñez et al., 2010).** El SCH se caracteriza por presentar celdas de surgencia costera, que en conjunto con el transporte por corrientes, la ocurrencia de procesos biogeoquímicos de regeneración y el consumo de nutrientes, son responsables de una alta concentración de nutrientes disueltos en el agua, permitiendo el crecimiento de fitoplancton, lo que posteriormente incrementa la cadena trófica que lleva a la producción biológica de peces tales como la anchoveta *Engraulis ringens* **(Passuni, 2009).** Como consecuencia de esta alta productividad, se produce una baja concentración de oxigeno después de los 20 m de profundidad y en el fondo marino, debido a la sedimentación de materia orgánica por debajo de la zona eufótica, conocida como Zona Mínima de Oxigeno (ZMO). La ZMO se extiende desde el sur del Perú hasta la zona central de Chile, presentando una condición permanente frente a Mejillones, entre los 50 y 500 m de profundidad **(Navea & Miranda, 1980; Marín et al., 1993; Valdés et al., 2004; Guiñez et al., 2010).** Por otra parte, las condiciones físicas de la columna de agua (oxígeno disuelto OD, temperatura y salinidad), presentan variaciones estacionales con un período frío (otoño-invierno) y uno cálido (primavera-verano) **(Guiñez et al., 2010).**

En el SCH, una de las especies más importantes es la anchoveta, un pez pelágico que forma cardúmenes superficiales, grandes y compactos, presenta una distribución amplia en el Pacifico suroriental, con una adaptación y plasticidad que le permite responder rápidamente a las variaciones estacionales e

interanuales en su hábitat **(Passuni, 2009),** sustentando una de las pesquerías monoespecífica más ricas del mundo **(Passuni, 2009; Medina et al., 2015)**. Dentro del ecosistema de la Corriente de Humboldt, la cadena trófica pelágica es relativamente corta con tres niveles tróficos de consumidores: 1. peces pelágicos pequeños y planctívoros, dominados por la anchoveta y la sardina (*Sardinops sagax*), 2. Peces depredadores de mayor tamaño y 3. Depredadores superiores **(Thiel et al., 2007; Medina et al., 2015)**. La anchoveta tiene una dieta omnívora, recibiendo el mayor aporte de nutrientes a partir de presas zooplanctónicas (eufáusidos y copépodos) y por sus hábitos planctívoros es parte clave en la cadena trófica pelágica del ecosistema costero del norte de Chile, incorporando a la biomasa una gran cantidad de energía disponible dentro del ecosistema, por lo que cumple el rol de intermediario en la canalización del flujo energético desde niveles tróficos bajos hacia niveles superiores, siendo aprovechada por depredadores tope tales como peces, aves y mamíferos marinos **(Thiel et al., 2007; Medina et al. 2015).**

La Bahía de Mejillones ha tenido un gran desarrollo socioeconómico, sustentado principalmente en la actividad pesquera artesanal e industrial y generación de energía termoeléctrica, lo que la ha transformado en una de las zonas de desarrollo industriales más importantes del norte de Chile **(Valdés et al., 2004; Ilustre Municipalidad de Mejillones, 2012; Guiñez et al., 2015)**. En el sector noreste se localiza el parque industrial constituido por termoeléctricas, empresas pesqueras, plantas de transferencia de ácidos para la minería y puertos de embarque de minerales; hacia el suroeste se localiza la zona residencial y comercial **(Guiñez et al. 2015).** Este desarrollo industrial ha generado una gran presión de uso sobre el entorno marino. Por su parte, debido al gran potencial biológico que tiene la bahía, ha sido propuesta como una importante zona costera para la conservación biológica **(Delgado & Marín, 2001),** por lo que se hace necesario considerarla dentro de un sistema integrado de gestión ambiental, con un manejo costero sustentable basado en estrategias interdisciplinarias y participativas **(Neves et al., 2008; Ilustre Municipalidad de Mejillones, 2012).**

En los últimos tres años (2015, 2016 y 2017), la prensa ha difundido constantemente eventos de varazones de diferentes especies dentro de la bahía, tales como lobos marinos, crustáceos y peces, principalmente de anchoveta **(fuente: La Estrella de Antofagasta),** dejando en evidencia y controversia un tema importante de carácter medioambiental entre las condiciones anóxicas históricas de la bahía y la temática social actual por la presencia de diversas industrias ubicadas en el área, sin embargo, no se ha llegado a un consenso con respecto a responsabilidades atribuibles, que puedan a corto plazo, buscar soluciones. De acuerdo a lo anteriormente mencionado, el CIAM, se propuso llevar a cabo un monitoreo de la bahía de Mejillones, con el fin de aclarar si alguno de estos factores tendría alguna implicancia con respecto a los eventos de varazones.

2. Objetivos

2.1 Objetivo general

- Dilucidar la presencia de componentes biológicos y o condiciones físico-químicas de la Bahía de Mejillones, que puedan actuar como responsables de la varazón de especies, principalmente del recurso anchoveta.

2.2 Objetivos específicos

- Conocer y dimensionar el nivel de especies varadas a lo largo de la costa de la bahía de Mejillones.

- Conocer las condiciones físico-químicas de la columna de agua en estaciones ubicadas dentro de la bahía.

- Establecer la presencia y el rol trófico de la avifauna y de mamíferos marinos, que se encuentran en la bahía de Mejillones.

- Determinar la presencia de especies muertas en el fondo marino.

- Identificar las posibles interacciones entre los componentes bióticos y abióticos que puedan relacionarse con el varamiento de especies dentro del área de estudio.

3. Metodología

3.1 Monitoreo costero terrestre de aves y mamíferos marinos

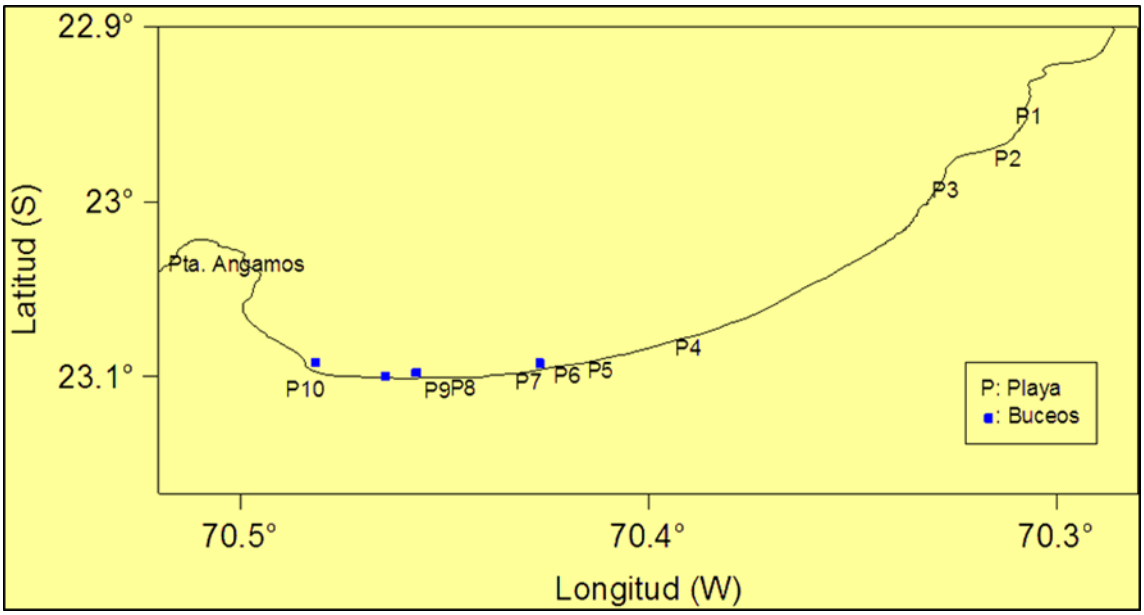
Se realizó un recorrido sistemático a pie a lo largo de la costa, considerando diez playas: Playa Chacaya, Punta Itata, Playa Grande, Mirador Puerto Angamos, Playa termoeléctrica Engie, Playa Noracid, Playa faena Corpesca, Playa Bahía Corpesca, Playa Mejillones y Playa La Rinconada **(Tabla 1, Figura 1, Anexos fotografías).** Se registró la coordenada UTM de cada una, con un GPS marca GARMIN (modelo Montana 600). En cada playa se recorrió una transecta lineal de 200 m de largo, de ancho variable, dentro de la cual se observaron y contaron todos los ejemplares de aves y mamíferos marinos, por especie, posados en tierra o presentes en el mar cercanos a la orilla. Las observaciones se llevaron a cabo usando binoculares marca Bushnel (10x50mm; buffer observación 200m) y el conteo de individuos utilizando un contador manual. Los datos fueron anotados en una libreta de campo, en conjunto con observaciones sobre el comportamiento de los individuos. Se tomaron registros fotográficos con una cámara NIKON D-3000 (zoom 200mm) y una cámara OLIMPUS C-765 para luego identificar especies correctamente.

Tabla 1. Nombre, código asignado, coordenadas y tipo de sustrato de las playas consideradas para el monitoreo de aves y mamíferos marinos, bahía Mejillones.

Sitios monitoreo	Código playa	Coordenadas		Tipo sustrato
		latitud	Longitud	
Playa Chacaya	P1	-22,96671	-70,31195	arena
Playa Punta Itata	P2	-22,94253	-70,30675	arena
Playa Grande	P3	-22,98444	-70,32710	arena
Mirador Puerto Angamos	P4	-23,07421	-70,39023	arena
Termoeléctrica Engie	P5	-23,08734	-70,41182	arena
Termoeléctrica Noracid	P6	-23,09042	-70,41981	bolones
Enaex	P7	-23,09413	-70,42939	arena
Bahía Corpesca	P8	-23,09771	-70,44536	arena

Playa de Mejillones	**P9**	**-23,09854**	**-70,45165**	**arena**
Playa la Rinconada	**P10**	**-23,09821**	**-70,48414**	**arena**

Figura 1. **Mapa del área de estudio bahía Mejillones. Se indican con códigos (P1, P2, etc las playas) y los cuadros azules muestran los puntos de buceo.**



3.2 Monitoreo marino (a bordo) de aves y mamíferos marinos

Se utilizó como plataforma de observación de especies marinas una embarcación de servicio facilitada por Corpesca S.A, la que en cada ocasión desarrolló un recorrido de navegación orientada a satisfacer el monitoreo oceanográfico, el cual contó con un total de siete estaciones de muestreo, previamente definidas **(Tabla 2; Figura 4).** En cada estación se registró en una libreta de campo todas las especies presentes en el área, las cuales fueron observadas con binoculares Bushnel (10x50mm; buffer observación 200 m) y se determinó su comportamiento. Se tomó registros fotográficos con una cámara NIKON D-3000 (zoom 200mm) y se confeccionó el listado de especies que formarían parte del ensamble ecológico de la bahía Mejillones y que estaría relacionado con la presencia del recurso anchoveta. No se realizó un conteo de individuos ya que los recorridos no eran sistemáticos para dicho propósito y las aves, a su vez, se encontraban en constante movimiento debido a la presencia de anchoveta y otros peces.

Tabla 2. **Estaciones oceanográficas utilizadas como plataforma de observación de aves y mamíferos marinos en el monitoreo de bahía Mejillones.**

Estaciones	Coordenadas		Distancia costa
	latitud	longitud	
1	23°00,974'	70°22,023'	1 milla
2	23°03.489'	70°22.520'	30 metros
3	23°03.275'	70°24.674'	1 milla
4	23°05.557'	70°25.779'	30 metros
5	23°04.876'	70°27.066'	1 milla
6	23°05.957'	70°28,150'	20 metros
7 control	23°04'	70°31.8'	5 millas

3.3 Monitoreo especies varadas en la costa

Para conocer el grado de varamiento de especies marinas, se realizó un recorrido sistemático a pie, considerando las mismas diez playas mencionadas en el punto 3.2 **(Tabla 1; Figura 1).** Se realizó, en cada playa, una transecta de 100 m de largo, dentro de la cual se lanzó al azar un cuadrante de 50x50 cm un total de 20 veces. Se contabilizó el número de individuos por especie encontrado dentro de los cuadrantes, usando un contador manual, categorizando a los individuos como vivos o muertos, y de acuerdo a su estado de descomposición o desecación, en "recientes" o "antiguos" **(Figura 2).** Se confeccionó un listado de las especies varadas.

Figura 2. **Estado de ejemplares varados considerados como "reciente" (izquierda) y "antiguo" (derecha), para el registro de especies muertas en el área de estudio.**

3.4 Monitoreo especies en el fondo marino

Se realizó un total de 4 campañas de buceos, mediante la técnica de buceo semi-autónomo o "hooka", a bordo de una embarcación artesanal. Se recorrieron transectos submarinos de 50m de largo, aproximadamente, dentro de los cuales se filmó el fondo marino para documentar la presencia de especies tanto vivas como muertas, utilizando una cámara TOMATE MT-1080W. Los sectores para buceo fueron: La Rinconada, sector cercano al emisario submarino de la comuna, sector del muelle embarcadero y sector zona industrial **(Tabla 3; Figura 1).** Se consideró zonas someras cercanas a la orilla (3 metros de profundidad), y zonas hasta los 10 m de profundidad. Cada video fue revisado para identificar especies vivas que forman parte del ensamble bentónico de la bahía y se revisó si había especies muertas en el fondo.

Tabla 3. Sitios de buceo, coordenadas UTM y rango de profundidad alcanzada para monitoreo del fondo marino en bahía Mejillones.

Sitio buceo	Coordenadas		Profundidad recorrida
	latitud	longitud	
Playa Rinconada	-23,09189	-70,48166	3-10 metros
Muelle embarque Corpesca	-23,09771	-70,45694	4-10 metros
Sector emisario (costa)	-23,09226	-70,42663	3-10 metros
Sector faena Corpesca	-23,09976	-70,46442	3-8 metros

3.5 Monitoreo de parámetros físico-químicos

A bordo de embarcaciones de servicio facilitadas por Corpesca S.A. se realizó las mediciones de parámetros físicos de la columna de agua como la toma de muestras para la determinación de variables químicas en laboratorios en seis estaciones ubicadas dentro de Bahía Mejillones **(Figura 3).**

Tabla 4. Localización geográfica de las estaciones oceanográficas para monitoreo de parámetros físico-químicos en la bahía Mejillones.

Estación	Latitud	Longitud
1	23°01' S	70°22' W
2	23°03,4' S	70°22.5' W
3	23°03,2' S	70°24,6' W
4	23°0,5,5' S	70°25,7' W
5	23°04,8' S	70°27' W
6	23°05,9' S	70° 28,1' W

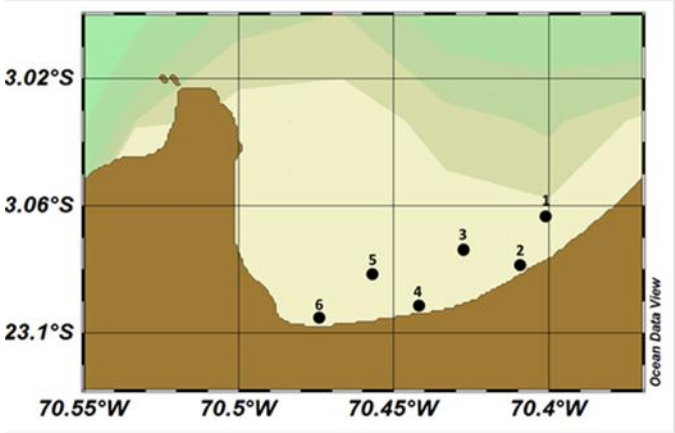
3.5.1 Oxígeno disuelto

En cada estación y mediante el uso botellas oceanográficas Niskin de 1,2 L, se obtuvieron muestras de agua desde 0, 5, 10, 25 y 50 m de profundidad, las que fueron destinadas a la determinación del contenido de oxígeno disuelto. La concentración de oxígeno disuelto se determinó de acuerdo al método Winkler modificado por Carritt y Carpenter (1966) (Parsons et al., 1984).

3.5.2 Temperatura y salinidad

Utilizando un perfilador continuo CTD de marca AML oceanographic modelo MINOS se obtuvo registros continuos de temperatura (°C) y salinidad (ups) de la columna de agua.

Figura 3. Ubicación de estaciones oceanográficas, también utilizadas como plataforma de observación de aves y mamíferos marinos en la bahía de Mejillones.



4. Resultados

El presente monitoreo se realizó durante los meses de marzo, abril y principios del mes de junio, periodo que corresponde a otoño del 2017.

4.1 Monitoreo costero terrestre de aves y mamíferos marinos

Durante este periodo de monitoreo se realizaron recorridos por la costa registrando un total de 25 especies, identificando dos Clases: Aves y Mammalia **(Tabla 5).**

Para la Clase Aves se identificó un total de 24 especies, con 5 Órdenes para aves marinas y un Orden para aves carroñeras. De estas 24 especies de aves, se identificaron 16 especies que se alimentan principalmente de anchoveta, 13 de éstas con carácter "residente" (piqueros, pelicanos, cormoranes, rayadores, gaviotas, gaviotines y pingüinos). Se debe mencionar qué, en este trabajo, se define como "residente" a las especies que se encuentran en el área de estudio todo el año. Se registraron también aves de carácter "migratorio", con un total de 7 especies, de las cuales 3 (gaviotas, gaviotines y blanquillos) se alimentan principalmente de peces pequeños y anchoveta de menor tamaño **(Tabla 5).**

Para la Clase Mammalia, sólo se registró una especie (lobo marino común) con carácter "residente", perteneciente al Orden Carnívora y que también registra a la anchoveta, entre otros ítem presa, como importante dentro de su dieta **(Tabla 5).** Este conjunto de especies estaría conformando parte del "ensamble de especies" que se alimenta, principalmente, del recurso anchoveta.

Tabla 5. **Listado del ensamble de especies marinas registradas en la costa, estado de permanencia y tipo de alimentación, monitoreo otoño bahía Mejillones.**

Especies	Nombre común	Estado	Alimentación
Clase Aves			
Orden Pelecaniformes			
Sula variegata	piquero	residente	anchoveta, sardina, caballa
Pelecanus thagus	pelícano	residente	anchoveta y otros peces
Phalacrocorax brasilianus	pato yeco	residente	anchoveta, otros peces y crustáceos
Phalacrocorax bouganvillii	guanay	residente	anchoveta, pejerrey
Phalacrocorax gaimardi	pato lile	residente	anchoveta, otros peces, crustáceos, moluscos, algas
Nycticorax nycticorax	huairavo	residente	peces, crustáceos, anfibios
Orden Charadriiformes			
Rynchops niger	rayador	residente	peces pequeños, crustáceos, moluscos
Larus belcheri	gaviota peruana	residente	anchoveta, peces, crustáceos, moluscos, erizos, carroña
Larus dominicanus	gaviota dominicana	residente	anchoveta, otros peces, crustáceos, carroña
Leucopaheus modestus	garuma	residente	pulguilla de mar, anchoveta
Leucophaeus pipixcan	gaviota franklin	migratorio	anchoveta, otros peces, crustáceos e insectos
Chroicocephalus maculipennis	gaviota cáhuil	migratorio	insectos, crustáceos, peces
Numenius phaeopus	zarapito	migratorio	pulguilla de mar, crustáceos, larvas
Sterna hirudinacea	gaviotín sudamericano	residente	anchoveta, crustáceos, insectos
Thalasseus elegans	gaviotín elegante	migratorio	anchoveta, invertebrados
Larosterna inca	gaviotín monja	residente	anchoveta y otros peces pequeños
Haematopus palliatus	pilpilén blanco	residente	cangrejos, bivalvos, gastrópodos
Haematopus ater	pilpilén negro	residente	choritos, lapas
Calidris alba	playero blanco	migratorio	moluscos, crustáceos e insectos pequeños
Pluvialis dominica	chorlo dorado	migratorio	insectos, moluscos, crustáceos
Orden Sphenisciformes			
Spheniscus humboldti	pingüino de Humboldt	residente	anchoveta, jurel, sardina, calamares, crustáceos
Orden Podicipediformes			
Podiceps occipitalis	Blanquillo	migratorio	peces pequeños y sus huevos, crustáceos, larvas
Orden Passeriformes			

Cinclodes nigrofumosus	**churrete costero**	**residen te**	**crustáceos y moluscos pequeños**
Orden Cathartiformes			
Cathartes aura	**Jote**	**residente**	**Carroñero (incluyendo anchoveta varada)**
Clase Mammalia			
Orden Carnivora			
Otaria flavescens	**lobo común**	**residente**	**anchoveta, merluza, pulpos, calamares**
Total especies: 25			

Se muestra a continuación, en la **Tabla 6**, una matriz de presencia-ausencia para el ensamble de las especies observadas durante el periodo de estudio, donde las casillas con números *"1"* representan la presencia de una especie y las casillas con *"0"* la ausencia de ellas, por campaña y en total. Se puede observar que, para las especies que se alimentan de anchoveta (n=17), los pelicanos, patos yeco, pato guanay, gaviota peruana, gaviota dominicana, gaviota garuma, y lobos comunes, fueron observadas durante todo el periodo de monitoreo **(Tabla 6).** Esto entrega un total de 7 especies, entre aves y mamíferos marinos, con presencia permanente en la zona que estarían alimentándose de anchoveta, generando algún grado de presión sobre los cardúmenes, causando la muerte de un gran número de ejemplares de anchoveta que no son consumidos plenamente y que terminan muertos en el fondo del mar con evidentes lesiones originadas por la depredación (Anexos, imagen 1). De las 7 campañas realizadas, resalta la campaña 6 con la mayor cantidad de especies (n=20), de las 25 registradas, y la campaña 7 (n=10) con la menor cantidad de especies registradas **(Tabla 6).**

Tabla 6. Matriz de presencia-ausencia para el ensamble de especies marinas observadas en la costa, para cada campaña de monitoreo bahía Mejillones.

N° especies	Especies/Campañas	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	Total
1	***Sula variegata***	1	1	1	1	1	1	0	6
2	***Pelecanus thagus***	1	1	1	1	1	1	1	7
3	***Phalacrocorax brasilianus***	1	1	1	1	1	1	1	7
4	***Phalacrocorax bouganvillii***	1	1	1	1	1	1	1	7
5	***Phalacrocorax gaimardi***	1	1	0	1	0	1	0	4
6	***Nycticorax nycticorax***	0	0	0	0	0	1	0	1
7	***Rynchops niger***	0	1	1	0	1	1	0	4
8	***Larus belcheri***	1	1	1	1	1	1	1	7

9	*Larus dominicanus*	1	1	1	1	1	1	1	7
10	*Leucopaheus modestus*	1	1	1	1	1	1	1	7
11	*Leucophaeus pipixcan*	1	1	1	1	0	0	0	4
12	*Chroicocephalus maculipennis*	0	0	0	1	0	0	0	1
13	*Numenius phaeopus*	1	1	0	1	1	1	0	5
14	*Sterna hirudinacea*	1	1	0	1	0	0	0	3
15	*Thalasseus elegans*	0	0	0	1	0	0	0	1
16	*Larosterna inca*	0	0	1	0	1	1	0	3
17	*Haematopus palliatus*	1	1	1	1	1	1	1	7
18	*Haematopus ater*	0	0	1	1	1	1	1	5
19	*Calidris alba*	1	1	1	0	0	1	0	4
20	*Fluvialis dominica*	0	0	0	0	1	0	0	1
21	*Spheniscus humboldti*	0	0	0	1	1	1	0	3
22	*Podiceps occipitalis*	0	0	0	0	1	1	1	3
23	*Cinclodes nigrofumosus*	0	0	0	0	0	1	0	1
24	*Cathartes aura*	1	1	1	1	1	1	0	6
25	*Otaria flavescens*	1	1	1	1	1	1	1	7
	Total especies:	15	16	15	18	17	20	10	

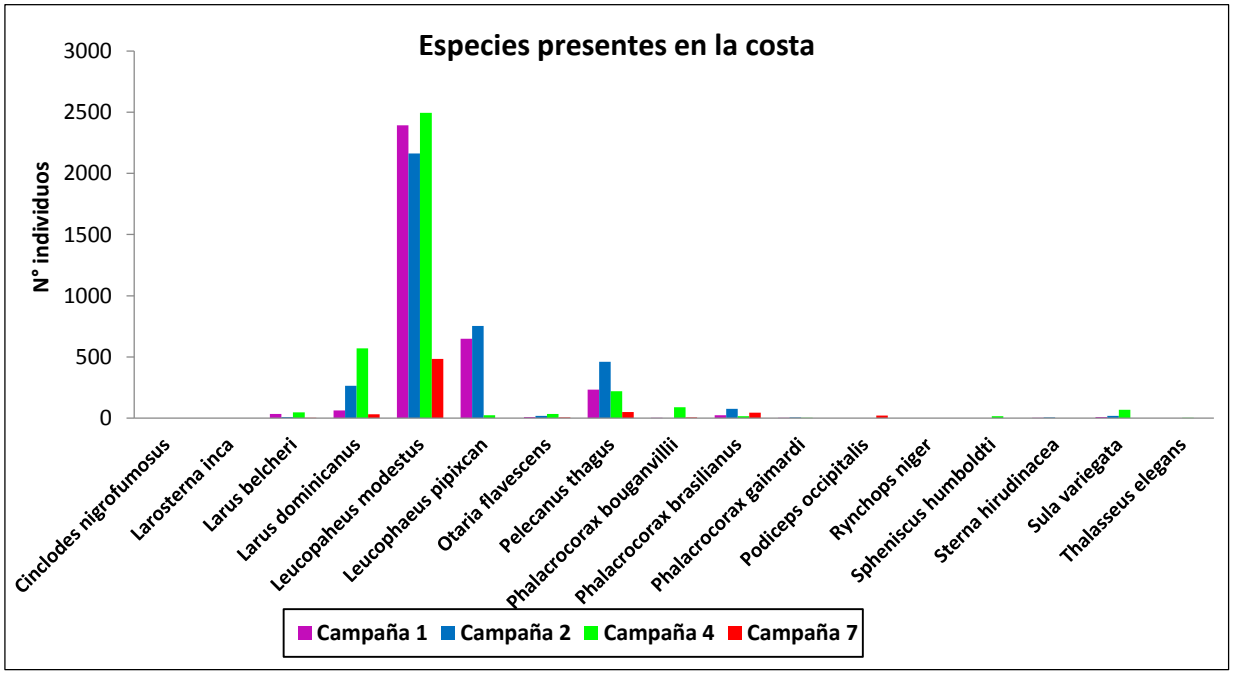
La campaña que registró el mayor número de individuos, que consumen principalmente anchoveta, fue la campaña 2 (n=3.762), seguida por las campañas 4 (n=3.575) y 1 (n=3.408); la campaña que registró el menor número de individuos fue la campaña 7 (n=637) **(Tabla 7, Figura 4).** Las especies más destacadas para el periodo de estudio son la gaviota garuma (prom=1.490,43), la gaviota franklin (prom= 344,0), gaviota dominicana (prom= 179,0) y pelicanos (prom=167,57) y **(Tabla 7).**

Tabla 7. Especies que consumen anchoveta, número de individuos por campaña y promedio por especie para el total de campañas.

Especies/Campañas	1	2	3	4	5	6	7	Promedio
Cinclodes nigrofumosus	0	0	0	0	0	3	0	0,43
Larosterna inca	0	0	14	0	11	11	0	5,14
Larus belcheri	32	8	4	47	116	15	1	31,86
Larus dominicanus	61	263	292	569	9	28	31	179,00
Leucophaeus modestus	2393	2163	1521	2497	211	1164	484	1490,43

Leucophaeus pipixcan	**649**	**752**	**621**	**23**	**363**	**0**	**0**	**344,00**
Otaria flavescens	**7**	**18**	**24**	**33**	**7**	**4**	**4**	**13,86**
Pelecanus thagus	**233**	**460**	**171**	**220**	**30**	**10**	**49**	**167,57**
Phalacrocorax bouganvillii	**2**	**0**	**129**	**87**	**186**	**39**	**3**	**63,71**
Phalacrocorax brasilianus	**23**	**74**	**16**	**14**	**44**	**38**	**44**	**36,14**
Phalacrocorax gaimardi	**1**	**5**	**0**	**1**	**0**	**19**	**0**	**3,71**
Podiceps occipitalis	**0**	**0**	**0**	**0**	**7**	**2**	**21**	**4,29**
Rynchops niger	**0**	**0**	**175**	**0**	**0**	**4**	**0**	**25,57**
Spheniscus humboldti	**0**	**0**	**0**	**15**	**4**	**3**	**0**	**3,14**
Sterna hirudinacea	**1**	**3**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0,57**
Sula variegata	**6**	**16**	**9**	**68**	**23**	**4**	**0**	**18,00**
Thalasseus elegans	**0**	**0**	**0**	**1**	**0**	**0**	**0**	**0,14**
Total	**3408**	**3762**	**2976**	**3575**	**1011**	**1344**	**637**	**16713**

Figura 4. **Especies que consumen anchoveta, observadas en la costa, número de individuos registrados para las principales campañas 1, 2, 4 y 7. El recuadro inferior indica un color para cada campaña.**

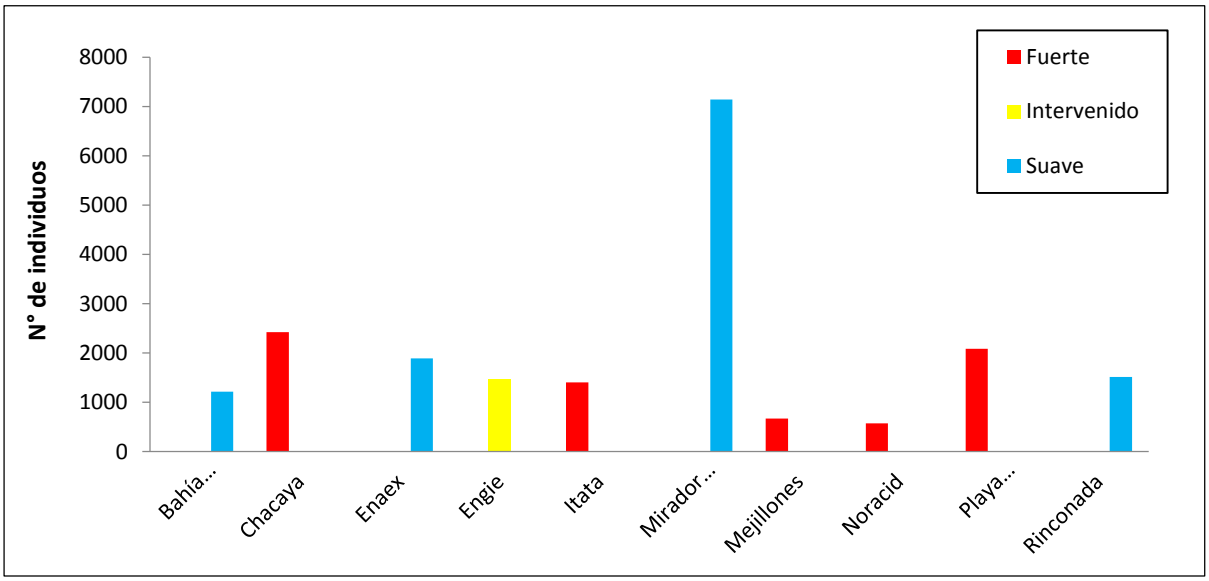


Se analizó la relación que pudiera tener el tipo de oleaje de cada playa (oleaje suave, fuerte, intervenido) con el número de individuos y se encontró que para las playas con oleaje suave, Mirador Angamos, presentó el mayor número de individuos (n=7.143) siendo a la vez la playa que registró la mayor cantidad de ejemplares para el periodo de monitoreo **(Tabla 8, Figura 6).** Para las playas con oleaje fuerte, Chacaya presenta el mayor número de individuos (n=2.427); el sector de playa de la termoeléctrica Engie se consideró como intervenido, registrando 1.473 individuos **(Tabla 8, Figura 6)**.

Tabla 8. **Playas, tipo de oleaje y número total de individuos registrados en la costa, para el periodo de monitoreo bahía Mejillones. Las playas se presentan en orden alfabético.**

Playa/tipo oleaje	Fuerte	Intervenido	Suave	Total individuos
Bahía Corpesca			1215	1215
Chacaya	2427			2427
Enaex			1889	1889
Engie		1473		1473
Itata	1406			1406
Mirador Angamos			7143	7143
Mejillones	669			669
Noracid	571			571
Playa Grande	2088			2088
Rinconada			1517	1517

Figura 6. **Playas, tipo de oleaje y número total de individuos registrados en la costa, para el periodo de monitoreo bahía Mejillones.**



4.2 Monitoreo a bordo de aves y mamíferos marinos

Durante este periodo de monitoreo se realizaron recorridos a bordo, entre las 0 y 5 millas náuticas, registrando un total de 25 especies, identificando dos Clases: Aves y Mammalia **(Tabla 9).**

La **Tabla 9**, muestra que se identificaron 5 Órdenes para aves marinas y 2 Órdenes (Carnívora y Cetácea) para mamíferos marinos. El Orden Pelecaniformes posee 5 especies de carácter "residente" (piqueros, pelícanos, patos yeco, patos guanay y patos lile), todas registrando a la anchoveta como ítem presa importante en su dieta (avesdechile.cl); el huairavo y la garza chica registrados también se alimentan de peces pequeños, pero no en alta mar, sino más bien en roquerías y pozas en la costa, por lo que su presencia puede haber sido ocasional al desplazarse de un área a otra hacia costa. El Orden Charadriiformes registró 4 especies "residentes" (gaviota peruana, gaviota dominicana, gaviotín monja y gaviota garuma) que presentan como ítem presa importante en su dieta a la anchoveta y también otros peces pequeños (aveschile.cl). Este mismo Orden registra 2 especies "migratorias", de las cuales la gaviota franklin también parece aprovechar el recurso anchoveta. El Orden Procellariiformes, registró 4 especies "residentes" (pato yunco, golondrina peruana, golondrina negra y golondrina chica) y 2 "migratorias" (fardela negra y petrel gigante). De estas especies, los yuncos y las fardelas negras se observaron con conducta de alimentación, probablemente predando sobre anchoveta. Destaca también la presencia de pingüinos de Humboldt en conducta de forrajeo y alimentación en el área (observaciones personales).

Los Ordenes Carnívora y Cetácea, suman un total de 3 especies, una "residente" (lobo marino común) y dos "migratorias" (delfín oscuro y marsopa espinosa), también registrando a la anchoveta como ítem presa importante en su dieta, de acuerdo a lo descrito en la literatura (Bastida et al., 2007) **(Tabla 9).** Este conjunto de especies estaría formando parte del ensamble de especies, costeras y pelágicas, que se alimentan de anchoveta dentro del área de estudio.

Tabla 9. Listado del ensamble de especies marinas registradas en estaciones oceanográficas, estado de permanencia y tipo de alimentación, monitoreo bahía Mejillones

Especies	Nombre común	Estado	Alimentación
Clase Aves			
Orden Pelecaniformes			
Sula variegata	**piquero**	**residente**	**anchoveta, sardina, caballa**
Pelecanus thagus	**pelícano**	**residente**	**anchoveta y otros peces**
Phalacrocorax brasilianus	**pato yeco**	**residente**	**anchoveta, otros peces y crustáceos**
Phalacrocorax bouganvillii	**guanay**	**residente**	**anchoveta, pejerrey**
Phalacrocorax gaimardi	**pato lile**	**residente**	**anchoveta, otros peces, crustáceos, moluscos, algas**
Nycticorax nycticorax	**huairavo**	**residente**	**peces, crustáceos, anfibios**
Egreta thula	**garza chica**	**migratorio**	**peces, camarones, cangrejos, anfibios, insectos**
Orden Charadriiformes			
Larus belcheri	**gaviota peruana**	**residente**	**anchoveta, otros peces, crustáceos, moluscos, erizos**
Larus dominicanus	**gaviota dominicana**	**residente**	**anchoveta, otros peces, crustáceos, carroña**
Larosterna inca	**gaviotín monja**	**residente**	**anchoveta y otros peces pequeños**
Leucopaheus modestus	**garuma**	**residente**	**pulguilla de mar, anchoveta**
Leucophaeus pipixcan	**gaviota franklin**	**migratorio**	**anchoveta, otros peces, crustáceos e insectos**
Arenaria interpes	**playero vuelvepiedras**	**migratorio**	**peces pequeños, crustáceos, moluscos, insectos, carroña**
Orden Procellariiformes			
Pelecanoides garnotii	**pato yunco**	**residente**	**anchoveta, sardina, crustáceos nadadores**
Ardenna griseus	**fardela negra**	**migratorio**	**anchoveta, jibias, crustáceos**
Oceanodroma tethys	**golondrina peruana**	**residente**	**peces pequeños, crustáceos**

Oceanodroma markhami	**golondrina negra**	**residente**	**anchoveta, cefalópodos, crustáceos**
Oceanites gracilis	**golondrina chica**	**residente**	**peces pequeños, crustáceos planctónicos**
Macronectes giganteus	**petrel gigante**	**migratorio**	**peces, cefalópodos, krill, carroñero**
Thalassarche melanophris	**albatros ceja negra**	**migratorio**	**peces, crustáceos, calamares, pulpos**
Orden Sphenisciformes			
Spheniscus humboldti	**pingüino de Humboldt**	**residente**	**anchoveta, jurel, sardina**
Orden Podicipediformes			
Podiceps occipitalis	**blanquillo**	**migratorio**	**peces pequeños y sus huevos, crustáceos, larvas**
Clase Mammalia			
Orden Carnivora			
Otaria flavescens	**lobo común**	**residente**	**anchoveta, merluza, pulpos, calamares**
Orden Cetacea			
Lagenorhynchus obscurus	**delfín oscuro**	**migratorio**	**anchoveta, merluza, calamares**
Phocoena spinipinnis	**marsopa espinosa**	**migratorio**	**anchoveta, caballa, calamares**
Total: 25 especies			

La **Tabla 10**, muestra una matriz de presencia-ausencia de todas las especies observadas durante el periodo de estudio. De las 7 campañas realizadas, resalta la campaña 1 con la mayor cantidad de especies (n=16), de las 25 registradas, y la campaña 6 (n=12) con la menor cantidad de especies registradas **(Tabla 10).**

Tabla 10. Matriz de presencia-ausencia para el ensamble de especies marinas observadas en cruceros oceanográficos, para cada campaña de monitoreo bahía Mejillones.

N° especies	Especies/Campañas	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	Total
1	***Sula variegata***	**1**	**1**	**1**	**1**	**1**	**1**	**1**	**7**
2	***Pelecanus thagus***	**1**	**1**	**1**	**1**	**1**	**1**	**1**	**7**
3	***Phalacrocorax brasilianus***	**1**	**1**	**1**	**1**	**1**	**1**	**1**	**7**
4	***Phalacrocorax bouganvillii***	**1**	**1**	**1**	**1**	**1**	**1**	**1**	**7**

5	***Phalacrocorax gaimardi***	**1**	**1**	**0**	**1**	**1**	**1**	**1**	**6**
6	***Nycticorax nycticorax***	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**1**	**0**	**1**
7	***Egreta thula***	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**1**	**1**
8	***Larus belcheri***	**1**	**1**	**0**	**0**	**1**	**1**	**1**	**5**
9	***Larus dominicanus***	**0**	**0**	**0**	**1**	**0**	**1**	**1**	**3**
10	***Larosterna inca***	**1**	**1**	**1**	**1**	**1**	**1**	**1**	**7**
11	***Leucopaheus modestus***	**1**	**1**	**1**	**1**	**1**	**1**	**0**	**6**
12	***Leucophaeus pipixcan***	**1**	**1**	**1**	**1**	**0**	**0**	**0**	**4**
13	***Arenaria interpes***	**0**	**0**	**1**	**1**	**0**	**0**	**0**	**2**
14	***Pelecanoides garnotii***	**1**	**0**	**0**	**0**	**1**	**1**	**1**	**4**
15	***Ardenna griseus***	**1**	**1**	**1**	**1**	**1**	**0**	**1**	**6**
16	***Oceanodroma tethys***	**1**	**1**	**0**	**0**	**0**	**0**	**1**	**3**
17	***Oceanodroma markhami***	**1**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**1**
18	***Oceanites gracilis***	**1**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**1**
19	***Macronectes giganteus***	**0**	**0**	**1**	**0**	**0**	**0**	**0**	**1**
20	***Thalassarche melanophris***	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**1**	**1**
21	***Spheniscus humboldti***	**0**	**0**	**0**	**1**	**1**	**0**	**1**	**3**
22	***Podiceps occipitalis***	**0**	**0**	**0**	**0**	**1**	**0**	**0**	**1**
23	***Otaria flavescens***	**1**	**1**	**1**	**1**	**1**	**1**	**1**	**7**
24	***Lagenorhynchus obscurus***	**1**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**1**
25	***Phocoena spinipinnis***	**0**	**1**	**1**	**1**	**1**	**0**	**0**	**4**
	Total especies:	**16**	**13**	**13**	**14**	**14**	**12**	**15**	

Para las especies que se alimentan de anchoveta, seis de ellas residentes (piqueros, pelicanos, patos yeco, pato guanay, gaviotín monja y lobos comunes), fueron observadas durante todo el periodo de monitoreo (7 campañas), mientras que tres especies, dos de ellas residentes (pato lile y gaviotas garuma) y una migratoria (fardela negra) fueron observadas en 6 d las 7 campañas. Esto entrega un total de 20 especies, entre aves y mamíferos marinos, que estarían alimentándose de anchoveta, generando presión sobre los cardúmenes, aparentemente acorralándolos hacia el interior de la bahía para alimentarse **(Tabla 11).** En relación con las técnicas de caza que utilizan estas especies, de acuerdo a la literatura, se identifican principalmente tres: **picada**, que consiste en lanzarse desde altura para capturar la presa (piqueros y

pelicanos); **buceo**, ya sea subsuperficial (fardela) o profundo (cormoranes, pingüinos, lobos y delfines) y **"picking"** que consta en recoger a la presa en superficie (gaviotas, gaviotines, albatros y petreles) **(Tabla 11).**

Tabla 11. Especies que consumen anchoveta, permanencia en el área de estudio, técnicas de caza y campañas en las que se registraron, para el periodo de monitoreo.

Especies	Permanencia	Consume anchoveta	Técnica caza	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	Total campañas
Sula variegata	residente	si	picada	1	1	1	1	1	1	1	7
Pelecanus thagus	residente	si	picada	1	1	1	1	1	1	1	7
Phalacrocorax brasilianus	residente	si	buceo	1	1	1	1	1	1	1	7
Phalacrocorax bouganvillii	residente	si	buceo	1	1	1	1	1	1	1	7
Phalacrocorax gaimardi	residente	si	buceo	1	1	0	1	1	1	1	6
Larus belcheri	residente	si	picking	1	1	0	0	1	1	1	5
Larus dominicanus	residente	si	picking	0	0	0	1	0	1	1	3
Larosterna inca	residente	si	picking	1	1	1	1	1	1	1	7
Leucopaheus modestus	residente	si	picking	1	1	1	1	1	1	0	6
Leucophaeus pipixcan	migratorio	si	picking	1	1	1	1	0	0	0	4
Pelecanoides garnotii	residente	si	buceo	1	0	0	0	1	1	1	4
Ardenna griseus	migratorio	si	buceo	1	1	1	1	1	0	1	6
Oceanodroma markhami	residente	si	picking	1	0	0	0	0	0	0	1
Macronectes giganteus	migratorio	si	picking	0	0	1	0	0	0	0	1
Thalassarche melanophris	migratorio	si	picking	0	0	0	0	0	0	1	1
Spheniscus humboldti	residente	si	buceo	0	0	0	1	1	0	1	3
Podiceps occipitalis	migratorio	si	buceo	0	0	0	0	1	0	0	1
Otaria flavescens	residente	si	buceo	1	1	1	1	1	1	1	7
Lagenorhynchus obscurus	migratorio	si	buceo	1	0	0	0	0	0	0	1
Phocoena spinipinnis	migratorio	si	buceo	0	1	1	1	1	0	0	4
Total				14	12	11	13	14	11	13	

4.3 Especies varadas

Durante el presente monitoreo se consideraron las especies que se encontraban varadas en la playa ya fuera vivas o muertas, pero estas últimas en estado "fresco" o "reciente".

Se registró un total de 31 especies, identificando 4 Clases para especies móviles (peces, crustáceos, gastrópodos, equinodermos) y 5 Clases para especies sésiles (algas y bivalvos) **(Tabla 12).** Los crustáceos decápodos (jaibas), pertenecientes a la Clase Malacostraca, registraron un mayor número de especies varadas (n=13). Destaca también, la presencia de *Engraulis ringens* (anchoveta) varada en el área de estudio. Las algas, por su parte, se encontraban varadas regularmente debido a que la bahía presenta un oleaje constante que golpea la orilla, causando la varazón de estas, ya que se desprenden del fondo marino de forma natural.

Tabla 12. Especies varadas, vivas o muertas, encontradas a lo largo de la playa y tipo de alimentación-nivel trófico que ocupan.

Especies	Nombre común	Alimentación/nivel trófico
Clase Actinopterygii		
Engraulis ringens	**anchoveta**	**zooplancton**
Clase Gastropoda		
Thais chocolata	**locate**	**carroñero**
Priene rude	**caracol**	**carroñero**
Tegula atra	**caracol negro**	**herbívoro**
Sinum cymba	**orejón de mar**	**carnívoro**
Oliva peruviana	**caracol**	**carroñero**
Clase Echinoidea		
Tetrapygus niger	**erizo negro**	**herbívoro**
Clase Bivalvia		
Argopecten purpuratus	**ostión**	**filtrador**
Tagelus dombeii	**navajuela**	**filtrador**
Choromytilus chorus	**choro zapato**	**filtrador**
Clase Malacostraca		
Pleuroncodes monodon	**camaroncito rojo**	**zooplancton**

Ciclograpsus cinereus	**jaivita**	**detritívoro**
Petrolisthes violaceus	**cangrejo porcelana**	**detritívoro**
Pseudocorystes sicarius	**jaiba botón**	**carroñera**
Mursia gaudichaudi	**jaiba paco**	**carroñera**
Homalapsis plana	**jaiba mora**	**carroñera**
Cancer setosus	**jaiba peluda**	**carroñera**
Cancer coronatus	**jaiba**	**carroñera**
Cancer plebejus	**jaiba limón**	**carroñera**
Ovalipes trimaculatus	**jaiba nadadora**	**carroñera**
Taliepus dentatus	**panchote**	**omnívoro**
***Pagurus* spp.**	**cangrejo hermitaño**	**detritívoro**
Emerita analoga	**pulguilla de mar**	**detritívoro**
Algas		
Clase Florideophyceae		
Gracilaria chilensis	**pelillo**	**productor primario**
Plocamium cartilagineum	**alga roja**	**productor primario**
Clase Rhodophyceae		
Rhodymenia corallina	**rodimenia alga roja**	**productor primario**
Corallina sp.	**coralina**	**productor primario**
Cryptonemia obovata	**alga roja**	**productor primario**
Clase Phaeophyceae		
Colpomenia sinuosa	**alga globosa**	**productor primario**
Lessonia nigrescens	**huiro negro**	**productor primario**
Clase Ulvophyceae		
Ulva sp.	**lechuga de mar**	**productor primario**
Total especies 31		

En la matriz de presencia-ausencia **(Tabla 13),** se observa que para 6 de las 7 campañas, se encontraron individuos de caracol negro, navajuelas, jaiba peluda, pulguillas y algas (pelillo, plocamium y ulva). La presencia de algas varadas podría ser un indicador de la frecuencia de marejadas que se presentó durante el periodo en el área de estudio, lo que también puede causar el varamiento de otras especies que viven

como fauna asociada en las frondas de las algas. Con respecto a la anchoveta, esta sólo se encontró varada en las campañas 2 y 4. De las 7 campañas destacan la 2 y 3 con n=23 especies registradas **(Tabla 13).**

Tabla 13. Matriz de presencia-ausencia de las especies varadas, frescas, encontradas en el área de estudio.

N° especies	Especies/Campañas	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	Total
1	*Engraulis ringens*	0	1	0	1	0	0	0	2
2	*Thais chocolata*	1	1	0	0	0	0	0	2
3	*Priene rude*	1	1	1	0	1	1	1	5
4	*Tegula atra*	1	1	1	1	1	1	0	6
5	*Sinum cymba*	0	0	0	0	1	1	0	2
6	*Oliva peruviana*	0	1	0	0	0	0	0	1
7	*Tetrapygus niger*	1	0	0	0	0	0	1	1
8	*Argopecten purpuratus*	1	1	0	0	0	0	1	2
9	*Tagelus dombeii*	1	1	1	1	1	1	1	6
10	*Choromytilus chorus*	1	1	0	0	1	1	1	4
11	*Pleuroncodes monodon*	0	0	1	0	0	0	0	1
12	*Ciclograpsus cinereus*	0	0	1	0	0	0	0	1
13	*Petrolisthes violaceus*	0	0	1	0	0	0	0	1
14	*Pseudocorystes sicarius*	0	1	1	0	1	1	1	4
15	*Mursia gaudichaudi*	0	1	1	0	0	1	1	3
16	*Homalapsis plana*	0	1	1	0	1	1	1	4
17	*Cancer setosus*	1	1	1	1	1	1	1	6
18	*Cancer coronatus*	0	0	1	0	1	1	1	3
19	*Cancer plebejus*	0	0	0	0	0	0	1	1
20	*Ovalipes trimaculatus*	1	1	1	0	0	0	1	3
21	*Taliepus dentatus*	1	1	1	0	0	0	0	3
22	*Pagurus spp.*	0	1	1	0	0	1	0	3
23	*Emerita analoga*	1	1	1	1	1	1	1	6
24	*Gracilaria chilensis*	1	1	1	1	1	1	1	6
25	*Plocamium cartilagineum*	1	1	1	1	1	1	1	6

26	***Rhodymenia corallina***	1	1	1	1	1	1	1	6
27	***Corallina sp.***	1	0	0	0	0	1	0	2
28	***Cryptonemia obovata***	0	1	1	1	1	1	1	5
29	***Colpomenia sinuosa***	1	1	1	1	0	1	0	5
30	***Lessonia nigrescens***	1	1	1	0	0	1	0	4
31	***Ulva* sp.**	1	1	1	1	1	1	1	6
	Total especies:	18	22	22	11	15	20	18	

Al relacionar el número de individuos varados con el oleaje en cada playa se observó que para playas con oleaje suave, Enaex presenta el mayor número de individuos varados (n=1.134), seguida por Rinconada (n=942) y Bahía Corpesca (n=932). Para playas con oleaje fuerte, Mejillones presentó el mayor número de individuos (n=1.027). El sector de la termoeléctrica Engie no presentó individuos varados por ser un sector altamente intervenido por la acción antrópica **(Figura 7).**

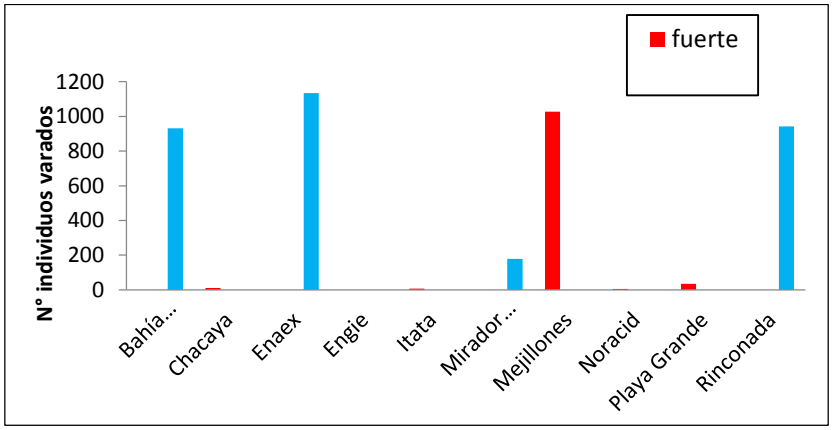


Figura 7. Playas, tipo de oleaje y número de individuos varados.

Con respecto a la relación entre la presencia de individuos observados en costa y la presencia de individuos varados, no se encontró relación entre estas dos variables (r= -0.0055).

Para toda el área de estudio, la campaña 7 presenta el mayor número de individuos varados (n=1.802), donde destaca el sector de Enaex (n=619 individuos) y Rinconada (n=565). Las campañas 2 (n=812) y 4 (n=119) presentaron varamiento de anchoveta **(Tabla 14, Figura 8).**

Tabla 14. Playas y número de individuos varados por campaña.

Playas recorridas/Campañas	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	Promedio
Bahía Corpesca	80	154	87	0	69	229	313	19,02
Chacaya	0	3	7	0	0	0	0	0,20
Enaex	46	373	0	0	0	96	619	23,14
Engie	0	0	0	0	0	0	0	0,00
Itata	0	6	1	0	0	0	0	0,14
Mirador Angamos	4	26	12	0	13	14	109	3,63
Mejillones	45	241	73	107	60	318	183	20,96
Noracid	0	5	0	0	0	0	0	0,10
Playa Grande	5	3	14	0	0	0	13	0,71
Rinconada	84	2	32	12	92	155	565	19,22
Total general	264	813	226	119	234	812	1802	4270

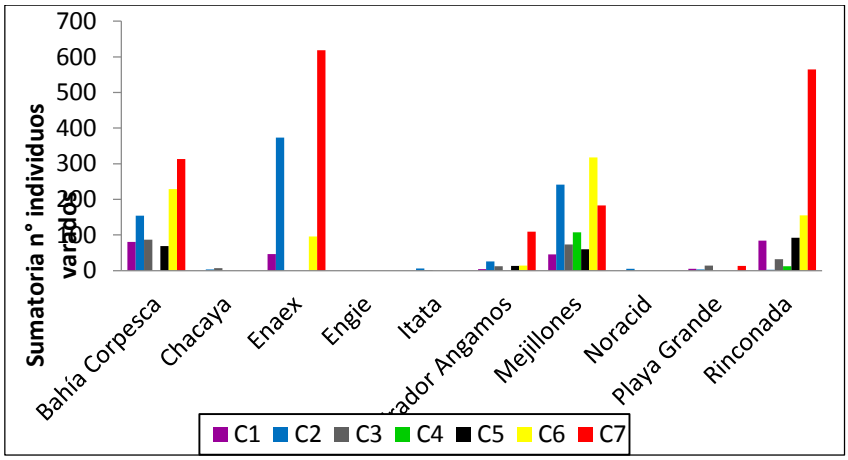


Figura 8. Sumatoria de individuos varados, por campaña, por playa.

4.4 Monitoreo fondo marino

Considerando los cuatro puntos de buceo: Rinconada, emisario submarino de aguas servidas, muelle embarcadero y sector industrial, se pudo registrar en el fondo marino un total de 31 especies vivas, destacando a los crustáceos decápodos (jaiba) pertenecientes a la Clase Malacostraca con 7 especies, seguida por la Clase Gastropoda (caracoles) con 5 especies **(Tabla 15).** En relación con la presencia de anchoveta, esta fue observada nadando en cardúmenes en los 4 puntos de buceo y también algunos individuos muertos en el fondo con evidencia de haber sido atacado por depredadores **(Anexo, Imágenes).**

Tabla 15. Especies observadas, vivas, en el fondo marino en el área de estudio.

Especies	Nombre común	Alimentación/nivel trófico
Clase Actinopterygii		
Engraulis ringens	anchoveta	consumidor
Cheilodactlus variegatus	pintacha	consumidor
Paralicthys adspersus	lenguado	consumidor
Pinguipes chilensis	rollizo	consumidor
Phylum		
Porifera	esponja anaranaja	
Clase Asteroidea		
Patiria chilensis	estrella de mar	
Clase Anthozoa		
Anthothoe chilensis	actinia blanca	nutrientes, microorganismos
Antholoba achates	actinia clavel	carnívoro
Phymanthea pluvia	actinia roja	carnívoro
Clase Echinoidea		
Loxechinus albus	erizo rojo	herbívoro
Tetrapigus niger	erizo negro	herbívoro
Clase Polipalcophora		
Callistochiton pulchellus	chiton	
Clase Gastropoda		
Trochita trochiformis	chocha	herbívoro

Thais chocolata	**locate**	**carnívoro**
Priene rude	**caracol**	**carnívoro**
Tegula atra	**caracol negro**	**herbívoro**
Oliva peruviana	**caracol**	**carnívoro**
Clase Bivalvia		
Argopecten purpuratus	**ostión**	**filtrador**
Clase Malacostraca		
Pseudocorystes sicarius	**jaiba botón**	**carroñera**
Mursia gaudichaudi	**jaiba paco**	**carroñera**
Homalapsis plana	**jaiba mora**	**carroñera**
Cancer setosus	**jaiba peluda**	**carroñera**
Ovalipes trimaculatus	**jaiba nadadora**	**carroñera**
Taliepus dentatus	**panchote**	**omnívoro**
***Pagurus* spp.**	**cangrejo ermitaño**	**detritívoro**
Algas		
Clase Florideophyceae		
Gracilaria chilensis	**pelillo**	**productor primario**
Plocamium cartilagineum	**alga roja**	**productor primario**
Clase Rhodophyceae		
Rhodymenia corallina	**rodimenia alga roja**	**productor primario**
Cryptonemia obovata	**alga roja**	**productor primario**
Clase Phaeophyceae		
Lessonia trabeculata	**huiro palo**	**productor primario**
Clase Ulvophyceae		
Ulva sp.	**lechuga de mar**	**productor primario**
Total especies 31		

4.5 Monitoreo parámetros oceanográficos

Bahía Mejillones ha sido escenario de un evento de naturaleza incomprendida hasta ahora. La importante cantidad de anchoveta y sus eventuales varazones, siempre fueron asociada a disminuciones drásticas del oxígeno disuelto en la columna de agua. Ante esto el CIAM monto un monitoreo en ambas ocasiones, a continuación, los resultados de los parámetros oceanográficos.

Durante las seis campañas realizadas la concentración de oxígeno disuelto fluctuó entre 0,17 y 8,05 mL/L. El valor máximo fue encontrado 24 de marzo (C1) a una milla de la costa en el estrato superficial de la E1. El mínimo de la serie se encontró el 31 de marzo (C2) a una milla de la costa en el estrato de los 50 metros de la E3 **(Tabla 16 y Anexo Tabla 1)**. Valores menores a 1 mL/L de oxígeno disuelto se encontraron en los estratos de 25 y 50 metros, si bien se encontraron valores menores en el estrato de 10 metros se asocian a procesos de surgencia.

La temperatura de la columna de agua fluctuó entre un mínimo de 13,34°C y un máximo de 18,44°C con un valor promedio máximo de 16,12°C ± 1,37, estas temperaturas extremas se registraron a 50 m de profundidad de la E1 durante la campaña 3 y a nivel superficial de la E2 durante la primera campaña **(Tabla 16 y Anexo Tabla 1).** Las menores temperaturas se registraron entre 25 y 50 m, las cuales se mantuvieron por debajo de los 14,5°C. Desde la campaña número 4 se vio un descenso en las temperaturas **(Tabla 16 y Anexo Tabla 1).**

La salinidad de la columna se mantuvo muy estable con un promedio total de 34,7 ups. El valor máximo de 35,3ups registrado durante la C1 en el estrato de 5 metros de la E2, y un mínimo de 34,6 registrado en las cuatro campañas iniciales. Aumentos fuera del promedio asociado a bajas temperaturas y disminución del oxígeno disuelto evidenciando procesos de surgencia costera **(Tabla 16 y Anexo Tabla 1**).

Tabla 16. Estadísticos básicos de la salinidad (ups), temperatura (°C) y oxígeno disuelto (mL/L) superficial (0 m) durante las campañas realizadas durante monitoreo ambiental Bahía Mejillones.

C1	T (°C)	Sal (ups)	O_2(mL/L)	C2	T (°C)	Sal (ups)	O_2(mL/L)
Minimo	13,55	34,68	0,29	Minimo	13,56	34,65	0,17
Maximo	18,44	35,31	8,05	Maximo	17,59	34,80	5,86
Promedio	15,34	34,74	2,17	Promedio	15,04	34,77	1,94
Desvest	1,57	0,13	2,06	Desvest	1,15	0,08	1,77
C3	T (°C)	Sal (ups)	O_2(mL/L)	C4	T (°C)	Sal (ups)	O_2(mL/L)
Minimo	13,34	34,62	0,24	Minimo	13,86	34,62	0,58
Maximo	17,93	34,83	7,94	Maximo	16,97	34,80	6,08
Promedio	15,41	34,77	3,23	Promedio	15,41	34,75	2,22
Desvest	0,17	0,06	3,03	Desvest	0,97	0,04	1,49
C5	T (°C)	Sal (ups)	O_2(mL/L)	C6	T (°C)	Sal (ups)	O_2(mL/L)
Minimo	14,12	34,76	0,21	Minimo	13,78	34,73	0,25
Maximo	16,64	34,83	5,11	Maximo	18,22	34,85	6,34
Promedio	15,32	34,78	2,54	Promedio	16,12	34,80	2,78
Desvest	0,87	0,03	1,71	Desvest	1,37	0,04	1,77

5. Discusión

5.1 Ecología trófica de aves y mamíferos marinos:

Dentro de un ecosistema, los grupos tróficos constituyen uno de los aspectos ecológicos más significativos a tener en cuenta en el estudio de cualquier sistema biológico. Dentro de una comunidad de especies se pueden considerar subgrupos de *especies funcionales* llamados GREMIOS. Estos Gremios utilizan un mismo recurso de manera análoga, dando origen a ESPECIES SINTOPICAS, las que se encontrarán habitando una misma zona geográfica y se relacionarán ecológicamente en cuanto al aspecto trófico y comportamiento, donde los componentes principales del grupo funcional son el tipo de alimento, la forma de tomarlo y el sitio (Reales et al., 2009). En el presente trabajo realizado en la bahía de Mejillones, donde el área abarcó desde Punta Chacaya hasta el sector de la Rinconada, se identificó un ensamble ecológico conformado por 25 especies, entre aves y mamíferos marinos, que habitan en el mismo sector de Bahía de Mejillones, ocupando tanto la zona costera y sus playas, como la zona pelágica. Las especies identificadas, entre ellas gaviotas, gaviotines, pelicanos, cormoranes, pingüinos, lobos marinos y delfines, se alimentan principalmente de anchoveta (Bastida et al, 2007; aveschile.cl), y aparentemente co-ocurren dentro de la bahía, utilizando diferentes técnicas de caza para predar sobre la anchoveta principalmente, como de otras especies que puedan presentarse en el área. Pérez at al. (2013) comentan que las especies pertenecientes al mismo gremio son susceptibles a la competencia por un mismo recurso, pero para coexistir, realizan mecanismos de comportamiento distintos con la finalidad de disminuir las interacciones competitivas negativas.

Oro y Martínez (sin año) comentan que el Sistema de Corriente de Humboldt (SCH) mantiene alrededor de 12 especies endémicas (i.e. pelicanos, guanay, pingüino de Humboldt, gaviotín monja, gaviota garuma) que se alimentan principalmente de anchoveta, sardina o ambos; todas estas espceis fueron observadas durante este monitoreo. Estas especies se reproducen en zonas que pertenecen a este sistema y que en conjunto con la disponibilidad del recurso alimenticio, permite que sus poblaciones se mantengan abundantes (Oro y Martínez, sin año). Estos autores mencionados argumentan que las aves marinas predan sobre distintos organismos marinos, tales como fito y zooplancton, mientras que otras se alimentan de peces en sus diversos estadios, como también de calamares y crustáceos. En zonas con alta productividad, como lo es la bahía de Mejillones (Guiñez et al, 2010) suceden fenómenos oceanográficos tales como surgencias o corrientes oceánicas, lo que aumenta la cantidad de nutrientes y magnifica la cadena trófica y es aquí donde delfines y aves juegan un rol importante, ocupando el nicho ecológico de predadores tope (Oro y Martínez, sin año). Estos predadores utilizan un amplio rango de técnicas de captura, desde buceos superficiales alcanzando hasta 200 metros de profundidad, hasta técnicas de captura superficial de sus presas.

El tamaño de la presa que capturan se relaciona con el tamaño corporal y el tipo de presa influencia el comportamiento de forrajeo, ya que los peces pequeños suelen agruparse en grandes cardúmenes, atrayendo grupos de diferentes especies que se alimentan en superficie (gaviotas), que se lanzan en picada (piqueros) o que bucean (pingüinos, fardelas, delfines). Al formarse estos "feeding flocks" o grupos multiespecie de predadores, atraen a más predadores al mismo sitio de alimentación y los cardúmenes de peces, generalmente de anchoveta, sardinas y arenques, son obligados a subir a la superficie, o son "arreados" a zonas de aguas someras (Oro y Martínez, sin año; Shealer, 2002; Camphuysen y Garthe, 2004). Durante el periodo de estudio se pudo observar grupos mixtos formados por gaviotín monja, gaviotín sudamericano, gaviotas garuma, franklin y peruana, piqueros, cetáceos y lobos marinos presionando hacia la costa a grandes cardúmenes de anchoveta (Anexo, Imágenes).

Los patrones de forrajeo de las aves se relacionan principalmente con el comportamiento y disponibilidad de la presa que prefieren. Los más comunes incluyen: 1. buceo desde superficie persiguiendo a su presa, principalmente utilizada por pingüinos, cormoranes, alcidos y petreles buceadores; 2. Recoger presas en superficie llamado "picking" o zambullidas superficiales llamadas "dipping" son utilizadas por petreles de las tormentas, skuas, gaviotas, gaviotines y petreles; 3. "dipping" o zambullidas utilizadas por pelicanos; 3. "plunge diving" o captura en picada que es utilizada por sulidos, pelicanos y gaviotines (Shealer, 2002). En el presente trabajo se observaron todas estas técnicas de captura y muchas de las especies mencionadas por el autor. Influye la cantidad de energía que acumulan estos depredadores, siendo un factor limitante para ellos, ya que es principalmente utilizada para la reproducción, mantener el metabolismo basal y su crecimiento. Es así que el tipo de presa que es seleccionada por las aves puede tener consecuencias importantes en el *fitness* de cada especie. La dieta de las aves marinas, también es un indicador del estado de salud del recurso y del ecosistema marino en que se encuentra. Es por esto que los que se alimentan en superficie, gaviotas, gaviotines, son más vulnerables al cambio en el ambiente (Shealer, 2002).

Las asociaciones de forrajeo entre diferentes especies de aves generalmente incluyen interacciones con cetáceos. Shealer (2002) comenta que en Nueva Zelanda, los gaviotines de frente blanca (*Sterna striata*) y las fardelas de Hutton (*Puffinus huttoni*) eran atraídas a la superficie en zonas neríticas, donde se alimentaban los delfines de Hector (*Cephalorhynchus hectori*), ya que la actividad de "arreo" de peces hacia superficie causada por los delfines permitía que las aves pudieran capturaran a los peces. Este mismo autor indica que durante el invierno en las costas lebanesas, se forman "*feeding flocks*" de cientos de gaviotas de cabeza negra (*Larus ridibundus*) y gaviotas picofina (*L. genei*) alimentándose en asociación con grupos de 3 a 6 delfines nariz de botella (*Tursiops truncatus*) que encerraban a un cardumen de peces, dejándolo disponible para estas aves. Estos antecedentes permiten inferir que dentro de la bahía, la gran cantidad de anchovetas pudo haber sido "arreada" y empujada hacia la costa por los grupos multiespecie que se observaron.

Crawford et al. (2006) discuten haciendo una comparación entre los sistemas de Corriente de Humboldt en el Pacífico y de Benguela en el Atlántico, argumentando que ambos sistemas son altamente productivos y que la fauna de ambos es muy similar, donde los ensambles de aves y mamíferos marinos se alimentan principalmente de anchoveta (*Engraulis ringens* y *E. encrasicolus)*, sardina (*Sardinops sagax)*, jurel (*Trachurus murphyi* y*T. Trachurus)*, caballa (*Scomber japonicus)* y merluza (*Merluccius* spp). Estos autores indican que para cada sistema existen especies de pingüinos, súlidos, cormoranes y gaviotines endémicos y que todas estas especies se alimentan principalmente de anchoveta, sardina o ambas especies. Indican también, que en Perú, se han observado grupos de pelicanos alimentándose de estos peces, utilizando la técnica de "plunge diving" encerrando cardúmenes de anchoveta y llevándolos hacia la costa en zonas de bahías para poder capturarlos. En el presente estudio, se observaron todas estas conductas asociadas directamente con los grandes cardúmenes de anchoveta que se presentaban en la bahía.

5.2 Oceanografía y relación con la ecología de las aves

En el océano, fenómenos naturales tales como los patrones de circulación oceánica globales, los gradientes de salinidad, temperatura, mezcla vertical, el viento y la surgencia influencian el movimiento de nutrientes en la columna de agua. Estos nutrientes son importantes para mantener al primer eslabón de la cadena trófica, el plancton (Escribano et al., 2003). Las zonas con mayor productividad primaria, tal como lo es la bahía de Mejillones (Guiñez et al, 2010), son determinantes del lugar en que se alimentan las aves y mamíferos marinos. Shealer (2002) comenta que estas características facilitan la disponibilidad de presas para los predadores. El conjunto de fenómenos oceanográficos físicos y la actividad biótica causan agregaciones de presas en una escala espacio-temporal con procesos altamente dinámicos que obligan a que las aves deban adaptarse, migrar o morir ante los cambios en las condiciones ambientales.

Guiñez et al. (2010) comentan que en los sistemas de surgencia costera, el contenido de nutrientes disminuye debido a la productividad primaria, ya que la materia orgánica degradada origina una deficiencia de oxígeno disuelto a medida que aumenta la profundidad, formando una zona mínima de oxigeno (ZMO). Estos autores dicen que, para la bahía de Mejillones, el límite de la ZMO fluctúa estacionalmente entre 20 y 45 m de profundidad; en verano (dic-febrero) fluctúa entre 20 y 35 m, en invierno (junio-agosto) entre los 40 y 55 m. Las condiciones físicas de la columna de agua varían estacionalmente, con un periodo frio (otoño-invierno) y uno cálido (primavera-verano). Al interior de la bahía se han registrado valores de oxígeno disuelto inferiores a 1 ml/L a partir de los 50 m de profundidad. Lo que coincide con lo encontrado en este estudio. La profundidad máxima de la bahía es de 110 m por lo que parte del ambiente del fondo se encuentra bajo la influencia de la ZMO (Guiñez et al., 2010). Al interior de la bahía hay presencia de materia orgánica de origen planctónico, consecuencia de los procesos de surgencia que ocurren en la península de Mejillones y por el patrón de circulación interna de la bahía. Esta

materia orgánica, está determinada por la producción de fitoplancton generado en las capas superficiales como resultado de la surgencia en esta zona (Escribano et al., 2003). Esta cantidad de materia orgánica, desciende por la columna de agua, siendo degradada y consumiendo oxígeno disuelto (Valdés et al., 2004).

Marín y Olivares (1999), indican que durante todo el año ingresa bajo los 20 m de profundidad, agua fría (<13-14°C), que posibilita el aumento en la productividad primaria, con bajo contenido de oxigeno (<3ml/L) y con un alto contenido de nitrato. Los máximos en la productividad primaria se darían en entre primavera y verano, relacionada con la estabilidad térmica en la columna de agua. La surgencia costera ocurre en el exterior de la bahía (Punta Angamos), donde la relación entre la estratificación y la estabilización de la columna de agua juegan un rol importante en la fertilización de la masa de agua y en la estacionalidad de la productividad primaria. Las condiciones oceanográficas de Bahía Mejillones se ajustan a lo descrito con anterioridad. Al realizar una comparación con la serie de tiempo construida por CIAM en su monitoreo mensual de huevos y larvas de anchoveta, los valores se encuentran dentro de los rangos históricos para los parámetros.

La Bahía se encuentra bajo la influencia de la Zona de Mínimo Oxígeno (ZMO) que se ubica entre 60 y 500 m de profundidad frente a la costa de Mejillones (Strub et al., 1998). Este monitoreo fue costero alejándose una milla de la costa, donde las variaciones estacionales ubican el límite superior de la ZMO a menores profundidades (Guiñez et al, 2010). Se ha indicado a la ZMO como causante de varazones, pero con la información reunida por CIAM durante este monitoreo y el del año pasado, esto queda descartado, ya que, los valores de oxígeno disuelto se encuentran dentro del rango normal para la Bahía.

Si bien la ZMO no sería el causante de la varazón, procesos ambientales de gran escala serían los forzantes para que esta gran cantidad de anchoveta ingrese a la bahía. No podemos dejar de lado la presión realizada por una importante cantidad de depredadores, debido a efectos del reciente ENSO una gran cantidad de aves provenientes del Perú se desplazó hacia el sur en busca de disponibilidad de alimento (Oliva et al., 2014). Tal como lo descrito anteriormente el ensamble ecológico arrearía la gran cantidad de anchoveta hacia la costa viéndose afectada por el efecto mecánico de las olas y marejadas terminando en las playas de Mejillones.

6. Conclusiones

Las condiciones oceanográficas dinámicas y las características batimétricas presentes en la bahía de Mejillones, en conjunto con la surgencia y la alta productividad primaria, facilitarían la presencia de especies de peces que son ítem presa importante para el ensamble ecológico de aves y mamíferos marinos presentes en la bahía.

La presencia de especies SINTOPICAS, que presentan como ítem presa importante en su dieta a la anchoveta, forman "*feeding flocks*" multiespecificos, aplicando diversas técnicas de arreo y captura de esta especie, generando presión depredadora sobre los cardúmenes de anchoveta que ingresan a la bahía.

La interacción entre la presencia de especies y las características físicas de la bahía, entre ellas el oleaje que se genera en la costa, podrían ser la causa del varamiento de anchoveta.

7. Bibliografía

- Bastida R., Rodríguez D., Secchi E. & Da Silva V. 2007. Mamíferos Acuáticos de Sudamérica y Antártida. Ediciones Vásquez Mazzini. 1-368.

- Crawford R., Goya E., Roux J. & Zavalaga C. 2006. Comparison of assemblages and some life-history traits of seabirds in the Humboldt and Benguela systems. African Journal of Marine Science. 28(3&4): 553-560

- Escribano R., Fernández M. & Aranís A. 2003. PHYSICAL-CHEMICAL PROCESSES AND PATTERNS OF DIVERSITY OF THE CHILEAN EASTERN BOUNDARY PELAGIC AND BENTHIC MARINE ECOSYSTEMS: AN OVERVIEW. Gayana 67(2): 190-205.

- Guiñez M., Valdés J., Siffedine A. 2010. Variabilidad espacial y temporal de la materia orgánica sedimentaria, asociada a la Zona Mínimo Oxigeno (ZMO), en un ambiente costero del norte de la corriente de Humboldt, bahía de Mejillones, Chile. Lat.A. J. Aquat. Res, 38(2):242-253.

- Guiñez M., Valdés J. & Castillo A. 2015. Contenido de metales en sedimentos y en *Emerita analoga* (Stimpson, 1857), en bahía Mejillones del Sur, Chile. Lat. Am. J. Aquat. Res., 43(1): 94-106.

- Camphuysen K. & Garthe S. 2004. RECORDING FORAGING SEABIRDS AT SEA. STANDARDISED RECORDING AND CODING OF FORAGING BEHAVIOUR AND MULTI-SPECIES FORAGING ASSOCIATIONS. Atlantic Seabirds 6(1): 1-32.

- Delgado, L. & V. Marín (2001). Bahía Mejillones: un ecosistema para conservar. Chile Acuícola 4:23-26.

- MARIN V., RODRIGUEZ L., VALLEJO L., FUENTESECA J. y OYARCE E. 1993. Efectos de la surgencia costera sobre la productividad primaria primaveral de Bahía Mejillones del Sur (Antofagasta, Chile). Revista Chilena de Historia Natural. 66: 479-491.

- Marín V. y Olivares G. 1999. Estacionalidad de la productividad primaria en Bahía Mejillones del Sur (Chile): una aproximación proceso-funcional. Revista Chilena de Historia Natural 72:629-641.

- Medina M., Herrera L., Castillo J., Jaque J. & Pizarro N. 2015. Alimentación de la anchoveta (*Engraulis ringens*) en el norte de Chile (18°25'-25°40'S) en diciembre de 2010. Lat. Am. J. Aquat. Res., 43(1): 46-58.

- Navea E. & Miranda O. 1980. Ciclo anual de las condiciones oceanográficas en Mejillones del sur (Chile). Rev. Biol. Mar. Dep. Oceanol. Univ. Chile, 17 (1): 97-133.

- Neves R., Baretta J. & Mateus M. 2008. Perspectives on integrated coastal zone management in south America. IST Oress. ISBN 286710/08.

- Oliva E., Auger A. y Salinas P. 2014. Revisión: Efectos de evento ENSO sobre aves marinas costeras en el ecosistema de surgencia costera de la corriente Humboldt. Documento Técnico. Universidad Arturo Prat. 34 pp

- Oro D. & Martínez-Abraín A. sin año. Ecology and Behaviuor of seabirds. Marine Ecology. Encyclopedia of Kife Support Systems (EOLSS).

- Pérez-Crespo M., Fonseca J., Pineda-López R., Palacios E. and Lara C. 2013. Foraging guild structure and niche characteristics of waterbirds in an epicontinental lake in Mexico. Zoological Studies 2013, 52:54

- REALES, C.; URICH, G.; DESHAYES, N., MEDRANO, J.; ALESSIO, V.; LEON, E.; BELTZER, A. y QUIROGA, M. 2009. CONTRIBUCIÓN AL CONOCIMIENTO DE LOS GREMIOS TRÓFICOS EN UN ENSAMBLE DE AVES DE CULTIVO DEL PARANÁ MEDIO. Revista FAVE - Ciencias Veterinarias 8 (1).

- Strub P., Mesías J., Montecino V., Rutllant J. y Salinas S. 1998. Coastal Ocean Circulation off Western South America. Coastal Segment. En: A. R. Robinson y K. H. Brink (Eds.). The Sea,Vol. 11: 273-313.

- Thiel M, Macaya E, Acuña E, Arntz W, Bastias H, Brokordt K, Camus P, Castilla J.C, Castro L, Cortés M, Dumont C, Escribano R, Fernández M, Gajardo J, Gaymer C, Gomez I, González A, González H, Haye P, Illanes J.E, Lancellotti D, Luna-Jorquera G, Luxoro C, Manriquez P, Marín V, Muñoz P, Navarrete S, Pérez E, Poulin E, Sellanes J, Sepúlveda H, Stotz W, Tala F, Thomas A, Vargas C.A, Vásquez J.A y Alonso J.M. 2007. The Humboldt Current System of northern and central Chile. Oceanographic processes, ecological interactions and socioeconomic feedback. Oceanography and Marine Biology: An Annual Review, 195-344.

- Valdés J., Sifeddine A., Mariano C. & Ortlieb L. 2004. Partículas de carbón en sedimentos marinos de la bahía Mejillones del Sur (23ºS). Implicancias ambientales en un contexto histórico. Nota científica. Invest. Mar., Valparaíso, 32(1): 93-99.

- www.aveschile.cl

- www.laestrelladeantofagasta.cl

8. Anexos

8.1 Tablas

Anexo 1: Tablas de datos completos de las seis campañas oceanográficas realizadas en el monitoreo ambiental Bahía Mejillones.

C1					C2					C3				
N° Estación	Z(m)	T (°C)	Sal (ups)	O_2(mL/L)	N° Estación	Z(m)	T (°C)	Sal (ups)	O_2(mL/L)	N° Estación	Z(m)	T (°C)	Sal (ups)	O_2(mL/L)
1	0	18,07	34,69	8,05	1	0	17,59	34,65	4,78	1	0	17,93	34,75	7,92
	5	14,73	34,69	2,17		5	14,76	34,72	1,09		5	14,35	34,62	1,31
	10	14,24	34,70	1,61		10	14,32	34,77	0,38		10	13,81	34,76	0,33
	25	13,88	34,73	1,59		25	13,84	34,78	1,23		25	13,55	34,83	0,31
	50	13,55	34,75	0,64		50	13,62	34,80	0,31		50	13,34	34,84	0,28
2	0	18,44	34,73	5,38	2	0	16,54	34,74	5,86	2	0	17,69	34,80	5,81
	5	17,43	35,31	1,89		5	15,84	35,06	2,38		5	14,91	34,72	3,11
3	0	17,87	34,70	6,31	3	0	16,59	34,74	5,09	3	0	17,66	34,74	7,94
	5	14,78	34,69	2,40		5	15,15	34,73	2,58		5	15,48	34,75	5,19
	10	14,42	34,69	1,73		10	14,44	34,75	1,48		10	13,99	34,76	0,96
	25	13,81	34,72	0,76		25	13,85	34,79	0,49		25	13,59	34,81	0,27
	50	13,59	34,76	0,49		50	13,56	34,80	0,17		50	13,44	34,83	0,42
4	0	16,40	34,72	0,97	4	0	15,84	34,76	2,22	4	0	17,85	34,784	7,57
	4	15,54	34,72	0,62		4	15,13	34,74	1,56		4	17,16	34,622	1,74
5	0	16,54	34,72	3,53	5	0	15,91	34,75	2,80	5	0	17,46	34,77	7,32
	5	14,97	34,68	2,56		5	15,94	34,75	2,84		5	14,49	34,75	3,13
	10	14,60	34,70	1,67		10	14,44	34,73			10	14,17	34,79	1,27
	25	14,00	34,73	0,70		25	13,85	34,77	0,32		25	13,66	34,81	0,24
	40	13,70	34,74	0,29		40	13,67	34,79	0,31		40	13,58	34,83	0,26
6	0	15,97	34,72	0,75	6	0	15,55	34,73	1,49	6	0	17,79	34,80	6,42
	2	15,67	34,69	1,40		2	15,50	34,74	1,35		2	17,78	34,80	6,12

Anexo 1: **(continuación) Tablas de datos completos de las seis campañas oceanográficas realizadas en el monitoreo ambiental Bahía Mejillones.**

C4					C5					C6				
N° Estación	Z(m)	T (°C)	Sal (ups)	O2(mL/L)	N° Estación	Z(m)	T (°C)	Sal (ups)	O_2(mL/L)	N° Estación	Z(m)	T (°C)	Sal (ups)	O_2(mL/L)
1	0	16,97	34,75	6,08	1	0	16,39	34,79	4,73	1	0			
	5	16,02	34,67	3,63		5	14,83	34,71	1,50		5			
	10	14,70	34,74	1,67		10	14,60	34,80	0,55		10			
	25	14,25	34,76	0,81		25	14,36	34,82	0,63		25			
	50	13,86	34,78	0,58		50	13,95	34,83	0,35		50			
2	0	16,29	34,81		2	0	16,06	34,76	4,04	2	0			
	5	16,06	34,77	3,45		5	15,91	34,76	3,41		5			
3	0	16,46	34,77	4,08	3	0	15,96	34,78	3,39	3	0	18,22	34,84	6,34
	5	15,87	34,62	3,29		5	15,70	34,77	3,17		5	17,55	34,79	5,43
	10	15,07	34,74	1,73		10	14,92	34,80	1,69		10	15,83	34,77	2,78
	25	14,37	34,75	1,13		25	14,39	34,80	0,62		25	14,64	34,79	0,68
	50	13,91	34,76	1,01		50	14,12	34,83	0,21		50	13,78	34,85	1,20
4	0	16,19	34,75	3,22	4	0	16,21	34,78	4,39	4	0	17,22	34,85	3,28
	4	15,94	34,74	1,48		4	15,85	34,76	2,74		4	16,11	34,80	2,63
5	0	16,71	34,70	3,63	5	0	16,30	34,78	5,11	5	0	17,01	34,82	4,12
	5	15,32	34,74	2,13		5	15,61	34,76	4,21		5	16,99	34,82	3,91
	10	15,12	34,74	1,22		10	15,31	34,77	3,13		10	16,88	34,73	2,70
	25	14,50	34,74	1,29		25	14,45	34,78	0,90		25	14,83	34,75	0,82
	40	14,14	34,78	0,78		40	14,16	34,82	0,33		40	13,91	34,82	0,25
6	0	15,95	34,80		6	0	16,64	34,78	4,79	6	0	16,59	34,75	2,70
	2	15,99	34,79	1,01		2	15,97	34,76	3,38		2	16,13	34,81	2,07

8.2 Imágenes

Imagen 1. Playa Punta Chacaya.

Imagen 2. Playa Punta Itata.

Imagen 3. Playa Grande Mejillones.

Imagen 4. Playa Mirador de Angamos

Imagen 5. Playa ubicada en termoeléctrica Engie.

Imagen 6. Playa Noracid.

Imagen 7. Playa Enaex.

Imagen 8. Playa bahía Corpesca.

Imagen 9. Playa Mejillones.

Imagen 10. Playa La Rinconada.

Imagen 11 y 12. A la derecha se observa un grupo de lobos marinos comunes y a la izquierda un grupo de delfines oscuros y aves marinas, predando sobre anchoveta otras presas.

Imágenes 13 y 14. A la derecha se observa un grupo de fardelas negras y a la izquierda un grupo mixto de garumas, gaviota franklin, predando sobre anchoveta.

Imagen 15. Cardumen de anchoveta en superficie y al fondo grupo mixto de aves marinas.

Imagen 16 y 17. Blanquillo alimentándose en sector rinconada (izquierda); chorlo dorado alimentándose (derecha).

Imagen 18.. Grupo de marsopas arreando peces y gaviotín monja predando en superficie.

Imagen 19. Grupo de lobos marinos y aves arreando y alimentándose de cardúmenes vivos de anchoveta dentro del saco de la bahía Mejillones.

Imagen 20 y 21. Embarcaciones "artesanales de cerco" pescando anchoveta dentro (izquierda) y fuera (derecha) de la bahía Mejillones.

Imagen 22. Fondo de arena y agua clara.

Imagen 23. *Gracillaria* o pelillo en La Rinconada.

Imagen 24. Crustáceos observados durante el buceo en Rinconada.

Imagen 25. Cardumen de peces.

Imagen 26. Anchoveta muerta en fondo de Rinconada con evidencia de depredación por aves.

Imagen 27. Anchoveta muerta en fondo, sector muelle embarque Corpesca. Se aprecian signos de depredación y mayor turbidez del agua con material particulado en el fondo.

Imagen 28. Restos de crustáceos muertos en fondo de Rinconada, aparentemente desmembrados por depredadores.

Imagen 29. Ejemplares de jaiba peluda varados, de tamaño muy pequeño.