

G. M. ANTO. ORDINARIO N° 12.600 / 131 / CEA.

OBJ.: Revisión de antecedentes del proyecto "Central Termoeléctrica Angamos".

REF.: a. Of. Ord. CE N° 255 del 24 de junio del 2021.
b. Res. Exe. N° 173 del 11 de mayo del 2021.

ANTOFAGASTA, 06 JUL 2021

DEL GOBERNADOR MARÍTIMO DE ANTOFAGASTA
AL SECRETARIO COMISIÓN DE EVALUACIÓN
SR. RAMÓN GUAJARDO PERINES.

En atención a lo solicitado por documento de la referencia a), que dicen relación con la solicitud de revisión de los antecedentes presentados por la referencia b) respecto al inicio del procedimiento de la revisión de Resolución de Calificación Ambiental establecido en el artículo 25 quinquies de la Ley N° 19.300, en relación al proyecto "Central Termoeléctrica Angamos", del Titular Empresa Eléctrica Angamos SpA., adjunto remito a Ud., Anexo "A" con el análisis técnico de los informes en comento.

Saluda atentamente a Ud.,



Milidrag Delic Cuevas
MILIDRAG DELIC CUEVAS
CAPITÁN DE NAVÍO LT
GOBERNADOR MARÍTIMO DE ANTOFAGASTA

DISTRIBUCIÓN:

- 1.- COMISIÓN DE EVALUACIÓN REGIÓN DE ANTOFAGASTA
- 2.- ARCHIVO MAA.//

Andrés Órdenes Ponce
ANDRÉS ÓRDENES PONCE
TENIENTE 1° LT

Nicolás Méndiz Rivera
Nicolás Méndiz Rivera
Biólogo Marino

ANEXO "A"

REVISIÓN ANTECEDENTES CENTRAL TERMOELÉCTRICA ANGAMOS

**REPORTE TÉCNICO
DIRECTEMAR
GOBERNACIÓN MARÍTIMA DE ANTOFAGASTA**

1.- RESUMEN

El presente documento da cuenta del examen de antecedentes realizada por la Gobernación Marítima de Antofagasta, de los documentos encomendados por la Comisión de Evaluación Regional de Antofagasta, respecto a la Resolución Exenta N° 0173/2021 que dispone el inicio del procedimiento de revisión de la Resolución de Calificación Ambiental establecido en el artículo 25 quinquies de la Ley N° 19.300 en relación a la "Central Termoeléctrica Angamos", respecto de sus variables: (i) Calidad del Agua: variación sustantiva del Oxígeno Disuelto; (ii) Calidad de Agua: variación sustantiva del Cloro Libre Residual; y, (iii) Fauna acuática: variación sustantiva de comunidades submareales.

2.- ANTECEDENTES DE LA REVISIÓN.

- a. Calidad del Agua: variación sustantiva del Oxígeno Disuelto.
- b. Calidad de Agua: variación sustantiva del Cloro Libre Residual.
- c. Fauna acuática: variación sustantiva de comunidades submareales.

3.- DOCUMENTACIÓN ANALIZADA

N° Correlativo	Nombre informes revisados	ID Examen de Información y Periodo de Análisis
1	Resolución Exenta N° 0173/2021	2006 al 2019
2	Línea Base Marina de la RCA N° 290/2007	2006
3	Oficio MMA N° 285/2021 del 18 de junio del 2021	2014 al 2020
4	Oficio GM ANTO N° 12.600/141 del 20 de agosto del 2015	2014 al 2015
5	Informe técnico del Programa de Vigilancia Ambiental N° 10	Marzo 2016
6	Diagnóstico y monitoreo ambiental de la Bahía de Mejillones del Sur, BIP 30126368 JUN 2019	Data histórica entre 1998 al 2017 y monitoreo 2017 y 2018

5.- ANTECEDENTES:

Antecedentes de las estaciones de monitoreo.

Conforme a la solicitud por parte de la Comisión de Evaluación para la revisión de los antecedentes que dispone el inicio del procedimiento de revisión de la Resolución de Calificación Ambiental establecido en el artículo 25 quinquies de la Ley N° 19.300 en relación a la "Central Termoeléctrica Angamos", se puede señalar que, en general dicho proyecto cumple con lo establecido en su considerando 6.2.2.2., de la RCA N° 290/2007, que dice relación con el "Plan de Monitoreo", en cuanto al seguimiento en la fase operación de los parámetros de calidad de agua de mar, frecuencia y puntos de muestreos (estaciones), siendo este último un factor relevante para determinar posibles impactos que puede generar el proyecto en su etapa de operación. Además, en dicho considerando señala que el monitoreo debe

ser realizado en las estaciones de línea base marina (LBM, 2006) presentada en la EIA del proyecto en comento. Sin embargo, se debe señalar que, independientemente que las estaciones de monitoreo sí corresponden a las estaciones de la LBM de la RCA 290/2007 (Tabla I y figura 1), y que además, las conclusiones del análisis presentado en el considerando 9.2.1., de la Res. Exe. N°0173/2021 señala que dichas estaciones son adecuadas por su aspecto oceanográficos como puntos de monitoreo para el área de influencia del proyecto, se debe señalar que, el análisis efectuado por dicha Resolución Exenta no hace referencia a las posibles sinergias que existen con otras fuentes emisoras, y que sus efluentes, al igual que el indicado en la revisión, puedan interferir en los resultados de los monitoreos en cuestión. Las estaciones señaladas en la tabla I y que se grafican en la figura 1, se encuentran directamente influenciadas por proyectos relevantes y que pueden afectar las conclusiones de la revisión en comento.

Estas conclusiones son compartidas en el diagnóstico de la Bahía de Mejillones (FNDR junio 2019 BIP 30126368), donde el análisis de la calidad del agua de mar, sedimento y biota marina deben considerarse en forma integrada con sus fuentes antrópicas y con la condición natural de dicha Bahía. Este estudio coloca en énfasis los proyectos de plantas generadoras de energía, dado que estas últimas fuentes emisoras aportan materia orgánica al ecosistema de la Bahía, y por consiguiente, el consumo de oxígeno, aumentando su demanda en proceso bioquímico de la degradación de dicho detrito.

Respecto de la estación "control", al comparar las coordenadas, es posible concluir que existe una diferencia con la misma estación en la línea base marina (LBM 2006), tal cual lo señala el considerando 6.6.2. de la Res. Exe. N° 0173/2021, por lo que pierde su condición de referencia, y pasa hacer otra estación más dentro del área de influencia del proyecto, antecedente no previsto en los exámenes de PVA anteriores al proyecto.

Tabla I. Coordenadas de las estaciones de monitoreo, extraída del décimo monitoreo semestral, Marzo 2016.

Estación	UTM Este	UTM Norte
1	358.552	7.449.055
2	358.649	7.449.150
3	358.910	7.449.300
4	358.427	7.449.210
5	358.702	7.449.470
6	359.100	7.449.687
Emisario	359.203	7.449.369

Al analizar la sinergia de otras fuentes emisoras y otros proyectos relevantes, se puede observar que en la figura N° 2, las estaciones de monitoreo se encuentran geográficamente al Sur-Oeste del emisario submarino del proyecto en cuestión (Tabla I), justo en área correspondiente al proyecto "Muelle Mecanizado TGN (RCA N° 0076/2008)", cuyas coordenadas UTM corresponden a X: 358.588 m Y: 7.449.364 m. Además, se debe destacar que cercano al emisario de la Central Termoeléctrica Angamos (CT Angamos) se encuentra a una distancia de cercana, menor a 20 metros, el emisario submarino de la Central Termoeléctrica Cochrane

(CT Cochrane), cuyas coordenadas UTM de la parte distal de su emisario corresponden a las coordenadas X: 359.211m Y: 7.449.387 m (coordenadas determinadas en su plano as built del proyecto CT Cochrane). Este proyecto energético posee las mismas características de fuente emisora que el proyecto en CT Angamos. Por lo consiguiente, las variables que se han sometido a revisión están influenciadas con otras fuentes emisoras como es el caso de CT Cochrane y con otras actividades que podrían tener algún tipo de influencia, como es el caso del muelle mecanizado de carbón de TGN.

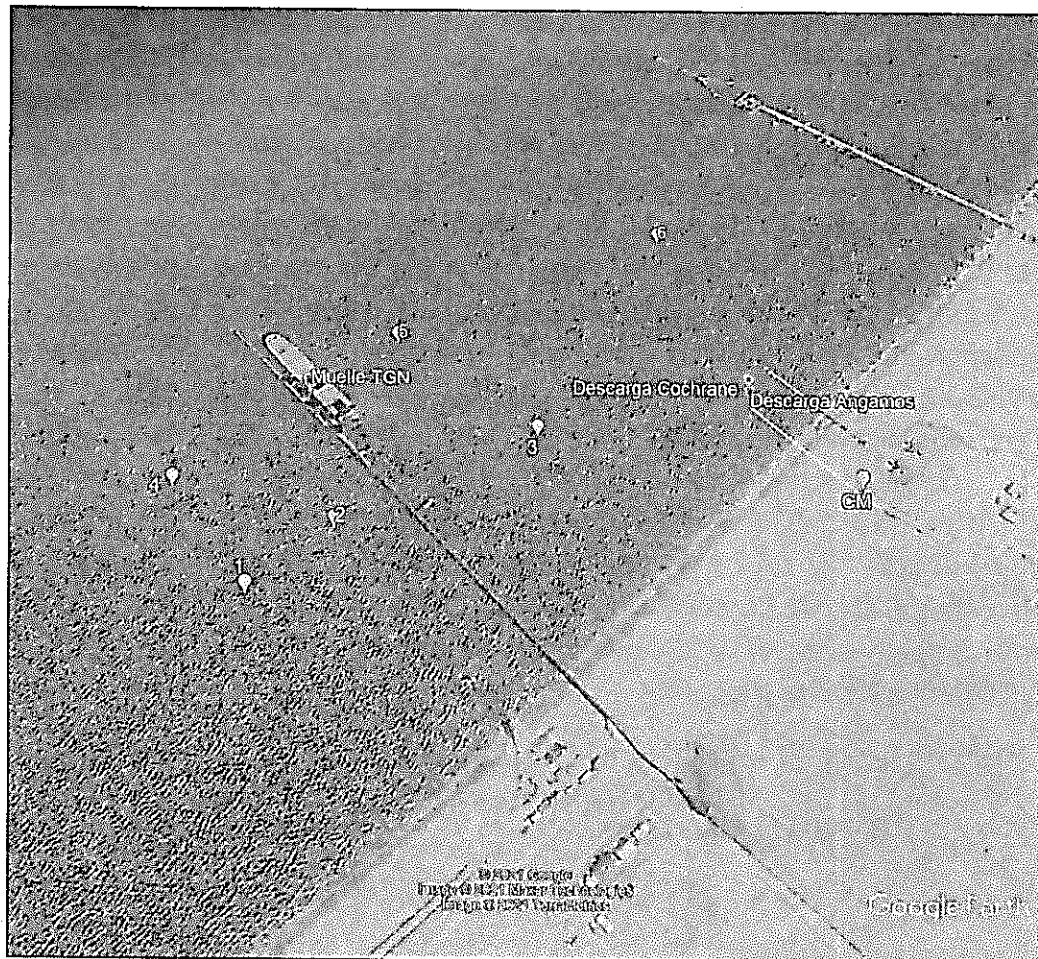


Figura 1. Layout de las estaciones de monitoreo del programa semestral de seguimiento ubicadas en los puntos de la LBM de la Central Termoelectrica Angamos.

Respecto al Oxígeno Disuelto (OD).

Para el caso de los resultados de OD de la línea base marina (LBM) podemos observar que posee una tendencia diferencial entre las concentración de OD en los estratos superficial y fondo, siendo la concentración superficial superior a los 5 mg OD/L y la concentración de fondo inferior a los 2 mg OD/L (Tabla II). Esta última concentración se da como una condición que podría estar siendo influenciada por la Zona de Mínimo Oxígeno (ZMO), la cual se presenta normalmente en la bahía de

Mejillones y que ha sido ampliamente documentada en la literatura científica. Según antecedentes científicos, la hipoxia moderada se alcanza a concentraciones <1.0 mg OD/L y la hipoxia severa se alcanza cuando la concentración es < 0.5 mg OD/L, siendo ambas condiciones limitantes para vida marina aeróbica. La anoxia se alcanza a la concentración 0.0 mg OD/L, antes de la presencia de H₂S, donde sólo pueden sobrevivir organismos adaptados a esta condición o que su fisiología se desarrolla en un estado de anaerobia. Estudios demuestran que la mortalidad de las especies aeróbicas comienza en condiciones de hipoxia severa (Riedel *et al*, 2012: Marine Ecology Progress Series VOL 458:39-52).

Tabla II. Concentraciones de OD de la Línea Base Marina de la RCA 290/07, efectuado julio del 2006 (Invierno).

ESTACIÓN	SUPERFICIE mg/L	FONDO mg/L
1	7,62	3,27
2	7,52	0,31
3	7,64	2,85
4	6,82	1,07
5	7,37	0,49
6	7,51	0,16

Se debe destacar que los registros señalados en la Res. Exe. 0173/2021 (Tabla III) sólo considera algunos registros del Plan de Vigilancia Ambiental semestral que realizó el proyecto CT Angamos, existiendo diferencias en su estacionalidad (verano – invierno), por lo que se recomienda realizar comparaciones entre estaciones con la misma condición.

Tabla III. Concentraciones de OD de la PVA de la RCA 290/07, presentada en los antecedentes de la Res. Exe. 0173/2021.

Estación	2014 (marzo)		2017 (agosto)		2019 (marzo)	
	SUPERFICIE mg/L	FONDO mg/L	SUPERFICIE mg/L	FONDO mg/L	SUPERFICIE mg/L	FONDO mg/L
1	5,55	0,92	8,48	3,32	3,06	1,77
2	5,24	2,81	8,1	1,93	3,75	1,88
3	5,09	1,13	8,2	7,05	2,38	2,27
4	5,69	1,69	8,79	1,21	2,67	1,08
5	5,1	1,2	8,4	2,41	1,96	0,93
6	5	1,1	7,55	0,7	1,75	0,77

En el oficio G. M. ANTO ORD. N° 12.600/141/SMA del 20 de agosto del 2015, documento enviado en respuesta a una solicitud de encomendación por parte de la Superintendencia del Medio Ambiente (ORD. MZN. N° 434, del 23 de Julio de 2015), registra el análisis de las campañas octubre 2014 y marzo 2015, donde se destaca niveles bajos de oxígeno disuelto, en el estrato de fondo de la columna de agua tal como es señalado en los registros de la tabla III. En dicho análisis se destaca las estaciones 4, 5 y 6, de la campaña de marzo 2015 para el estrato de fondo, con

valores bajo a los 2 mg OD/L (hipoxia), y las estaciones 1, 2 y 3 de la misma campaña, con valores entre rango de los 2 mg OD/L a 4 mg OD/L (normoxia), valores mayores a los presentados en la LBM (invierno 2006). Estas concentraciones son similares en la campaña de octubre 2014, resultando valores de OD bajo los 2 mg OD/L para todas las estaciones, exceptuando a la estación N° 3, que registró una concentración de 2,27 mg OD/L. La campaña de marzo del 2014, de la misma forma, registra valores bajo los 2 mg OD/L, para el estrato de fondo de la columna de agua (E-2 = 2,81 mg OD/L). Los valores registrados de oxígeno disueltos en fondo de la columna de agua, poseen una tendencia temporal en la bahía de Mejillones, destacando valor promedio de 1,82 mg OD/L, reportados para esta zona en marzo 2014.

Se debe señalar que para realizar un análisis que demuestre una tendencia de variación sustantiva en las concentraciones de un determinado analito en el tiempo, respecto a lo proyectado por la LBM, es necesario que dicho análisis abarque una data histórica superior a la indicada en la Res. Exe. N° 0173/2021, análisis en el tiempo que si considera el informe técnico realizado por la Secretaría Ministerial de Medio Ambiente de Antofagasta en su oficio N° 285/2021 del 18 de junio del 2021, donde analiza una serie de registros de OD que van desde la campaña N° 8 del 2015 a la campaña N° 18 del 2020. En dicho análisis se destaca que existe una serie de fluctuaciones de sus valores de concentración, registrándose valores bajo los 5 mg OD/L en los monitoreos de 2016, 2017 y 2019 en todos los puntos de muestreo del estrato superior, siendo la media aritmética de la totalidad de los datos analizados menor a los presentados en la LBM 2006 (Tabla II). Para el caso contrario, el estrato de fondo de las estaciones analizadas la media aritmética de la data analizada da como resultados valores superiores a los presentados para dichas estaciones en la LBM 2006 (Tabla II). Sin embargo, se debe hacer un alcance respecto a los registros de febrero del 2020 del estrato fondo, dado que los OD registrados en ese periodo pueden estar erróneos, toda vez, que los resultados sobrepasa 10 mg OD/L en la mayoría de sus estaciones, afectado la media aritmética calculada (desviación estándar alto). La concentración >10 mg OD/L refleja una saturación de oxígeno, nunca antes vista en los registros de oxígeno disuelto, y menos para el estrato de fondo en la Bahía de Mejillones, por lo que dichos valores deben ser tomados con cautela. Sin embargo, si eliminamos la última campaña N°18 correspondiente a la del 2020 de dicho análisis, podemos señalar que la diferencia sigue siendo la misma a la que la Secretaría Ministerial concluyó, y que fue que los valores del estrato de fondo son matemáticamente superiores en la mayoría de las estaciones de la LBM 2006 (Tabla II respecto a la Tabla IV), pasando en algunos casos, de un estado de hipoxia severa a normoxia o hipoxia media, como es el caso de las estaciones 2, 5 y 6.

Tabla IV. Media de concentraciones de OD de la PVA de la RCA 290/07, presentada en los antecedentes de la MMA, data del 2015 al 2019.

Estación	Media aritmética mg OD/L
1	3,02
2	2,70
3	3,75
4	1,88
5	1,16
6	1,71

El efluente de las centrales termoeléctrica se caracterizan por descargar agua de mar con alta temperatura, siendo esta pluma térmica con una densidad superior a la del agua de mar, por lo que podemos concluir que dicho efluente afecta al estrato superior (TSM temperatura superficial del agua) más que al estrato inferior, sin embargo, esto puede verse afectado si dicho efluente posee altas concentraciones de sales, como es el caso de las descargas de las plantas desalinizadora, en cuyo caso la pluma salina afecta al estrato inferior. Tanto en las CT Angamos como en la CT Cochrane, sus efluentes corresponden a plumas termo-salinas que pueden afectar tanto el estrato superior como el inferior, por lo que no es posible señalar si este cambio de OD se deba a la CT Angamos o a la sinergia de otros proyectos en la zona de estudio.

Respecto al Cloro Libre Residual (CLR).

Dicho analito monitoreado en la línea base marina (LBM) de la RCA 290/2007, dio como resultado concentraciones bajo el nivel de sensibilidad del método de monitoreo en cada estación analizada, registrándose valores similares en todas sus estaciones (<0.01 mg Cl/L), tanto para el estrato superficie como el estrato de fondo (Tabla V).

Tabla V. Concentraciones de CLR de la Línea Base Marina de la RCA 290/07, efectuado julio del 2006 (Invierno).

ESTACIÓN	SUPERFICIE mg CLR/L	FONDO mg CLR/L
1	<0.01	<0.01
2	<0.01	<0.01
3	<0.01	<0.01
4	<0.01	<0.01
5	<0.01	<0.01
6	<0.01	<0.01

Cuando el cloro (Cl) es añadido al agua de mar, rápidamente reacciona con el agua para establecer un equilibrio (pH 7.8), obteniéndose de este proceso cloro libre residual (CLR; Cl⁻, HOCl y OCl⁻) y cloro combinado residual (NH₂Cl, NHCl₂ y NCl₃). La capacidad de reaccionar rápidamente con otros elementos químicos es característico de los elementos halogenados como el cloro, por lo que en general este analito (CLR) se encuentra en concentraciones muy bajas o ausente en forma natural en el agua de mar, por lo que solo la presencia de dicho elemento da señales que existe una gran cantidad de cloro en el agua de mar como señal de saturación (3 mg Cl/L provee 0.5 mg CLR/L en agua de mar; Casián *et al*, 1990 Ciencias marinas, 16 (2): 31-46). Se debe señalar que la presencia de cloro libre residual ya había sido reportada en su momento a la SMA, mediante oficio GM ANTO ORD. N° 12.600/141/SMA del 20 de agosto del 2015, cuyo análisis fue sobre la base de las campañas octubre 2014 y marzo 2015, donde se registraron valores elevados del analito. Los valores de CLR registradas para las estaciones de superficie, en la campaña de octubre 2014, fluctuaron desde 0,16 mg CLR/L a 0,03 mg CLR/L, y para el estrato de fondo, registraron 0,15 mg CLR/L a 0,1 mg CLR/L. En la campaña de marzo 2015 los valores registrados para las estaciones de superficie presentaron rangos desde 0,15 mg CLR/L a 0,1 mg CLR/L (no hay registro para la estación 5), y los correspondiente al estrato de fondo de columna de agua, registraron valores de 0,23 mg Cl/L a 0,01 mg Cl/L.

Al observar el informe técnico realizado por la Secretaría Ministerial de Medio Ambiente (N° 285/2021), donde nuevamente se debe señalar la importancia de poder analizar una serie de tiempo superior a las indicadas en la Res. Exe. N° 0173/2021, situación realizada por dicha Secretaria Ministerial, el cual analiza una serie de registros de CLR que van desde la campaña N° 7 del 2014 a la campaña N° 18 del 2020. En dicho análisis de los registros históricos, se puede concluir que en su mayoría superan los límites registrados en la LBM (Tabla IV) para ambos estratos.

El uso de cloro es relevante dado que al comparar estos valores con normas internacionales como la US-EPA, la concentración límite con influencia negativa a la vida acuática, se encuentra sobre los 0,013 mg Cl/L en forma aguda y 0,0075 mg Cl/L en forma crónica (US-EPA; <https://www.epa.gov/wqc/national-recommended-water-quality-criteria-aquatic-life-criteria-table>).

Las concentraciones elevadas de cloro libre residual, pueden deberse al alto uso de cloro en el proceso de tratamiento de antifouling (anti-incrustantes) utilizada en los emisarios submarinos, tanto en las tuberías de aducción como en las tuberías de emisarios submarinos. Este químico no es utilizado en estructuras submarinas de muelle como es el caso del proyecto TGN, por lo que puede concluirse que si dicho analito puede provenir de ambas Centrales Termoeléctricas (Angamos y Cochrane).

Respecto a Comunidades Betónicas Submareales.

En el caso de esta variable podemos señalar que en los resultados de línea base marina (LBM) 2006 es posible observar el registro de 56 especies de invertebrados bentónicos submareales, en donde el mayor porcentaje correspondió al grupo de los moluscos (34%) seguido del grupo de poliquetos (32%), crustáceos (29 %) y otro (5%) (Figura 2). Se debe señalar que dentro del Phylum Mollusca existió una dominancia clara en términos de abundancia y biomasa de la especie *Mitrella unifasciata*, siendo esta especie considerada como dominante seguida de otro gastrópodo de la especie *Nassarius gayi*. La mayor abundancia, se advierte en la estación 1, siendo esta la más alejada del proyecto, con una abundancia de 3.170 y una biomasa de 174,40 y, por el contrario, la estación 3 la más cercana al proyecto presentó ausencia de dichos organismos dominantes al igual que la estación 6, con registros de abundancia "0" para el caso de *M. unifasciata*, y una abundancia de 10 individuos para la especie *Nassarius gayi*.

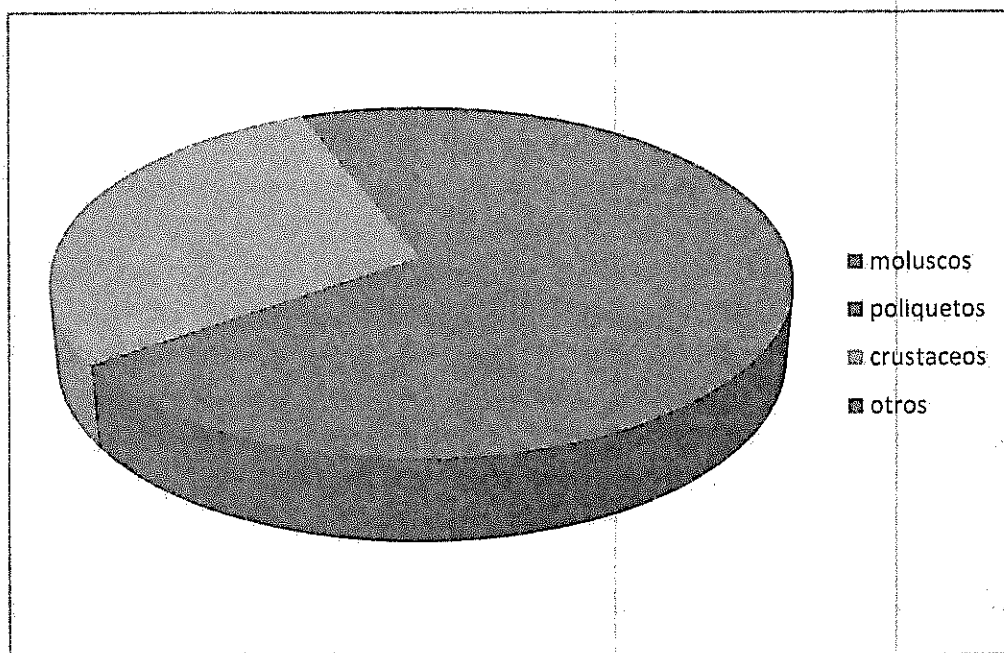


Figura 2. Gráfico de abundancia comunitaria bentónica submareal total obtenida de LBM 2006

Al observar el informe técnico realizado por la Secretaría Ministerial de Medio Ambiente (N° 285/2021), donde nuevamente resalta la importancia de evaluar una serie de tiempo superior a las indicadas en la Res. Exe. N°0173/2021, es posible constatar la serie de registros comunitarios de las especies *Mitrella unifasciata*, *Nassarius gayi* y representantes de la Clase Anthozoa, que van desde la campaña N° 7 del 2014 a la campaña N° 18 del 2020, destacándose que efectivamente la abundancia comunitaria disminuye en el tiempo, independientemente de las estaciones de monitoreo, condición que se repite al revisar los índices generales de abundancia (Figuras 8 y 9 del INFOTEC MMA N° 285/2021). Por lo que, de dichos

resultados se concluye que existen cambios en las estructuras comunitarias en el tiempo, y que este es de disminución en todas las estaciones de monitoreo del proyecto Central Termoeléctrica Angamos.

Esta observación no fue detectada en el análisis realizado en las tres campañas vistas y analizadas en el oficio GM ANTO 12.600/141 del 20 de agosto del 2015, en el cual en sus conclusiones señala que no se observan alteraciones en las estructuras comunitarias, pero sin embargo, la data analizada sólo correspondió a un número acotado de campañas (marzo, octubre 2014 y marzo 2015).

Sin embargo, al igual que lo señalado con anterioridad, se debe considerar la sinergia de los proyectos situados en el área de influencia, en donde se encuentran posicionados las estaciones de monitoreo (Figura 1), que para esta variable "comunidades bentónicas submareales", sí puede estar influenciada a la actividad portuaria del muelle de TGN, al igual que la fuente emisora CT Cochrane, siendo ambos proyecto construidos con posterioridad a la LBM 2006.

6.- CONCLUSIONES.

1. Que, las estaciones monitoreadas en las campañas analizadas son correlativas a las realizadas en la LBM del proyecto, exceptuando la estación N° 6. Sin embargo, dichas estaciones se encuentran influenciadas por la sinergia de otros proyectos, como es el caso del instalación portuaria de TGN y la Central Termoeléctrica Cochrane, siendo esta última, una fuente emisora similar a la Central Termoeléctrica Angamos, cuyo emisario se encuentra ubicado a 20 metros aproximadamente de dicha descarga, por lo que los resultados finales constatados en este informe técnico no son concluyentes en determinar el posible efecto producido sólo por el desarrollo del proyecto "Central Termoeléctrica Angamos", sino más bien de una sinergia de ambas Centrales Termoeléctricas y de la actividad portuaria de TGN u otra fuente no identificada en el análisis, por lo que se debe considerar lo señalado en el diagnóstico de la Bahía de Mejillones que concluye que la Bahía de Mejillones del Sur se encuentra en una condición "deficiente con tendencia al deterioro" producto de la actividad antrópica.
2. Que, los registros de los analitos OD y CLR, y también la estructura comunitaria betónica submareal, en las estaciones de monitoreo del Plan de Monitoreo correspondiente a la RCA 290/2007, presentaron variaciones significativas con respecto al registro de la línea base marina del proyecto Central Termoeléctrica Angamos, destacando el aumento en el tiempo de la concentración del analito CLR y la disminución comunitaria bentónica submareal en el área analizada.
3. Las estaciones de monitoreo presentes en el análisis en comento lograron detectar variaciones significativas en las variables señaladas en el párrafo precedente, pero no son determinantes al momento de concluir que dicha variación proviene de una fuente emisora determinada, por lo que se debiera estructurar estaciones adicionales, más cercanas al punto de descarga, y

considerar en los análisis posteriores el efecto sinérgico de otras fuentes emisoras como es la Central Termoeléctrica Cochrane dada la cercanía de su emisario.



Milidrag Delic Cuevas

**MILIDRAG DELIC CUEVAS
CAPITÁN DE NAVÍO LT
GOBERNADOR MARÍTIMO DE ANTOFAGASTA**

DISTRIBUCIÓN:

- 1.- COMISIÓN DE EVALUACIÓN REGIÓN DE ANTOFAGASTA
- 2.- ARCHIVO MAA.//

Andrés Ordenes Ponce

**ANDRÉS ÓRDENES PONCE
TENIENTE 1º LT**

