

Observación 1:

Organismo: SEREMI Medio Ambiente, Región de Antofagasta.

Documento: ORD. 285/2021

Variable: Oxígeno Disuelto

Con respecto a la variable de OD, en el punto J. del referenciado documento de la SEREMI de MA se indica que:

“En resumen, los datos indican que se han presentado episodios que se desvían del comportamiento esperado en el estrato superficial como lo demuestran las campañas del año 2016, 2017 y 2019 [...]”.¹

Años donde los valores en superficie oscilaron entre los 1,75 mg/L y los 3,83 mg/L de OD, cuando los valores de línea base (que en ausencia de proyecciones se consideran como valores referenciales para determinar una variación sustantiva) se encontraron entre los 6,82 mg/L 7,64 mg/L, presentándose una gran desviación respecto a estos últimos. Y si bien una alta productividad primaria genera un gran consumo de oxígeno para la respiración, este fenómeno sería atribuible en la fase oscura, es decir, principalmente de noche. Por lo que, tomando en consideración que estos muestreos son realizados de día, es necesario indagar en las causas de valor tan bajos de OD en el estrato superficial de la columna de agua, donde tiene mayor contacto con la atmosfera y oxigenación mecánica por los efectos del viento y las olas.

Esto es sumamente relevante, ya que, la concentración de oxígeno disuelto en la columna de agua tiende a distribuirse en forma descendente, teniendo los valores más altos en la superficie, se tendría una situación donde se puede deducir una disminución en la concentración de OD a lo largo de la columna. Esta situación no sería atribuible en su totalidad a dinámicas naturales de la bahía respecto a OD, ya que la ZMO (zona de mínimo oxígeno) es un fenómeno que afecta la porción profunda de la columna de agua (descrita para los 100 metros de profundidad aproximadamente), no así en la superficie.

Por lo que es necesario generar las acciones correspondientes para remediar esta situación. Tal como indica la autoridad², y reitera en su segundo informe³, es necesario:

“i. Revisar el modelo de monitoreo ya que sólo dos datos al año son insuficientes para capturar la variabilidad ambiental, en particular el OD, ya que el aumento de la DBO, que influye en su disminución, se deriva de la descarga de materia orgánica contenida en las aguas que son utilizadas en los procesos de enfriamiento de las termoeléctricas, y que potencian los episodios de anoxia e hipoxia en la bahía. De acuerdo a la experiencia generada por el proyecto, el monitoreo del OD debe tener una frecuencia mayor, eventualmente semanal, mediante instrumentos de medición directa.

ii. También, se propone analizar la disminución del caudal descargado en la bahía o bien, descargarlo a una mayor distancia y profundidad de manera de evitar seguir impactando la zona costera.”

Por lo que se solicita la implementación de una mayor frecuencia en los monitoreos de OD, semanal, junto con la evaluación de la DBO de los RILes descargados, permitiría separar y

¹ ORD. 285/2021. Informe SEREMI Medio Ambiente. Pág. 5.

² ORD. 285/2021. Informe SEREMI Medio Ambiente. Pág. 15.

³ ORD. 519/2021. Informe SEREMI Medio Ambiente. Pág. 2.

mitigar la disminución en OD producida por la actividad de la Central con respecto a los valores que presenta la dinámica general de la Bahía. Para esto también es necesario la implementación de estaciones de monitoreo que cumplan con la característica de “control” respecto a las que se encuentran dentro del área de influencia del Proyecto. Junto con evaluar la disminución del caudal de descarga y/o descargarlo a mayor distancia y profundidad de la Zona de Protección Litoral.

Observación 2:

Organismo: SEREMI Medio Ambiente, Región de Antofagasta.
Documento: ORD. 285/2021
Variable: Cloro Libre Residual.

En este primer Informe emitido por la SEREMI de Medio Ambiente, con respecto al CLR se indica que:

“Se observa que los valores de concentración que se deben cumplir no corresponden a un dato específico, si no que puede ser cualquier valor que se encuentre bajo 0,01 mg/L de CLR. Lo cual puede deberse a la sensibilidad del método utilizado en la época.”⁴

La falta de proyecciones y análisis de este analito implicaría, como lo indica la autoridad, que los valores entregados en la Línea Base serían el rango comparativo para determinar la variación de dicho analito en el ambiente. Esto es relevante, tal como resalta la autoridad en el referido informe, ya que “*el cloro es afectado por las variaciones del pH, además, existe información científica que demuestra los efectos de la cloración del agua de mar en la supervivencia y crecimiento de larvas de peces⁵ [...]*”. Siendo un impacto considerable en el contexto de alta productividad biológica que presenta la Bahía, en conjunto de la dependencia de las actividades extractivas y turísticas a esta.

Ante esto la autoridad propone como medida:

“Revisar el impacto observado en la estructura comunitaria respecto de las descargas de las aguas de enfriamiento y que contienen mayor CLR.”⁶

Por lo que se solicita, junto con analizar los impactos de la descarga de CLR sobre la estructura comunitaria, tomar las medidas necesarias para cumplir con el estándar proporcionado en la Línea Base, lo que implica tener las medidas adecuadas en caso de que estos valores se superen, y una estación control fuera del Área de Influencia para determinar que fracción del contenido de CLR detectado en los monitoreos es aportado por la Central, ya que este analito no fue considerado en la descripción de RILes presentada en la modificación del proyecto por medio de la RCA 23/2009⁷.

⁴ ORD. 285/2021. Informe SEREMI Medio Ambiente. Pág. 6.

⁵ Rosales-Casián, J., Alfonso-Hernández, I., & Hammann, M. (1990). Effect Of Seawater Chlorination On The Survival And Growth Of Grunion (*Leuresthes Tenuis* Ayres) Larvae, In Laboratory Conditions. *Ciencias Marinas*, 16(2), 31–46. <http://dx.doi.org/10.7773/cm.v16i2.693>

⁶ ORD. 285/2021. Informe SEREMI Medio Ambiente. Pág. 15.

⁷ RCA 23/2009 del proyecto “Modificación del Punto de Toma y Descarga Central Termoeléctrica Angamos”.

Observación 3:

Organismo: SEREMI Medio Ambiente, Región de Antofagasta.

Documento: ORD. 285/2021

Variable: Comunidades Submareales.

En el Informe presentado por la SEREMI de Medio Ambiente se indicó que:

“[...] la abundancia de especies a lo largo del tiempo presenta una tendencia a disminuir de manera sostenida. Lo anterior permite deducir que ha habido cambios en la estructura comunitaria y se debería indagar las razones para este efecto, considerando, por ejemplo, el uso de cloro como antiincrustante en las aguas utilizadas por la termoeléctrica.”⁸

En este contexto, es necesario evaluar la disminución sostenida de especies y el aporte de la actividad del Proyecto a esto, ya que, si bien este puede ser parcial, es necesario que los proyectos se adapten a las nuevas condiciones ambientales en tanto estas no hayan sido descritas en las proyecciones realizadas para la variable. En este caso particular no existen proyecciones respecto al comportamiento de las comunidades submareales, aumentando la necesidad de un análisis respecto a esto y la determinación de las medidas adecuadas para que el proyecto no genere impactos sobre estas.

Observación 4:

Documento: Solicitud de Revisión

Tópico: Plan de Monitoreo/Vigilancia Ambiental en Medio Marino

Como se indicó en el documento de Solicitud de Revisión. En ese proyecto, originalmente el emisario tenía una longitud total de 260 metros, y descargaría fuera de la Zona de Protección Litoral, definida en 95 metros desde la línea de más baja marea hacia el mar. Sin embargo, el punto de captación de agua de mar y de descarga del emisario fueron modificados mediante una DIA independiente del proyecto ingresada de forma paralela el año 2008 al SEIA (RCA 23/2009)⁹, donde el largo del sifón de captación se reduce a 77 metros de largo, desde la línea más baja de marea.

En dicha evaluación se descarta cualquier impacto bajo la premisa de que *“El proyecto ‘Modificación del Punto de Toma y Descarga de la Central Termoeléctrica Angamos’ no contempla una modificación de las descargas de efluentes líquidos definida en el proyecto ‘Central Termoeléctrica Angamos’, (aprobado ambientalmente mediante Res. Ex. 0290/007)”*¹⁰, aunque la modificación del punto de descarga y captación implica cambios en los impactos que los RILes puedan generar, solo se evalúa el efecto de la pluma de dispersión térmica incluido en la Adenda N°1. Lo anterior deriva en que este proceso se realiza actualmente dentro de la Zona de Protección Litoral de la bahía definida, de 95 metros desde la línea de más baja marea hacia el mar, en contravención a la evaluación inicial que lo situaba por fuera.

⁸ ORD. 285/2021. Informe SEREMI Medio Ambiente. Pág. 12.

⁹ Declaración de Impacto Ambiental "Modificación del Punto de Toma y Descarga Central Termoeléctrica Angamos", Empresa Eléctrica Angamos S.A. Rep. Legal: Omar Reyes Quijada, fecha de Ingreso al sistema electrónico 21 de Julio de 2008. Disponible en: https://seia.sea.gob.cl/expediente/expedientesEvaluacion.php?modo=ficha&id_expediente=3050309

¹⁰ Declaración de Impacto Ambiental "Modificación del Punto de Toma y Descarga Central Termoeléctrica Angamos". Capítulo 4. Págs 4-2 y 4-4.

Esta modificación en la ubicación de los puntos de toma de agua y de descarga, debió estar acompañada por una modificación en el Plan de Monitoreo Ambiental, para adaptarlo a la nueva situación del proyecto, sin embargo, dicho documento nunca se acompañó en el proceso de evaluación de la DIA. En el ICE se indica que:

“En la adenda N°1 de la DIA se presenta una evaluación de los efectos ambientales que provocará la descarga en el mar de los residuos de la futura, se incorpora el Plan de Monitoreo considerado para validar el cumplimiento de la normativa señalada.”¹¹

Dándose la misma referencia en la RCA:

“En la adenda N° 1 de la DIA se presenta una evaluación de los efectos ambientales que provocará la descarga en el mar de los residuos y se incorpora el Plan de Monitoreo considerado para validar el cumplimiento de la normativa señalada.”¹²

Sin embargo, en la referida Adenda, no se presenta ningún Plan de Monitoreo Ambiental, en la sección de respuestas correspondientes a la “Descripción del Proyecto” en respuesta a la pregunta 7 señala que:

“Los efectos reales de la operación de la central serán registrados a través de las mediciones que el programa de monitoreo marino considera tanto en la descarga como en 5 estaciones de control en el entorno.”¹³

Por lo que esta modificación al proyecto original fue aprobada sin ningún documento que acredite algún Plan de Monitoreo Ambiental.

De este modo, los puntos de monitoreo establecidos para los puntos de captación y descarga no se condicen con la ubicación del sifón de captación ni con la ubicación de la descarga del proyecto actual, sino que corresponden a la caracterización definida para la ubicación de estos puntos para el proyecto original evaluado por EIA. En consecuencia, se observa que la ubicación de las estaciones de muestreo para la línea base y de monitoreo no se establecen de acuerdo al área de influencia directa reconocida para la evaluación del DIA (23/2009), sino para los puntos asociados a la evaluación del EIA.

Respecto a esto se solicita con urgencia la aclaración de esta ausencia de Plan de Monitoreo Ambiental frente a la modificación del proyecto aprobada mediante la RCA 23/2009 y la implementación de un Plan de Monitoreo actualizado y adecuado para las condiciones actuales de la operación del proyecto, donde la captación de aguas marinas y la descarga de RILes se realiza dentro de la Zona de Protección Litoral.

¹¹ ICE del proyecto "Modificación del Punto de Toma y Descarga Central Termoeléctrica Angamos" punto 3.1.4 Aguas Marinas.

¹² RCA 23/2009 del proyecto "Modificación del Punto de Toma y Descarga Central Termoeléctrica Angamos". Pág 8/10.

¹³ Adenda N°1 del proyecto "Modificación del Punto de Toma y Descarga Central Termoeléctrica Angamos". Título 1. Descripción del proyecto, Respuesta Pregunta 7. Disponible en:

<https://seia.sea.gob.cl/documentos/documento.php?idDocumento=3284863>

Observación 5:

Documento: Solicitud de Revisión
Tópico: Punto de Monitoreo Control

Es importante mencionar nuevamente que la caracterización de las variables ambientales que se sitúan por fuera del área de influencia del proyecto es fundamental para poder realizar el monitoreo en el tiempo. Estas áreas son denominadas “control”, porque permiten distinguir si las variaciones que pueden ser detectadas en los monitoreos corresponden a variaciones de gran extensión o si corresponden a modificaciones asociadas, por ejemplo, a la operación de un proyecto.

Como se indicó en la Solicitud de Revisión y se tomó constancia en los distintos informes de los organismos sectoriales, la estación control planteada en la Línea Base del proyecto, denominada originalmente SED-6 (también llamada con posterioridad CA-6 o B-6), fue desplazada 6,03 km de su ubicación original (Figura 1) con respecto de los puntos de monitoreo, quedando solo a 632 metros de distancia del punto de monitoreo más cercano (Figura 2), **situándola dentro del área de influencia del proyecto**. Esto tiene como consecuencia que no exista una estación de control representativa del área fuera de la influencia del proyecto.

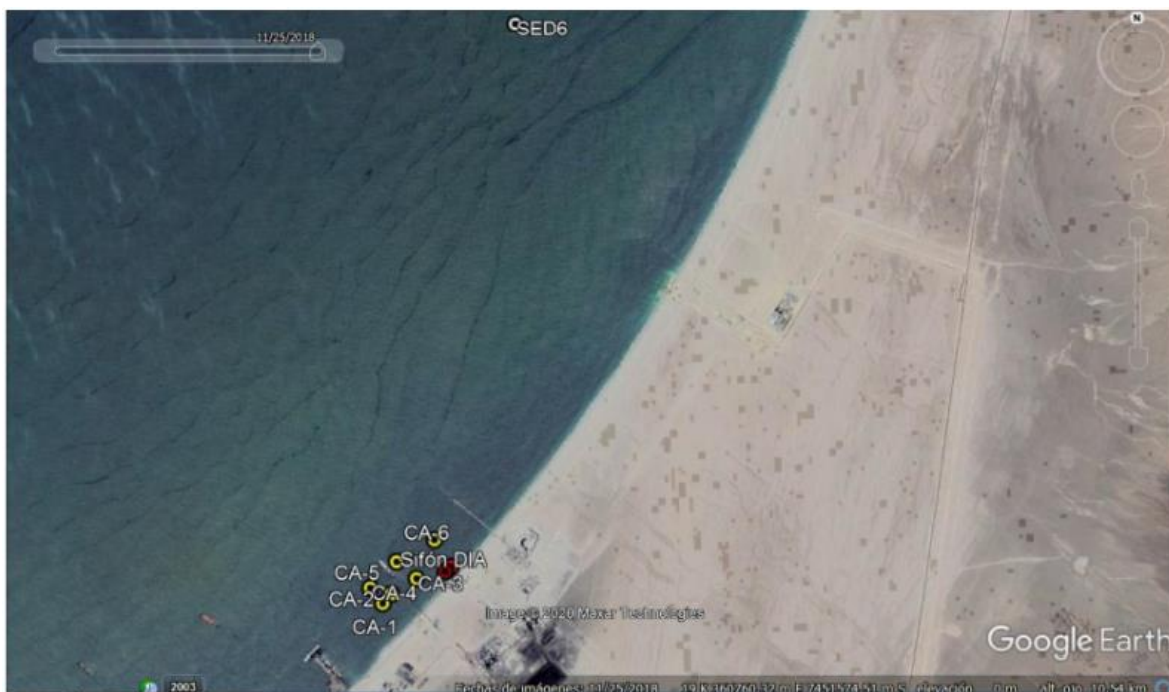
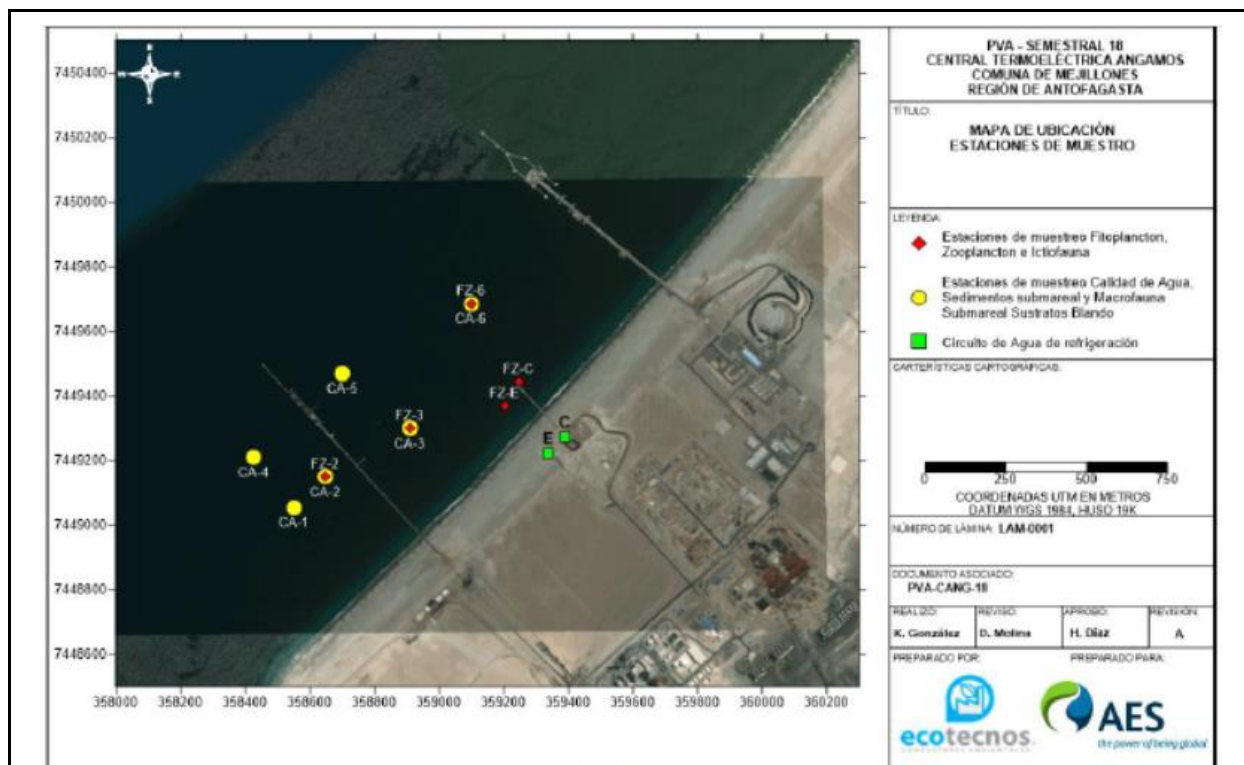


Figura 1. Imagen satelital de los puntos de muestreo de sedimentos del año 2018, CA-1-6 en color amarillo, en color rojo los puntos de captación y descarga autorizados en la DIA, y en la parte superior de la imagen, el punto control SED-6, de color blanco.¹⁴

¹⁴ Elaboración propia a partir de la información presentada por el titular en la línea base Medio Marino EIA Central Termoeléctrica Angamos (2006) y en el Informe Programa de Vigilancia Ambiental-Fase Operación Central Termoeléctrica Angamos. Monitoreo Agosto 2018. Datum WGS-84, Zona 19K.



Fuente: Ecotecnos
Datum WGS-84, Zona 19K.

Figura 2. Área de estudio y ubicación de las estaciones de muestreo de aguas y sedimentos marinos, y del circuito de refrigeración. PVA Semestral Central Termoeléctrica Angamos, Bahía Mejillones.¹⁵

Al menos desde el monitoreo n° 4 del PVA del medio marino en adelante, realizado en marzo de 2013 (el más antiguo disponible en el Sistema Nacional de Información de Fiscalización Ambiental, SNIFA), dicha estación control (CA-6) se encuentra dentro del área de influencia¹⁶, indicada en las coordenadas UTM 359.092 E y 7.449.687 N (Zona 19K, Datum WGS84). Y en el monitoreo n° 19 correspondiente al mes de julio de 2020¹⁷, se siguen presentando coordenadas en UTM prácticamente idénticas: 359.100 E y 7.449.687 N (Zona 19 K, Datum WGS84). Tal como se observa en el mapa de estaciones entregado en el Informe Técnico de la Empresa (Figura 2).

Este cambio también fue notado en el Informe entregado por la Gobernación Marítima de Antofagasta, indicando que debido al cambio en la ubicación del punto de monitoreo control respecto a lo indicado en la LB, este “*pierde su condición de referencia, y pasa a ser otra estación más dentro del área de influencia del proyecto*”¹⁸.

Esta modificación en la ubicación del punto de monitoreo control, de acuerdo con lo revisado, no fue informada, ni mucho menos autorizada por las autoridades respectivas. Lo anterior

¹⁵ Figura 1. Informe Técnico: “Análisis histórico de las variables de calidad de la columna de agua y de las comunidades bentónicas submareales, Bahía de Mejillones, Central Térmica Angamos, Región de Antofagasta”. Por Ecotecnos, junio 2021. Punto 4. Acerca de los Programas de Vigilancia Ambiental de Central Termoeléctrica Angamos, pág. 9.

¹⁶ Programa de Vigilancia Ambiental Central Termoeléctrica Angamos Monitoreo Semestral, monitoreo N° 4 primer semestre de 2013. Por Oikos Chile S.A.

¹⁷ Entregado en los “Anexos Informe Empresa Eléctrica Angamos SpA” que acompañan el “Informe Empresa Eléctrica Angamos SpA”, ambos disponibles en la página de seguimiento de la “Revisión de la RCA del proyecto: “Central Termoeléctrica Angamos” del SEA, Ítem 13 y 14 [visita: 30/11/2021]: <https://www.sea.gob.cl/rca/revisión-de-la-rca-proyecto-central-termoelectrica-angamos>

¹⁸ ORD. 12.600/131/CEA. Informe Gobernación Marítima Antofagasta. Pág. 4.

posee graves implicancias en cuanto que dicho monitoreo no cuenta con la metodología adecuada que incluya mediciones de referencia que permitan reconocer los impactos asociados a la operación del proyecto. Las comparaciones que realiza el titular de las condiciones presentes entre las estaciones, considerando como una estación de referencia a SED-6, una vez acordada su distancia y situada al interior del área de influencia junto con las otras estaciones de monitoreo, carecen completamente de validez.

Por lo que:

1. Ninguna medición presentada en los Informes de Monitoreo Ambiental es atribuible a la dinámica de la Bahía, ya que se carece de la información necesaria para hacer dicha afirmación.
2. A pesar de las deficiencias actuales en la metodología de monitoreo con relación a las estaciones y el punto de control SED-6, si se presentan variaciones en diversos elementos de las variables contempladas en el plan de seguimiento de la Central Termoeléctrica Angamos, con respecto a lo indicado en su línea de base inicial.

Lo que hace imperante la necesidad de implementar puntos con carácter "control" fuera del Área de Influencia del proyecto, para así determinar efectivamente, si las variaciones que presentan las variables ambientales monitoreadas corresponden a efectos de la actividad del proyecto o efectivamente es "*parte de la dinámica natural de la bahía de Mejillones*". Contando con mínimo dos puntos de control, como sugirió la Gobernación Marítima de Antofagasta en su momento¹⁹, asociados a la dirección predominante de las corrientes marinas "antes" y "después" del Área de Influencia en el sentido de la corriente. Para tener una mejor descripción de la dinámica de la Bahía.

Observación 6:

Organismo: Gobernación Marítima Antofagasta

Documento: ORDINARIO N° 12.600/131/CEA 6 JUL 2021, N° 12.600/208/CEA 27 OCT 2021 y N° 12.600/16/CEA 11 FEB 2022.

Tópico: Sinergia

En sus tres pronunciamientos la G.M. de Antofagasta indica que las variaciones pueden deberse al efecto sinérgico de la actividad de la Central Angamos con los proyectos aledaños. Sin embargo, esto no es un diminutivo para su aporte en dichos cambios. Sin mencionar que bajo el Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental, cada uno de estos proyectos debiese tener en consideración los efectos sinérgicos con RCAs aledañas vigentes al momento de su evaluación, un área de influencia definida, y medidas acordes a sus impactos, sino, también debiesen ser revisadas sus RCAs.

Con respecto a la influencia de proyectos aledaños, es relevante mencionar que la RCA 290/2007 de la Central Angamos en su evaluación debió considerar al menos los efectos sinérgicos con la actividad del Complejo Portuario de Mejillones (RCA 31/1999) y las RCAs asociadas a este hasta antes de 2007. A demás, la modificación posterior de la captación de aguas y descarga de RILes por medio del proyecto de la "Modificación del Punto de Toma y Descarga Central Termoeléctrica Angamos" (RCA 23/2009) debió incluir en su evaluación la posible sinergia con el proyecto Muelle Mecanizado TGN (RCA 76/2008) y con el Central Termoeléctrica Cochrane (RCA 305/2009), de esta última solo se realizó un análisis de la

¹⁹ G. M. Anto ORDINARIO N° 12.600/16/CEA, 11 FEB 2022. Pág. 4.

sinergia con la pluma de dispersión térmica de los RILes de la Central²⁰ (sin considerar otros contaminantes contenidos en estos desechos).

Estos proyectos, que fueron mencionados por la G.M. de Antofagasta en sus pronunciamientos como relevantes en variación de las variables en revisión debido a un posible efecto sinérgico, ya debiesen estar incorporados en la evaluación del proyecto debido a la modificación posterior que se le realizó a este, afectando directamente la ubicación de las descargas, y por ende, su área de influencia. Por lo que la sinergia no es una razón para disminuir la responsabilidad del Titular frente a los cambios generados sobre las variables ambientales evaluadas.

Ya que los antecedentes indican que esta evaluación de sinergia no fue realizada, o al menos no en la extensión debida, se solicita realizar la evaluación adecuada de los efectos sinérgicos de la Central Angamos con los proyectos aledaños correspondientes al momento de la evaluación tanto de la Central misma (2007), como del proyecto que modificó su área de influencia posteriormente al acortar la distancia de la captación y descarga (2009). Junto con la incorporación de la evaluación de sinergia con los proyectos con RCA vigentes hasta la actualidad, en el contexto de actualización de la RCA, los planes de monitoreo y medidas asociadas.

Observación 7:

Organismo: Gobernación Marítima Antofagasta
Documento: ORDINARIO N° 12.600/131/CEA 6 JUL 2021
Variable: Oxígeno Disuelto

En el primer Informe entregado por la Gobernación Marítima de Antofagasta, además de concordar con la disminución de oxígeno disuelto en el estrato superficial corroborado por la SEREMI de Medio Ambiente en su primer informe²¹, identifica una variación importante para los valores en fondo presentados en el Informe de Monitoreo N° 18 (2020):

“[...] 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, afectando 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 deber ser tomados con cautela.”²²

Frente a esta situación se solicita la revisión y validación de los datos entregados, ya que estos estarían totalmente fuera del comportamiento natural de la Bahía. Situación que resalta la necesidad de generar mediciones de este analito con mayor frecuencia.

²⁰ Informe “CENTRAL TERMOELECTRICA COCHRANE EMISARIO DE EFLUENTE TÉRMICO: MODELO DE ADVECCIÓN-DIFUSIÓN DE DESCARGA DE EFLUENTE TÉRMICO”. Adenda 1, Anexo A del Proyecto “Modificación del Punto de Toma y Descarga Central Termoeléctrica Angamos”.

²¹ ORD. 285/2021. Informe SEREMI Medio Ambiente.

²² G. M. Anto. ORDINARIO N° 12.600/131/CEA, 6 JUL 2021. Anexo “A”: Revisión Antecedentes Central Termoeléctrica Angamos, pág 5.

Observación 8:

Organismo: Gobernación Marítima Antofagasta
Documento: ORDINARIO N° 12.600/131/CEA 6 JUL 2021
Variable: Cloro Libre Residual

Como explica la Gobernación Marítima de Antofagasta en la revisión de antecedentes respecto al CLR:

“[...] 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 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 de 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 [...²³]).”²⁴

Cuando se presenta un exceso de cloro libre residual en el ambiente se pueden presentar efectos nocivos sobre la biodiversidad debido a su naturaleza letal sobre individuos pequeños, como lo son las larvas de distintas especies marinas. Se ha descrito que valores sobre los 0,2 mg/L de cloro aumentan considerablemente la mortalidad de estas especies²⁵. Lo que implicaría impactos sobre el ecosistema local, debido a la disminución en el reclutamiento para los siguientes estados de desarrollo. Distintos estudios han demostrado que este elemento es uno de los componentes más importantes en la reducción de la fijación de carbono en el océano^{26,27} teniendo impacto directo sobre la capacidad de amortiguar el exceso de CO₂ liberado al ambiente, contribuyendo al Cambio Climático.

Inmediatamente a continuación, en el mismo documento, la G.M. indica 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. Por lo que el exceso (y variación sustantiva) de este analito en el ambiente ya era conocimiento de las autoridades.

También la autoridad resalta que:

“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

²³ Rosales-Casián, J. A. (1990). Effect Of Seawater Chlorination On The Survival And Growth Of Grunion (*Leuresthes Tenuis* Ayres) Larvae, In Laboratory Conditions. *Ciencias Marinas*, 16(2), 31–46.

²⁴ G. M. Anto. ORDINARIO N° 12.600/131/CEA, 6 JUL 2021. Anexo “A”: Revisión Antecedentes Central Termoeléctrica Angamos, pág 7.

²⁵ Rosales-Casián, J. A. (1990). Effect Of Seawater Chlorination On The Survival And Growth Of Grunion (*Leuresthes Tenuis* Ayres) Larvae, In Laboratory Conditions. *Ciencias Marinas*, 16(2), 31–46.

²⁶ Videau, C., Khalanski, M., & Penot, M. (1979). Preliminary results concerning effects of chlorine on monospecific marine phytoplankton. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 36(2), 111–123.

²⁷ López-Galindo, C., Garrido, M. C., Casanueva, J. F., & Nebot, E. (2010). Degradation models and ecotoxicity in marine waters of two antifouling compounds: Sodium hypochlorite and an alkylamine surfactant. *Science of The Total Environment*, 408(8), 1779–1785.

vida acuática, se encuentra sobre los 0,013 mg Cl/L en forma aguda y 0,0075 mg Cl/L en forma crónica [...²⁸].”²⁹

Por lo que se solicita tomar las medidas de monitoreo y control necesarias respecto a los impactos que genera el cloro libre residual. Y frente a la carencia de norma nacional, se puede tomar como referencia la norma internacional referenciada por la G.M. para las medidas a tomar respecto a este analito.

Observación 9:

Organismo: Gobernación Marítima Antofagasta
Documento: ORDINARIO N° 12.600/16/CEA 11 FEB 2022
Tópico: Estaciones de Monitoreo

En el 3er informe entregado por la Gobernación Marítima de Antofagasta, se realiza un análisis comparativo entre las modelaciones de las plumas de dispersión presentadas en la evaluación de los proyectos "Modificación del Punto de Toma y Descarga Central Termoeléctrica Angamos" (RCA 23/2009) y "Ampliación Planta Desalinizadora de Agua de Mar, Central Termoeléctrica Angamos" (RCA 278/2016), asociados a la RCA 290/2007, con respecto a los valores *in situ* de temperatura presentados en los informes del PVA trimestral. Concluyendo, que, a diferencia de lo determinado en las modelaciones, que indican una dispersión norte a noreste, la dispersión predominante a partir de la serie de datos *in situ* indicaría un predominio de un 21,7% al Noreste y un **65,6% al Suroeste**. Por lo que la zona de influencia del proyecto sería en dirección **Sureste del punto de la descarga**, girando luego al **Suroeste**, producto de la orientación de la línea de costa.

Luego, señala que, teniendo en consideración todas estas modelaciones y datos *in situ*, al momento de sobreponer la pluma de dispersión en relación a los puntos de monitoreo implementados en el PVA semestral, es factible observar una diferencia. Por lo que estos puntos no estarían caracterizando correctamente el área de influencia correspondiente a la Central Termoeléctrica Angamos. Indicando que:

“[...] se hace más evidente que las estaciones del Programa de Vigilancia Ambiental **semestral** debe ser revisadas (alto grado de incertidumbre estadística).”³⁰

Concluyendo que es necesario modificar el seguimiento ambiental (PVA semestral) en pro de aumentar su “poder estadístico”³¹, debido a que los resultados analizados presentan un alto grado de incertidumbre. además indica, que “*el Titular debe considerar aumentar estaciones control o referencia en al menos 3 sitios con similares características a las de punto de influencia directo del proyecto, sin ser estos influenciados por este u otra fuente emisora,*

²⁸ US-EPA; <https://www.epa.gov/wqc/national-recommended-water-quality-criteria-aquatic-life-criteria-table>

²⁹ G. M. Anto. ORDINARIO N° 12.600/131/CEA, 6 JUL 2021. Anexo “A”: Revisión Antecedentes Central Termoeléctrica Angamos, pág 7.

³⁰ G. M. Anto ORDINARIO N° 12.600/16/CEA, 11 FEB 2022. Pág. 2.

³¹ Castilla, J., Fariña, J. M. & Camaño (Eds.). 2020. Programa de Monitoreo Medio Marino Costero: Diseños Experimentales, Muestreos, Métodos de Análisis y Estadística Asociada. Ed. UC. Santiago, Chile 320 pp.

aumentar estaciones en el área cercana al punto de descarga relacionadas con los resultados de los registros in situ de la pluma térmica del PVA trimestral” y “aumentar la cantidades de réplicas por estación, para obtener un criterio del 75% a 80% de poder estadístico”.

A esto, suma la necesidad de considerar a la Central termoeléctrica Angamos y Cochrane con una sola Unidad Fiscalizable en términos de impactos, ya que estos proyectos presentan su punto de descarga con alrededor de 20 m de distancia, haciendo imposible diferencial uno respecto de otro. Unificando los PVAs de ambas Centrales en uno solo.

Por lo que se solicita la implementación de estas observaciones, aumentar a mínimo 3 el número de estaciones control, reubicar los puntos de monitoreo dentro del área de influencia en función de los datos de dispersión históricos obtenidos *in situ*, aumentar las réplicas en las mediciones por estación. Junto con la posible unificación de los PVAs de la Central Angamos y Cochrane como una sola Unidad Fiscalizable.

Además, se solicita estandarizar efectivamente las épocas del año en que se realizan las mediciones y respetar dichas fechas, ya que, las campañas realizadas no son cada 6 meses, perdiendo la característica de semestral, monitoreando estaciones contiguas en lugar de alternas como sería primavera-otoño o invierno-verano. Este constante cambio entre las estaciones de los monitoreos genera que no se puedan comparar de manera adecuada los datos históricamente, ya que al representar distintas estaciones, las condiciones ambientales son distintas, y que el describir estaciones del año contiguas, no caracterice correctamente la variabilidad que se pueda presentar dentro del año.

Observación 10:

Organismo: Gobernación Marítima Antofagasta
Documento: ORDINARIO N° 12.600/16/CEA 11 FEB 2022
Variable: Cloro Libre Residual

Posteriormente, en la revisión realizada por la gobernación sobre los antecedentes entregados en el 2do Informe del Titular:

“[...] El proyecto monitorea este parámetro en su PVA semestral, siendo registrado en forma simultánea, en el agua de mar de la captación y en los RILes de la descarga, junto con otros parámetros (T°, pH, SS, SD, HAT), por lo que es posible determinar el “delta” que aporta el proyecto, siendo consistente, en que dicho diferencial “positivo” explicaría la falta de neutralización de los RILes de CT Angamos, y por lo consiguiente el determinar un diferencial positivo, estaría revelando que dicho analito está siendo aportado por dicha fuente emisora en forma particular”.³²

Respecto a esto la autoridad indica la necesidad de “**modificar el PVA semestral**, para que este analito pueda registrarse in situ en forma diaria como actualmente se registra la temperatura”. Agregando que “el Titular debiese tener un Plan de Emergencia que pueda aplicar

³² G. M. Anto. ORDINARIO N° 12.600/16/CEA, 11 FEB 2022. Pág. 3.

en caso de existir una diferencia positiva (delta positivo) entre la captación y la descarga, ya que estaría aislando el factor de sinergia de las otras fuentes emisoras”.

Por lo que, en línea con lo indicado por la G.M. de Antofagasta, se solicita la implementación de un sistema de monitoreo de cloro libre residual continuo que caracterice el contenido captado y que este sea comparado en tiempo real con la descarga. Junto con la implementación de medidas de neutralización del contenido de CLR emitido en la descarga.

Observación 11:

Organismo: SEREMI Medio Ambiente, Región de Antofagasta.

Documento: ORD. 141/2022

Variable: Cloro Libre Residual.

Respecto a los efectos adversos e impactos que genera el cloro libre residual sobre los microorganismos y larvas, y las consecuencias que esto pueda tener sobre las comunidades, la SEREMI de Medio Ambiente propone:

“En relación con la revisión del impacto en la estructura comunitaria respecto de aguas con CLR, lo que corresponde es analizar los efectos toxicológicos del CLR en las larvas de zooplancton, con lo cual se despejaría la interrogante vinculada a la afectación de CLR sobre la comunidad biológica, especialmente en la fase previa al reclutamiento.”³³

Teniendo en consideración la importancia del reclutamiento de individuos y sus impactos sobre la estructura comunitaria. En el contexto de alta productividad de la Bahía de Mejillones, donde existe una gran dependencia local de los servicios que provee el ecosistema de la bahía, al ser uno de los puntos más productivos de las costas chilenas, y a nivel mundial, es muy relevante tener conocimiento de los impactos que genera este biocida al ser vertido en el ambiente. Por lo que se solicita, como indica la autoridad, realizar los estudios toxicológicos pertinentes para evaluar los impactos que el CLR genera sobre la estructura comunitaria en el área de influencia del proyecto.

Observación 12:

Organismo: Servicio de Evaluación Ambiental, Región de Antofagasta.

Documento: Carta al Titular, SEA Antofagasta 20220210317

Variable: Oxígeno Disuelto

Destaca la Carta enviada por el Director Regional del Servicio de Evaluación Ambiental de Antofagasta al representante legal de la Empresa Eléctrica Angamos SpA donde se solicita al titular analizar el modelo de monitoreo para OD. En dicha carta se indica respecto a este analito que:

“[...] el aumento de la demanda bioquímica de oxígeno (DBO), que influye en su disminución, se deriva de la descarga de materia orgánica contenida en las aguas que son utilizadas en los procesos de enfriamiento de las termoeléctricas y que potencian los episodios de anoxia e hipoxia en la bahía.”³⁴

³³ ORD. 141/2022. Informe SEREMI Medio Ambiente. Pág. 3.

³⁴ Carta SEA Antofagasta a Titular. Documento Digital N°: 20220210317 - Fecha: 07/01/2022. Pág. 3.

Tal como indica la autoridad, existe una relación entre los procesos asociados al ciclo de enfriamiento y el impacto sobre el OD. Por lo que se solicita implementar las medidas necesarias para monitorear y gestionar el exceso de materia orgánica generado por la muerte de organismos dentro del ciclo de enfriamientos, y tener los planes de contingencia/emergencias pertinentes para cuando estas gestiones fallen, junto con al monitoreo frecuente de OD en el área de influencia del proyecto, con su correspondiente punto de control.

Observación 13:

Organismo: Servicio de Evaluación Ambiental, Regio de Antofagasta.
Documento: Carta SEA Antofagasta 20220210317 y 2do Informe Titular GOEEA 03/2022
Tópico: Plan de prevención de contingencias y Plan de emergencia

En el punto 2 de la carta enviada por el SEA de Antofagasta al Titular³⁵ se indica:

- “ii. Se solicita al titular presentar un Plan de prevención de contingencias y un Plan de emergencia para el caso de descargas de CLR en el circuito de refrigeración que sobrepase los niveles indicados en el Proyecto Original (0,01 mg/L).
- iii. Se solicita al titular presentar actualizado el Plan de prevención de contingencias y el Plan de emergencia con todas las modificaciones e incorporaciones a lo ya contenido en la RCA N° 290/2007.”

Ante esto el Titular responde en su 2do Informe:

“[...] tampoco es factible incorporar ajustar en el plan de prevención y/o contingencias del Proyecto dado que de acuerdo a la LBGMA solo se admiten ajustes en el plan de seguimiento de las variables ambientales.”³⁶

Sin embargo, en ningún pasaje de la Ley 19.300 hace referencia a que en un procedimiento de revisión bajo el art. 25 quinquies “solo se admitan ajustes al plan de seguimiento”. Es más, el referenciado artículo indica que todo el proceso es “*con el objeto de adoptar las medidas necesarias para corregir dichas situaciones*”, refiriéndose a la variación sustantiva de las variables respecto a lo proyectado.

En este sentido, el seguimiento de las variables se utiliza para evaluar si la variación es sustantiva, pero todo lo relacionado a dicha variable en revisión contenido en la RCA sería susceptible a modificación para poder subsanar dichas variaciones, como los Planes de Prevención y Contingencias; Planes de Emergencia, Medidas de Mitigación, reparación y compensación; e inclusive el Plan de Monitoreo Ambiental. En tanto tengan relación con las medidas en revisión.

Por lo que se solicita el cumplimiento de lo indicado por el SEA en la mencionada Carta al Titular.

³⁵ Carta SEA Antofagasta a Titular. Documento Digital N°: 20220210317 - Fecha: 07/01/2022. Pág. 1.

³⁶ 2do Informe Titular, GOEEA 03/2022. pág. 12.

Observación 14:

Documento: 1er Informe Titular GOEEA 23/2021
Variable: Cloro Libre Residual y área de influencia

En el punto 69 del 1er Informe del Titular, se indica:

“Así como se concluye en el informe técnico³⁷ acompañado, en general ha existido una correspondencia entre los valores de CLR encontrados en toda la zona de estudio, lo que indicaría que estas concentraciones no se asociarían directamente al funcionamiento del circuito de refrigeración del Proyecto.”³⁸

Agregando más adelante:

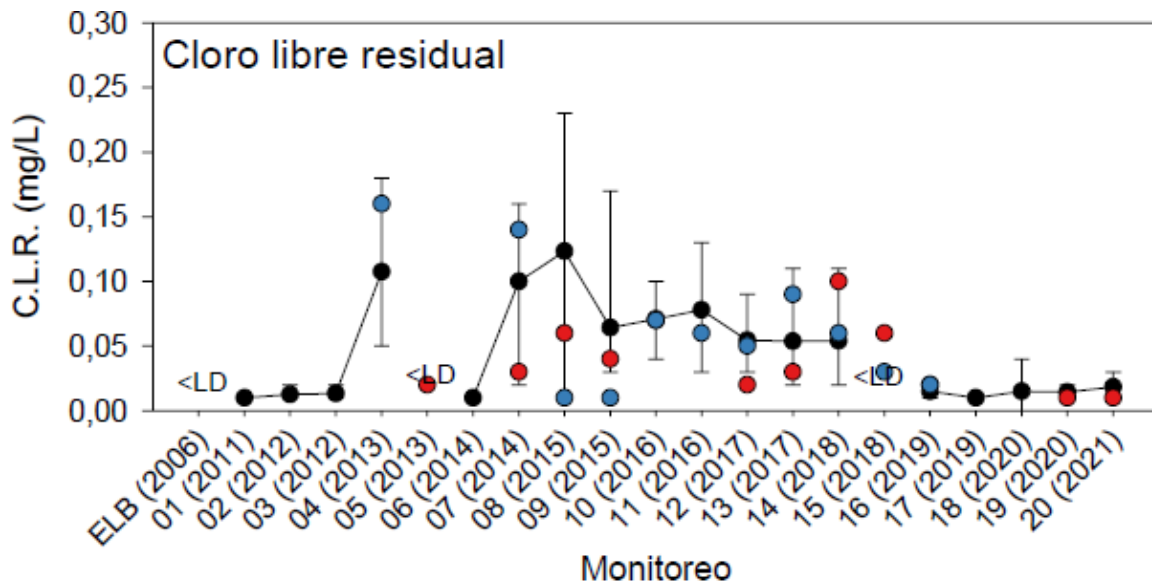
“74. Asimismo, y en relación a las mediciones in situ antes expuestas, los resultados han permitido demostrar una correspondencia entre las concentraciones de CLR en todas las estaciones monitoreadas en la columna de agua en el contexto del PVA, lo que demuestra que se trataría más bien de una situación propia de la bahía de Mejillones, en un área más amplia. [...]”³⁹

Analizando el contenido presentado en el referenciado Informe técnico, no existen fundamentos que sustenten esta afirmación, ya que en ningún momento se realiza una comparación entre el área de influencia y el ambiente fuera de esta. El objetivo de tener puntos de monitoreo dentro del área de influencia es, efectivamente, medir los parámetros que pueden ser impactados por el funcionamiento del proyecto, lo que implica una gran contradicción el decir que los valores dentro del área de influencia del proyecto no están relacionados con esta actividad. Esto sumado a que **no existe ningún punto de control fuera del área de influencia** para poder comparar, por lo que no se puede afirmar que los valores registrados corresponden a “una situación propia de la bahía” y no son causados por la actividad de la Central, ya que se carece de la información necesaria para realizar esta comparación. Además, se afirma una “correspondencia” entre las concentraciones de CLR sin ningún tipo de análisis de fondo, solo se presenta la gráfica citada en el punto 69, presentada a continuación:

³⁷ Véase figura N° 6 del Informe técnico, página 19.

³⁸ 1er Informe Titular GOEEA 23/2021, págs. 23-24.

³⁹ 1er Informe Titular GOEEA 23/2021, págs. 25.



Fuente: Oikos Chile (2011-2018); Ecotecnos (2019-2021)

<LD: Bajo el límite de detección (0,01 mg/L). La esfera negra representa el promedio de la concentración para cada monitoreo. Las barras de error representan la concentración máxima y mínima para cada monitoreo realizado. Las esferas de color **representan la concentración en la estación control (CA-6)** para el estrato de superficie (rojo) y de fondo (azul).

Figura 6. Variación temporal de la concentración de cloro libre residual (mg/L). PVA Semestral N° 20 Central Termoeléctrica Angamos. Bahía Mejillones, primer semestre de 2021.

[Destacado propio].

De la cual no se puede desprender ningún tipo de análisis comparativo, más que un promedio de la medición de CLR todas las estaciones de monitoreo, sin hacer distinción en la profundidad, en función de los informes presentados como cumplimiento del PVA. Y de manera separa presenta los resultados de la estación CA-6, la cual al encontrarse dentro del área de influencia no corresponde a una estación control, separada en estrato profundo y superficial.

En primer lugar, para realizar la comparación, dicho análisis requiere, como se mencionó con anterioridad, la existencia de un punto control. Y segundo, comparar el comportamiento del analito en cada estrato, debido a la estratificación de la columna de agua marina, no comparar un promedio de todos los datos con un "control" separado en fondo y superficie.

Por lo que se solicita no considerar la afirmación presentada por el Titular, ya que esta carece de todo fundamento al no realizar los análisis pertinentes. Recalcando que es imposible que determine que los valores obtenidos son propios de la bahía si carece de las estaciones de monitoreo control pertinentes para recopilar dicha información.

Observación 15:

Documento: 1er Informe Titular GOEEA 23/2021

Variable: Cloro Libre Residual

En el informe presentado por el Titular se abordan los resultados de los análisis de CLR entregados en el Informe Técnico anexo a este. Donde se estudia tanto los valores presentados en los informes de monitoreo ambiental para el medio marino, del que presenta un grafio comparativo, como el contenido de cloro dentro del ciclo de enfriamiento del cual hace un análisis estadístico. De esto último cabe destacar que, el contenido de cloro dentro del ciclo de enfriamiento no es una variable ambiental, por lo que determinar la variación sustantiva en este es irrelevante para la revisión de la RCA. Por lo que no es adecuado indicar que no hay diferencias significativas en la variación del CLR en em ambiente, más aún cuando en la ley no se especifica que este análisis deba tener un carácter estadístico, ya que, como se desarrollará más adelante, es difícil conseguir las premisas básicas para poder realizar este tipo de análisis donde se debe cumplir con distintos supuestos estadísticos y metodológicos mínimos, separando lo que es una diferencia “estadísticamente significativa” de una “variación sustantiva”.

A partir de estos análisis en Titular indica:

“70. Luego, y con el fin de determinar si las variaciones en las concentraciones de CLR, medidos en la captación y en la descarga, han tenido variaciones sustantivas, entendiendo esto como variaciones estadísticamente significativas, se llevó a cabo un análisis estadístico de la información. Esta es la única manera que se tiene para verificar que una variable presenta o no variaciones sustantivas a lo largo de los distintos monitoreos.”⁴⁰

Aclarando que los puntos de monitoreo de captación y descarga a los que se refiere el informe están dentro del circuito de refrigeración de la central, y no corresponden a mediciones realizadas en el medio marino. Y que, como indica el Informe Técnico:

“Es importante mencionar que la presencia de cloro libre residual en la aducción, se genera como subproducto de la dosificación de hipoclorito al comienzo del sistema de succión (sifón), pues dada la configuración del sistema, no existe acceso para poder medir el cloro en el agua de mar de ingreso previo a la dosificación.”⁴¹

Se reitera que la sustantividad de estas variaciones solo es relevante para describir la capacidad de mantener los niveles de cloro estables dentro del sistema de enfriamiento, o la calidad de sus RILEs, ya que ni siquiera contempla la concentración de CLR inicial contenida en el agua de mar captada. Por lo que la aseveración de que “*Esta es la única manera que se tiene para verificar que una variable presenta o no variaciones sustantivas a lo largo de los distintos monitoreos*” carece de sentido en lo referente a esta revisión, ya que no está describiendo el ambiente, y no se estipula en ninguna parte la necesidad de “significancia estadística” Además, el titular al momento de analizar las variables medidas *in situ* en el medio marino, cuya variación si son de conocimiento de esta revisión, no realiza ningún análisis estadístico, ni para este ni para ningún otro parámetro, entrando en una contradicción con sus propios argumentos.

⁴⁰ 1er Informe Titular GOEEA 23/2021, págs. 24.

⁴¹ Informe Técnico: “Análisis histórico de las variables de calidad de la columna de agua y de las comunidades bentónicas submareales, Bahía de Mejillones, Central Térmica Angamos, Región de Antofagasta”. Por Ecotecnos, junio 2021. Pág. 12.

Continuando con el tema de la significancia estadística, el titular señala que:

“71. Para ello, se aplicó un test de Lavene, con el fin de determinar si los datos presentan homogeneidad de varianza, y el resultado de dicho test fue no significativo, concluyéndose que se cumple con el requisito de homogeneidad. Esto es necesario de realizar, pues se debe verificar si a los datos puede o no aplicarse un análisis estadístico del tipo paramétrico, como un test de Análisis de Varianza (“ANOVA”), en cuyo caso se debe demostrar la homogeneidad de varianza, o en caso contrario, debe realizarse un test no paramétrico, como el de Kruskal-Wallis. En dicho contexto, es posible aplicar un Test de ANOVA al conjunto de la serie histórica de datos. El resultado se presenta en la Tabla 2 del Informe, el cual concluye con un resultado **no significativo**, es decir, que no existen diferencias estadísticas significativas en los datos históricos de CLR a lo largo de los monitoreos de la captación y la descarga, en definitiva, no hay diferencias sustantivas en los niveles de CLR medidos en la captación y en la descarga desde el 2011 a la fecha, tanto entre tratamientos (entre la descarga y la captación), como entre monitoreos (dentro de tratamiento).”⁴²

Para este punto cabe aclarar que, entre otros análisis para determinar si los datos son aptos para ser procesados estadísticamente, es necesario evaluar si estos cumplen los supuestos para determinar el uso de un test paramétrico o no-paramétrico, los cuales son **tres**: (1) Normalidad de los datos, y la más determinante en el uso de un test paramétrico, no la homocedasticidad como se indica en el referido informe; (2) homocedasticidad (homogeneidad), cuyo test es definido según el resultado del test de Normalidad; y (3) independencia de las variables, que en este caso al ser replicas al comparar el mismo punto en el tiempo es necesario evaluar la independencia de los datos para determinar el tipo de test estadístico a utilizar. Cada supuesto requiere su propio test estadístico, por lo que el uso de solo un test de Levene no es suficiente para determinar si se puede aplicar un test paramétrico como lo es el ANOVA. Por lo que los resultados obtenidos a partir del análisis de ANOVA **no son válidos**, ya que no se determina correctamente el test estadístico adecuado para hacer dicho análisis.

Concluyendo en su Informe que:

“73. Por lo tanto, en razón de lo antes expuesto es posible concluir que estadísticamente, si bien existen diferencias en las concentraciones del CLR que fue medido en la captación con respecto a la descarga del efluente, los valores obtenidos en ambas no son significativos, **por lo que no se han verificado variaciones sustantivas en los monitoreos efectuados sobre dicha variable a lo largo del tiempo.**”⁴³

Según lo expuesto anteriormente, es erróneo afirmar que “*no se han verificado variaciones sustantivas en los monitoreos efectuados sobre dicha variable a lo largo del tiempo*”, reiterando que, este análisis carece de validez para la revisión ya que es dentro de la Central y no en el medio marino. Sumando a que, en el 3er informe presentado por la Gobernación Marítima, se analiza el diferencial de CLR entre la captación y la descarga encontrando un diferencial positivo, concluyendo que “*el determinar un diferencial positivo, estaría revelando que dicho analito está*

⁴² 1er Informe Titular GOEEA 23/2021, págs. 24.

⁴³ 1er Informe Titular GOEEA 23/2021, págs. 25.

*siendo aportado por dicha fuente emisora en forma particular*⁴⁴, refiriéndose a la Central Termoeléctrica Angamos.

Es importante saber que, si bien el CLR presenta una “naturaleza lábil”, este comportamiento solo se presenta en las primeras horas en que el contenido de CLR es vertido al mar, **posteriormente la dispersión de este se vuelve muy lenta**, generando una acumulación del compuesto en el ambiente marino^{45,46,47}. Por lo que, independiente de la concentración que esté presente dentro del circuito de enfriamiento y al momento de ser vertido al mar, una parte quedará en la columna de agua, aumentando con cada descarga, contaminando el medio ambiente marino circundante, generando la misma acción biocida que producía dentro del circuito de refrigeración.

Por último, es importante mencionar que el CLR es solo una parte del cloro total. El ácido hipocloroso (HClO) es un ácido débil que se disocia a hipoclorito (ClO⁻) en el agua, según un equilibrio condicionado por el valor del pH, siendo la suma de estas dos formas constituye lo que se llama el cloro libre. Y por otro lado, existe el cloro combinado, que es el resultado de la combinación del cloro libre con el amoníaco y materia orgánica nitrogenada que contiene el agua. La suma del cloro libre y el cloro combinado constituye el cloro total. Por lo que en realidad solo se está evaluando parcialmente los efectos de la descarga de cloro en las aguas marinas y las especies que residen en estas, al no considerar los efectos de los compuestos orgánicos clorados que se están descargando a la bahía.

Por lo que se le pide a la autoridad aclarar que, la diferencia “no significativa” respecto a CLR no corresponden a un análisis de la variable en el medio marino, si no en el circuito de enfriamiento, y que dicho análisis carece de validez. También en el Informe Técnico presentado por el Titular, se indica que no hay ningún sistema de monitoreo para registrar el nivel de cloro contenido en el agua de mar captada, por lo que se solicita colocar un dispositivo de monitoreo para mantener un registro continuo del nivel de CLR en el agua que ingresa al sistema de refrigeración previo al proceso de cloración, para que esta sea en función del contenido preexistente en el agua y no sobrecargar las descargas de cloro, junto con tener conocimiento del diferencial de cloro aportado por la descarga, junto con requerirse la evaluación del impacto que genera el Cloro Total, es decir, considerar el efecto de los compuestos orgánicos clorados que son liberados al ambiente producto de la conjugación del CLR con la materia orgánica contenida en el agua de mar y la generada producto de la muerte de organismos dentro del circuito de enfriamiento.

⁴⁴ G. M. Anto. ORDINARIO N° 12.600/16/CEA, 11 FEB 2022. Pág. 3.

⁴⁵ Wong, G.T.F. and Davidson, J.A. (1977). The fate of chlorine in sea-water. *Water Res.*, 11: 971-978.

⁴⁶ Wong, G.T.F. (1982). Factors affecting the amperometric determination of trace quantities of total residual chlorine in seawater. *Environ. Sci. Technol.*, 16: 785-790.

⁴⁷ Wong, G.T.F. and Oatts, T.J. (1984). Dissolved organic matter and the dissipation of chlorine in estuarine water and seawater. *Water Res.*, 18: 501-504.

Observación 16:

Documento: 1er Informe Titular GOEEA 23/2021

Variable: Oxígeno Disuelto

En el 1er Informe del Titular, respecto a la dinámica del Oxígeno Disuelto se indica:

“79. ...En la zona costera de Mejillones, esta distribución de masas de agua se ve modificada por los eventos de surgencia, en que el patrón de vientos hacia el norte, particularmente durante la época de primavera-verano, en conjunto con el efecto Coriolis, produce que el Agua Ecuatorial Subsuperficial sea transportada hacia la costa y hacia la superficie (Sobarzo & Figueroa 2001), generando eventos de **baja concentración de oxígeno** en toda la columna de agua, en conjunto con un alto contenido de nutrientes que favorece la aparición de florecimientos algales o bloom de fitoplancton, los cuales producen una alta carga de materia orgánica, reduciendo aún más la concentración de oxígeno en la bahía de Mejillones (Rodríguez et al. 2009). [...]”⁴⁸

Sin embargo, la baja concentración de oxígeno generada por el efecto de la Zona de Mínimo Oxígeno (ZMO)⁴⁹, producida por la influencia del Agua Ecuatorial Subsuperficial, descrita para la Bahía de Mejillones se presenta entre los 20 a 30 metros de profundidad en verano y entre los 40 y 55 metro en invierno⁵⁰, lo que implicaría que este fenómeno no debiese afectar las estaciones de monitoreo que se encuentran entre los 13 y 18 metros de profundidad (incluyendo la estación CA-6), en ninguna época del año, pudiendo influenciar levemente las estaciones CA-4 y CA-5, de 20 y 23 metros de profundidad, respectivamente, en verano. Quedando todas las estaciones fuera de la influencia de la ZMO en invierno, al presentar todas profundidades bajo los 24 metros⁵¹. Por lo que los bajos niveles de oxígeno son atribuibles a otras causas fuera de la dinámica de la ZMO debido a lo poco profundo de las estaciones de monitoreo, como lo sería, la demanda biológica de oxígeno para degradar el excedente de materia orgánica descargada por el circuito de enfriamiento de la central.

Además, para poder asociar la baja en las concentraciones de OD a los florecimientos algales, es primero necesario probar la ocurrencia de estos, y asociar su dinámica, particularmente la muerte de los organismos y su descomposición, con el momento en que se realizó el muestreo de OD para el monitoreo, lo que no se puede realizar con el esquema de monitoreo planteado en el Plan de Seguimiento. Esto ya que existen pasos previos y tiempo entre un florecimiento algal y una disminución en el oxígeno disuelto en el fondo a causa de este. Debido a que en pleno florecimiento, con las células vivas, el único momento en que se generaría una baja de OD sería durante la noche, en el estrato superficial, cuando estas pasan a la fase oscura de la fotosíntesis (consumiendo oxígeno y liberando CO₂), fenómeno que no sería registrado dado

⁴⁸ 1er Informe Titular GOEEA 23/2021, pág. 27.

⁴⁹ Strubb P, J Mesias, V Montecinos, J Rutlant & S Salinas. 1998. Coastal ocean circulation off western South America. Coastal segment. In: A.R. Robinson and K.H. Brink (eds.). The Sea, Vol. 11: 273-313.

⁵⁰ Guíñez M, J Valdés & A Sifeddine. 2010. Variabilidad espacial y temporal de la materia orgánica sedimentaria, asociada a la Zona de Mínimo Oxígeno (ZMO), en un ambiente costero del norte de la corriente de Humboldt, bahía Mejillones, Chile. Lat. Am. J. Aquat. Res., 38(2): 242-253.

⁵¹ Programa de Vigilancia Ambiental Central Termoeléctrica Angamos Monitoreo Semestral, monitoreo N° 4 primer semestre de 2013. Por Oikos Chile S.A. Pág. 4, Tabla 2.2. Red de estaciones de monitoreo marino. Monitoreo Semestral del PVA Central Angamos. Bahía Mejillones del Sur, Región de Antofagasta. Marzo 2013.

que los monitoreos regularmente son realizados durante el día. Posteriormente, cuando mueren las células de este florecimiento a causa del agotamiento de recursos (de días a meses) se produce una gran mortandad, donde recién en esa instancia las células muertas comienzan a degradarse, aportando al consumo de OD en la columna de agua. Además, no se hace mención en ningún momento que en los monitoreos de plancton realizados en el marco del PVA se hayan presentado florecimientos algales, por lo que esta causa quedaría descartada.

Por lo que se solicita evaluar efectivamente la contribución de la CT Angamos en la disminución del oxígeno disuelto en el área de influencia, ya sea por efectos en la demanda biológica de oxígeno por la descarga de materia orgánica u otras vías, viéndose estos efectos más fuertemente en la tendencia a la disminución en el oxígeno disuelto superficial. Ya que, como indica la literatura, la profundidad en la que se ubican las estaciones de monitoreo en es estrato profundo estarían escasamente influenciadas por la ZMO en verano, y fuera de su influencia en invierno, y sin ningún efecto en el estrato superficial.

Observación 17:

Documento: 1er Informe Titular GOEEA 23/2021

Variable: Oxígeno Disuelto

En el 1er Informe presentado por el Titular, este afirma que no existiría definición para la condición ambiental de “anoxia” e “hipoxia”:

“80. En relación con lo que indica la Resolución de Inicio, en términos que *“al registrarse valores bajo los 4 mg/l de oxígeno disuelto, genera condiciones que permiten la posibilidad de provocar situaciones de anoxias o hipoxias, pudiendo producirse la muerte masiva de organismos anaerobio o desaparición de organismos”*, no existe en los autores científicos, un consenso acerca de la definición de estos términos, por lo tanto, si bien durante el desarrollo del PVA del Proyecto, se han observado eventos de bajas concentraciones de oxígeno producto de la dinámica costera recién descrita, no es posible hablar de eventos de hipoxia o anoxia como lo indica el SEA, por no existir un consenso científico [...].”⁵²

Al respecto se destaca la respuesta proporcionada por la SEREMI del Medio Ambiente, Región de Antofagasta:

“En otro ámbito, en la literatura citada respecto de los fenómenos y/o eventos de hipoxia o anoxia, en el primer caso, los estudios están referidos a zonas muertas en aguas profundas y proponen umbrales de hipoxia en base a unidades comparables, entre otros aspectos; y en el segundo caso, el estudio se refiere a zonas costeras afectadas por hipoxia, analizando las respuestas de los ecosistemas a los diferentes procesos de recuperación de bahías emblemáticas afectadas por estos fenómenos. Por lo que hay conocimiento de la ocurrencia del fenómeno ya que se analiza profusamente en la literatura científica. En ese contexto, resulta contradictorio indicar que “no es posible hablar de hipoxia o anoxia” por el sólo hecho de no estar definidos por consenso científico, pues a partir de la revisión de la literatura citada y de muchas otras desarrolladas por científicos chilenos, se observa que se trata de un fenómeno observado, estudiado y por ende reconocido científicamente.”⁵³

⁵² 1er Informe Titular GOEEA 23/2021, pág. 27.

⁵³ ORD. 141/2021. Informe SEREMI Medio Ambiente. Págs. 2-3.

Por lo que se sugiere que el Titular tenga en consideración las definiciones entregadas por la SEREMI de Medio Ambiente.

Observación 18:

Documento: 1er Informe Titular GOEEA 23/2021

Variable: Oxígeno Disuelto

Respecto al aporte de materia orgánica, el Titular en su primer informe indica:

“81. En razón de lo antes expuesto, es posible concluir que la dinámica de la concentración de oxígeno en la columna de agua en la zona de estudio se encuentra determinada por fenómenos oceanográficos de gran escala espacial, y dado que la operación del circuito de refrigeración no contempla la adición de ningún tipo de aditivo orgánico, manteniéndose además bajo control la formación de organismos dentro del sistema, mediante la adición de antifouling inorgánicos (hipoclorito de sodio), es posible afirmar que la operación del Proyecto **no genera efectos en la concentración de oxígeno en la columna de agua y sus variaciones son inherentes a la dinámica propia de la bahía de Mejillones [...].”⁵⁴**

El argumentar que no se adiciona ningún compuesto orgánico al ciclo de refrigeración no descarta el que este se genere a partir del contenido biológico de las aguas marinas que pasan a través de este circuito, ya que no existe ningún sistema que prevenga el ingreso de organismos planctónicos, ni la muerte de estos al adicionar biocidas (como se menciona en el mismo texto, se adicionan compuestos antifouling inorgánicos para evitar la proliferación de organismos dentro del circuito), o al enfrentarse a las altas temperaturas, produciendo un aumento en la materia orgánica disponible al contribuir con los restos de estos organismos muertos.

Por esto mismo, no es posible afirmar que el proyecto no genera efectos sobre la concentración de OD en la columna de agua, ya que la materia orgánica generada a partir de la muerte de individuos en el sistema de refrigeración inevitablemente será degradada, consumiendo oxígeno, aumentando la demanda de OD sobre la requerida por los procesos naturales de la bahía. Esto sumado a que no se puede afirmar que el proyecto no aporta materia orgánica sin evaluar adecuadamente la cantidad de microorganismos que ingresan al sistema de enfriamiento y la cantidad de materia orgánica que se produce a partir de su muerte al salir de este. Por lo que decir que el proyecto no genera materia orgánica, y que esta no consume oxígeno es una afirmación sin ningún tipo de base o respaldo al carecer de una evaluación a partir de datos concretos y reales. Como se argumentó en otra observación, debido a la escasa profundidad de los puntos de monitoreo (inferiores a 24 m⁵⁵) es baja la influencia de fenómenos oceanográficos de bajo contenido de oxígeno disuelto en el estrato profundo y nulo en el superficial, por lo que el impacto generado por la materia orgánica descargada por el proyecto es una causa factible para describir la disminución de OD en la columna de agua.

⁵⁴ 1er Informe Titular GOEEA 23/2021, págs. 27-28.

⁵⁵ Programa de Vigilancia Ambiental Central Termoeléctrica Angamos Monitoreo Semestral, monitoreo N° 4 primer semestre de 2013. Por Oikos Chile S.A. Pág. 4, Tabla 2.2. Red de estaciones de monitoreo marino. Monitoreo Semestral del PVA Central Angamos. Bahía Mejillones del Sur, Región de Antofagasta. Marzo 2013.

Además, la ubicación de la bocatoma (y el proyecto en general) está en un sector donde se presenta una alta productividad primaria, situación que ha sido mencionada en reiteradas ocasiones en distintos documentos de este proceso de revisión, a causa del mismo fenómeno de surgencia. Lo que implicaría una alta concentración de biomasa en el plancton que es succionado por el sistema de enfriamiento, el cual es descargado en los RILes como materia orgánica fresca lista para iniciar el proceso de descomposición.

Por lo que se solicita realizar monitoreos respecto a la cantidad de biomasa captada por el circuito de enfriamiento y la materia orgánica descargada luego de este. Esperando la implementación de medidas correspondientes para la gestión del exceso de materia orgánica descargada al ambiente, junto con la medición *in situ* de la demanda biológica de oxígeno que requiere su degradación en el punto de descarga.

Observación 19:

Documento: 1er Informe Titular GOEEA 23/2021

Variable: Oxígeno Disuelto

Respecto a la variación en el oxígeno disuelto, el Titular indica en su 1er informe:

“82. [...] A la misma conclusión, arribamos para el caso del oxígeno disuelto, toda vez que los datos antes expuestos han permitido evidenciar que la dinámica de la concentración de oxígeno en la columna de agua del área monitoreada, se encuentra determinada por fenómenos oceanográficos de gran escala espacial, y sus variaciones son inherentes a la dinámica propia de la bahía de Mejillones.”⁵⁶

Al no existir una estación de control, ya que la denominada “control o referencial” está dentro del área de influencia, eliminando la característica de “control”, cualquier comparación entre esta y otras estaciones queda invalida, contando solo como otra estación de monitoreo más. Esta situación, se evidencia al menos desde el monitoreo N° 4, del año 2013, siendo este el primer monitoreo disponible en el SNIFA. Lo que hace imposible afirmar que esta sea una situación que se dé de manera general en la bahía, al no tener registros equivalentes fuera del área de influencia para comparar.

Además, la baja concentración de oxígeno generada por el efecto de la Zona de Mínimo Oxígeno (ZMO)⁵⁷, descrita para la Bahía de Mejillones se presenta entre los 20 a 30 metros de profundidad en verano y entre los 40 y 55 metro en invierno⁵⁸, lo que implicaría que este fenómeno no debiese afectar las estaciones de monitoreo que se encuentran entre los 13 y 18 metros de profundidad (incluyendo la estación CA-6), en ninguna época del año, pudiendo influenciar levemente las estaciones CA-4 y CA-5, de 20 y 23 metros de profundidad, respectivamente, en verano. Quedando todas las estaciones fuera de la influencia de la ZMO en

⁵⁶ 1er Informe Titular GOEEA 23/2021, pág. 28.

⁵⁷ Strubb P, J Mesias, V Montecinos, J Rutlant & S Salinas. 1998. Coastal ocean circulation off western South America. Coastal segment. In: A.R. Robinson and K.H. Brink (eds.). The Sea, Vol. 11: 273-313.

⁵⁸ Guíñez M, J Valdés & A Sifeddine. 2010. Variabilidad espacial y temporal de la materia orgánica sedimentaria, asociada a la Zona de Mínimo Oxígeno (ZMO), en un ambiente costero del norte de la corriente de Humboldt, bahía Mejillones, Chile. Lat. Am. J. Aquat. Res., 38(2): 242-253.

invierno, al presentar todas profundidades bajo los 24 metros⁵⁹. Por lo que los bajos niveles de oxígeno son atribuibles a otras causas fuera de la dinámica de la ZMO debido a lo poco profundo de las estaciones de monitoreo, como lo sería, la demanda biológica de oxígeno para degradar el excedente de materia orgánica descargada por el circuito de enfriamiento de la central.

Por lo que se solicita que el Titular evalúe efectivamente la influencia de la Central Termoeléctrica Angamos sobre la disponibilidad de oxígeno disuelto, y no solo atribuir su variación a la dinámica de la bahía sin realizar ningún análisis al respecto, lo cual de todos modos es complicado debido a la falta de datos “control” fuera del área de influencia del proyecto que sean comparables con las mediciones presentadas en los monitoreos del PVA.

Observación 20:

Documento: 1er Informe Titular GOEEA 23/2021

Variable: Oxígeno Disuelto y Comunidades Submareales

En el 1er informe presentado por el titular, atribuye las diferencias obtenidas en los monitoreos a cambios en el oxígeno disuelto por fenómenos oceanográficos de gran escala:

“87. [...] Así, la alta producción primaria en el ecosistema asociado a la corriente de Humboldt suele provocar que el oxígeno disuelto se vuelva un elemento limitante bajo ciertas condiciones oceanográficas. Al acercarse a la costa, estas “zonas mínimas de oxígeno” impactan fuertemente sobre la estructura comunitaria, incluso pudiendo generar importantes disminuciones en la diversidad beta del sector. Sumado a lo anterior, es posible que una pequeña parte de estas diferencias sean atribuibles exclusivamente al procedimiento de muestreo, tanto en la etapa de recolección del material, como durante la identificación de los especímenes.”⁶⁰

Sin embargo, más adelante, se hace referencia a una aproximación estadística presentada en el Informe Técnico, donde se concluye que la estructura comunitaria presenta una “**distribución poco determinada por el contenido de oxígeno disuelto** registrado en las capas más profundas de la columna de agua”⁶¹. Lo que implicaría, que según su propio análisis, los cambios observados en las comunidades submareales no estarían condicionados por la disposición de oxígeno, anulando el argumento entregado inicialmente donde se atribuye a este fenómeno los cambios. Por lo que, o el análisis estadístico es errado (a discutir más adelante), no hay influencia de ZMO en los puntos de monitoreo (argumentado en otras observaciones, o efectivamente la literatura científica esta errada y no existe relación entre la concentración de OD y la estructura comunitaria.

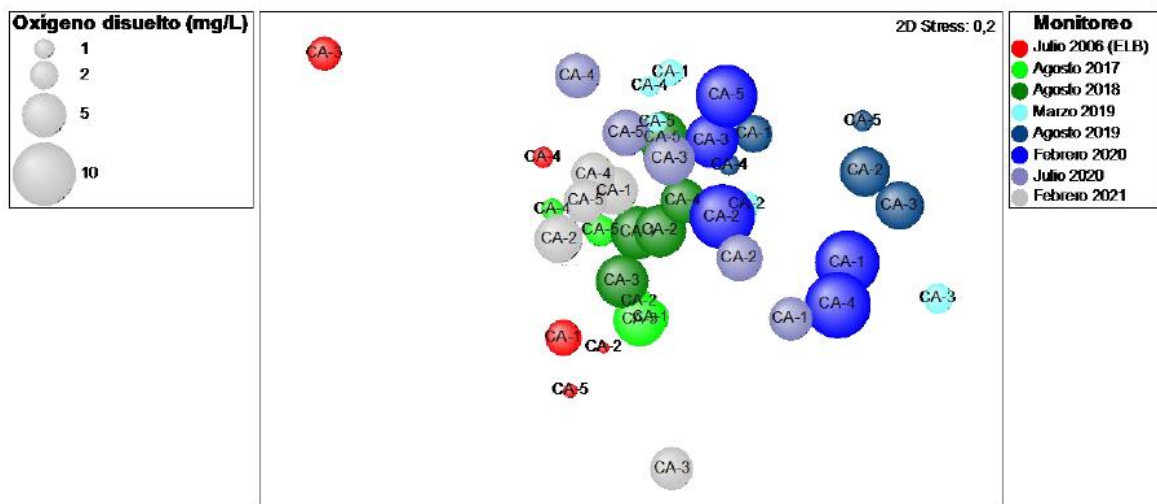
⁵⁹ Programa de Vigilancia Ambiental Central Termoeléctrica Angamos Monitoreo Semestral, monitoreo N° 4 primer semestre de 2013. Por Oikos Chile S.A. Pág. 4, Tabla 2.2. Red de estaciones de monitoreo marino. Monitoreo Semestral del PVA Central Angamos. Bahía Mejillones del Sur, Región de Antofagasta. Marzo 2013.

⁶⁰ 1er Informe Titular GOEEA 23/2021, pág. 29.

⁶¹ Informe Técnico: “Análisis histórico de las variables de calidad de la columna de agua y de las comunidades bentónicas submareales, Bahía de Mejillones, Central Térmica Angamos, Región de Antofagasta”. Por Ecotecnos, junio 2021. Pág. 24.

Con respecto a esta “aproximación estadística”, primero: es importante señalar que el número de muestras es determinante para comprobar la veracidad de una hipótesis estadística, lo que no se cumple al utilizar solo un monitoreo por temporada por año, es decir $n=1$ para cada temporada de cada año, como se muestra en el gráfico presentado más adelante (Fig. 7), por lo que implica que esto no tiene ningún valor estadístico real; segundo, se mezclan en un mismo análisis todas las especies que componen la comunidad, cuando la comunidad a mostrado cambiar en el tiempo su composición y abundancia, por lo que los cambios en especies tolerantes pueden “enmascarar” cambios en especies más sensibles; y tercero, este análisis no considera los efectos a largo plazo que generan los cambios ambientales sobre las comunidades, ni considera sus historias de vida, solo analiza un momento x en el que la comunidad presenta cierta composición en función de una concentración x de OD, cuando a partir de ese momento, si efectivamente se generan impactos sobre las comunidades, se pudo traducir en cambios a futuro en la historia de vida de esos individuos, como la disminución en el reclutamiento, desagregación de la cadena trófica, etc.. Cambios que no son perceptibles analizando puntualmente un valor de OD con un valor x de la composición comunitaria, ya que potencialmente los cambios en OD registrados en el monitoreo anterior, o el equivalente del año anterior (cambiando la escala según la temporalidad de las etapas de su ciclo de vida), se pudo traducir en la condición que presenta la comunidad en la actualidad, sin tener relación con la concentración de OD actual, si no con los valores que haya presentado con anterioridad.

La forma correcta de realizar este análisis sería evaluar la relación entre la disponibilidad de OD y cada una de las especies registradas en el monitoreo, en función de su abundancia y la estación en que se realizó la campaña. Presentar todos los componentes juntos no permite de ningún modo observar los cambios que se general a nivel específico, que es lo que afecta la estructura de la comunidad, ya que la diversidad puede mantenerse en el tiempo, con composiciones muy distintas, y la abundancia puede enmascararse al cambiar la abundancia específica de modo que no se afecte los valores del grupo.



Fuente: Ecotecnos

Figura 7. Representación gráfica de la estructura comunitaria de la macrofauna submareal por campaña (nMDS), asociada a los niveles de oxígeno disuelto en el estrato de fondo de la

columna de agua. Donde claramente se indican los meses de los monitoreos, tanto de verano como de invierno.⁶²

Por lo que estos resultados carecen de sustento suficiente para determinar que las comunidades bentónicas no hayan variado sustantivamente debido a la variación del OD en el medio, y en caso de ser demostrado siguiendo una metodología pertinente, de todos modos, es necesario evaluar otros compuestos que pueden afectar la biodiversidad, como el cloro libre residual, el pH, o el efecto sinérgico de cada uno con el OD, o todos en su conjunto.

Pese a esto, solo se argumenta que las variaciones expuestas en el documento de inicio a la revisión son **“totalmente natural, esperable e inherente a la dinámica de la bahía de Mejillones”**, más no se hace ningún tipo de comparación respecto a las proyecciones realizadas durante el proceso de Evaluación de Impacto Ambiental para este parámetro, lo que se debe a que **no existen dichas proyecciones**, ni ningún tipo de consideración respecto al comportamiento que tienen las comunidades submareales.

Por lo que se solicita evaluar efectivamente el impacto del OD, y los otros parámetros de medio marino en revisión y su posible sinergia, sobre los cambios en las comunidades submareales.

Observación 21:

Documento: 1er Informe Titular GOEEA 23/2021

Variable: Comunidades Submareales

“86. Existen diversas causas que pueden explicar este fenómeno, en primera instancia, es esencial aludir al comportamiento gregario de algunas de las especies mencionadas en la tabla elaborada en la Resolución de Inicio.”⁶³

El comportamiento de las especies presentadas en la línea base debió ser considerado dentro de las proyecciones realizadas sobre esta variable, por lo que es necesario que el proyecto actualice su Plan de Monitoreo Ambiental, y las medidas asociadas a esta variable, en función de un estudio de la dinámica y comportamiento de las comunidades descritas para su área de influencia.

Observación 22:

Documento: 2do Informe Titular GOEEA 3/2022

Variable: Comunidades Submareales

Respecto a la variación en las comunidades submareales, el Titular afirma, en su 2do Informe, que esto se debería a la estacionalidad:

“[...] las diferencias que podría haberse observado durante el transcurso del tiempo estarían relacionada con las variaciones propias de la estacionalidad del año y a una serie de otras posibles fuentes de variaciones biológicas, ecológicas y de muestreo,

⁶² Informe Técnico: “Análisis histórico de las variables de calidad de la columna de agua y de las comunidades bentónicas submareales, Bahía de Mejillones, Central Térmica Angamos, Región de Antofagasta”. Por Ecotecnos, junio 2021. Pág. 24.

⁶³ 1er Informe Titular GOEEA 23/2021, pág. 29.

que distan de posibles efectos producidos específicamente por el funcionamiento del Proyecto y, por tanto, se descarta una variación sustantiva asociada a su operación.”⁶⁴

Para dicho análisis se presentan en el Informe Técnico los siguientes gráficos de abundancia (Figura 9)⁶⁵ y diversidad (Figura 10)⁶⁶ :

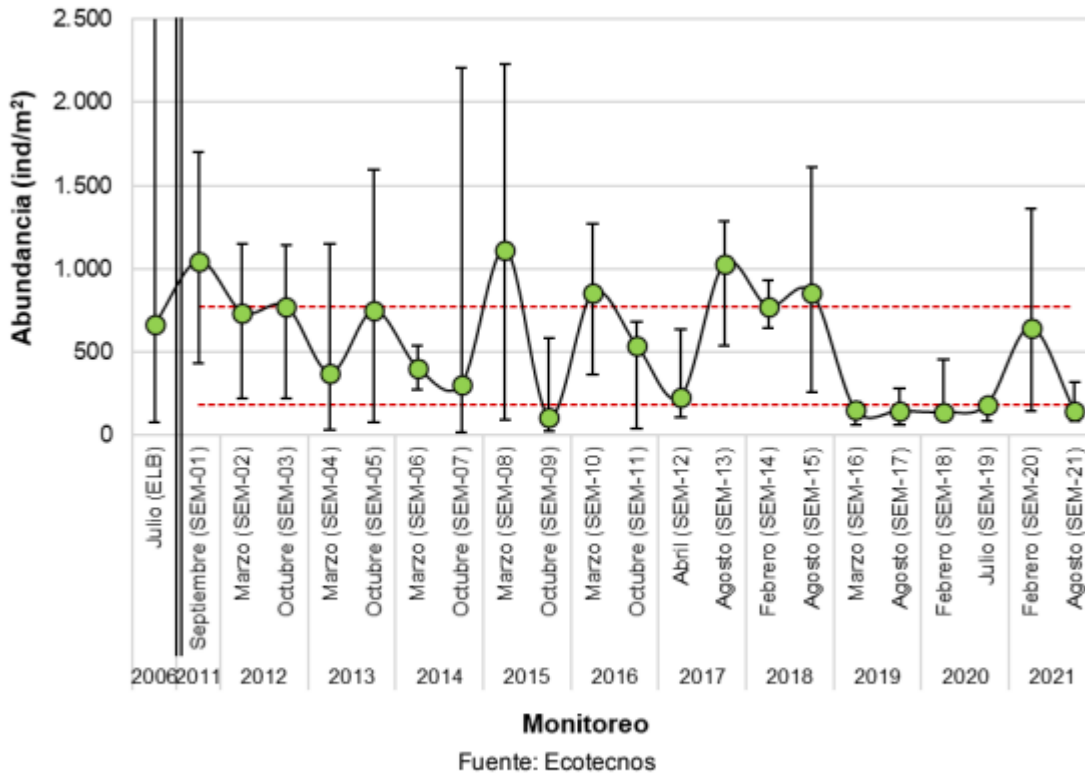


Figura 9. Fluctuación histórica de la abundancia de la macrofauna submareal. PVA Semestral, 2006-2021. Central Termoeléctrica Angamos. Bahía Mejillones.

⁶⁴ 2do Informe Titular GOEEA 3/2022, pág. 9.

⁶⁵ Informe Técnico: “Actualización análisis histórico de las variables de calidad de la columna de agua y de las comunidades bentónicas submareales y análisis del modelo de monitoreo Bahía de Mejillones, Central Térmica Angamos, Región de Antofagasta, enero 2022. Pág. 24, figura 9.

⁶⁶ Informe Técnico: “Actualización análisis histórico de las variables de calidad de la columna de agua y de las comunidades bentónicas submareales y análisis del modelo de monitoreo Bahía de Mejillones, Central Térmica Angamos, Región de Antofagasta, enero 2022. Pág. 25, figura 10.

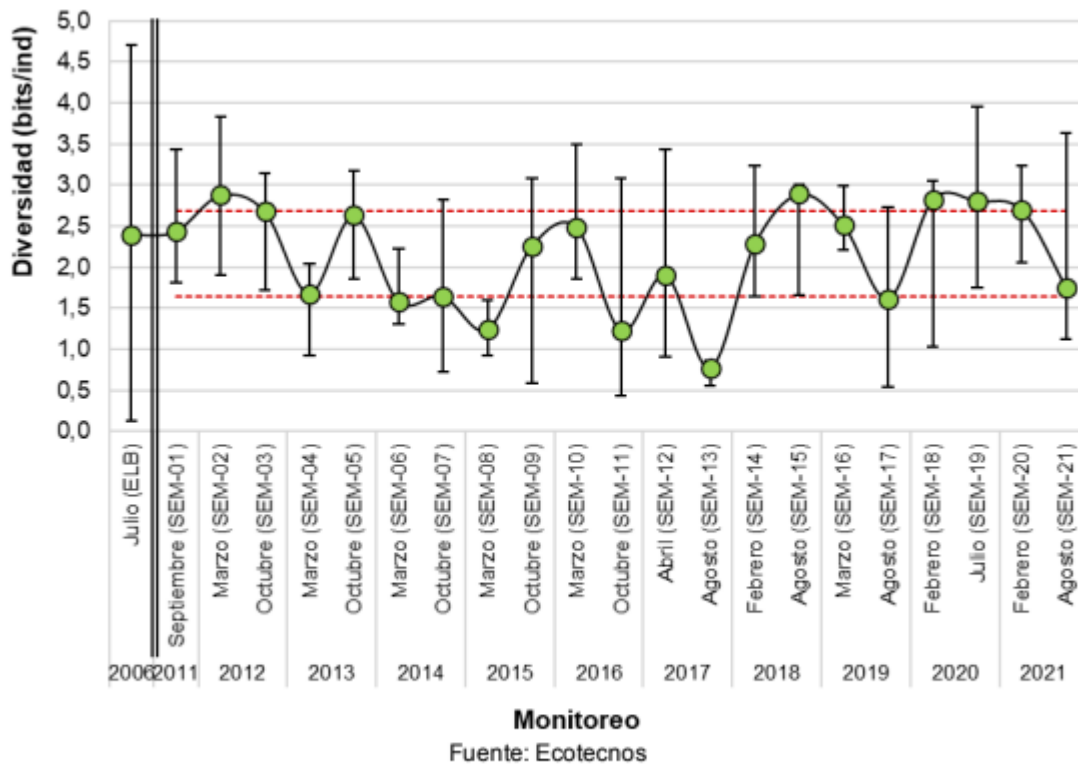


Figura 10. Fluctuación histórica de los valores de diversidad de la macrofauna submareal. PVA Semestral, 2006-2021. Central Termoeléctrica Angamos. Bahía Mejillones.

Indicando que “la mayor parte de los atributos ecológicos evaluados en la macrofauna submareal han oscilado ampliamente durante el transcurso del Programa de Vigilancia Ambiental, sin mostrar una clara tendencia en todo este tiempo”. Y que, para determinar si las oscilaciones de la estructura comunitaria responden más bien a cambios estacionales, se realizó un Análisis de Permutaciones y Múltiple ANOVA (PERMANOVA) (Clarke 1993, Anderson et al. 2008). Para el cual no se indica si los datos cumplen con los supuestos estadísticos necesarios para utilizar dicho test estadístico, ni como fueron estructurados los datos en el análisis. según dichos resultados, “para el conjunto de cambios a través del tiempo demuestran el efecto significativo de la temporalidad del muestreo sobre la estructura comunitaria”. Cuando a simple vista se puede ver que ni siquiera para los mismos meses se mantiene la misma abundancia o diversidad, además, al no respetar la temporalidad de los monitoreos (realizarlo siempre en el mismo mes/estación), en número de muestras para cada mes es sumamente bajo, lo que hace que cualquier prueba pierda poder estadístico. Entra entonces la duda si en dicho test se incorporó la temporalidad como distancia en meses (lo que corresponde, ya que entre marzo y octubre hay 7 meses y entre abril y agosto solo 4) o solo se consideró secuencialmente los monitoreos. Tampoco se indica si se tomaron los datos a nivel de especie o solo como diversidad para cada monitoreo.

Reiterando lo mencionado en observaciones anteriores, para ver si las variaciones están asociadas a algún parámetro, es necesario hacer un análisis a nivel específico, ya que la tolerancia de algunas especies puede enmascarar los cambios que puedan sufrir otras sensibles. La diversidad es un parámetro que se calcula a partir de la riqueza, y un monitoreo con especies A, B y C, presenta la misma riqueza que uno de especies D, E, y F, aunque la composición sea totalmente distinta. Lo mismo sucede para la abundancia, donde en un primer monitoreo puede haber 100 individuos/m² de la especie A, y 50 de la especie B, dando una abundancia de 150 individuos/m², y en otro monitoreo solo 150 individuos/m² de la especie C. Ambos monitoreos presentan la misma abundancia con estructuras totalmente diferentes. Por

lo que, si bien estos índices son una guía, es necesario evaluar a nivel específico los cambios en las comunidades.

Por lo que se solicita que los análisis para determinar el comportamiento de las comunidades submareales y su relación con los distintos parámetros de conocimiento de esta revisión sean realizados a nivel específico, describiendo adecuadamente la temporalidad en que se realizó el muestreo.

Observación 23:

Documento: 2do Informe Titular GOEEA 3/2022

Variable: Comunidades Submareales

Respecto a la variación de las comunidades submareales, el Titular indica en su 2do Informe:

“En relación a esta variable se indicó que la estructura comunitaria de la macrofauna submareal y sus variaciones, estaría poco determinada por el contenido de oxígeno disuelto registrado en las capas más profundas de la columna de agua, es decir, cualquier variación que se haya verificado en la concentración estacional de oxígeno disuelto en la columna de agua marina, no sería la fuente de variación de las comunidades bentónicas submareales [..].”⁶⁷

Sin embargo, y a pesar de fundamentar una ausencia de relación entre la disponibilidad de oxígeno disuelto y las comunidades submareales, en su informe técnico señala:

“Otro punto que es necesario resaltar, ante las diferencias temporales, lo constituye las condiciones ambientales al momento de efectuar el respectivo monitoreo. Así, la alta producción primaria en el ecosistema asociado a la corriente de Humboldt suele provocar que el oxígeno disuelto se vuelva un elemento limitante bajo ciertas condiciones oceanográficas (Rosenberg et al. 1983, Arntz et al. 1991). Al acercarse a la costa, estas “zonas mínimas de oxígeno” impactan fuertemente sobre la estructura comunitaria, incluso pudiendo generar importantes disminuciones en la diversidad beta del sector (Fajardo et al. 2018).”⁶⁸

Por lo que sus análisis, según sus propias referencias científicas, y el continuo discurso de que las variaciones en el oxígeno disuelto se deben a los fenómenos naturales mencionados en el párrafo anterior, concurren en una gran contradicción. Si la dinámica del OD en la bahía es natural y esta afecta la estructura comunitaria, implicaría que existe algún sesgo en los análisis realizados.

Sin embargo, y en consideración de las otras observaciones presentadas, la disponibilidad de OD en las estaciones de monitoreo no estarían siendo descritas por estas dinámicas oceánicas a gran escala, y el análisis para indicar que la disponibilidad de OD y la estructura comunitaria carecería de robustez. Por lo que se solicita hacer los análisis adecuados, con la metodología y tratamiento de datos pertinentes para determinar la relación entre estas variables.

⁶⁷ 2do Informe Titular GOEEA 3/2022, pág. 7.

⁶⁸ Informe Técnico: “Actualización análisis histórico de las variables de calidad de la columna de agua y de las comunidades bentónicas submareales y análisis del modelo de monitoreo Bahía de Mejillones, Central Térmica Angamos, Región de Antofagasta, enero 2022. Pág. 26.

Observación 24:

Documento: 2do Informe Titular GOEEA 3/2022

Variable: Oxígeno Disuelto

En el 2do Informe entregado por el Titular, refiriéndose a los resultados presentados en el segundo Informe Técnico, se indica que no es posible vincular la DBO con el funcionamiento de la Central Angamos:

“[...] es posible afirmar que la operación de la Central Termoeléctrica Angamos no genera efectos en la concentración de oxígeno en la columna de agua y sus variaciones son inherentes a la dinámica propia de la bahía de Mejillones y, por tanto, no es posible vincular a priori una relación entre la DBO5, los contenidos de oxígeno disuelto en la columna de agua y el funcionamiento de la CTA.”⁶⁹

Sin embargo, un poco más adelante concluye, que, según el mismo 2do Informe Técnico, se descartaría esta relación:

“Finalmente, se exponen los motivos que permiten descartar una relación entre la DBO5, los contenidos de oxígeno disuelto en la columna de agua y el funcionamiento del Proyecto.”⁷⁰

Esto es relevante, ya que el referenciado Informe Técnico indica:

“[...] no es posible vincular a priori una relación entre la DBO5 , los contenidos de oxígeno disuelto en la columna de agua y el funcionamiento de la CTA.”⁷¹

Se presenta una contradicción en la información entregada en este informe, ya que en primera instancia indica que no se puede vincular la DBO5 con el funcionamiento de la Central, y luego, contrario a lo especificado en el Informe Técnico, indica que se exponen motivos para descartar esta relación, afirmación que carece de sustento inclusive de su propio Informe Técnico.

Por lo que se solicita que el Titular cumpla con lo que se le fue encomendado por el SEA, y verifique, basado en los estudios pertinentes, la relación entre la DBO5 y su actividad.

⁶⁹ 2do Informe Titular GOEEA 3/2022, pág. 9.

⁷⁰ 2do Informe Titular GOEEA 3/2022, pág. 14.

⁷¹ Informe Técnico: “Actualización análisis histórico de las variables de calidad de la columna de agua y de las comunidades bentónicas submareales y análisis del modelo de monitoreo Bahía de Mejillones, Central Térmica Angamos, Región de Antofagasta, enero 2022. Pág. 32.