INFORME AMBIENTAL DE PROYECTO

“PLANTA POTABILIZADORA DE ÓSMOSIS INVERSA"

Aluar Aluminio Argentino S.A.I.C.

Puerto Madryn
Chubut, Argentina

Versión
Julio 2023

ÍNDICE DE CONTENIDOS

ÍNDICE DE CONTENIDOS 2

TABLAS 9

RESUMEN EJECUTIVO 11

1. Proponentes del Proyecto 11

2. Descripción del Proyecto 11

3. Ubicación del Proyecto 13

4. Etapas del Proyecto y principales impactos sobre el ambiente 14

6. Utilización de recursos naturales 21

7. Cuantificación y Caracterización de efluentes y residuos a generar 21

8. Inversión del Proyecto y requerimiento de mano de obra 22

9. Conclusión 22

INFORME AMBIENTAL DE PROYECTO 23

1. INTRODUCCIÓN 23

1.1. Metodología empleada para la elaboración del IAP 23

1.2. Autores 23

1.3. Marco legal, institucional y político 23

1.4. Personas entrevistadas y entidades consultadas 25

2. DATOS GENERALES 26

2.1. Empresas solicitantes 26

2.2. Responsable Técnico del Proyecto 26

2.3. Responsable Técnico Ambiental del Proyecto 26

2.4. Actividades principales de la empresa 26

3. UBICACIÓN Y DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO 27

3.1. Descripción general 27

3.2. Selección del sitio 39

3.2.1. Superficie requerida 39

3.2.2. Situación legal del predio 40

3.2.3. Vías de acceso 41

3.2.4. Colindancias del predio 42

3.3. ETAPA DE PREPARACIÓN DEL SITIO Y CONSTRUCCIÓN 44

3.3.1. Programa de trabajo 44

3.3.2. Preparación del terreno 46

3.3.3. Equipos a utilizar 46
3.3.4. Materiales a utilizar 46
3.3.5. Obras y Servicios de apoyo 47
3.3.6. Requerimientos de energía 47
3.3.7. Requerimientos de agua 47
3.3.8. Generación de residuos sólidos (urbanos, peligrosos y materiales reciclables) 47
3.3.9. Generación de efluentes líquidos 48
3.3.10. Generación de emisiones a la atmósfera 49
3.3.11. Generación de residuos semisólidos (barros, lodos u otros) 49
3.3.12. Emisiones de ruido 49
3.3.13. Desmantelamiento de las estructuras de apoyo 49
3.4. ETAPA DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO 50
3.4.1. Programa de Operación 50
3.4.2. Programa de Mantenimiento 50
3.4.3. Equipos requeridos 51
3.4.4. Recursos naturales 52
3.4.5. Materias primas e insumos 52
3.4.6. Producto final 53
3.4.7. Forma y características de transporte 53
3.4.8. Fuente de suministro de energía eléctrica 53
3.4.9. Combustibles/Aceites 54
3.4.10. Requerimientos de agua 54
3.4.11. Generación de residuos sólidos (generales, peligrosos, materiales reciclables) 54
3.4.12. Generación de efluentes líquidos 55
3.4.13. Generación de emisiones a la atmósfera 66
3.4.14. Generación de ruido 66
3.5. Etapa de Cierre/Abandono 66
4. ANÁLISIS DEL AMBIENTE 68
4.1. DEL MEDIO NATURAL FÍSICO Y BIOLÓGICO 68
4.1.1. Climatología 68
4.1.2. Geología, geomorfología e hidrogeología del Golfo Nuevo 72
4.1.3. Edafología 76
4.1.4. Hidrología superficial 78

4.1.5. Salinidad y temperatura en Bahía Nueva 81
4.1.6. Biología bentónica del Golfo Nuevo 81
4.1.7. Fauna íctica y mamíferos del Golfo Nuevo 83
4.1.8. Floraciones de microalgas - Marea Roja 84
4.1.9. Características de la zona intermareal 85
4.2. DEL MEDIO ANTRÓPICO 88
4.2.1. Población 88
4.2.2. Comunidades originarias 90
4.2.3. Medios de comunicación 94
4.2.4. Actividad económica 95
4.2.4.1. Actividades industriales 96
4.2.4.2. Actividades turísticas 97
4.2.5. Servicio e infraestructura 97
4.2.6. Vivienda 99
4.2.7. Educación 100
4.2.8. Salud 101
4.2.9. Estructura socio económica 104
4.3. Problemas ambientales actuales 106
4.4. De las áreas de valor patrimonial natural y cultural 110
5. IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES (IA) POTENCIALES 114
5.1. Áreas de influencia del proyecto 114
5.2. Acciones del proyecto con incidencia ambiental 117
5.3. Factores del medio susceptibles de ser impactados por el proyecto 118
5.4. Matriz de identificación de efectos 119
5.4.1 Cuantificación de la magnitud del impacto originado por cada acción sobre cada factor del medio 119
6. PLAN DE GESTIÓN AMBIENTAL 130
6.1. Plan de medidas preventivas y de mitigación ambiental 131
6.1.1 Medidas preventivas 131
6.1.2 Medidas de mitigación ambiental 133
6.2. Plan de monitoreo ambiental 137
6.3. Plan de contingencias ambientales 137
6.4. Plan de higiene y seguridad 141

6.5. Plan de capacitación ambiental 141

7. CONCLUSIÓN 142

8. FUENTES CONSULTADAS 143

9. ANEXOS 145

FIGURAS

Figura 1. Esquema del proceso del PPOI para una capacidad máxima de producción de AP de 2.250 m^3 AP/día. 12
Figura 2. Localización de los principales componentes del PPOI. Obra de Toma y cañería de agua de mar (azul), Obra de vertido y cañería de descarga de salmuera (amarillo), y posibles trazados de cañerías de agua potable hacia cisterna de Aluar (rosa). 13
Figura 3. Imagen satelital ubicación de obra de toma de agua de mar y cañería (traza azul) de agua de mar hacia la PPOI. Fuente: Google Earth 2023. 30
Figura 4. Obra de Toma de AM a instalar sobre el Viaducto del Muelle Almirante Storni, ver Figura 2. Incluye equipo de dosificación de Hipoclorito de Sodio (NaClO), Reja tipo Johnson y sistema de autolimpieza con el propósito de controlar las incrustaciones de algas y organismos del bentos marino tanto en la toma de AM como en la cañería de transporte de AM de 1.636 m de longitud. 31
Figura 5. Toma de agua de mar desde una vista hacia el Oeste. 32
Figura 6. Reja tipo Johnson. 32
Figura 7. Imagen ilustrativa de los filtros autolimpiantes. 33
Figura 8. Corte transversal de una unidad de Ultrafiltración y el paso de afuera hacia adentro. 34
Figura 9. La imagen de la derecha corresponde al formato de las unidades típicas de una membrana de OI, mientras que la imagen de la derecha representa el sentido de flujo de una membrana. 35
Figura 10. Aspecto interior de uno de los tres contenedores que contendrán el equipamiento tecnológico de la PPOI. 35
Figura 11. Imagen satelital ubicación de obra de descarga de salmuera al mar y cañería (traza amarilla) de salmuera. Fuente: Google Earth 2023. 36
Figura 12. Obra de descarga de salmuera a instalar sobre el Viaducto. CORTE VISTA 2-2. 37
Figura 13. Obra de descarga de salmuera a instalar sobre el Viaducto. CORTE VISTA 1-1. 38
Figura 14. PI1 Parque Industrial Pesado y Puerto APPM - Plano del Código Planeamiento Urbano (en amarillo superficie estimada de la PPOI). 40
Figura 15. Acceso a planta Aluar - PPOI (flecha naranja). 41
Figura 16. Vías de acceso a la planta Aluar - PPOI. 42
Figura 17. Zonificación según Código de Planeamiento Urbanos del ejido Puerto Madryn, con ampliaciones de las zonificaciones lindantes a la del proyecto. 43
Figura 18. Imagen aproximada de un tren de OI. 51
Figura 19. Esquema de la localización de la Obra de Vertido de salmuera sobre el margen Norte del viaducto del Muelle Storni. 57
Figura 20. Esquema de la Obra de Vertido, localización del extremo del tubo de descarga, difusor, en relación a la estructura del Muelle Almirante Storni. Contemplando los niveles indicados resulta que la profundidad del mar en bajamar de sicigia en el punto de descarga supera los 6,5 metros. 59

Figura 21. Esquemas en corte vertical (izquierda) y en planta (derecha) del chorro del vertido de salmuera consignando la representación física de cada variable utilizada para modelar la dispersión del vuelco. 59
Figura 22. Perfil del eje del chorro de salmuera tomando la salinidad como 33,75. 60
Figura 23. Perfil del eje del chorro de salmuera tomando la salinidad como 37,36. 60
Figura 24. Decaimiento de la salinidad (para AM 33,75%) en el eje del chorro de salmuera versus la distancia desde la boquilla de vertido hasta que el eje del chorro toca el fondo marino. 61
Figura 25. Vista en planta de la amplitud del chorro de salmuera para AM de 33,75%. 61
Figura 26. Decaimiento de la salinidad (para AM 37,36%) en el eje del chorro de salmuera versus la distancia desde la boquilla de vertido hasta que el eje del chorro toca el fondo marino. 62
Figura 27. Vista en planta de la amplitud del chorro de salmuera para AM de 37,36%. 62
Figura 28. Perfiles del eje del chorro de la salmuera para distintas velocidades de corriente con dirección (Ua) paralela a la línea de costa. Siendo el eje Z la profundidad del mar. 64
Figura 29. Perfiles del eje del chorro de la salmuera para distintas velocidades de corriente con dirección (Ua) perpendicular a la línea de costa. Siendo el eje Z la profundidad del mar. 64
Figura 30. Perfiles del eje del chorro de la salmuera para distintas velocidades de corriente con dirección a 45° (Ua) a la línea de costa. Siendo el eje Z la profundidad del mar. 64
Figura 31. Perfiles del eje del chorro de la salmuera para distintas velocidades de corriente con dirección (Ua) a 45° a la línea de costa. Siendo el eje Z la profundidad del mar. 65
Figura 32. Distribución de la salmuera para distintas velocidades de corriente con dirección distintas direcciones con vista en planta. 65
Figura 33. Precipitaciones medias anuales de Argentina, periodos 1981–2010. Fuente: SMN, Servicio Meteorológico Nacional Argentino. 68
Figura 34. Mapas digitales de temperaturas medias mensuales del mes más cálido (enero) y el más frío (julio). Fuente: INTA, Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. 69
Figura 35. Valores medios de temperatura y precipitaciones del Aeropuerto El Tehuelche Puerto Madryn, periodos 1990–2010. Fuente: SMN, Servicio Meteorológico Nacional Argentino. 70
Figura 36. Precipitaciones extremas diarias y mensuales del Aeropuerto El Tehuelche Puerto Madryn, periodos 1992–2021. Fuente: SMN, Servicio Meteorológico Nacional Argentino. 71
Figura 37. Temperaturas extremas diarias del Aeropuerto El Tehuelche Puerto Madryn, periodos 1993–2021. Fuente: SMN, Servicio Meteorológico Nacional Argentino. 71
Figura 38. Mapa de ubicación de la Hoja 4366-II, Puerto Madryn. 72
Figura 39. Perfil esquemático de la Formación Puerto Madryn en la estancia La Pastora. 74
Figura 40. Ubicación del Golfo Nuevo, Patagonia, Argentina. 75
Figura 41. Distribución morfológica del Golfo Nuevo. 76
Figura 42. Ordenes dominantes en los suelos de la República Argentina. Fuente: Atlas de Suelos de la República Argentina Instituto de Suelos – INTA – Castelar. 77
Figura 43. Suelos de Puerto Madryn, provincia del Chubut. Fuente: GeoINTA. 77
Figura 44. Cuencas y regiones hídricas superficiales de Argentina (Fuente: Instituto Geográfico Nacional). 79
Figura 45. Mapa de los recursos hídricos superficiales de la provincia del Chubut, Argentina (Fuente: www.argentina.gob.ar). 80
Figura 46. Salinidad y temperatura media. 81
Figura 47. Imágenes satelitales de los días 13 y 24 de septiembre y 13 de octubre. 85
Figura 48. Porcentual arena - grava. Anexo XIII. 87

Figura 49. Evolución de la población anual de Puerto Madryn. Fuente: INDEC. 88
Figura 50. Ritmo de crecimiento de la población de la Patagonia Argentina. Años: 1970, 1980, 1991, 2001 y 2010. Fuente: Puerto Madryn, de pueblo a ciudad intermedia. La dinámica poblacional local a través de cinco retratos censales (1970-2010). Kaminker y Ortiz-Camargo. 89
Figura 51. Porcentaje de entradas de población por crecimiento vegetativo y saldo migratorio. Puerto Madryn, períodos intercensales (1970-2010). Fuente: Puerto Madryn, de pueblo a ciudad intermedia. La dinámica poblacional local a través de cinco retratos censales (1970-2010). Kaminker y Ortiz-Camargo. 89
Figura 52. Población de Puerto Madryn en grandes grupos de edad. (1970-1980). Fuente: Puerto Madryn, de pueblo a ciudad intermedia. La dinámica poblacional local a través de cinco retratos censales (1970-2010). Kaminker y Ortiz-Camargo. 90
Figura 53. Pirámide poblacional de Puerto Madryn año 2010. Fuente: Puerto Madryn, de pueblo a ciudad intermedia. La dinámica poblacional local a través de cinco retratos censales (1970-2010). Kaminker y Ortiz-Camargo. 90
Figura 54. Ubicación de pueblos indígenas. Fuente: Ministerio de Educación, Ciencia y Tecnología de la Nación. 93
Figura 55. Imagen de la ciudad de Puerto Madryn y sus atracciones turísticas (Fuente: https://madryn.travel/). 97
Figura 56. Línea de media tensión (LMT) de Puerto Madryn (Fuente: Ministerio de Energía y Minería de la Nación). 98
Figura 57. Parques eólicos en las inmediaciones de la ciudad de Puerto Madryn (Fuente: https://energiasdemipais.educ.ar/). 98
Figura 58. Pequeños aprovechamientos hidroeléctricos cercanos a la ciudad de Puerto Madryn. (Fuente: Ministerio de Energía y Minería de la Nación). 99
Figura 59. Viviendas particulares deficitarias por provincia en porcentaje, año 2010 (Fuente: INDEC). . 100
Figura 60. Establecimientos educativos no universitarios y universitarios en Puerto Madryn (Fuente: Secretaría de Energía-Visor SIG). 101
Figura 61. Establecimientos asistenciales oficiales de Chubut y detalle de la ciudad de Puerto Madryn, año 2021. Fuente: Ministerio de Salud de la provincia del Chubut. 102
Figura 62. Detalle de referencias figura anterior. 102
Figura 63. Centros de Atención Primaria de la Salud (CAPS). Fuente: http://www.hospitalpuertomadryn.chubut.gov.ar/ 103
Figura 64. Movimiento de Consultorio Externo e Internación e Índices de rendimiento por Especialidad correspondiente al Hospital Zonal Puerto Madryn. Provincia del Chubut. Año 2020. Fuente: DEIS – Ministerio de Salud. 104
Figura 65. Figura de índices de pobreza de Chubut año 2015 (Fuente: Secretaría de Energía-Visor SIG). 105
Figura 66. Pobreza e indigencia en la región Patagónica para el segundo semestre del año 2021. Fuente: INDEC. 106
Figura 67. Análisis de caudales de la estación Los Altares, ubicada en la cuenca media del Río Chubut. Caudal anual (barras azules) y promedio anual histórico de caudales (línea punteada). 107
Figura 68. Caudales de ingreso al Dique Ameghino en Octubre y Noviembre de 2021. Datos de HASA. 108
Figura 69. En la izquierda se encuentra una de las publicidades con la información de uno de los días de corte. En la derecha se puede observar parte de la zonificación de la ciudad para el corte de suministro cada 3 días. 109
Figura 70. Sitios RAMSAR. Fuente: SIG. 111

Figura 71. Área Protegida Provincial, Península Valdés, Punta Loma y Punta León. Fuente: SIG. 112
Figura 72. Mapa con la ubicación de las áreas protegidas. Se destacan en naranja las áreas internacionales, en azul las nacionales, en verde las provinciales y en violeta la municipal. Fuente: Sistema Federal de Áreas Protegidas (Sistema Federal de Áreas Protegidas (SiFAP)). 113
Figura 73. Área de Influencia Directa (AID) (sumatoria de los 3 puntos identificados en amarillo y ampliación de cada una de ellas). 116
Figura 74. Área de Influencia Indirecta (AII). Fuente: Municipalidad de Puerto Madryn. 116
Figura 75. Gráfico de la proporción de impactos absolutos para la totalidad del proyecto. 122
Figura 76. Gráfico de la proporción de impactos absolutos negativos moderados, para la totalidad del proyecto. 123
Figura 77. Gráfico de la proporción de impactos absolutos por etapa. 124
Figura 78. Importancias relativas totales para los factores ambientales. 125
Figura 79. Importancias relativas totales por acción para la etapa preparación del sitio y construcción. 128
Figura 80. Importancias relativas totales por acción para la etapa operación y mantenimiento. 129
Figura 81. Importancias relativas totales por acción para la etapa cierre/abandono. 129

TABLAS

Tabla 1. Zonas colindantes al predio del proyecto. 44
Tabla 2. Programa de trabajo de la etapa de Preparación de sitio y construcción. 45
Tabla 3. Productos químicos a consumir para producir 2.250 m^3/día de AP mediante el proceso de OI. . 52
Tabla 4. Forma y características de transporte de insumos y productos asociados al PPOI. 53
Tabla 5. Principales consumos energéticos aproximados. 54
Tabla 6. Datos de entrada para salinidad de 33,75% para la corrida del modelo brIHne-Jet correspondiente al ejercicio de delimitación de la Zona de mezcla. Por significado de las abreviaturas y símbolos ver Figura 20 y Especificaciones del modelo en el Anexo IX. 58
Tabla 7. Datos de entrada para salinidad de 37,36% para la corrida del modelo brIHne-Jet correspondiente al ejercicio de delimitación de la Zona de mezcla. Por significado de las abreviaturas y símbolos ver Figura 20 y Especificaciones del modelo en el Anexo IX. 58
Tabla 8. Tabla resumen de parámetros de entrada de las simulaciones. 63
Tabla 9. Resumen resultados distancia en eje horizontal de impacto con el fondo y concentración de salinidad máxima. 63
Tabla 10. Estadísticas climatológicas normales del período 1981-2010. Fuente: Datos del Gobierno de Argentina. 72
Tabla 11. Perfil estratigráfico. Fuente: "Análisis de los aspectos geológicos relacionados con el proyecto de un relleno de seguridad" realizado por el Lic. en geología Carlos Beros. 73
Tabla 12. Especies de invertebrados. 83
Tabla 13. Especies de algas. 83
Tabla 14. Especies íctica y mamíferos. 84
Tabla 15. Parámetros estadísticos obtenidos para cada subambiente. Perfil 7: Muelle Almirante Storni. Anexo XIII. 86
Tabla 16. Composición de las arenas. Anexo XIII. 87
Tabla 17. Poblaciones originarias y región muestral. Años 2004-2005. INDEC 2001. 91
Tabla 18. Total de hogares particulares y hogares con al menos un miembro perteneciente a un pueblo originario. País y Chubut 2001. Fuente Estadística y Censos de la provincia del Chubut. SEP – Sistema Estadístico Provincial. 92
Tabla 19. Hogares particulares con al menos un componente perteneciente a un pueblo originario por pueblo indígena País - Chubut 2001. Fuente: Estadística y Censos de la provincia del Chubut. SEP – Sistema Estadístico Provincial. 92
Tabla 20. Población estimada de Pueblos originarios por departamento. Chubut 2005. Fuente Estadística y Censos de la provincia del Chubut. SEP - Sistema Estadístico Provincial. 93
Tabla 21. Detalle de los servicios existentes en la ciudad de Puerto Madryn. 99
Tabla 22. Indicadores de salud Chubut, año 2014. Fuente: https://www.argentina.gob.ar/ 103
Tabla 23. Actividades/acciones del proyecto etapa preparación del sitio y construcción. 117
Tabla 24. Actividades/acciones del proyecto etapa operación y mantenimiento. 118
Tabla 25. Actividades/acciones del proyecto etapa cierre/abandono. 118
Tabla 26. Factores ambientales. 119
Tabla 27. Términos y descripciones del modelo. 120
Tabla 28. Términos, atributos y valores de los indicadores. 121
Tabla 29. Importancia del impacto. 122
Tabla 30. Medidas preventivas. 133
Tabla 31. Medidas de Mitigación Ambiental (Ficha N°1). 135

Tabla 32. Medidas de Mitigación Ambiental (Ficha N°2). 136
Tabla 33. Medidas de Mitigación Ambiental (Ficha N°3). 137
Tabla 34. Plan de contingencias ambientales..... 140

RESUMEN EJECUTIVO

1. Proponentes del Proyecto

Atento a las necesidades que afronta la región de cara a la crisis hídrica en la que se ve envuelta, Aluar Aluminio Argentino S.A.I.C. (Aluar, en adelante), decide avanzar en el desarrollo de un proyecto de una Planta Potabilizadora de Osmosis Inversa (PPOI) que motiva este Informe Ambiental de Proyecto (IAP).

A los fines de atender las gestiones correspondientes al proceso técnico-administrativo de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) a tramitar ante el Ministerio de Ambiente y Control del Desarrollo Sustentable de la provincia del Chubut, en relación al PPOI Aluar ha decidido designar al siguiente Representante Técnico Ambiental (RTA):

Ing. Josefina Aristarain

E-mail: ja@jaingenieriaambiental.com.ar

Celular: (0280) 154 190441

N° Registro MAyCDS - Consultora Ambiental: 287

N° Certificado MAyCDS: 40/23 DGGA-DRySIA

M.P. Chubut (CPIA): 2.212

Fournier 519, Puerto Madryn, Chubut

2. Descripción del Proyecto

Se trata de construir y montar las instalaciones necesarias para obtener 2.250 m^3/día de agua potable (AP) (0,25 g/L de sales disueltas totales (TSD)) a partir de agua de mar (AM) (35,5 g/L de TSD, valor promedio entre dato teórico y dato analítico) mediante la tecnología de ósmosis inversa. La concentración de TSD en el AP que suministra la prestadora del servicio público (COOPERATIVA LIMITADA DE PROVISIÓN DE SERVICIOS PÚBLICOS Y VIVIENDA DE PUERTO MADRYN, en adelante Servicoop) es también de 0,25 g/L.

En la Figura 1 se presenta un esquema del proceso involucrado en la PPOI, indicando los flujos y las distintas calidades de agua en las diferentes etapas del proceso de producción de AP. El agua desalinizada (0,14 g/L de TSD) resultante de la Ósmosis Inversa (OI) es remineralizada para alcanzar una TSD deseada de AP (0,25 g/L). La tasa de conversión de AM en AP es 0,45 en la etapa de desalación por OI.

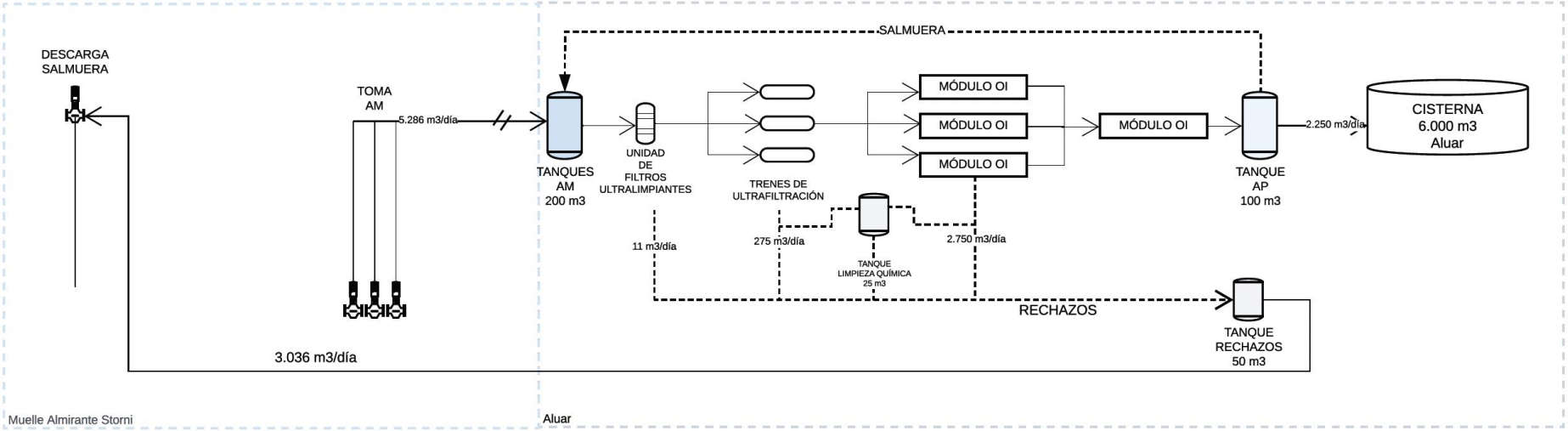


Figura 1. Esquema del proceso del PPOI para una capacidad máxima de producción de AP de 2.250 m^3 AP/día.

La capacidad de la PPOI se destinará a satisfacer la necesidad de consumo diaria de Aluar (1.500 m^3/día aproximadamente), tanto para consumo humano, como para uso sanitario y requerimiento de los procesos industriales; así como a obtener una reserva de capacidad de producción que permita planificar mantenimientos y recuperar niveles de almacenamiento de AP sin afectar el servicio público de provisión de AP de Puerto Madryn. La planta se compondrá por tres módulos en paralelo y uno en serie de 750 m^3 de producción de AP (cada uno), lo que permitirá trabajar en un régimen de dos equipos funcionando y uno de back up (en cuanto a los paralelos) o destinado a períodos de mantenimiento.

3. Ubicación del Proyecto

En la Figura 2 se muestra la ubicación de los principales componentes de la PPOI.

Como se observa en la imagen, la PPOI propiamente dicha se ubica sobre una superficie de 4.400 m^2 (55 m x 80 m) en terrenos de propiedad de Aluar, al Oeste de la planta de tratamiento de efluentes líquidos, sobre el vértice Sur-Este del predio industrial de la empresa.

Es importante destacar que el predio en el que se emplazará la PPOI es un área industrial, dentro de las instalaciones de Aluar, por tal motivo, no es una zona que pueda utilizarse para un fin distinto que para la implantación de instalaciones de carácter industrial, además de estar inmersa en el Parque Industrial Pesado. Razón por la cual, la afectación al medio por el desplazamiento de otra actividad, no es significativo, sino que ya fue analizado anteriormente[1].

Figura 2. Localización de los principales componentes del PPOI. Obra de Toma y cañería de agua de mar (azul), Obra de vertido y cañería de descarga de salmuera (amarillo), y posibles trazados de cañerías de agua potable hacia cisterna de Aluar (rosa).

Otros elementos importantes de la PPOI son la captación de AM (5.286 m^3/día) y la descarga de salmuera (3.036 m^3/día, con un valor promedio de TSD de 64,58 g/L) que incorpora los rechazos de Filtros

[1] Estudio de Impacto Ambiental de la Planta Aluar AMPAP I y AMPAP II.

Autolimpiantes (FA) y Ultra Filtración (UF) (11 + 275 m^3/día, con un valor promedio de TSD de 35,5 g/L, como el AM).

La captación de AM se logrará mediante la instalación de un dispositivo de bombeo ubicado sobre el margen Norte del viaducto del Muelle Almirante Storni a unos 718 metros al Este desde la costa. Mientras que para la descarga de salmuera se utilizará una cañería con bocas de vertido sumergidas en el Golfo Nuevo también ubicada sobre el margen Norte del viaducto a unos 890 metros al Este de la costa. Ambas cañerías - cañería de agua de mar (azul) y cañería de descarga de salmuera (amarillo) en la Figura 2 - estarán soportadas mediante ménsulas existentes sobre la cinta transportadora de Alúmina de Aluar que corre paralela al viaducto del Muelle Almirante Storni. En la acometida del mismo a la costa ambas cañerías, enterradas, se dirigirán al Sur (552 m), siguiendo la línea de la costa, sobre la franja de terreno existente entre el límite Este del predio de la APPM y la playa. Al llegar al canal de descarga del pluvial, las cañerías se dirigirán al Oeste (366 m), siempre bajo el nivel del suelo, para ingresar al predio de la Planta de Aluar. Para mayor información sobre las cañerías de toma y descarga, ver sección 3.1 del Informe Ambiental del Proyecto.

La potencia eléctrica necesaria para la operación de la PPOI (potencia instalada 1.000 kVA), bombeo de AM y AP, y sus instalaciones auxiliares se tomará de las cabinas eléctricas CE1E (sector silos de Alúmina de Planta Aluar) y CE12 (ingreso al Muelle Almirante Storni).

El consumo específico de energía de la PPOI es de 3,6 kWh/m^3 de AP, excluyendo los bombeos de captación de AM y de despacho del AP producida.

4. Etapas del Proyecto y principales impactos sobre el ambiente

4.1 Evaluación de impactos ambientales

Se definieron dos áreas de influencia para el proyecto: el Área de Influencia Directa (AID) que incluye el terreno donde se ubicarán los equipos de la planta y las áreas marinas lindantes a la boca de toma y la Zona de mezcla; y el Área de Influencia Indirecta (AII) que comprende el ejido de Puerto Madryn.

Luego, se definieron para cada etapa del proyecto las acciones con incidencia ambiental y los factores del medio susceptibles de ser impactados por la ejecución del mismo. De esta manera, se procedió a realizar la matriz de importancia, que permitió obtener una valoración cualitativa de los impactos, y los siguientes gráficos.

Al analizar la proporción de importancias absolutas del proyecto en su totalidad, no se observan impactos absolutos severos/críticos en ninguna etapa. La mayor proporción de impactos absolutos son -bajos/irrelevantes (55%). En cuanto a los impactos -moderados (22%) se deben a eventuales contingencias (63%) y a la generación y descarga de salmuera (10%), la generación y disposición de residuos (7%), la captación y uso de agua de mar (7%), el uso de áridos y materiales de obra (3%) el zanjeo, compactación, colocación de cañerías y relleno (3%), la generación de ruidos y vibraciones (3%), y la emisión de gases y material particulados (3%).

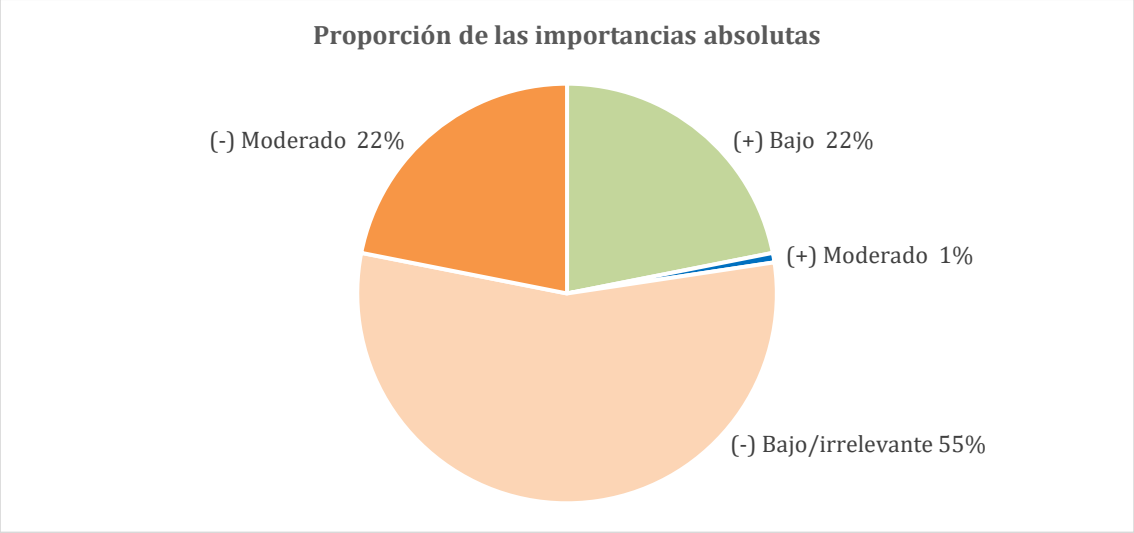


Figura 3. Gráfico de la proporción de impactos absolutos para la totalidad del proyecto.

Al analizar las importancias relativas totales para cada uno de los factores ambientales evaluados (ver figura siguiente), se observan las importancias relativas negativas de menor valor en los factores: salud/seguridad de las personas (-64), la fauna terrestre y acuática (-38), el agua superficial (-33), el suelo (-32), la flora terrestre y acuática (-32) y el paisaje (-25). Mientras que, las importancias relativas negativas de mayor valor en los factores: aire (-14) e infraestructura de servicios (-10). Por último, los factores con impacto relativo total positivo son la generación de empleo (17) y la actividad económica (16). Nuevamente se menciona que no se observan factores impactados negativamente de forma severa/crítica; se identifican impactos negativos de índole bajos y moderados.

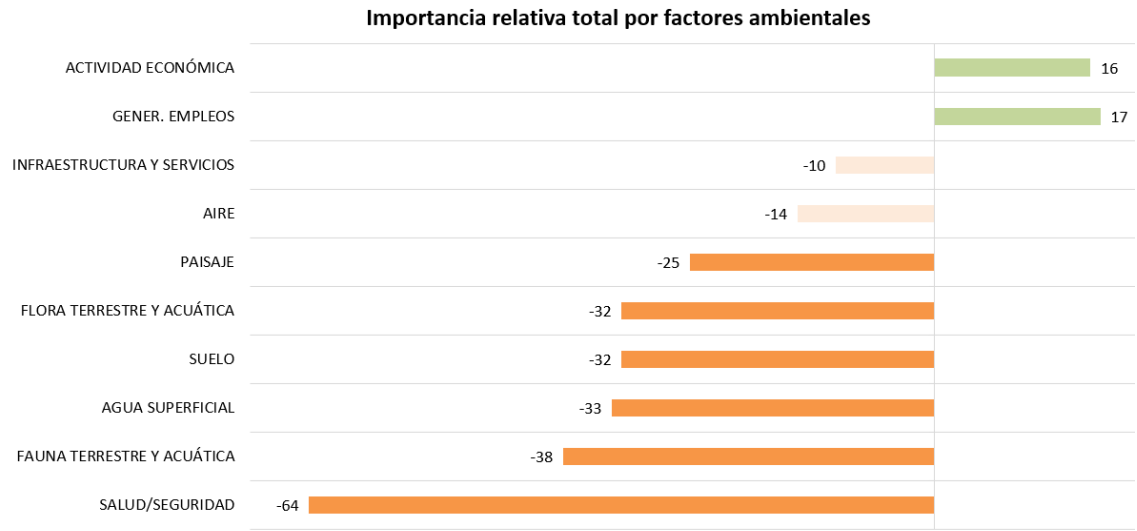


Figura 4. Importancias relativas totales para los factores ambientales.

A continuación, se presentan gráficos que muestran la importancia relativa de cada una de las acciones evaluadas en cada etapa del proyecto. Se concluye que no se identifican importancias relativas negativas

severas/críticas. Las acciones que producen el mayor impacto negativo para todas las etapas del proyecto son las eventuales contingencias (incendio, inundación, derrame grupos electrógenos y/o productos químicos, la caída de objetos/residuos al mar, rotura de cañerías enteradas y fijada en el muelle, variante de la caracterización del AM, y el incumplimiento de parámetros de la descarga de salmuera por fuera de la Zona de mezcla) y la generación y disposición de residuos. Para la etapa de preparación del sitio y construcción se suma la emisión de gases de combustión y material particulado, y la generación de ruidos y vibraciones. Para la etapa de operación y mantenimiento, la generación y descarga de salmuera y la captación y uso de AM. Y, por último, para la etapa de cierre/abandono la generación de ruidos y vibraciones.

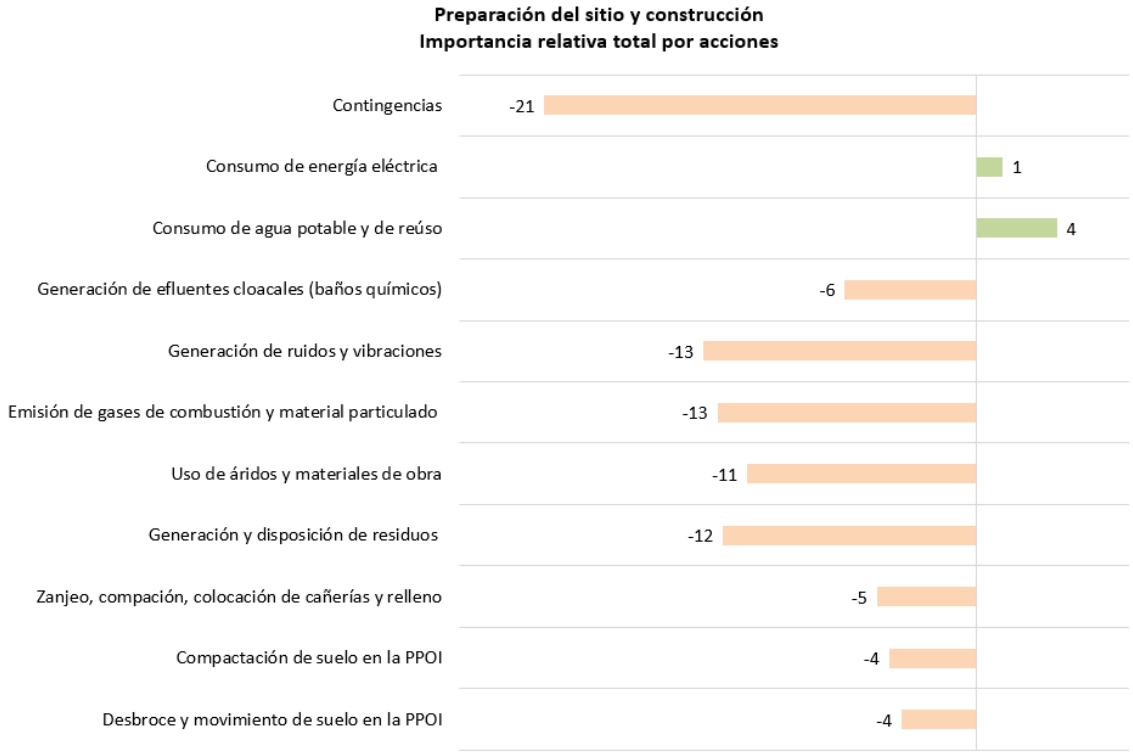


Figura 5. Importancias relativas totales por acción para la etapa preparación del sitio y construcción.

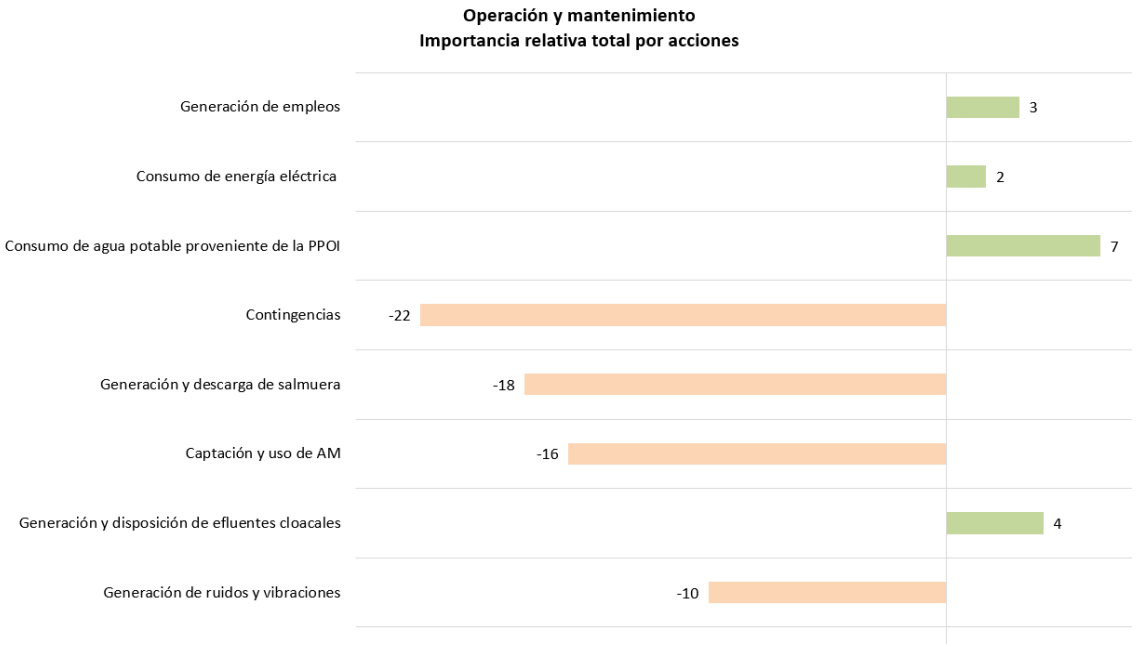


Figura 6. Importancias relativas totales por acción para la etapa operación y mantenimiento.

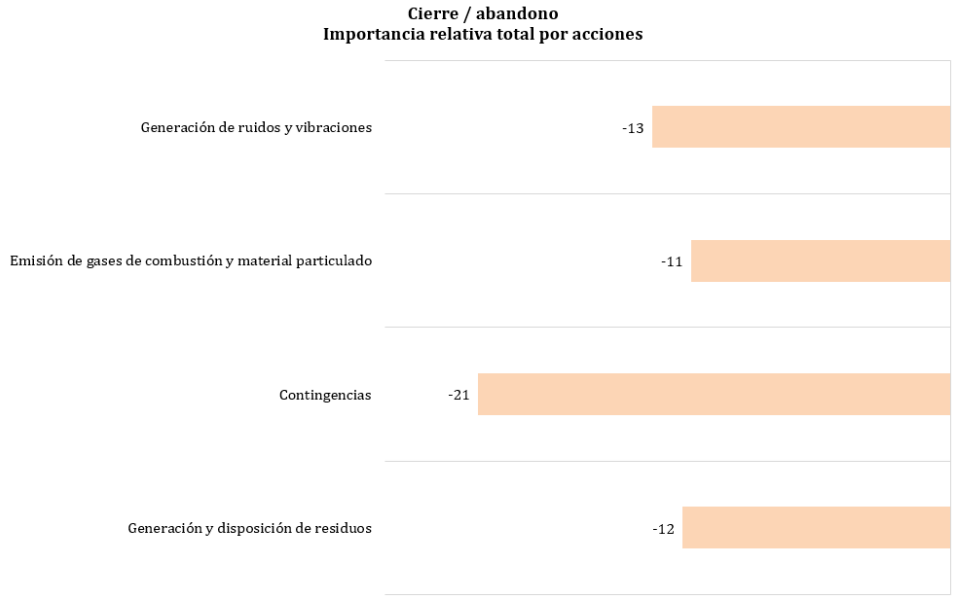


Figura 7. Importancias relativas totales por acción para la etapa cierre/abandono.

4.2 Plan de Gestión Ambiental

Tanto Aluar y la contratista principal (Infa S.A.) cuentan con sistemas de gestión certificados en ISO/IRAM, lo que garantiza la gestión adecuada de residuos, efluentes, contingencias ambientales, salud y seguridad en el trabajo y gestión de riesgos.

El Plan de Gestión Ambiental del presente IAP consta de varios planes para prevenir, mitigar, controlar y responder a los impactos ambientales identificados. Se establecieron funciones y responsabilidades para la implementación de dicho Plan.

Las medidas preventivas abordan impactos de menor importancia, mientras que las medidas de mitigación abordan los de mayor importancia. Además, hay planes de capacitación y mejoras.

4.2.1 Medidas de prevención y mitigación ambiental

Las Medidas preventivas son buenas prácticas que buscan reducir los efectos de los impactos negativos considerados como bajos/irrelevantes. En este caso, para aquellas acciones que obtuvieron una importancia relativa negativa mínima a - 12; son las siguientes con sus correspondientes medidas:

- Desbroce, movimiento y compactación de suelo en la PPOI, y zanjeo, compactación, colocación de cañerías y relleno: establecer zona de trabajo limitada para reducir impacto y erosión de tierra/arena, Reducir el tránsito de maquinarias, coordinación eficiente de tareas sobre predio y caminos, separar capa superficial de suelo para restauración de zonas afectadas y evitar trabajos en días con vientos intensos, utilizar agua de reúso para humedecer suelo y disminuir emisiones de material particulado.
- Uso de áridos y materiales de obra: establecer un sitio de acopio para materiales, tapados con red/lona, y verificar su estado de conservación y acondicionamiento. Durante y después de su uso, los materiales deben ser acopiados en el sitio designado.
- Generación de efluentes cloacales (baños químicos): durante la obra, fijar baños químicos con estacas y mantener adecuada frecuencia de limpieza/recambio.
- Consumo de agua potable y de reúso y de energía eléctrica: utilizar agua de reúso para la compactación de suelos y caminos.
- Generación de ruidos y vibraciones durante la operación: utilizar tecnologías de insonorización y control de vibraciones en la toma y descarga; los trabajadores deberán hacer uso obligatorio y bajo supervisión de los elementos de protección personal. Y, realizar mantenimiento preventivo y correctivo de todos los equipos en función de la PPOI y de los motores de combustión de los vehículos/maquinarias.

Como medida preventiva general, se propone capacitaciones sobre el uso racional de los recursos.

Las Medidas de mitigación ambiental se refieren al conjunto de acciones que buscan prevenir, controlar, atenuar, restaurar y compensar los impactos ambientales más negativos de un proyecto. En este caso, para aquellas acciones que obtuvieron una importancia relativa negativa igual a –12 o más negativa. Para todas las etapas del proyecto, incluyó la generación y disposición de residuos; la gestión de los mismos (manipulación, acopio, traslado y disposición final) se realizará de acuerdo al circuito actual de la firma y sus normas ISO/IRAM certificadas.

Para la etapa de preparación del sitio, construcción y cierre/abandono, también se incluyeron las emisiones de gases de combustión y material particulado, así como la generación de ruidos y vibraciones. Las medidas de mitigación consisten, antes de iniciar tareas de trabajo, informar al personal sobre los riesgos y medidas de seguridad necesarias, haciendo uso obligatorio de elementos de protección personal y disponiendo de lugares identificados para el estacionamiento de vehículos y herramientas de trabajo. Para reducir la emisión de material particulado, se evitará trabajar en días de vientos intensos y se utilizará agua de reúso para humedecer el suelo. Se coordinará de manera eficiente el tránsito de vehículos y maquinarias, y se reducirá su uso mediante una planificación adecuada. También se delimitarán las zonas a intervenir para evitar impactos no previstos y se utilizarán maquinarias y vehículos en óptimas condiciones, implementando mantenimiento preventivo. Se planificarán las actividades relacionadas con

la instalación de la obra de toma de agua de mar y la descarga de salmuera, para reducir el tiempo de las tareas.

En la etapa de operación y mantenimiento, se consideraron la captación y uso de AM, y la generación y descarga de salmuera. Algunas de las medidas de mitigación son: utilización de tecnología que minimice el impacto en la flora y fauna marina durante la captación de agua de mar, como el sistema de filtración de la reja Johnson y su sistema de autolimpieza Hydroburst; modelación del sistema de descarga de salmuera para minimizar la zona de mezcla; mantenimiento preventivo y correctivo de los equipos; monitoreos de la calidad del agua y temperatura en las zonas de captación y descarga.

4.2.2 Medida monitoreo ambiental

El Plan de monitoreo ambiental se divide por etapas y abarca en líneas generales:

Preparación del sitio y construcción: gestión de productos químicos (el transporte y su manipulación), desarrollo de tareas generales de la obra civil, gestión de residuos (segregación y su gestión integral), gestión de efluente cloacal (baños químicos).

Operación y mantenimiento: calidad del agua de mar en tres áreas (obra de toma de AM, descarga de salmuera dentro de la Zona de mezcla, descarga de salmuera fuera de la Zona de mezcla) y en la salmuera de rechazo, gestión del AP producida (cumplimiento de normativa vigente), gestión de productos químicos (el transporte y su manipulación), gestión de residuos (segregación y su gestión integral).

4.2.3 Plan de contingencia ambiental

El Plan de Contingencias Ambientales (PCA) tiene como objetivo establecer procedimientos para prevenir y remediar siniestros y desastres relacionados con el proyecto. El PCA se aplicará durante todas las etapas del proyecto.

Se incluyen situaciones como incendios, inundaciones, derrames de grupos electrógenos e insumos químicos, caída de objetos/residuos al mar, rotura de cañerías, variación de la caracterización del AM y el incumplimiento de parámetros de la descarga de salmuera fuera de la Zona de mezcla.

4.2.4 Plan de Higiene y Seguridad

Este punto abarca, entre otros, la seguridad e higiene del trabajo en los siguientes aspectos:

- Capacitación del personal propio en el análisis de riesgo y plan de trabajo seguro.
- Prevención de accidente, evaluando los riesgos asociados a cada tarea y las precauciones para evitar cualquier situación no deseada, tanto para el personal como para lo material.
- Contar con un plan de emergencia con indicaciones claras en caso de un eventual accidente.
- Proveer a todos los trabajos los elementos de protección personales necesarios, asociados a las tareas a realizar, para trabajar de forma segura y sin perjudicar su salud.
- Disponer de equipos apropiados para eventual incendio y gente capacitada para su uso.
- Mantenimiento preventivo de equipos y maquinarias.

Cada plan de seguridad e higiene se solicitará a las empresas contratistas que intervengan en las distintas etapas del proyecto.

4.2.5 Plan de capacitación ambiental

En líneas generales, y para asegurar el cumplimiento del PGA se deberá capacitar al personal involucrado en todas las etapas del proyecto en los siguientes temas:

- Uso racional de recursos naturales.
- Manipulación de productos químicos.
- Gestión integral de residuos (generación, segregación, acopio temporal, transporte y disposición final).
- Contingencias (incendio, inundación, derrame grupos electrógenos y/o productos químicos, la caída de objetos/residuos al mar, rotura de cañerías enteradas y fijada en el muelle, variante de la caracterización del AM, y el incumplimiento de parámetros de la descarga de salmuera por fuera de la Zona de mezcla).

Como se ha mencionado anteriormente, Aluar y la empresa principal contratista, Infa S.A., cuentan con sistemas de gestión certificados según los requisitos de la Norma ISO/IRAM. Por lo tanto, los planes de capacitación quedarán enmarcados dentro de estos sistemas y en el perfil de cada puesto.

5. Descripción de la superficie a intervenir

Como muestra en las Figuras 2 y 3 toda la PPOI se construirá en el predio de Aluar (unas 350 ha). Predio del cual se ocupará sólo el 0,1 % para la construcción de la PPOI (4.400 m^2).

El predio de Aluar está destinado al uso industrial y se encuentra intervenido intensamente debido a las construcciones de calles, naves y playas de acopio de materiales diversos en función de las actividades propias de la planta.

La superficie asignada a la PPOI está cubierta con césped rústico. La imagen de la Figura 3 muestra la cobertura vegetal del suelo y el entorno del sitio sobre el que se construirá la PPOI.

Figura 3. Imagen satelital del terreno sobre el que se construirá la PPOI. Abajo a la derecha de la imagen se observa la rotonda de intersección de la Ruta Nacional A010 y la Avenida Kenneth Woodley/Ruta Provincial N˚1.

6. Utilización de recursos naturales

Los recursos naturales a utilizar para la operación de la PPOI son:

a) La disponibilidad de AM a razón de 5.286 m^3/día;
b) La capacidad de dilución del GN que permitirá absorber el vertido de 3.036 m^3/día de salmuera;
c) La energía eléctrica necesaria para la construcción y la operación de la planta;
d) Los materiales necesarios para la construcción de la planta: los áridos necesarios para el movimiento de suelo, los hierros de fundaciones y estructuras, el cemento, metales, materiales de tanques, entre otros.

7. Cuantificación y Caracterización de efluentes y residuos a generar

Como se ha señalado en el ítem 4 de este resumen el efluente líquido significativo de la PPOI es el vuelco de salmuera al GN a razón de 3.036 m^3/día con un valor promedio de concentración de TSD de 64,58 g/L. Ver mayor detalle en los puntos 3.3.9 y 3.4.12 del IAP.

El proyecto generará distintas clasificaciones de residuos, pero estas cambiarán significativamente conforme el proyecto se encuentre en construcción o en operación. Las corrientes a generar serán residuos generales, residuos contaminantes y materiales reciclables, la información detallada se encuentra en los puntos 3.3.8 y 3.4.11 del IAP.

8. Inversión del Proyecto y requerimiento de mano de obra

La inversión estimada de la PPOI es de 5,1 MM u$s. Dicho importe se compone de 1,8 MM u$s que corresponden al suministro de equipos del paquete tecnológico para FA, UF, OI de la planta y 3,0 MM u$s que se presupuestaron para las obras civiles y montajes electromecánicos de la PPOI y sus instalaciones auxiliares.

La mano de obra requerida en la etapa de construcción y montaje de la PPOI se estima en 30 a 40 personas entre operarios, técnicos y profesionales (plazo de obra: 12 meses), y en la etapa de operación la demanda de personal será de 2 técnicos químicos especializados.

9. Conclusión

JA Ingeniería Ambiental ha realizado el presente Informe Ambiental del Proyecto (IAP) a solicitud de la razón social Aluar Aluminio Argentino S.A.I.C. El mismo se realizó de acuerdo con los requerimientos de la normativa provincial vigente, Decreto N˚185/09, N˚1.003/16 y modificatorias del Ministerio de Ambiente y Control del Desarrollo Sustentable de la provincia del Chubut.

Se trata de un proyecto de una Planta Potabilizadora de Ósmosis Inversa (PPOI) que se localizará en la ciudad de Puerto Madryn, provincia del Chubut, en un sitio estratégico. El mismo consta de obtener agua potable de una fuente alternativa a la del Río Chubut (agua de mar proveniente del Golfo Nuevo) para uso industrial en un predio de Aluar ubicado en el Parque Industria Pesado de la ciudad de Puerto Madryn, Chubut, Argentina.

Como se indicó en el IAP, la región se encuentra atravesando por un período de crisis hídrica que continuará intensificándose según las previsiones de expertos, y los sistemas de provisión de agua potable de la ciudad de Puerto Madryn se han visto en la necesidad de restringir el consumo en épocas estivales. Asimismo, los efectos producidos como consecuencia del cambio climático: el aumento de la intensidad de las lluvias que genera plumas de turbiedad en la Cuenca del Río Chubut como el incremento de la conductividad, son otros factores que afectan la potabilización de este recurso.

Estos problemas que afectan a la zona impulsan a que los consumidores industriales del recurso busquen alternativas para independizarse del sistema de suministro de agua aliviando a las cooperativas y permitiendo que este volumen no consumido por la industria pueda ser utilizado por la población. Es bajo este espíritu que nace el proyecto de la Planta de Osmosis Inversa.

La evaluación contempló el análisis de las diferentes etapas del proyecto, así como de su entorno, observándose que el proyecto se emplazará en una zona antropicamente modificada con anterioridad debido a que se llevará a cabo dentro Parque Industrial Pesado (PE1) y Puerto APPM.

Como punto de partida se realizó un análisis del proyecto, y de las actividades y tareas que comprenden las diferentes etapas del mismo. Luego se efectuó el análisis de la información necesaria para determinar las condiciones del entorno y aspectos técnicos para el desarrollo del proyecto; para poder evaluar los impactos ambientales potenciales. En base a este resultado, se elaboró un Plan de Gestión Ambiental (PGA) asociado.

Del presente IAP surge que, por la evaluación realizada, cumpliendo con lo establecido en el PGA sugerido por JA Ingeniería Ambiental, se aseguraría que aquellos impactos negativos identificados puedan ser minimizados o bien eliminados, de manera tal que el proyecto sea ambientalmente viable.

INFORME AMBIENTAL DE PROYECTO

1. INTRODUCCIÓN

1.1. Metodología empleada para la elaboración del IAP

Para la elaboración del Informe de Impacto Ambiental (IAP) se utilizó la metodología que a continuación se detalla.

Con el objetivo de adecuar el estudio a las normas ambientales vigentes, el documento se desarrolló teniendo en cuenta los requerimientos de la guía que se consigna en el Anexo III del Decreto N° 185/2009 y el Decreto N°1.003/2016, así como el Código Ambiental de la provincia del Chubut Ley XI Nº35 (antes Ley N°5.439).

1.2. Autores

Responsable técnico de la elaboración del proyecto	Ing. Ronald Tuells
Responsable técnica de la elaboración del documento ambiental	Ing. Josefina Aristarain

Como **Anexo I** se presenta el Certificado anual vigente en el Registro provincial de Prestadores de Consultoría Ambiental del Ministerio de Ambiente y Control del Desarrollo Sustentable de la provincia del Chubut.

1.3. Marco legal, institucional y político

El presente IAP y su respectivo Plan de Gestión Ambiental (PGA) derivado de la Preparación del sitio y construcción, Operación, Mantenimiento y Etapa de Abandono del Proyecto de la PPOI, se elaboró de acuerdo con la legislación ambiental vigente a nivel nacional, provincial y municipal.

A continuación, se detallan según jurisdicción:

Marco Legal Nacional de Argentina
- Constitución Nacional. Artículos 41 y 43; - Ley N°18.284 y su decreto Reglamentario N°2.126 - Código Alimentario Argentino (Capítulo XII); - Ley N°25.675. Ley General del Ambiente; - Ley N° 19.587/72. Higiene y Seguridad en el Trabajo. Decreto Reglamentario N° 351/79; - Ley N° 20.284/73. Contaminación del aire. Sin reglamentar; - Ley N° 22.421/81. Conservación de la fauna. Decreto Reglamentario N° 691/81; - Ley N° 22.428/81. Conservación de suelos; - Ley N° 24.449/94. Tránsito. Decreto Reglamentario N° 179/95 y N° 779/95; - Ley N° 24.557/95. Ley de Riesgo en el Trabajo. Decreto Reglamentario N° 170/96; - Decreto Nacional N° 911/96. Higiene y Seguridad en la construcción;

- Ley N° 25.612/02. Gestión integral de residuos industriales y de actividades de servicios. Decreto Reglamentario N°1.343/02;
- Decreto Nacional N° 1.172/03. Acceso a la información pública;
- Ley N° 25.831/04. Régimen de Libre Acceso a la información pública ambiental.

Marco Legal provincia del Chubut

- Constitución de la provincia del Chubut. Artículos 34, 99, 100, 104, 108 y 109;
- Ley XI N° 10 (ex Ley N° 3.257 y N° 3.373). Decreto Reglamentario N° 868/90. Conservación de la fauna;
- Ley I N° 189 (ex Ley N° 4.291). Marco Regulatorio del Servicio Público de Agua Potable y Desagües Cloacales. Decreto Reglamentario N° 636/97;
- Ley XI N° 11 (ex Ley N°3.559). Protección de yacimientos arqueológicos, antropológicos y paleontológicos. Decreto Reglamentario N° 1.387/98;
- Ley XI-35 Código Ambiental de la provincia del Chubut;
- Decretos N°185/2009, N°1.476/2011 y N°1.003/2016 que establecen los requisitos del proceso de evaluación de impacto ambiental aplicables en la provincia del Chubut;
- Disposición N°185/12 que establece los requisitos para el acopio y gestión de Residuos Peligrosos en almacenamientos transitorios;
- Decreto N°1.540/2016 que corresponde al régimen de gestión de los efluentes líquidos aplicable en la provincia del Chubut;
- Decreto N°39/13 Autoridad de Aplicación que lleva el Registro provincial de Prestadores de Consultorías Ambientales;
- Resolución N°83/12 régimen de auditoría por cierre definitivo o transferencia de actividades;
- Ley Nacional N°24.093 de Actividades Portuarias;
- Ley IV N°6 (Antes Ley N°3.755) de la provincia del Chubut y su Decreto Reglamentario N°209/93;
- Acuerdo de Concertación por el Ambiente del 29may2017. Cláusula Primera, ítem 3;
- Ley XXIV N°103/23. Ley Obligaciones Tributarias.
- Ley I N°189 Art. 12. MARCO REGULATORIO DEL SERVICIO PÚBLICO DE AGUA POTABLE Y DESAGÜES CLOACALES.
- Ley N° 3.657 - Creación del Instituto de Comunidades Indígenas.
- Ley N° 4.013 - Creación del Registro de Comunidades Indígenas.
- Ley N° 4.384 - Subprograma integral de Mejoramiento en la Calidad de Vida de las Comunidades Aborígenes.

- Ley XVII N° 148 Declaración de la Emergencia Hídrica en el territorio del Chubut, 26 de agosto de 2021.

Marco Legal Municipalidad de Puerto Madryn

- Ordenanza N°9.747 de abr/2017. Artículos 2° y 3°;
- Carta Ambiental Municipal. Ordenanza N° 3.349/99, modificada por 3.385/00;
- Carta Orgánica Municipal 2010. Decreto Reglamentario N° 1.475/11;
- Ordenanza N°343/93. Disposición de Residuos en el Ejido Urbano. Texto Ordenado por Ordenanza N°8.332/13;
- Ordenanza N°5.732/05. Certificado de Gestión Ambiental;
- Ordenanza N°11.055/19. Conservación de suelos;
- Ordenanza N°10.633. Forestación Industrial;
- Ordenanza N°12. 523. Código de Planeamiento Urbano;
- Ordenanza N°10/80. Código de edificación.

1.4. Personas entrevistadas y entidades consultadas

- Dr. Jorge Zavatti, profesional interviniente, Aluar, quien posee una Licenciatura en Química y un Doctorado en Ciencias del Mar, participó en la elaboración general del presente documento, desempeñándose como profesional interviniente.
- Ministerio de Ambiente y Control del Desarrollo Sustentable de la provincia del Chubut.
- Municipalidad de Puerto Madryn. Secretarías de Obras Públicas y Ecología y Protección Ambiental.
- COOPERATIVA LIMITADA DE PROVISION DE SERVICIOS PUBLICOS Y VIVIENDA DE PUERTO MADRYN - Servicoop.
- APPM (Administración Portuaria de Puerto Madryn).

2. DATOS GENERALES

2.1. Empresas solicitantes

Aluar Aluminio Argentino S.A.I.C.

CUIT: 30-52278060-6

Ruta Nacional N° A010 - km 6

Tel: 0280 - 4459047

Puerto Madryn - Chubut - Argentina

www.aluar.com.ar

2.2. Responsable Técnico del Proyecto

Ing. Ronald Tuells

Matrícula del Colegio Profesional de Ingeniería y Agrimensura N˚1.671

E-mail: rtuells@infa.com.ar

Ruta Nacional N° A010 - km 6

Tel: +54 9 280 451-1493

Puerto Madryn - Chubut - Argentina

2.3. Responsable Técnico Ambiental del Proyecto

Ing. Josefina Aristarain E-mail: ja@jaingenieriaambiental.com.ar Celular: (0280) 154 190441 N° Registro MAyCDS - Consultora Ambiental: 287 N° Certificado MAyCDS:28/22 DGGA-DRySIA M.P. Chubut (CPIA): 2.212 Fournier 519 Puerto Madryn - Chubut - Argentina	Firma [JA] INGENIERÍA AMBIENTAL

2.4. Actividades principales de la empresa

Producción y solidificación de aluminio primario.

Producción de energía eléctrica de fuentes renovables y no renovables.

Ambas actividades principales de la compañía, sumado al uso sanitario del recurso hídrico, involucran el consumo y administración de 1.500 m^3/día de Agua Potable (AP).

2. DATOS GENERALES

2.1. Empresas solicitantes

Aluar Aluminio Argentino S.A.I.C.

CUIT: 30-52278060-6

Ruta Nacional N° A010 - km 6

Tel: 0280 - 4459047

Puerto Madryn - Chubut - Argentina

www.aluar.com.ar

2.2. Responsable Técnico del Proyecto

Ing. Ronald Tuells

Matrícula del Colegio Profesional de Ingeniería y Agrimensura N°1.671

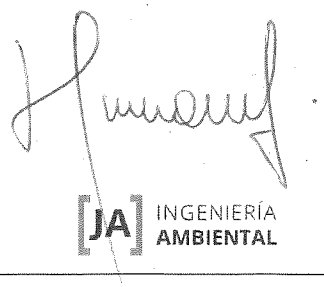
E-mail: rtuells@infa.com.ar

Ruta Nacional N° A010 - km 6

Tel: +54 9 280 451-1493

Puerto Madryn - Chubut - Argentina

2.3. Responsable Técnico Ambiental del Proyecto

Ing. Josefina Aristarain E-mail: ja@jaingenieriaambiental.com.ar Celular: (0280) 154 190441 N° Registro MAyCDS - Consultora Ambiental: 287 N° Certificado MAyCDS:28/22 DGGA-DRySIA M.P. Chubut (CPIA): 2.212 Fournier 519 Puerto Madryn - Chubut - Argentina	Firma  [JA] INGENIERÍA AMBIENTAL

2.4. Actividades principales de la empresa

Producción y solidificación de aluminio primario.

Producción de energía eléctrica de fuentes renovables y no renovables.

Ambas actividades principales de la compañía, sumado al uso sanitario del recurso hídrico, involucran el consumo y administración de 1.500 m^3/día de Agua Potable (AP).

3. UBICACIÓN Y DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

3.1. Descripción general

El nombre del proyecto es "Planta Potabilizadora de Ósmosis Inversa", ubicado dentro del predio de Aluar en la ciudad de Puerto Madryn, Chubut.

A fin de satisfacer las necesidades de consumo de Agua Potable (AP) de la planta Aluar, liberando de dicho consumo al proveedor local (Servicoop) para abastecimiento de la comunidad de Puerto Madryn (que en épocas estivales dicho consumo se ve afectado por cortes planificados), se propone construir y montar las instalaciones necesarias para obtener 2.250 m^3/día de AP (0,25 mg/L de sales disueltas totales TSD) a partir de agua de mar (AM) (35,5 g/L de TSD, valor promedio entre dato teórico y dato analítico) mediante la tecnología de ósmosis inversa.

La inversión estimada del Proyecto es de 5,1 MM u$s. Dicho importe se compone de 1,8 MM u$s que corresponden al suministro de equipos del paquete tecnológico de la Planta Potabilizadora de Ósmosis Inversa (PPOI), ver Figura 1, y de 3,0 MM u$s que se presupuestaron para las obras civiles y montajes electromecánicos de la PPOI y sus instalaciones auxiliares.

La mano de obra requerida en la etapa de construcción y montaje de la PPOI se estima con un pico máximo de 40 personas entre operarios, técnicos y profesionales (plazo de obra: 12 meses), y en la etapa de operación la demanda de personal será de 2 técnicos especializados.

La vida útil de las instalaciones asociadas a la PPOI se ha estimado en 20 años. Sin embargo, dado que el AP es un insumo crítico, el mantenimiento sistemático y la actualización tecnológica de las instalaciones extenderán su vida útil.

Se presenta el Cálculo de Nivel de Complejidad Ambiental (NCA) para la etapa de Preparación del sitio y construcción como **Anexo II** al presente IAP y definido por la Resolución de la ex Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable N°1.639/07 y normas complementarias; debido a que el NCA arrojó un valor menor a 14,5 no existe obligación de contratar una póliza de seguro de daño ambiental de incidencia colectiva.

En la Figura 1 se presenta un esquema del proceso involucrado en la PPOI, indicando los flujos y las distintas calidades de agua en las diferentes etapas del proceso de producción de AP. El producto final, AP, se obtiene por re-mineralización (RM) del agua desalinizada (0,14 g/L de TSD) que resulta de la Ósmosis Inversa (OI).

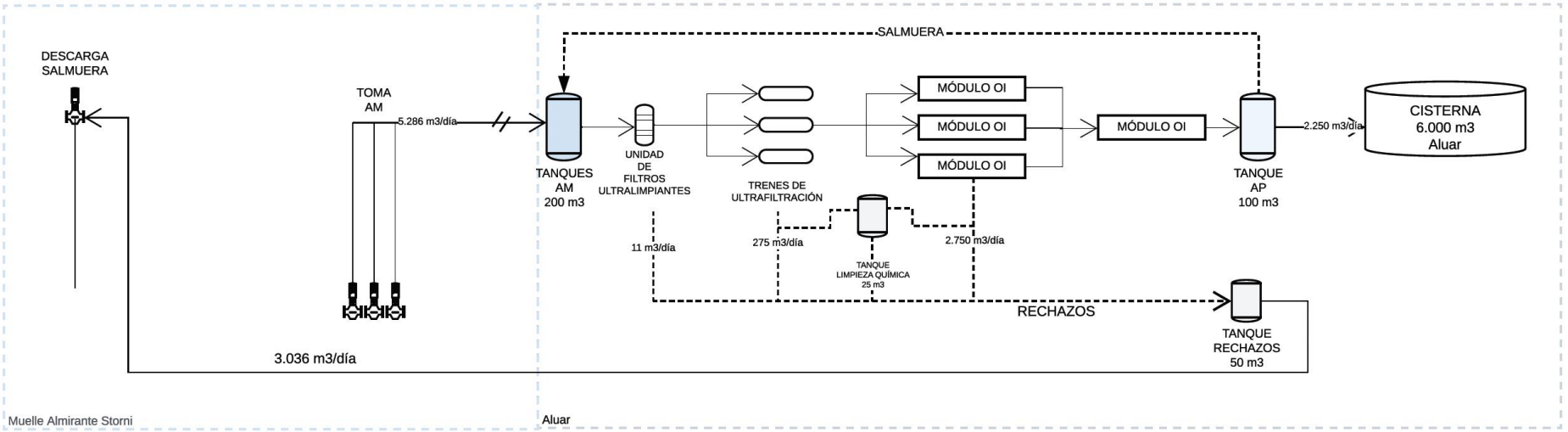


Figura 1. Esquema del proceso del PPOI para una capacidad de producción de AP de 2.250 m^3 AP/día.

La capacidad de la PPOI se destinará a satisfacer la necesidad de consumo diaria de Aluar (1.500 m^3/día aproximadamente), tanto para consumo humano, como para uso sanitario y requerimiento de los procesos industriales; así como a obtener una reserva de capacidad de producción que permita planificar mantenimientos y recuperar niveles de almacenamiento de AP sin afectar el servicio público de provisión de AP de Puerto Madryn. La planta se compondrá por tres módulos en paralelo y uno en serio de 750 m^3 de producción de AP (cada uno), lo que permitirá trabajar en un régimen de dos equipos funcionando y uno de back up (paralelos) o destinado a períodos de mantenimiento.

En la Figura 2 se muestra la ubicación de los principales componentes del PPOI. Como se observa en la imagen la PPOI propiamente dicha se ubica sobre una superficie de 4.400 m^2 (55 m x 80 m) en terrenos de propiedad de Aluar (planta Aluar Primario), al Oeste de la planta de tratamiento de efluentes líquidos, sobre el vértice Sur-Este del predio industrial de Aluar. Es importante destacar que el predio en el que se emplazará la PPOI es un área industrial, dentro de las instalaciones de Aluar, por tal motivo, no es una zona que pueda utilizarse para un fin distinto que para la implantación de instalaciones de carácter industrial, además de estar inmersa en el Parque Industrial Pesado. Razón por la cual, la afectación al medio por el desplazamiento de otra actividad, no es significativo, sino que ya fue analizado anteriormente en el Estudio de Impacto Ambiental de la planta.

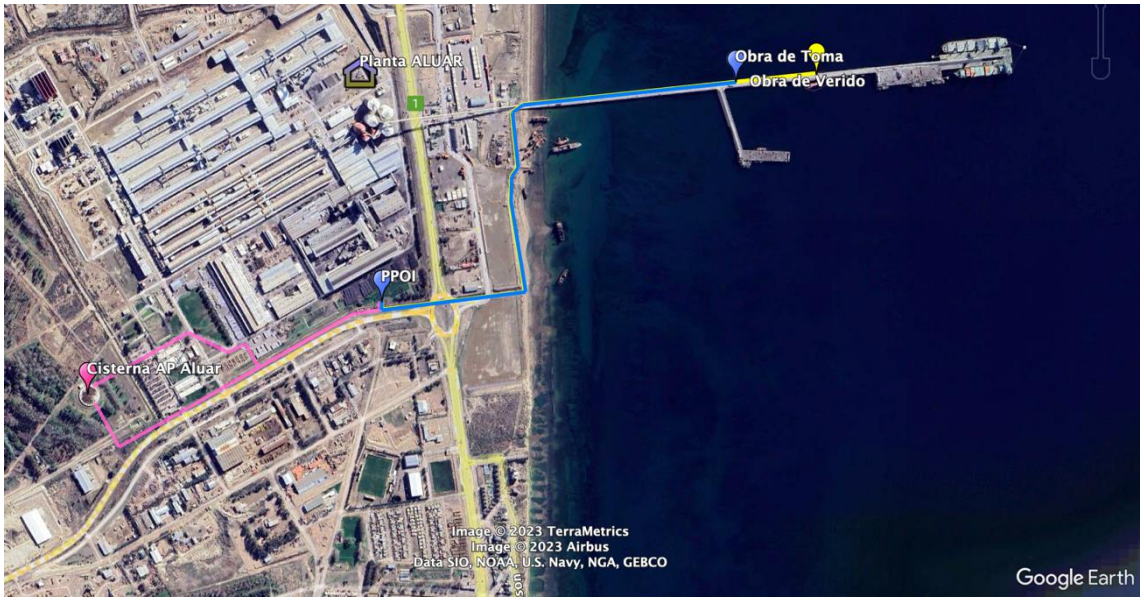


Figura 2. Localización de los principales componentes del PPOI. Obra de Toma y cañería de agua de mar (azul), Obra de vertido y cañería de descarga de salmuera (amarillo), y posibles trazados de cañerías de agua potable hacia cisterna de Aluar (rosa).

Otros elementos importantes de la PPOI son la captación de AM (5.286 m^3/día) y la descarga de salmuera (3.036 m^3/día, con un valor promedio de TSD de 64,58 g/L) que incorpora los rechazos de Filtros Autolimpiantes (FA) y Ultra Filtración (UF) (11 + 275 m^3/día, con un valor de TSD de 35,5 g/L - valor promedio entre dato teórico y dato analítico - como el AM).

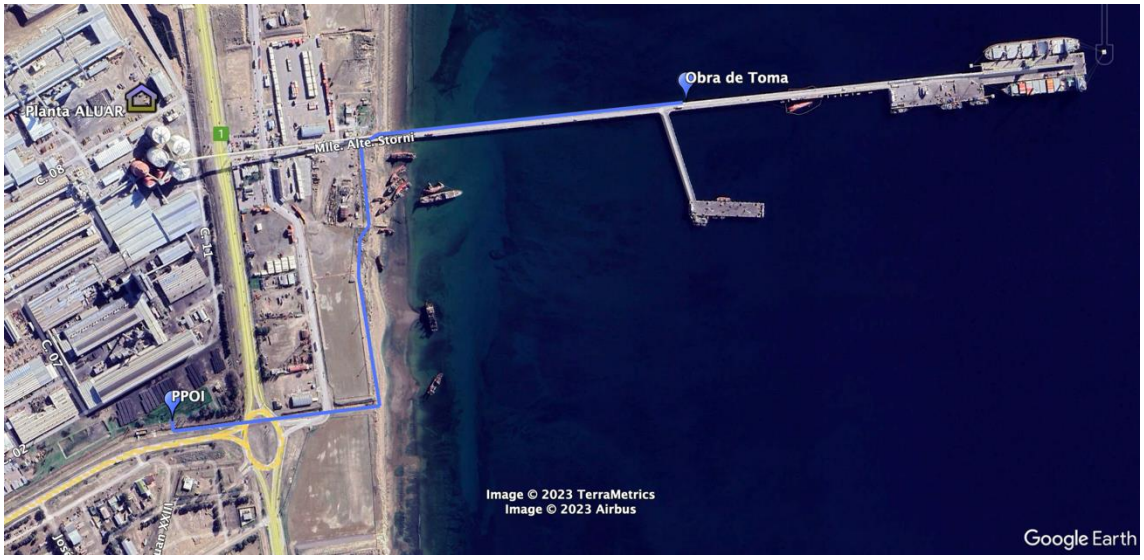


Figura 3. Imagen satelital ubicación de obra de toma de agua de mar y cañería (traza azul) de agua de mar hacia la PPOI. Fuente: Google Earth 2023.

La captación de AM se logrará mediante la instalación de un dispositivo de bombeo ubicado sobre el margen Norte del viaducto del Muelle Almirante Storni a unos 718 metros al Este desde la costa. Mientras que para la descarga de salmuera se utilizará una cañería con una boca de vertido sumergidas en el Golfo Nuevo también ubicada sobre el margen Norte del viaducto a unos 890 metros al Este de la costa. En este punto el nivel del mar en condición de bajamar es siempre superior a los 6,5 metros. Ambas cañerías - cañería de agua de mar (azul) y cañería de descarga de salmuera (amarillo) en la Figura 2 - estarán soportadas mediante ménsulas existentes sobre la cinta transportadora de Alúmina de Aluar que corre paralelas al viaducto del Muelle Almirante Storni. En la acometida del mismo a la costa ambas cañerías, enterradas, se dirigirán al Sur (552 m), siguiendo la línea de la costa, sobre la franja de terreno existente entre el límite Este del predio de la APPM y la playa. Al llegar al canal de descarga del pluvial, las cañerías se dirigirán al Oeste (366 m), siempre bajo el nivel del suelo, para ingresar al predio de la planta de Aluar. La longitud total de la cañería que transporta AM será de 1.636 m de longitud aproximadamente.

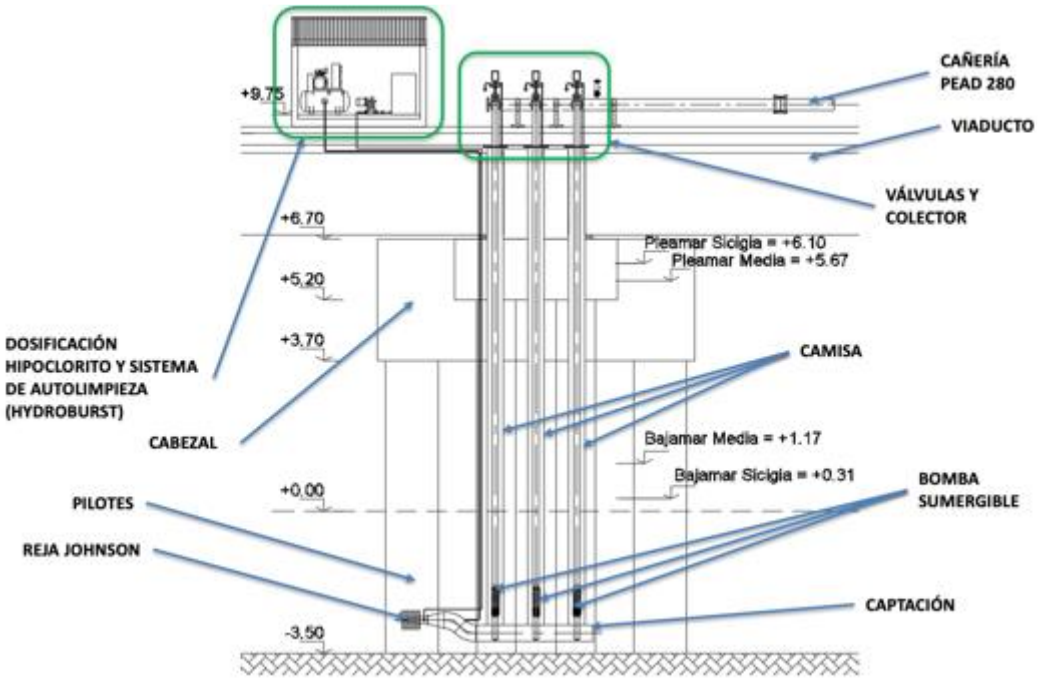


Figura 4. Obra de Toma de AM a instalar sobre el Viaducto del Muelle Almirante Storni, ver Figura 2. Incluye equipo de dosificación de Hipoclorito de Sodio (NaClO), Reja tipo Johnson y sistema de autolimpieza con el propósito de controlar las incrustaciones de algas y organismos del bentos marino tanto en la toma de AM como en la cañería de transporte de AM de 1.636 m de longitud.

Para mayor visualización de la Figura 4 se adjunta esquema de toma de AM en **Anexo V**, y para mayor detalle de la traza de toma de agua de mar, se adjuntan como **Anexo III**:

- PLANIALTIMETRIA ACUEDUCTO TOMA PROG.0+000 A 0+640 (Muelle Almirante Storni - TOMA).
- PLANIALTIMETRIA ACUEDUCTO TOMA PROG.0+640 A 1+208 (Entre predio APPM y playa).
- PLANIALTIMETRIA ACUEDUCTO TOMA PROG.1+208 A 1+544 (Entrada a la PPOI).

Como se puede observar en la Figura 3, el sistema de toma de agua se compone en primera instancia, de una reja tipo Johnson que actúa como elemento filtrante a fin de evitar el ingreso de partículas o especies pequeñas a la cañería, así como tampoco ningún otro elemento extraño que pueda encontrarse en el mar (plásticos, etc.). Posterior a la reja se encuentra un colector de captación horizontal al lecho del mar, el que se encuentra conectado a tres tuberías que contienen las bombas sumergibles, que se encargan de impulsar el agua a la unidad de filtros autolimpiantes de la PPOI. La reja de captación y filtrado tipo Johnson cuenta con un sistema de autolimpieza (Hydroburst), el cual realiza un lavado a contracorriente mediante el uso de aire. Este sistema cuenta con una velocidad de flujo muy lenta (por debajo de 0,15 m/s en condiciones estándar), por lo que el impacto generado en el ambiente es muy leve.

Posterior al sistema de limpieza y antes de las bombas sumergibles de toma, se cuenta con un sistema de dosificación de un Hipoclorito de Sodio, para evitar la formación de biofouling en las cañerías y para evitar el crecimiento microbiológico. En la sección 3.3.2 se encuentra mayor información sobre este punto.

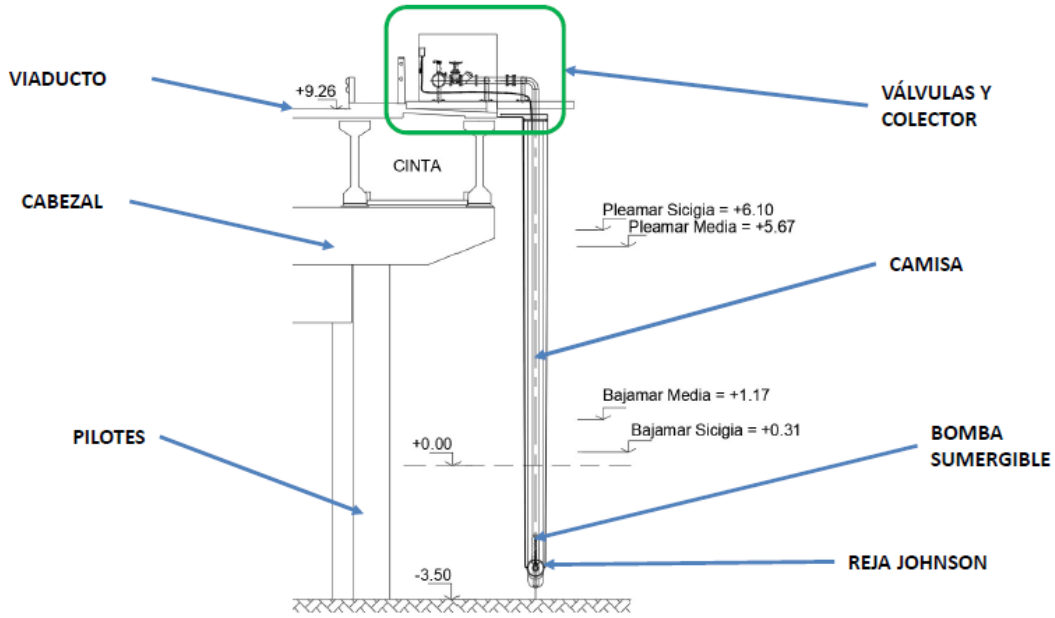


Figura 5. Toma de agua de mar desde una vista hacia el Oeste.

Figura 6. Reja tipo Johnson.

Las bombas sumergibles se encuentran dentro en una camisa cilíndrica que se conecta al colector de 280 mm, mediante tres válvulas anti-retorno y de corte. Toda la cañería de conducción del agua de mar estará soportada mediante ménsulas existentes sobre la cinta transportadora de alúmina de Aluar.

La primera unidad del tren de potabilización de agua, ubicada en la PPOI, es la unidad de filtros autolimpiantes. Previo al paso por los filtros, al AM será dosificada con un coagulante, que favorece la aglomeración de partículas de sólidos sedimentables, para mejorar su retención.

Los filtros autolimpiantes están compuesto de discos ranurados, que se encuentran apilados en una espina o eje interior. Durante la filtración, los discos están comprimidos por medio de un resorte precargado y por diferencia de presión, forzando al agua a pasar a través de la superficie de los discos ranurados, lográndose de esta forma atrapar los sólidos. Estos filtros permiten la retención de todos aquellos sólidos con un micronaje mayor a los 130 µm. Una vez alcanzada la diferencia de presión

establecida, producto del ensuciamiento de los filtros, se activa el sistema de retrolavado. En forma simultánea, la válvula de entrada se cierra y el puerto de la válvula de drenaje se abre. Durante el proceso de retrolavado se libera la compresión sobre los discos y chorros tangenciales de agua filtrada son forzados a pasar a través de las boquillas posicionadas a lo largo de la espina (eje interior). En esta etapa los discos giran libremente, liberando los sólidos atrapados a la línea de drenaje. Durante el ciclo de lavado cada conjunto de filtros es retrolavado en forma secuencial, mientras que los otros conjuntos continúan suministrando agua filtrada hacia aguas abajo. Cuando un conjunto comienza el ciclo de retrolavado, las válvulas del sistema en forma automática invierten el flujo en el conjunto, permitiendo que el agua filtrada y presurizada aguas abajo, retrolave el filtro.

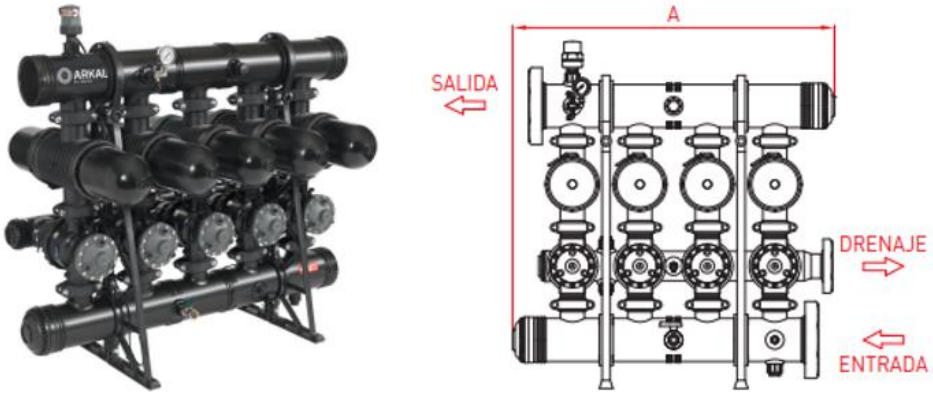


Figura 7. Imagen ilustrativa de los filtros autolimpiantes.

Si bien el caudal de rechazo de la limpieza de los filtros depende de la operación y fuente de AM, se toma 11 m^3/día considerando los manuales teóricos de operación.

La siguiente etapa consiste de una Ultrafiltración (UF), encargada de la remoción total de sólidos en suspensión y coloides. Esta unidad permite quitar hongos y bacterias presentes en el AM, por lo que constituye una importante barrera desde el punto de vista microbiológico en orden a proteger la vida útil de las membranas de OI. El tamaño nominal del poro es de aproximadamente 0,01 µm y la superficie de permeado es de unos 90 m^2 por unidad.

Figura 8. Corte transversal de una unidad de Ultrafiltración y el paso de afuera hacia adentro.

Las unidades de Ultrafiltración pueden tener varias configuraciones de flujo, las unidades que operan de afuera hacia adentro permiten una mayor proporción de sólidos suspendidos en el agua a procesar y menor consumo eléctrico, reduciendo el consumo de recursos frente a otras alternativas. La PPOI contará con tres trenes de UF con 14 unidades cada uno, cada tren con una producción de 73 m^3/h y operarán de manera alternada en función del retrolavado. El sistema de limpieza de las membranas permite extender su vida útil y así poder reutilizarse la mayor cantidad de veces posible, para que no deban retirarse por saturación de material. Las UF cuentan con retrolavados físicos y químicos, que mantienen el correcto funcionamiento de filtrado. El primer lavado se conoce como backwash y air-scrubber, donde agua filtrada pasa en contracorriente por el filtro y posterior al agua se pasa en contracorriente aire a presión, esto ocurre una vez cada 30 minutos y toma entre 30 y 60 segundos. El segundo lavado tiene una frecuencia diaria y se trata de dejar sumergida la membrana en una disolución de lavados durante aproximadamente 20 minutos. Por último, se encuentra el lavado químico cuya periodicidad depende de la calidad de agua de ingreso y puede variar entre una vez por mes y una vez por año, dependiendo fuertemente de la diferencia de presión. En función de la composición de AM, se pueden realizar los tres lavados expuestos anteriormente o el backwash y air-scrubber con disolución de lavados. Más información sobre las dosificaciones se encuentra en el punto 3.3.2.

El AM ultrafiltrada se podría acopiar en un tanque de 200 m^3 de capacidad desde el cual se alimentarían los trenes de membranas de OI (a definir por proveedor), mientras que los retrolavados se dirigirán al tanque de rechazos. Si bien el caudal del mismo depende de la operación y fuente de AM, se toma 275 m^3/día considerando los manuales teóricos de operación.

El pretratamiento del agua de mar, previo al ingreso a la unidad de Osmosis Inversa (OI), finaliza con la dosificación de Metabisulfito de Sodio y un anti-incrustante/dispersante. El Metabisulfito de Sodio en solución es un secuestrante de Cloro, dado que el Cloro libre degrada las membranas de la OI. Este reacciona con el Cloro libre y lo convierte en sales inocuas que no afectan a las membranas. A su vez, el desincrustante actúa con las sales de Calcio y Magnesio para que estas no se precipiten en las membranas. Más información sobre las dosificaciones se encuentra en el punto 3.3.2.

En la etapa de OI (ver Figura 8) se obtienen los 94 m^3/h de agua permeada cuya concentración de TSD es de 0,14 g/L, mientras que la salmuera que se descarta - caudal de 115 m^3/h - contiene una concentración de TSD entre 60 y 65 g/L. Las plantas de OI tienen una recuperación del orden del 50% y son procesos que

requieren altas presiones de operación. El sistema busca que el agua dentro de la solución AM atraviese la membrana pero no así la sal, por lo que se aplica una presión que supere la presión osmótica y así obtener agua desalinizada.

Esta etapa se compone de tres trenes de OI en paralelo y un tren en serie, obteniendo una capacidad total de 93,75 m^3/h. El proceso requiere de altas presiones de operación (entre 50 a 65 bar), las cuales son logradas mediante la utilización de bombas de alta presión y membranas diseñadas para tolerar dichas presiones.

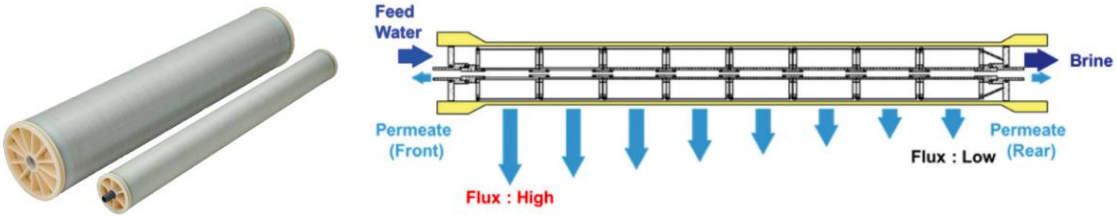


Figura 9. La imagen de la derecha corresponde al formato de las unidades típicas de una membrana de OI, mientras que la imagen de la derecha representa el sentido de flujo de una membrana.

El sistema de OI cuenta con un sistema de limpieza de las membranas, que le permiten extender su vida útil y prevenir en ensuciamiento típico del proceso. Este sistema se llama CIP (Clean In Place - "Limpieza en el Lugar"), y se compone de un tanque, cañería y bombas que le permiten independizarse de las unidades que se encuentran en marcha. Existen dos tipos de limpieza para la OI: una de recirculación de agua filtrada o de agua del pretratamiento, que se hace circular a baja presión y una velocidad alta; mientras que la segunda limpieza es química. La limpieza química puede ser ácida o básica y depende del ensuciamiento de la membrana, si es metálico se utiliza la limpieza ácida y si es orgánico o biológico la limpieza es básica. Mayor información sobre las dosificaciones como productos utilizados se encuentra en el punto 3.3.2.

Figura 10. Aspecto interior de uno de los tres contenedores que contendrán el equipamiento tecnológico de la PPOI.

El agua desalinizada que abandona la OI debe ser "remineralizada" para poder destinarse a consumo humano, por lo que se le debe agregar a la misma $CaCO_3$ (calcita). En esta instancia también se corrige el pH del AP dosificando NaOH y/o HCl según sea necesario para lograr un pH entre 7,3 y 7,5. Finalmente se dosifica NaClO en cantidad necesaria para lograr cubrir el requerimiento sanitario de Cloro libre residual > 0,2 mg/L que especifica el Código Alimentario Argentino.

El transporte de AP desde la PPOI hasta la cisterna de 6.000 m^3 ubicada en el predio de Aluar se realizará mediante una cañería enterrada de 1.300 m aproximadamente. Aún no está definida su traza.

Los rechazos de cada etapa de la PPOI serán almacenados en el denominado tanque de rechazos (salmuera). Para la descarga de salmuera se utilizará una cañería de 8" que saldrá desde dicho tanque, suelo. Al llegar a la costa, se dirige hacia el Norte unos 552 m por la franja de terreno existente entre el límite Este del predio de la APPM y la playa. Una vez alcanzado el muelle, la cañería estará soportada mediante ménsulas existentes sobre la cinta transportadora de Alúmina de Aluar que corre paralelas al viaducto del Muelle Almirante Storni. Una vez recorridos unos 890 m sobre el margen Norte del viaducto, se ubica la descarga con una boca de vertido sumergida en el Golfo Nuevo. En este punto el nivel del mar en condición de bajamar es siempre superior a los 6,5 metros. Se observa a continuación traza de la misma.

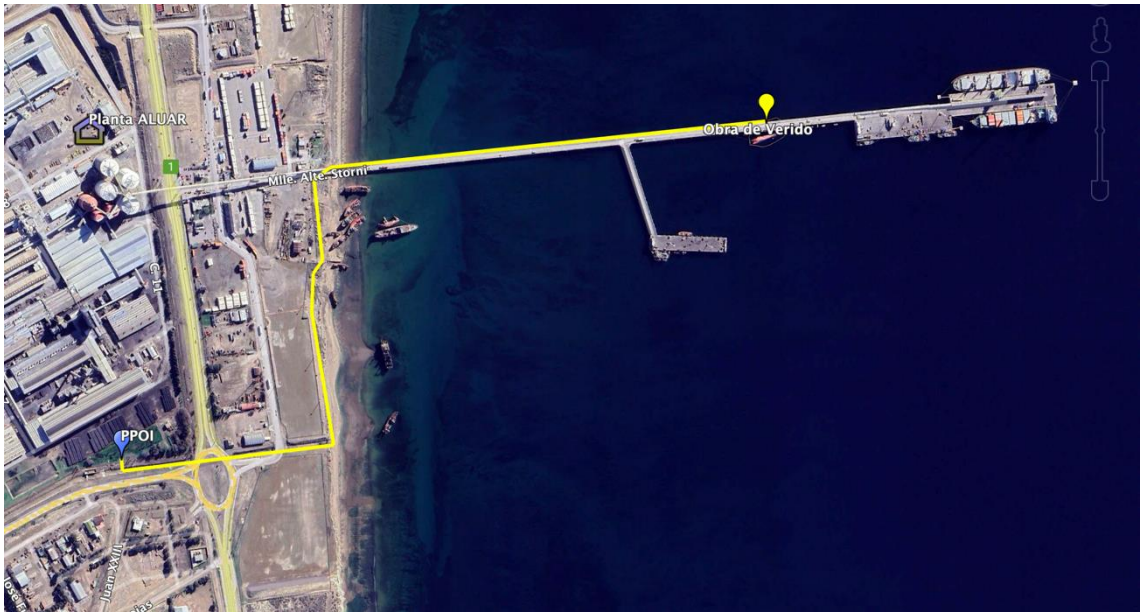


Figura 11. Imagen satelital ubicación de obra de descarga de salmuera al mar y cañería (traza amarilla) de salmuera. Fuente: Google Earth 2023.

Para mayor detalle del recorrido de la cañería de descarga de salmuera, ver **Anexo IV**:

- PLANIALTIMETRIA ACUEDUCTO RECHAZO. Para la salida de la PPOI tomar PLANIALTIMETRIA ACUEDUCTO TOMA PROG.0+000 A 0+640, ya que coinciden. Anexo III.
- PLANIALTIMETRIA ACUEDUCTO RECHAZO. Entre predio APPM y playa tomar PLANIALTIMETRIA ACUEDUCTO TOMA PROG.0+640 A 1+208, ya que coinciden. Anexo III.
- PLANIALTIMETRIA ACUEDUCTO RECHAZO PROG.1+143 A 1+835 (Muelle Almirante Storni - DESCARGA). Anexo IV.

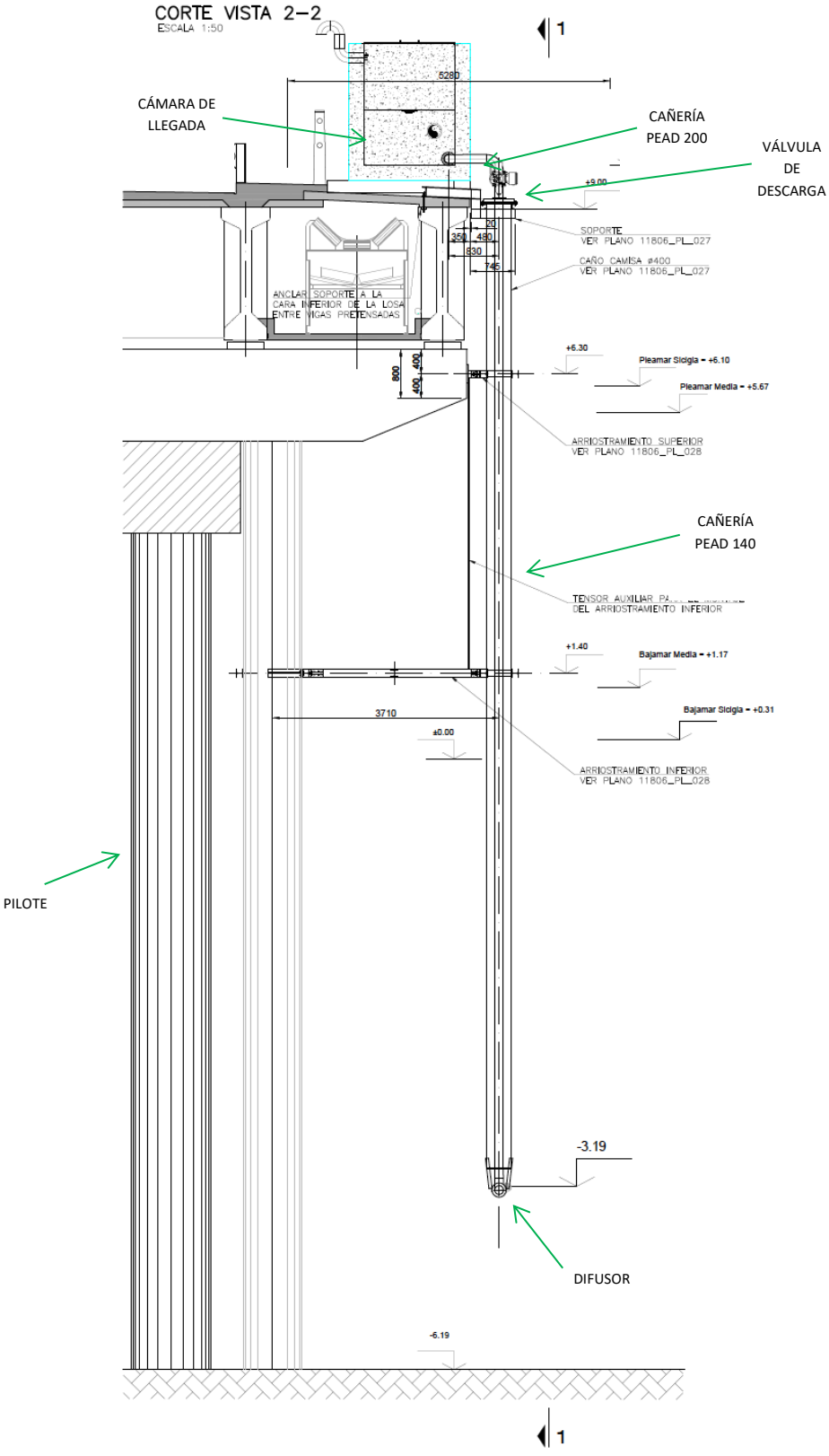


Figura 12. Obra de descarga de salmuera a instalar sobre el Viaducto. CORTE VISTA 2-2.

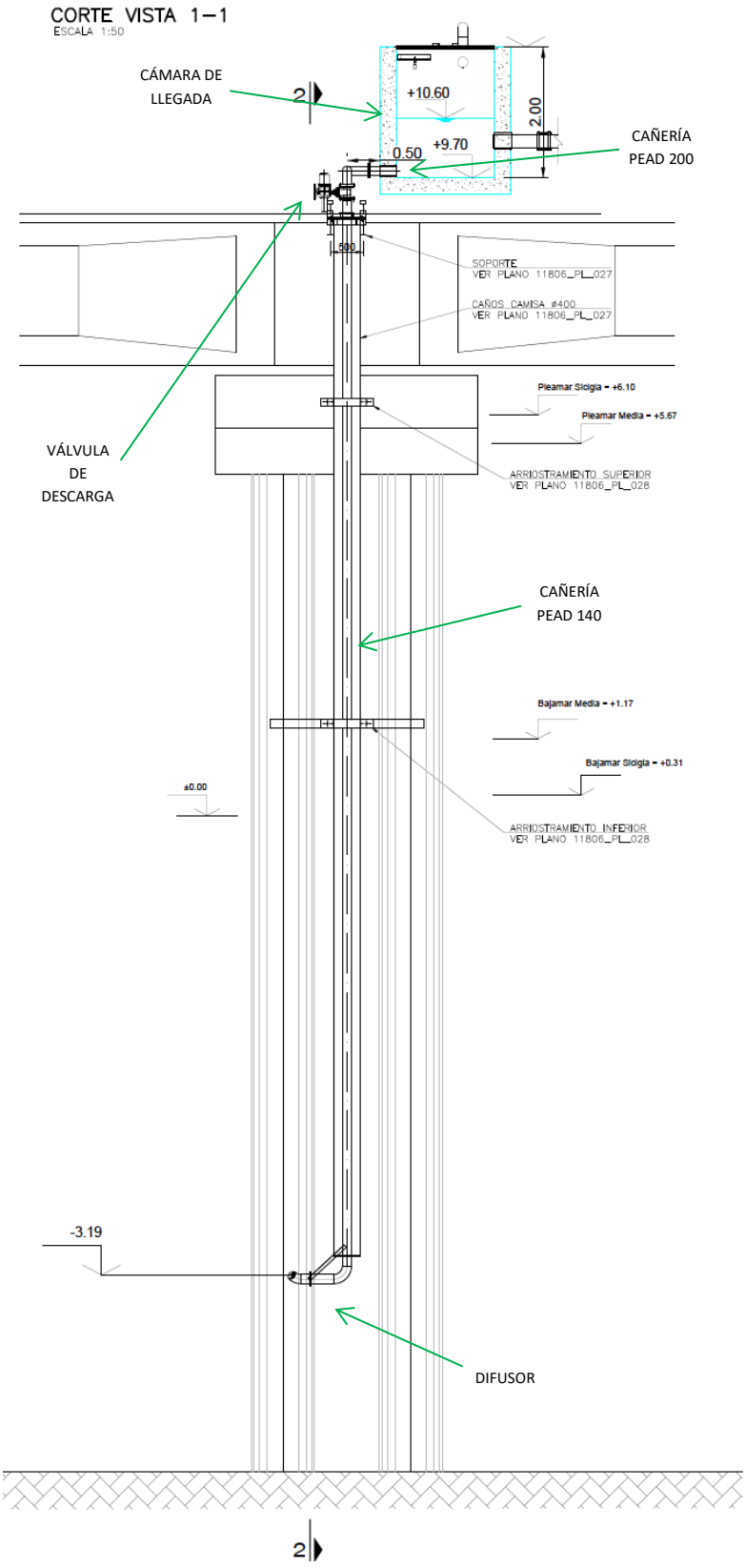


Figura 13. Obra de descarga de salmuera a instalar sobre el Viaducto. CORTE VISTA 1-1.

Se adjunta como **Anexo V**, para mayor detalle y visualización, el esquema de descarga de salmuera al mar.

3.2. Selección del sitio

La ubicación donde se emplazará la PPOI, fue seleccionada considerando los puntos que se detallan a continuación:

1. Se revisaron las restricciones del área y disponibilidad de recursos, no identificándose problemáticas ambientales significativas ni operativas en las opciones analizadas.
2. Cuenta con accesibilidad a energía eléctrica e instalaciones sanitarias y planta de tratamiento de efluentes cloacales.
3. La generación de residuos queda enmarcada en la gestión actual de los mismos por parte de la empresa Aluar.
4. La zona del predio se encuentra apta y en cuando a logística óptima para el proyecto, considerando las trazas, el pluvial existente para la no afectación de la ruta, principalmente.
5. Es un sitio ya impactado por el funcionamiento de Aluar, empresas lindantes y rutas de acceso.
6. Cercanía al Muelle Almirante Storni, sitio donde se captará el agua de mar minimizando trayectoria de cañerías y utilizando el viaducto como soporte ya existente evitando obra.
7. Cercanía de la PPOI con la cisterna de agua potable de Aluar, considerando que el consumo se realizará en el mismo predio.
8. Accesos directos de insumos y equipos, considerando rutas terreres y marinas.

3.2.1. Superficie requerida

Para la implantación de la Planta Potabilizadora de Ósmosis Inversa, se prevé necesario la utilización de 4.400 m^2 (55 m x 80 m) ubicadas al Sur-Este del predio industrial de la Planta Aluar Primario. Según el Código de Planeamiento Urbano de la Municipalidad de Puerto Madryn, dicho predio corresponde al área “PI1” - Parque Industrial Pesado. A su vez, el resto de los componentes del proyecto informados en la Figura 2, corresponden a la zona “Puerto APPM”. Información que se presenta con mayor detalle en apartado de Colindancias.

Figura 14. PI1 Parque Industrial Pesado y Puerto APPM - Plano del Código Planeamiento Urbano (en amarillo superficie estimada de la PPOI).

Como se mencionó anteriormente, el predio en el que se emplazarán los principales componentes de la PPOI es un área industrial, dentro de las instalaciones de Aluar, por tal motivo, no es una zona que pueda utilizarse para un fin distinto que para la implantación de instalaciones de carácter industrial, además de estar inmersa en el Parque Industrial Pesado. Razón por la cual, la afectación al medio por el desplazamiento de otra actividad, no es significativo, sino que ya fue analizado anteriormente en el Estudio de Impacto Ambiental de la planta.

3.2.2. Situación legal del predio

El predio de la planta productora de Aluminio Primario donde se implantará la Planta Potabilizadora de Ósmosis Inversa, pertenece a la empresa Aluar Aluminio Argentino S.A.I.C. adquirido mediante escritura de compra-venta en 1.971.

Se adjunta copia certificada/legalizada de la documentación legal en **Anexo VI**.

3.2.3. Vías de acceso

El acceso por vía terrestre al proyecto coincide con el acceso a la planta de Aluar, por la Ruta Nacional A010 km 6 del Parque Industrial Pesado de la ciudad de Puerto Madryn tal como se muestra en la siguiente Figura.

Figura 15. Acceso a planta Aluar - PPOI (flecha naranja).

A su vez, se pueden alcanzar dicho acceso por las siguientes vías:

- Ruta Provincial N˚1 (amarillo).
- Av. Kenneth Woodley (azul).
- Ruta Nacional N˚A010 (rojo).

Figura 16. Vías de acceso a la planta Aluar - PPOI.

3.2.4. Colindancias del predio

De acuerdo al Código de Planeamiento Urbano de la Municipalidad de Puerto Madryn, el predio de Aluar se encuentra ubicado en la zona "PI1", destinada al Parque Industrial Pesado.

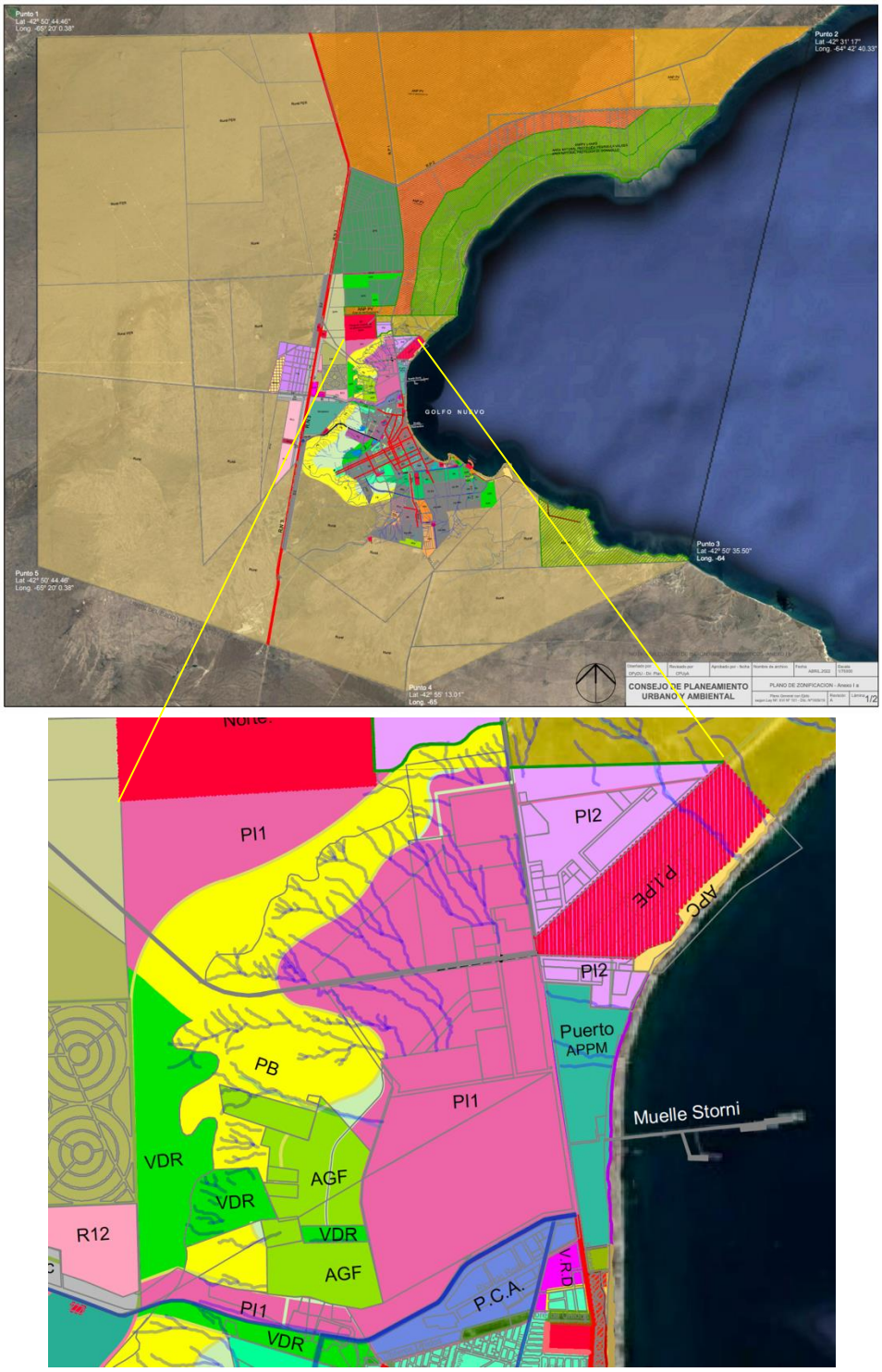


Figura 17. Zonificación según Código de Planeamiento Urbanos del ejido Puerto Madryn, con ampliaciones de las zonificaciones lindantes a la del proyecto.

Esta área se caracteriza por su alta densidad de urbanización y la presencia de numerosas industrias. En este sentido, las actividades principales que se desarrollan en las zonas aledañas se encuentran detalladas a continuación:

Zonificación	Descripción	Ubicación respecto a zonificación del proyecto
VDR	Verde Deportivo Recreativo	Oeste
AGF	Agroforestal	Oeste
PB	Parque de la Barda	Oeste
PI1	Parque Industrial Pesado *Trivium Packaging, RIGEL, Techstone, Marea Patagónica, Transporte Ceferino, Murchison, Piedra Púrpura.*	Parte Norte
PIPE	Parque Industrial Pesquero *Conarpesa, Altamare, Iberconsa de Argentina, Estrella Patagónica, Arbumasa, Red Chamber, Harinas Patagónicas, Greciamar, Vientos del Sur.*	Este
Puerto APPM	Puerto APPM *Loginter, Coop. de Estibajes, APPM, Aduana, Patagonia Estibajes, SOMU.*	Este
PI2	Parque Industrial Liviano *Parte Norte: La Escalerona, CCI hormigón armado, Tanques de almacenamiento de combustible, Congeladores Patagónicos.* *Parte Sur: Moreni, ABC Industrial, APAM, Patagonia Ecológica.*	Este
PCA	Parque Conexo al Aluminio *EISI, Infa, Patagonia Estibajes, Caleta, Intermares, Expreso Oro Negro, Albamar, SETEC, Pyrotek, Gomería Montes, Tirion, CIMA, Parque Tecnológico Puerto Madryn.*	Sur

Tabla 1. Zonas colindantes al predio del proyecto.

3.3. ETAPA DE PREPARACIÓN DEL SITIO Y CONSTRUCCIÓN

3.3.1. Programa de trabajo

Se estima que la obra durará 12 meses (M12) aproximadamente. La fecha exacta de comienzo de las tareas planificadas será definida una vez que se cuente con todos los permisos necesarios para ello.

Para la etapa de Preparación del sitio y construcción, las acciones consideradas fueron las siguientes:

Tareas	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	M11	M12
1) Obra civil y electromecánica												
2) Montaje de contenedores con equipamiento de la PPOI												
3) Puesta en marcha de la PPOI e instalaciones conexas												

Tabla 2. Programa de trabajo de la etapa de Preparación de sitio y construcción.

A continuación se desarrolla cada tarea:

1) Obra civil y electromecánica

Inicio	**Tareas**	**Final**
M1	- Nivelación y consolidado del terreno de la PPOI. Son 4.400 m^2 de terreno a consolidar. - Alimentación eléctrica de la PPOI desde Planta Aluar. - Cabina eléctrica en PPOI. - Tendido eléctrico interno de la PPOI e iluminación perimetral. - Bases de hormigón para apoyo de los 4 contenedores de 40 pies (12,2 metros) que albergan los 4 módulos del equipamiento tecnológico de la PPOI. - Bases de hormigón para tanques y caminos. - Tendido eléctrico para alimentación de las bombas de impulsión de AM desde cabina eléctrica CE12. - Instalación de la Obra de Toma de AM sobre el margen Norte del Viaducto del Muelle Almirante Storni. - Instalación de la Obra de Vertido de Salmuera sobre el margen Norte del Viaducto del Muelle Almirante Storni. - Cañería de transporte de AM en polietileno de 11". Son 1.636 m de cañería parte soportada por ménsulas fijadas al viaducto del Muelle Almirante Storni (718 m), y parte de cañería enterrada (950 m). - Cañería de transporte de Salmuera en polietileno de 8". Son 1.840 m de cañería parte soportada por ménsulas fijadas al viaducto del Muelle Storni (890 m), y parte de cañería enterrada (950 m). - Tanque de acopio de AM cruda, tanque de limpieza química, tanque de acopio de AP y tanque de rechazos. - Cañerías de interconexión entre los 4 contenedores de 40 pies que albergan los equipos propios de la PPOI. - Depósito de almacenamiento y distribución de productos químicos. - Casa de bombas para distribución de AP. - Cañería de distribución de AP a la cisternas de Aluar. Para abastecer la cisterna de Aluar se utilizarán 1.300 m aproximadamente de cañería enterrada y se estima que sea de polietileno de 6" de diámetro.	M12

2) Montaje de contenedores con equipamiento de la PPOI

Inicio	Tareas	Final
M5	Montaje de contenedores con equipamiento de la PPOI	M6

3) Puesta en marcha de la PPOI e instalaciones conexas

Inicio	Tareas	Final
M7	Instalaciones conexas	M9

3.3.2. Preparación del terreno

Entre la calle de acceso al predio y el terreno mismo que ocupará la PPOI se nivelarán y compactarán con suelo seleccionado unos 5.000 m^2 de terreno.

Para el tendido de cañerías de transporte de líquidos (AM, Salmuera y AP) y cables de conducción de energía se excavarán unos 3.000 m de zanjas aproximadamente. La ejecución del zanjeo no afectará la circulación de la Ruta Provincial N°1 / Avenida Kenneth Woodley dado que se utilizará el conducto pluvial que atraviesa dicha Ruta en las proximidades de la intersección de la misma con la Ruta Nacional N˚A010 para instalar los caños de suministro de AM (11”), descarga de salmuera (8”) y transporte de AP a la cisterna de la Aluar (se estima de 6”). Ver Figura 2.

La reutilización de dicho conducto permite minimizar el área afectada de suelo para la conducción de las cañerías de toma y descarga.

3.3.3. Equipos a utilizar

Para el movimiento de suelos y zanjeo a realizar se utilizarán equipos como retroexcavadoras, palas cargadoras, rodillos pata de cabra, rodillos aplanadores/compactadores, camiones tipo batea para transporte de áridos.

Para el manejo de cargas se utilizarán autoelevadores de gran tamaño para la descarga de contenedores, grúas y equipamiento de menor tamaño. Mientras que para los trabajos en altura se utilizarán brazos articulados con canastilla para el personal que realiza el montaje.

Para el hormigonado de las plateas requeridas para la PPOI se utilizarán camiones hormigoneros y una bomba, proveniente de proveedores de la zona.

A modo de resumen, se detalla un listado:

- Grúa de 40/50 toneladas
- Grúa de 70 toneladas
- Camión semi para traslados
- Manipulador
- Camión hidro
- Equipos de electrofusión
- Maquinaria vial para preparación del suelo

3.3.4. Materiales a utilizar

Para la ejecución de la obra los materiales que se utilizarán en mayor medida, serán los siguientes:

- Áridos para ejecutar los trabajos de nivelación, compactado y consolidación: se utilizarán áridos seleccionados a adquirir en proveedores de la zona que dispongan del material en canteras habilitadas (900 m^3 de arena).
- Hormigón: para las plateas se utilizará hormigón, que se adquirirá en alguna de las plantas que suministran y entregan en obra hormigón elaborado. Este material se utilizará en las bases de los 3 tanques de acopios de líquidos, en las calles internas y en las bases de apoyo de los 3 contenedores que contienen el equipamiento tecnológico de la PPOI.

- Hierro de estructura para las bases y plateas de hormigón: se utilizarán estructuras de hierro de distintos diámetros (5.500 kg de hierro de armadura).
- Cables: para el conexionado eléctrico tanto de la planta como para el bombeo de la toma de AM.
- Caños y tanques: las cañerías de toma de AM y la descarga de salmuera serán de material resistente a la corrosión, por lo que serán de PVC (unos 3.500 m de caño de polietileno de alta densidad), al igual que los tanques de acopio.
- Módulos de tratamiento de Ósmosis Inversa (módulos de membradas).
- Equipamiento complementario propio de la PPOI: bombas, filtros, rejilla Jonhson, conexionado entre unidades y tanques, etc.

3.3.5. Obras y Servicios de apoyo

Durante el período de construcción de la PPOI se instalarán obradores y pañoles en contenedores en el predio señalado en la Figura 2. Se utilizarán baños químicos para los servicios sanitarios de las aproximadamente 40 personas, en su pico máximo de simultaneidad de tareas, que trabajarán en la etapa de construcción. Se agregarán o retirarán módulos de acuerdo a la cantidad de personas presentes.

3.3.6. Requerimientos de energía

La provisión de energía eléctrica la suministrará Aluar, y una vez tendido el cable eléctrico y construida la cabina eléctrica, el suministro energético será provisto desde la PPOI (potencia 1.000 kVA).

Dado que el proyecto se llevará a cabo dentro de las instalaciones de la planta de Aluar y en áreas del muelle que ya cuentan con energía eléctrica, no se considera necesaria la utilización de generadores eléctricos, sin embargo, en caso de requerirse se utilizarán con todos los medios de protección necesarios para evitar derrames durante la carga de combustible, su transporte y su utilización.

No se almacenarán combustibles líquidos en el predio de la PPOI. Los vehículos industriales afectados a la obra se abastecerán con un tanque móvil habilitado, mientras que los vehículos de transporte se abastecerán en las estaciones de servicio de Puerto Madryn.

Cabe destacar que parte de la generación de energía que provee Aluar proviene de fuentes renovables.

3.3.7. Requerimientos de agua

El suministro de agua potable para bebida de las personas durante la obra se realizará mediante bidones de agua mineralizada y dispensadores (estimado de consumo de agua potable + higienización de 1 m^3/día para el pico máximo de la obra siendo el promedio de 0,5 m^3/día).

Para la obra se utilizarán 100 m^3 de agua de reuso para la compactación de suelos y caminos, que ingresa a planta para el riego de la forestación, en caso de necesitar agua potable en obra se minimizará su consumo y se obtendrá desde la red de la planta de Aluar.

3.3.8. Generación de residuos sólidos (urbanos, peligrosos y materiales reciclables)

Durante la Preparación del sitio y construcción del proyecto, los residuos generados serán gestionados de acuerdo a los procedimientos vigentes de la Planta Aluar.

La gestión de residuos y efluentes en la etapa de obra mantendrá las premisas de prevención y protección ambiental tendientes a minimizar los impactos ambientales desde la perspectiva de ciclo de vida (conceptos de economía circular).

- REDUCIR: se buscará reducir la generación de residuos y efluentes al mínimo compatible con la tarea a ejecutar.
- RECICLAR: se buscarán alternativas, económica y técnicamente factibles, que permitan reutilizar los residuos generados en otros procesos que pudieran requerirlos como materia prima, fuente de energía o materiales complementarios.
- RECUPERAR: se buscarán obtener de los residuos todos los elementos, materiales o energía que sea posible en un marco técnico económico viable. Esto implica que ante cualquier planificación o modificación de alguna actividad o proceso, o adquisición de un producto/ servicio, se deberá considerar la eficiencia energética y los aspectos ambientales desde una perspectiva de ciclo de vida, identificando los riesgos y oportunidades de dicha acción.

En este sentido, durante la etapa de Preparación del sitio y construcción se generarán las siguientes clasificaciones de residuos:

- Residuos generales del tipo asimilables a urbanos (restos de comida, latas de gaseosas, bolsas de limpieza, elementos de protección personal, embalajes, alambres y zunchos de embalaje, discos de amolar, etc.). Estos residuos recibirán disposición final en el vertedero controlado de Aluar. Se estima una generación menor a 50 m^3.
- Residuos peligrosos: materiales sólidos que pueden contaminarse con aceite, grasas, pinturas, solventes, aerosoles, electrodos, entre otros. Estos pueden ser, guantes, trapos, cartones, maderas, otros. Estos residuos se dispondrán en el Relleno de Seguridad de Aluar mediante camiones habilitados para el transporte de residuos peligrosos de las categorías mencionadas. Se estima una generación menor a 20 m^3.
- Materiales reciclables: estos materiales pueden ser papel, cartón, maderas y chatarra metálica que pueden generarse por los trabajos realizados o los empaques propios de los materiales. Estos materiales entrarán dentro del circuito de reutilización y reciclado de Aluar. Se estima una generación menor a 80 m^3.

Aluar se encuentra habilitado como Generador y Operador de residuos peligrosos en la provincia del Chubut e Infa S.A. como Transportista de residuos peligrosos para las corrientes que se generarán en la PPOI durante la etapa de construcción.

Todos los residuos y materiales reciclables mencionados en este punto, serán contabilizados dentro de la generación de la Planta Aluar Primario en el período en el que sea desarrollado el proyecto.

Esta gestión seguirá los lineamientos de los documentos de Aluar en el marco del Sistema de Gestión Integrado que posee, estos son: IT-AP-000230 Clasificación de residuos y PE-AP-002696 Gestión de residuos sólidos.

3.3.9. Generación de efluentes líquidos

Para los servicios sanitarios que utilizarán las personas que trabajarán en esta etapa se emplearán baños químicos a contratar a los proveedores habituales de estos servicios quienes también se ocupan de la disposición final de los efluentes, como así también se podrían procesar en la Planta de Tratamiento de Líquidos Cloacales de Aluar Primario, cuya capacidad podría absorber la cantidad de efluentes que se generen.

Se estima una generación de aproximadamente 80 m^3 de efluentes líquidos provenientes de los baños químicos como de la higienización del personal.

Es importante señalar que no se generarán efluentes líquidos de características peligrosas en esta etapa.

Esta gestión seguirá los lineamientos de los documentos de Aluar en el marco del Sistema de Gestión Integrado que posee, estos son: IT-AP-000230 Clasificación de residuos y PE-AP-002696 Gestión de residuos sólidos.

3.3.10. Generación de emisiones a la atmósfera

Los gases de combustión a emitirse en esta etapa están asociados a los combustibles utilizados por maquinarias y vehículos afectados a las tareas constructivas. Además, el movimiento de vehículos, los movimientos de suelos que podría producir el levantamiento de material particulado en el período en el que se desarrollen estas tareas.

Resumiendo, las emisiones a la atmósfera de la Preparación de sitio y construcción corresponderán a las siguientes:

- Emisiones generadas por camionetas y vehículos de transporte del personal a las zonas de trabajo.
- Emisiones generadas por vehículos de transporte de componentes de la planta y materiales de construcción.
- Emisiones generadas por los equipos de trabajo pesado que se encargarán de los movimientos de suelo.

Los vehículos y maquinarias serán sometidos a un programa de mantenimiento para garantizar que las emisiones se encuentran controladas.

Es importante aclarar que las emisiones liberadas a la atmósfera durante el proyecto serán de muy bajo impacto, ya que son consecuencia del trasporte de personas, materiales y componentes.

3.3.11. Generación de residuos semisólidos (barros, lodos u otros)

No se generarán residuos semisólidos como barros, lodos u otras.

3.3.12. Emisiones de ruido

En esta etapa las principales fuentes de generación de ruido son las relacionadas con la operación de las maquinarias involucradas y al tránsito vehicular.

En este sentido, la generación de ruido por esta obra será de muy bajo impacto y focalizado en el punto donde se desarrollen las tareas. Para lo cual, se buscará optimizar las maniobras en construcción. Dentro del muelle se seguirán todas las recomendaciones pertinentes de la APPM.

3.3.13. Desmantelamiento de las estructuras de apoyo

Una vez finalizadas las tareas de esta etapa, los obradores (oficinas y pañoles) modulares volverán a las bases de las compañías constructoras que participen en el Proyecto y los gabinetes de baños químicos se devolverán a las empresas que los proveyeron.

Se dará disposición final a todos los residuos y efluentes que resten de la etapa, según lo informado en el apartado 3.3.8. y 3.3.9.

No quedarán estructuras o dispositivos de apoyo de obra en ninguno de los sectores intervenidos durante el Proyecto.

3.4. ETAPA DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO

3.4.1. Programa de Operación

Para la etapa de Operación de la PPOI se consideran las acciones que se relacionan con la operación del sistema, y los aspectos que hacen a su funcionamiento.

En las Figuras 1, de la 4 a la 10 y la 12 del ítem 3.1 del presente Informe se muestra el diagrama del proceso de desalinización de AM así como la localización de los distintos elementos que integran la operación de la PPOI; y descripción de los mismos.

3.4.2. Programa de Mantenimiento

El mantenimiento sistemático que requiere una PPOI tiene por objetivo lograr un flujo constante de producción de AP de 94 m^3/h. Para alcanzar dicho caudal de AP es central que el AM pre-tratada que llega a las membranas donde ocurre el proceso de ósmosis inversa se aproxime lo máximo posible a una solución salina libre de las partículas en suspensión (inorgánicas u orgánicas) que se encuentran en el AM natural.

Por tal razón, y tal como muestra la Figura 1, el AM que ingresa a la PPOI (220 m^3/h) a la que en la Obra de Toma (Figura 3 y 4) se le han dosificado 26 L/h de NaClO (Hipoclorito de Sodio solución al 12 %) y 3,5 L/h de $FeCl_3$ (Coagulante - Cloruro Férrico solución al 40 %) pasa por una etapa de filtración que retiene partículas mayores que 130 µm. Estos filtros son del tipo autolimpiante que generan un rechazo de AM del orden de los 0,5 m^3/h, que se conducirá a un tanque de rechazos. Los químicos adicionados antes de la filtración por un lado favorecen la aglomeración de partículas que contribuye a su retención, acción asociada al $FeCl_3$; mientras que el NaClO actúa como biocida. Es significativo minimizar las incrustaciones de material de origen orgánico que reducen la eficiencia de bombeo incrementando el consumo específico de energía para la obtención de AP.

La Etapa siguiente, Ultrafiltración (UF) (ver Figura 7), busca la remoción total de sólidos en suspensión (menores a 130 µm y de hasta 0,01 µm) y coloides, acción que logra quitar hongos y bacterias presentes en el AM por lo que constituye una importante barrera desde el punto de vista microbiológico en orden a proteger la vida útil de las membranas de OI.

La PPOI dispondrá de tres trenes de UF (Figura 7). En forma periódica, y alternando los turnos, cada tren de UF se reacondiciona por RetroLavado (RL) a fin de mantener el caudal de suministro de AM ultrafiltrada que es requerido para ingresar a la etapa de OI, ver Figura 1.

Como se expuso en el punto 3.1, existen dos estrategias de lavado para la ultrafiltración y dependen fuertemente del agua de mar, de su composición y de sus características, contemplando en este informe la alternativa que requiere mayor inyección de químicos (opción conservadora) a fin de poder analizar el impacto sobre el medio.

El ciclo de UF/RL dura 30 min de UF por 3 min de RL. De los 3 min de RL, 1 min se dedica a la aplicación en contracorriente de productos químicos: NaClO (Hipoclorito de Sodio, solución al 12%); NaOH (Soda Cáustica, solución al 46%) y HCl (Ácido Clorhídrico, solución al 32%). Cada producto se dosifica durante 20 segundos a los siguientes caudales: i) NaClO: 40 L/h; ii) NaOH: 155 L/h; iii)HCl: 90 L/h sobre AM ultrafiltrada que está circulando a un caudal de 60 m^3/h y 4 bar de presión. Todos los lavados de la ultrafiltración serán conducidos al tanque de rechazos, que cuenta con los aportes de la limpieza de los filtros autolimpiantes y de la salmuera de la OI.

El AM ultrafiltrada se podría acopiar en un tanque de 200 m^3 de capacidad desde el cual se alimentarían los trenes de membranas de OI (a definir por proveedor).

Antes de que el AM ingrese al tren de OI se dosifican Metabisulfito de Sodio (Solución al 30 % - 12 L/h) para controlar el exceso de Cloro libre que pudiera contener el AM ultrafiltrada, y un Anti-Incrustante/Dispersante (se utiliza una formulación comercial en solución acuosa a base fosfonatos - 3 L/h).

En la etapa de OI (ver Figura 8, 9 y 11) se obtienen los 94 m^3/h de agua permeada cuya concentración de TSD es de 0,14 g/L, y se descartan 115 m^3/h de salmuera que contiene una concentración de TSD entre 60 y 65 g/L.

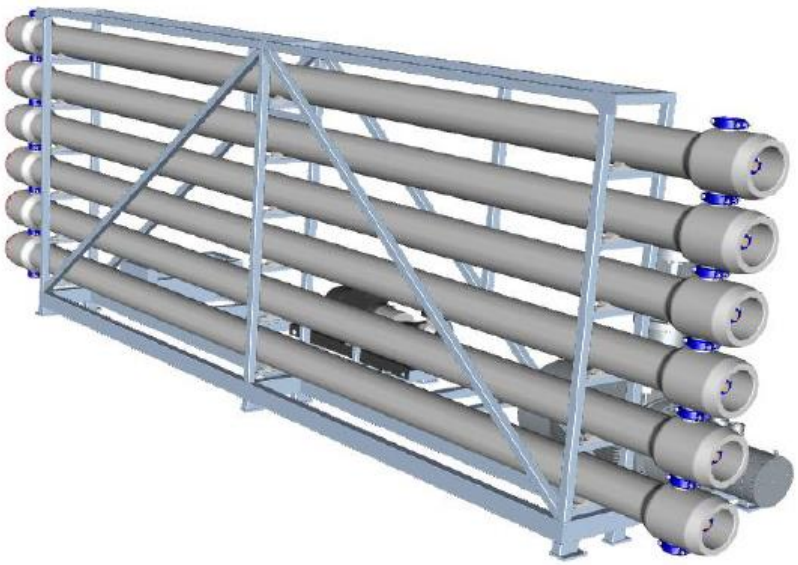


Figura 18. Imagen aproximada de un tren de OI.

Para destinar al consumo humano el agua permeada generada por la OI se debe agregar a la misma $CaCO_3$ (calcita) a razón de 35 a 40 g/m^3 de agua permeada en una etapa denominada “Remineralización”, alcanzando la concentración deseada de TDS de 0,25 mg/L. En esta instancia también se corrige el pH del AP dosificando NaOH y/o HCl según sea necesario para lograr un pH entre 7,3 y 7,5. Finalmente se dosifica NaClO en cantidad necesaria para lograr cubrir el requerimiento sanitario de Cloro Libre Residual > 0,2 mg/L que especifica el Código Alimentario Argentino.

3.4.3. Equipos requeridos

Los equipos principales son los siguientes: bombas de toma, tanque de agua cruda, filtros autolimpiantes, trenes de ultrafiltración, bombas de alta presión, trenes de ósmosis inversa, bombas de descarga y sistema de re-mineralización.

Ver mayor detalla en apartado 3.1 y 3.4.8.

3.4.4. Recursos naturales

Los recursos naturales a ser aprovechados son:

i) Agua de Mar. El AM que se tomará a razón de 5.286 m^3/día (TSD = 35,5 g/L valor promedio entre dato teórico y dato analítico). De dicho volumen se devolverán al mar, como salmuera de rechazo de OI, 3.036 m^3/día con un promedio TSD de 64,58 g/L.

ii) Capacidad de Dilución del Golfo Nuevo. La capacidad de dilución del Golfo Nuevo que permite el vertido de los señalados 3.036 m^3/día de salmuera descartada por la OI.

3.4.5. Materias primas e insumos

En la Tabla siguiente se consignan los consumos de productos químicos a utilizar en la PPOI estimados por m^3 de AP producida:

Producto Químico (Concentración %)	**Requerimiento (g/m^3 de AP)**	**Consumo anual (ton/año)**	**Observaciones**	**Momento de la operación en que se utiliza**
NaClO (Hipoclorito de Sodio) (12%)	54	44	Solución acuosa	- Al AM, en la Obra de Toma - Al AM durante el proceso de UF - Al final de la operación, al agua permeada generada por la OI
$FeCl_3$ (Cloruro Férrico) (40 %)	15	12	Solución acuosa	- Al AM, en la Obra de Toma
Anti-Incrustante y Dispersante (100 %)	2	2	Sólido (producto especial formulado para agua destinada al consumo humano)	- Al AM ultrafiltrada, previo al ingreso a la unidad de OI
Metabisulfito de Sodio (30 %)	10	8	Solución acuosa	
NaOH (Soda Cáustica) (46 %)	18	15	Solución acuosa	- Al AM durante el proceso de UF - Al final de la operación, al agua permeada generada por la OI
HCl (Ácido Clorhídrico) (32 %)	55	45	Solución acuosa	
$CaCO_3$ (Calcita) (100 %)	37	30	Sólido	- Al final de la operación, al agua permeada generada por la OI

Tabla 3. Productos químicos a consumir para producir 2.250 m^3/día de AP mediante el proceso de OI.

3.4.6. Producto final

El único producto final de la PPOI serán los 2.250 m^3/día de AP que dicha Planta permitirá obtener. El AP a obtener deberá satisfacer los requisitos que el Código Alimentario Argentino establece para el AP en su Capítulo XII. No se obtendrán subproductos.

Se generará la salmuera de rechazo (3.036 m^3/día) de la OI que contendrá una valor promedio de 64,58 g/L de TSD, y una muy baja concentración de químicos (más información en la sección 3.4.12.2.

3.4.7. Forma y características de transporte

En la Tabla 4 se consignan los tipos de transporte a utilizar para la materia prima, los insumos, el producto y la salmuera de descarte:

Material	Volumen a transportar	Medio de transporte
Agua de mar (AM) Materia prima	5.286 m^3/día	Bombeo y cañería
Insumos Productos químicos	156 ton/año	En camión por carretera, en envases aceptados por las regulaciones de transporte de mercancías peligrosas
Agua Potable (AP) Producto	2.250 m^3/día	Bombeo y cañería
Salmuera Efluente de descarte	3.036 m^3/día	Bombeo y cañería

Tabla 4. Forma y características de transporte de insumos y productos asociados al PPOI.

3.4.8. Fuente de suministro de energía eléctrica

La potencia eléctrica necesaria para la operación de la PPOI (potencia instalada 1.000 kVA), para el bombeo de AM y AP, y sus instalaciones auxiliares se tomará de las cabinas eléctricas CE1E (sector silos de Alúmina de Planta Aluar) y CE12 (ingreso al Muelle Almirante Storni).

El consumo específico de energía de la PPOI es de 3,6 kWh/m^3 de AP, excluyendo los bombeos de captación de AM y de despacho del AP producida.

La definición exacta de los consumos quedará condicionada a la definición de los módulos de OI y sus respectivos puntos de funcionamiento, se detalla una cuantificación aproximada de los sistemas con mayor consumo energético del proyecto:

Ubicación	Cantidad de bombas	Consumo diario
Sistema de toma	3	2 bombas en funcionamiento continuo y una de back up. Consumo de 9,2 kW - 21,8 A c/u 18,4 kW x 24 h = 441,6 kWh
Sistema de descarga	2	Una bomba en funcionamiento continuo y una de back up. Consumo de 11 kW - 21,2 A c/u 11 kW x 24 h = 264 kWh
Bombas de alimentación UF	2 bombas Una por módulo de UF	2 bombas en funcionamiento continuo

		18,5 kW cada una 18 kW x 24 h = 432 kWh
Bombas de alimentación OI	2 bombas Una por módulo de OI	2 bombas en funcionamiento continuo 18 kW cada una 18 kW x 24 h = 432 kWh
Bombas de alta presión	2 bombas Una por módulo de OI	2 bombas en funcionamiento continuo 70 kW cada una 140 kW x 24 h = 3360 kWh
Bombas Booster	2 bombas Una por módulo de OI	2 bombas en funcionamiento continuo 5,5 kW cada una 11 kW x 24 h = 264 kWh

Tabla 5. Principales consumos energéticos aproximados.

Como se mencionó en el punto 3.3.6. del presente informe, cabe destacar que parte de la generación de energía que provee Aluar proviene de fuentes renovables.

3.4.9. Combustibles/Aceites

No se utilizarán directamente combustibles de ningún tipo en la operación de la PPOI ni se consumirán aceites/grasas derivadas del petróleo.

Los combustibles y aceites serán consumidos de manera indirecta en el proyecto, ya que se utilizarán durante los traslados de insumos, repuestos, mantenimientos y personas, pero no directamente por la planta.

3.4.10. Requerimientos de agua

No se utilizará AP proveniente del servicio público de suministro de AP para la PPOI. Al contrario, la PPOI producirá como máximo 2.250 m^3/día de AP. El consumo diario (promedio anual) de agua potable en Puerto Madryn es de 37.000 m^3. Luego, la puesta en servicio de la PPOI, al no consumirse más los m^3 generador por la PPOI, se liberará para consumo público un 6% del ingreso promedio de agua potable a la ciudad de Puerto Madryn.

3.4.11. Generación de residuos sólidos (generales, peligrosos, materiales reciclables)

Durante la etapa de operación se generarán:

- Residuos generales del tipo asimilables a urbanos a razón de 26 m^3/año, los cuales conformarán parte de la contabilización de residuos de Aluar. Los mismos se colectarán y dispondrán en el Vertedero Controlado de Aluar.

- Residuos peligrosos: se estima una generación de 15 m^3/año, correspondientes a sólidos como guantes, EPP o trapos contaminados con productos químicos, envases de productos químicos durante la operación o grasas/pinturas derivadas de algún mantenimiento. Los mismos serán destinados a disposición final en el Relleno de Seguridad de Aluar, siendo contabilizados dentro de la generación de Aluar.
- Materiales reciclables: se estima una generación total de 15 m^3/año y corresponde a plástico, madera, cartón o chatarra proveniente de los empaques de los productos e insumos. El total de materiales será incluido en el circuito de reutilización y reciclado de la Planta Aluar.

Dichas corrientes serán contabilizadas dentro de los registros que se mantiene en la Planta Aluar Primario.

Esta gestión seguirá los lineamientos de los documentos de Aluar en el marco del Sistema de Gestión Integrado que posee, estos son: IT-AP-000230 Clasificación de residuos y PE-AP-002696 Gestión de residuos sólidos.

3.4.12. Generación de efluentes líquidos

3.4.12.1 Efluentes líquidos cloacales y biosólidos cloacales

No será necesario contar con baños químicos dado que se utilizarán las instalaciones de la red sanitaria de Aluar. El personal abocado a las tareas operativas en la PPOI utilizará las instalaciones sanitarias existentes en la Planta Aluar Primario y se estima una generación de 50 L/día.[2]

3.4.12.2 Efluentes líquidos del proceso de OI

Como se ha señalado en varios de los ítems anteriores los procesos de UF y OI generan en conjunto, y para una PPOI de esta capacidad, 3.036 m^3/día de salmuera de rechazo de la OI con un valor promedio TSD de 64,58 g/L. Dicho efluente se verterá al Golfo Nuevo (ver Figura 2) en un medio cuyo TSD es de 35,5 g/L (valor promedio entre dato teórico y dato analítico).

En relación a dicho vertido al Golfo, la Tabla I. Límites permisibles en efluente descargado a cuerpo receptor hídrico del Anexo II incorporado al Anexo A del Decreto N°1.540/16 publicado en el Boletín Oficial del Chubut N°12.547 emitido el 20Oct2016 por el Ministerio de Ambiente y Control del Desarrollo Sustentable de la provincia del Chubut, señala que **la variación de la concentración de TSD en el "cuerpo receptor", fuera de la "zona de mezcla", será menor al 10%**.

Para determinar el alcance del requisito citado resulta necesario considerar las definiciones que contempla el Anexo I del Anexo A del mencionado Decreto:

- CUERPO RECEPTOR: "*…volumen de agua, marino o continental, ya sea este natural o artificial, superficial o subterráneo, que reciba la descarga de efluentes líquidos…*".

- ZONA DE MEZCLA: "*Volumen del cuerpo receptor de impacto inmediato por la descarga, donde se da su dilución inicial, restringida a la proximidad de la misma. Como tal la Autoridad de Aplicación admite la zona de mezcla como una región que no cumpla con los niveles guía de*

[2] Según fuentes consultadas: http://alianzaporelagua.org/documentos/MONOGRAFICO3.pdf, considerando una generación de efluentes cloacales de 80 L por habitante que durante la fase de operación y mantenimiento es de 2 personas. Se estimó un caudal de 24 L, ya que es el 30% del caudal normal generado en un hogar durante 24 h (80 L).

calidad para los distintos constituyentes, siempre que no afecte el cumplimiento de los niveles guía fuera de la misma para el resto el cuerpo receptor".

Adicionalmente el Anexo V del Anexo A del Decreto MAyCDS N°1.540/16 determina que para **fuentes nuevas** y para la **descarga en costa marítima**, la delimitación de la ZONA DE MEZCLA se realizará contemplando:

i) la concentración del contaminante en el cuerpo receptor estimada mediante el empleo de un modelo de difusión apropiado; y

ii) el escenario crítico para el efluente descargado considerando la condición de bajamar, el efecto de las corrientes marinas, el riesgo de eutrofización, el caudal de renovación del cuerpo receptor.

En función del texto de la regulación citada queda claro que el Golfo Nuevo es un cuerpo receptor alcanzado por la normativa que establece el Decreto MAyCDS N°1.540/16. En consecuencia, es pertinente y necesario delimitar la Zona de mezcla asociada al punto de descarga de la salmuera resultante del proceso de OI que se señala en la Figura 2.

En las Figura 11 se observa con mayor detalle la localización del punto de vuelco de la salmuera en relación a otras instalaciones del Muelle Almirante Storni. Mientras que en las Figuras 12 y 13 se muestran cortes del punto de vertido indicando profundidades y niveles de la Obra de Vertido.

En el **Anexo VII** se incluyen Carta Náutica y Plano Hidrográfico con relevamientos de profundidades en el sector del Muelle Almirante Storni del Golfo Nuevo.

Tomando los datos de profundidades en el punto de descarga de salmuera que se indican en las referidas Cartas Náuticas y en el croquis de la Figura 14 se ha estimado que la profundidad en bajamar de sicigia en el punto de descarga supera los 7 metros.

En el **Anexo VIII** se incluye un documento que consigna resultados de intensidad de la corriente en las aguas del Golfo Nuevo que provocan los ciclos de mareas y los vientos. El menor valor de intensidad de corriente de deriva litoral que se menciona en dicho documento es de 0,02 m/s, mientras que el mayor valor de corriente es de 0,15 m/s en sentido perpendicular a la costa con un escenario de viento desfavorable desde la dirección NE y S. Estos son los datos que se han utilizado para delimitar la Zona de mezcla. Al tomar un menor valor de intensidad de corriente se analiza el escenario de difusión con menor fuerza impulsora, por lo que permite analizar la difusión desde un punto de vista más conservador ambientalmente. Mientras que para el caso de mayor velocidad, si bien la dilución es mayor, la distancia de longitud también lo será.

En el **Anexo IX** se incluyen las Especificaciones Técnicas del modelo **brIHne-Jet** que permite realizar estimaciones de la dispersión en el medio marino del vertido de salmuera mediante chorro individual sumergido e inclinado. Modelo que fue desarrollado por el Instituto de Hidráulica Ambiental de la Universidad de Cantabria (España), el cual está avalado por el Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente de España mediante la "*Guía Metodológica: Metodología de diseño de los vertidos al mar de la salmuera, para reducir el impacto ambiental de las plantas desaladores*" (ver Bibliografía).

Para correr el referido modelo se tomaron tanto el dato 33,75 g/L de TSD extraído de informe "Influencia de Puerto Madryn en Bahía Nueva Mediante Salinidad y Temperatura", archivo "Golfo Nuevo_Salinidad_Temperatura"; como el dato 37,36 g/L de TSD extraído de muestreo realizado al agua

de mar del Golfo Nuevo en el Muelle Almirante Storni el día 14Jun22. Los mencionados documentos se adjuntan al presente como **Anexo X**.

Se considera la salinidad como parámetro equivalente a TSD, del agua del Golfo Nuevo, para los mencionados datos 33,75 % y 37,36% respectivamente (gramos de sales disueltas por kilogramos de agua de mar). Esos valores son los mismos si se expresan en PSU que significa Practical Salinity Units, y que la temperatura media anual es de 14 °C (ver documento del Anexo X). Estos datos permiten calcular que el peso específico promedio del agua del Golfo es de 1.025 kg/m^3 y 1.026,8 kg/m^3 cuyo rango de variación anual es muy estrecho, del orden de ± 1 kg/m^3 apenas el 0,1 %.

En las Tablas 6 y 7 se incluyen los datos de entrada requeridos por el modelo brIHne-Jet para desarrollar la estimación de la dispersión del vertido de salmuera, contemplando que el ángulo (Θ) de la boquilla de vertido respecto del fondo es de 45° y que el ángulo (σ) del eje del chorro respecto de la corriente del medio marino también es de 45° (ver esquema de la Figura 20). El valor de σ igual a 45° facilita una dispersión óptima de la salmuera ya sea que la corriente corra paralela a la costa (eje Norte-Sur) o perpendicular a la costa (eje Este-Oeste). Se ha tomado la velocidad del mar como 0,02 m/s por ser la situación más conservadora.

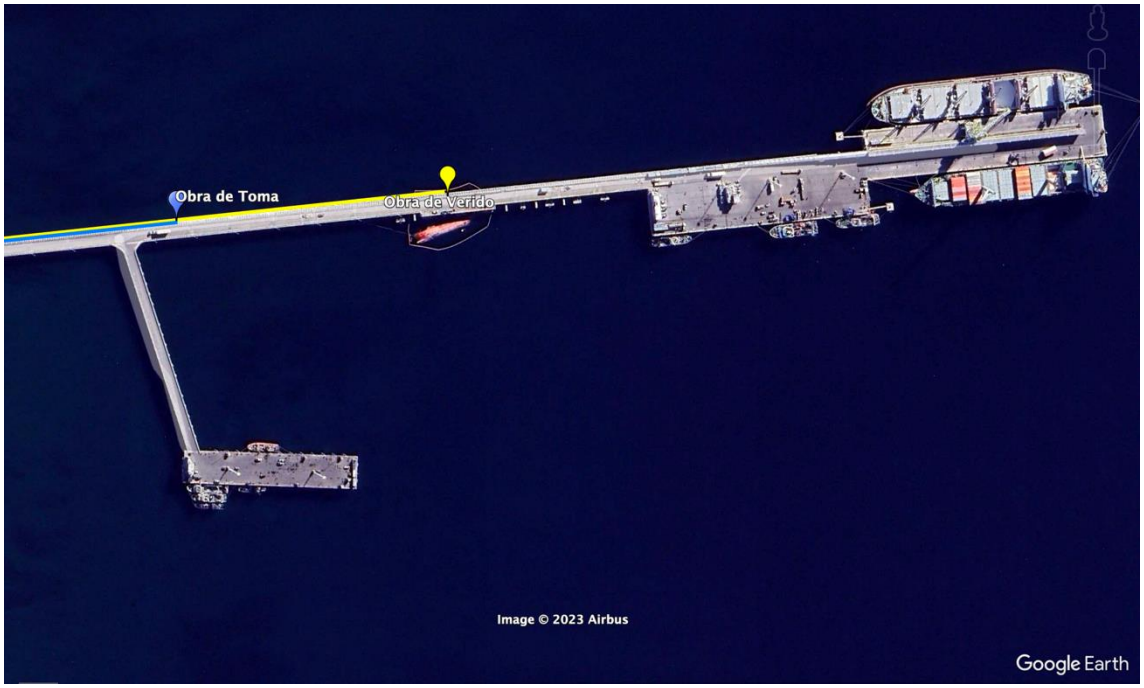


Figura 19. Esquema de la localización de la Obra de Vertido de salmuera sobre el margen Norte del viaducto del Muelle Storni.

Salinidad Agua de mar - 33.75 psu

Parámetros de entrada

Condiciones del medio receptor	Profundidad media en la zona de vertido [Ha (m)]	6.5
	Salinidad [Ca (psu)]	33.75
	Densidad [rho_a (Kg/m3)]	1025
	Velocidad de la corriente [Ua (m/s)]	0.02
Características del efluente	Concentración salina [Co (psu)]	61.36
	Densidad [rho_o (Kg/m3)]	1044
	Velocidad de salida del chorro [Uo (m/s)]	1.14
Características del dispositivo de vertido	Diámetro boquilla [do (m)]	0.17
	Altura de la boquilla con respecto al fondo [ho (m)]	3
	Ángulo de inclinación del chorro [thettag_o (sexaseg)]	45
	Ángulo horizontal entre el chorro y la corriente [sigmag_o (sexaseg)]	45

Tabla 6. Datos de entrada para salinidad de 33,75% para la corrida del modelo brIHne-Jet correspondiente al ejercicio de delimitación de la Zona de mezcla. Por significado de las abreviaturas y símbolos ver Figura 20 y Especificaciones del modelo en el Anexo IX.

Salinidad Agua de mar - 37.36 psu

Parámetros de entrada

Condiciones del medio receptor	Profundidad media en la zona de vertido [Ha (m)]	6.5
	Salinidad [Ca (psu)]	37.36
	Densidad [rho_a (Kg/m3)]	1026.8
	Velocidad de la corriente [Ua (m/s)]	0.02
Características del efluente	Concentración salina [Co (psu)]	67.8
	Densidad [rho_o (Kg/m3)]	1050
	Velocidad de salida del chorro [Uo (m/s)]	1.14
Características del dispositivo de vertido	Diámetro boquilla [do (m)]	0.17
	Altura de la boquilla con respecto al fondo [ho (m)]	3
	Ángulo de inclinación del chorro [thettag_o (sexaseg)]	45
	Ángulo horizontal entre el chorro y la corriente [sigmag_o (sexaseg)]	45

Tabla 7. Datos de entrada para salinidad de 37,36% para la corrida del modelo brIHne-Jet correspondiente al ejercicio de delimitación de la Zona de mezcla. Por significado de las abreviaturas y símbolos ver Figura 20 y Especificaciones del modelo en el Anexo IX.

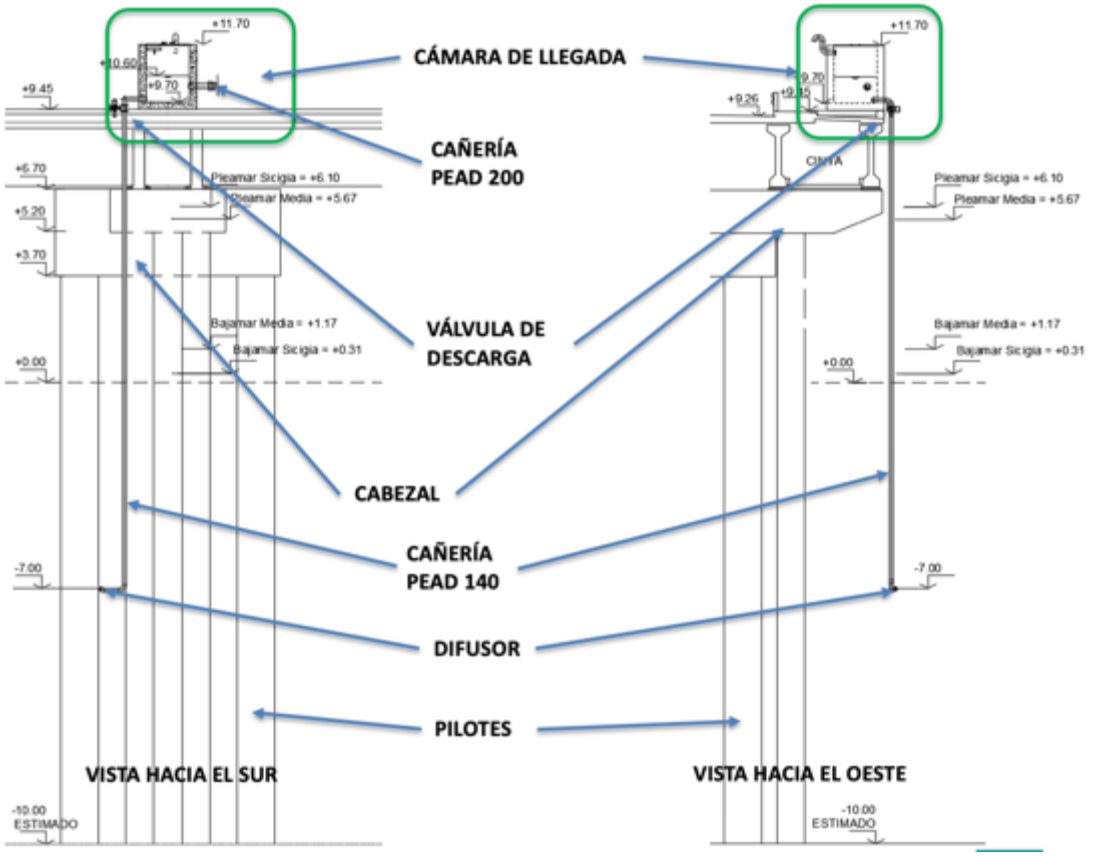


Figura 20. Esquema de la Obra de Vertido, localización del extremo del tubo de descarga, difusor, en relación a la estructura del Muelle Almirante Storni. Contemplando los niveles indicados resulta que la profundidad del mar en bajamar de sicigia en el punto de descarga supera los 6,5 metros.

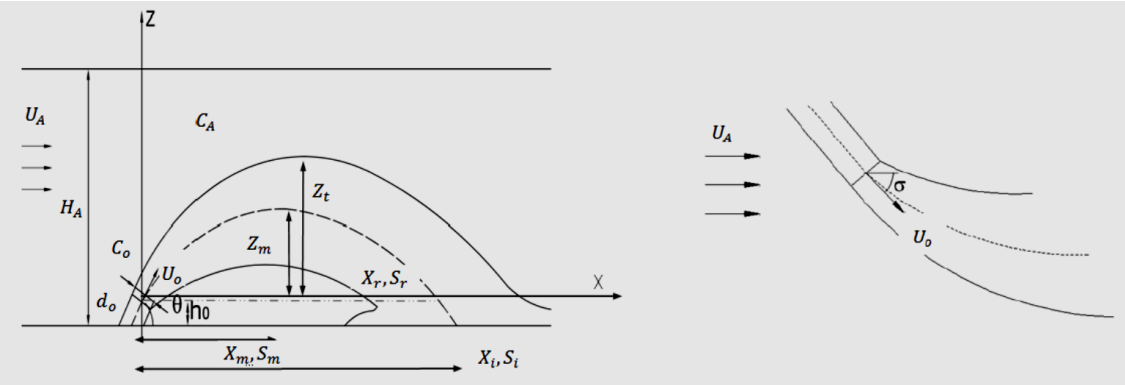


Figura 21. Esquemas en corte vertical (izquierda) y en planta (derecha) del chorro del vertido de salmuera consignando la representación física de cada variable utilizada para modelar la dispersión del vuelco.

En el **Anexo XI** se acompañan completos los Informes de Ejecución de las corridas del modelo brIHne-Jet realizada para delimitar la Zona de mezcla. La Figura 21 y 22 muestran la trayectoria del eje del chorro de salmuera hasta que el mismo toca el fondo marino, en ambos casos.

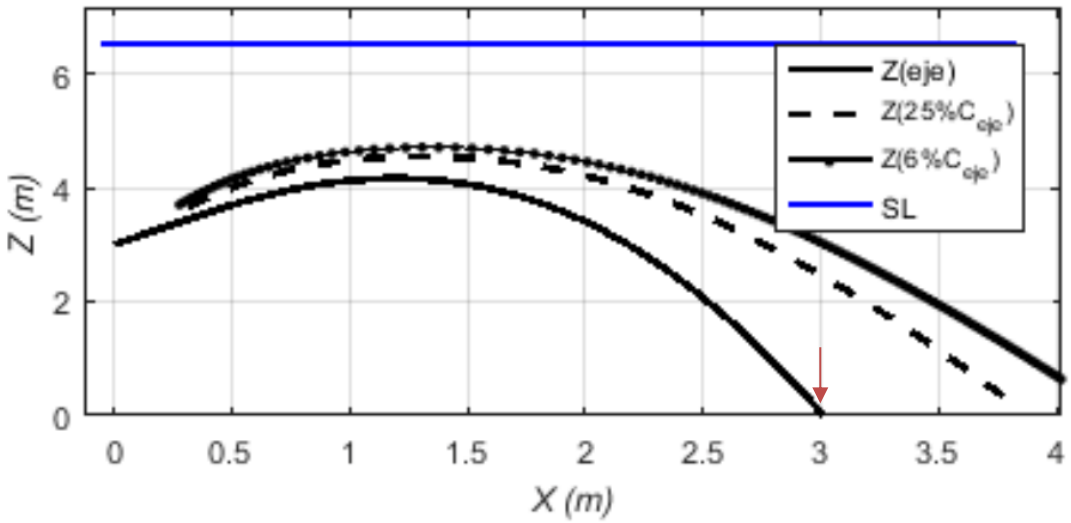


Figura 22. Perfil del eje del chorro de salmuera tomando la salinidad como 33,75.

Se observa que el eje del chorro toca el fondo marino a 3,01 m desde la boquilla de vertido, la diferencia entre las salinidades del eje y del medio alcanza el fondo aproximadamente a los 4 m desde la boquilla. También es significativo señalar que el borde superior del chorro es de 4,17 m, no alcanza la superficie del mar SL (situada a 6,5 m del fondo) aún en marea baja.

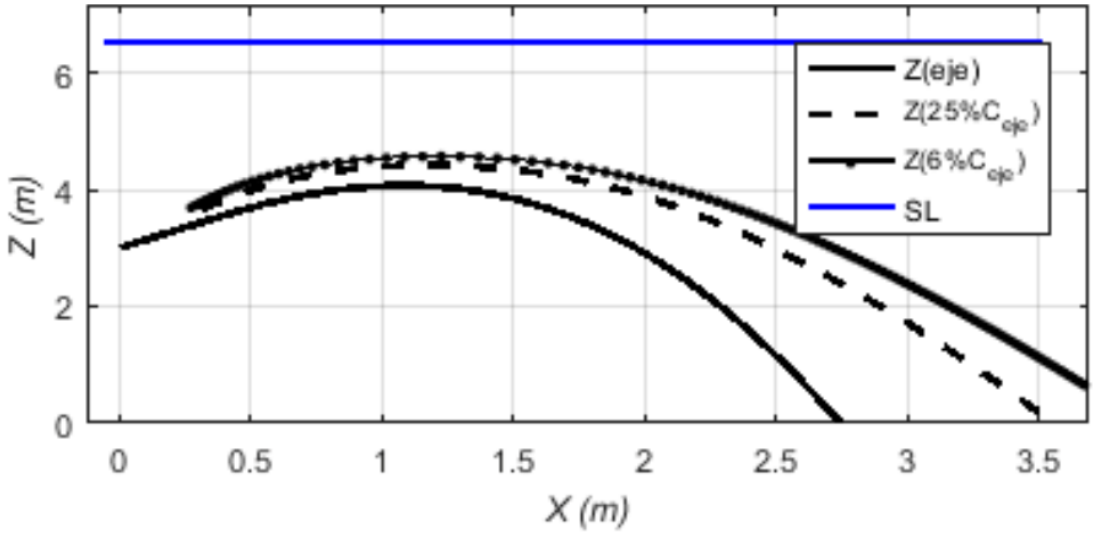


Figura 23. Perfil del eje del chorro de salmuera tomando la salinidad como 37,36.

Se observa que el eje del chorro toca el fondo marino a 2,74 m desde la boquilla de vertido, la diferencia entre las salinidades del eje y del medio alcanza el fondo aproximadamente a los 4 m desde la boquilla. También es significativo señalar que el borde superior del chorro es de 4,16 m, no alcanza la superficie del mar SL (situada a 6,5 m del fondo) aún en marea baja.

En las Figuras 22 -23 y 24-25 se observan respectivamente el perfil de chorro de salmuera representando la salinidad en el eje del chorro versus la distancia desde la boquilla de vertido; y la amplitud del chorro de salmuera versus la distancia desde la boquilla de vertido.

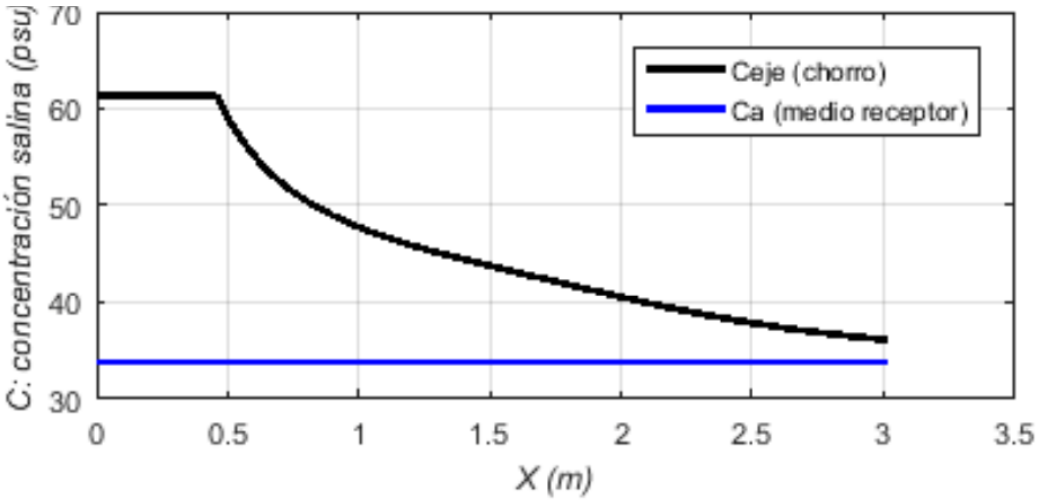


Figura 24. Decaimiento de la salinidad (para AM 33,75%) en el eje del chorro de salmuera versus la distancia desde la boquilla de vertido hasta que el eje del chorro toca el fondo marino.

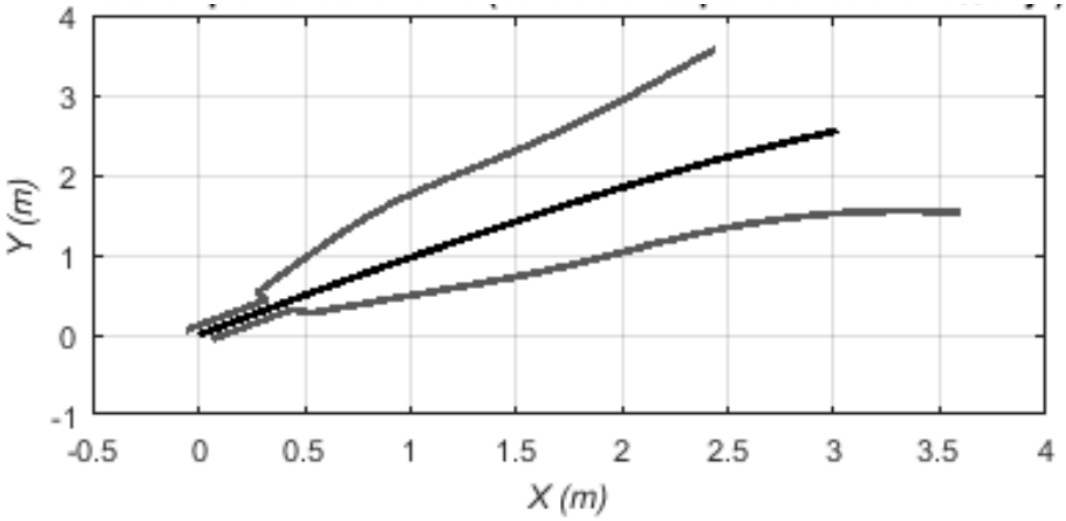


Figura 25. Vista en planta de la amplitud del chorro de salmuera para AM de 33,75%.

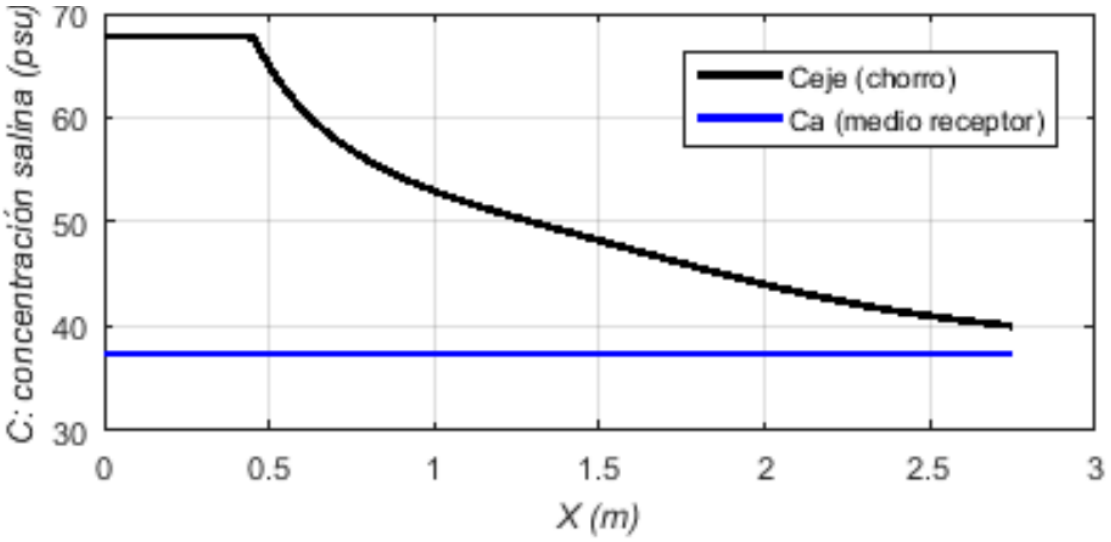


Figura 26. Decaimiento de la salinidad (para AM 37,36%) en el eje del chorro de salmuera versus la distancia desde la boquilla de vertido hasta que el eje del chorro toca el fondo marino.

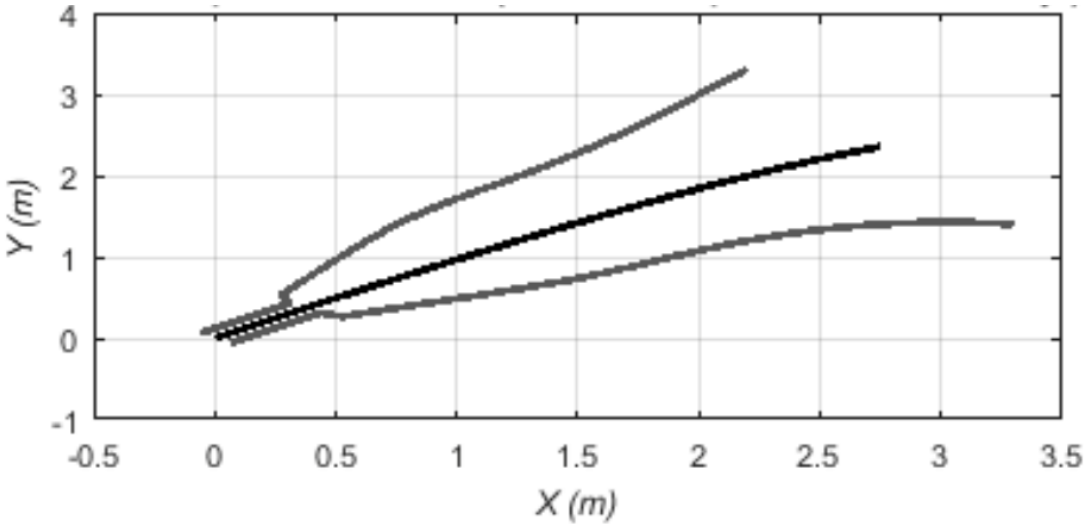


Figura 27. Vista en planta de la amplitud del chorro de salmuera para AM de 37,36%.

A modo de resumen, en la siguiente tabla se detalla una comparativa de las simulaciones, tomando dato teórico de salinidad del AM y dato analítico:

	Datos de Diseño	**Simulación 1**	**Simulación 2**
Condiciones de medio receptor	Profundidad [m]	6,5	
	Salinidad [PSU]	**33,75**	**37,36**
	Densidad [Kg/m3]	1025	1026,8
	Velocidad corriente [m/s]	0,02	
Características del efluente	Concentración salina [PSU]	61,36	67,8
	Densidad [Kg/m3]	1044	1050
	Velocidad salida del chorro [m/]	1,14	
Características del dispositivo del vertido	Diámetro boquilla [m]	0,17	
	Altura boquilla respecto al fondo [m]	3	
	Ángulo de inclinación del chorro	45	
	Ángulo horizontal entre chorro y la corriente	45	

Tabla 8. Tabla resumen de parámetros de entrada de las simulaciones.

Distancia en el eje horizontal de impacto con el fondo	3,01	2,74
Concentración salina máxima en el punto de impacto con el fondo	36,1	40
Diferencia porcentual con el Agua de Mar	**6,96%**	**7,07%**

Tabla 9. Resumen resultados distancia en eje horizontal de impacto con el fondo y concentración de salinidad máxima.

Anteriormente se pudo observar cómo se realizaron las simulaciones de la situación más desfavorable con menor poder de dilución. Pero para poder calcular el área de mezcla se consideraron 2 velocidades de agua de mar límites, 0,02 m/s (más baja, menor dilución) y 0,15 m/s (más alta, mayor dilución pero más lejanía de pluma), extraídas del documento presente en el Anexo VIII. De esta manera se realizaron repetidas simulaciones cambiando la velocidad de corriente y la dirección de la misma, de manera de lograr un conjunto de simulaciones que permitan reflejar las distintas situaciones en las que se puede ver afectado el punto de descarga de salmuera.

En el siguiente gráfico se puede observar cómo para distintos valores de corriente (0,02 m/s, 0,05 m/s, 0,075 m/s, 0,1 m/s y 0,15 m/s) y distintas direcciones de la misma, se simulan las longitudes en las que el chorro alcanza el lecho marino, siendo la mayor de ellas del orden de 9,5 m.

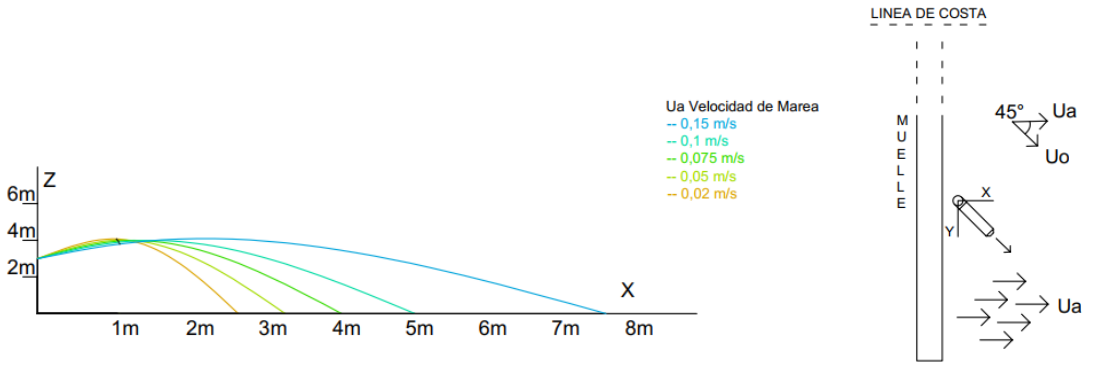


Figura 28. Perfiles del eje del chorro de la salmuera para distintas velocidades de corriente con dirección (Ua) paralela a la línea de costa. Siendo el eje Z la profundidad del mar.

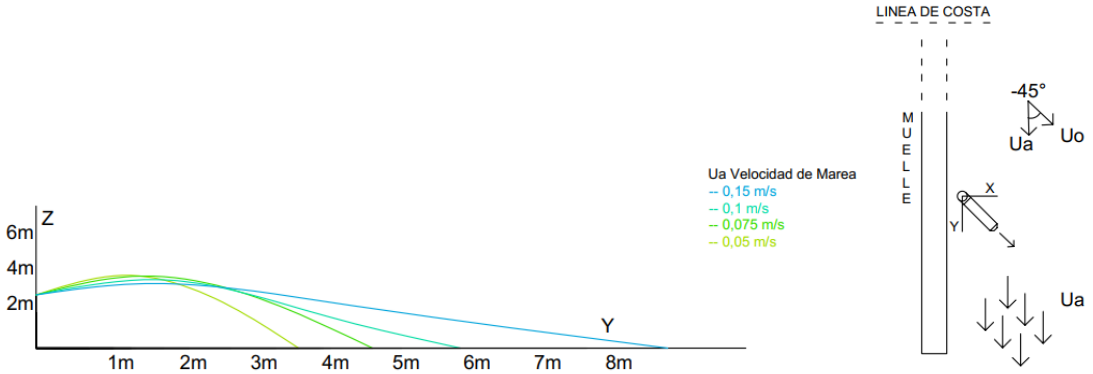


Figura 29. Perfiles del eje del chorro de la salmuera para distintas velocidades de corriente con dirección (Ua) perpendicular a la línea de costa. Siendo el eje Z la profundidad del mar.

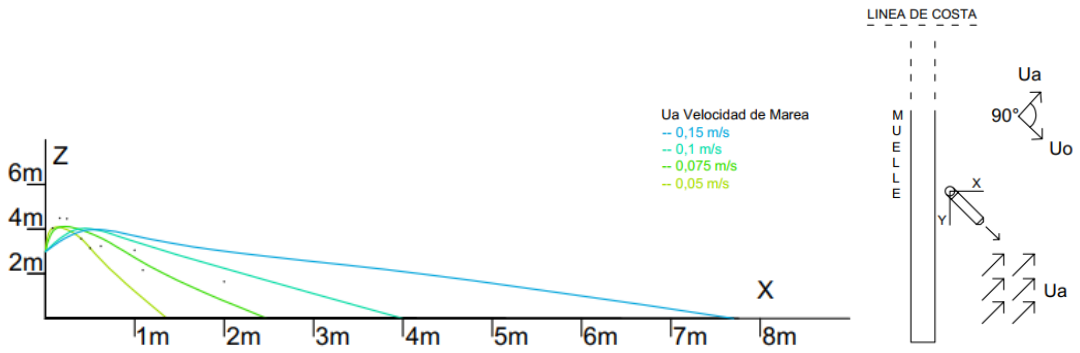


Figura 30. Perfiles del eje del chorro de la salmuera para distintas velocidades de corriente con dirección a 45° (Ua) a la línea de costa. Siendo el eje Z la profundidad del mar.

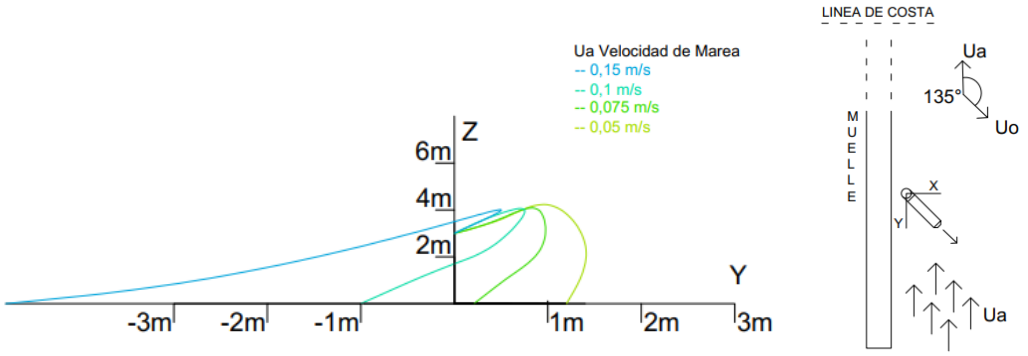


Figura 31. Perfiles del eje del chorro de la salmuera para distintas velocidades de corriente con dirección (Ua) a 45° a la línea de costa. Siendo el eje Z la profundidad del mar.

La siguiente imagen permite identificar cómo será la dispersión de la salmuera teniendo en cuenta la vista en planta.

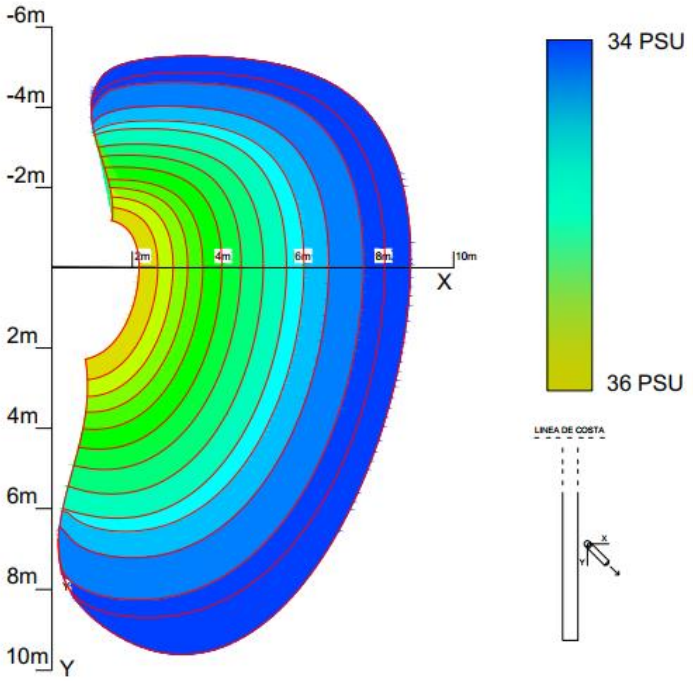


Figura 32. Distribución de la salmuera para distintas velocidades de corriente con dirección distintas direcciones con vista en planta.

Conforme a los resultados obtenidos mediante el modelo brIHne-Jet que se resumen y grafican en las Figuras anteriores es factible delimitar la Zona de mezcla a un volumen cilíndrico de 15 m de radio (30 m de diámetro), cuyo eje vertical pasa por la cañería de descarga de salmuera, y su altura es de unos 6,5 m en bajamar y 10 m en pleamar. El volumen de la Zona de mezcla es de 4.595 m^3 y 7.069 m^3 en bajamar y pleamar, respectivamente.

Por fuera de dichos volúmenes (Zona de mezcla), se puede asegurar que la variación de la concentración de TSD (%Salinidad) en el cuerpo receptor será menor al 10%, o sea la salinidad en el cuerpo receptor será menor a 37,13% y 41% (=33,75% * 1,10 y =37,36% * 1,10), tal como lo señala el requisito de la Tabla I del Anexo I incorporado al Anexo A del Decreto MAyCDS N°1.540/2016.

La diferencia de altura de marea en el Golfo Nuevo (GN) es de 3,8 m, su superficie es de 2.480 km^2 y el régimen de mareas es semi-diurno, con estos datos se puede estimar que desde una bajamar hasta la pleamar siguiente entran al GN unos 9.400 MM de m^3 de AM. Frente a este importante caudal de renovación del cuerpo receptor, que se moviliza cuatro veces por día, el volumen de la Zona de mezcla determinado y por lo tanto el impacto ambiental potencial del vertido al GN de la salmuera originada por la PPOI sería realmente despreciable.

La Tabla I del Anexo I incorporado al Anexo A del Decreto MAyCDS N°1.540/2016 también determina que la concentración de Hierro (Fe) en el efluente a descargar en costa marítima ha de ser inferior a 10 mg Fe/L.

Asumiendo que todo el Fe incorporado a la PPOI (ver Tabla 2 del presente IAP) como coagulante en la etapa de filtrado se vierte al mar acompañando a los 3.036 m^3/día de salmuera, resulta que la concentración de Fe en la salmuera será de 1,6 mg Fe/L. Dicha concentración se integra con 1,5 mg Fe/L provienen del agregado de $FeCl_3$ y el resto corresponde a la concentración de Fe base del AM que es inferior a 0,1 mg/L.

En base a estos valores resulta que para la concentración de Fe también se verifica el cumplimiento de lo establecido en la citada Tabla I.

El resto de los productos químicos que se listan en la Tabla 1 son inocuos para el ambiente dado que se incorporan a la salmuera o con su capacidad oxidante agotada, en el caso del NaClO, o mutuamente neutralizados para el caso del NaClO, el NaOH y el HCl; que terminan con una salmuera de pH ≈ 8. El requisito normativo de la Tabla I del Decreto MAyCDS N°1.540/2016 es que el pH debe ser inferior a 9. Cabe destacar que previo a la incorporación de los químicos al tanque de la salmuera, pasarán por un tanque intermedio que permitirá la neutralización de los mismos.

El anti-incrustante/dispersante que se incorpora a la etapa de OI está especialmente formulado para su utilización en procesos de OI que generan AP para consumo humano de modo que no es riesgoso para que parte del agregado de este producto se vierta al ambiente junto a la salmuera. Ver **Anexo XII**.

3.4.13. Generación de emisiones a la atmósfera

No se prevé que la PPOI genere emisiones gaseosas de manera directa. Las únicas emisiones al aire que podrían producirse son las generadas por los trasportes de vehículos como camionetas y camiones (traslado de insumos).

3.4.14. Generación de ruido

Durante la operación de la PPOI no se prevé la generación de ruidos significativos. Los mismos estarán asociados al funcionamiento de la PPOI (en planta Aluar), a vehículos y maquinarias en general, y en el medio marino al funcionamiento de la toma de AM y descarga de salmuera.

3.5. Etapa de Cierre/Abandono

Para las instalaciones involucradas en la PPOI se ha estimado una vida útil de 20 años para la obra civil y electromecánica, y de 10 años para el paquete tecnológico de la PPOI propiamente dicha. No obstante, el

conjunto de las instalaciones de la PPOI recibirán un mantenimiento sistemático dado que las mismas deberán suministrar en forma segura y día tras día un caudal de 2.250 m^3/día de AP, un insumo crítico para las actividades de la APPM y de Aluar.

Como se expresó anteriormente el recurso hídrico es un insumo crítico y necesario para todas las actividades que se desarrollan dentro de la planta de Aluar. Es un recurso necesario para el desarrollo de los trabajadores en las instalaciones y el consumo humano, se utiliza para la solidificación del Aluminio, para los circuitos cerrados de enfriamiento y en las calderas de generación de energía. Es por esto, que la PPOI no solo contará con mantenimientos preventivos que alarguen la vida útil y cuiden de sus facilidades, sino que a su vez contará con planes de reemplazo de las partes e inversiones que permitirán actualizar tanto la tecnología de producción de AP a partir de AM como la tecnología de control de la Planta.

Por las razones antes expuestas, en un horizonte lejano de 30 o más años, la PPOI seguirá operando, de modo que no se proponen en esta instancia programas de restitución del área, planes de monitoreo o usos del suelo al concluir la vida útil de la PPOI, ya que se continuará utilizando el área para uso industrial, como lo es todo el predio de Aluar.

Lo que se deberá realizar en caso de cierre es retirar las facilidades de toma y descarga del muelle, donde se deberá seguir las premisas ambientales de la planta de Aluar buscando reutilizar los componentes de la planta (chatarra, materiales electrónicos, entre otros) para así alargar la vida útil de los materiales. A su vez, todos aquellos residuos que se generen o materiales recuperables, en sus distintas clasificaciones (residuos generales, residuos peligrosos, chatarra electrónica, entre otros) se gestionarán como lo realiza la planta de Aluar y como se expuso en las secciones 3.3.8 y 3.4.11.

4. ANÁLISIS DEL AMBIENTE

Para caracterizar la línea de base ambiental, es decir, el estado del ambiente previo a la instalación del proyecto, se presenta a continuación una descripción de cada uno de los medios: físico, biológico y socioeconómico.

Se da énfasis como ambiente al Golfo Nuevo y a la zona costera, donde se tomará agua de mar y se descargará la salmuera.

4.1. DEL MEDIO NATURAL FÍSICO Y BIOLÓGICO

4.1.1. Climatología

El clima de un lugar queda determinado por el efecto a largo plazo de diferentes elementos que interactúan entre sí, como son las precipitaciones, la temperatura, cercanía al océano, el viento, humedad, presión y nubosidad.

En líneas generales, podemos describir al clima de Puerto Madryn como un clima árido frío y ventoso todo el año. Con veranos calurosos y mayormente despejados, e inviernos fríos y parcialmente nublados.

Es un clima desértico - seco - ya que la precipitación media anual de Puerto Madryn es de 235,9 mm (Paruelo et al., 1998). Como puede verse en la siguiente figura, la ciudad se encuentra ubicada entre las isoyetas de los 200 y 300 mm de precipitación media anual.

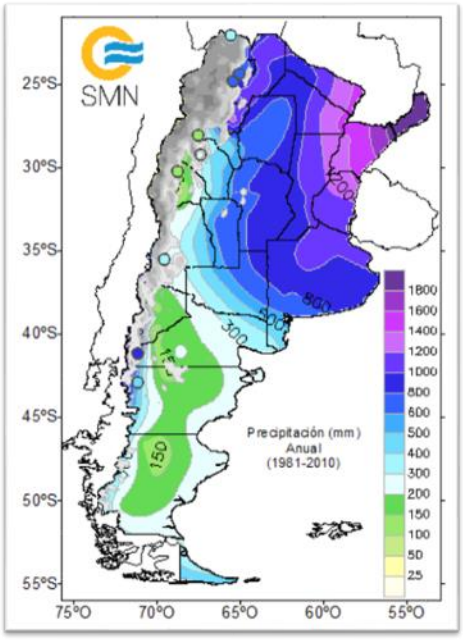


Figura 33. Precipitaciones medias anuales de Argentina, periodos 1981–2010. Fuente: SMN, Servicio Meteorológico Nacional Argentino.

A su vez, es un clima más bien frío ya que la temperatura media anual es de 13,48 °C, con amplitudes anuales que alcanzan los 40°C y variaciones diarias de más de 30°C (Paruelo et al., 1998). A continuación, se presentan mapas de temperatura media para los meses de enero y julio extraídos del Atlas digital del

INTA. Puerto Madryn, durante los meses más fríos alcanza temperaturas medias entre los 4-5°C y 5-6°C y, durante los meses más cálidos temperaturas medias entre los 18-19°C y 19-20°C.

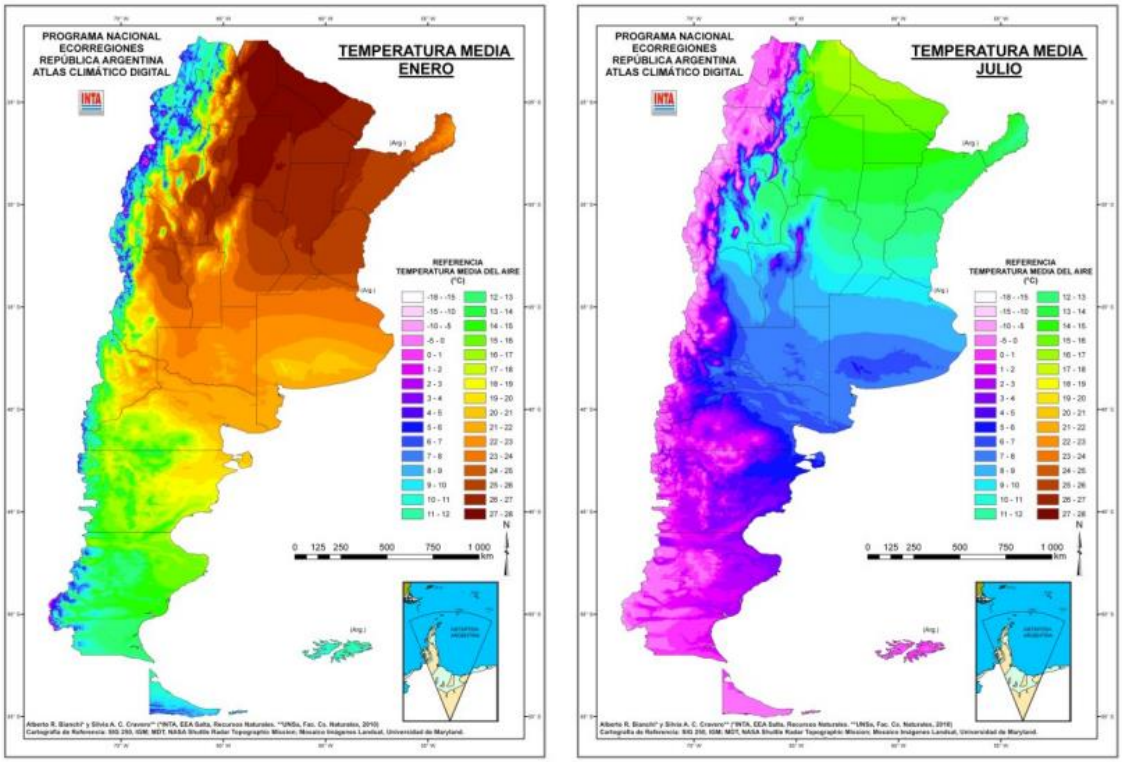


Figura 34. Mapas digitales de temperaturas medias mensuales del mes más cálido (enero) y el más frío (julio). Fuente: INTA, Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria.

En la siguiente figura, se presentan los valores máximos y mínimos tanto de precipitación como de temperatura, para los distintos meses del año. Como puede verse, las temperaturas más elevadas se visualizan durante los meses de enero, febrero y diciembre y, las frías durante los meses de junio, julio y agosto. En cuanto a las precipitaciones, los meses de abril, mayo y junio es donde se registran los mayores caudales - superiores a los 25 mm.

También podemos observar que enero es el mes del año con menor caudal de precipitación, pero con mayor registro de temperatura. Y, de manera inversa, junio es el mes del año con mayor caudal de precipitación, pero casi con el menor registro de temperatura.

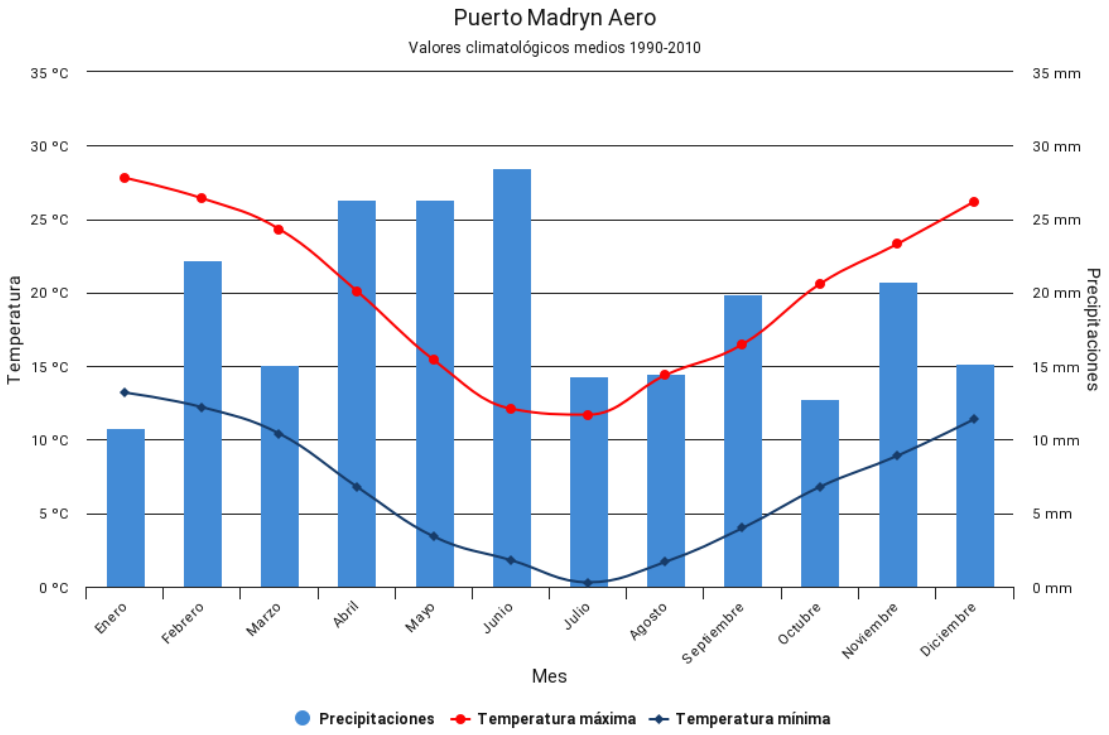


Figura 35. Valores medios de temperatura y precipitaciones del Aeropuerto El Tehuelche Puerto Madryn, periodos 1990–2010. Fuente: SMN, Servicio Meteorológico Nacional Argentino.

En las siguientes figuras se muestran las precipitaciones extremas diarias y mensuales, y las temperaturas extremas diarias, ambas reportadas en el Aeropuerto El Tehuelche de la ciudad de Puerto Madryn.

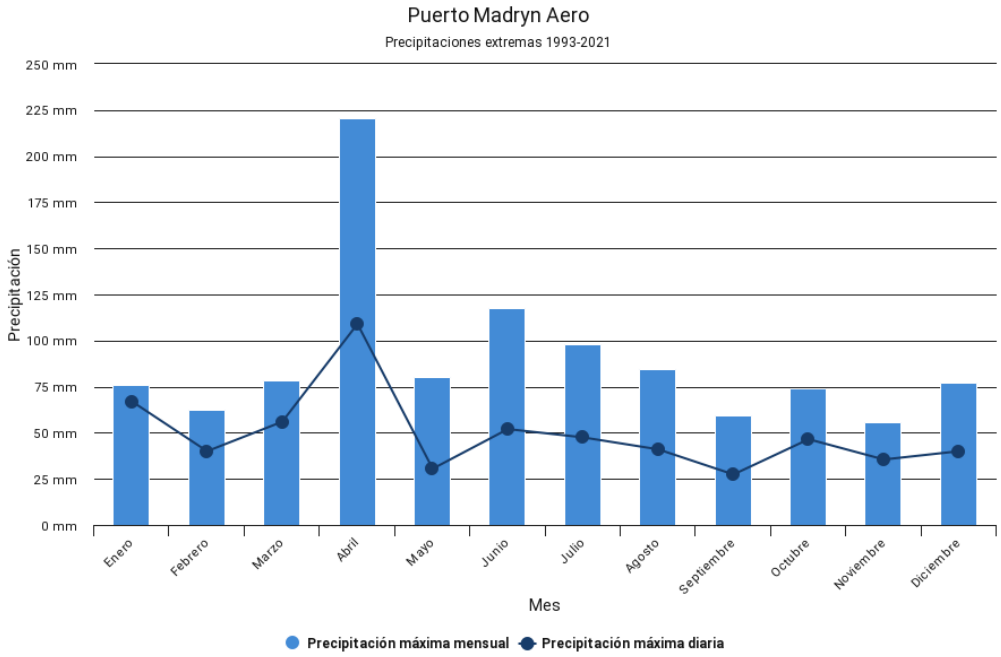


Figura 36. Precipitaciones extremas diarias y mensuales del Aeropuerto El Tehuelche Puerto Madryn, periodos 1992–2021. Fuente: SMN, Servicio Meteorológico Nacional Argentino.

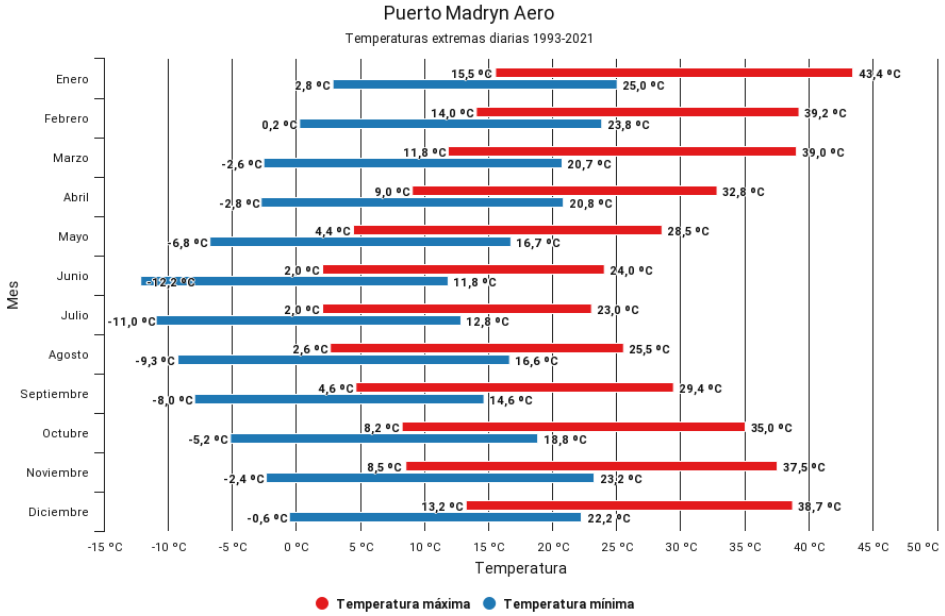


Figura 37. Temperaturas extremas diarias del Aeropuerto El Tehuelche Puerto Madryn, periodos 1993–2021. Fuente: SMN, Servicio Meteorológico Nacional Argentino.

En el marco del proyecto, resulta importante detallar el régimen de mareas cuya amplitud media es de 3,8 metros, con mareas que pueden alcanzar los 5,7 metros en primavera. Por otra parte, la temperatura del mar presenta variaciones estacionales: durante la época de verano está fuertemente estratificada,

alcanzando los 18°C en superficie y 11°C en el fondo, mientras que en invierno es uniforme, con temperaturas que llegan a los 12°C tanto en superficie como en el fondo y, alcanzando una mínima de 8°C en primavera (Labraga & De Davies, updated 2013). Ver como complemento Anexo X.

Por último, la circulación de la atmósfera en la región es determinada por la presencia de dos extensos sistemas de alta presión o anticiclones cuasi estacionarios. Los mismos se encuentran a ambos lados del continente, uno en el océano Pacífico y otro en el océano Atlántico.

El viento es un factor siempre presente en la Patagonia, sopla con constancia durante todo el año, no habiendo época del año en que éste sea de baja representatividad. Según los datos presentados en siguiente tabla, el promedio anual de velocidad del viento es de 20,5 km/h y, durante los meses de octubre a marzo, se observa un leve aumento de velocidad.

Las direcciones más frecuentes desde donde sopla el viento, durante todo el año, son los sectores sudoeste y oeste.

Trelew AERO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
Velocidad viento (km/h)	24,2	23,0	20,2	19,1	16,6	17,7	17,9	18,4	18,3	22,5	23,7	23,9

Tabla 10. Estadísticas climatológicas normales del período 1981-2010. Fuente: Datos del Gobierno de Argentina.

4.1.2. Geología, geomorfología e hidrogeología del Golfo Nuevo

La ciudad de Puerto Madryn, se encuentra ubicada en la región noroeste de la provincia del Chubut, comprende la región inmediata a la costa de los golfos San Matías, San José y Nuevo. Está situada en el margen oriental del Macizo Nordpatagónico, y se caracteriza por una tectónica relativamente simple.

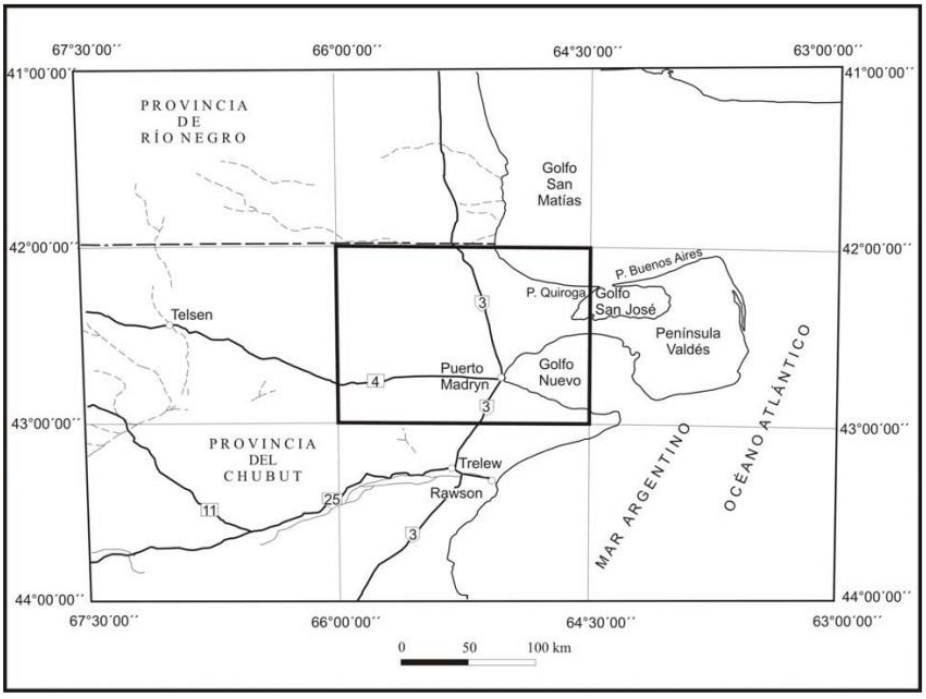


Figura 38. Mapa de ubicación de la Hoja 4366-II, Puerto Madryn.

Geológicamente la zona está caracterizada por:

- Metamorfitas precámbricas-paleozoicas,
- Sedimentitas y plutonitas paleozoicas,
- Vulcanitas y rocas asociadas de edad mesozoica y
- Sedimentitas cenozoicas.

Sobre un basamento pre cretácico y al sur del macizo norpatagónico, se generaron las secuencias continentales y marinas, cretácicas, terciarias y cuaternarias. Los niveles terrazados resistentes a la erosión hídrica y eólica, se constituyen en los principales elementos fisiográficos a los que se subordinan los bajos eólicos y la cercana faja costera oriental sumergente del Golfo Nuevo.

A continuación, se presenta una tabla estratigráfica y un perfil esquemático de la Formación Puerto Madryn.

Sistema	Serie	Unidad Litoestratigráfica	Litología
Cuaternario	Holoceno	Cobertura	Coluvio, aluvio, suelos, depósitos costeros, depósitos edafoeólicos, depósitos de bajos.
		Pedimentos de flanco	Gravas y gravas arenosas en pedimentos de relieve invertido oriendatos al Este.
	Pleistoceno	Rodados nivel II	Niveles gradacionales terrazados, gravas y gravas arenosas fluviales parcialmente cohesionadas y/ cementadas.
Terciario	Plioceno	Rodados nivel I	
	Mioceno	Formación Puerto Madryn	Areniscas, limonitas y coquinas marinas.
	Oligoceno	Formación Gaiman	Areniscas, tobas, limonitas y calizas.
Cretácico superior		Formación La Colonia	Arcillitas, limonitas, areniscas, conglomerados y calizas.
Jurásico		Complejo Marfil	Rocas volcánicas, prioclásticas e hipabisales cosanguineas.

Tabla 11. Perfil estratigráfico. Fuente: "Análisis de los aspectos geológicos relacionados con el proyecto de un relleno de seguridad" realizado por el Lic. en geología Carlos Beros.

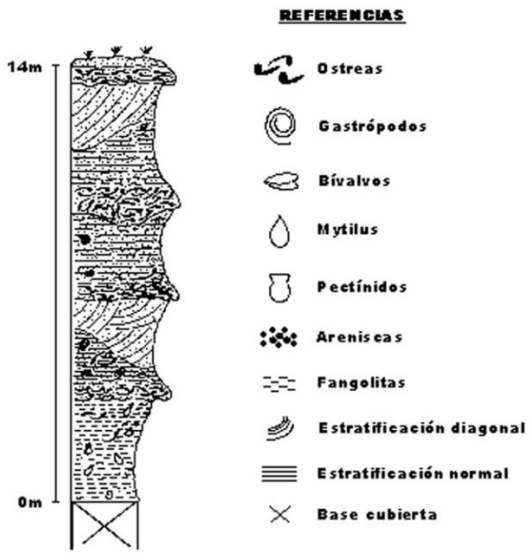


Figura 39. Perfil esquemático de la Formación Puerto Madryn en la estancia La Pastora.

En cuanto a los procesos geodinámicos internos, Puerto Madryn es una zona de baja peligrosidad geológica. Ya que, es baja la peligrosidad sísmica en general - el Instituto Nacional de Prevención Sísmica indica aceleraciones esperables de 0,04g – y, a su vez, tampoco presenta peligrosidad potencial por vulcanismo en forma directa, ya que no existen volcanes activos en la región. Sin embargo, es una zona sensible al efecto de cobertura de nubes de ceniza procedentes de sitios más bien alejados o remotos, donde sí hay actividad volcánica.

Desde el punto de vista geomorfológico se detalla a continuación el ambiente costero y el ambiente continental:

- Ambiente costero

Se han superpuesto diversos mecanismos (marino-litoral, eólico, de remoción en masa y de erosión hídrica) que generaron en la actualidad un paisaje del tipo compuesto, con variedad de rasgos de relieve. Es una costa dominada por procesos erosivos, donde predominan acantilados activos y plataformas de abrasión de olas. La acumulación marina-litoral se evidencia por presencia de cordones elevados y depósitos de playas actuales de gravas y/o arenas.

- Ambiente continental

Se reconocen dos grandes formas, sector de serranías y sector de mesetas. Estas formaciones surgen no solo de la interacción de los mecanismos mencionados (erosión hídrica e eólica y remoción en masa) sino que también de los eventos geológicos ocurridos entre el Jurásico y el Cuaternario.

Sector de serranías

Ubicada en el sector noroeste de la hoja, es un paisaje con suaves lomadas de formas comúnmente redondeadas y con reducida diferencia altitudinal entre los altos y los bajos topográficos. Estructuralmente constituye una serie de bloques limitados por zonas de fracturas y fallas, y la red de drenaje se caracteriza por ser poco integrada.

Sector de mesetas

Ocupa una franja más amplia que la anterior, desde la parte oriental de la Hoja y continuando hacia el este, en dirección a península Valdés. El relieve es plano a suavemente ondulado y presenta una leve pendiente en sentido este-nordeste. Aumento sus cotas de norte a sur. En cuanto al drenaje, hay una paleored de densidad gruesa a media. Sus cursos son cortos, de escasa profundidad y anastomosado, aunque algo enmascaradas.

Particularmente, el Golfo Nuevo, junto al San Matías y San José, forman parte de la región de los Golfos Nordpatagónicos y constituyen una de las regiones oceanográficas más importantes de la plataforma continental argentina (Parker et al., 1996; Tonini et al., 2007).

El Golfo Nuevo se encuentra entre los 42° y 43° de latitud Sur y los 64° y 65° 10' de longitud Oeste, en la plataforma continental argentina (Figura 19). Posee una superficie de 2.500 km^2 y su profundidad máxima es de 184 metros (se anexa Carta Náutica H-264) - (Mouzo et al., 1978; Mouzo, 1996).

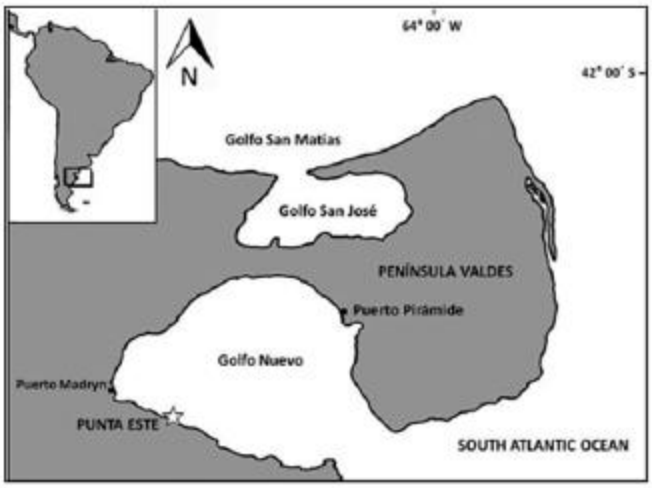


Figura 40. Ubicación del Golfo Nuevo, Patagonia, Argentina.

Desde el punto de vista geomorfológico, es una depresión semi-cerrada por barreras submarinas.

El agua interior solo puede comunicarse libremente con el mar a través de un angosto estrecho, el cual posee una profundidad de 75 metros. En función de la batimetría, en el golfo se diferencian dos regiones: una periférica llamada Marginal que se extiende desde la costa hasta aproximadamente los 100 metros de profundidad y otra central denominada Profunda de profundidades mayores.

La región Marginal es de relieve rugoso y está cubierta por sedimentos gruesos, arenas, rodados, fragmentos de conchillas y afloramientos de la roca de base, correspondiente a sedimentos marinos y continentales del período geológico Terciario.
La región Profunda posee un relieve suave y está constituida por sedimentos arcillosos entre los que se encuentran capas de arena estratificada y bancos de rodados de matriz arenosa (Mouzo et al., 1978).

A su vez, la distribución de los sedimentos se encuentra en relación con la batimetría, pudiéndose diferenciar tres zonas:

- Primera zona: Constituida casi totalmente por arena con gravas y conchillas, abarca desde la costa hasta profundidades de 50-70 metros e incluye a la región del estrecho.

- Segunda zona: Constituida por arenas limosas y limos arenosos, abarca desde los 70 metros de profundidad y se extiende hasta profundidades de 100-120 metros.
- Tercera zona: Abarcas profundidades de más de 120 metros y se encuentra en la zona central del golfo, cubierta por arcillas limosas o limos arcillosos (Mouzo et al., 1978).

Figura 41. Distribución morfológica del Golfo Nuevo.

Desde el punto de vista hidrológico, las cuencas Nordpatagónicas se clasifican según la forma en que se produce la entrada de agua desde el mar abierto hacia el interior de la cuenca o por la manera en que se produce la salida del agua. La entrada o salida de agua puede darse por la superficie (cuenca con carga a nivel de la superficie) o a nivel del umbral (Sverdrup et al., 1942).

El Golfo Nuevo se comporta como una cuenca con carga a nivel de la superficie, es decir que posee altas concentraciones de oxígeno en el fondo dadas por una buena ventilación o renovación del agua profunda y, por lo tanto, se caracteriza por poseer una abundante vida bentónica. El fenómeno de oxigenación y aumento de la carga a nivel de la superficie son producidos por las corrientes convectivas originadas por las diferencias de salinidad que se generan dentro del Golfo entre los meses de abril y septiembre (Rivas y Ripa, 1989; Rivas y Beier, 1990).

Durante los meses de abril a septiembre, la salinidad dentro del Golfo aumenta debido al fenómeno de evaporación, generando una diferencia de concentraciones que origina corrientes convectivas que alcanzan el fondo de la cuenca aportando un alto contenido de oxígeno al fondo y elevando las aguas más frías y ricas en nutrientes hacia la superficie (Rivas y Ripa, 1989; Rivas y Beier, 1990). Como consecuencia de este fenómeno, existe una abundante vida bentónica a grandes profundidades del Golfo Nuevo.

4.1.3. Edafología

En la provincia del Chubut se encuentran los siguientes tipos de suelos: Aridisoles, Entisoles, Inceptisoles y Molisoles. Y el área donde se comprende el proyecto presenta suelos del tipo Entisoles. Información que se presenta en las figuras consecuentes.

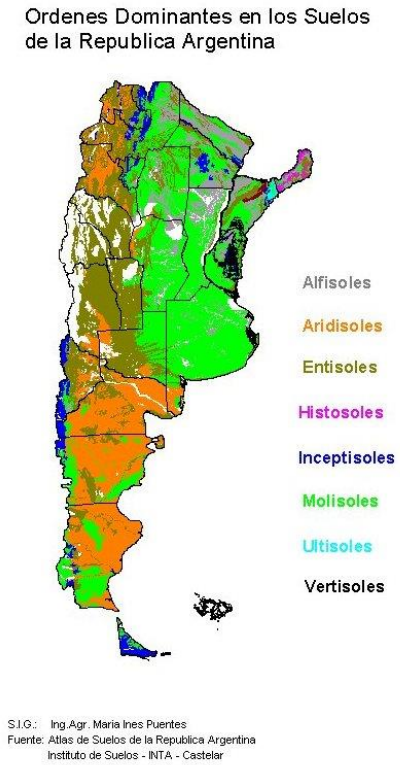


Figura 42. Ordenes dominantes en los suelos de la República Argentina. Fuente: Atlas de Suelos de la República Argentina Instituto de Suelos – INTA – Castelar.

Figura 43. Suelos de Puerto Madryn, provincia del Chubut. Fuente: GeoINTA.

Los Entisoles, son los suelos que no evidencian o tienen escaso desarrollo de horizontes pedogenéticos. La mayoría de ellos solamente tiene un horizonte superficial claro, de poco espesor y generalmente pobre en materia orgánica (epipedón ócrico).

Normalmente no se presentan otros horizontes diagnósticos, lo que se debe en gran parte al escaso tiempo transcurrido desde la acumulación de los materiales parentales. También pueden incluir horizontes enterrados siempre que se encuentren a más de 50 cm de profundidad. Los Entisoles se han desarrollado en distintos regímenes de humedad, temperatura, vegetación, materiales parentales y edad. Los únicos rasgos comunes a todos los suelos de este orden son la ausencia virtual de horizontes y su naturaleza mineral.

El suelo principal pertenece al gran grupo de Torriortentes típicos y, la textura superficial y subsuperficial corresponde al de areno-franco. Es decir, un suelo que presenta bastante arena pero que cuenta también con limo y arcilla, lo cual le otorga algo más de coherencia entre partículas.

La limitante principal es la erosión eólica e hídrica que caracterizan a estos suelos, lo que deriva en un drenaje excesivo.

4.1.4. Hidrología superficial

La zona del proyecto pertenece a la región hidrogeológica Patagónica, que se extiende desde la isla de Tierra del Fuego hasta el río Colorado, incluyendo las provincias de Santa Cruz, Chubut, Neuquén y Río Negro. En ella es posible considerar el ambiente cordillerano, las elevaciones centrales y las terrazas patagónicas, incluyendo, dentro de esta última zona, los valles de los principales cursos de agua.

La erosión glacial que actuó durante un largo período modificó parcialmente la tendencia al escurrimiento, por la lixiviación de los terrenos y la formación de nuevos acuíferos con las rocas erosionadas. Debido al retransporte fluvial, las morenas perdieron gran parte de su material más fino, aumentando consecuentemente la permeabilidad. Los sistemas acuíferos comprenden las formaciones de rodados patagónicos, las mesetas basálticas, y sobre todo los valles aluviales de los ríos que nacen en la cordillera Patagónica. En Río Negro, Chubut y Santa Cruz existen mesetas con características hidrogeológicas particulares.

La ciudad de Puerto Madryn pertenece a las cuencas de ríos y arroyos superficiales menores con vertiente atlántica entre el SO de Buenos Aires y el Río Chubut.

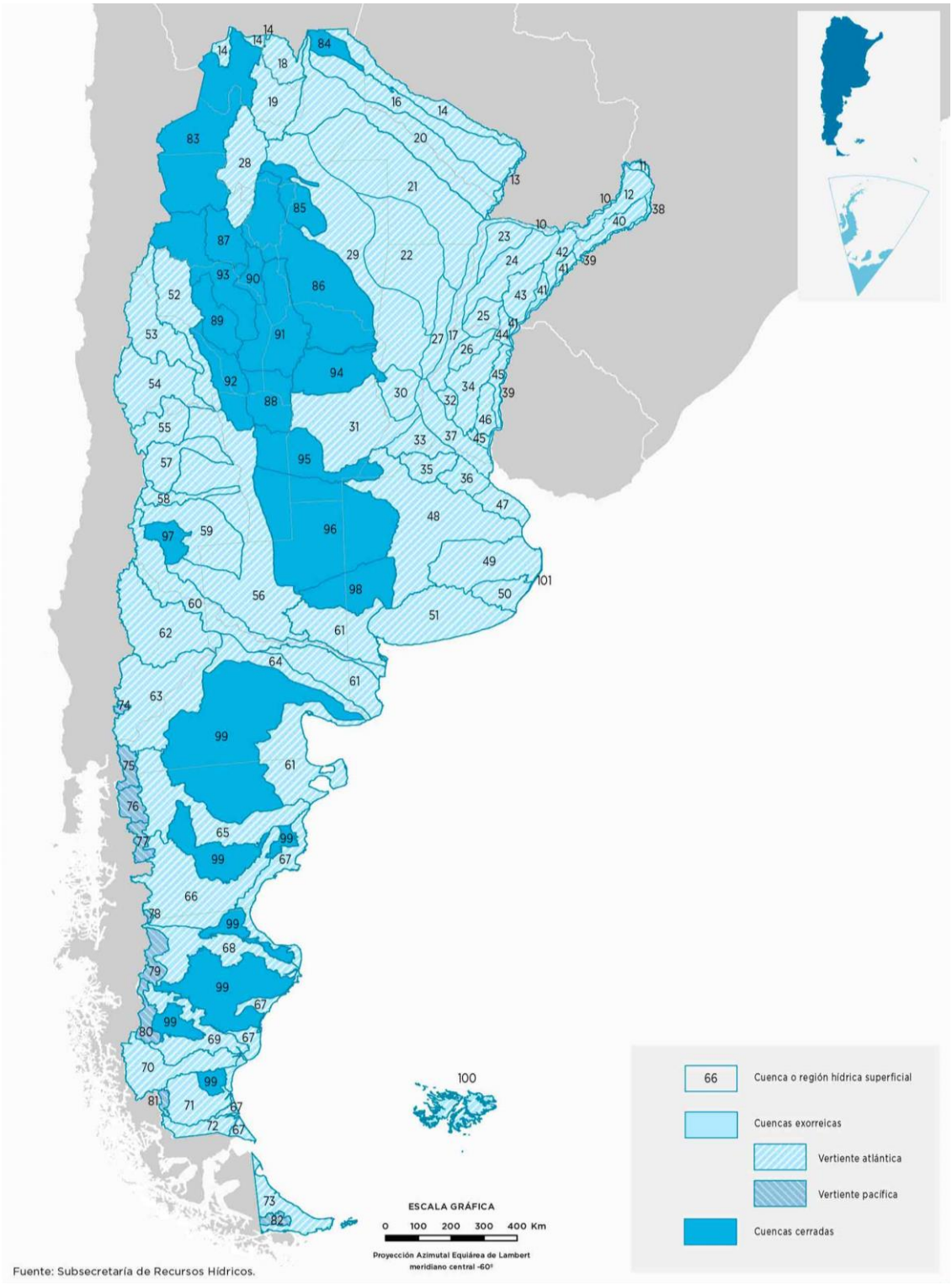


Figura 44. Cuencas y regiones hídricas superficiales de Argentina (Fuente: Instituto Geográfico Nacional).

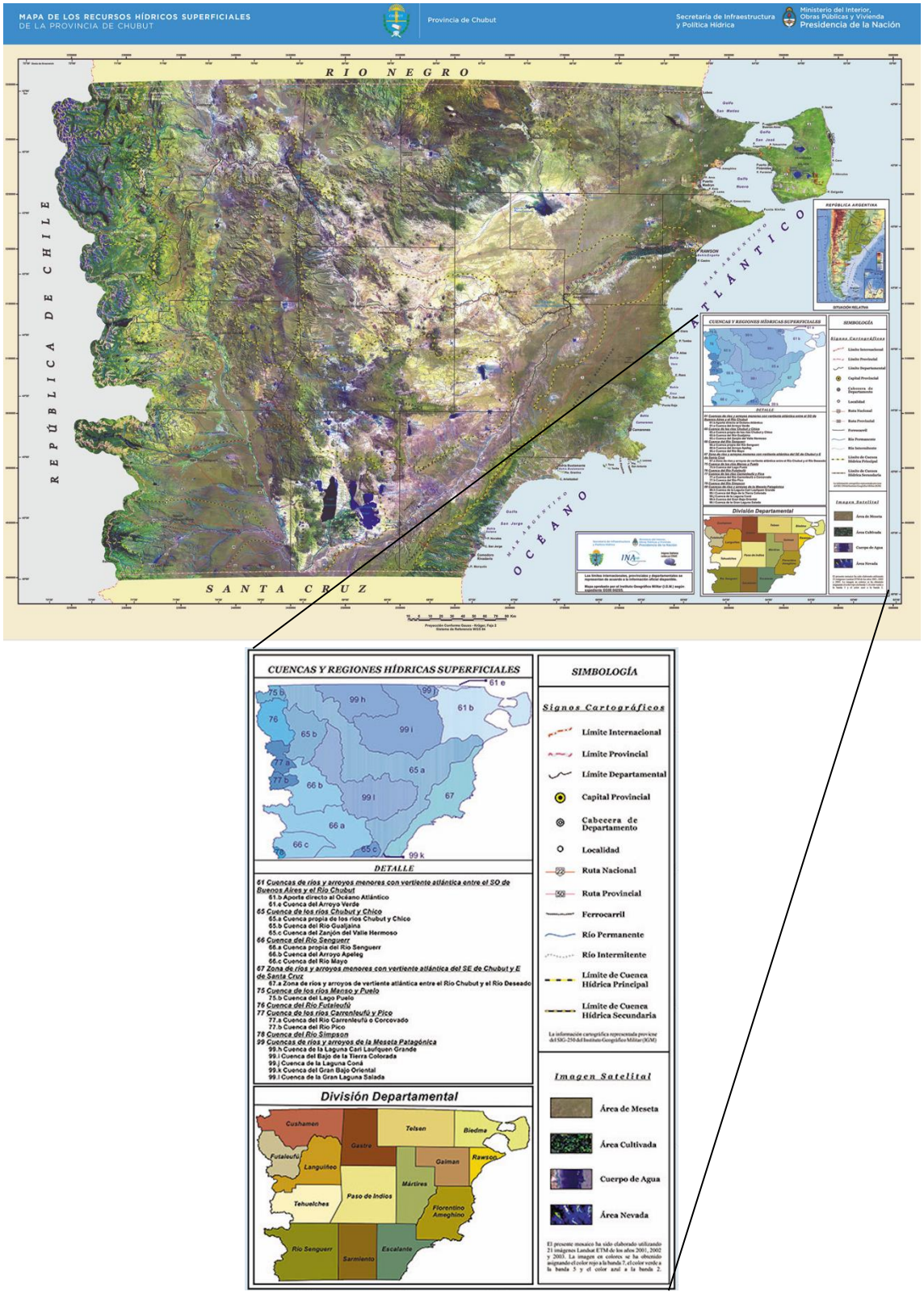


Figura 45. Mapa de los recursos hídricos superficiales de la provincia del Chubut, Argentina (Fuente: www.argentina.gob.ar).

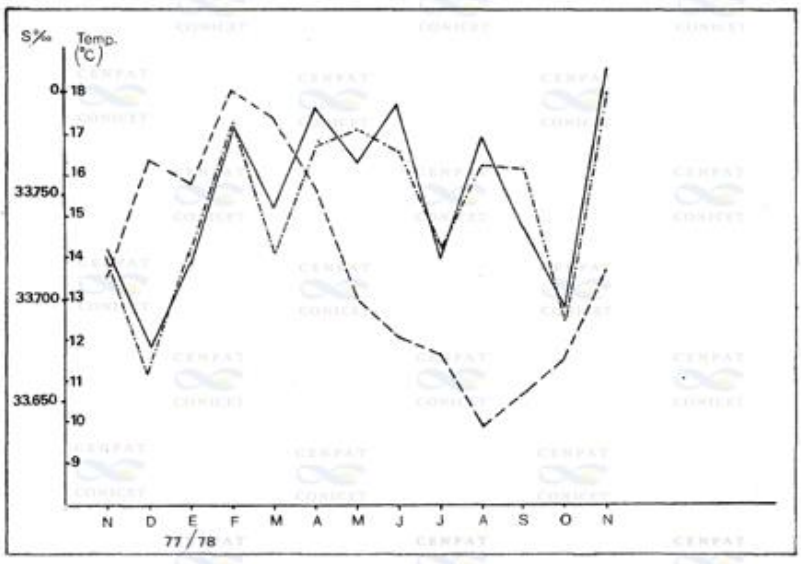
4.1.5. Salinidad y temperatura en Bahía Nueva

La salinidad varía como consecuencia de los vertidos costeros que se identificas fácilmente, pero su influencia es local y no se manifiesta en zonas profundas o lejanas a la costa de Puerto Madryn. La salinidad en general no parece obedecer a ningún ciclo anual y su valor medio se halla en los 33,74%. (Esteves y Mattio - "*Influencia de Puerto Madryn en Bahía Nueva mediante salinidad y temperatura. Evidencia de fenómenos de surgencia*", 1978 - Anexo X).

En los meses de verano su relación con la temperatura es directa en la Bahía Nueva y se encuentra en buena correlación lineal.

La temperatura presenta un ciclo anual normal, salvo el mes de enero en que esta desciende por debajo de los límites fijados.

Mediante análisis de varios parámetros químicos y físicos llevados a cabo por el estudio mencionado, se observa que la disminución de la temperatura del agua ha sido debida a un fenómeno de surgencia, responsable de la renovación total de las aguas de la Bahía Nueva. Esto es un fenómeno de gran importancia ya que aumento el poder autodepurador de las aguas de la Bahía Nueva.



Salinidad media. Todas las estaciones (———). Estaciones profundas (.—.—.—.—). Temperatura media (— — — — — — —).

Figura 46. Salinidad y temperatura media.

4.1.6. Biología bentónica del Golfo Nuevo

En las siguientes tablas a continuación se exhiben las potenciales especies de invertebrados y algas a ser encontradas en el Golfo Nuevo.

Los datos fueron tomados de inventarios de diversidad bentónica del Golfo Nuevo, realizados por investigadores del Centro Nacional Patagónico (CENPAT).

Invertebrados					
Moluscos		**Profundidad**			
Nombre vulgar	**Nombre científico**	**Línea Intermarial**	**1m**	**5m**	**>10m**
Mejillín	Brachidontes purpuratus/ Brachidontes rodriguezii	X	X		
-	Lithophaga patagonica		X	X	
Mejillón	Mytilus edulis		X	X	X
Cholga	Aulacomya atra atra		X		
Caracol tegula	Tegula patagonica		X	X	X
Trofón Común	Trophon geversianus		X	X	
Lapa Pulmonada	Siphonaria lessoni			X	
-	Fissurela radiosa tixierae				
-	Plaxiphora aurata aurata		X		
-	Chaetopleura isabellei		X		
Antrópodos		**Profundidad**			
Nombre vulgar	**Nombre científico**	**Línea Intermarial**	**1m**	**5m**	**>10m**
Diente de perro	Balanus glandula	X			
Bicho bolita de mar	Exosphaeroma		X	X	
-	Amphitoe valida				
-	Tanais dulongii			X	X
Cangrejo de las rocas	Cyrtograpsus angulatus				
	Cyrtograpsus altimanus	X			
	Pachycheles chubutensis		X		
	Leucippa pentagona			X	
Anélidos		**Profundidad**			
Nombre vulgar	**Nombre científico**	**Línea Intermarial**	**1m**	**5m**	**>10m**
-	Platynereis sp.		X	X	X
	Syllidia armata			X	X
	Harmothoe sp.		X	X	
	Lepidasthenia sp.		X		
	Terebellidae sp.2		X		
	Terebellidae sp.1		X	X	
	Marphysa aenea		X		
	Eulalia sp.	X			
Equinodermos		**Profundidad**			
Nombre vulgar	**Nombre científico**	**Línea Intermarial**	**1m**	**5m**	**>10m**
Ofiuro marrón	Ophioplocus januarii		X	X	X
Estrella	Allostichaster capensis		X	X	
Erizo rosa de púas finas	Pseudechinus magellanicus		X	X	X
Erizo verde de púas gruesas	Arbacia dufresnii		X	X	X
Nemertinos		**Profundidad**			
Nombre vulgar	**Nombre científico**	**Línea Intermarial**	**1m**	**5m**	**>10m**

	Neolineus sp.	X			
-	Zygonemertes sp.	X			
Cnidarios		**Profundidad**			
Nombre vulgar	**Nombre científico**	**Línea Intermarial**	**1m**	**5m**	**>10m**
-	Parabunodactis imperfecta		X		

Tabla 12. Especies de invertebrados.

Algas			
Nombre científico	**Profundidad**		
	Línea Intermarial	**1m**	**5m**
Ceramium virgatum	X		X
Cladophora falklandica	X		
Cladostephus spongiosus		X	
Codium vermilara		X	X
Colpomenia sinuosa	X		
Corallina officinalis	X	X	
Litothamnion sp.	X	X	X
Dictyota dichotoma	X	X	X
Hymenena laciniata	X	X	X
Polysiphonia harveyi	X	X	
Ulva rigida	X		
Ulva sp.	X	X	X
Undaria pinnatifida	X	X	X

Tabla 13. Especies de algas.

Otras especies de algas potencialmente de ser encontradas son:

- Anotrichium furcellatum
- Aphanocladia robusta
- Bossiella orbigniana
- Callithamnion gaudichaudii
- Ceramium strictum
- Ectocarpus sp.
- Gracilaria gracilis
- Halopteris funicularis
- Leathesia difformis
- Polysiphonia abcissa
- Polysiphonia brodiei
- Sphacelaria sp.
- Sphacelaria rigidula

4.1.7. Fauna íctica y mamíferos del Golfo Nuevo

En la siguiente tabla se encuentran potenciales especies a encontrar:

Peces	
Nombre vulgar	**Nombre científico**
Salmón de mar	Pseudopercis semifasciata

Turco	Pinguipes brasilianus
Mero	Acanthistius brasilianus
Escrófalo	Sebastes oculatus
Trombolito	Helcogrammoides cuninghami
Castañeta	Nemacttilus bergi
Nototenia	Patagonotothen brevicauda
Sargo	Diplodus argenteus
Pez aguja	Signátido
Mamíferos	
Nombre vulgar	**Nombre científico**
Lobo Marino de un pelo	Otaria flavescens
Ballena Franca Austral	Eubalaena australis

Tabla 14. Especies íctica y mamíferos.

4.1.8. Floraciones de microalgas - Marea Roja

Las floraciones o crecimiento exponencial de algunas poblaciones de microalgas marinas producen toxinas paralizantes las cuales se acumulan en los tejidos de moluscos y otros organismos filtradores, conociéndose más de 20 neurotoxinas pertenecientes a este grupo, que son sintetizadas por los géneros de dinoflagelados autótrofos Gymnodinium, Alexandrium y Pyrodinium. La más potente de dichas toxinas es la saxitoxina, producida por el género Alexandrium de dinoflagelados.

Si bien en el golfo existe el florecimiento de dichas microalgas, incluso en las condiciones del gran florecimiento de dinoflagelados de sep-oct/2022, cuando la concentración de saxitoxina en el agua de mar alcanzó los 10 µg/L, la concentración de la toxina no revistió riesgo para la salud de la población que pueda consumir agua desalinizada. La dosis letal mínima de saxitoxina es de 9 µg/kg de peso corporal de la persona expuesta, y aquellos 10 microgramos de saxitoxina/litro observados en el Golfo Nuevo, sólo cubren menos del 10 % de la referida dosis letal mínima, asumiendo el caso extremo de que toda esa masa de toxina fuera ingerida por una persona.

Adicionalmente todas las plantas desaladoras cuentan con pre-filtros, filtros y dispositivos de ultrafiltración (ver esquema de la Figura 1 de este Informe) que controlan y/o impiden la llegada de las moléculas de toxinas a las membranas de ósmosis inversa, y en consecuencia, que esas moléculas lleguen al agua potable que las plantas desaladoras producen. Así mismo los dispositivos mencionados pueden operar bajo diferentes condiciones de calidad del agua de mar que utilizan para obtener el agua potable.

Las floraciones de microalgas en la región, que en general ocurren en primavera o principios de verano, pueden monitorearse siguiendo la evolución en el tiempo de las concentraciones de Clorofila en el agua de los Golfos de la Península Valdés. Las imágenes satelitales de acceso libre (https://oceancolor.gsfc.nasa.gov/l3/) que se incluyen en el siguiente cuadro, en las que se observan en serie las inconfundibles siluetas de la Península y los Golfos Norpatagónicos, muestran la factibilidad del seguimiento del desarrollo temporal del crecimiento de las poblaciones de microalgas.

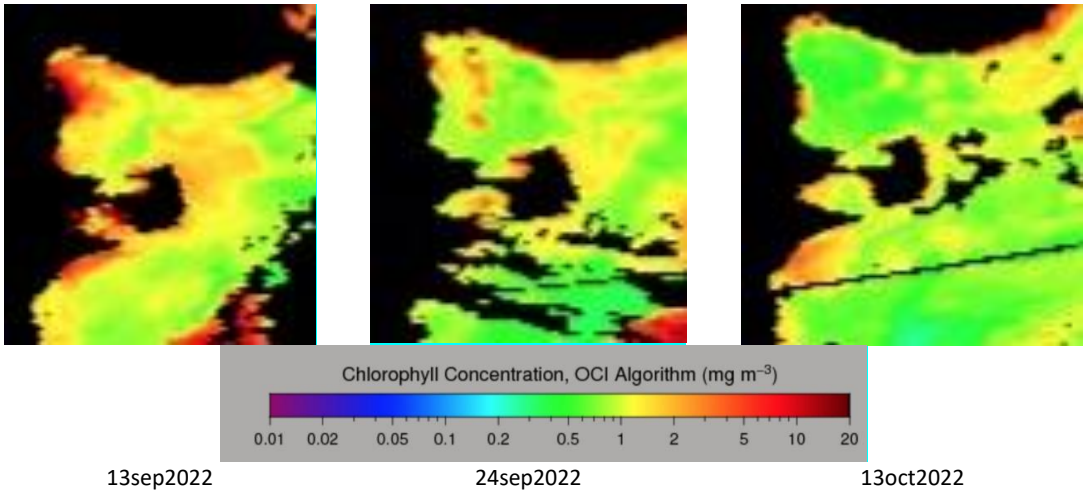


Figura 47. Imágenes satelitales de los días 13 y 24 de septiembre y 13 de octubre.

Las imágenes anteriores reflejan el cambio en las concentraciones de Clorofila en el agua de los Golfos en las fechas del último gran florecimiento en la región, en la primavera de 2022. El 13sep2022 se observa una alta concentración de Clorofila sobre las costas del Golfo Nuevo, que va decayendo el 24sep22 y baja aún más llegando al 13oct2022.

4.1.9. Características de la zona intermareal

A continuación se detallan resultados de la caracterización textural y composicional de los sedimentos de perfiles costeros desde cerro Prismático al norte hasta cerro Avanzado al sur, en el golfo Nuevo, provincia del Chubut (M. Paula BUNICONTRO, Silvia C. MARCOMINI, Nilda E. WEILER, Rubén A. LÓPEZ y Sonia QUENARDELLE, 2017 – **Anexo XIII**).

Los sedimentos del intermareal alto están compuestos por arena (62%) y grava (38%) y muestran selección pobre. Los sedimentos del intermareal bajo, playa distal y duna costera presentan sedimentos mejor seleccionados y dominantemente arenosos (más del 90% en promedio). La composición petrográfica resulta homogénea a lo largo de la costa, caracterizada mayormente y en promedio por fragmentos líticos (35%), plagioclasa (24%), cuarzo (23%), feldespato potásico (6%) y alteritas (5%).

Los afloramientos rocosos costeros presentan entre un 40% y un 70% de arena, según diversos autores, y se comprueba que tanto la composición petrográfica como la proporción de sus componentes mayoritarios son equivalentes a la descripta para las arenas de playa.

Además, debido al ambiente parcialmente protegido que representa el Golfo Nuevo, la muy baja deriva litoral dentro del mismo y de cursos fluviales de alimentación alóctona que desembocan en él, se concluye que la principal fuente de arena al sistema litoral resulta de la erosión de los acantilados que dominan el paisaje costero (Formación Gaiman y Puerto Madryn).

	Perfil	Tipo de Distrib.	Moda 1° (phi)	Media	Selección		Asimetría		Curtosis		Grava	Arena	Limo	Clasif.
Intermareal Alto	1	P	-2,24	0,66	2,04	MPS	-0,5	MN	0,47	MP	35,9	64	0,1	AG
	2	P	-3,24	-1,29	2,37	MPS	0,52	MP	0,68	P	70,5	29,4	0,1	GMF
	3	B	-2,24	-1,75	1,19	PS	0,57	MP	1,92	ML	79,4	20,5	0,1	GMF
	4	B	-1,24	-1,67	0,78	MDS	-0,63	MN	1,16	L	99,8	0,2	0	GMF
	5	U	2,23	2,38	0,46	BS	-0,11	N	0,92	M	0,2	99,7	0,1	AF
	6	B	-2,24	-0,84	1,65	PS	0,64	MP	0,76	P	58,9	41	0,1	GF
	7	B	-2,24	-0,71	1,89	PS	0,84	MP	0,47	MP	51,9	48,1	0	AMG
	9	B	-2,24	0,02	1,88	PS	0,04	S	0,51	MP	40,4	59,5	0,1	AG
	10	U	2,23	2,34	0,38	BS	0,08	S	1,11	L	0	100	0	AF
	11	U	1,74	1,72	0,54	MDBS	-0,08	S	0,99	M	0,9	99	0,1	AM
	12	U	2,23	2,34	0,38	BS	0,08	S	1,21	L	0	99,8	0,2	AF
	13	U	2,73	2,51	0,42	BS	-0,03	S	1,01	M	0,2	99,3	0,6	AF
	14	P	-3,24	-1,59	2,24	MPS	0,72	MP	0,57	MP	61	39	0	GF
	15	P	-3,24	-2,19	2,16	MPS	0,55	MP	0,81	P	66,8	33,1	0,1	GF
	16	P	1,74	0,77	1,34	PS	-0,23	N	1,71	ML	15,9	84,1	0	AG
	17	B	2,33	1,41	1,44	PS	-0,67	MN	1,34	L	11	88,9	0,1	AM
Intermareal Bajo	7	P	2,73	0,11	2,33	MPS	0,11	P	0,59	MP	41,7	58,3	0,1	AG
	9	P	2,73	0,82	2,35	MPS	-0,51	MN	0,68	P	32,2	64,7	3,1	AG
	10	U	2,73	2,62	0,39	BS	-0,07	S	1,18	L	0	98,8	1,2	AF
	11	U	2,73	2,67	0,45	BS	-0,15	N	1,48	L	0,2	99,3	0,5	AF
	12	U	2,73	2,81	0,34	MBS	0,11	P	1,34	L	0	98,6	1,4	AF
	13	U	2,73	2,59	0,37	BS	-0,04	S	1	MP	0	99,5	0,5	AF
	14	P	2,23	0,4	2,06	MPS	-0,46	MN	0,67	P	28,2	71,7	0,1	AG
	15	P	0,74	0,31	1,38	PS	-0,07	S	1,19	L	17,4	82,5	0,1	AG
Playa Distal	9	P	-3,24	-1,15	2,25	MPS	0,59	MP	0,53	MP	61,4	38,5	0,1	GMF
	10	U	2,23	2,47	0,34	MBS	0,14	P	0,76	P	0	99,9	0,1	AF
	11	U	2,23	2,28	0,34	MBS	0,07	S	1,39	L	0	100	0	AF
	12	U	2,23	2,01	1,41	PS	-0,58	MN	4,05	ML	13,1	86,9	0	AF
	13	U	2,23	2,32	0,45	BS	0	S	1,1	M	0,5	99,4	0,1	AF
Duna Costera	2	U	2,73	2,58	0,77	MDS	-0,06	S	1,3	L	0	95,5	4,5	AF
	3	U	1,74	1,92	0,55	MDBS	0,09	S	1,1	M	0	99,5	0,5	AM
	5	U	2,73	2,52	0,34	MBS	0	S	0,78	P	0	100	0	AF
	12	U	2,23	2,28	0,34	MBS	0,07	S	1,37	L	0	100	0	AF
	13	U	2,23	2,47	0,33	MBS	0,12	P	0,74	P	0	100	0	AF
	14	U	1,74	1,85	0,41	BS	0,02	S	1,03	M	0,4	99,2	0,3	AM
	15	U	2,23	2,17	0,57	MDBS	-0,14	N	1,3	L	0	99,5	0,5	AF
	17	U	3,23	2,69	1,03	PS	-0,18	N	1,04	M	0,4	92,5	7,1	AF

Selección		Asimetría		Curtosis		Clasificación			
MBS	Muy bien seleccionado	MP	Muy positiva	MP	Muy platicúrtica	GG	Grava gruesa	AG	Arena gruesa
BS	Bien seleccionado	P	Positiva	P	Platicúrtica	GM	Grama mediana	AM	Arena mediana
MDBS	Moderadamente bien seleccionado	S	Simétrica	M	Mesocúrtica	GF	Grava fina	AF	Arena fina
MDS	Moderadamente seleccionado	N	Negativa	L	Leptocúrtica	GMF	Grava muy fina		
PS	Pobremente seleccionado	MN	Muy negativa	ML	Muy leptocúrtica	AMG	Arena muy gruesa		
MPS	Muy pobremente seleccionado								

Tabla 15. Parámetros estadísticos obtenidos para cada subambiente. Perfil 7: Muelle Almirante Storni. Anexo XIII.

En las siguientes figura y tabla se observan porcentual de arena/grava y la composición de la arena, en el perfil del Muelle Almirante Storni (P7).

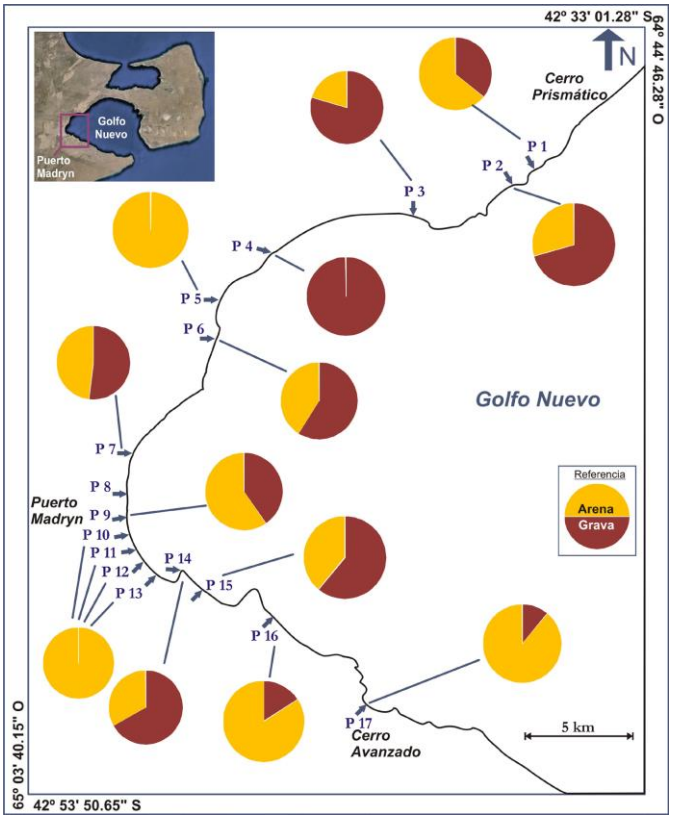


Figura 48. Porcentual arena - grava. Anexo XIII.

Perfil Nº	Muestras (IA)	Plagioclasa	Cuarzo (monocristalino)	Cuarzo (policristalino)	Fragmentos Líticos	Feldespato Potásico	Alterítas	Carbonatos	Hornblenda	Clinopiroxenos	Ortopiroxenos	Granate	Minerales Opacos	Trizas Vítreas	Fragmentos Pumíceos	Epidoto	Zoisita	Circón
5	El Doradillo	22	23	1	42	2	1	1	2	2	<1	1	2			1		
6	Playa Manara	20	22	1	40	6	6	4		1			<1					
7	Muelle Storni	25	22	2	27	7	10	2	<1	2	1	1			<1			
9	Pto Madryn 2	26	22	1	32	6	7	3		2		1			<1			
10	Pto Madryn 3	26	25	2	38	6	3	<1										
11	Pto Madryn 4	26	24	1	35	9	4			<1								
12	Pto Madryn 5	28	26	2	31	6	5	1	1	<1								
13	Pto Madryn 6	28	26	2	28	9	5	<1		<1	<1					<1	<1	<1
14	Punta Cuevas	18	20	1	26	10	8	2	1	6	2	2	3			1		<1
15	Playa Kaiser	24	25	2	33	8	4	1	1	1	1	<1				<1		
17	Co Avanzado	25	22	1	39	3	2	3	1	<1		1	1	1		1		
	Dunas																	
2	Playa Garipe	20	23	1	34	3	2		<1	1		2	1	2	10	<1		
-	Punta Este	21	23	1	44	4		2	1	2				1		1		
	Pto Mad. 6																	
13	Playa Distal	26	28	2	25	7	8	<1	<1	2	<1		<1			<1		<1
13	Infer. Alto	28	26	2	28	9	5	<1		<1	<1					<1	<1	<1
13	Infer. Bajo	24	20	2	38	3	6		1	2	1	<1	1	2		<1		

Porcentajes de los minerales observados en cortes delgados en base a 300 individuos contabilizados. Se muestran comparativamente los subambientes de intermareal alto a lo largo de la costa de norte a sur; duna en extremo norte y sur; y subambientes transversales a la costa del Perfil Puerto Madryn 6.

Tabla 16. Composición de las arenas. Anexo XIII.

Las características de los materiales identificados en el P7 (52 % Grava – 48 % Arena. Ver Tabla 8) facilitan el zanjeo para la instalación de cañerías de AM para alimentar la PPOI, así como la de salmuera que vincula la Planta con el Muelle Almirante Storni.

4.2. DEL MEDIO ANTRÓPICO

4.2.1. Población

Puerto Madryn es una ciudad ubicada al noreste de la provincia del Chubut, Argentina, siendo la cabecera del departamento Biedma. Se encuentra emplazada frente al mar Argentino en el océano Atlántico.

Es considerada la puerta de entrada a la península Valdés, declarada en 1999 como Patrimonio Mundial de la Humanidad por la Unesco. Es uno de los centros turísticos más importantes de toda la región y del país, considerada asimismo como la capital nacional del buceo.

El Censo Nacional 2010 Puerto Madryn contaba con 81.995 habitantes, sorprendiendo a toda la región con el vasto crecimiento sufrido.

Existen resultados provisionales del Censo Nacional 2022 que arrojan resultados para la provincia del Chubut de una población de 603.120 habitantes y para Puerto Madryn y Puerto Pirámides (departamento de Biedma) 106.436 habitantes, el 17,6% de la población provincial. Chubut posee una relativa baja densidad de población comparada con las del resto de las provincias del país. La mayoría de sus habitantes se han localizado en la zona marítima del Este y en los valles cordilleranos del Oeste, donde el clima es más benigno.

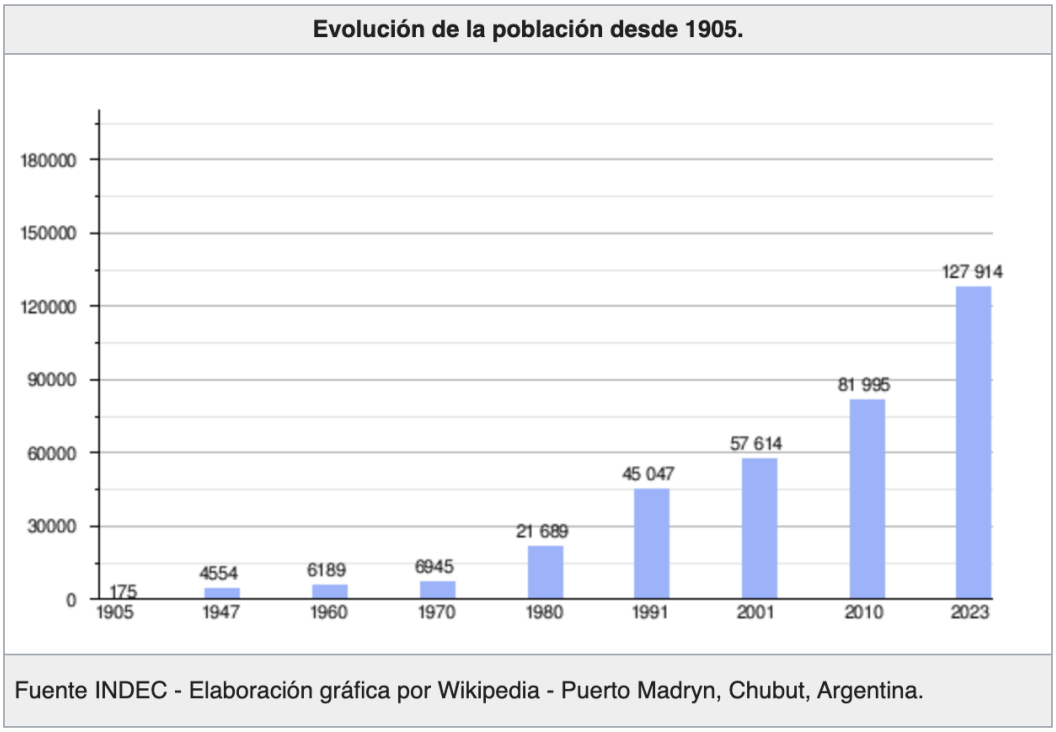


Figura 49. Evolución de la población anual de Puerto Madryn. Fuente: INDEC.

Los principales núcleos urbanos y centros de actividad económica se encuentran sobre el litoral atlántico. Comodoro Rivadavia es la ciudad más populosa de la provincia con casi 200.000 habitantes, Trelew (que

está a más de 20 km del mar) la segunda y Puerto Madryn, la tercera. Estas dos últimas con alrededor de 110.000 habitantes. Entre estas tres ciudades se acumula casi el 70% de la población provincial.

A pesar de que la Patagonia Argentina presentó una desaceleración en su crecimiento poblacional, la ciudad de Puerto Madryn presentó particularidades y diferencias, siendo el destino migratorio con mayor diversidad de orígenes. La ciudad recibió un aporte migratorio importante entre 1991 y 2010. Sin embargo, el crecimiento natural presenta mayor peso en el crecimiento demográfico de la ciudad. Esto se debe a que los migrantes pertenecían a la población económicamente activa y en edad reproductiva.

Provincias de la Patagonia	Tasa de crecimiento anual medio (‰)				Variación intercensal (%)			
	1970/1980	1980/1991	1991/2001	2001/2010	1970/1980	1980/1991	1991/2001	2001/2010
Neuquén	45.59	42.42	19.84	16.74	57.76	59.46	21.94	16.26
Rio Negro	37.82	25.37	8.70	16.03	45.97	32.19	9.09	15.52
Chubut	32.60	27.79	14.58	23.18	38.54	35.75	15.69	23.20
Santa Cruz	30.82	29.98	20.88	36.67	36.09	39.06	23.22	39.10
Tierra del Fuego	55.80	84.58	37.65	25.54	74.72	153.56	45.71	25.85

Figura 50. Ritmo de crecimiento de la población de la Patagonia Argentina. Años: 1970, 1980, 1991, 2001 y 2010. Fuente: Puerto Madryn, de pueblo a ciudad intermedia. La dinámica poblacional local a través de cinco retratos censales (1970-2010). Kaminker y Ortiz-Camargo.

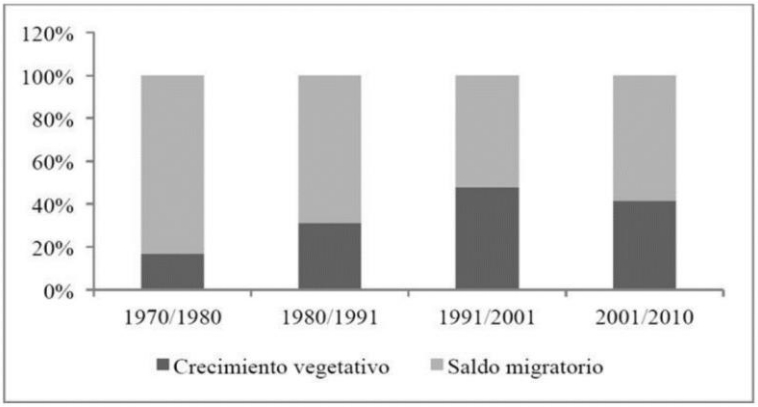


Figura 51. Porcentaje de entradas de población por crecimiento vegetativo y saldo migratorio. Puerto Madryn, períodos intercensales (1970-2010). Fuente: Puerto Madryn, de pueblo a ciudad intermedia. La dinámica poblacional local a través de cinco retratos censales (1970-2010). Kaminker y Ortiz-Camargo.

Finalmente, en la siguiente figura, se presentan los grandes grupos de edades de la ciudad de Puerto Madryn, de los periodos 1970 a 2001. Y, en la última figura, la pirámide poblacional del año 2010, donde se visualiza que los grandes grupos etarios van de los 0 a 34 años de edad.

Grupos de edad	Censo					Tasa de crecimiento medio anual (miles)			
	1970	1980	1991	2001	2010	70/80	80/91	91/01	01/10
0-14	1 943	7 284	16 823	19 109	23 482	132.1	76.1	12.7	22.9
15-64	3 839	12 493	26 531	36 790	53 053	118.,0	68.4	32.6	40.7
65 o más	334	703	1566	2 778	4 780	74.4	72.8	57.3	60.3
Total	6 116	20 710	44 920	58 677	81 899	122.0	70.4	26.7	37.0

Figura 52. Población de Puerto Madryn en grandes grupos de edad. (1970-1980). Fuente: Puerto Madryn, de pueblo a ciudad intermedia. La dinámica poblacional local a través de cinco retratos censales (1970-2010). Kaminker y Ortiz-Camargo.

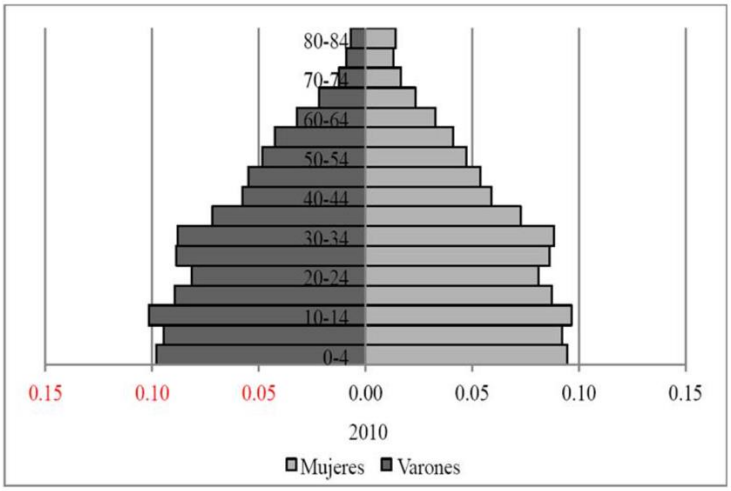


Figura 53. Pirámide poblacional de Puerto Madryn año 2010. Fuente: Puerto Madryn, de pueblo a ciudad intermedia. La dinámica poblacional local a través de cinco retratos censales (1970-2010). Kaminker y Ortiz-Camargo.

4.2.2. Comunidades originarias

El reconocimiento de la existencia de los pueblos originarios y sus derechos se estipulan en el artículo 34 de la Constitución de la provincia del Chubut (Reforma 1994).

En dicho apartado, el Estado les reconoce a las comunidades originarias la posesión y propiedad comunitaria de la tierra que tradicionalmente ocupan. Asimismo, conforme con la Ley, se anticipa su participación en la gestión referida a los recursos naturales que se encuentren dentro de las tierras que ocupan y a los demás intereses que los afectan.

Adicionalmente, existe otra normativa provincial aplicable a intereses indígenas en Chubut, como la Ley provincial 3.657 (Creación del Instituto de Comunidades Indígenas), la Ley provincial 4.013 (Creación del Registro de Comunidades Indígenas) y la Ley provincial 4.384 (Subprograma integral de Mejoramiento en la Calidad de Vida de las Comunidades Aborígenes).

Según la Encuesta Complementaria de Población Indígena (ECPI) 2004-2005 realizada por INDEC, existen en el país unas 10.590 personas que se reconocen como pertenecientes y/o descendientes en primera

generación del pueblo tehuelche y unas 113.680 personas de origen mapuche. En el primer caso, el 7,1% de los pobladores tehuelches que habitan en las provincias de Santa Cruz y Chubut forman parte de una comunidad de residencia, y en el segundo caso, el 16,9% de los mismos.

En la región patagónica existe población aborigen mayoritariamente de origen Mapuche y Tehuelche asentada en las actuales provincias del Chubut, Santa Cruz, Neuquén y Río Negro y Buenos Aires. Entre el pueblo Tehuelche se distinguen dos grandes grupos: los Günün- A-Küna (Tehuelche Septentrionales) y los Aonikenk (Tehuelche Meridionales).

La localización de los Günün-A-Küna va desde los ríos Limay y Negro hasta el río Chubut; los Aonikenk se encuentran en el territorio comprendido desde el río Chubut hasta el Estrecho de Magallanes (provincias del Chubut y Santa Cruz). Los Mapuches, por otro lado, se encuentran principalmente en la región centro-sur de Chile, en la Patagonia Argentina y en la provincia de Buenos Aires. Se denomina Puel Mapu (territorio oriental) al territorio que se extiende del lado argentino entre los ríos Cuarto y Diamante, por el Norte, hasta los ríos Limay y Negro por el Sur, siendo su límite Este el río Salado de Buenos Aires y el Ka Füta Lafken (Océano Atlántico) y el Oeste la Cordillera de los Andes.

Pueblo Originario	Región muestral	Población que se reconoce perteneciente y/o descendiente en primera generación de pueblos originarios
Mapuche	**Total del país** Chubut, Neuquén, Rio Negro, Santa Cruz y Tierra del Fuego. La Pampa y el resto de la provincia de Buenos Aires. Ciudad de Buenos Aires y 24 partidos del Gran Buenos Aires. Resto del país	**113.680** 78.534 20.527 9.745 4.874
Tehuelche	**Total del país** Chubut y Santa Cruz Ciudad de Buenos Aires y 24 partidos del Gran Buenos Aires Rest del País	**10.590** 4.351 1.664 4.575

Tabla 17. Poblaciones originarias y región muestral. Años 2004-2005. INDEC 2001.

La provincia del Chubut en el 2001, de acuerdo con información censal, contaba con 11.112 hogares en donde al menos uno de los miembros del hogar se reconoció como perteneciente a un pueblo indígena.

A nivel nacional estos hogares representaron el 2,8% (281.959 hogares) del total de los hogares del País. En el ámbito provincial su participación fue del 9,7% del total de los hogares del Chubut. (114.694 hogares). Por lo tanto, casi el 10% de los hogares del Chubut involucraron la presencia de algún integrante perteneciente a una etnia indígena.

Total	País	%	Chubut	%
Total hogares	10.075.814	100	114.694	100
Hogares sin miembro de pueblo indígena	9.793.855	97,2	103.582	90,3
Hogares con miembro	281.959	2,8	11.112	9,7

de pueblo indígena				

Tabla 18. Total de hogares particulares y hogares con al menos un miembro perteneciente a un pueblo originario. País y Chubut 2001. Fuente Estadística y Censos de la provincia del Chubut. SEP – Sistema Estadístico Provincial.

Entre los hogares con población indígena en Chubut, el 53% pertenecían al pueblo Mapuche con 5.919 hogares, siguiéndole con una participación mucho menor, el pueblo Tehuelche con 12,2% y 1.357 hogares, y el pueblo Ona con el 0,1% y 13 hogares.

Pueblo	País	%	Chubut	%
Total hogares	281.986	100	11.112	100
Mapuche	36.037	12,8	5.919	53,3
Ona	602	0,2	13	0,1
Tehuelche	5.263	1,9	1.357	12,2
Pueblos relevados agrupados	81.085	28,8	325	2,9
Otros pueblos + ignorados	158.972	56,4	3.498	31,5

Tabla 19. Hogares particulares con al menos un componente perteneciente a un pueblo originario por pueblo indígena País - Chubut 2001. Fuente: Estadística y Censos de la provincia del Chubut. SEP – Sistema Estadístico Provincial.

En cuanto a poder obtener una apreciación acerca del lugar de residencia en donde se distribuye la población de los pueblos indígenas sobre el territorio del Chubut, el Censo del 2001 sólo nos permite reconocerlo de un modo muy general por medio de la cantidad de hogares por departamento.

Sin embargo, teniendo por referencia dicha distribución por departamentos, y la población provincial estimada al 2005, bien puede apreciarse que la población indígena del Chubut al 2005, en gran medida, se concentró en los departamentos de la Zona Atlántica o Costera, con el 57,7% del total, repartida en dos regiones, una norte (Rawson 28,5% y Biedma 11,6%), y otra Sur (Escalante 15,6%).

En segundo orden se destaca que otro núcleo importante de población indígena se hallaba concentrada en la zona Oeste o Cordillerana con un el 27,2% (Futaleufú 15,1% y Cushamen 12,1%).

Por lo tanto, entre estos cinco departamentos se reunieron casi el 83% del total de la población que pertenecían a algún pueblo originario del Chubut.

Departamento	Población estimada al 2005	Población indígena estimada al 2005	% sobre el total de población indígena del Chubut	% de población indígena sobre el total de la población del departamento
Total	445.458	27.327	100,0	5,5
Biedma	64.137	2.822	11,6	0,6
Cushamen	19.031	2.931	12,1	0,7
Escalante	155.989	3.790	15,6	0,9
Florentino Ameghino	1.583	149	0,6	0,0
Futaleufú	40.117	3.669	15,1	0,8
Gaiman	10.108	620	2,5	0,1
Gastre	1.501	451	1,9	0,1
Lanquiñeo	2.973	679	2,8	0,2
Mártires	1.033	77	0,3	0,0

Departamento	Población estimada al 2005	Población indígena estimada al 2005	% sobre el total de población indígena del Chubut	% de población indígena sobre el total de la población del departamento
Paso de indios	1.934	311	1,3	0,1
Rawson	124.351	6.936	28,5	1,6
Rio Senguer	6.277	628	2,6	0,1
Sarmiento	9.098	541	2,2	0,1
Tehuelches	5.396	539	2,2	0,1
Telsen	1.930	186	0,8	0,0

Tabla 20. Población estimada de Pueblos originarios por departamento. Chubut 2005. Fuente Estadística y Censos de la provincia del Chubut. SEP - Sistema Estadístico Provincial.

El total de la población indígena patagónica responde a la Encuesta Complementaria de Pueblos Indígenas (ECPI) 2004-2005. Complementaria del Censo Nacional de Población, Hogares y Vivienda 2001.

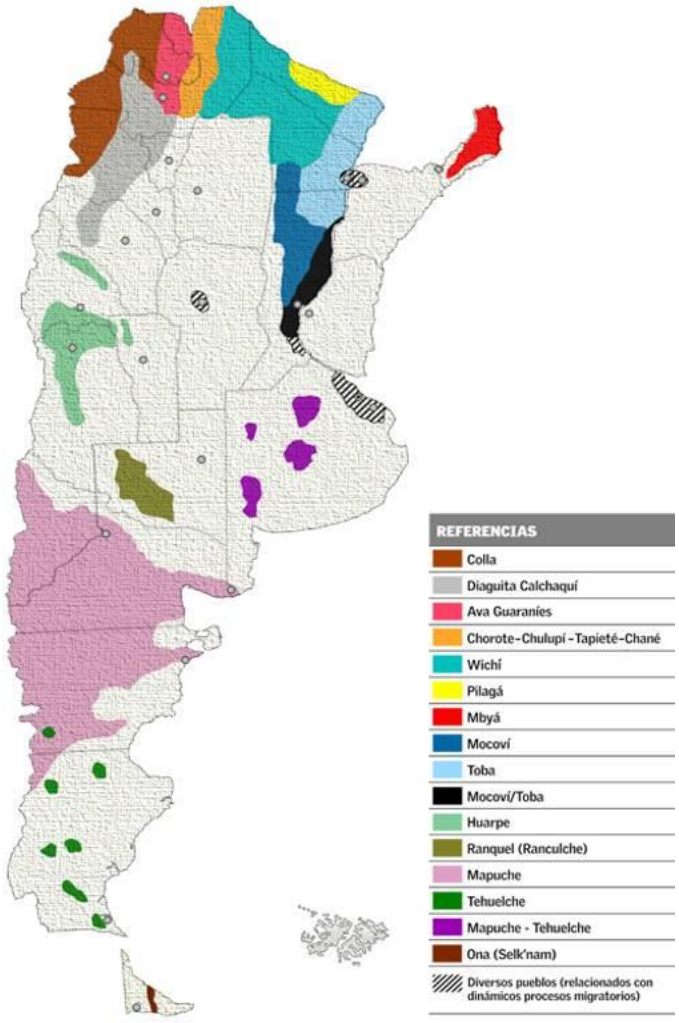


Figura 54. Ubicación de pueblos indígenas. Fuente: Ministerio de Educación, Ciencia y Tecnología de la Nación.

Según el informe del Sistema Estadístico de la provincia del Chubut se puede concluir:

- Tres son los pueblos indígenas del Chubut, cuya población se reconoce indígena, con mayor presencia. En orden de importancia: Mapuche, Tehuelche, y Ona.
- La población indígena total del Chubut (2005) puede ser estimada en unos 24.000 habitantes, representando el 5% del total de la población indígena del País (485.460 habitantes), y el 5,5% de la población total (indígenas y no indígenas) de la provincia (445.458 habitantes).
- El 23% del total de Población de todos los pueblos indígenas del país (2005) pertenecen al pueblo Mapuche, siendo así el más numeroso de todos.
- El 53% de la población indígena de la provincia corresponde al pueblo Mapuche.
- La mayoría de la población indígena (72,2%) reside en centros urbanos.
- La mayoría de población Mapuche (71,6%), y que compone mayoritariamente a la población indígena, vive en ciudades.
- La población Mapuche que reside en una comunidad abarcó únicamente al 30% del total de dicha población.
- El conocimiento de la propia lengua abarcó cerca del 22% de la población que se reconoció como Mapuche, pero tan sólo el 2,8% de la misma la empleaba cotidianamente.
- Las respuestas obtenidas de miembros de hogares mapuches revelan un bajo grado de compromiso efectivo respecto de su propio pueblo, oscilando desde un 35%, para quienes continúan con prácticas propias de su cultura, y un 14% para quienes participan en trabajos comunitarios de carácter indígena.

En función de la información estadística recolectada, es importante mencionar que no se registran comunidades originarias próximas a la ubicación del proyecto; y que el mismo se desarrolla en una zona industrial.

4.2.3. Medios de comunicación

Puerto Madryn se encuentra sobre la Ruta Provincial N˚1 (RP1) que recorre la provincia del Chubut desde Puerto Lobos hasta Puerto Visser. Comunica a Puerto Madryn con la Península Valdés hacia el Norte y con Rawson hacia el Sur.

A su vez la RP1, se vincula con la Ruta Nacional N˚3 a través de dos accesos: el Norte (Ruta Nacional N˚ A010) por donde se accede a la zona industrial y portuaria (4 km) y el Sur Juan Domingo Perón que deriva a la zona urbana por la Avenida Gales después de recorrer 6 km.

La Ruta Nacional N˚ 3 es de suma importancia para la Patagonia, comunica a las principales ciudades costeras de la misma con el norte y centro de país, y es la vía fundamental para el transporte de insumos y producción.

El Aeródromo "El Tehuelche" es escala de vuelos que conectan Buenos Aires con el sur del país y posee conexiones diarias a Buenos Aires y esporádicas al norte del país. Existe como alternativa y con más flujo de vuelos, el Aeropuerto “Almirante M. A. Zar” de la ciudad de Trelew, a una distancia de 60 km.

El Muelle Almirante Storni estuvo limitado al transporte de insumos de las industrias locales y para la exportación de la producción regional, pero en los últimos años también ha sido escala de cruceros turísticos que se dirigen hacia las regiones más australes. Si bien en la actualidad se cuenta con el Muelle Luis Comandante Piedrabuena, reacondicionado para tal fin, son ambos Muelles los que ofrecen ese

servicio, a veces por capacidad y otras por simultaneidad. Este último se ha ampliado recientemente para poder brindar el servicio completo para los cruceros.

Funciona una única radio en AM LU17 Radio Golfo Nuevo y numerosas de frecuencia modulada (104.5 Radio Mas, 90.1 Radio Total, 94.1 Radio RCB, 94.7 Radio Brava, 105.5 Radio FM Patagonia Madryn, 105.1 La Unica, 107.1 Radio Cristal, 96.1 Paraíso, 88.9 La FM Namunkurá, 96.7 Radio Vinilo . Se cuenta con una repetidora de LU90 Canal 7 de Rawson, una repetidora de LS82 y dos empresas de televisión por cable. Se encuentra instalada en Puerto Madryn una empresa que ofrece la señal de televisión satelital.

Además del actual Correo Argentino existen varias empresas de correo privado de nivel nacional e internacional. Es una característica la existencia de empresas de mensajería que brindan el servicio de envíos y gestión de trámites entre las ciudades más cercanas.

4.2.4. Actividad económica

Se puede caracterizar a la estructura productiva de Chubut haciendo referencia a la estructurade su sector exportador.

Los sectores productivos más importantes de la Provincia en términos de sus exportaciones son: el petróleo, la producción de aluminio, la pesca y la ganadería ovina.

Dentro de la Provincia, la región de Biedma, y en ella Puerto Madryn, presenta como actividades económicas principales las siguientes:

- Pesca: A la variada riqueza ictícola de sus aguas se suma una importante infraestructura de industrialización y procesamiento, instalada junto a sus terminales marítimas. Entre las especies que se capturan podemos mencionar: merluza, abadejo, salmón, lenguado, mero, pejerrey, centolla, langostino, calamar, y vieira. La pesca es netamente industrial; solo la extracción de moluscos bivalvos tiene características artesanales.
- Turismo: El turismo Nacional e Internacional ha ido incrementándose en los últimos años de manera significativa, gracias al crecimiento de la infraestructura de la Ciudad, y a la llegada de cruceros. Es uno de los ingresos más importantes, y asimismo moviliza a toda la actividad comercial y de servicios de la Ciudad. Alrededor de 200.000 turistas visitaron con hospedaje, en Puerto Madryn en el último año.
- Industria del aluminio: A través de Aluar, con su planta de producción primaria y plantas de semielaborados, que se encuentra en la zona desde hace más de 45 años y es la gran empleadora del lugar. En 2021, la cadena representó aproximadamente 6% del valor agregado bruto de la provincia. En el período 2010-2019, la producción de aluminio primario exhibió una tendencia estable, en torno a las 430.000 toneladas y, en 2021, la producción estimada fue de 340.380 toneladas, lo cual representa una recuperación del 10%, tras la caída de 29% del año anterior, producto de la pandemia y el menor uso de la capacidad instalada. Por último, en el primer trimestre de 2022, la producción continuó recuperándose, mostrando un crecimiento interanual del 7,9% (IPI, INDEC).
- Energía eólica: vale destacar que cada vez más empieza a aprovecharse al viento como recurso, el que se está estudiando y aprovechando en el país desde la década de 1990. Actualmente, Chubut es la provincia con la mayor cantidad de aerogeneradores del país, cuenta con alrededor de 365 distribuidos en diferentes parques eólicos y se estima que

generan el 37% de la energía eólica del país. La distribución de los Parques Eólicos corresponde a distintas empresas que los operan. GENNEIA S.A. opera los denominados Rawson I, Rawson II, Rawson III, Madryn I y II, Chubut Norte I, II, III y IV y Loma Blanca I y II. En tanto, Goldwing S.A. opera los denominados Loma Blanca III y IV, YPF controla Manantiales Behr y Aluar los Parques Aluar I, II y III (con una etapa IV actualmente en construcción). Por su parte, Hychico S.A (Capsa-Capex) opera los parques Diadema I y II, Total Eren S.A. el parque Malaspina I y los parques Garayalde, El Tordillo y Kostén son operados por Pan American Energy (PAE), Vientos de la Patagonia S.A. y Kostén S.A. respectivamente.

4.2.4.1. Actividades industriales

Se distinguen las siguientes áreas exclusivas:

- Parque Industrial Liviano: ocupa 51 has y está ubicado al Oeste de la ciudad.
- Parque Industrial Pesado: ocupa 600 has al Norte de la ciudad.
- Parque Industrial Conexo: ocupa aproximadamente 60 has al Norte de la ciudad.
- Parque Industrial Pesquero: 170 has ubicadas al Norte de la ciudad. Incluye industrias procesadoras de pescado, servicios para las empresas pesqueras y fábricas de hielo.
- Parque Agro Industrial: 270 has ubicadas en el sector Oeste de la ciudad.
- Área de empresas distribuidoras de combustibles: se localiza hacia Puerto Pirámides, al Norte de Puerto Madryn con empresas conexas a la actividad portuaria.
- Zona entre Parque Industrial Pesado y Pesquero con nuevos proyectos de implantación de empresas, conformando el futuro Parque Industrial Municipal.
- Zona de Parques Eólicos: Puerto Madryn dentro de su ejido urbano cuenta con tres parques eólicos, Parque Eólico Puerto Madryn con 222 MW de potencia nominal instalada, Parque Eólico Aluar con 164,8 MW y Parque Eólico Chubut Norte con 196 MW.
- Zona de canteras: Los predios eólicos fueron habilitados como canteras para la utilización de áridos durante la construcción de los mismos. Asimismo se encuentran otras canteras dentro del ejido urbano, como las Canteras "*Sogiris 2 y 3*", Cantera "*RP 4 y RN3*", Cantera "*Automoto Club*", entre otras[3].
- Zona de transferencia y disposición final de residuos: donde se encuentra el GIRSU, los cuencos pesqueros municipales, el Predio de Voluminosos de Puerto Madryn, el Relleno de Seguridad Aluar y el Centro de Tratamiento de Residuos de la pesca de la firma "GP Inversiones".

[3] Fuente: Ministerio de Ambiente y Control del Desarrollo Sustentable - Gobierno del Chubut.

4.2.4.2. Actividades turísticas

Puerto Madryn ofrece diferentes servicios turísticos a partir de sus condiciones naturales y su cercanía a gran variedad de atractivos. La ciudad es ideal para disfrutar del mar y la naturaleza.

Desde Puerto Madryn se pueden realizan excursiones a Península Valdés, la pingüinera de Punta Tombo, la reserva de Punta Loma o los pueblos galeses del valle del río Chubut, razón por la que es una de las ciudades más elegidas de la costa de la provincia del Chubut.

Figura 55. Imagen de la ciudad de Puerto Madryn y sus atracciones turísticas (Fuente: https://madryn.travel/).

4.2.5. Servicio e infraestructura

La ciudad de Puerto Madryn, cuenta con servicio de energía eléctrica, mediante línea de media tensión de 132 kV y 330 kV.

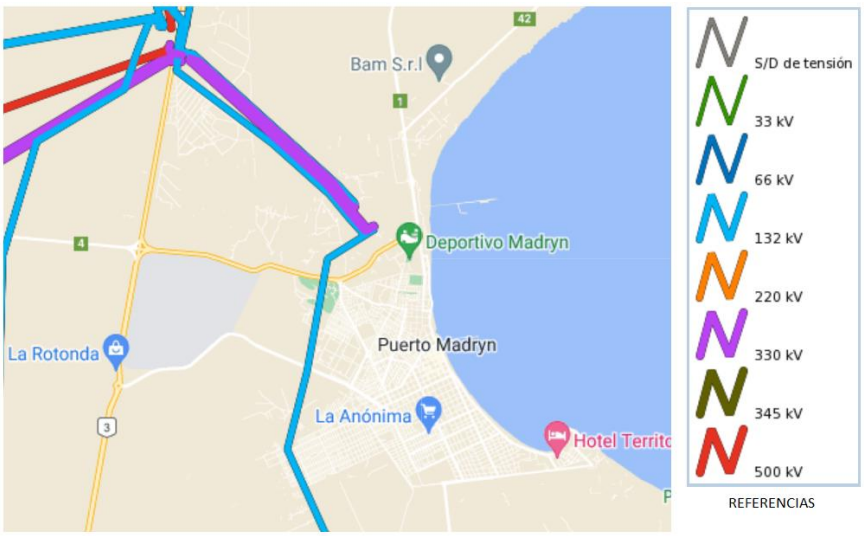


Figura 56. Línea de media tensión (LMT) de Puerto Madryn (Fuente: Ministerio de Energía y Minería de la Nación).

En cuanto a energías renovables, Argentina es uno de los países con mayor potencial eólico del planeta. En la región patagónica los vientos soplan de manera intensa y frecuente, a una velocidad que supera el doble del mínimo necesario para generar electricidad. A continuación, pueden visualizarse los proyectos aledaños al a ciudad de Puerto Madryn respecto a los parques eólicos en y el aprovechamiento hidroeléctrico.

Figura 57. Parques eólicos en las inmediaciones de la ciudad de Puerto Madryn (Fuente: https://energiasdemipais.educ.ar/).

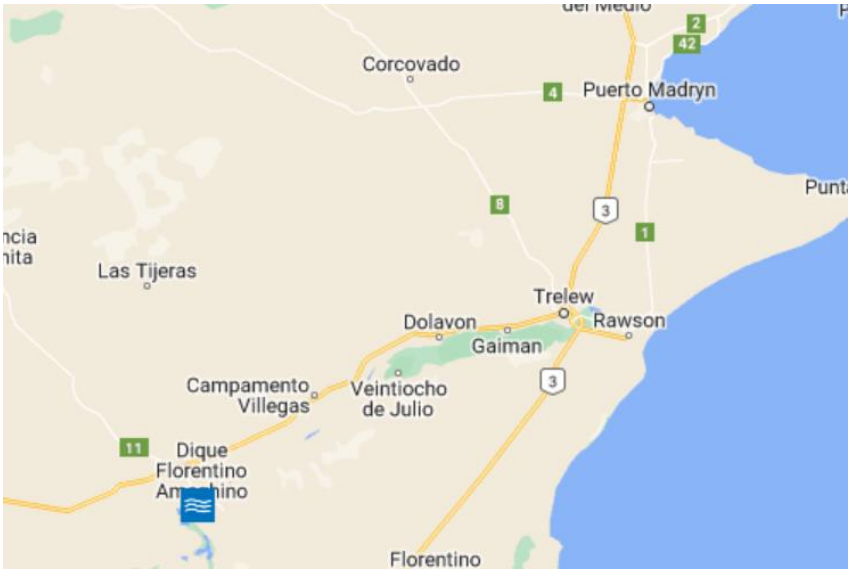


Figura 58. Pequeños aprovechamientos hidroeléctricos cercanos a la ciudad de Puerto Madryn. (Fuente: Ministerio de Energía y Minería de la Nación).

Se presenta a continuación un detalle de los servicios que posee la ciudad de Puerto Madryn:

Tipo de servicio	Empresa prestadora
Agua potable	Servicoop - Cooperativa Limitada de Provisión de Servicios Públicos y Vivienda de Puerto Madryn.
Energía eléctrica	
Alumbrado público	
Cloacas	
Gas natural	Camuzzi Gas del Sur S.A.
Recolección de residuos sólidos urbanos	Ashira S.A. Higiene Urbana

Tabla 21. Detalle de los servicios existentes en la ciudad de Puerto Madryn.

4.2.6. Vivienda

A nivel país, las características de las viviendas se observan, a modo de resumen, en la siguiente Figura emitida por el INDEC en el último censo del 2010.

Puede observarse que Chubut, para el año 2010, presentaba entre un 10,1% y 20% de viviendas particulares deficitarias.

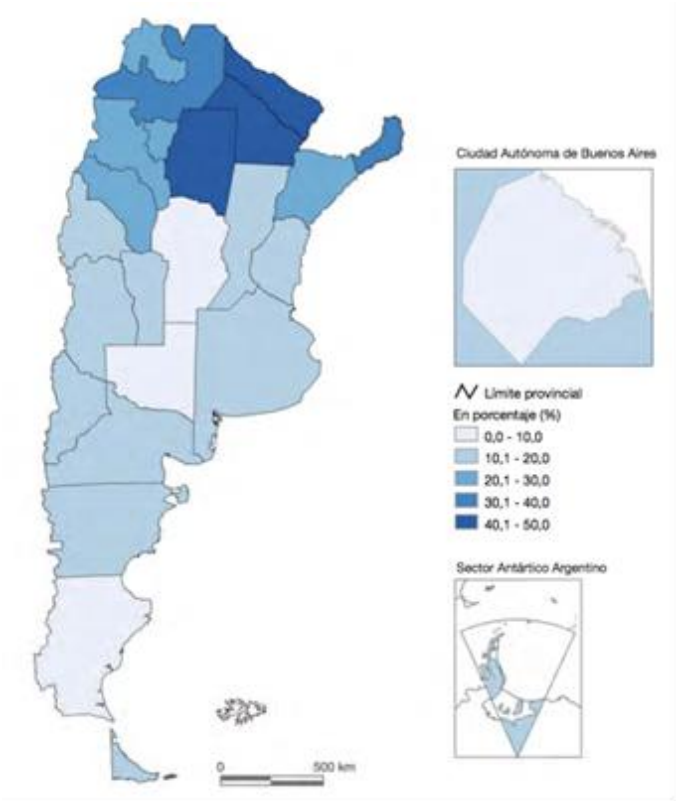


Figura 59. Viviendas particulares deficitarias por provincia en porcentaje, año 2010 (Fuente: INDEC).

4.2.7. Educación

La ciudad de Puerto Madryn, posee una delegación de la Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco. La sede cuenta con 12 aulas, Aula Magna, Biblioteca y Laboratorios. Las facultades que la conforman son: Facultad de Ciencias Naturales y Ciencias de la Salud, Facultad de Ciencias Jurídicas y Facultad de Humanidades y Ciencias Sociales. La oferta académica es: Abogacía, Tecnicatura en Martillero Público y Corredor, Analista Programador Universitario, Licenciatura en Informática, Licenciatura en Ciencias Biológicas, Licenciatura en Turismo, Tecnicatura en Turismo y el primer año del Ciclo Básico de la Facultad de Ciencias Económicas.

Dentro de la ciudad hay varias escuelas primarias y secundarias de índole estatal como, por ejemplo:

- Escuelas primarias: escuela provincial N°193, escuela provincial N°42, escuela provincial N°213, escuela provincial N°193.
- Escuelas secundarias: escuela provincial N°790, escuela provincial N°741, escuela provincial N°710, escuela provincial N°728.

La escuela estatal Politécnica N°703, es una secundaría técnica, donde se imparten las siguientes tecnicaturas: Maestro Mayor de Obras, Técnico en Electrónica, Técnico en Equipos e Instalaciones Electromecánicas, Técnico en Gestión y Administración de las organizaciones. Y, la Escuela 1737 Fundación Ceferino Namuncurá, es una escuela media de formación y capacitación laboral para jóvenes y adultos en condiciones de vulnerabilidad con orientación agro-técnica.

La ciudad cuenta con un Centro de Rehabilitación laboral, CERELADI, un espacio para personas con discapacidad donde desarrollan talleres y adquieren hábitos y competencias para el trabajo productivo remunerado en ámbitos laborales protegidos y no protegidos. Entre sus actividades hay talleres de PVC, de papel de cocina, de costura y taller de polietileno.

Algunas escuelas privadas, sin subvención estatal, son: Escuela de La Costa, Escuela FAPE, y Colegio C.I.P.A.

Además, la ciudad cuenta con talleres municipales con más de 130 propuestas: guitarra, piano, producción musical, peluquería, panadería, pastelería, danzas contemporáneas, árabes, ballet, folclore, biomúsica, salsa cubana, teatro para niños y adultos, alfarería, dibujo y fotografía, entre otras alternativas.

En la educación universitaria también se encuentra la Universidad del Chubut y la Universidad Tecnológica Nacional.

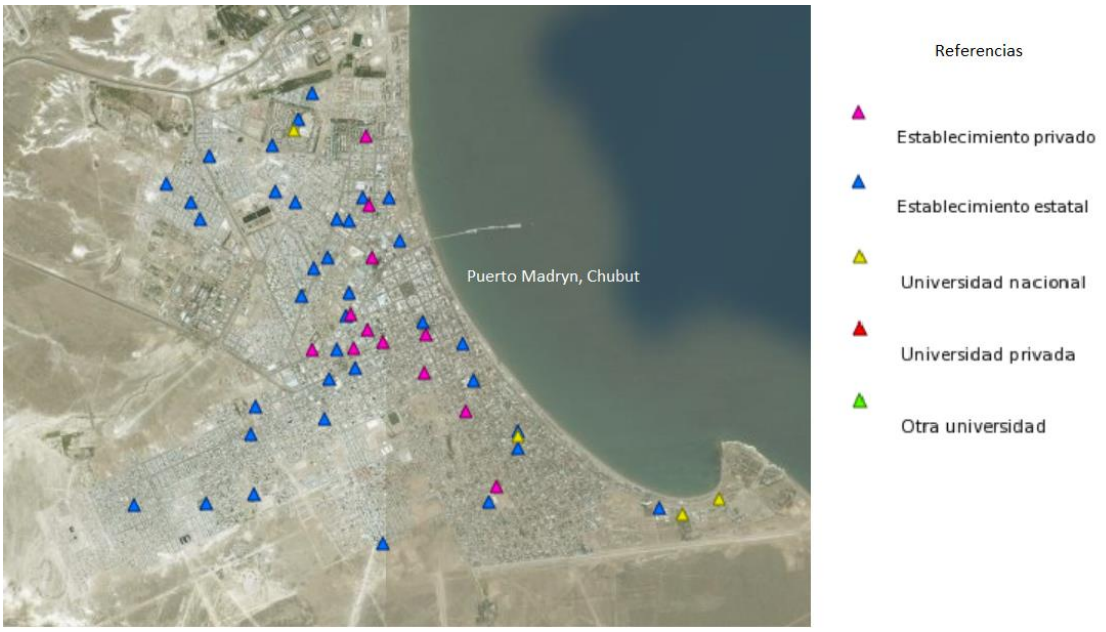


Figura 60. Establecimientos educativos no universitarios y universitarios en Puerto Madryn (Fuente: Secretaría de Energía-Visor SIG).

4.2.8. Salud

Puerto Madryn cuenta con el Hospital Zonal “Dr. Andrés Ísola”. Es polivalente ya que ofrece diversos tipos de prestaciones de salud en lo que respecta a atención pediátrica tanto como de adultos, y atiende un alto nivel de complejidad en la ciudad.

Brinda atención primaria a la población local a través de diez Centros de Atención Primaria de la Salud (CAPS) ubicados en distintos barrios de la ciudad, incluido uno especializado en salud integral de adolescentes. También cuenta con dispositivos externos al Hospital dependientes del Servicio de Salud Mental, y un Centro de Atención del “Programa de Salud de la Tercera Edad” (Pro.Sa.T.E.), efector de la obra social PAMI.

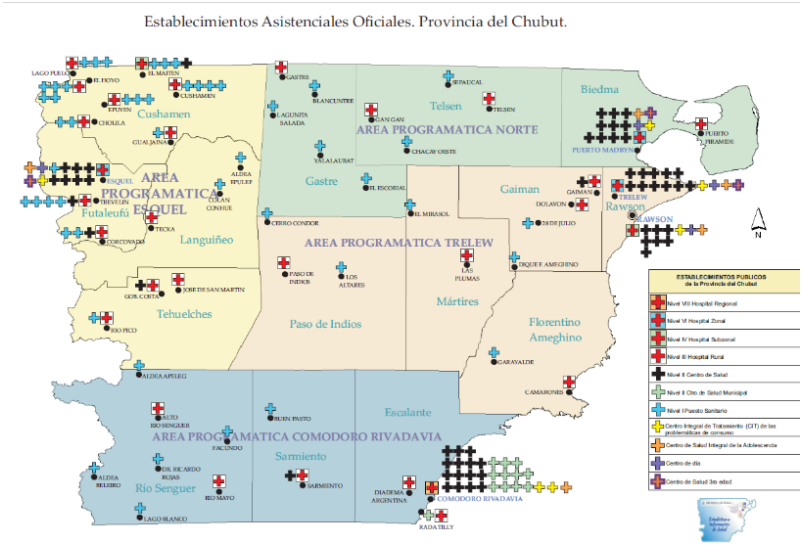


Figura 61. Establecimientos asistenciales oficiales de Chubut y detalle de la ciudad de Puerto Madryn, año 2021. Fuente: Ministerio de Salud de la provincia del Chubut.

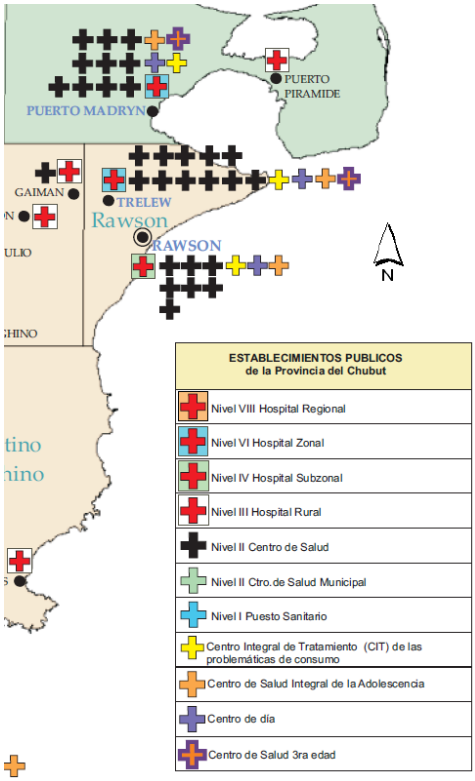


Figura 62. Detalle de referencias figura anterior.

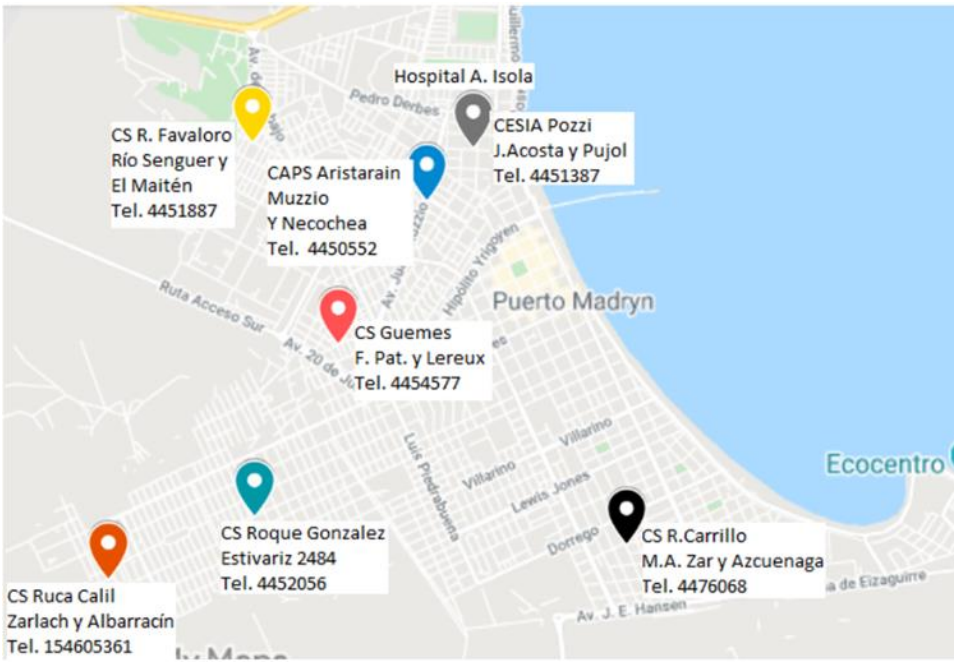


Figura 63. Centros de Atención Primaria de la Salud (CAPS). Fuente: http://www.hospitalpuertomadryn.chubut.gov.ar/

A continuación, se presentan indicadores de salud de la provincia de Chubut. Los mismos reflejan la cantidad de personal en el sistema de salud respecto a la cantidad de habitantes de la provincia.

Médicos | Sector Público /10000 hab	Trab. de Enfermería | Sector Público (totales)/10000 hab	Lic. en Enfermería | Sector Público (grado univ.)/10000 hab	Enfermeros Sector Público(profesionales o pregrado univ.)/10000 hb	Auxiliares de Enfermería | Sector Público/10000 hab	Obstétricas | Sector Público/10000 hab
17,82	24,51	1,34	12,45	10,72	0,57

Tabla 22. Indicadores de salud Chubut, año 2014. Fuente: https://www.argentina.gob.ar/

Por último, se detalla el movimiento de consultorios externos e internación e índices por especialidad del Hospital Zonal Puerto Madryn, para el año 2020.

Movimiento de Consultorio Externo e Internación e Indices de rendimiento por Especialidad
correspondiente al Hospital Zonal Puerto Madryn. Provincia del Chubut. Año 2020

Especialidad	Consultas Médicas	Egresos			Pases	Pac.	Dias Cama	Dias de	Prom.	Giro	%	Interv. de	Prom. Dias	Prom.	Tasa
		Total	Altas	Defun.		Dias	Disp.	Func.	Camas	Cama	Ocup.	Sust.	de estada	Pac.	Mort.
Cardiologia	380	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Cardiologia Pediatrica	83	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Cirugia General Clinica Quirurgi	37	716	705	11	46	3021	6249	366	17.1	44.6	48.3	4.2	4.2	8.3	1.4
Cirugia Pediatrica	25	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Cirugia Plastica Reparadora	7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Clinica Medica	598	854	704	150	99	6665	7670	366	21.0	45.5	86.9	1.1	7.8	18.2	15.7
Clinica Medica Adolescencia	1228	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Cuidados Paliativos	51	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Endocrinologia	209	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Gastroenterologia Pediatrica	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Gastroenterologia	65	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ginecologia	19	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Guardia Clinica Medica	25026	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Guardia Psiquiatria	27	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Guardia Tocoginecologia	2189	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Guardia Urgencias	5542	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Guardia Urgencias en Pediatrica	10439	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Hematologia	1235	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Hemoterapia	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Hospital de Dia Psiquiatria	1261	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Infectologia	639	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Infectologia Pediatrica	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Medicina General	16904	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Medicina Hiperbarica	27	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Nefrologia	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Neonatologia	408	148	146	2	0	701	2928	366	8.0	18.5	23.9	15.0	4.7	1.9	1.4
Neumonologia	57	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Neumonologia Pediatrica	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Neurocirugia	60	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Neurologia	204	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Neurologia Pediatrica	261	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Oftalmologia	170	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Oftalmologia Pediatrica	76	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Oncologia	1473	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Otorrinolaringologia	91	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Pediatria	2395	341	340	1	24	1117	5856	366	16.0	22.8	19.1	13.0	3.3	3.1	0.3
Reumatologia	123	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Salud Mental	90	152	151	1	4	1615	2575	366	7.0	22.2	62.7	6.2	10.6	4.4	0.6
Terapia Intensiva	-	77	13	64	124	1075	1368	366	3.7	53.8	78.6	1.5	14.0	2.9	31.8
Terapia Intermedia	-	71	36	35	130	794	1128	366	3.1	65.2	70.4	1.7	11.2	2.2	17.4
Terapia Intermedia Pediatrica	-	35	32	3	28	189	1654	366	4.5	13.9	11.4	23.3	5.4	0.5	4.8
Tocoginecologia	362	807	807	0	5	1834	4360	366	11.9	68.2	42.1	3.1	2.3	5.0	0.0
Traumatologia	81	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Traumatologia Pediatrica	9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Urologia Urinarias	110	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sub Total	**71978**	**3201**	**2934**	**267**	**460**	**17011**	**33788**	**365**	**92,6**	**39,5**	**50,3**	**4,6**	**5,3**	**46,6**	**7,9**

Fuente: DEIS - Ministerio de Salud

Figura 64. Movimiento de Consultorio Externo e Internación e Índices de rendimiento por Especialidad correspondiente al Hospital Zonal Puerto Madryn. Provincia del Chubut. Año 2020. Fuente: DEIS – Ministerio de Salud.

4.2.9. Estructura socio económica

El índice de pobreza fue construido a partir de documentos donde se proponen nuevos índices que den cuenta de las múltiples dimensiones de la pobreza. El objetivo de este índice es que colabore en la comprensión de la situación económicamente a fin de permitir una óptima administración de los subsidios energéticos.

El Índice de Pobreza Multidimensional (IPM) de la Secretaría de Energía de Argentina fue elaborado teniendo en cuenta la disponibilidad de datos, a partir de esto su composición es la siguiente:

El índice se compone de 3 dimensiones de indicadores:

- Salud,
- Educación y
- Condiciones habitacionales de vida.

Cada dimensión pesa dentro del índice un 33,33%, a su vez cada dimensión posee indicadores que tienen su propio peso en el índice final.

Las dimensiones Salud y Educación se componen cada una de un indicador, mientras que la categoría "Condiciones de Vida" se compone de 6 indicadores. Se detalla a continuación todos los indicadores y el peso de cada uno en el índice final:

- Salud: Mortalidad de menores de 1 año por hogar(33,33 %),
- Educación: Porcentaje de Jefes de Hogar con educación primaria incompleta (33,33 %) y
- Condiciones de vida:
  - Porcentaje de hogares sin acceso a agua corriente (5,55 %),
  - Porcentaje de hogares sin acceso a cloacas (5,55 %),
  - Porcentaje de hogares que utilizan leña o carbón para cocinar y calefaccionarse (5,55 %),
  - Porcentaje de hogares sin computadora (5,55 %),
  - Porcentaje de hogares con piso de tierra o ladrillo suelto (5,55 %) y
  - Porcentaje de hogares sin electricidad (5,55 %).

En cuanto al cálculo, todos los datos se dividen por departamento y se calculan como porcentaje del total de hogares de cada departamento.

Luego se realizó la mencionada ponderación y finalmente un promedio y una normalización sobre los máximos y mínimos de la serie para lograr expresar los datos en una escala 0-1.

El índice de pobreza de la ciudad de Puerto Madryn se encuentra en el rango de 0-0,33, tal como puede verse a continuación según fuente de información de la Secretaría de Energía de acuerdo a datos del año 2015. Y, en la siguiente figura, se presentan valores de Pobreza e indigencia en la región Patagónica para el segundo semestre del año 2021.

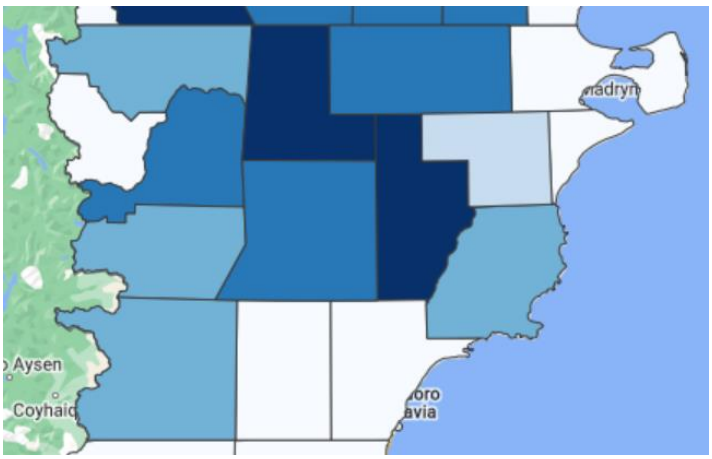


Figura 65. Figura de índices de pobreza de Chubut año 2015 (Fuente: Secretaría de Energía-Visor SIG).

Cuadro 4.2 **Pobreza e indigencia por regiones estadísticas y 31 aglomerados urbanos. Segundo semestre de 2021**

Área geográfica	Total		Pobreza		Indigencia	
	Hogares	Personas	Hogares	Personas	Hogares	Personas
Patagonia	**371.600**	**1.083.345**	**88.565**	**341.518**	**12.714**	**45.596**
Comodoro Rivadavia-Rada Tilly	78.158	242.614	16.286	68.186	1.563 (1)	5.745 (1)
Neuquén-Plottier	106.631	312.900	27.476	104.671	4.458 (1)	18.883 (1)
Río Gallegos	42.898	125.507	11.260	44.007	1.682 (1)	4.919 (1)
Ushuaia-Río Grande	59.471	169.839	12.241	45.972	2.490 (1)	7.350 (1)
Rawson-Trelew	54.646	148.267	14.590	52.585	1.711 (1)	6.218 (1)
Viedma-Carmen de Patagones	29.796	84.218	6.712	26.097	810 (1)	2.481 (1)
Total aglomerados de 500.000 y más habitantes	**7.736.350**	**23.749.368**	**2.160.928**	**8.878.379**	**484.264**	**1.996.070**
Total aglomerados de menos de 500.000 habitantes	**1.702.188**	**5.243.366**	**472.977**	**1.928.035**	**94.018**	**388.036**

(1) Coeficiente de variación (CV) mayor al 16%.

Fuente: INDEC, Dirección de Encuesta Permanente de Hogares.

Figura 66. Pobreza e indigencia en la región Patagónica para el segundo semestre del año 2021. Fuente: INDEC.

4.3. Problemas ambientales actuales

Existen dos grandes problemas ambientales que afectan a la región actualmente. Estas problemáticas se han visto intensificadas tanto en severidad como en periodicidad debido al fenómeno de Cambio Climático. El Cambio Climático afecta a todas las regiones del mundo acentuando las problemáticas existentes, como por ejemplo, la disminución de las precipitaciones en las nacientes del río Chubut o la creciente intensidad de las pocas precipitaciones generando inundaciones en las ciudades.

A continuación se describen tres de las mayores problemáticas ambientales relacionadas con el Cambio Climático que afectan a la zona.

- **Crisis hídrica que atraviesa la Cuenca del Río Chubut**

El día 26 de agosto de 2021 se sancionó la Declaración de la Emergencia Hídrica en el territorio del Chubut, Ley XVII- N° 148, cuya duración fue definida por 1 año. Si bien no fue prorrogada, la crisis declarada continua vigente.

El Río Chubut recorre la provincia de Oeste a Este atravesando en su recorrido un marcado gradiente climático, topográfico, de cobertura de suelo y desemboca en el Atlántico. Cuenta con una obra de regulación (Dique Florentino Ameghino). El caudal como la precipitación en la cabecera de la cuenca tiene una marcada variabilidad estacional e interanual. De esta cuenca se abastecen localidades como 28 de Julio, Dolavon, Gaiman, Trelew, Rawson y Puerto Madryn, que concentran un gran porcentaje de la población provincial y son algunas de las ciudades que presentan mayor crecimiento demográfico en la provincia (Hermosilla Rivera 2013). En la cuenca, se desarrollan distintos sistemas productivos destacándose la producción agropecuaria como principal usuario del agua en el Valle Inferior del Río Chubut.

Los principales resultados indican que la cuenca en los últimos años registra precipitaciones y caudales por debajo de los valores medios históricos. En la cabecera de cuenca del Río Chubut en los últimos 7 años la precipitación ha disminuido, particularmente en el último año el déficit fue mayor al 85%. Tendencia

decreciente en la precipitación que continuará en el futuro. Se registraron en este último período caudales anuales inferiores al promedio desde el año 2010.

El Río Chubut tiene un módulo de 46,6 m^3/s en la estación Los Altares y equivale a una descarga anual de 1.483 hm^3 /año (período 1943-2020). En esta estación, se concentran los caudales generados en la cuenca alta, respondiendo a un régimen de tipo pluvionival. Los caudales son máximos y sostenidos entre los meses agosto-noviembre, presentando un pronunciado periodo de estiaje enero-abril (Pascual et al. 2020). En la estación Los Altares sobre el Río Chubut, se observa que desde al año 2010 se ha iniciado un período seco, que fue precedido por un período húmedo que se inició en el año 2000 (Figura 61).

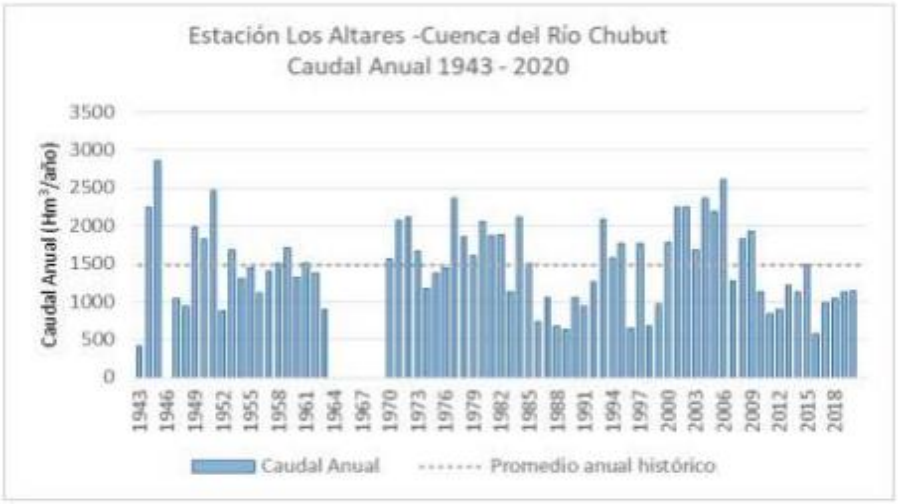


Figura 67. Análisis de caudales de la estación Los Altares, ubicada en la cuenca media del Río Chubut. Caudal anual (barras azules) y promedio anual histórico de caudales (línea punteada).

El Dique Ameghino, con una superficie de 2.354 km y una capacidad de 2.000 hm^3, modula parte de la variabilidad intra e interanual del Río Chubut y los eventos extremos de lluvia (Williams 1975). Recientemente los caudales de ingreso al Dique Ameghino se encontraban por debajo de los valores mensuales mínimos medios históricos registrados.

En octubre de 2021 ingresó un caudal promedio diario de 18,8 m^3/seg, que representa el 22% de lo que ingresa normalmente y que está por debajo de la media mínima (Figura 27). Durante noviembre de 2021 se registró un caudal medio diario de 14,2 m^3/seg, que representa el 19% del ingreso medio diario de la serie y nuevamente por debajo de la media mínima diaria (Figura 27).

Es importante resaltar que durante los meses de octubre y noviembre se registran normalmente los máximos caudales medios de ingreso. En los primeros días de diciembre 2021 el caudal de ingreso a la represa estuvo en valores de un dígito, situación sólo esperable en los meses finales del estiaje (marzo-abril), en años normales.

Dado que la erogación de HASA (Hidroeléctrica Ameghino S.A.) en dicho periodo estuvo en el orden de los 29,52 m^3/seg implicó un progresivo desembalse (disminución del volumen embalsado), lo que no es común durante la primavera. Los requerimientos de riego desvían en Boca Toma la totalidad del caudal y

esto se recompone con el drenaje y los aportes de descargadores de excedente de los canales de riego, llegando a unos 12 m^3/seg en Gaiman. La cota de la represa disminuyó 1,6 m entre el 01Sep2021 (144,55 m) y el 01Dic2021 (142,95 m).

Si se verifican los pronósticos de reducción de los aportes en la zona alta de la cuenca, los caudales de ingreso al dique seguirán reduciéndose y agravando esta situación, lo que plantea diferentes escenarios para los tres objetivos primordiales que tiene el Dique F. Ameghino: el abastecimiento poblacional, el riego y la generación de energía.

Figura 68. Caudales de ingreso al Dique Ameghino en Octubre y Noviembre de 2021. Datos de HASA.

El deterioro de la calidad de los cuerpos de agua es consecuencia de procesos complejos en los que intervienen el clima, la geología, la topografía, la hidrología de la cuenca y los usos y coberturas del suelo, entre otros (Lintern et al. 2018). En zonas agrícolas, ganaderas, urbanas e industriales los principales problemas se asocian al incremento en las fuentes de sedimentos, nutrientes y sales debido a la erosión de las riberas, a la gestión de desechos orgánicos de origen animal y sistemas de efluentes cloacales, a efluentes y vertidos industriales y al uso de fertilizantes y pesticidas, entre otros. Sumado a las problemáticas generales de calidad del agua los sistemas agrícolas sustentados por fuentes de agua superficial y riego gravitacional, como el caso del VIRCh. Los canales de la red de riego necesitan para su normal funcionamiento un continuo y elevado nivel de agua, para posibilitar la derivación del recurso a las chacras y canales de menor orden. En la época de riego, se reduce el caudal de los ríos aguas abajo de las obras de derivación, y ésto junto con la intensificación de la actividad agropecuaria ocasiona que los principales problemas de calidad del agua se den en ésta época (Masseroni 2017).

En el VIRCh entre los principales problemas de calidad del agua se han registrado o registran: floraciones de algas diatomeas (en el embalse Florentino Ameghino y en el Río Chubut), altos niveles de turbiedad (por arrastre de sedimentos al embalse o aguas abajo del mismo), elevación de los niveles de salinidad (al disminuir el caudal del río o por aportes de vertidos) y altas concentraciones de bacterias (en sitios puntuales en el Río Chubut). Por otro lado, las actividades antrópicas elevan la concentración de nutrientes (por contaminación difusa debido al uso de fertilizantes y a la erosión del suelo) y materia orgánica (contaminación difusa y por vertidos de agua residual urbana o agropecuaria). Los problemas de

calidad de agua en el río también tienen influencia sobre las dinámicas estuariales y costeras (Vizzo et al. 2021) y se ven intensificados cuando el caudal del río disminuye.

Datos obtenidos del informe "Emergencia Hídrica 2021-2022" elaborado por el Grupo Técnico del Comité de Cuenca del Río Chubut Diciembre 2021 (INTA, CONICET, UNSJB, UTN FRCH y Universidad del Chubut.

Estos factores que afectan a la cuenca del Río Chubut derivan en problemas para las plantas potabilizadoras de agua incluida la de la ciudad de Puerto Madryn. Esta afectación genera que la cooperativa que brinda el servicio de agua potable, Servicoop, y la Municipalidad de la ciudad lancen programas de restricción del suministro a los hogares y restricciones de horario de riego, conocido como "Plan Verano"; que funciona hace más de 3 años.

Figura 69. En la izquierda se encuentra una de las publicidades con la información de uno de los días de corte. En la derecha se puede observar parte de la zonificación de la ciudad para el corte de suministro cada 3 días.

Servicoop informa (Fuente: https://web.servicoop.com/plan-verano/) que las razones por las que se activa el Plan Verano son:

- *Demanda excesiva: esto ocurre cuando el requerimiento de agua potable, supera ampliamente la capacidad de producción y transporte, provocando una caída por debajo del 75% en los niveles de reserva.*
- *Cambios en las condiciones de potabilidad del río: durante la estación de verano, los niveles de precipitaciones sobre la región se incrementan, provocando un aumento de su caudal. La situación se agrava cuando se producen fenómenos climáticos de gran envergadura con abundante descarga sobre la zona de influencia, provocando esto que las cuencas y desembocaduras sobre el lecho de río incrementen los niveles de turbiedad (NTU – Unidades Nefelométricas de Turbidez). Si los niveles de turbiedad se ven incrementados de forma exponencial, la planta potabilizadora deberá interrumpir los procesos de potabilización.*
- *Falta de suministro eléctrico: el principal insumo para la producción de agua potable, es la energía eléctrica. Todo nuestro sistema de captación, producción y transporte de agua potable está supeditado y depende estrictamente de que las 24 horas se cuente con energía.*

La problemática de la cuenca del Río Chubut que abastece a la ciudad de Puerto Madryn de agua potable es compleja y requerirá de un conjunto de actores y políticas que permitan hacer un uso responsable del recurso. Por esta razón, es importante tener en cuenta que un proyecto que independice a una planta industrial del suministro de agua potable local y a su vez, se independice de la cuenca de la cual se toma

dicho recurso, es de suma importancia para la región y la comunidad de la ciudad.

- **Inundaciones en la ciudad de Puerto Madryn**

Otro de los principales problemas ambientales que está sufriendo la ciudad han sido las inundaciones.

La variabilidad climática natural y el proceso de cambio climático son reconocidos globalmente como las causas principales del incremento en la frecuencia e intensidad de los eventos extremos, siendo uno de los factores principales de las inundaciones, en donde ocurren lluvias muy intensas en períodos cortos de tiempo.

En los últimos 10 años, las inundaciones más importantes registradas fueron en febrero y abril 2013, abril 2014, enero 2016 y mayo 2017.

Las lluvias afectan normalmente en mayor parte a la zona oeste de la ciudad. Existen destrozos en la infraestructura de la ciudad, en casas particulares, escuelas, empresas, rutas, pluviales, entre otros.

La zona céntrica de la ciudad es de las primeras en inundarse, la zona alrededor de la intersección de las calles 9 de julio y Gdor. Maíz.

- **Infraestructura y servicios**

Una de las problemáticas socioambientales de Puerto Madryn es el rápido crecimiento de la población, lo que implicó un avance de la urbanización sobre el paisaje costero en un corto periodo de tiempo. Esta situación ha generado un déficit habitacional y una sobre exigencia de los servicios públicos.

4.4. De las áreas de valor patrimonial natural y cultural

Se detallan las áreas protegidas cercanas al sitio de evaluación, de acuerdo al Sistema Federal de áreas Protegidas (Fuente: Sistema Federal de Áreas Protegidas (SiFAP)).

- **Áreas Protegidas Naturales Internacionales**
  - Sitio Ramsar Humedales de Península Valdés

    El sitio se encuentra dentro del Área Natural Protegida Península Valdés declarada Patrimonio Natural de la Humanidad por la UNESCO y se divide en 2 áreas separadas, cada una sobre la costa de los golfos que enmarcan la península, San José y Nuevo.

    Coordenadas geográficas 42° 30”S; 62° 20”W (coordenadas del centro del sitio).

    Área total: 42.695 has

    Subsitio Golfo San José: 34.490 has

    Subsitio Golfo Nuevo: 8.205 has

Figura 70. Sitios RAMSAR. Fuente: SIG.

- Reserva de Biosfera: Valdés

La UNESCO aprobó en el año 2014 la creación de la Reserva de Biósfera Valdés que integra casi dos millones de hectáreas dentro de las cuales están comprendidas el ANP Península Valdés, el ANP Punta Loma y el ANP Punta León. El sector Península anteriormente ya había sido designado como Patrimonio de la Humanidad.

- **Áreas Protegidas Naturales Nacionales**
  - Reserva Natural de la Defensa Punta Buenos Aires
  - Reserva Natural de la Defensa Faro Punta Delgada

Son las primeras Reservas Naturales de la Defensa del Convenio Marco de Cooperación celebrado entre el Ministerio de Defensa de la Nación y la Administración de Parques Nacionales. Cuentan con una superficie total de 7.000 hectáreas para Punta Buenos Aires y 8.800 hectáreas para Faro Punta Delgada.

- **Áreas Protegidas Naturales Provinciales**
  - Península Valdés

Es un Área Natural Protegida que abarca 840.000 hectáreas de Estepa patagónica - Monte de Llanuras y Mesetas, ubicado en el Departamento de Biedma, que contiene el municipio de Puerto Pirámides, y que se encuentra distante de la Localidad de Puerto Madryn a 100 km desde su límite sur.

Entre sus objetivos de conservación se destacan:

- Mantener muestras representativas de los ecosistemas terrestres, costeros y marinos, que aseguren la continuidad de los procesos naturales,
- Proteger el patrimonio paisajístico, natural y cultural;
- Facilitar la investigación y el monitoreo del área en sus aspectos naturales, culturales y sociales;
- Promover actividades sostenibles compatibles con la conservación del área como turismo, pesca, y maricultura artesanal y ganadería;

- Propiciar el conocimiento y el valor del área protegida en los habitantes de la región.

Las 840.000 hectáreas tienen categoría de gestión de Área protegida con Recursos Manejados y de Sitio de Patrimonio Mundial. Se encuentra bajo la administración mixta, siendo su ente regulador la Subsecretaría de Conservación y Áreas Protegidas de Chubut, el dominio del territorio es principalmente privado, seguido por el fiscal provincial, municipal y nacional respectivamente. El grado de control en terreno aceptable, correspondiente al 50 % del mismo, y cuenta con la presencia permanente de quince agentes. El último censo habitacional arrojo un resultado de 400 pobladores y entre los usos productivos a los que se destina la tierra se encuentran la ganadería y el turismo. En promedio se estipula que recibe la visita de 343.000 personas anualmente.

- Punta Loma

Es una Reserva Natural Turística que abarca 1.707 hectáreas de monte de llanuras y mesetas, ubicada en el Departamento de Biedma a unos 16 km del municipio de Puerto Madryn.

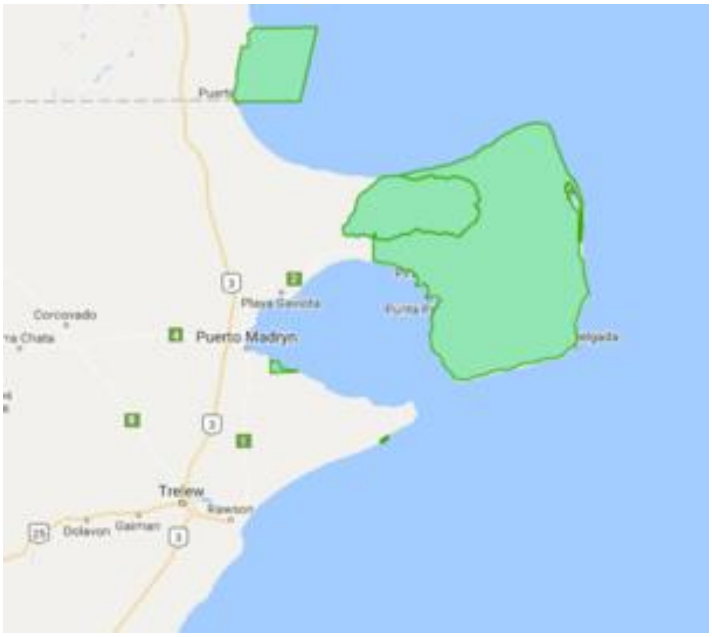


Figura 71. Área Protegida Provincial, Península Valdés, Punta Loma y Punta León. Fuente: SIG.

- Punta León

Es una de las zonas de concentración de vida silvestre más importantes de la costa patagónica debido a su gran diversidad y abundancia de aves y mamíferos marinos. Abarca 300 hectáreas de Monte de Llanuras y Mesetas-Mar Argentino, ubicada en el Departamento de Rawson a unos 68 km del municipio de homónimo al departamento.

Entre sus objetivos de conservación se destaca la preservación de especies y diversidad genética; así como la protección de una zona de litoral marino y estepa arbustiva patagónica con colonias reproductivas de 7 especies de aves marinas y costeras y apostadero de lobos marinos de un pelo (Otaria flavescens) y de elefantes marinos (Mirounga leonina).

Figura 72. Mapa con la ubicación de las áreas protegidas. Se destacan en naranja las áreas internacionales, en azul las nacionales, en verde las provinciales y en violeta la municipal. Fuente: Sistema Federal de Áreas Protegidas (Sistema Federal de Áreas Protegidas (SiFAP)).

- **Área Natural Protegida Municipal**
  - El Doradillo

  Está ubicada en el noreste de la provincia del Chubut, a unos 20 Km. de la ciudad de Puerto Madryn. Ocupa una franja costera de unos 25 kilómetros hacia el norte de la mencionada ciudad. La finalidad por la se crea esta reserva es la de mantener el paisaje sin alteraciones. El mismo representa una gran riqueza desde el punto de vista turístico, por ser un excelente lugar de avistaje desde la costa de las ballenas francas australes.

  Fuente consultada: www.patrimonionatural.com

No se prevé que el proyecto pueda tener impactos en áreas protegidas o de Patrimonio de la Humanidad, dada la distancia del proyecto de la PPOI con dichos sitios.

5. IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES (IA) POTENCIALES

5.1. Áreas de influencia del proyecto

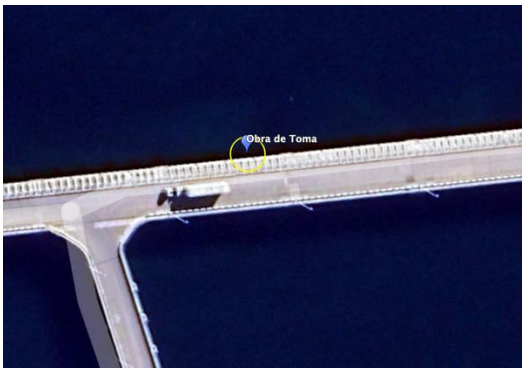
Previo a la estimación de los impactos ambientales se definieron las áreas de influencia de las acciones del proyecto. Se identificaron 2 áreas de influencia:

El Área de Influencia Directa (AID) se refiere a la zona donde se pueden experimentar directamente los impactos de un proyecto en cuestión. En el caso de la PPOI, el AID se extiende a toda la superficie del terreno donde se llevará a cabo la instalación de los equipos principales (filtros autolimpiantes, trenes de UF/RL, módulos de OI, tanques, otros), así como las áreas del Muelle Almirante Storni donde se construirán las obras de toma y de vertido. Estos últimos puntos incluyen el medio marino que, respectivamente, sería el área lindante a la boca de toma (tomando un radio de 5 metros con su eje en la bomba sumergible central) y la Zona de mezcla (radio de 10 m desde la boquilla de vertido). En las siguientes figuras se observan los tres puntos definidos como AID.

AID - PPOI

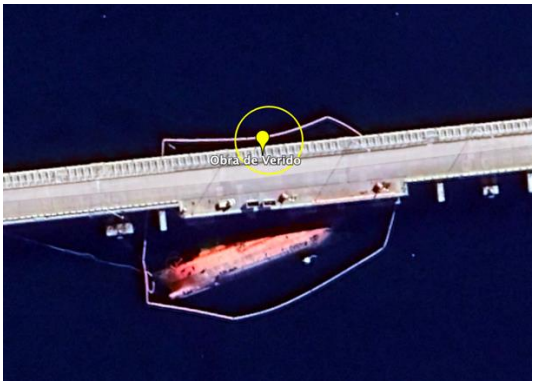
Se corresponde a la superficie destinada al proyecto.

El área amarilla delimitada en la imagen es aproximada.



AID - Toma de AM

Área comprendida en 5 m de radio tomando como eje la cañería de bombeo central.



AID - Vertido de salmuera

Área comprendida en 10 m de radio tomando como eje la cañería de vertido de salmuera.

Cabe mencionar, que el buque hundido actualmente no se encuentra en ese sitio.

Figura 73. Área de Influencia Directa (AID) (sumatoria de los 3 puntos identificados en amarillo y ampliación de cada una de ellas).

El Área de Influencia Indirecta (AII) es un término que hace referencia a la zona en la que se pueden presentar efectos indirectos a causa de un proyecto. En el caso específico de la PPOI, se define como el ejido de Puerto Madryn. Esto se debe a que, en virtud de la implementación del proyecto, se liberarían 2.250 m3/día del consumo de agua potable de la empresa proveedora local, Servicoop, que podrán ser destinados al abastecimiento de la ciudad.

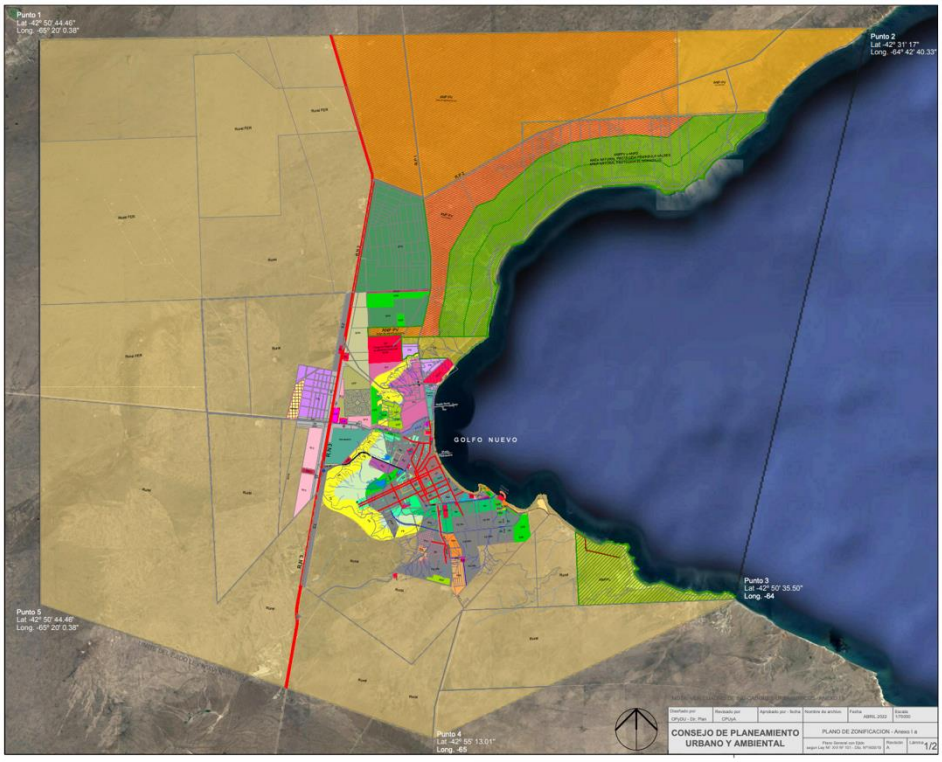


Figura 74. Área de Influencia Indirecta (AII). Fuente: Municipalidad de Puerto Madryn.

5.2. Acciones del proyecto con incidencia ambiental

Se detallan a continuación las acciones del proyecto que pueden generar potenciales impactos, tanto en la etapa de preparación del sitio y construcción, en su etapa operativa y ante un posible cierre/abandono de la planta.

Preparación del sitio y construcción	
TAREA GENERAL	ACCIÓN
-Nivelación y consolidación terreno PPOI (4.400 m^2). -Alimentación eléctrica PPOI desde Aluar y construcción cabina eléctrica PPOI. -Tendido eléctrico interno PPOI e iluminación perimetral. -Bases de hormigón para apoyo de 4 contenedores, tanques y caminos. -Tendido eléctrico para bombas de impulsión de AM desde cabina eléctrica CE12. -Instalaciones de obra en el Muelle (toma de AM y vertido de salmuera). -Cañerías de transporte AM y salmuera (fijas al Muelle y enterradas). -Tres tanques de acopio (AM cruda, AP y rechazos). -Cañerías de interconexión entre contenedores con equipos de PPOI. -Depósito de almacenamiento y distribución de productos químicos. -Casa de bombas para distribución de AP. -Cañería de distribución de AP la cisterna de Aluar (enterradas, 1300 m aprox.). -Montaje de contenedores con equipamiento PPOI. -Puesta en marcha de la PPOI e instalaciones anexas.	Desbroce y movimiento de suelo en la PPOI
	Compactación de suelo en la PPOI
	Zanjeo, compactación, colocación de cañerías y relleno
	Generación y disposición de residuos (sólidos asimilables a urbanos, peligrosos y materiales reciclables)
	Uso de áridos y materiales de obra
	Emisión de gases de combustión y material particulado
	Generación de ruidos y vibraciones
	Generación de efluentes cloacales (baños químicos)
	Consumo de agua potable y de reuso
	Consumo de energía eléctrica
	Contingencias (incendio, inundación, derrame grupo electrógeno y/o baños químicos, caída de objetos/residuos al mar)

Tabla 23. Actividades/acciones del proyecto etapa preparación del sitio y construcción.

Operación y mantenimiento	
TAREA GENERAL	ACCIÓN
-Toma de AM a través de sistema de bombeo. -Funcionamiento reja Johnson y sistema Hydroburst. -Transporte AM a través de cañerías hacia la PPOI. -Funcionamiento filtros autolimpiantes. -Funcionamiento trenes de UF/R. -Funcionamiento de equipos OI. -Transporte AP hacia cisterna Aluar. -Transporte agua de rechazo hacia el mar. -Descarga agua de rechazo (boca de vertido sumergida). -Acopio y dosificación de productos químicos (NaClO, $FeCl_3$, NaOH, HCl, Metabisulfito de Sodio, anti-Incrustante/dispersante, $CaCO_3$, HCl). -Uso de tanques de acopio (AM cruda, AP y rechazos). -Mantenimiento general de todas las instalaciones.	Generación y disposición de residuos (sólidos asimilables a urbanos, peligrosos y materiales reciclables)
	Emisión de gases de combustión y material particulado
	Generación de ruidos y vibraciones
	Generación, tratamiento de efluentes cloacales y reuso
	Captación y uso de AM
	Generación y descarga de salmuera
	Contingencias (incendio, inundación, derrame grupos electrógenos y/o productos químicos, la caída de objetos/residuos al mar, rotura de cañerías enteradas y fijada en el muelle, variante de la caracterización del AM, y el incumplimiento de parámetros de la descarga de salmuera por fuera de la Zona de mezcla)
	Consumo de agua potable proveniente de la PPOI
	Consumo de energía eléctrica
	Generación de empleos

Tabla 24. Actividades/acciones del proyecto etapa operación y mantenimiento.

Cierre / Abandono	
TAREA GENERAL	ACCIÓN
-Desafección total de las instalaciones y limpieza. -Retirar facilidades del muelle, de toma y descarga, y de la PPOI. -Reutilización de componentes.	Generación y disposición de residuos (sólidos asimilables a urbanos, peligrosos y materiales reciclables)
	Contingencias (incendio, inundación, derrame grupos electrógenos y/o productos químicos, caída de objetos/residuos al mar)
	Emisión de gases de combustión y material particulado
	Generación de ruidos y vibraciones

Tabla 25. Actividades/acciones del proyecto etapa cierre/abandono.

5.3. Factores del medio susceptibles de ser impactados por el proyecto

Los factores del medio que pueden ser afectados por las acciones del proyecto anteriormente definidas se resumen en 2 sistemas:

- Medio físico, y
- Medio socioeconómico.

Estos grupos, a su vez, se dividen en subsistemas y éstos en componentes ambientales. Los mismos se describen en la siguiente tabla:

Sistema	Subsistema	Componente	Factores
Medio físico	Medio inerte	AIRE	Nivel de ruidos
			Calidad de aire
		SUELO	Calidad del suelo
			Geomorfología
			Relieve y formas
		AGUA SUPERFICIAL	Escorrentía superficial
			Cantidad del recurso
			Calidad del recurso
	Medio biótico	FLORA TERRESTE Y MARINA	Densidad
			Afectación
		FAUNA TERRESTRE Y MARINA	Abundancia
			Afectación
	Medio perceptual	PAISAJE	Calidad del paisaje
Medio socioeconómico	Medio social	HUMANOS	Salud/Seguridad
	Medio económico	ECONOMÍA	Infraestructura y servicios
			Generación de empleo
			Actividad económica

Tabla 26. Factores ambientales.

5.4. Matriz de identificación de efectos

Para dar comienzo al proceso de evaluación de importancia, se realiza internamente la matriz de identificación de efectos, donde cada celda de la matriz considera la interacción que tiene lugar entre las acciones del proyecto y los factores de cada medio, físico y socioeconómico.

5.4.1 Cuantificación de la magnitud del impacto originado por cada acción sobre cada factor del medio

Una vez identificadas las acciones y los factores del medio susceptibles a ser afectados, la matriz de importancia permitirá obtener una valoración cualitativa de los impactos.

El término importancia hace referencia al ratio mediante el cual se mide cualitativamente el impacto ambiental, en función, tanto del grado de incidencia o intensidad de la alteración producida, como de la caracterización del efecto, que responde a su vez a una serie de atributos de tipo cualitativo, tales como grado de destrucción, área de influencia, potencialización de la manifestación, permanencia del efecto, relación causa-efecto, plazo de manifestación, reconstrucción por medios naturales y humanos, acumulación y periodicidad.

La importancia del impacto viene representada por un número que se deduce del siguiente modelo, donde aparecen en abreviatura los atributos antes citados:

$$\mathbf{I} = \pm[\mathbf{3(IN)} + \mathbf{2(EX)} + \mathbf{SI} + \mathbf{PE} + \mathbf{EF} + \mathbf{MO} + \mathbf{AC} + \mathbf{MC} + \mathbf{RV} + \mathbf{PR}]$$

Dónde:

Abreviatura	Término	Descripción
CI	Carácter del impacto	Se refiere al efecto positivo (+) o negativo (-) de las diferentes acciones que van a incidir sobre los factores considerados.
IN	Intensidad del impacto	Representa la cuantía o el grado de incidencia de la acción sobre el factor en el ámbito específico en el que actúa.
EX	Extensión del impacto	Se refiere al área de influencia teórica del impacto en relación con el entorno del proyecto.
SI	Sinergia	Contempla el reforzamiento de dos o más efectos simples, pudiéndose generar efectos sucesivos y relacionados que acentúan las consecuencias del impacto analizado.
PE	Persistencia	Refleja el tiempo en que permanecería el efecto desde su aparición.
EF	Efecto	Se interpreta como la forma de manifestación del efecto sobre un factor como consecuencia de una acción, o lo que es lo mismo, expresa la relación causa–efecto.
MO	Momento del impacto	Alude al tiempo que transcurre entre la acción y el comienzo del efecto sobre el factor.
AC	Acumulación	Este atributo da idea del incremento progresivo de la manifestación del efecto cuando persiste de forma continuada o reiterada la acción que lo genera.
RV	Reversibilidad	Hace referencia al efecto en el que la alteración puede ser asimilada por el entorno (de forma medible a corto, mediano o largo plazo) debido al funcionamiento de los procesos naturales; es decir la posibilidad de retornar a las condiciones iniciales previas a la acción por medios naturales.
MC	Recuperabilidad	Se refiere a la posibilidad de reconstrucción total o parcial del factor afectado como consecuencia del proyecto.
PR	Periodicidad	Se refiere a la regularidad de manifestación del efecto.

Tabla 27. Términos y descripciones del modelo.

Para la valoración cualitativa de los impactos se emplean los siguientes indicadores:

Abreviatura	Término	Atributo	Valor
CI	Carácter del impacto	Impacto positivo	+
		Impacto negativo	-
		Previsto pero difícil de calificar	x
IN	Intensidad del impacto GRADO DE DESTRUCCIÓN	Baja	1
		Media	2
		Alta	4
		Muy alta	8
		Total	12
EX	Extensión del impacto	Puntual	1

	ÁREA DE INFLUENCIA	Parcial	2
		Extensa	4
		Total	8
		Crítica	+8
SI	Sinergia PONTENCIALIZACIÓN DE LA MANIFESTACIÓN	No sinérgico	1
		Sinérgico	2
		Muy sinérgico	4
PE	Persistencia PERMANENCIA DEL EFECTO	Fugaz (<1 año)	1
		Temporal (1 a 10 años)	2
		Permanente (>10 años)	4
EF	Efecto RELACIÓN CAUSA-EFECTO	Indirecto	1
		Directo	4
MO	Momento del impacto INICIO DE LA ACCIÓN	Largo plazo	1
		Mediano plazo	2
		Inmediato	4
		Crítico	+4
AC	Acumulación INCREMENTO PROGRESIVO	Simple	1
		Acumulativo	4
RV	Reversibilidad RECONSTRUCCIÓN NATURAL	Corto plazo	1
		Mediano plazo	2
		Irreversible	4
MC	Recuperabilidad RECONSTRUCCIÓN POR MEDIOS HUMANOS	Recuperable Inmediato	1
		Recuperable mediano plazo	2
		Mitigable y/o compensable	4
		Irrecuperable	8
PR	Periodicidad REGULARIDAD DE LA MANIFESTACIÓN	Irregular o aperiódico y discontinuo	1
		Periódico	2
		Continuo	4

Tabla 28. Términos, atributos y valores de los indicadores.

Considerando los lineamientos para la cuantificación de impactos ambientales, se procede a la aplicación de este criterio para cada acción sobre cada factor ambiental.

Una vez establecida la valoración de los impactos ambientales, se obtiene la Matriz de Importancia Ambiental. En esta matriz se puede apreciar los valores absolutos de los impactos de cada acción sobre cada factor y, por otro lado, los valores relativos de cada acción sobre cada componente del ambiente de acuerdo a Unidades de Importancia establecidas.

Los distintos factores del medio presentan importancias distintas de unos respecto a otros, en cuanto a su mayor o menor contribución a la situación ambiental. Con este fin, se atribuye a cada factor un peso o índice ponderal, expresado en Unidades de Importancia (UIP), y el valor asignado a cada factor resulta de la distribución relativa de mil unidades asignadas al total de factores ambientales.

La importancia del impacto puede tomar valores entre 13 y 100, y pueden ser positivos o negativos. Según el valor que adopte la importancia del impacto, será:

Variables	Clasificación	Desde	Hasta
Signo / Intensidad	Neutro	0	
	(+) Bajo	1	24
	(+) Moderado	25	49
	(+) Bueno / Relevante	≥50	
	(-) Bajo/Irrelevante	-24	-1
	(-) Moderado	-49	-25
	(-) Severo / Crítico		≥-50

Tabla 29. Importancia del impacto.

Como **Anexo XIV**, se presenta la Matriz de Impacto Ambiental realizada por JA Ingeniería Ambiental para el proyecto "Planta Potabilizadora de Ósmosis Inversa", ubicado dentro del predio de Aluar en la ciudad de Puerto Madryn, Chubut.

5.4.2 Conclusiones

A continuación, se muestra un gráfico que presenta la proporción de las importancias absolutas obtenidas para el proyecto en su totalidad. Es decir, el impacto absoluto de cada acción sobre cada factor ambiental, considerando el proyecto en su conjunto.

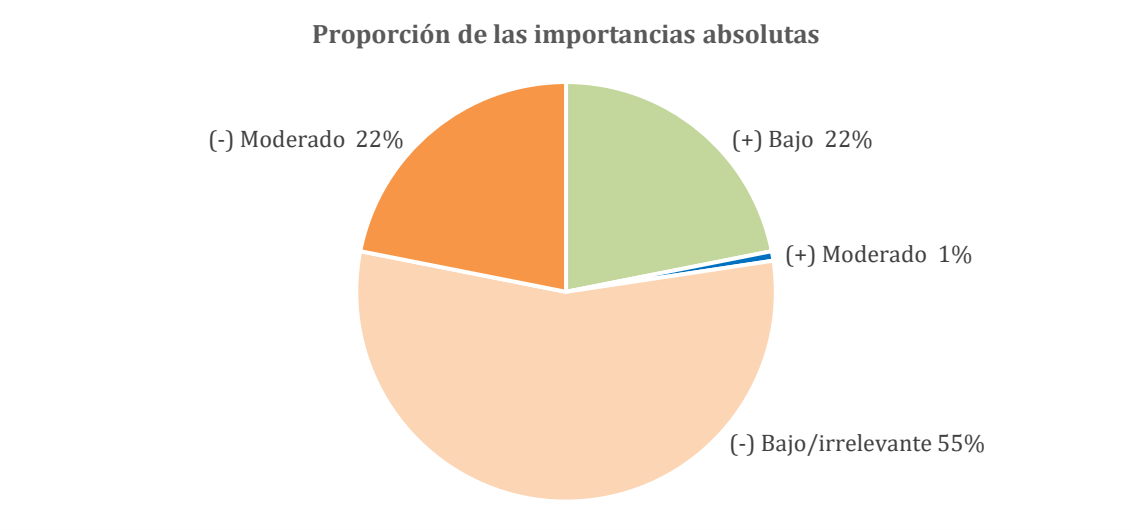


Figura 75. Gráfico de la proporción de impactos absolutos para la totalidad del proyecto.

Se observa que el proyecto no generaría impactos absolutos - severos/críticos sobre los factores ambientales, para ninguna de las etapas del proyecto. Por otra parte, la mayor proporción corresponde a impactos absolutos - bajos/irrelevantes (55%). El resto de la proporción de los impactos absolutos corresponde a – moderado (22%), + bajos (22%) y + moderado (1%).

En cuanto a los impactos absolutos - moderados, se presenta a continuación un gráfico que muestra que la mayoría se deben a la ocurrencia de contingencias (63%). Es decir, estos impactos son potenciales y no

necesariamente se materializarán durante la ejecución del proyecto. El gráfico también muestra las acciones del proyecto que generan este tipo de impactos absolutos (- moderados), en orden decreciente: la generación y descarga de salmuera (10%), la generación y disposición de residuos (7%), la captación y uso de agua de mar (7%), el uso de áridos y materiales de obra (3%) el zanjeo, compactación, colocación de cañerías y relleno (3%), la generación de ruidos y vibraciones (3%), y la emisión de gases y material particulados (3%).

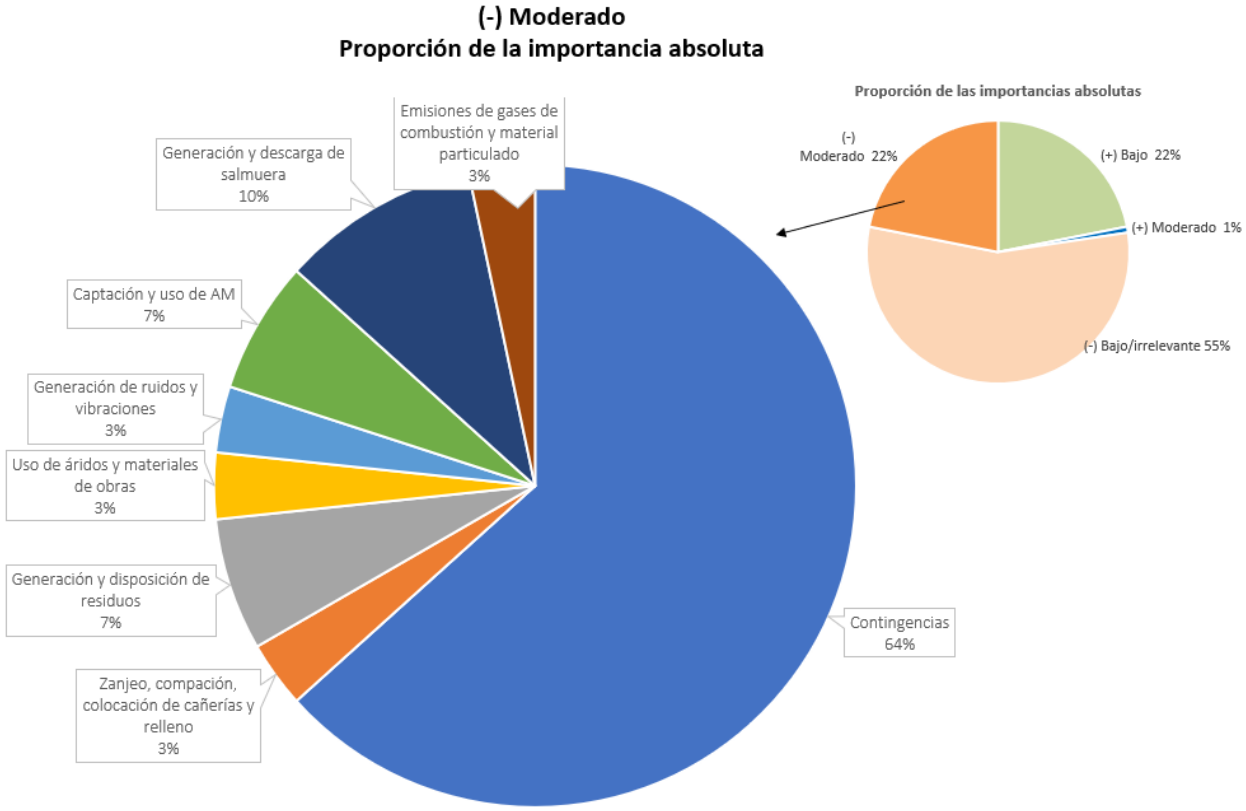
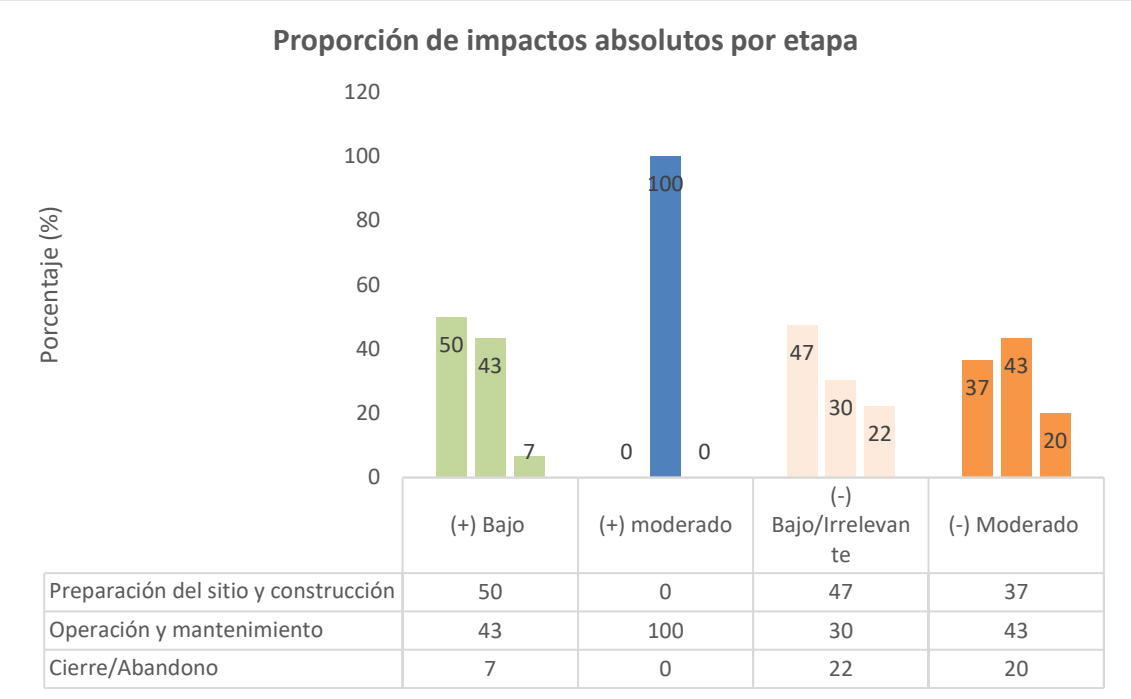


Figura 76. Gráfico de la proporción de impactos absolutos negativos moderados, para la totalidad del proyecto.

Al analizar el siguiente gráfico que muestra la proporción de las diferentes categorías de impacto (+ bajo, + moderado, - bajo/irrelevante y - moderado) por etapa del proyecto, se puede concluir que la mayoría de los impactos absolutos + bajos se concentran en la etapa de preparación del sitio y construcción, lo que se debe principalmente a la generación de empleo que esta fase producirá. Los impactos absolutos + moderados se concentran en su totalidad en la etapa operativa, debido al AP que el proyecto deja disponible para el consumo de la ciudad. En cuanto a la mayoría de los impactos absolutos - bajos/irrelevantes, se generarán durante la preparación del sitio y construcción, es decir, en un corto período de tiempo (12 meses) en comparación con la vida útil del proyecto (30 años). Estos impactos están relacionados principalmente con la generación y disposición de residuos, emisión de gases de combustión y material particulado, y generación de ruidos y vibraciones. Por último, la mayoría de los impactos absolutos - moderados se concentran en la etapa de operación y mantenimiento, debido

principalmente a la ocurrencia de contingencias, la generación y descarga de salmuera, y la captación y uso de agua de mar.



	(+) Bajo	(+) moderado	(-) Bajo/Irrelevante	(-) Moderado
Preparación del sitio y construcción	50	0	47	37
Operación y mantenimiento	43	100	30	43
Cierre/Abandono	7	0	22	20

Figura 77. Gráfico de la proporción de impactos absolutos por etapa.

Al analizar las importancias relativas totales para cada uno de los factores ambientales evaluados (ver figura siguiente), se observan las importancias relativas negativas de menor valor en los factores: salud/seguridad de las personas (-64), la fauna terrestre y acuática (-38), el agua superficial (-33), el suelo (-32), la flora terrestre y acuática (-32) y el paisaje (-25). Mientras que, las importancias relativas negativas de mayor valor en los factores: aire (-14) e infraestructura de servicios (-10). Por último, los factores con impacto relativo total positivo son la generación de empleo (17) y la actividad económica (16). Nuevamente se menciona que no se observan factores impactados negativamente de forma severa/crítica; se identifican impactos negativos de índole bajos y moderados.

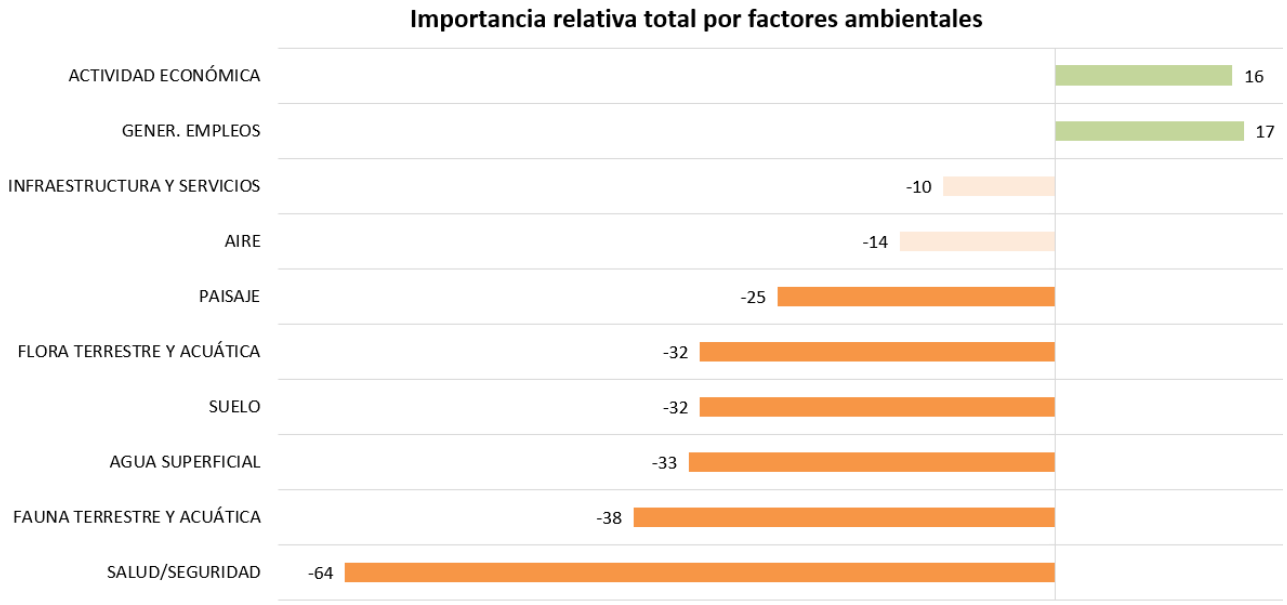


Figura 78. Importancias relativas totales para los factores ambientales.

A continuación, se describen los principales impactos absolutos sobre cada uno de los factores ambientales mencionando en las etapas del proyecto. Nuevamente cabe mencionar que, el caso de un incendio, inundación, derrame grupos electrógenos y/o productos químicos, la caída de objetos/residuos al mar, rotura de cañerías enteradas y fijada en el muelle, variante de la caracterización del AM, y el incumplimiento de parámetros de la descarga de salmuera por fuera de la Zona de mezcla, se encuadran dentro de situaciones de contingencia; los valores calculados deben ser entendidos como impactos ambientales potenciales, dado que los mismos no necesariamente tendrán lugar durante la ejecución del proyecto. El sentido de comprenderlos en la valoración es poder identificar aquellos de mayor relevancia, para planificar tanto las acciones de monitoreo para evitar su ocurrencia, como las acciones para actuar en caso de que se presente una contingencia.

La ***salud/seguridad*** refiere al bienestar de las personas que comprende el área de incidencia del proyecto. Durante todas las etapas del proyecto, los impactos (- bajos/irrelevantes) están relacionados con la generación de ruidos y vibraciones, emisión de gases de combustión y material particulado, generación y tratamiento de efluentes cloacales y reuso, y residuos. A su vez, por el transporte y manipulación de productos químicos en la captación y uso de AM, como en la generación y descarga de salmuera. Un *impacto absoluto* positivo (+ bajo/irrelevante) es el consumo de agua potable por parte del personal. Es importante señalar que la afección del factor se debe mayormente a la ocurrencia de contingencias (- moderado), y no las acciones planificadas. Además, los valores obtenidos reflejan la gran importancia de este factor en la matriz, ya que tiene la mayor unidad de importancia.

Los impactos sobre el factor ambiental ***agua superficial*** durante la etapa de preparación del sitio y construcción presentan una importancia absoluta baja y refieren a tareas que podrían modificar la escorrentía superficial como la compactación del suelo, zanjeo, compactación, colocación de cañerías y

relleno, uso de áridos y materiales de obras, y generación de ruidos/vibraciones. Mientras que durante la etapa operativa los impactos absolutos están relacionados principalmente a la cantidad y calidad del medio marino en el Área de Influencia Directa (AID). Los mismos están relacionados con la captación y uso de AM (- bajo/irrelevante) y con la descarga de salmuera (- moderado). A su vez, para todas las etapas del proyecto, existe el impacto (- bajo/irrelevante) de las contingencias: derrames de químicos y caída de objetos/residuos al mar.

Es posible la presencia de ***fauna*** terrestre en el predio del proyecto y, de fauna marina en el Área de Influencia Directa del Muelle Almirante Storni, sin embargo debe tenerse en cuenta el alto nivel de antropización de las áreas mencionadas y sus alrededores (industrias y actividad portuaria). Los principales impactos absolutos negativos sobre el factor se deben, para todas las etapas del proyecto, a la generación y disposición de residuos ya que podría competir por el espacio (habitat) y/o ser consumidos por los animales; la generación de ruidos y vibraciones por el posible aturdimiento/molestias; emisión de gases de combustión y material particulado por la inhalación de los mismos; y contingencias. Para la etapa de preparación del sitio y construcción se suma el impacto del uso de áridos y materiales de obras, ya que generan indirectamente una fragmentación del hábitat natural y un efecto barrera. Para la etapa de operación y mantenimiento se suman los impactos absolutos (- moderado) relacionados con la captación y uso de AM y la descarga de salmuera. Respectivamente, la toma de AM podría provocar lesiones y/o mortalidad de especies muy pequeñas al ser aspiradas y/o recibir el aire de la limpieza de la reja Johnson. Y, el impacto de la descarga de salmuera se relaciona principalmente con cambios en la calidad del agua en la Zona de mezcla (ej. pH, disminución del oxígeno disuelto en agua), es decir, en la cercanía inmediata de la descarga donde podrían alterarse procesos biológicos como el movimiento de huevos y larvas. Como se mencionó anteriormente, el modelo arrojó que a unos 3 m desde el vertido la salinidad en el centro del chorro será de 35,55%, es decir el mismo valor de salinidad que el del medio marino.

El factor ***suelo***, que refiere a la calidad de su estructura y sus geoformas, presenta esa importancia relativa total (-32) porque se verá impactado en la mayoría de las acciones que comprenden la etapa de preparación del sitio y construcción ya que el desbroce, movimiento y compactación del suelo, zanjeo, el uso de áridos y materiales de construcción, aumentan la probabilidad de erosión eólica e hídrica. Por otro lado, para la totalidad de las etapas del proyecto, los impactos derivan de la generación y disposición de residuos, de las vibraciones producto del uso de maquinarias y vehículos, y de posibles contingencias. Este tipo de impactos se consideran localizados y de importancia absoluta moderada a baja.

Los impactos sobre la ***flora*** terrestre y, de la flora marina en el Área de Influencia Directa del Muelle Almirante Storni, son posibles, sin embargo, se debe tener en cuenta el alto nivel de antropización de las áreas mencionadas y sus alrededores (industrias y actividad portuaria). Durante la preparación del sitio y construcción, y con una importancia absoluta (- bajo/irrelevante), está provocado por las tareas de compactación y la utilización de áridos y materiales de construcción que dificultará el crecimiento y dispersión de ejemplares. Durante todas las etapas del proyecto, se adiciona el efecto negativo de las emisiones gaseosas y el material particulado, producto del movimiento de maquinarias y vehículos que contribuyen a la alteración del ambiente de las plantas; y por la ocurrencia de contingencias que generarían una pérdida/daño del factor y banco de semillas del suelo. A su vez, el impacto absoluto durante la etapa de operación (- moderado) se debe a la captación de AM y descarga de salmuera. La captura de AM, puede alterar los patrones de flujo de agua y la distribución de nutrientes en la Zona de mezcla, lo que podría interferir con procesos como la fotosíntesis de la flora marina. Además, dicha captura puede causar lesiones o incluso mortalidad en algunos organismos al ser aspirados en el proceso,

así como por la exposición al aire durante la limpieza de la reja Johnson y por el tratamiento químico y la acción mecánica a la que se somete al AM durante el proceso. Y, el impacto de la descarga de salmuera se relaciona principalmente con cambios en la calidad del agua en la Zona de mezcla (ej. pH, disminución del oxígeno disuelto en agua), es decir, en la cercanía inmediata de la descarga donde podrían alterarse procesos biológicos como la fotosíntesis, absorción de nutrientes, otros. Como se mencionó anteriormente, el modelo arrojó que a unos 3 m desde el vertido la salinidad en el centro del chorro será de 35,5%, es decir el mismo valor de salinidad que el del medio marino. Por último, se menciona un impacto positivo (+ bajo) por el tratamiento y reúso de efluentes cloacales como agua de riego durante la operación.

En cuanto al ***paisaje***, se verá alterado (- bajo/irrelevante) durante la etapa de preparación del sitio y construcción por el desbroce y movimiento de suelo, zanjeo, compactación y colocación de cañerías, la utilización de áridos y materiales de obra, y la generación y disposición de efluentes cloacales. Y, durante la operación (- bajo/irrelevante) por las obras de toma de AM y descarga de salmuera ubicadas sobre el Muelle Almirante Storni que disminuyen la calidad de percepción de este factor; se verá beneficiado por el reuso de efluente cloacal como agua de riego (+ bajo). Durante todas las etapas del proyecto se verá alterada dicha percepción (- bajo/irrelevante) por la disposición de residuos y la emisión de gases y material particulado por el uso de vehículos y maquinaria. Por último, por la ocurrencia de posibles contingencias (- moderado) asociadas a la generación de humo (ej: incendios), inundaciones, derrames, destrozos de infraestructuras y alteración de la zona afectada. Es importante tener en cuenta, como se mencionó previamente, que la zona en cuestión se encuentra altamente modificada por la actividad humana, lo que ha alterado la percepción del paisaje natural.

En cuanto al factor ***aire***, que refiere a la calidad del mismo tanto en su composición y olor, se verá afectado (- bajo/irrelevante) durante todas etapas del proyecto por la emisión de gases de combustión y material particulado, y la generación de ruidos y vibraciones. Debido al uso de vehículos, maquinarias/y equipos/herramientas, el movimiento de suelos, zanjeo y utilización de áridos y materiales de construcción. También se vería afectado negativamente (- moderado) ante posibles contingencias (incendio).

La ***infraestructura y servicios*** se verán afectados (- bajo/irrelevante) a lo largo del proyecto por el requerimiento de energía eléctrica y por la generación y disposición de residuos (porque aumentaría las corrientes a disponer hacia el Relleno de Seguridad Aluar, Vertedero Controlado Aluar). Por otra parte, durante la etapa de preparación del sitio y construcción aumentaría la disposición final de efluentes cloacales y el consumo de agua potable y de reuso (- bajo/irrelevante), sin embargo, durante la operación el impacto es positivo (+ moderado) justamente por el abastecimiento total a Aluar del recurso desde la PPOI (dejando disponible dicho consumo para la ciudad) y por el tratamiento de efluentes cloacales en la planta propia y utilizados como agua de reuso para riego. Durante la operación, los impactos (- bajos/irrelevantes) de la captura y uso de AM, así como de la descarga de salmuera, se refieren a la posible interferencia u obstaculización que las tareas de esta etapa podrían tener en el funcionamiento del muelle. Cabe mencionar que no existe impacto negativo significativo sobre la Ruta Provincial N˚1 ya que la instalación de las cañerías se realizan mediante pluviales existentes.

En cuanto a los factores económicos ***generación de empleo*** y ***actividad económica***, tendrán un impacto positivo por las acciones relacionadas a la preparación del sitio y construcción (desbroce, movimiento y compactación de suelo, el zanjeo, compactación e instalación de cañerías), generación y disposición de

residuos y efluentes cloacales, y el consumo de agua potable y energía eléctrica. Todos estos impactos con una importancia absoluta baja.

A continuación, se presentan gráficos que muestran la importancia relativa de cada una de las acciones evaluadas en cada etapa del proyecto. Se concluye que no se identifican importancias relativas negativas severas/críticas. Las acciones que producen el mayor impacto negativo para todas las etapas del proyecto son las eventuales contingencias (incendio, inundación, derrame grupos electrógenos y/o productos químicos, la caída de objetos/residuos al mar, rotura de cañerías enteradas y fijada en el muelle, variante de la caracterización del AM, y el incumplimiento de parámetros de la descarga de salmuera por fuera de la Zona de mezcla) y la generación y disposición de residuos. Para la etapa de preparación del sitio y construcción se suma la emisión de gases de combustión y material particulado, y la generación de ruidos y vibraciones. Para la etapa de operación y mantenimiento, la generación y descarga de salmuera y la captación y uso de AM. Y, por último, para la etapa de cierre/abandono la generación de ruidos y vibraciones.

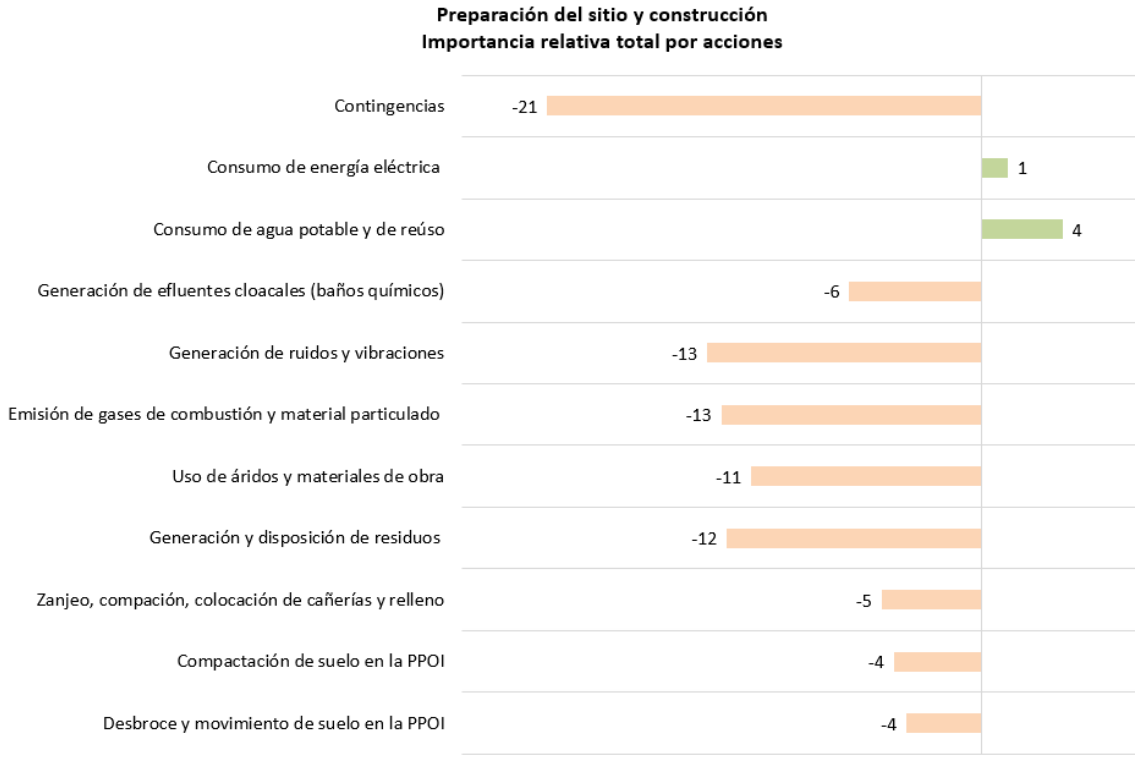


Figura 79. Importancias relativas totales por acción para la etapa preparación del sitio y construcción.

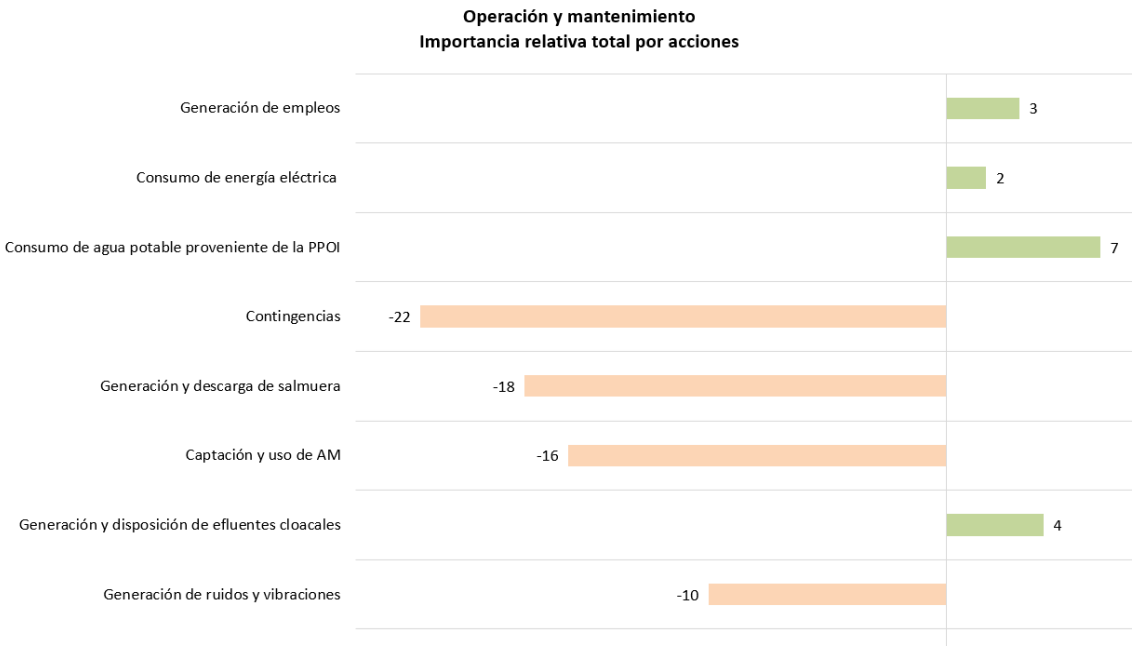


Figura 80. Importancias relativas totales por acción para la etapa operación y mantenimiento.

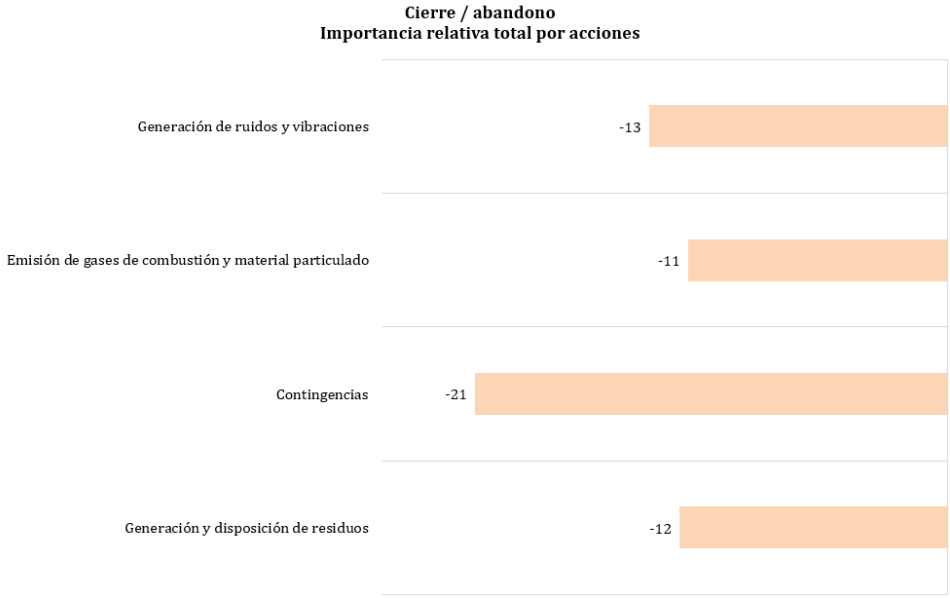


Figura 81. Importancias relativas totales por acción para la etapa cierre/abandono.

Conclusión general

Se concluye que en el Plan de Gestión Ambiental lo más importante es contemplar los impactos de *importancia relativa* moderados sobre los siguientes factores ambientales:

- Salud/seguridad de las personas

- Agua superficial
- Fauna terrestre y marina
- Suelo
- Flora terrestre y marina

Para lo cual, en el Plan de medidas de mitigación ambiental (que también incluye prevención) se abordarán las acciones del proyecto con mayor *importancia relativa* negativa: captación y uso de AM, generación y descarga de salmuera, generación y disposición de residuos, generación de ruidos y vibraciones y la generación de gases de combustión y material particulado.

En el caso de las contingencias (incendio, inundación, derrame grupos electrógenos y/o productos químicos, la caída de objetos/residuos al mar, rotura de cañerías enteradas y fijada en el muelle, variante de la caracterización del AM, y el incumplimiento de parámetros de la descarga de salmuera por fuera de la Zona de mezcla) se establecerá un Plan de contingencias ambientales, con medidas preventivas, de mitigación y respuesta.

Para las demás acciones evaluadas, y con menor *importancia relativa* negativa se establecerá un Plan de medidas preventivas: desbroce, movimiento y compactación de suelo en la PPOI, zanjeo, compactación, colocación de cañerías y relleno, uso de áridos y materiales de obras, generación de efluentes cloacales, consumo de agua potable, de reuso y energía eléctrica.

6. PLAN DE GESTIÓN AMBIENTAL

Tanto Aluar Aluminio Argentino S.A.I.C, como la contratista principal dedicada a la fabricación, construcción y montaje Infa S.A., cuentan con Sistemas de Gestión certificados bajo los requisitos de la Norma ISO/IRAM (ver **Anexo XVI**):

- Sistema de Gestión Ambiental (ISO 14.001:2015).
- Sistema de Salud y Seguridad en el Trabajo (ISO 45.001:2018) Gestión de Higiene y Seguridad certificados.
- Sistema de Gestión de Calidad (ISO 9.001:2015).
- Sistema de Gestión de Riesgos (IRAM 17.550).

Asimismo, desde el 2018 la empresa Aluar también se encuentra certificada en su Sistema de Gestión Eficiente de la Energía a través de la ISO 50.001:2018.

De esta manera se asegura que la gestión de residuos, efluentes, contingencias ambientales, salud y seguridad en el trabajo como la gestión de los riesgos presentes de un proyecto acotado y ubicado dentro de un área con múltiples intervenciones, se mantendrá conforme a los registros y procedimientos establecidos en los mencionados Sistemas de Gestión Certificados.

El Plan de Gestión Ambiental del presenta IAP se compone de los siguientes planes: Plan de medidas preventivas y de mitigación ambiental, Plan de monitoreo ambiental, Plan de contingencias ambientales, Plan de higiene y seguridad y Plan de capacitaciones ambientales. El conjunto de estos documentos tiene por objeto evitar, reducir, recomponer (Plan de medidas preventivas y de mitigación ambiental), controlar

(Plan de monitoreo ambiental) y responder (Plan de contingencias) ante aquellos impactos potenciales del proyecto, identificados a partir del presente Informe Ambiental del Proyecto (IAP).

Para la implementación del Plan de Gestión Ambiental se establecerá en el ámbito organizativo, las funciones y responsabilidades de cada actor involucrado.

Resulta relevante mencionar que, las medidas preventivas abordan los impactos negativos con una importancia relativa mínima a - 12, mientras que aquellos con una importancia relativa igual a -12 o más negativas, es decir, de mayor impacto, son abordados mediante medidas de mitigación.

A su vez, y debido a que resultan importantes para el desarrollo de la obra y actividad proyectada, resultan relevantes planes, tales como el Plan de capacitación ambiental y mejoras.

A continuación, se describen los lineamientos principales del Plan de Gestión Ambiental.

6.1. Plan de medidas preventivas y de mitigación ambiental

En función de las acciones susceptibles de producir impactos negativos de menor importancia relativa se brindan Medidas preventivas (punto 6.1.1) y para aquellos de importancia relativa mayor, Medidas de mitigación (punto 6.1.2.). Se trata de medidas que se deben adoptar para controlar y reducir al máximo los efectos de los impactos, haciendo viable ambientalmente la ejecución del proyecto.

6.1.1 Medidas preventivas

Se definen como medidas preventivas aquellas buenas prácticas generales a cualquier proyecto, que se sugieren adoptar para controlar y reducir los efectos de los impactos considerados como bajos/irrelevantes, para darle mayor viabilidad a la ejecución del proyecto sin mayores impactos para el ambiente. Cabe indicar que se excluyen las medidas consideradas en el Plan de mitigación (punto 6.1.2).

Actividad/Acción	Etapa	Componente	Medidas preventivas
Desbroce, movimiento y compactación de suelo en la PPOI **Zanjeo, compactación, colocación de cañerías y relleno**	Preparación del sitio y construcción	Flora terrestre Fauna terrestre Paisaje Agua superficial Aire Suelo	1- Establecer una zona de trabajo limitada, tanto en el predio del proyecto como en el trazo de cañerías, para reducir la cantidad de tierra/arena impactada y expuesta a la erosión. 2- Reducción del tránsito de maquinarias, movimientos y compactación de suelo, coordinando de forma eficiente dichas tareas sobre el predio y caminos. 3- Indicar, previo a las tareas de trabajo, que se separe la capa superficial de suelo con más nutrientes (“top soil”) para aprovecharse en la restauración de las zonas afectadas. 4- Se deberá evitar circular y realizar trabajos de movimiento de suelos, los días que presenten vientos intensos y se utilizará agua de reúso, para humedecer el suelo.

			Ambas medidas para disminuir las emisiones de material particulado. 5- Capacitaciones sobre uso racional de los recursos.
Uso de áridos y materiales de obras	Preparación del sitio y construcción	Flora terrestre Fauna terrestre Paisaje Agua superficial Aire Suelo	1- Definir un sitio específico de acopio de los mismos dentro del predio del proyecto. Preferentemente deberán estar con red/lona para evitar voladuras y/o contacto con fauna. 2- Realizar una verificación del correcto estado de conservación de los materiales y su acondicionamiento. 3- Durante y luego de su utilización, los materiales deberán ser acopiados en el sitio determinado. 4- Capacitaciones sobre uso racional de los recursos.
Generación de efluentes cloacales (baños químicos)	Preparación del sitio y construcción	Paisaje Suelo Salud/seguridad Infraestructura y servicios	1-Mantener los baños químicos siempre fijados con estacas durante la etapa de obra. 2-Mantener una frecuencia adecuada de limpieza y recambio de baños químicos durante la etapa de obra. 3- Capacitaciones sobre uso racional de los recursos.
Consumo de agua potable y de reúso	Preparación del sitio y construcción	Suelo Infraestructura y servicios	1- Utilización de agua de reuso, para la compactación de suelos y caminos, disminuyendo la utilización de agua potable para este tipo de actividad. 2-Uso racional de los recursos renovables y no renovables como política institucional. 3- Capacitaciones sobre uso racional de los recursos.
Consumo de energía eléctrica	Preparación del sitio y construcción Operación y mantenimiento	Infraestructura y servicios	

Generación de ruidos y vibraciones	Operación y mantenimiento	Fauna terrestre y acuática Aire Suelo Salud/seguridad	1-Utilizar tecnologías de insonorización y control de vibraciones en la toma y descarga. 2-Los trabajadores deberán hacer uso obligatorio y bajo supervisión, de los elementos de protección personal. 3-Realizar mantenimiento preventivo y correctivo de todos los equipos en función de la PPOI. 4-Los motores de combustión de los vehículos y maquinarias deberán encontrarse en óptimas condiciones de funcionamiento, y deberán encontrarse habilitados para tal fin y respetar en forma estricta la normativa legal vigente en la materia. 5-En los trabajos donde se utilicen maquinarias pesadas, se debe asegurar que los trabajadores estén fuera del área de riego prevista, donde las emisiones, ruidos y vibraciones sean mayores.

Tabla 30. Medidas preventivas.

6.1.2 Medidas de mitigación ambiental

Se define como medidas de mitigación ambiental al conjunto de acciones de prevención, control, atenuación, restauración y compensación de impactos ambientales negativos de mayor importancia relativa que deben acompañar al desarrollo de un proyecto para asegurar la sustentabilidad del mismo y la protección del medio ambiente, incluyendo tanto los aspectos que hacen a la integridad del medio natural, como a los que aseguren una adecuada calidad de vida para la comunidad involucrada.

Las Medidas de mitigación pueden clasificarse en términos generales en varias categorías:

- las que evitan la fuente de impacto,
- las que controlan el efecto limitando el nivel o intensidad de la fuente,
- las que atenúan el impacto por medio de la rehabilitación o restauración del medio afectado y
- las que compensan el impacto reemplazando o proveyendo recursos o ecosistemas.

A continuación, se presentan Medidas de mitigación para aquellos impactos que como resultado de la matriz ambiental presentan mayor importancia relativa. Cabe destacar que aquellos impactos que presentan una importancia relativa moderada pero que derivan de una eventual contingencia, presentan sus medidas en el apartado 6.1.3, en el Plan de contingencias ambientales.

Actividad/Acción: Captación y uso de AM Generación y descarga de salmuera	Ficha N°1
Etapa: Operación y mantenimiento	
Medio: Flora y Fauna terrestre y marina - Agua superficial - Paisaje - Infraestructura y servicios	
Objetivo	
- Prevenir y mitigar los impactos ambientales que puedan surgir por la captación y uso de AM y la descarga de salmuera, tanto en la salud de la flora y fauna marina y la calidad del agua superficial (AM), como en la calidad del paisaje y en la infraestructura y servicios del muelle.	
Meta	
Cumplir con el 100% de las actividades propuestas.	
Calificación ambiental	
Negativo bajo a moderado	
Medidas	
Se identificaron áreas específicas para la captación de agua de mar y la descarga de salmuera, con el fin de reducir la posibilidad de impactos en áreas no previstas.	
Utilizar tecnología que minimice la afección de la flora y fauna marina al momento de la captación de AM, como el sistema de filtración de la reja Johnson y su sistema de autolimpieza Hydroburst (trabaja a contracorriente y con una velocidad de flujo de aire muy lenta, y no con agentes limpiantes).	
Se modeló el sistema de descarga, para conocer la geometría de la estructura (difusor de descarga con un ángulo de 45 grados en relación con el lecho marino) y el caudal de descarga de manera que se minimice la Zona de mezcla y el efluente de salmuera se equipare rápidamente a la concentración del medio receptor; tomando siempre valores conservadores para evaluar las situaciones más críticas. Ante eventuales cambios en los parámetros de entrada al modelo, se deberá realizar nueva simulación.	
Realizar mantenimiento preventivo y correctivo de todos los equipos en función de la operación de la PPOI, como el recambio de membranas cada 5 años, según corresponda.	
El personal operativo deberá estar capacitado en el manejo de productos químicos y en la operación de la PPOI, a fin de optimizar el uso de productos químicos.	
Los productos químicos deberán estar acopiados en sitio definido previamente y etiquetados según el Sistema Globalmente Armonizado a fin de alertar a los trabajadores sobre los riesgos y peligros como las medidas de prevención.	
Implementar programas de educación y sensibilización a los empleados, para el uso racional del AP proveniente de la PPOI, dentro del Plan de capacitaciones.	
Antes del comienzo de las tareas, se deberá informar al personal sobre los riesgos y las medidas de seguridad a tener en cuenta.	
Los trabajadores deberán hacer uso obligatorio y bajo supervisión, de los elementos de protección personal.	
Reducir el uso de herramientas y equipos a través de una planificación eficiente del trabajo.	
Monitoreo de la calidad de la salmuera vertida y presentación de la Declaración Jurada por vuelco de efluentes según el Decreto MAyCDS N˚1.540/16.	

Monitorear la calidad y temperatura del mar en la zona de captación de AM, de la descarga de salmuera y más alejadas del Golfo Nuevo.
Responsables
Responsable ambiental del proyecto
Responsable técnico de la obra
Responsable técnico del proyecto

Tabla 31. Medidas de Mitigación Ambiental (Ficha N°1).

Actividad/Acción: Emisiones de gases de combustión y material particulado Generación de ruidos y vibraciones	Ficha N°2
Etapa: Preparación del sitio y construcción Cierre/abandono	
Medio: Fauna terrestre y marina - Paisaje - Agua superficial - Aire - Suelo - Salud/seguridad	
Objetivo	
- Prevenir y mitigar los impactos ambientales relacionados con la emisión de gases de combustión y material particulado en la salud de los receptores, la calidad del aire y percepción del paisaje. - Prevenir y mitigar los impactos ambientales relacionados con la generación de ruidos y vibraciones, tanto en la salud de la fauna terrestre y marina como en la calidad del agua superficial, y aire, estructura del suelo y la salud de las personas.	
Meta	
Cumplir con el 100% de las actividades propuestas.	
Calificación ambiental	
Negativo irrelevante	
Medidas	
Antes del comienzo de las tareas, se deberá informar al personal sobre los riesgos y las medidas de seguridad a tener en cuenta.	
Los trabajadores deberán hacer uso obligatorio y bajo supervisión, de los elementos de protección personal.	
Debe disponerse de lugares identificados y acondicionados para estacionamiento de vehículos y el acopio de herramientas de trabajo.	
En los trabajos donde se utilicen maquinarias pesadas, se debe asegurar que los trabajadores estén fuera del área de riego prevista, donde las emisiones, ruidos y vibraciones sean mayores.	
Los motores de combustión de los vehículos y maquinarias deberán encontrarse en óptimas condiciones de funcionamiento, y someterse a una revisión técnica en forma periódica.	
Todos los vehículos involucrados deberán encontrarse habilitados para tal fin y respetar en forma estricta la normativa legal vigente en la materia.	
Se deberá evitar circular y realizar trabajos de movimiento de suelos, los días que presenten vientos intensos y se utilizará agua de reuso, para humedecer el suelo. Ambas medidas para disminuir las emisiones de material particulado.	

Reducir el tránsito de vehículos y maquinarias a través de una coordinación eficiente de viajes y traslados, tanto de los traslados hacia el predio como dentro del mismo, en las zonas de caminos y zanjeo.
Reducir el uso de herramientas y equipos a través de una planificación eficiente del trabajo.
Antes y durante las tareas, verificar que el área de trabajo se encuentra libre de fauna autóctona.
Delimita adecuadamente las zonas a intervenir, para evitar impactos en áreas no previstas.
Planificar las actividades relacionadas con la instalación de la obra de toma de agua de mar y la descarga de salmuera para realizar las tareas en el menor tiempo posible.
Responsables
Responsable ambiental del proyecto
Responsable técnico de la obra
Responsable técnico del proyecto

Tabla 32. Medidas de Mitigación Ambiental (Ficha N°2).

Actividad/Acción: Generación y disposición de residuos	Ficha N°3
Etapa: Preparación del sitio y construcción Operación y mantenimiento Cierre/abandono	
Medio: Flora y Fauna terrestre - Paisaje - Suelo - Salud/seguridad – Infraestructura y servicios	
Objetivo	
- Prevenir y mitigar los impactos ambientales relacionados con la generación y disposición de residuos en la salud de los receptores, la calidad del suelo, percepción del paisaje, la salud y seguridad de las personas y la afección de la infraestructura de gestión de residuos de Aluar.	
Meta	
Cumplir con el 100% de las actividades propuestas.	
Calificación ambiental	
Negativo irrelevante	
Medidas	
Todos los residuos y materiales reciclables serán contabilizados dentro de la generación de la Planta Aluar Primario. Serán gestionados (manipulación, acopio, traslado y disposición final) dentro del circuito actual de la firma y sus normas ISO/IRAM certificadas (ver Anexo XV).	
Los residuos sólidos asimilables a urbanos se transportarán y depositarán en el Vertedero Controlado de Aluar, mientras que los residuos peligrosos se trasladarán por Infa S.A. al Relleno de Seguridad de Aluar. Para minimizar la generación de residuos, los materiales reciclables se incluirán en el circuito de recuperación de la empresa.	
Se deberá disponer de tambores y volquetes de residuos identificados según cada corriente, con etiqueta y por color.	
Los tambores y volquetes de residuos deberán ser estancos y estar tapados para evitar voladuras. En el caso de tambores se utilizará tapas y, en el caso de volquetes, redes y/o lonas.	

Realizar capacitaciones necesarias al personal involucrado en la obra civil y en la operación en la gestión integral de residuos, la reducción, reutilización y reciclaje, y el uso de elementos de protección personal para manipular residuos.
Se deberá contar con un sitio de acopio de residuos acorde a la normativa legal vigente. En el caso de los residuos peligrosos cumplimentando la Disposición 185/12 del MAyCDS de Chubut.
Archivar los manifiestos y certificados de la gestión de residuos peligrosos, y su correspondiente libro de actas.
Los transportistas deberán estar habilitados según corresponda.
Planificar adecuadamente la frecuencia de retiro de residuos, a fin de evitar la acumulación de los mismos en áreas no destinadas para su disposición y que sean traslados eficientes.
Establecer procedimientos específicos para la manipulación y acopio temporal de residuos en el muelle, a fin de minimizar la posibilidad de contingencias y la afección de la infraestructura y otras tareas propias del área portuaria. Todos los trabajadores deben estar debidamente capacitados en estos procedimientos y se deben tomar medidas para garantizar su cumplimiento.
Responsables
Responsable ambiental del proyecto
Responsable técnico de la obra
Responsable técnico del proyecto

Tabla 33. Medidas de Mitigación Ambiental (Ficha N°3).

6.2. Plan de monitoreo ambiental

El Plan de monitoreo ambiental controlará más allá de las acciones que pudieran generar impactos moderados, en líneas generales:

- El monitoreo de la calidad el agua de mar en la zona de obra toma de AM, descarga de salmuera dentro de la Zona de mezcla, descarga de salmuera fuera de la Zona de mezcla.
- El monitoreo de la calidad de la salmuera de rechazo y la confección de las declaraciones juradas por vuelco de efluentes en el marco del Decreto MAyCDS N˚1.540/16.
- El cumplimiento de los requisitos del Código Alimentario Argentino Capítulo XII para el AP producida.
- Monitoreo integral del transporte y manipulación de productos químicos.
- Monitoreo de las tareas durante la obra civil enfocadas al cumplimiento de la planificación prevista minimizando impactos como emisiones gaseosas y material particulado, generación de ruidos, acopio de materiales, otros.
- Gestión integral de residuos y efluentes (generación, acopio temporal, transporte y disposición final).

Se adjunta como **Anexo XVI** el Plan de monitoreo ambiental.

6.3. Plan de contingencias ambientales

El objetivo del Plan de contingencias ambientales (PCA) es establecer los procedimientos a llevar a cabo para prevenir y/o remediar la ocurrencia probable de siniestros o desastres por causa de las acciones del proyecto. Esto requiere de la formulación de un PCA cuyo propósito será garantizar una adecuada

respuesta ante incidentes o eventos que pongan en riesgo los recursos naturales, la integridad de las personas vinculadas y no vinculadas al proyecto, o los bienes de la compañía.

Este procedimiento será de aplicación en cualquier momento comprendido entre el inicio y el final de la obra, así como durante las etapas de operación, mantenimiento y desafectación. Comprende, en líneas generales, las siguientes situaciones:

- Incendio,
- Inundación,
- Derrame grupos electrógenos y/o productos químicos,
- Caída de objetos/residuos al mar, rotura de cañerías enteradas y fijada en el muelle,
- Variante de la caracterización del AM,
- Incumplimiento de parámetros de la descarga de salmuera por fuera de la Zona de mezcla

Se debe tener en cuenta que Aluar y la empresa principal contratista, Infa S.A., cuentan con sistemas de gestión certificados según los requisitos de la Norma ISO/IRAM. Por lo tanto, la gestión de contingencias relacionadas estará enmarcada dentro de estos sistemas.

A continuación, se presenta una tabla con las principales contingencias identificadas y los procesos relacionados con su prevención / mitigación.

<table>
<tr><th>Eventual contingencia ambiental</th><th>Medidas preventivas / Respuesta - Acciones ante el evento</th></tr>
<tr><td>Incendio</td><td rowspan="3">Se deben seguir los lineamientos de los siguientes documentos en el marco del Sistema de Gestión Integral de Aluar:
- PE-AP-003485 Respuesta a la emergencia
- CE-AP-003494 Listado de emergencias</td></tr>
<tr><td>Inundación</td></tr>
<tr><td>Derrame de grupos electrógenos</td></tr>
<tr><td>Derrame de insumos químicos</td><td>En caso de ocurra dentro del predio de Aluar, se deben seguir los lineamientos de los siguientes documentos en el marco del Sistema de Gestión Integral de Aluar:
- PE-AP-003485 Respuesta a la emergencia
- CE-AP-003494 Listado de emergencias

En caso de que sea en el mar:

MEDIDAS PREVENTIVAS
- Acopiar de formar adecuada y segura los insumos químicos, asegurando que la contención alcance el 110% del volumen almacenado.
- Capacitación al personal de uso de los insumos químicos e interpretación de las etiquetas en el marco del Sistema Globalmente Armonizado.

RESPUESTA - ACCIONES ANTE EL EVENTO</td></tr>
</table>

	- Contener el derrame mediante barreras antiderrames flotantes. - Extraer la capa de agua de mar contaminada y almacenar en recipiente estanco. - Disponer el residuo según sus características, cumpliendo con los lineamientos del PE-AP-002696 Gestión de Residuos y el IT-AP-000230 Clasificación de residuos.
Caída de objetos/residuos al mar	MEDIDAS PREVENTIVAS - Establecer una zona de trabajo segura: Es importante establecer una zona de trabajo segura para evitar que los objetos y residuos caigan al mar. Se pueden colocar redes o mallas de protección en los bordes del muelle para evitar que los objetos caigan al agua. - Realizar una evaluación de riesgos: Es necesario realizar una evaluación de riesgos para identificar los peligros y riesgos asociados con la realización de obras en el muelle. De esta manera se pueden tomar medidas preventivas adecuadas. - Contar con recipientes para los residuos que se generen adecuados y seguros, y poseer una frecuencia de vaciado acorde. RESPUESTA - ACCIONES ANTE EL EVENTO - Recolectar, en lo posible, todo material que se caiga al mar. - Disponer en caso de que sea residuo según sus características, cumpliendo con los lineamientos del PE-AP-002696 Gestión de Residuos y el IT-AP-000230 Clasificación de residuos.
Rotura de cañerías enterradas y/o fijas en el muelle	MEDIDAS PREVENTIVAS y RESPUESTA - ACCIONES ANTE EL EVENTO - Identificación y evaluación de la magnitud del incidente: se debe contar con un protocolo de identificación de la contingencia y evaluación de su magnitud para determinar las medidas de respuesta adecuadas. - Aislamiento y cierre de válvulas: se deben cerrar las válvulas correspondientes para aislar la zona afectada y detener la fuga. - Notificación a las autoridades competentes, si aplica: se debe notificar a las autoridades competentes sobre el incidente y seguir sus protocolos y procedimientos. - Implementación del plan de contingencia: se debe activar el plan de contingencia correspondiente para manejar la

	situación, asegurando la seguridad de las personas y minimizando el impacto ambiental. - Remoción del material derramado: se debe remover el material derramado y disponerlo de forma adecuada. - Reparación de la cañería: se debe contar con personal y equipos especializados (propios o externos) para la reparación de la cañería afectada. - Investigación del incidente: se debe llevar a cabo una investigación del incidente para determinar las causas y las medidas de mejora que se puedan implementar para prevenir futuras contingencias similares. - Monitoreo continuo: se debe realizar un monitoreo continuo de la zona afectada para asegurar la efectividad de las medidas de respuesta y detectar cualquier posible impacto ambiental posterior.
Variante de la caracterización del AM	MEDIDAS PREVENTIVAS - Monitoreo del agua de mar en la toma, de parámetros de interés para la operatividad de la PPOI. RESPUESTA - ACCIONES ANTE EL EVENTO - Dependiente la variante, evaluar ajustes en variables operativas para asegurar las concentraciones deseadas de la salmuera para cumplir con el Decreto MAyCDS N˚1.540/16.
Incumplimiento de parámetros de la descarga de salmuera por fuera de la Zona de mezcla	MEDIDAS PREVENTIVAS - Monitoreo de la salmuera en el tanque de rechazo. - Monitoreo del AM en la Zona de mezcla en el sitio de vertido. - Monitoreo del AM fuera de la Zona de mezcla en el sitio de vertido. RESPUESTA - ACCIONES ANTE EL EVENTO - Ni bien se detecte un cambio en alguna variable operativa de la PPOI, realizar corrida con dichos valores del modelo brIHne-Jet para estimar las concentraciones de la salmuera y en Zona de mezcla y fuera de Zona de mezcla, altura del chorro, entre otros. - Corrección/ajustes de variables según manual operativo de la PPOI. - Tomar medidas para corregir las concentraciones no deseadas.

Tabla 34. Plan de contingencias ambientales.

La totalidad de los documentos mencionados en el marco del Sistema de Gestión Integrado de Aluar.

6.4. Plan de higiene y seguridad

Este punto abarca, entre otros, la seguridad e higiene del trabajo en los siguientes aspectos:

- Capacitación del personal propio en el análisis de riesgo y plan de trabajo seguro.
- Prevención de accidente, evaluando los riesgos asociados a cada tarea y las precauciones para evitar cualquier situación no deseada, tanto para el personal como para lo material.
- Contar con un plan de emergencia con indicaciones claras en caso de un eventual accidente.
- Proveer a todos los trabajos los elementos de protección personales necesarios, asociados a las tareas a realizar, para trabajar de forma segura y sin perjudicar su salud.
- Disponer de equipos apropiados para eventual incendio y gente capacitada para su uso.
- Mantenimiento preventivo de equipos y maquinarias.

Cada plan de seguridad e higiene se solicitará a las empresas contratistas que intervengan en las distintas etapas del proyecto.

6.5. Plan de capacitación ambiental

En líneas generales, y para asegurar el cumplimiento del PGA se deberá capacitar al personal involucrado en todas las etapas del proyecto en los siguientes temas:

- Uso racional de recursos naturales.
- Manipulación de productos químicos.
- Gestión integral de residuos (generación, segregación, acopio temporal, transporte y disposición final).
- Contingencias (incendio, inundación, derrame grupos electrógenos y/o productos químicos, la caída de objetos/residuos al mar, rotura de cañerías enteradas y fijada en el muelle, variante de la caracterización del AM, y el incumplimiento de parámetros de la descarga de salmuera por fuera de la Zona de mezcla).

Como se ha mencionado anteriormente, Aluar y la empresa principal contratista, Infa S.A., cuentan con sistemas de gestión certificados según los requisitos de la Norma ISO/IRAM. Por lo tanto, los planes de capacitación quedarán enmarcados dentro de estos sistemas y en el perfil de cada puesto.

7. CONCLUSIÓN

JA Ingeniería Ambiental ha realizado el presente Informe Ambiental del Proyecto (IAP) a solicitud de la razón social Aluar Aluminio Argentino S.A.I.C. El mismo se realizó de acuerdo con los requerimientos de la normativa provincial vigente, Decreto N˚185/09, N˚1.003/16 y modificatorias del Ministerio de Ambiente y Control del Desarrollo Sustentable de la provincia del Chubut.

Se trata de un proyecto de una Planta Potabilizadora de Ósmosis Inversa (PPOI) que se localizará en la ciudad de Puerto Madryn, provincia del Chubut, en un sitio estratégico. El mismo consta de obtener agua potable de una fuente alternativa a la del Río Chubut (agua de mar proveniente del Golfo Nuevo) para uso industrial en un predio de Aluar ubicado en el Parque Industria Pesado de la ciudad de Puerto Madryn, Chubut, Argentina.

Como se indicó en el IAP, la región se encuentra atravesando por un período de crisis hídrica que continuará intensificándose según las previsiones de expertos, y los sistemas de provisión de agua potable de la ciudad de Puerto Madryn se han visto en la necesidad de restringir el consumo en épocas estivales. Asimismo, los efectos producidos como consecuencia del cambio climático: el aumento de la intensidad de las lluvias que genera plumas de turbiedad en la Cuenca del Río Chubut como el incremento de la conductividad, son otros factores que afectan la potabilización de este recurso.

Estos problemas que afectan a la zona impulsan a que los consumidores industriales del recurso busquen alternativas para independizarse del sistema de suministro de agua aliviando a las cooperativas y permitiendo que este volumen no consumido por la industria pueda ser utilizado por la población. Es bajo este espíritu que nace el proyecto de la Planta de Osmosis Inversa.

La evaluación contempló el análisis de las diferentes etapas del proyecto, así como de su entorno, observándose que el proyecto se emplazará en una zona antropicamente modificada con anterioridad debido a que se llevará a cabo dentro Parque Industrial Pesado (PE1) y Puerto APPM.

Como punto de partida se realizó un análisis del proyecto, y de las actividades y tareas que comprenden las diferentes etapas del mismo. Luego se efectuó el análisis de la información necesaria para determinar las condiciones del entorno y aspectos técnicos para el desarrollo del proyecto; para poder evaluar los impactos ambientales potenciales. En base a este resultado, se elaboró un Plan de Gestión Ambiental (PGA) asociado.

Del presente IAP surge que, por la evaluación realizada, cumpliendo con lo establecido en el PGA sugerido por JA Ingeniería Ambiental, se aseguraría que aquellos impactos negativos identificados puedan ser minimizados o bien eliminados, de manera tal que el proyecto sea ambientalmente viable.

8. FUENTES CONSULTADAS

- A Procedure for Evaluating Environmental Impact. Luna B. Leopold, Frank E. Clarke, Bruce B. Hanshaw, and James R. Balsley - GEOLOGICAL SURVEY CIRCULAR N° 645. Año 1971.
- GUIA METODOLOGICA PARA LA EVALUACION DEL IMPACTO AMBIENTAL. Vicente CONESA FERNANDEZ-VITORA. Editorial MUNDI-PRENSA, Madrid, España. Año 2010.
- Instituto Nacional de Estadística y Censos de la República Argentina (INDEC).
- Dirección de Prensa y Comunicación, Municipalidad de Puerto Madryn, Chubut.
- Bilmes, A.; Pessacg, N.; Alvarez, M.P.; Brandizi, L.; Cuitiño, J.I.; Kaminker, S.; Bouza, P.J.; Rostagno, C.M.; Núñez de la Rosa, D.; Canizzaro, A., 2016. Inundaciones en Puerto Madryn: Relevamiento y diagnóstico del evento del 21 de Enero de 2016. Informe Técnico CCT-CONICET CENPAT.
- Mouzo, F.H. Garza, M.L., Izquierdo, J.F. y Zibecchi, R.O. 1978. Rasgos de la geología submarina del golfo Nuevo (Chubut). Acta Oceanográfica Argentina, 2, pp. 69-91.
- Parker, G., Violante, R. y Paterlini, M. 1996. Fisiografía de la Plataforma Continental. In: Ramos, V., Turic, A. (Eds.), Geología y Recursos Naturales de la Plataforma Continental Argentina. Relatorio del XIII Congreso Geológico Argentino y 3er. Congreso de Exploración de Hidrocarburos, Buenos Aires, 1, pp.1-16.
- Rivas, A. y Beier, E. 1990. Temperature and salinity fields in the Northpatagonic Gulfs. Oceanológica Acta, 13, pp.15-20.
- Rivas, A. y Ripa, P. 1989. Variación estacional de la estructura termohalina del Golfo Nuevo, Argentina. Geofísica Internacional, 28, pp.3-24.
- Sverdrup, H., U., Johnson, M., W. y Fleming, R. 1942. The Oceans, their Physics, Chemistry, General Biology. Prentice Hall, Inc., (New York), 2o Printing, 1946, 1087 pp.
- Paruelo, J.M.; Beltrán, A.; Jobbágy, E.; Sala, O.E.; Golluscio, R.A. "The climate of Patagonia: general patterns and controls on biotic processes" (1998).
- Labraga, J.C. y De Davies, E.C. 2013. Datos de la estación meteorológica del Centro Nacional Patagónico (CONICET), Puerto Madryn (42°46'S; 65°02'W), Chubut, Argentina. http://200.9.244.24/fisicambien/climaPM. htm (último acceso agosto 2016).
- Informe "Emergencia Hídrica 2021-2022". Grupo Técnico del Comité de Cuenca del Río Chubut Diciembre 2021 (INTA, CONICET, UNSJB, UTN FRCH y Universidad del Chubut); 2022.
- http://www.hidro.gov.ar/oceanografia/tmareas/RE_Mareas.asp
- Asociación Argentina Ciencia del suelo, 2014. Mapa de Órdenes de Suelos de la Argentina según Soil Taxonomy. http://www.suelos.org.ar/sitio/mapa-de-ordenes-de-suelos-de-la-argentina-segun-soil-taxonomy-68-kb/
- Atlas de Cuencas y Regiones Hídricas Superficiales de la República Argentina. Datos Argentina https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/000_chubut_.jpg
- Bianchi, A.R. y Cravero, S.A.C., 2010. Atlas climático digital de la República Argentina. INTA, Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria.

- HALLER, J., C. M. MEISTER, A. J. MONTI y N. WEILER, 2005. Hoja Geológica 4366-II, Puerto Madryn. Provincia del Chubut. Instituto de Geología y Recursos Minerales, Servicio Geológico Minero Argentino. Boletín 289, 39 p. Buenos Aires.
- HALLER, M., A. J.A. MONTI y C. M. MEISTER, 2001. Hoja Geológica 4363-I, Península Valdés. Provincia del Chubut. Instituto de Geología y Recursos Minerales, Servicio Geológico Minero Argentino. Boletín 266, 25 p. Buenos Aires.
- http://www.produccion.chubut.gov.ar/productosdemar
- https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/40_2022_chubut.pdf
- Ichazo, G. J., Jones, M., González Díaz, E.F. y Alvarez, P., 2009. Hoja Geológica 4366-II, Puerto Madryn. Provincia del Chubut. Instituto de Geología y Recursos Minerales, Servicio Geológico Minero Argentino. Boletín 372. Buenos Aires.
- Imágenes satelitales: Google Earth.
- Incidencia de la pobreza y la indigencia en 31 aglomerados urbanos Segundo semestre de 2021. Informes técnicos / Vol. 6, n° 60. Fuente: INDEC.
- Kaminker, S. A., & ORTIZ-CAMARGO, D. P. (2016). Puerto Madryn, de pueblo a ciudad intermedia. La dinámica poblacional local a través de cinco retratos censales (1970-2010). Papeles de población, 22(89), 223-254. https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-74252016000300223
- Ministerio de Energía y Minería de la Nación https://sig.se.gob.ar/
- Ministerio de salud del Gobierno de Chubut. Anuario estadístico de salud, 2021.
- Ministerio de salud del Gobierno de Chubut. Anuario estadístico de salud, 2022.
- Oyarzabal, M., Clavijo, J., Oakley, L., Biganzoli, F., Tognetti, P., Barberis, I., ... & León, R. J. (2018). Unidades de vegetación de la Argentina. Ecología austral, 28(1), 40-63. http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S1667-782X2018000100003
- Portal Educar https://energiasdemipais.educ.ar
- SAGyP – INTA – Proyecto PNUD ARG/85/019. Con la participación del Instituto de Suelos y EEAs del INTA. Año 2013. Suelos de la República Argentina. http://www.geointa.inta.gob.ar/2013/05/26/suelos-de-la-republica-argentina/
- Servicio Meteorológico Nacional Argentino https://www.smn.gob.ar/
- Web site Cooperativa Limitada de Provisión de Servicios Públicos y Viviendas de Puerto Madryn / Plan Verano https://web.servicoop.com/plan-verano/
- Ver documentos incluidos en los Anexos.

9. ANEXOS

Anexo I. Certificado anual vigente en el Registro provincial de Prestadores de Consultoría Ambiental del Ministerio de Ambiente y Control del Desarrollo Sustentable de la provincia del Chubut de la Ing. Josefina Aristarain.

Anexo II. Cálculo de Nivel de Complejidad Ambiental (NCA) para la etapa de Preparación del sitio y construcción.

Anexo III.

- PLANIALTIMETRIA ACUEDUCTO TOMA PROG.0+000 A 0+640 (Muelle Almirante Storni)
- PLANIALTIMETRIA ACUEDUCTO TOMA PROG.0+640 A 1+208 (Entre predio APPM y playa)
- PLANIALTIMETRIA ACUEDUCTO TOMA PROG.1+208 A 1+544 (Entrada a la PPOI)

Anexo IV.

- PLANIALTIMETRIA ACUEDUCTO RECHAZO PROG.1+143 A 1+835 (Muelle Almirante Storni - DESCARGA).

Anexo V. Esquema de toma de agua de mar y Esquema de descarga de salmuera al mar.

Anexo VI. Copia certificada/legalizada de la documentación legal.

Anexo VII. Carta Náutica H-264 y Plano Hidrográfico del sector Muelle Storni relevado en abr2013.

Anexo VIII. Numerical Modelling for the Definition of Critical Hydrodynamic Stage related to the Future Submarine Outfall in Puerto Madryn. Corral M y colaboradores (2011).

Anexo IX. Especificaciones Técnicas del modelo brIHne-Jet. VERTIDO DE SALMUERA MEDIANTE CHORRO INDIVIDUAL SUMERGIDO E INCLINADO. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS (V.1.0). Instituto de Hidráulica Ambiental de la Universidad de Cantabria (España).

Anexo X. Influencia de Puerto Madryn en Bahía Nueva mediante Salinidad y Temperatura. Evidencia de Fenómenos de Surgencia. Centro Nacional Patagónico (1978). Contribución N° 26.

Anexo XI. Informes completos de las corridas del modelo brIHne-Jet correspondiente al ejercicio de delimitación de la Zona de mezcla.

Anexo XII. Especificación Técnica de un producto Anti-Incrustante/Dispersante utilizado para mejorar el desempeño de las membranas de OI.

Anexo XIII. CARACTERIZACIÓN TEXTURAL, COMPOSICIONAL Y ANÁLISIS DE PROCEDENCIA DE LOS SEDIMENTOS DE PLAYA DEL GOLFO NUEVO, PROVINCIA DEL CHUBUT.

M. Paula BUNICONTRO, Silvia C. MARCOMINI, Nilda E. WEILER, Rubén A. LÓPEZ y Sonia QUENARDELLE.

Revista de la Asociación Geológica Argentina 74 (2): 207-222 (2017).

Anexo XIV. Matriz de Impacto Ambiental del proyecto “Planta Potabilizadora de Ósmosis Inversa”, ubicado dentro del predio de Aluar en la ciudad de Puerto Madryn, Chubut.

Anexo XV. Certificados ISO 14.001, ISO 9.001, ISO 45.001 de la Aluar e Infa. Certificado de ISO 50.001 de Aluar.

Anexo XVI. Plan de monitoreo ambiental.

Anexo I. Certificado anual vigente en el Registro provincial de Prestadores de Consultoría Ambiental del Ministerio de Ambiente y Control del Desarrollo Sustentable de la provincia del Chubut de la Ing. Josefina Aristarain.

Anexo II. Cálculo de Nivel de Complejidad Ambiental (NCA) para la etapa de Preparación del sitio y construcción.

Anexo III.

- PLANIALTIMETRIA ACUEDUCTO TOMA PROG.0+000 A 0+640 (Muelle Almirante Storni)
- PLANIALTIMETRIA ACUEDUCTO TOMA PROG.0+640 A 1+208 (Entre predio APPM y playa)
- PLANIALTIMETRIA ACUEDUCTO TOMA PROG.1+208 A 1+544 (Entrada a la PPOI)

Anexo IV.

- PLANIALTIMETRIA ACUEDUCTO RECHAZO PROG.1+143 A 1+835 (Muelle Almirante Storni - DESCARGA).

Anexo V. Esquema de toma de agua de mar y Esquema de descarga de salmuera al mar.

Anexo VI. Copia certificada/legalizada de la documentación legal.

Anexo VII. Carta Náutica H-264 y Plano Hidrográfico del sector Muelle Storni relevado en abr2013.

Anexo VIII. Numerical Modelling for the Definition of Critical Hydrodynamic Stage related to the Future Submarine Outfall in Puerto Madryn. Corral M y colaboradores (2011).

Anexo IX. Especificaciones Técnicas del modelo brIHne-Jet. VERTIDO DE SALMUERA MEDIANTE CHORRO INDIVIDUAL SUMERGIDO E INCLINADO. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS (V.1.0). Instituto de Hidráulica Ambiental de la Universidad de Cantabria (España).

Anexo X. Influencia de Puerto Madryn en Bahía Nueva mediante Salinidad y Temperatura. Evidencia de Fenómenos de Surgencia. Centro Nacional Patagónico (1978). Contribución N° 26.

Anexo XI. Informes completos de las corridas del modelo brIHne-Jet correspondiente al ejercicio de delimitación de la Zona de mezcla.

Anexo XII. Especificación Técnica de un producto Anti-Incrustante/Dispersante utilizado para mejorar el desempeño de las membranas de OI.

Anexo XIII. CARACTERIZACIÓN TEXTURAL, COMPOSICIONAL Y ANÁLISIS DE PROCEDENCIA DE LOS SEDIMENTOS DE PLAYA DEL GOLFO NUEVO, PROVINCIA DE CHUBUT.

M. Paula BUNICONTRO, Silvia C. MARCOMINI, Nilda E. WEILER, Rubén A. LÓPEZ y Sonia QUENARDELLE.

Revista de la Asociación Geológica Argentina 74 (2): 207-222 (2017).

Anexo XIV. Matriz de Impacto Ambiental del proyecto “Planta Potabilizadora de Ósmosis Inversa”, ubicado dentro del predio de Aluar en la ciudad de Puerto Madryn, Chubut.

Anexo XV. Certificados ISO 14.001, ISO 9.001, ISO 45.001 de la Aluar e Infa. Certificado de ISO 50.001 de Aluar.

Anexo XVI. Plan de monitoreo ambiental