DECLARACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL

INCORPORACIÓN LÍNEA DE TRANSMISIÓN SE ALFA SOLAR-SE KIMAL 2X220 KV

Anexo 3.2

PERMISO AMBIENTAL SECTORIAL 138

Noviembre 2026

Carlos Tamayo	**Paulina Brugerolles**	**Fernando Valdés**
ELABORADO POR	**REVISADO POR**	**APROBADO POR**
Especialistas Permisos Sectoriales	**Jefe de Proyectos**	**Gerente Área de Negocios Ambientales**

INDICE DE CONTENIDOS

3.1. PERMISO AMBIENTAL SECTORIAL 138 4
3.1.1. INTRODUCCIÓN 4
3.1.2. AUTORIDAD COMPETENTE 5
3.1.3. PERTINENCIA 5
3.1.4. FASES DEL PROYECTO A LA QUE APLICA 6
3.1.5. RELACIÓN CON EL PROYECTO 6
3.2. CONTENIDOS TÉCNICOS Y FORMALES 7
3.2.1. DESCRIPCIÓN DEL SITIO 7
3.2.1.1. Fase de Construcción 7
3.2.1.2. Fase de Operación 9
3.2.2. LOCALIZACIÓN DEL ÁREA DE RECOLECCIÓN Y DE LA PTAS 11
3.2.2.1. Fase de Construcción 11
3.2.2.2. Fase Operación 13
3.2.3. DISTANCIAMIENTO A INSTALACIONES Y EDIFICACIONES 14
3.2.3.1. Fase construcción 15
3.2.3.2. Fase de Operación 16
3.2.4. DISTANCIA ENTRE OBRAS AFECTAS A PAS 138 Y CURSOS DE AGUA 17
3.2.4.1. Fase de Construcción 17
3.2.4.2. Fase de Operación 18
3.3. GENERACIÓN DE AGUAS SERVIDAS 19
3.3.1. FASE CONSTRUCCIÓN 20
3.3.2. FASE DE OPERACIÓN 20
3.3.3. CARACTERÍSTICAS FISICOQUÍMICAS DE LAS AGUAS SERVIDAS 21
3.3.4. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS SERVIDAS 21
3.3.5. PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS SERVIDAS (PTAS) CON MECANISMO DE LODOS ACTIVADOS 22
3.3.6. DESCRIPCIÓN DE LA FORMA DE LA DISPOSICIÓN FINAL DEL EFLUENTE TRATADO SEGÚN CORRESPONDA 24
3.3.7. DIMENSIONAMIENTO DE DRENES 27
3.3.8. INDICACIÓN DEL PERIODO DE RETORNO CONSIDERADO PARA EL DISEÑO DE LOS DESAGÜES DE AGUAS LLUVIAS 29
3.3.9. ESTUDIO DE VULNERABILIDAD 29
3.3.10. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS SERVIDAS Y DISPOSICIÓN, DE TRATARSE DE UNA FOSA SÉPTICA 29
3.3.11. DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA GENERACIÓN Y MANEJO DE LODOS 29
3.4. PROGRAMA DE MONITOREO 31
3.5. FLUJOGRAMA DE ACCIONES CORRECTIVAS INMEDIATAS 32
3.6. PROGRAMA DE CAPACITACIÓN Y SIMULACROS 32
3.6.1. PLAN DE CONTINGENCIAS 34
3.6.2. PLAN DE EMERGENCIAS 34
3.7. INDICADORES DE CUMPLIMIENTO 35

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Resumen de Implementación de Sistemas de Tratamiento de Aguas Servidas..... 6
Tabla 2. Dimensionamiento referencial y características de la PTAS temporal Fase de Construcción..... 8
Tabla 3. Caudales de Agua Servida - Capacidad PTAS- Fase de Construcción. 9
Tabla 4. Especificaciones técnicas PTAS Fase de Operación 10
Tabla 5. Caudales Agua Servida - capacidad PTAS - Fase de Operación. 10
Tabla 6. Coordenadas PTAS Fase de Construcción. 12
Tabla 7. Coordenadas PTAS Fase de Operación. 13
Tabla 8. Distancia a cursos de agua - Fase de Construcción 18
Tabla 9. Distancia a Cursos de agua - Fase de Operación. 19
Tabla 10. Caudal de aguas servidas a generar - Fase de construcción. 20
Tabla 11. Caudal de Aguas Servidas a generar - Fase de Operación. 21
Tabla 12. Caracterización Fisicoquímica de las Aguas Servidas. 21
Tabla 13. Balance hídrico. 26
Tabla 14. Dimensionamiento de los Drenes de Infiltración - Fase de construcción y cierre. 28
Tabla 15. Dimensionamiento de los drenes de infiltración - Fase de Operación. 29
Tabla 16. Generación de Lodos. 30
Tabla 17. Frecuencia de retiro de lodos. 31
Tabla 18. Formato de registro de retiro de lodos. 31
Tabla 19. Programa de capacitación y simulacros. 33
Tabla 20. Responsables operacionales de contingencias sanitarias. 33

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Esquema Planta de tratamiento de aguas servidas Fase de Construcción. 8
Figura 2. Esquema Planta de tratamiento de aguas servidas - Fase de construcción 9
Figura 3. Esquema estanque acumulador de agua tratada - Fase de Construcción. 9
Figura 4. Esquema PTAS + Drenes - Fase de Operación. 10
Figura 5. Ubicación de las obras en las que Aplica el PAS 138 – Fase construcción. 11
Figura 6. Ubicación PTAS instalación de faenas – Fase de construcción. 12
Figura 7. Ubicación PTAS O&M – Fase de Operación. 14
Figura 8. Localización respecto de población más cercana. 15
Figura 9. Distancia a deslindes y/o instalaciones más cercanas – Fase de Construcción. 16
Figura 10. Distancia a deslindes y/o instalaciones más cercanas – Fase de Operación. 17
Figura 11. Ubicación de la Instalación de Faenas y su distancia a cursos de agua existentes. 18
Figura 12. Ubicación PTAS O&M y su distancia a cursos de agua existentes. 19
Figura 13. Flujograma de acciones correctivas inmediatas. 32

3.1. PERMISO AMBIENTAL SECTORIAL 138

3.1.1. INTRODUCCIÓN

El proyecto "Incorporación Línea de Transmisión SE Alfa Solar–SE Kimal 2x220 kV", emplazado en la comuna de María Elena, Región de Antofagasta, corresponde a una modificación del Parque Fotovoltaico Alfa Solar, calificado ambientalmente favorable mediante RCA N°0222/2021. La presente modificación incorpora las obras de transmisión y las instalaciones asociadas que se describen en la DIA. En este contexto, el presente anexo desarrolla los antecedentes técnicos y formales del Permiso Ambiental Sectorial establecido en el artículo 138 del D.S. N°40/2012, correspondientes a los sistemas de recolección, tratamiento y disposición de aguas servidas considerados para las instalaciones de faenas y el Área de Operación y Mantenimiento Sur.

El siguiente documento se entregan los antecedentes técnicos y formales del Permiso Ambiental Sectorial (PAS) del Artículo N°138 del Párrafo 3 del Título VII del D.S. N°40/2012 del MMA, Reglamento del Sistema de Evaluación De impacto ambiental, y sus modificaciones:

> *Artículo 138 "Permiso para la construcción, reparación, modificación y ampliación de cualquier obra pública o particular destinada a la evacuación, tratamiento o disposición final de desagües, aguas servidas de cualquier naturaleza".*
>
> *El permiso para la construcción, reparación, modificación y ampliación de cualquier obra pública o particular destinada a la evacuación, tratamiento o disposición final de desagües, aguas servidas de cualquier naturaleza, será el establecido en el Artículo 71 letra b) primera parte del DFL N°725/1967, del Ministerio de Salud Pública, Código Sanitario.*
>
> *El requisito para su otorgamiento consiste en que la disposición de aguas servidas no amenace la salud de la población.*

Lo anterior, estipulado en el Articulo N°138 del D.S. N°40/2012 del Ministerio del Medio Ambiente, modificado por D.S. N°30/2023 del MMA, el cual enlista los Permisos Ambientales Sectoriales (en adelante, "PAS") y, los define según su párrafo 2° y 3° del Título VII como "permisos ambientales sectoriales de contenidos únicamente ambiental", los cuales abarcan desde el artículo 111 al 130 y los "permisos ambientales sectoriales mixtos", los cuales abarcan desde el artículo 131 al 160.

En lo relativo al presente Permiso Ambiental Sectorial, el Proyecto contempla la generación de aguas servidas de tipo domiciliario durante las fases de construcción y operación. Estas aguas serán tratadas mediante el empleo de una planta de tratamiento de aguas servidas (PTAS) con Drenes de Infiltración y una Planta de Tratamiento de aguas servidas (PTAS) con drenes de infiltración, utilizada durante la fase de Operación.

Los contenidos técnicos y formales que deben presentarse para acreditar su cumplimiento, y su aplicabilidad con el Proyecto, se indican a continuación.

- Descripción del sistema de recolección y/o tratamiento.
- Plano de localización del área de recolección y/o tratamiento de aguas servidas.
- Generación de aguas servidas.
- Características físico-químicas de las aguas servidas.
- Descripción del sistema de tratamiento de aguas servidas.
- Descripción de la forma de disposición final del efluente tratado.
- Indicación del período de retorno considerado para el diseño de los desagües de aguas lluvias.
- Descripción del sistema de tratamiento de aguas servidas y disposición.
- Descripción general de la generación y manejo de lodos.
- Programa de monitoreo.
- Plan de contingencias.
- Plan de emergencias.

En tanto, y mediante *Resolución Exenta (RE) N°20239 91011018 del 27 de diciembre de 2023*, el Servicio de Evaluación Ambiental (SEA) se pronuncia sobre la vigencia y observancia de la Guía Trámite PAS Artículo 138 Reglamento del SEIA: "*Permiso para la construcción, reparación, modificación y ampliación de cualquier obra pública o particular destinada a la evacuación, tratamiento o disposición final de desagües, aguas servidas de cualquier naturaleza*". En el citado cuerpo normativo se indica que:

> *f5) En el caso de considerar la eliminación mediante obras de infiltración, señalado en los puntos f1) y f2), se deberá presentar, además:*
>
> *Índice de infiltración (l/m2/día), obtenido conforme con las definiciones del Artículo 5° del D.S. N°236/1926 del MINSAL, superficie requerida para infiltrar y profundidad de la napa, medida en el punto de infiltración, en su nivel más desfavorable, sobre la base de análisis o estudios técnicos.*

3.1.2. AUTORIDAD COMPETENTE

Secretaría Regional Ministerial de Salud, Región de Antofagasta.

3.1.3. PERTINENCIA

Para el adecuado desarrollo de las fases de construcción y operación del Proyecto, será necesario gestionar las aguas servidas generadas por el personal en las instalaciones proyectadas.

En este sentido, para la ejecución del Proyecto, durante la fase de construcción se contempla la habilitación y operación temporal de una planta de tratamiento de aguas servidas (PTAS). El sistema considera acumulación del efluente tratado, en dos estanques de 50 m^3, los cuales se usarán para humectación de caminos, adicionalmente, como solución de emergencia, el sistema contará con 18 drenes de infiltración de 15,50 m de longitud individual, 279 m lineales en total y 1 m de ancho de zanja.

En cuanto a la fase de operación, se considera la habilitación y uso de una Planta de tratamiento de aguas servidas (PTAS) con drenes de infiltración, la cual será de carácter permanente,

manteniéndose operativa durante toda la vida útil del Proyecto, estimada en treinta y cinco (35) años. A continuación, se presenta una Tabla resumen de los sistemas de tratamiento de aguas servida proyectados para las fases de construcción, operación y cierre del Proyecto.

Tabla 1. Resumen de Implementación de Sistemas de Tratamiento de Aguas Servidas.

Fase	Ubicación	Sistema de tratamiento	Cantidad	Temporalidad	Capacidad (m3)
Construcción	Instalación de faena	PTAS	1	Temporal	100
Operación	O&M	PTAS	1	Permanente	3,8

Debido a que ambos sistemas filtran el efluente a través de Drenes de infiltración, el proyecto no contempla la descarga de efluente a cursos de aguas superficiales.

Para la fase de cierre, esta se desarrollará de manera integral para el Parque Fotovoltaico Alfa Solar y sus obras asociadas, incluyendo las partes, obras y acciones incorporadas mediante la presente modificación. En consecuencia, no se contempla una fase de cierre independiente para las instalaciones objeto de la presente evaluación ambiental.

Para la ejecución de las actividades de cierre se considera la habilitación de instalaciones de faena de carácter temporal, destinadas a proporcionar apoyo administrativo, sanitario, logístico y operacional a las labores de desmantelamiento y retiro de instalaciones del Proyecto.

Estas instalaciones se emplazarán preferentemente sobre superficies previamente intervenidas, privilegiando la reutilización de sectores habilitados durante las fases anteriores, con el objeto de minimizar nuevas intervenciones sobre el terreno.

3.1.4. FASES DEL PROYECTO A LA QUE APLICA

El permiso PAS 138 aplica para las fases de construcción y operación.

3.1.5. RELACIÓN CON EL PROYECTO

Durante la construcción se habilitará en la Instalación de Faenas Sur una PTAS temporal destinada a una dotación máxima de 550 trabajadores (82,5 m^3/día de aguas servidas). El sistema considera acumulación del efluente tratado, en dos estanques de 50 m^3, los cuales se usarán para humectación de caminos, adicionalmente, como solución de emergencia, el sistema contará con 18 drenes de infiltración de 15,50 m de longitud individual, 279 m lineales en total y 1 m de ancho de zanja.

En tanto, para la fase de operación se proyecta una (1) Planta de Tratamiento de Aguas Servidas (PTAS) con sistema de disposición de efluentes tratados mediante drenes de infiltración, ubicada en el Área de Operación y Mantenimiento Sur (O&M Sur). Estas instalaciones tendrán carácter permanente y se mantendrán habilitadas durante toda la fase de operación del Proyecto, estimada en treinta y cinco (35) años para efectos de la presente evaluación ambiental.

Respecto de la fase de cierre, esta se desarrollará de manera integral para el Parque Fotovoltaico Alfa Solar y sus obras asociadas, incluyendo las instalaciones incorporadas mediante la presente modificación. En consecuencia, no se contempla una fase de cierre independiente para las obras objeto de la presente evaluación. Para el desarrollo de las actividades de desmantelamiento y retiro de instalaciones se considera la habilitación de instalaciones de faena temporales, privilegiando la reutilización de superficies e infraestructura existente. El manejo de las aguas servidas domésticas generadas durante esta fase se realizará mediante la solución sanitaria que se establezca para el cierre integral del Proyecto, la cual deberá contar con los antecedentes técnicos y las autorizaciones que correspondan.

Conforme con lo expuesto, a continuación, se presentan los antecedentes y requisitos técnicos para el otorgamiento del Permiso Ambiental Sectorial establecido en el artículo 138 del D.S. N° 40/2012 del Ministerio del Medio Ambiente, correspondientes a los sistemas de tratamiento y disposición de aguas servidas proyectados para las fases de construcción y operación. Respecto de la fase de cierre, se deberá precisar la solución sanitaria aplicable y desarrollar, cuando corresponda, los antecedentes técnicos exigidos por dicho permiso.

3.2. CONTENIDOS TÉCNICOS Y FORMALES

3.2.1. DESCRIPCIÓN DEL SITIO

3.2.1.1. Fase de Construcción

Durante la fase de construcción del Proyecto, las aguas servidas domésticas provenientes de los servicios higiénicos habilitados en la Instalación de Faenas Sur (IIFF Sur) serán recolectadas mediante una red de tuberías y cámaras de inspección, para posteriormente ser conducidas hacia el sistema de tratamiento de aguas servidas proyectado para esta fase.

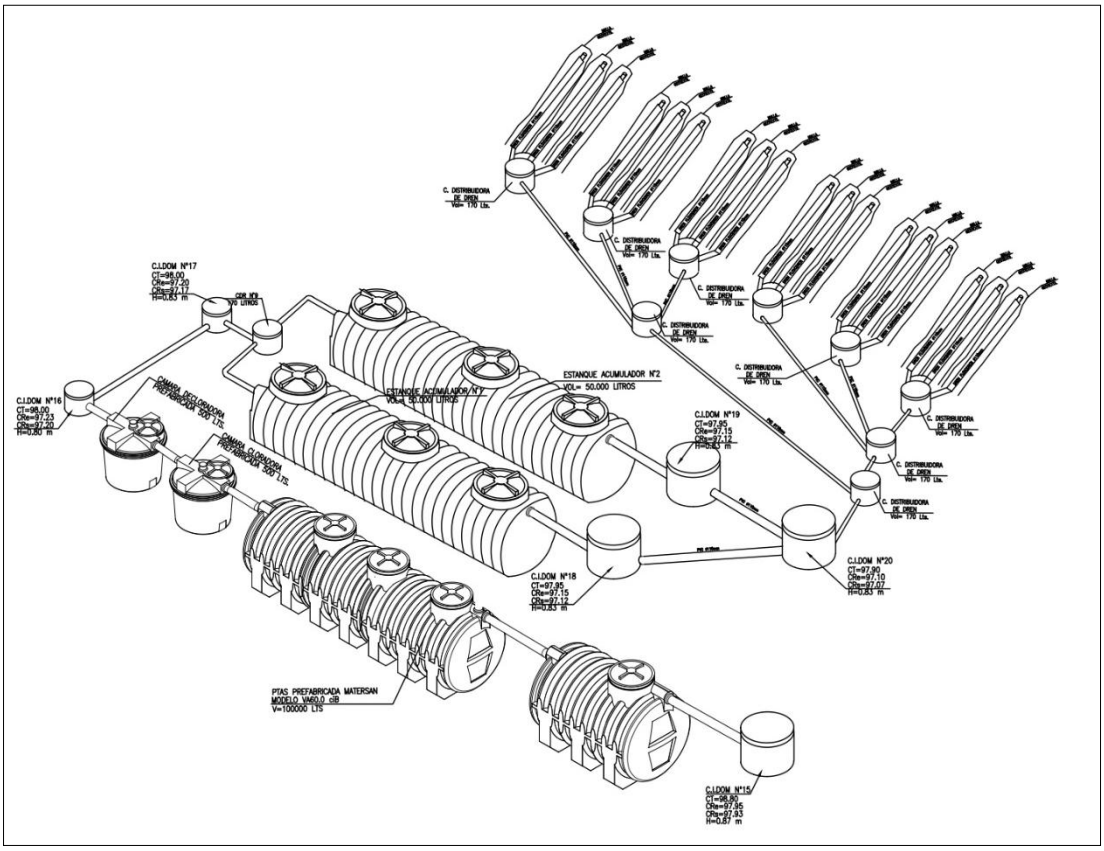
Para su tratamiento, se contempla la habilitación de una (1) Planta de Tratamiento de Aguas Servidas (PTAS) prefabricada, de carácter temporal, con una capacidad de 100.000 litros (100 m^3), dimensionada para una dotación máxima de 550 trabajadores y un caudal de diseño de 82,5 m^3/día.

El efluente tratado será conducido a estanques de acumulación para humectación de caminos. Asimismo, posee en su diseño la implementación un sistema de emergencia consistente en drenes de infiltración. Para esto último, la memoria de cálculo considera 18 drenes de 15,50 m de longitud y 1,00 m de ancho de zanja (279 m^2 de superficie efectiva), dimensionados para aproximadamente el 50 % del caudal diario estimado.

La PTAS y sus instalaciones asociadas tendrán carácter temporal y permanecerán habilitadas durante el período de ejecución de las actividades constructivas que requieran su funcionamiento, de acuerdo con el cronograma de construcción del Proyecto.

A continuación, se presentan las características técnicas, criterios de dimensionamiento y condiciones de funcionamiento del sistema de tratamiento y disposición de aguas servidas contemplado para la fase de construcción del Proyecto.

Figura 1. Esquema Planta de tratamiento de aguas servidas Fase de Construcción.



Fuente: Lámina 2 Alcantarillado Construcción.

Tabla 2. Dimensionamiento referencial y características de la PTAS temporal Fase de Construcción.

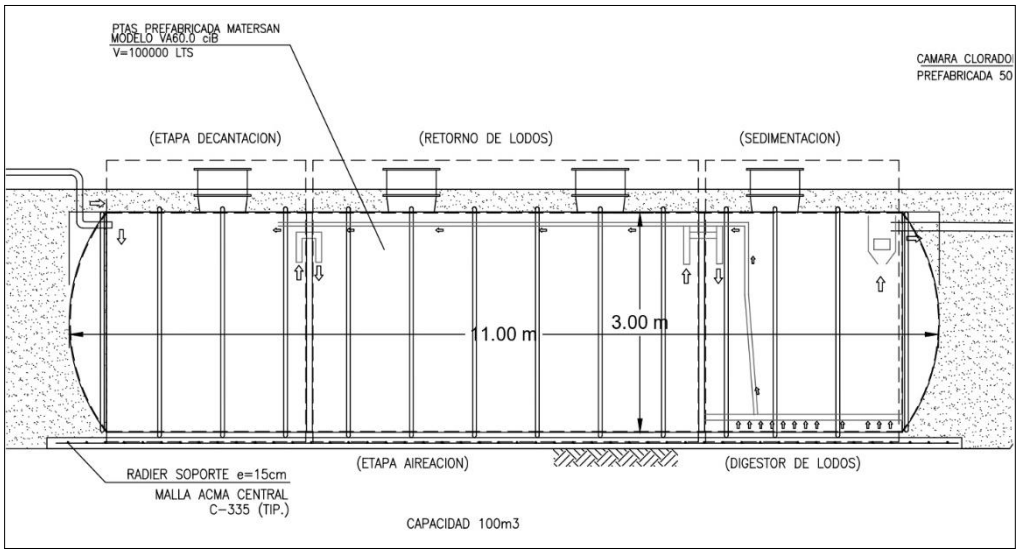
Especificaciones de la PTAS Instalación de Faenas, Fase de Construcción		
Dimensionamiento de la PTAS		
Capacidad	550	personas
Largo	11	metros
Altura	3	metros
Altura con tapa	3.3	m^3
Volumen total disponible	100	m^3
Estanque acumulación		
Diámetro	2.08	metros
Largo	15.15	metros
altura	2.2	metros
Cámara repartidora de drenes		
Capacidad	170	lts
Altura	75	cms
Diámetro	50	cms
Drenes		
Longitud	15,50	metros
Dotación	150	l/hab/día
K5	148	l/m2/día
Ancho zanja	1	metro

Tabla 3. Caudales de Agua Servida - Capacidad PTAS- Fase de Construcción.

Sistema	Obra	Personas	Dotación L/dia	Factor de recuperación	Capacidad m3
PTAS	IFF	550	150	1	100

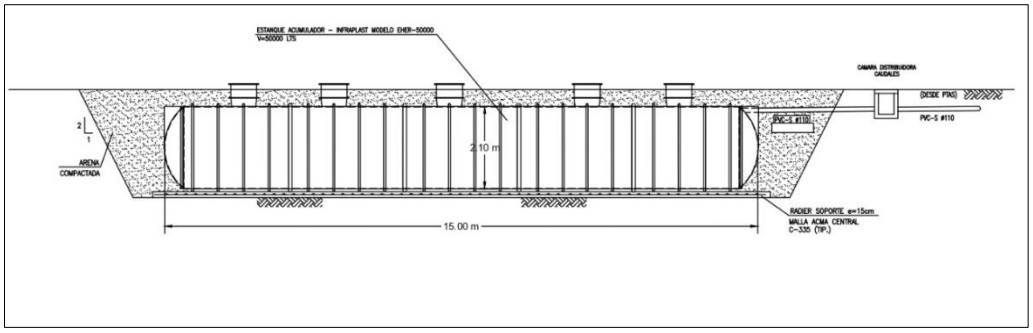
Fuente: Elaboración Propia

Figura 2. Esquema Planta de tratamiento de aguas servidas - Fase de construcción



Fuente: Lámina 2 Alcantarillado Construcción.

Figura 3. Esquema estanque acumulador de agua tratada - Fase de Construcción.

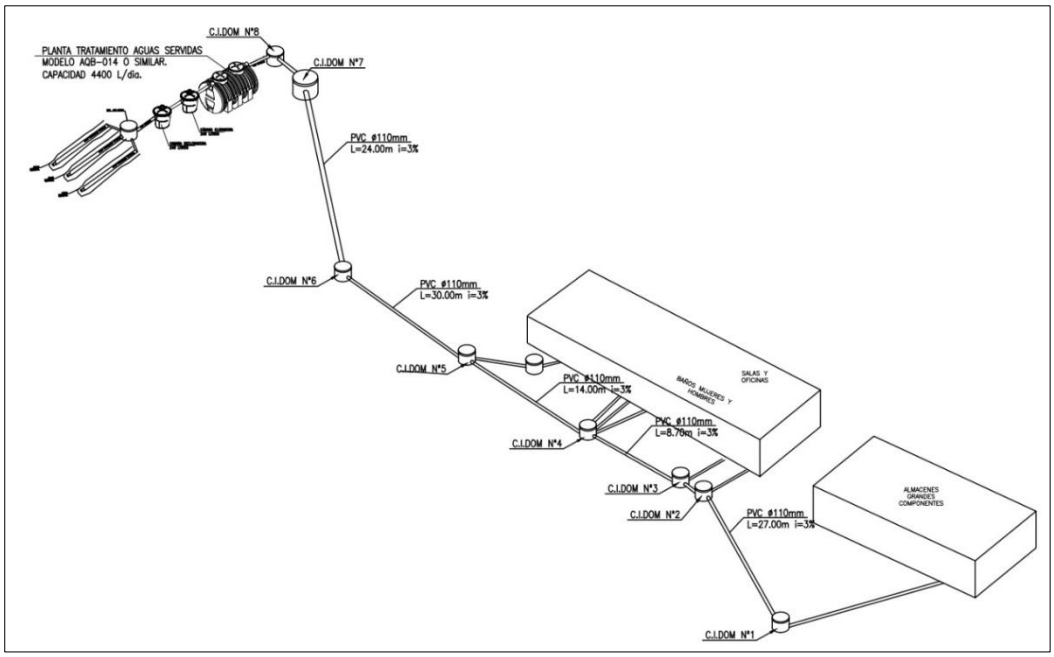


Fuente: Lámina 2 Alcantarillado Construcción.

3.2.1.2. Fase de Operación

Durante la operación se considera una PTAS permanente en el Área O&M Sur, para una dotación máxima declarada de 25 personas y un caudal estimado de 3.300 L/día. La disposición se proyecta mediante tres drenes de infiltración de 10 m de longitud cada uno y ancho de zanja de 1 m. La ficha del equipo de tratamiento y la capacidad para la dotación declarada deberán ser confirmadas por el proveedor.

Figura 4. Esquema PTAS + Drenes - Fase de Operación.



Fuente: Lámina 3 Alcantarillado Fase Operación.

Tabla 4. Especificaciones técnicas PTAS Fase de Operación.

Especificaciones de PTAS – Fase de Operación		
Dimensionamiento de la PTAS		
Capacidad	25	personas
Largo	2.8	metros
Altura	1.32	metros
Altura con tapa	1.67	metros
Volumen total disponible	4.7	m3
Cámara Repartidora de drenes		
Diámetro	50	cms
Altura Mínima	75	cms
Drenes		
Longitud	10	metros
Dotación	150	l/hab/día
K5	148	l/m2/día
Ancho zanja	1	cms

Tabla 5. Caudales Agua Servida - capacidad PTAS - Fase de Operación.

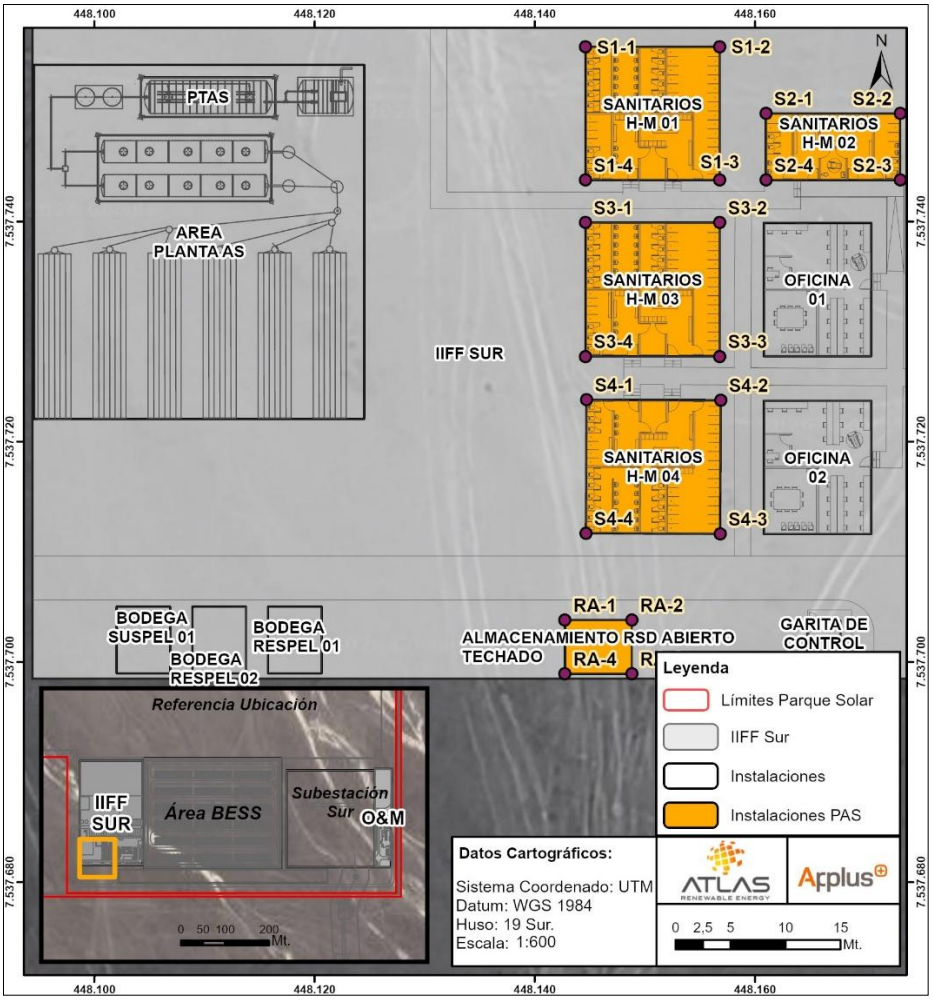
Sistema	**Obra**	**Personas**	**Dotación L/dia**	**Factor de recuperación**	**Capacidad m3**
PTAS	O&M	25	150	1	3.8.

Fuente: Lámina 2 Alcantarillado Construcción.

3.2.2. LOCALIZACIÓN DEL ÁREA DE RECOLECCIÓN Y DE LA PTAS

En los siguientes acápites, se entrega el detalle respecto a la localización de las Planta de tratamiento de aguas servidas consideradas para la ejecución del proyecto.

Figura 5. Ubicación de las obras en las que Aplica el PAS 138 – Fase construcción.



Fuente: Elaboración propia

3.2.2.1. <u>Fase de Construcción</u>

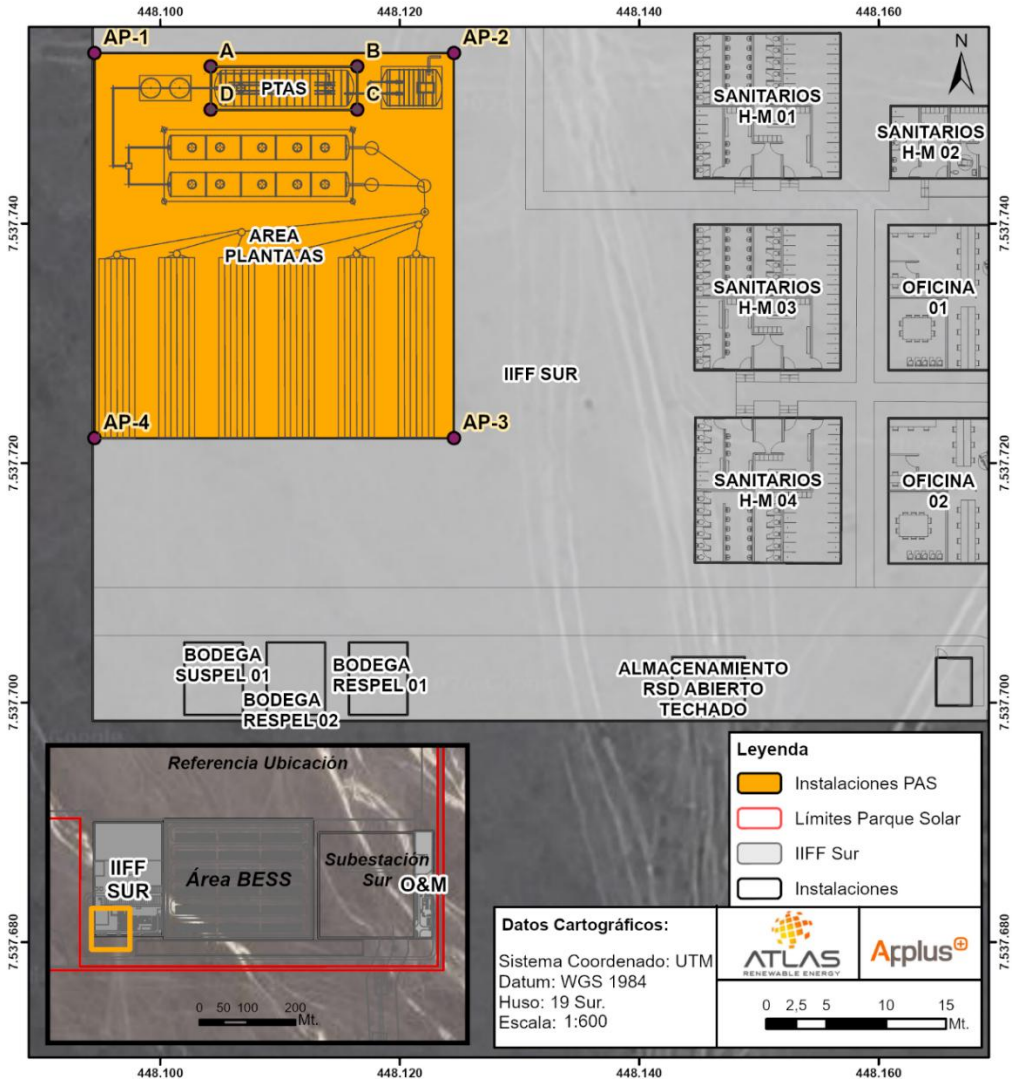
Como se mencionó anteriormente, para la fase de construcción del Proyecto se contempla la habilitación de una (1) Planta de tratamiento de aguas servidas (PTAS) de carácter temporal emplazadas en la Instalación de faenas del Proyecto. Las coordenadas de emplazamiento se exponen en la siguiente tabla:

Tabla 6. Coordenadas PTAS Fase de Construcción.

Instalación	Ubicación	Vértice	Coordenadas DATUM WGS 84 Proyección UTM 19 S	
			Este	Norte
PTAS	IFF	A	448.100	7.537.754,25
		B	448.116	7.537.754,25
		C	448.116	7.537.748,25
		D	448.100	7.537.748,25
ÁREA UBICACIÓN PTAS	IIFF	AP-1	448.094	7.537.754
		AP-2	448.124	7.537.754
		AP-3	448.124	7.537.722
		AP-4	448.094	7.537.722

Nota AP: Área de Ptas

Figura 6. Ubicación PTAS instalación de faenas – Fase de construcción.



Nota AP: Área de Ptas

Fuente: LAMINA 1-ALCANTARILLADO CONSTRUCCIÓN

3.2.2.2. Fase Operación

La tabla siguiente Muestra la distribución y coordenadas del área plantas:

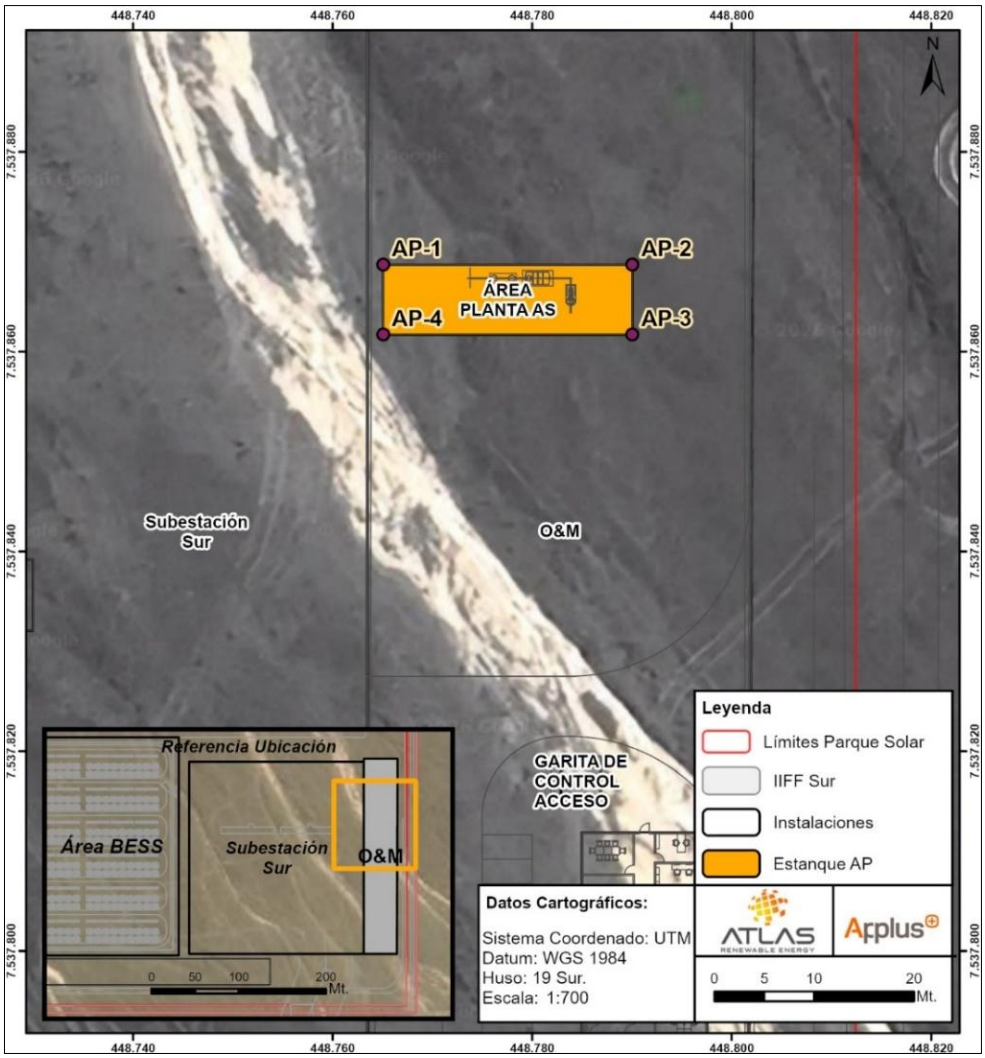
Tabla 7. Coordenadas PTAS Fase de Operación.

Instalación	Ubicación	Vértice	Coordenadas DATUM WGS 84 Proyección UTM 19 S	
			Este	Norte
Área PTAS	O&M	AP-1	448.765	7.537.868
		AP-2	448.790	7.537.868
		AP-3	448.790	7.537.861
		AP-4	448.765	7.537.861
PTAS	O&M (Área Obras Permanentes Auxiliares)	A	448.779	7.537.868
		B	448.782	7.537.868
		C	448.782	7.537.866
		D	448.779	7.537.866

Nota AP: Área de Ptas

Fuente: Elaboración propia

Figura 7. Ubicación PTAS O&M – Fase de Operación.

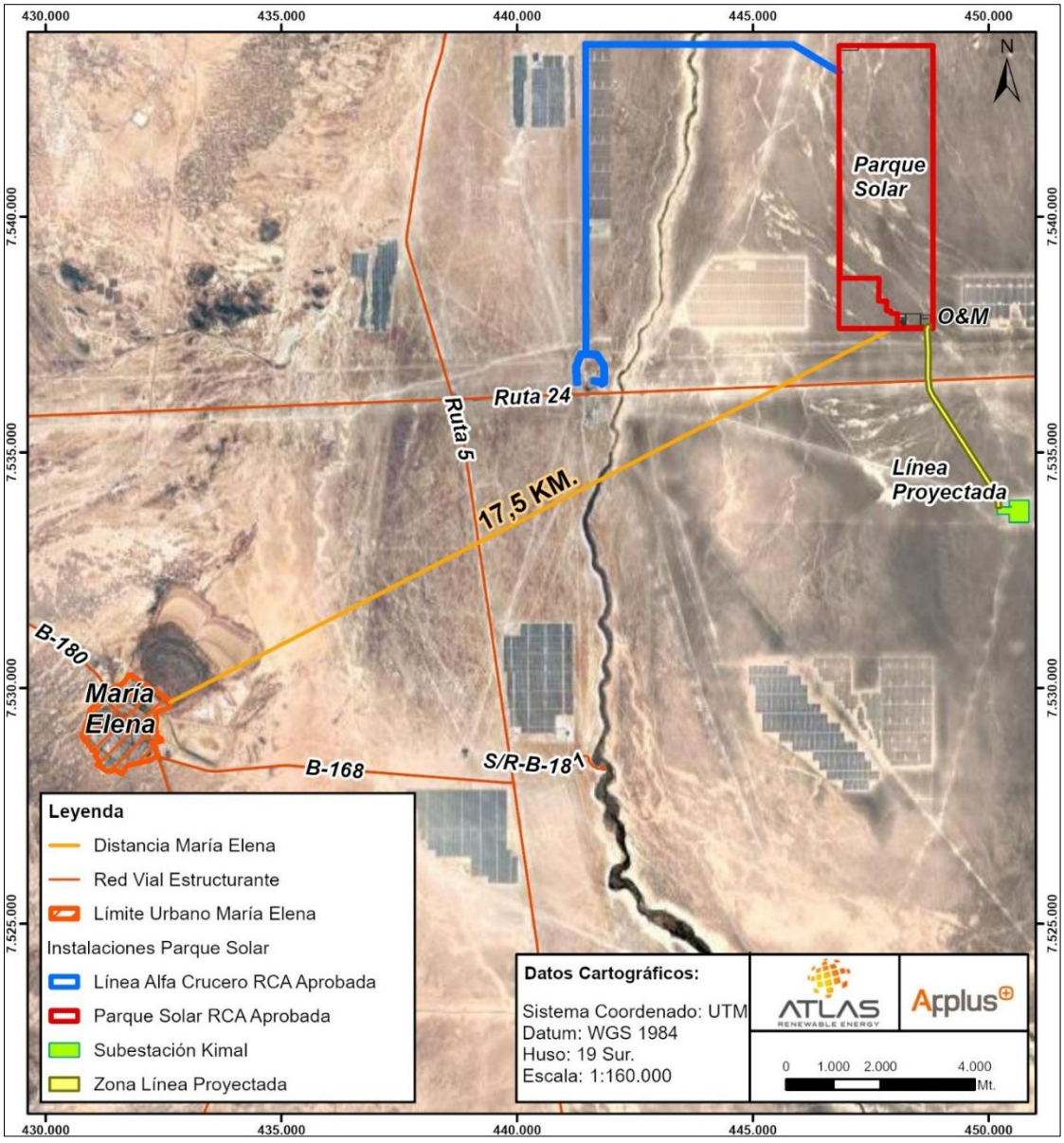


Nota:
AP: Área de Plantas
Fuente: Elaboración propia

3.2.3. DISTANCIAMIENTO A INSTALACIONES Y EDIFICACIONES

El proyecto se localiza a 18 km de la población más cercana, descartándose problemas de olores que les pueda afectar. La figura siguiente, muestra dicha distancia a modo referencial:

Figura 8. Localización respecto de población más cercana.

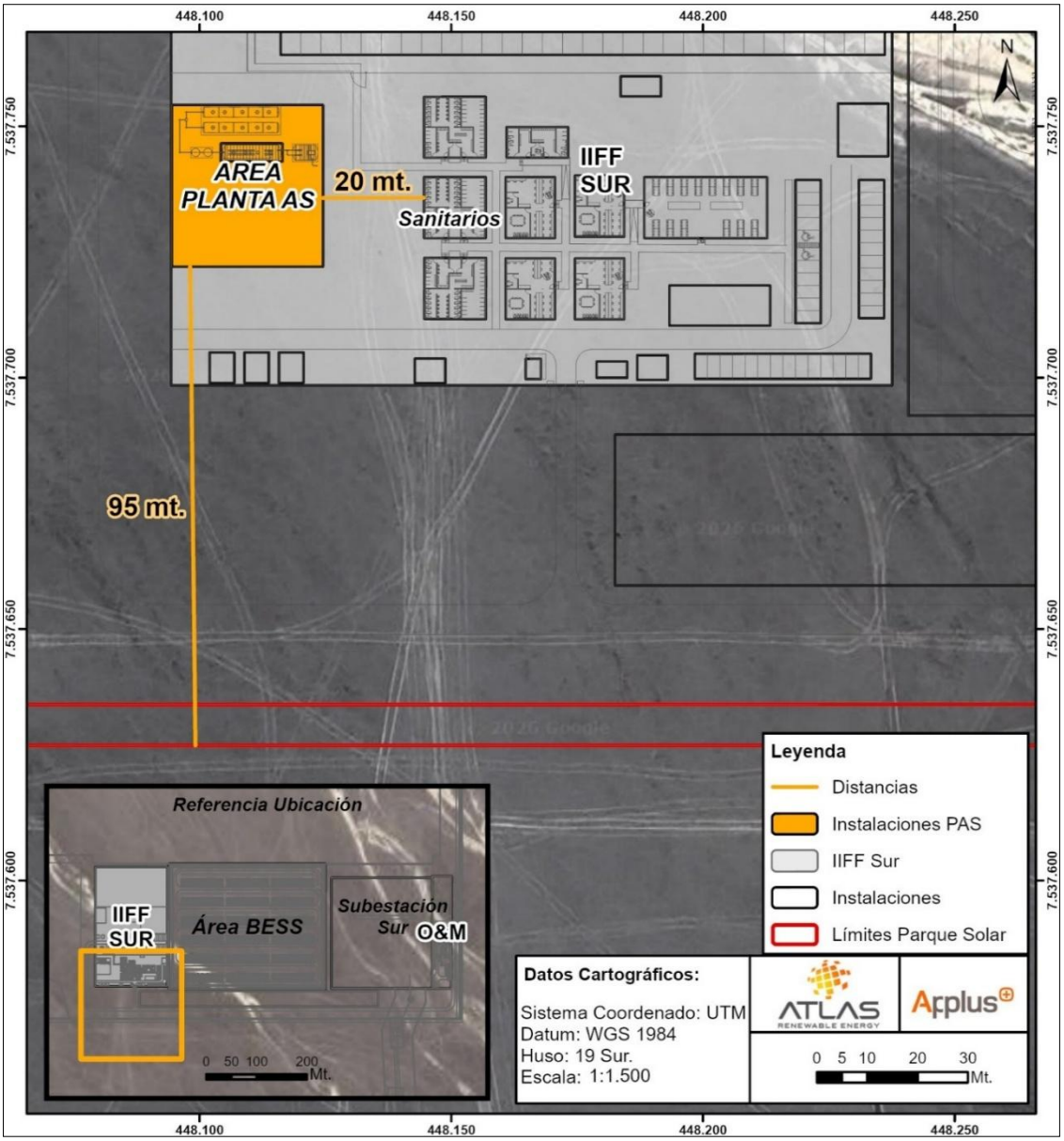


Fuente Elaboración Propia

3.2.3.1. <u>Fase construcción</u>

La ubicación de la planta de tratamiento de aguas servidas cumple con la distancia mínima de 20 m respecto de viviendas u otros inmuebles habitados, de conformidad con el Reglamento de Alcantarillados Particulares aprobado por el Ministerio de Salud y modificado mediante D.S. N.º 75 de 2004, la imagen siguiente, da cuenta de ello.

Figura 9. Distancia a deslindes y/o instalaciones más cercanas – Fase de Construcción.



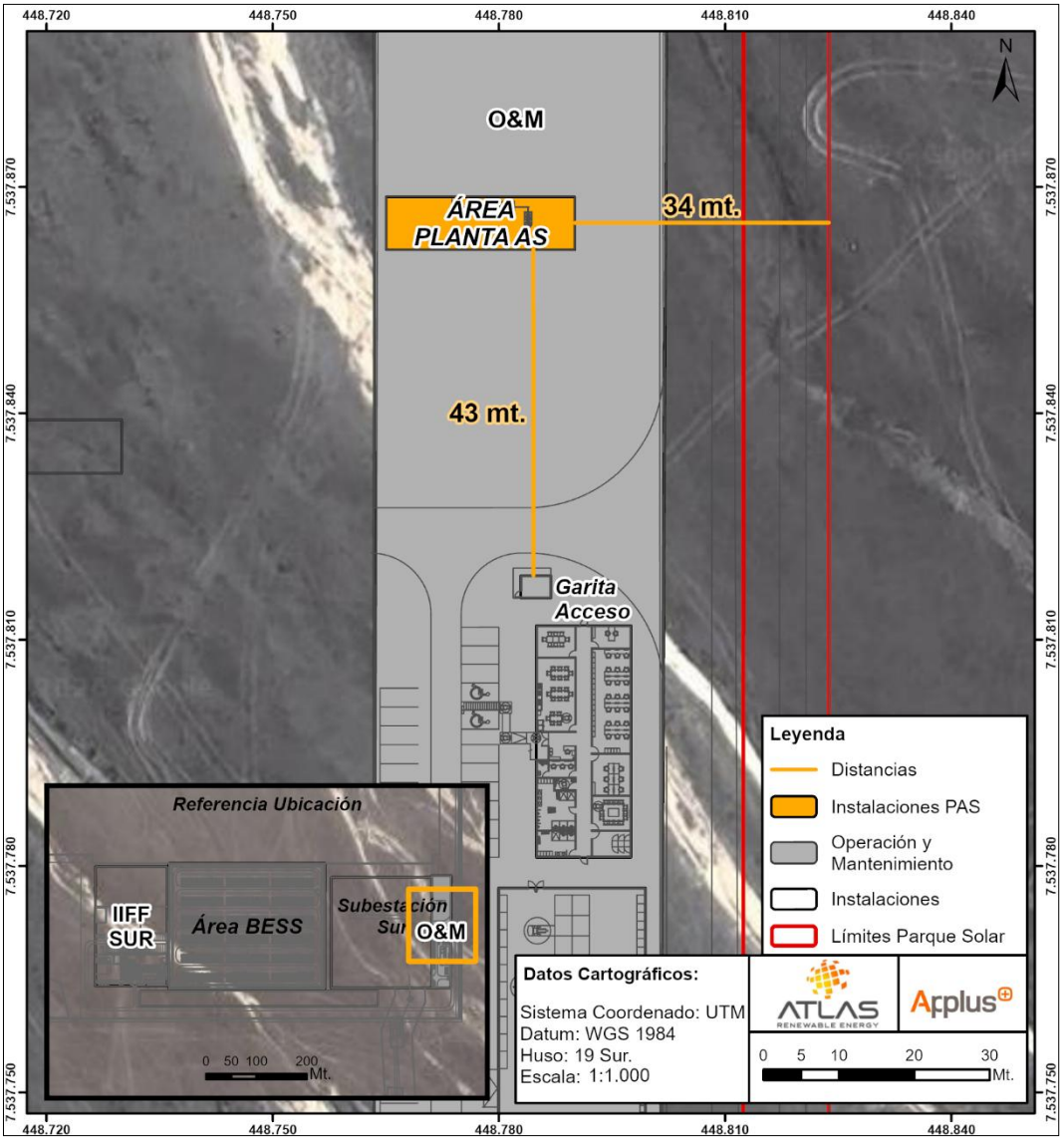
Fuente: Elaboración Propia.

Todos los planos planta y elevaciones en el apéndice A. Asimismo se acompaña Se acompaña KMZ en el apéndice D.

3.2.3.2. Fase de Operación

La ubicación de la planta de tratamiento de aguas servidas cumple con la distancia mínima de 20 m respecto de viviendas u otros inmuebles habitados, de conformidad con el Reglamento de Alcantarillados Particulares aprobado por el Ministerio de Salud y modificado mediante D.S. N.º 75 de 2004, la imagen siguiente, da cuenta de ello.

Figura 10. Distancia a deslindes y/o instalaciones más cercanas – Fase de Operación.



Fuente: Elaboración Propia.

Todos los planos planta y elevaciones en el apéndice A. Asimismo se acompaña Se acompaña KMZ en el apéndice D.

3.2.4. DISTANCIA ENTRE OBRAS AFECTAS A PAS 138 Y CURSOS DE AGUA

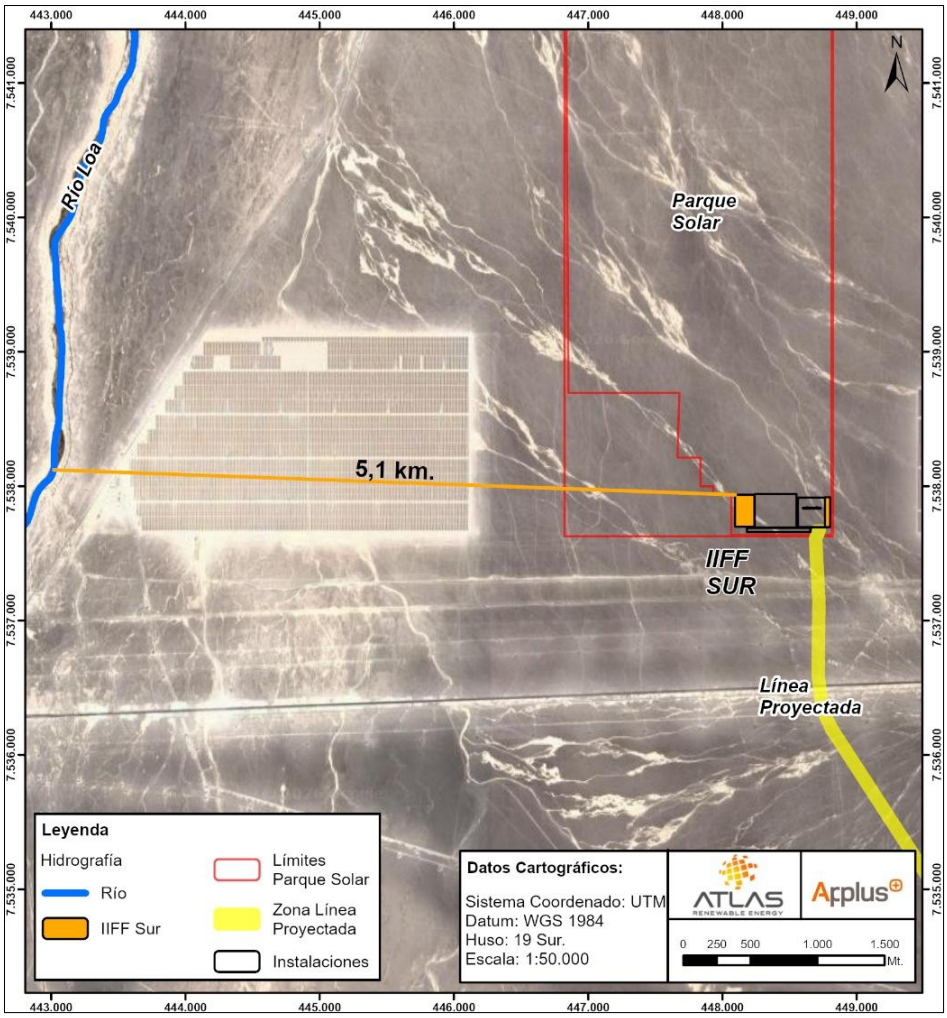
3.2.4.1. Fase de Construcción

Respecto a la distancia de las obras aplicables al PAS 138 y el curso de agua más cercano, dentro del área del Proyecto se identificó el Rio Loa a 5,1 kilómetros de la Planta de tratamiento de aguas servidas (PTAS), en la fase de construcción. En la siguiente tabla, se presenta la distancia a cursos de agua de cada obra que aplica al PAS 138.

Tabla 8. Distancia a cursos de agua - Fase de Construcción

Obra	Sector	Fase	Distancia a Curso de Agua	Dren
PAS 138	Instalación de Faenas	Construcción	5.1 km	Rio Loa

Figura 11. Ubicación de la Instalación de Faenas y su distancia a cursos de agua existentes.



Fuente: Elaboración Propia

3.2.4.2. Fase de Operación

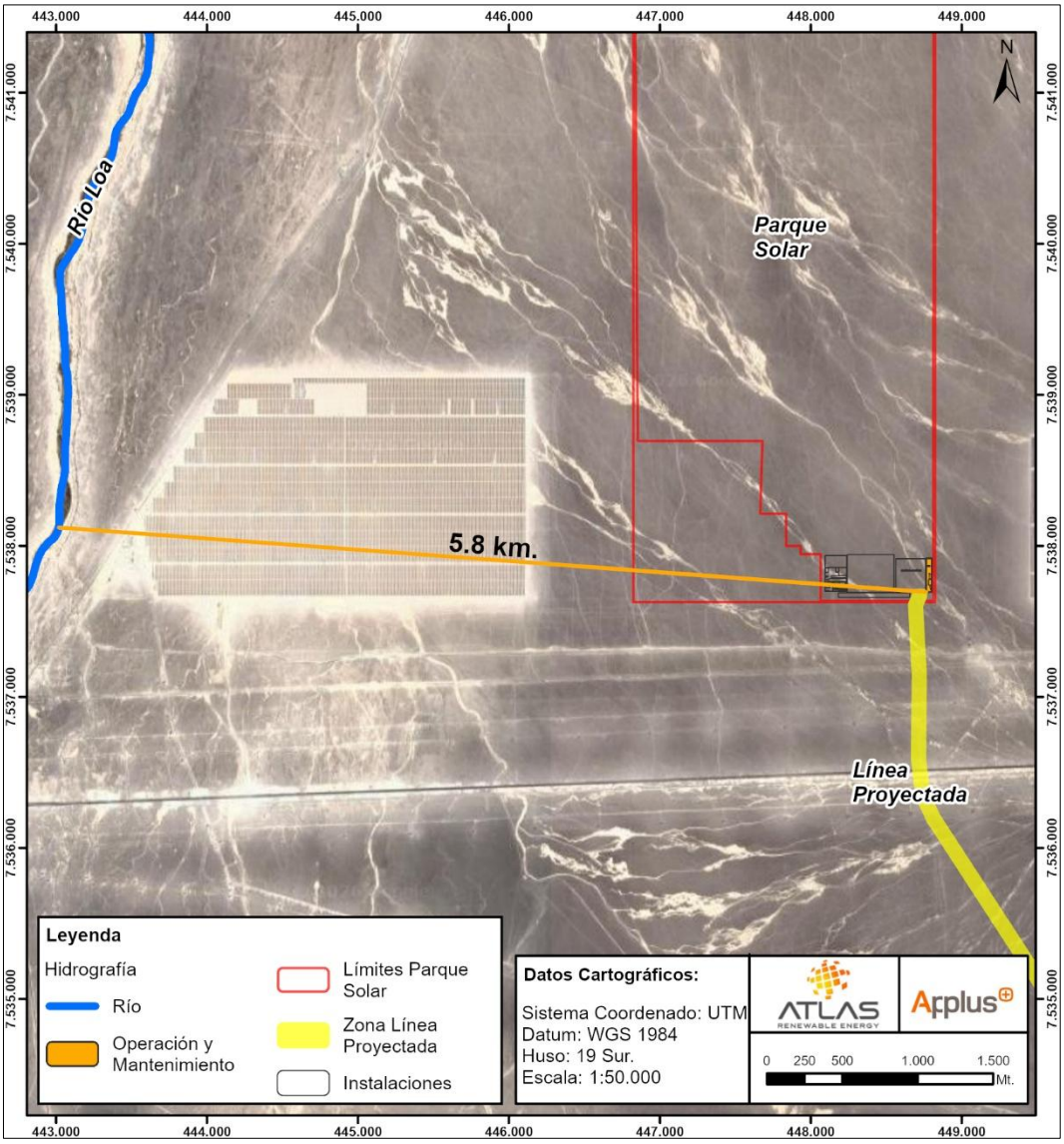
Por otro lado, en la fase de operación se considera la habilitación y uso de una planta de tratamiento de aguas servidas, la cual contempla drenes de infiltración, y que permanecerá operativa durante toda la vida útil del proyecto.

La Planta de Tratamiento de Aguas servidas para fase de operación, se encuentra a una distancia de 5,3 kilómetros del Río Loa, el curso de agua más cercano.

Tabla 9. Distancia a Cursos de agua - Fase de Operación.

Obra	Sector	Fase	Distancia a Curso de Agua	Dren
PTAS	O&M	Operación	5.8 km	Rio Loa

Figura 12. Ubicación PTAS O&M y su distancia a cursos de agua existentes.



Fuente: Elaboración Propia

3.3. GENERACIÓN DE AGUAS SERVIDAS

Las aguas servidas provendrán de los servicios sanitarios implementados durante las distintas fases del Proyecto, tales como duchas, lavamanos y baños (wc). A continuación, se detalla la generación de aguas servidas según la fase del Proyecto. El cálculo de generación de aguas servidas se realiza en base a una dotación de 150 L/persona/día y un coeficiente de recuperación de 1.

3.3.1. FASE CONSTRUCCIÓN

Durante la fase de construcción se generarán aguas servidas domésticas provenientes de los servicios higiénicos de IIFF Sur. Se recolectarán mediante tuberías y cámaras de inspección y se conducirán a la PTAS temporal. Para una dotación máxima de 550 personas y 150 L/persona/día, con factor de recuperación igual a 1, el caudal medio de diseño asciende a 82.500 L/día. La memoria técnica indica que el sistema cuenta con dos estanques de 50m3 para acumulación del 100% del efluente, el cual será utilizado para la humectación de caminos. Adicionalmente, en caso de emergencia, se utilizarán 18 drenes de 15,50 m, con superficie efectiva de infiltración de 279 m² y capacidad teórica de infiltración de 41.292 L/día para K = 148 L/m²/día.

El proyecto considera un total de 550 trabajadores en su peak, lo cual generará un caudal total de 82.500 litros.

Los drenes de infiltración serán 18 y tendrán 15,50 metros de largo cada uno.

Los factores considerados para estimar el cálculo del caudal total a generar durante la fase de construcción y cierre se presentan a continuación:

Tabla 10. Caudal de aguas servidas a generar - Fase de construcción.

Sistema	Instalación	Fase	Usuarios	Dotación	Caudal promedio	Cudal Máximo	Factor de recuperación	Periodo de Retención	Volumen útil propuesto
PTAS	IFF	Construcción	550	150	82.500	99.000	1	2 días	100.000

3.3.2. FASE DE OPERACIÓN

Durante la operación, las aguas servidas domésticas provenientes de los servicios higiénicos de O&M Sur serán conducidas mediante la red sanitaria a la PTAS permanente. Para 25 personas y una dotación de 150 L/persona/día, con factor de recuperación igual a 1, el caudal estimado es de 3.750 L/día. Se proyectan tres drenes de 10 m y 1 m de ancho, con superficie efectiva de 30 m². Aplicando K = 148 L/m²/día, la capacidad teórica resulta 4.440 L/día, condicionada a la representatividad del ensayo de infiltración y a la verificación de la napa en el punto de disposición.

El proyecto considera un total de 25 trabajadores en su peak, lo cual generará un caudal total de 3.750 litros.

Los drenes de infiltración serán 3 y tendrán 10 metros de largo.

Los factores considerados para estimar el cálculo del caudal total a generar durante la fase de construcción y cierre se presentan a continuación:

Tabla 11. Caudal de Aguas Servidas a generar - Fase de Operación.

Sistema	Instalación	Fase	Usuarios	Dotación	Caudal promedio	Cudal Máximo	Factor de recuperación	Periodo de Retención	Volumen útil propuesto
PTAS	O&M	Operación	25	150	3.750	4.400	1	2 días	4.700

3.3.3. CARACTERÍSTICAS FISICOQUÍMICAS DE LAS AGUAS SERVIDAS

Los efluentes por tratar corresponden a aguas servidas típicas que se generan en núcleos pequeños, provenientes de faenas, servicios higiénicos, etc. La caracterización fisicoquímica de las aguas servidas del
Proyecto y que llegarán a la PTAS se presenta a continuación:

Tabla 12. Caracterización Fisicoquímica de las Aguas Servidas.

Parámetro	Unidad	Valor típico
DBO5	mg/L	110 – 400
Detergentes	mg/L SAAM	1
Carbono orgánico total (COT)	mg/L	80 - 290
DQO	mg/L	250 – 1.000
Fósforo total	mg/L P	4 - 15
Nitratos	mg/L N-NO3	0,03
Nitritos	mg/L N-NO2	< 0,01
Nitrógeno Amoniacal	mg/L N-NH3	12 – 50
Nitrógeno total	mg/LN	20 – 85
pH	---	7,5 - 8,0
Sólidos Suspendidos totales	mg/L	100 – 350
Temperatura	ºC	10 – 12
Sólidos sedimentables	mg/L	5 – 20
Carbono orgánico total	mg/L	8 – 290
Aceites y Grasas totales	mg/L A y G	25 – 50
Nitrógeno Kjeldahl	mg/L N	30 – 60
Coliformes fecales	NMP/100 ml	E+06 - E+09
Poder espumógeno[1]	Mm	5

Fuente: Metcalf Eddy, Inc. 1995. Ingeniería de Aguas Residuales. Volumen 1: Tratamiento, vertido y reutilización. Mc GrawHill. 3er. Ed. pp. 125.

3.3.4. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS SERVIDAS

Durante la construcción se contempla una PTAS temporal para una dotación máxima de 550 personas, con acumulación de efluente tratado para humectación de caminos, se incluyen drenes de infiltración como resguardo. Durante la operación se contempla una PTAS permanente en O&M Sur para la dotación declarada de 25 personas, con disposición mediante drenes. La solución de cierre se integrará al cierre del Parque Fotovoltaico Alfa Solar. Las capacidades nominales de tratamiento deben verificarse con las fichas del fabricante y el caudal de diseño correspondiente a cada fase.

Durante la fase de operación, el proyecto contará con una planta de tratamiento de aguas servidas, del tipo lodos activados, para una población máxima de 25 personas.

3.3.5. PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS SERVIDAS (PTAS) CON MECANISMO DE LODOS ACTIVADOS

El sistema de plantas de tratamiento de aguas servidas del tipo lodos activados con aireación extendida considera las siguientes etapas de tratamiento:

1. Pretratamiento:

Las aguas servidas ingresan a la etapa de pretratamiento por el sistema de desbaste de sólidos gruesos, donde se realiza la eliminación de estos sólidos de mayor dimensión. Inmediatamente después, las aguas servidas pasan a la etapa de desbaste fino, donde se eliminan los sólidos de menor tamaño que puedan perjudicar las etapas de tratamiento y/o equipos posteriores del tratamiento. La limpieza de estas rejas se realiza en forma manual y los sólidos recolectados serán dispuestos en un contenedor de residuos para su posterior transporte y eliminación en un sitio de disposición autorizado.

El agua servida ya libre de sólidos gruesos y de menor tamaño, pasa al proceso de eliminación de arenas mediante un desarenador horizontal de limpieza manual. Este proceso cuenta con dos líneas de desarenado para así independizarla entre sí y poder realizar la limpieza de cada una en forma independiente. Las arenas recolectadas serán dispuestas en el mismo contenedor de residuos usado para recolectar los sólidos gruesos y finos generados en los procesos anteriores y, por lo tanto, serán igualmente enviadas a disposición final en un sitio de disposición final autorizado para recibir estos desechos.

Posteriormente el agua, ya libre de sólidos de cualquier tamaño, pasa al proceso de ecualización. Esta etapa tiene como función la eliminación de las cargas puntuales máximas tanto de caudales como de materia orgánica que puede afectar el sistema. Este sistema es tal que permite absorber los peaks puntuales de generación y considera un estanque con un sistema de aireación mediante difusores de burbuja fina y soplador de aire, para así lograr una eliminación de olores indeseables y una homogenización de las aguas. La impulsión de las aguas servidas desde esta etapa hasta el reactor biológico (aireación), se realiza mediante bombas sumergibles centrifuga controladas mediante sensor de nivel tipo flotador.

2. Aireación:

Luego del Pretratamiento, las aguas son vaciadas en un estanque de aireación. En ese estanque las aguas servidas son oxigenadas mediante inyectores de aire y difusores dispuestos en el fondo de la cámara de aireación. Los difusores inyectan burbujas de aire, iniciándose así un proceso de digestión aeróbica. En el estanque de aireación se forma una colonia bacteriana aeróbica la que se mantiene gracias al oxígeno y la materia orgánica proporcionada para su alimentación (degradación de la carga orgánica). El oxígeno y materia orgánica están estrechamente relacionados y el sistema de tratamiento es calibrado para entregar el oxígeno preciso para la cantidad de materia orgánica que se debe degradar (se diseña en función de la carga orgánica efluente a la planta y los requisitos del efluente). El agua tratada resultante va hacia la siguiente etapa.

3. Sedimentación:

Posterior a la aireación de las aguas, estas son transportadas hasta un clarificador, en el cual, mediante gravedad se genera la precipitación de aglomerados (lodos) que se forman por el proceso de degradación aeróbica, produciéndose la clarificación del efluente. El tiempo de permanencia de las aguas en el clarificador, debe ser de al menos 4 horas. Una parte de los lodos sedimentados en esta etapa son recirculados a la etapa de aireación para mantener la concentración de microorganismos deseada, con lo cual se asegura un buen funcionamiento de la Planta, y por otra parte se envía al digestor de lodos.

4. Desinfección:

El efluente de la cámara de sedimentación es llevado hacia la cámara de desinfección por contacto. Al ingreso de esta cámara, el agua en tratamiento entra en contacto con tabletas de hipoclorito de calcio (cloración), desinfectándose y adquiriendo además un excedente de cloro. A la salida de la cámara de contacto, el agua que ha sido sometida a cloración entra en contacto con tabletas de sulfito de sodio, siendo removido de esta manera el excedente de cloro (decloración).

- Cloración: El efluente, si bien, corresponde a un líquido cristalino e inodoro, no está libre de microorganismos patógenos, por lo que resulta imprescindible llevar a cabo un proceso de Desinfección. Una de las mejores alternativas para lograr este objetivo corresponde a la desinfección por medio de cloración, proceso de eficaz eficiencia de acción sobre los microorganismos patógenos presentes en las aguas servidas domésticas.

- Decloración: Esta etapa es necesaria, sobre todo, cuando el agua tratada sea requerida para humectación, ya que en esta etapa se retira el cloro residual presente en el efluente con un agente declarador.

5. Estanques de acumulación de agua tratada para humectación

Considerando una generación de agua tratada de 82,5 m³/día, asociada a una población máxima de 550 personas y una dotación de 150 L/persona día, se contempla un estanque de acumulación con una capacidad de 100 m³. Dicho volumen permite almacenar la producción diaria de agua tratada, incorporando un margen de seguridad operacional para asegurar su disponibilidad en actividades de humectación de caminos y control de emisiones de material particulado."

El agua tratada proveniente de la planta de tratamiento de aguas servidas será almacenada temporalmente en un estanque de acumulación, desde donde será destinada a su reutilización o disposición final conforme a la normativa vigente. Para 1 día de autonomía, el volumen mínimo del estanque es equivalente al caudal diario tratado:

$$V = Q \times T$$

Donde:

$$Q = 82{,}5\ m^3/día$$

$$T = 1\ día$$

$$V = 82{,}5 \times 1$$
$$V = 82{,}5\ m^3$$

Considerando un margen de seguridad del 20%

$$V = 82{,}5 \times 1{,}2$$
$$V = 99\ m^3$$

Por lo tanto, se considera un estanque comercial de aproximadamente **100 m³**.

6. Digestión de lodos:

En esta etapa, los microorganismos y bacterias que se generan en el sistema de tratamiento, llamados comúnmente "lodo", terminan su estabilización mediante la adición de cal viva (hidróxido de sodio) al lodo y deshidratación mediante filtro prensa. Los lodos estabilizados cumplirán con lo establecido en el D.S. N°4, del Ministerio de Salud, "Reglamento para el Manejo de Lodos Provenientes de Plantas de Tratamiento de Aguas Servidas". El retiro de los lodos generados estará a cargo de un servicio contratado, debidamente autorizado por la SEREMI de Salud Regional, para su disposición final en las dependencias de la empresa sanitaria regional o un tercero autorizado en el caso que exista.

3.3.6. DESCRIPCIÓN DE LA FORMA DE LA DISPOSICIÓN FINAL DEL EFLUENTE TRATADO SEGÚN CORRESPONDA

f.5. Disposición mediante obras de infiltración Fase de Construcción

En cumplimiento de los criterios establecidos para la disposición mediante obras de infiltración, se ha considerado un sistema de respaldo conformado por 18 drenes de infiltración, cada uno con una longitud de 15,5 m, destinados únicamente a operar en situaciones excepcionales que limiten temporalmente el reúso del efluente tratado, tales como mantenciones programadas, fallas operacionales de los sistemas de distribución, eventos climáticos adversos o cualquier otra condición que impida la utilización inmediata del agua tratada para humectación.

El índice de infiltración del terreno (K5) determinado mediante ensayo de infiltración corresponde a 148 L/m²/día. Dicho valor fue utilizado como antecedente de diseño para verificar la capacidad de absorción del terreno y la suficiencia de las obras de infiltración propuestas.

El sistema de infiltración estará constituido por zanjas drenantes con tuberías perforadas y material granular filtrante, distribuidas de manera de favorecer la infiltración uniforme del efluente tratado y mantener condiciones adecuadas de operación. La disposición y ubicación definitiva de los drenes se presenta en los planos del proyecto.

Asimismo, las obras de infiltración cumplirán con los distanciamientos exigidos por la normativa sanitaria vigente respecto de captaciones de agua destinadas al consumo humano, tanto de carácter superficial como subterráneo, resguardando la protección de los recursos hídricos y la salud de la población.

En consecuencia, el sistema de drenes propuesto constituye una medida de emergencia y respaldo operacional, mientras que la condición normal de funcionamiento del proyecto considera el almacenamiento temporal y posterior reutilización del efluente tratado en labores de humectación de caminos durante toda la fase de construcción.

f.5. Disposición mediante obras de infiltración Fase de operación

Durante la fase de operación del proyecto, las aguas servidas generadas por el personal serán tratadas mediante una Planta de Tratamiento de Aguas Servidas (PTAS), para posteriormente ser dispuestas en el terreno a través de un sistema de infiltración compuesto por drenes subterráneos.

De acuerdo con el ensayo de infiltración realizado para el proyecto, se determinó un índice de infiltración del terreno (K5) de 148 L/m²/día, valor utilizado para verificar la capacidad del terreno para recibir el efluente tratado generado durante la operación.

Conforme a la estimación de superficie para drenes, que se indica en punto 3.1.7 del presente documento, la superficie disponible para infiltración (30 m²) es superior a la superficie mínima requerida (22,8 m²), permitiendo la adecuada disposición del efluente tratado generado durante la fase de operación.

Asimismo, el sistema de infiltración se emplazará respetando los distanciamientos establecidos por la normativa sanitaria aplicable respecto de captaciones de agua destinadas al consumo humano, tanto superficiales como subterráneas.

f6. Reutilización del efluente tratado de las aguas servidas etapa construcción

En el siguiente apartado, se detalla la forma de disposición final de los efluentes tratados en las PTAS contempladas para las fases de construcción

Una hipótesis conservadora y razonable es considerar que el 90% del efluente tratado será efectivamente reutilizado en humectación, mientras que el 10% restante podría derivarse excepcionalmente a los drenes de infiltración debido a períodos de baja demanda, precipitaciones o restricciones operacionales.

Balance hídrico considerado

Caudal de agua tratada generado por la PTAS:

$$550\ personas \times 150\ L/persona \cdot día$$
$$Q = 82{,}5\ m^3/día$$

Distribución del efluente

Uso efectivo en humectación (90%)

$$82{,}5 \times 0{,}90 = 74{,}25\ m^3/día$$

Excedente máximo eventual hacia drenes (10%)

$$82{,}5 \times 0{,}10 = 8{,}25\ m^3/día$$

El efluente tratado generado por la Planta de Tratamiento de Aguas Servidas, estimado en 82,5 m³/día, será destinado preferentemente a actividades de humectación de caminos interiores y control de emisiones de material particulado. Para efectos del balance hídrico y considerando variaciones operacionales y estacionales en la demanda de agua para humectación, se estima que aproximadamente el 90% del volumen tratado, equivalente a 74,25 m³/día, será reutilizado efectivamente en dichas actividades.

El 10% restante, correspondiente a un máximo de 8,25 m³/día, podrá ser derivado de manera ocasional al sistema de drenes de infiltración. En este sentido, los drenes no constituyen el sistema principal de disposición del efluente tratado, sino una infraestructura de respaldo destinada a otorgar flexibilidad operacional frente a excedentes temporales de agua tratada, asegurando la continuidad operacional de la planta y evitando acumulaciones o reboses no controlados.

De esta forma, el proyecto prioriza la reutilización del recurso hídrico tratado, destinando la mayor parte del efluente a usos operacionales internos y manteniendo la infiltración únicamente como una medida de seguridad y contingencia. Resumen del balance hídrico:

Tabla 13. Balance hídrico.

Balance hídrico		
Concepto	**Caudal (m3/día)**	**%**
Agua tratada generada	82,50	100
Reutilización para humectación	74,25	90

Eventual infiltración por drenes de seguridad	8,25	10
Total dispuesto	82,50	100
Superficie de humectación asociada		
Parámetro	**valor**	
Caudal para humectación	74,25 m3/día (74.250 L/día)	
Tasa de riego	1 L/m2 por riego	
Frecuencia	3 riegos/día	
Tasa diaria	3 L/m2/día	
Área a humectar	74.250 L/día ÷ 3 L/m2/día= 24.750 m2 (2,48 ha)	

3.3.7. DIMENSIONAMIENTO DE DRENES

- **Fase Construcción**

Cada planta de tratamiento que será empleada por el Proyecto será del tipo modular con mecanismo de lodos activados, y contará con una capacidad útil de 100 m3 para el caso de la IFF para la fase de construcción y cierre. Los efluentes de cada PTAS serán enviados a través de una cámara distribuidora a los drenes de infiltración.

El dimensionamiento del sistema de absorción se realizó se acuerdo con el coeficiente obtenido tras la ejecución del ensayo de infiltración (Apéndice X del presente documento), el cual fue realizado según lo dispuesto en el D.S. N°236/1923 Reglamento general de alcantarillados particulares, fosas sépticas y cámaras filtrantes. El ensayo de infiltración arrojó los siguientes valores de coeficiente de absorción:

1. Instalación de faenas: **k:148 L/m2/día**

El caudal de diseño corresponderá al volumen de generación diario. Se considerará, además, una superficie necesaria para infiltrar el efluente a partir del coeficiente k y el valor del caudal total, y la longitud total (LT) de drenes se calculará para un ancho de zanja A=1 m considerando los parámetros de caudal total y el mismo coeficiente k.

Para determinar la longitud necesaria del (los) dren(es), se utiliza la siguiente Ecuación.

$$LT = Np * D^* F / A * K$$

Donde;

Np: N° de personas (550máximo para las IFF)

D: Dotación (150 l/personas/día)

F: Factor de recuperación (100% = 1)

A: Ancho útil de infiltración (1 m)

K: Coeficiente de infiltración (l/m2/día).

En la Tabla a continuación se presenta la cantidad de drenes y la longitud de estos para las PTAS, utilizadas por el Proyecto durante las fases de construcción y cierre.

Tabla 14. Dimensionamiento de los Drenes de Infiltración - Fase de construcción y cierre.

Sistema	Instalación	Coeficiente de absorción (l/m2/día)	Número de drenes	Longitud individual (m)	Longitud total (m)	Ancho zanja (m)	Superficie efectiva de infiltración (m2)
PTAS	**Instalación de faenas**	**148**	**18**	**15.50**	**279**	**1**	**279**

- **<u>Fase de Operación</u>**

De la misma forma, para la fase de operación se contará con una planta de tratamiento de aguas servidas, del tipo lodos activados, con estanque acumulador y drenes de infiltración, durante toda la vida útil del proyecto.

El dimensionamiento del sistema de absorción se realizó se acuerdo con el coeficiente obtenido tras la ejecución del ensayo de infiltración (Apéndice X del presente documento), el cual fue realizado según lo dispuesto en el D.S. N°236/1923 Reglamento general de alcantarillados particulares, fosas sépticas y cámaras filtrantes. El ensayo de infiltración arrojó los siguientes valores de coeficiente de absorción:

2. Instalación de faenas: **k:148 L/m2/día**

El caudal de diseño corresponderá al volumen de generación diario. Se considerará, además, una superficie necesaria para infiltrar el efluente a partir del coeficiente k y el valor del caudal total, y la longitud total (LT) de drenes se calculará para un ancho de zanja A=1 m considerando los parámetros de caudal total y el mismo coeficiente k.

Para determinar la longitud necesaria del (los) dren(es), se utiliza la siguiente Ecuación.

$$LT = Np * D * F / A * K$$

Donde;

Np: N° de personas (25 máximo para la operación)

D: Dotación (150 l/personas/día)

F: Factor de recuperación (100% = 1)

A: Ancho útil de infiltración (1 m)

K: Coeficiente de infiltración (l/m2/día).

En la Tabla a continuación se presenta la cantidad de drenes y la longitud de estos para las PTAS para la vida útil del proyecto.

Tabla 15. Dimensionamiento de los drenes de infiltración - Fase de Operación.

Sistema	Instalación	Coeficiente de absorción (l/m2/día)	Número de drenes	Longitud individual (m)	Longitud total (m)	Ancho zanja (m)	Superficie efectiva de infiltración (m2)
PTAS	**O&M**	**148**	**3**	**10**	**30**	**1**	**30**

3.3.8. INDICACIÓN DEL PERIODO DE RETORNO CONSIDERADO PARA EL DISEÑO DE LOS DESAGÜES DE AGUAS LLUVIAS

El Proyecto no contempla descargas directas de aguas lluvia al sistema sanitario.

3.3.9. ESTUDIO DE VULNERABILIDAD

Dado que se contempla infiltración del efluente tratado, corresponde presentar antecedentes técnicos que permitan evaluar la vulnerabilidad del medio receptor, por lo que deberán complementarse antes del ingreso sectorialmente.

3.3.10. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS SERVIDAS Y DISPOSICIÓN, DE TRATARSE DE UNA FOSA SÉPTICA

No aplica

3.3.11. DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA GENERACIÓN Y MANEJO DE LODOS

Fase de construcción, operación

Las aguas tratadas corresponden a efluentes domiciliarios, por tanto, los lodos generados por el manejo de éstas no representan ninguna característica de peligrosidad señaladas del D.S. Nº148/03 “Reglamento sobre manejo de residuos peligrosos” del MINSAL. Dichos lodos permanecerán un tiempo de residencia de acuerdo con las especificaciones del fabricante y posteriormente retiradas por un proveedor autorizado, en un periodo no superior a seis (6) meses.

La PTAS operará mediante un proceso de lodos activados en modalidad de aireación extendida. Considerando una población de diseño de 550 personas, una carga orgánica de 45 g DBO_5/persona·día, una eficiencia de remoción del 90% y una producción específica de biomasa de 0,4 kg SST/kg DBO_5 removida, se estima una generación aproximada de 8,9 kg SST/día de lodos biológicos, equivalentes a 3,25 toneladas anuales de sólidos secos

Los lodos serán acumulados temporalmente en las unidades de almacenamiento asociadas a la PTAS y retirados periódicamente por una empresa autorizada para su posterior tratamiento, valorización o disposición final en instalaciones autorizadas.

Para la planta de tratamiento de aguas servidas que atiende a 25 trabajadores, considerando una generación de carga orgánica de 45 g DBO_5/persona·día,, una eficiencia de remoción del 90% y una producción específica de biomasa de 0,4 kg SST por kg de DBO_5 removida, se estima

una generación aproximada de **0,405 kg SST/día de lodos biológicos**, equivalente a **0,15 toneladas anuales de sólidos secos**. Considerando una concentración de sólidos de entre 2% y 3% durante su extracción, la generación corresponderá aproximadamente a **4,9 a 7,4 m³/año de lodo húmedo**. Los lodos serán almacenados temporalmente en las unidades de la PTAS y retirados periódicamente por un gestor autorizado para su tratamiento y disposición final en instalaciones autorizadas.

De acuerdo con las características de diseño, la generación de lodos máxima para cada fase se presenta en la tabla a continuación.

Tabla 16. Generación de Lodos.

Fase	Localización	N° PTAS	Mano de Obra	caudal a tratar (m3/mes)	Generación de lodos en base seca (ton/año)
Construcción (30 días/mes)	IIFF	1	550	82,500 m3/día (2475 m3/mes)	3,25
Operación (22 días mes o 5 días/ semana)	O&M	1	25	3,75 m3/día (112,5 m3/mes)	0,15

Fuente: Elaboración Propia.

<u>Procedimiento de manejo de lodos</u>

El procedimiento del manejo de lodos considera al menos lo siguiente:

1. Extracción mediante camión limpiafosas y/o equipo de succión autorizado, ejecutado por personal capacitado.
2. Retiro programado desde reactores, cámaras y fosas sépticas bajo condiciones controladas de operación.
3. Verificación previa de conexiones, válvulas y hermeticidad de los equipos de extracción.
4. Implementación de medidas preventivas orientadas al control de derrames, incluyendo bandejas de contención, kits de absorción y supervisión permanente durante la actividad.
5. Transporte en equipos estancos y autorizados sanitariamente, evitando pérdidas de material durante el traslado.
6. Limpieza y verificación posterior de las áreas intervenidas una vez concluidas las labores de extracción.

La frecuencia de retiro se detalla por unidad sanitaria en la siguiente tabla.

Tabla 17. Frecuencia de retiro de lodos.

El retiro de los lodos será registrado de acuerdo con el formato de la siguiente tabla.

Sistema	Instalación	Frecuencia de retiro
PTAS	Instalación de faenas	Cada 6 meses
	O&M	Cada 6 meses

Tabla 18. Formato de registro de retiro de lodos.

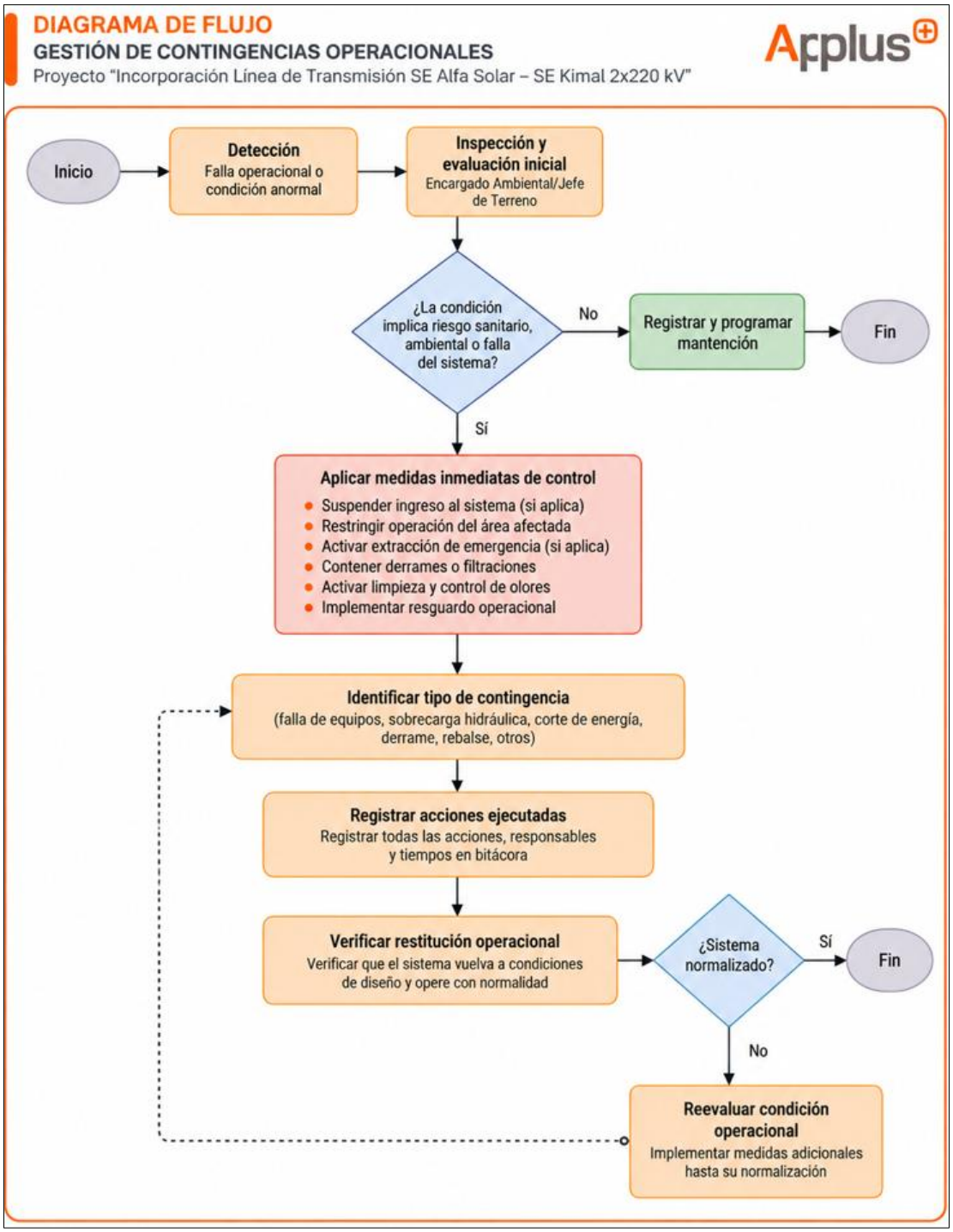
Información General	
Instalación	
Fecha de retiro	
Hora	
Sistema (PTAS/Fosa séptica)	
Empresa encargada del retiro	
Caracterización del retiro	
Volumen estimado retirado (m3)	
Estado del sistema previo al retiro	
Presencia de rebalse o contingencia	Sí/No
Destino y Disposición Final	
Lugar de disposición final autorizado	
Dirección del sitio receptor	
N° Comprobante (guía, documento, etc.)	
Fecha de disposición final	
Firmas	
Responsable del retiro	
Jefe de Terreno/ Encargado Ambiental	

3.4. PROGRAMA DE MONITOREO

No se contempla un programa de monitoreo, ya que los lodos serán extraídos directamente desde el compartimiento digestor de lodos por un camión limpia fosas hermético, de propiedad de una empresa debidamente autorizada para transferir y hacer la disposición final en lugares autorizados fuera del área del proyecto. Por otro lado, una vez operativa las PTAS de cada fase del proyecto, se tomará una muestra del efluente y se analizará bajo los parámetros de la Tabla N° 1 del D.S. Nº 90/00, Norma de Emisión Para la Regulación de Contaminantes Asociados a las Descargas de Residuos Líquidos a Aguas Marinas y Continentales y de la NCh 1.333.

3.5. FLUJOGRAMA DE ACCIONES CORRECTIVAS INMEDIATAS

Figura 13. Flujograma de acciones correctivas inmediatas.



3.6. PROGRAMA DE CAPACITACIÓN Y SIMULACROS

El presente programa de capacitación y simulacros tiene por objetivo asegurar que el personal involucrado en la operación y mantenimiento de los sistemas sanitarios cuente con las

herramientas necesarias para actuar correctamente frente a situación de emergencia, contingencias y fallas operacionales.

Tabla 19. Programa de capacitación y simulacros.

Tema de Capacitación	Contenido	Frecuencia	Personal asistente
Operación de sistemas sanitarios	Funcionamiento de PTAS, fosas sépticas y drenes	Inicial y anual	• Operadores • Personal mantenimiento
Procedimiento de contingencias sanitarias	Activación de protocolos, programa de acciones	Semestral	Todo el personal involucrado
Uso de Equipos de Protección Personal (EPP)	Riesgo biológico y seguridad sanitaria	Trimestral	Todo el personal involucrado
Manejo de residuos contaminados	Segregación, almacenamiento y disposición	Semestral	Todo el personal involucrado
Primeras acciones frente a fallas críticas	Rebalses, colapso de sistemas e infiltraciones	Semestral	Todo el personal involucrado
Comunicación y reporte de emergencias	Notificación interna y a Autoridades	Anual	Supervisores y jefaturas
Simulacro de emergencias	Falla operacional de los sistemas	Anual	Todo el personal involucrado

Adicionalmente, los responsables de la contención de emergencias sanitarias se describen a continuación.

Tabla 20. Responsables operacionales de contingencias sanitarias.

Cargo	Responsabilidad Principal
Jefe de Turno o Encargado Ambiental	Activar el procedimiento de la emergencia y coordinar las medidas inmediatas de contención.
Operador PTAS	Supervisar la contención ambiental, coordinar limpieza y verificar disposición final de residuos.
Prevencionista de Riesgos	Verificar condiciones de seguridad para el personal de respuesta y uso de EPP.
Administrador de Contrato o Jefe de Campamento	Gestionar recursos externos y coordinar servicios de apoyo especializados.

El Jefe de Turno o Encargado Ambiental será el principal responsable durante el día, mientras que el Prevencionista de Riesgos será el principal responsable en el turno de noche.

3.6.1. PLAN DE CONTINGENCIAS

Para las situaciones derivadas del mal funcionamiento del sistema de saneamiento de aguas servidas, se procederá de la siguiente manera.

- Una vez detectada una falla en la PTAS, el encargado de la oficina en la faena dará aviso del desperfecto y se comunicará con la empresa encargada del retiro para que realice el retiro inmediato de las aguas y las derive a un sitio de disposición autorizado. Se suspenderá el uso de los servicios higiénicos.
- En caso de generarse olores molestos, se considerará la adición de químicos oxidantes que tienen por objetivo oxidar gases odoríferos como Ácido Sulfhídrico, Cloro, Peróxido de Hidrógeno, Ozono, etc. Estos químicos son comúnmente aplicados en la entrada de la PTAS y en el Tratamiento Preliminar. Los reactivos más usados son la Precloración, la Ozonización en menor escala y las Sales de hierro, el que reacciona con el H2S, formando un precipitado.
- Durante la operación, y si se produce fuga de aguas no tratadas, se llevará una excavadora o retroexcavadora al sitio para crear pretiles de contención y prevenir fugas del efluente de la PTAS.
- Durante la contingencia, además del retiro de las aguas servidas, se contratará una empresa autorizada para que instale baños químicos mientras dure la contingencia.
- Una vez superada la contingencia, se recolectará el material que hubiese sido contaminado con aguas no tratadas y se enviarán a un sitio de disposición de lodos autorizado.
- El titular del proyecto elaborará un informe de la contingencia cuantificando volúmenes de aguas, lodos y otros materiales involucrados, y dará aviso a SEREMI de Salud y SMA de lo ocurrido.

3.6.2. PLAN DE EMERGENCIAS

Para las situaciones de emergencias en el funcionamiento del sistema particular de alcantarillado se procederá de la siguiente manera:

- Suspender el uso de servicios higiénicos.
- Movilizar al área de PTAS una retroexcavadora que construirá pretiles de contención.
- Retiro de las aguas por camión limpia fosas.
- Movilizar baños químicos al área del proyecto.
- Retiro de materiales contaminados y disposición en sitio autorizado.
- Comunicar situación a SEREMI de Salud y SMA.

En caso de ocurrir un derrame asociado a la PTAS se procederá de la siguiente manera:

- Notificar inmediatamente al supervisor
- Detener la fuga que genera el derrame. Se sacará de funcionamiento la planta de tratamiento mientras se repara la filtración, lo cual impedirá la utilización de las instalaciones sanitarias y por ello se deberán paralizar todas las actividades. El personal solo podrá retornar a sus funciones una vez resuelta la emergencia.
- Identificar el material derramado.
- Esparcir material absorbente (arena, aserrín u otro) sobre el derrame.
- Remover el material absorbente

- Remover cualquier líquido libre a través de absorción, baldeo, aspiración, bombeo, etc.
- El material usado para la contención y absorción del derrame corresponderá a un residuo peligro, razón por la cual deberá ser manejado, transportado y dispuesto según lo establecido en el D.S. N° 148/03 Reglamento Sanitario Sobre Manejo de Residuos Peligrosos.
- Registro del derrame en un "Libro de Derrames" indicando su volumen y sustancia derramada. Todos los supervisores serán responsables de ocuparse de los derrames y notificar al personal de la obra de construcción respecto de las acciones especiales o necesarias que deben tomarse según lo dicte la situación. El Titular, los contratistas y subcontratistas deben mantener su compromiso de resolver cualquier proceso o condición deficiente que pudiera haber construido a los derrames o descargas. El personal de Medio Ambiente y el personal de Prevención de Riesgos tomarán medidas para asegurar y documentar la operación de limpieza e identificar medidas correctivas para impedir su recurrencia.

3.7. INDICADORES DE CUMPLIMIENTO

El indicador de cumplimiento corresponderá a:

- Aprobación Ambiental del PAS 138 otorgada mediante RCA.
- Aprobación Sanitaria del Permiso para todo lugar destinado para las Plantas de Tratamiento de Aguas Servidas por la SEREMI de Salud respectiva de manera sectorial (post RCA).

3.8. ANEXOS

- Apéndice A. Emplazamiento
- Apéndice B. Corte y elevación
- Apéndice C. Ensayo de Absorción
- Apéndice D. Archivos digitales
- Apéndice E. Distancia a Cauces
- Apéndice F. Memorias