



Anddes Asociados SAC
info@anddes.com
www.anddes.com

Av. Javier Prado Este Cdra. 48
Edificio Capital Golf, Piso 13
Surco, Lima 15023, Perú
T +51 1 317 4900

Declaración de Impacto Ambiental (DIA)

Informe de levantamiento de observaciones ANA

INFORME TÉCNICO N° 0007-2025-
ANA-DCERH-N_RECHEVARRI

2013.10.0002-31-100-30-ITE-001

Revisión 0

Mayo 2025

Proyecto de exploración minera Katy



Preparado para:

Cultinor SAC



Publicado: 05-06-2025

CONTENIDO

1.0 LEVANTAMIENTO DE OBSERVACIONES DE LA AUTORIDAD NACIONAL DEL AGUA (ANA)	2
1.1 Observación N° 1	2
1.2 Observación N° 2	3
1.3 Observación N° 3	5
1.4 Observación N° 4	6
1.5 Observación N° 5	9
1.6 Observación N° 6	10

Anexos

Anexo 1 Agua (ANA)	Mapas del Informe de levantamiento de observaciones de la Autoridad Nacional del
Anexo 2 Agua (ANA)	Anexos del Informe de levantamiento de observaciones de la Autoridad Nacional del

1.0 LEVANTAMIENTO DE OBSERVACIONES DE LA AUTORIDAD NACIONAL DEL AGUA (ANA)

Mediante Informe Técnico N° 0007-2025-ANA-DCERH-N_RECHEVARRU, con fecha 11 de febrero de 2025, la Autoridad Nacional del Agua (ANA) a través de la Dirección General de Asuntos Ambientales Mineros (DGAAM) notificó a Cultinor SAC (en adelante, Cultinor) seis (06) observaciones a la Declaración de Impacto Ambiental del proyecto de exploración minera Katy (en adelante, Proyecto). A continuación, se presenta la absolución a dichas observaciones.

DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

1.1 Observación N° 1

De acuerdo a lo presentado en el ítem 2.7.2. "Descripción de los componentes del proyecto" y del Mapa 2.9 "Componentes propuestos del proyecto" se observa lo siguiente:

- a. En la Tabla 2.18 "Ubicación y características de las plataformas" se indica que el cuerpo de agua más cercano a la PLT-033 y PLT-034 es la "Q. Salluma", la cual no se visualiza en el Mapa 2.9. Por lo tanto, deberá incluir este cuerpo de agua en los mapas respectivos.
- b. Delimitar la faja marginal de los cuerpos de agua presentes en el área de estudio (según el inventario de fuentes de agua), considerando las disposiciones establecidas en el Reglamento para la Delimitación y Mantenimiento de Fajas Marginales, Resolución Jefatural N° 332-2016-ANA. Se debe incluir la visualización de la faja marginal en el mapa de componentes principales y auxiliares del proyecto, e indicar si el cauce y/o faja marginal y/o áreas de drenaje de dichos cuerpos de agua pueden verse afectado por los componentes y las actividades del proyecto, indicando las medidas de mitigación y/o compensación ambiental que correspondan.

Respuesta N°1

- a. En atención a lo observado, se actualiza el Mapa 2.9 "Componentes del Proyecto" incluyendo la etiqueta de la quebrada Salluma donde corresponda. De manera similar, se actualizan los demás mapas donde obre esta información.
- b. En atención a lo observado, es importante precisar que dentro del área efectiva del proyecto (área donde se ubican los componentes principales y auxiliares del proyecto, ver Mapa 2.9A), no se identificaron cuerpos de agua. Por lo indicado, no se prevé la afectación y/o intervención de la faja marginal al no identificarse cuerpos de agua en el área efectiva del proyecto.

Los cuerpos de agua (quebradas) más cercanos al área efectiva corresponden a la quebrada Salluma y la quebrada Huacallane. Como se observa en el Mapa 2.9A, la quebrada Salluma se ubica aproximadamente a 600 m de la plataforma PLT-0 34 y la quebrada Huacallane se ubica aproximadamente a 400 m de la plataforma PLT-0 02 A.

1.2 Observación N° 2

Con respecto a las estructuras para manejo de aguas de escorrentía, se tiene lo siguiente:

- a. En el ítem 2. 7.2.2.2 "Canales de coronación" indican que estas estructuras alrededor de cada plataforma de exploración serán para la captación de aguas de escorrentía producto de las precipitaciones y que la salida de los canales de coronación, en la medida de lo posible, estará dirigido hacia la ladera natural (siguiendo la pendiente) o hacia la cuneta la cuneta del acceso de ingreso de la plataforma. sin embargo, no presenta la descripción técnica de los diseños de los canales de coronación que serán implementados en las 40 plataformas de perforación.
- b. En el ítem 2. 7.2.2.2 "Canales de coronación" indican que de acuerdo con lo indicado en el Capítulo 6 - Plan de manejo ambiental, se realizará el mantenimiento adecuado del sistema de drenaje. Sin embargo, no se encontró la mención al mantenimiento esta estructura en dicho capítulo, por lo tanto, se debe presentar la medida referida al mantenimiento adecuado de las estructuras de captación de aguas de escorrentía producto de precipitaciones.
- c. Precisar el caudal máximo de diseño para los canales de coronación y cunetas (accesos) y el periodo de retorno utilizado en el diseño, en este caso describir el proceso para determinar el caudal máximo y el periodo de retorno. La información histórica (adjuntar data) a utilizar sería por lo menos de 20 años a más. Asimismo, se deberá precisar las fuentes de agua receptoras del agua que será conducida por los canales de coronación y cunetas, señalando las medidas de manejo para evitar afectar la calidad de agua de dichas fuentes receptoras.

Respuesta N° 2

- a. En respuesta a la observación, en el Anexo 2.9 se presenta la descripción técnica de los canales de coronación que serán implementados en las 40 plataformas de perforación. En el documento se indica lo siguiente:
 - Los canales de coronación son temporales, ello teniendo presente que la operación de una plataforma tendrá una duración aproximada de 10 días. Sin embargo, y para fines del diseño se considera una vida útil de 6 meses;
 - Los canales de coronación tienen la función de derivar las aguas de escorrentía de origen pluvial a fin de evitar su contacto con las actividades del proyecto. Se considera como riesgo admisible 25%;
 - Los canales de coronación son de tierra con un coeficiente de rugosidad de Manning de 0.022;
 - Los canales de coronación tendrán una sección triangular con un talud de 0.83H:1V. Para fines del presente análisis se considera una base de 0.50 m y una altura máxima de 0.30 m;
 - Los canales de coronación presentarán un pendiente longitudinal promedio entre 1% y 5%;
 - Se considera un borde libre de 20%, sobre el tirante.
- b. En atención a la observación, a continuación, se detallan las medidas de mantenimiento de las estructuras de captación de aguas de escorrentía producto de precipitaciones:

- Inspección de los canales de coronación para verificar si hay zonas erosionadas, debilitadas o con signos de inestabilidad. En el caso de presentarse alguna afectación, estos deberán ser oportunamente perfilados, compactados o rehabilitado para asegurar su correcto funcionamiento.
 - Limpieza manual de todas los canales de coronación para mantener las superficies libres de sedimentos, lodo y obstáculos que interrumpen el comportamiento normal de los flujos y atrofién la funcionalidad de las estructuras.
- c. En respuesta a la observación, en el Anexo 2.9 se presentan los caudales máximos de diseño para los canales de coronación y la metodología asociada para el dimensionamiento de las cunetas. Asimismo, en el documento se indica que como periodo de retorno se considera 2 años. Cabe indicar que para el análisis de precipitaciones máximas en 24 horas se consideró a la estación meteorológica Pampa Umalzo para un registro de datos de 20 años (1993 al 2012).

Respecto a las fuentes de agua receptoras del agua provenientes de los canales de coronación, estas no serán descargadas a ningún cuerpo de agua. Como se observa en el Mapa 2.9B los puntos de descarga se ubicarán lo más próximo de los componentes (plataformas y accesos) a fin de retornar las aguas captadas a la ladera natural, los cuales contarán con infraestructuras necesaria para la correcta descarga. Como se puede apreciar en el mapa, los puntos de descarga se ubican distantes (a más de 400 m) de las quebradas Salluma y Huacallane.

En complemento se detalla que para cada punto de descarga se considera lo siguiente:

- Pozas o trampas de sedimentos: Son excavaciones de pequeña dimensión, que recolectan el agua proveniente de los canales y permite que los sedimentos decanten por gravedad en el fondo de la poza, y el agua limpia rebosa de manera lenta a una entrega protegida.
- Protección de entrega (ubicados a la salida de drenaje): para ello se utilizará enrocados, con material propio de la zona. El enrocado se dispone a manera de colchón, con una pendiente baja o nula.

LÍNEA BASE

1.3 Observación N° 3

En el ítem 3.1.1.4.3 "Precipitación máxima en 24 horas" indica que desarrolla el análisis en base al registro de la estación Pampa Umalzo (Titijones) siendo este el más representativo para el proyecto por la altitud y considerando que la información disponible comprende el periodo 2019-2023. Indica que tomaron los máximos anuales para el periodo completo de los registros originales, y que fueron corregidos por el factor 1.13 correspondiente al ajuste para datos diarios. De ese análisis, presenta resultados de precipitación máxima en 24 horas para periodos de retorno de 2, 5, 10 y 20 años. Al respecto, se requiere adjuntar las hojas originales de SENAMHI para validar la información presentada debiendo presentar los archivos digitales para validar los cálculos realizados.

Respuesta N° 3

En atención a la observación, en el Anexo 3.1A "Data original de SENAMHI" se adjunta las hojas originales de SENAMHI del registro en la estación Pampa Umalzo (Titijones) del parámetro "Precipitación máxima en 24 horas" para el período 2019-2023.

1.4 Observación N° 4

En el ítem 3.1.5.3 "Hidrogeología", presenta una descripción de las unidades hidrogeológicas, recarga, descarga, geometría y dirección de flujos. Al respecto, se debe realizar la descripción de la napa freática evaluando la conexión de estos flujos con las fuentes de aguas superficiales (quebradas, ríos y manantiales), presentar el mapa de hidroisohipsas y direcciones flujo, en base a estudios hidrológicos realizados, principalmente donde se proyectan las plataformas, asimismo, se debe presentar el modelo hidrogeológico que considere la interpretación hidrogeológica, recarga y descarga de agua subterránea y presencia de aguas subterráneas.

Respuesta N° 4

En atención a la observación, en la sección 3.1.5.3 "Hidrogeología" se incluye la descripción de la napa freática con la evaluación de la conexión de estos flujos con las fuentes de agua superficiales identificadas en el área de estudio en la sección A "Napa freática". Asimismo, se incluye el Mapa 3.11A de hidroisohipsas, con las direcciones de flujo en el área de estudio.

Por último, se agrega la sección B "Modelo hidrogeológico conceptual" a la sección 3.1.5.3 "Hidrogeología", con el esquema del modelo hidrogeológico conceptual y su respectiva interpretación hidrogeológica.

A continuación, se presentan las secciones incorporadas a la sección 3.1.5.3 "Hidrogeología":

(...)

3.1.5.3 Hidrogeología

(...)

3.1.5.3.3 Recarga, descarga, geometría y dirección de flujos

(...)

A. Napa freática

El acuífero aluvial en el área de estudio presenta un único alumbramiento de agua subterránea, ubicado en la parte alta (naciente) de la quebrada Salluma, conocido como manantial ASB-K-01, que registra un caudal de 1.26 L/s en época húmeda (enero 2024). Este manantial se forma debido a la saturación de los materiales aluviales permeables debido a las intensas precipitaciones de la época en las partes altas (4600 msnm) y a las escorrentías que discurren provenientes de las laderas alledañas conformados por los macizos volcánicos impermeables de grupo Maure (acuífugo).

Respecto a los cuerpos de agua superficial, inventariado en época húmeda (enero 2024), conformado por cinco (5) cursos de agua en la quebrada Salluma (IVF-K-04, IVF-K-05, IVF-K-07, IVF-K-09 y IVF-K-14) y dos (2) cuerpos en la quebrada Huacallane (IVF-K-10 y IVF-K-11) con caudales registrados entre 0.003 y 6.69 L/s, pertenecen al sistema de agua superficial propio de la época húmeda producto de la intensa precipitación y de las aguas de escorrentía que discurren por sus quebradas que convergen a su descarga natural conformado por los ríos Titire y Coralque.

La mayor parte de estos cuerpos superficiales son considerados intermitentes, aparecen en la época húmeda producto de la precipitación y escorrentía, siendo independientes de la napa acuífera aluvial, que, si bien se recarga y satura mayormente en esta época, no

prevé un flujo base al sistema superficial dado sus limitadas características de escasa productividad (colgados, locales, poco a reducido espesor).

En el Mapa 3.11A, se presenta las hidroisohipsas y dirección de flujo del sistema acuífero aluvial (UH1) con una profundidad promedio entre 5 - 15 m. En cuanto a la descarga y direcciones principales de los flujos de agua subterránea en el área de estudio, siguen la dirección desde las partes altas hacia aguas abajo de los principales cursos superficiales del lugar, conformados por las quebradas: Salluma y Huacallane.

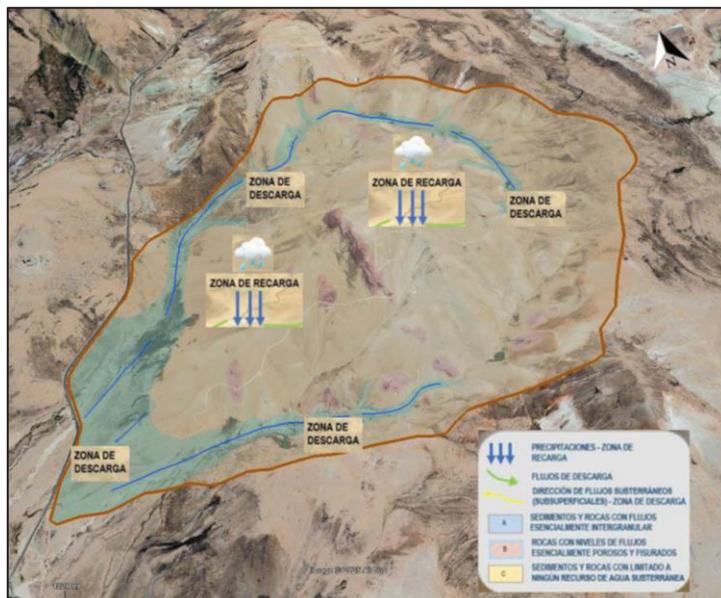
Así en la zona norte y central del área de estudio, drenan hacia la quebrada Salluma, con dirección principal en sus inicios E-NNO, luego inflexiona hacia NNO-SO y direcciones secundarias NE y NO, en las quebradas tributarias S/N. En la zona sur, drenan según hacia el curso principal de la quebrada Huacallane, con dirección general SE-O-SO y con direcciones secundarias SO, SE y NO, en las quebradas tributarias S/N.

Cabe mencionar que las plataformas de perforación exploratoria se encuentran ubicadas en el cerro Condorini conformado por el macizo impermeable de los volcánicos del grupo Maure, caracterizado como una unidad hidrogeológica acuífugo. El área de estudio podría presentar algún acuífero producto del fracturamiento y fisuramiento en algunos niveles volcánicos y sedimentarios del grupo Maure a profundidad, de acuerdo con su configuración regional acuífera. Sin embargo, de acuerdo con el logueo de los testigos de investigación (hasta 250 m) no se evidencio algún nivel de agua subterránea.

B. Modelo hidrogeológico conceptual

A continuación, la Figura 3.5 muestra el esquema del modelo hidrogeológico conceptual del Proyecto Katy:

Figura 3.5
Esquema del modelo hidrogeológico conceptual



Fuente:
Anddes, 2025

Se puede apreciar las principales características hidrogeológicas como la distribución geométrica de las unidades hidrogeológicas (UH1, UH2 y UH3) en el área de estudio

La geometría del acuífero aluvial (UH1) está configurada a la morfología que presentan los depósitos cuaternarios en las principales quebradas y laderas bajas, considerados de escaso a regular espesor sedimentario y poca amplitud en el área de estudio.

La zona de recarga (precipitación; cumbres o divortium acuarium), del acuífero aluvial es generalmente por la precipitación directa de las lluvias y las aguas de escorrentía que se generan como flujos locales de recarga asociados al tipo dendrítico y radial típicos de las rocas volcánicas e intrusivos que conforman los cerros: Condorini y Yanacollo, así como en las nacientes de las quebradas tributarias sin nombre (S/N) que drenan hacia los cursos principales: Salluma y Huacallane.

El cálculo estimado de la recarga del acuífero aluvial en el área de estudio, considerando la distribución del depósito cuaternario aluvial, equivalente al 18.4% (158.59 ha) del área total (879.06 ha), con una precipitación media anual de 843.8 mm para la Unidad Hidrológica Coralaque (Estudio Hidrológico de la Unidad Hidrográfica Tambo, ANA 2019) y una infiltración del 12% de la precipitación media anual (101.26 mm) corresponde a una recarga anual de 160 581.89 m³ (0.160581 hm³).

En cuanto a las direcciones principales de descarga de los flujos de agua subterránea en el área de estudio, siguen la dirección desde las partes altas hacia aguas abajo de los principales cursos superficiales del lugar, conformados por las quebradas: Salluma y Huacallane con dirección final hacia el río Titire.

Así en la zona norte y central del área de estudio, drenan hacia la quebrada Salluma, con dirección principal en sus inicios E-NNO, luego inflexiona hacia NNO-SO. Mientras en la zona sur, el flujo subterráneo sigue el curso principal de la quebrada Huacallane, con dirección general SE-O-SO.

(...)

1.5 Observación N° 5

En el ítem 5.3 "Identificación de impactos y riesgos ambientales, se ha identificado para la etapa de construcción (habilitación) el riesgo de "alteración de la calidad del agua superficial" ligado al tránsito de vehículo y maquinaria. Para la etapa de operación (perforación) y mantenimiento el impacto de "alteración de la cantidad de agua superficial" ligado al "Consumo de agua" debido a la captación y uso de agua industrial durante la perforación de diamantina, así como, para el riego de vías durante la temporada seca; el riesgo de "alteración de la calidad del agua superficial" ligado al tránsito de vehículo y maquinaria, manejo de productos químicos, mantenimiento y manejo de lodos de perforación; así como el riesgo de "alteración de la cantidad y calidad de agua subterránea" ligado a la posible intercepción de acuíferos artesianos. En la etapa de cierre y post-cierre se identificó el riesgo de "alteración de la calidad del agua superficial" ligado al tránsito de vehículo y maquinaria. Al respecto, en base a las observaciones precedentes se debe considerar la descripción o el sustento para la etapa de operación-perforación en relación al impacto a la calidad del agua superficial ligada a la descarga de agua provenientes del canal de coronación de las plataformas, así como el impacto al cauce y/o faja marginal, y de acuerdo a ello, se debe actualizar según corresponda las medidas de manejo ambiental en materia de recursos hídricos.

Respuesta N°5

En atención a lo observado, y en relación al impacto a la calidad del agua superficial ligada a la descarga de agua provenientes del canal de coronación de las plataformas, como se indicó en las observaciones anteriores, los puntos de descarga no estarán ubicados en cuerpos de agua sino lo más cercano a los componentes (plataformas y accesos) a fin de retornar las aguas captadas a la ladera natura. Adicional a ello, los cuerpos de agua más cercanos (quebradas Salluma y Huacallane) no se verán afectados debido a que el proyecto no genera descargas o efluentes de tipo industrial o doméstico sobre ningún cuerpo de agua. En complemento se detalla que para cada punto de descarga se considera lo siguiente:

- Pozas o trampas de sedimentos: Son excavaciones de pequeña dimensión, que recolectan el agua proveniente de los canales y permite que los sedimentos decanten por gravedad en el fondo de la poza, y el agua limpia rebosa de manera lenta a una entrega protegida.
- Protección de entrega (ubicados a la salida de drenaje): para ello se utilizará enrocados, con material propio de la zona. El enrocado se dispone a manera de colchón, con una pendiente baja o nula.

En relación al impacto al cauce y/o faja marginal, como se describe en la respuesta a la observación 1 (a), dentro del área efectiva del proyecto (área donde se ubican los componentes principales y auxiliares del proyecto, ver Mapa 2.9A), no se identificaron cuerpos de agua. Por lo indicado, no se prevé la afectación y/o intervención de la faja marginal al no identificarse cuerpos de agua en el área efectiva del proyecto.

1.6 Observación N° 6

En el ítem 6.2. "Plan de Vigilancia Ambiental", considera la realización del monitoreo de la calidad de agua superficial, proponiendo 02 puntos de monitoreo asociados al consumo de agua durante la etapa operación y mantenimiento del proyecto. Indica que, dado que los cuerpos de agua identificados en el Proyecto (quebradas) son pertenecientes a las dos (02) microcuencas (quebrada Huacallane y quebrada Salluma) y tributan en el río Coralaque, el cual presenta el ECA Categoría 3, subcategorías D1 (Riego de vegetales) y D2 (Bebida de animales), según la R.J. N° 056-2018-ANA, la comparación de los resultados del monitoreo serán analizados con dicha categoría.

Al respecto, se requiere:

- a. De acuerdo a la observación N° 2, de ser el caso, proponer puntos de monitoreo adicionales considerando las fuentes de agua receptoras del agua que será conducida por los canales de coronación y cunetas, sustentando la selección de la ubicación de las estaciones de monitoreo de calidad de agua superficial, los mismos que deben guardar relación con la red hídrica y la ubicación de los componentes principales y auxiliares del proyecto, bajo el criterio de aguas arriba como aguas debajo de la zona de intervención de los componentes del proyecto de exploración minera.
- b. Precisar los parámetros de monitoreo de la calidad de agua, teniendo en cuenta aquellos establecidos en los ECA para Agua Categoría 3 - D1 y D2 y que guarden relación con la actividad de exploración minera.
- c. Presentar una tabla del programa de monitoreo de calidad de agua superficial, que incluya: código de estación, descripción, coordenadas de ubicación (UTM, datum WGS 84, zona correspondiente), parámetros de monitoreo, normativa de comparación, frecuencia de monitoreo, etapa (construcción, operación, cierre o post cierre) y reporte.
- d. De corresponder, actualizar el mapa 6.1 "Estaciones de monitoreo del medio físico" adjuntar los archivos digitales (kml, cad, gis) para validar la información.

Respuesta N°6

- a. Con base a la respuesta a la observación 5, donde se indica:
 - La faja marginal no será afectada debido a que los cuerpos de agua identificados en el área de estudio (quebrada Huacallane y quebrada Salluma) se encuentran a una distancia mayor a 400 m de los componentes del proyecto.
 - Los puntos de descarga de los canales de coronación se ubican distantes de los cuerpos de agua y no afectaran su calidad. Las aguas de los canales de coronación no serán vertidas en ningún cuerpo de agua, sino siguiendo la ladera natural, entonces no correspondería considerar un punto de monitoreo adicional a los propuestos.

Respecto a los puntos de monitoreo de calidad de agua, se han considerado dos (02) puntos de control en cada quebrada (quebrada Huacallane y quebrada Salluma), los cuales fueron ubicados teniendo presente lo siguiente:

- Ubicación de los componentes de exploración (área efectiva).
- Punto de captación ubicado en la quebrada Salluma.

- Accesibilidad a la estación de monitoreo.
- b. En respuesta a la observación, se aclara que en la sección 6.1.3.3 “Parámetros de monitoreo” sí se han presentado los parámetros de calidad de agua a evaluar, de acuerdo con los ECA para agua categoría 3 D1 y D2 y, a la actividad de exploración minera.

Cabe precisar que, debido a una observación realizada por la Dirección General de Asuntos Ambientales Mineros (DGAAM), el plan de monitoreo de calidad de agua superficial comprende cuatro (04) estaciones de monitoreo. Por ese motivo, se han realizado ajustes a la sección 6.1.3.3 “Parámetros de monitoreo”.

A continuación, se presenta el fragmento mencionado:

(...)

6.1.3.3 Parámetros de monitoreo

(...)

Considerando el estándar de comparación (ECA – agua), a continuación, se presentan los parámetros a monitorear en las estaciones ASP-K-05, ASP-K-15-A y ASP-K-15-B:

Parámetros a analizar con el ECA – agua para categoría 3 – D1 y D2

- *Parámetros de campo (in situ): pH, conductividad eléctrica, oxígeno disuelto y temperatura y caudal.*
- *Fisicoquímicos: Aceites y grasas, bicarbonatos, cianuro wad, cloruros, color verdadero, DBO5, DQO, detergentes (SAAM), fenoles, fluoruros, nitratos + nitritos, nitrito y sulfatos.*
- *Inorgánicos – metales totales: Aluminio (Al), arsénico (As), bario (Ba), berilio (Be), boro (B), cadmio (Cd), cobre (Cu), cobalto (Co), cromo (Cr), hierro (Fe), litio (Li), magnesio (Mg), manganeso (Mn), mercurio (Hg), níquel (Ni), plomo (Pb), selenio (Se) y zinc (Zn).*
- *Microbiológicos: Coliformes termotolerantes, Escherichia coli y huevos de helmintos.*

En relación con la estación ASP-K-14, el parámetro que se va a monitorear solo es el pH, con el objeto de realizar un seguimiento al comportamiento ácido/básico de ese cuerpo de agua.

(...)

- c. En atención a la observación, en la sección 6.1.3 “Monitoreo de calidad de agua superficial” se incluye la Tabla 6.5A “Programa de monitoreo de calidad de agua superficial” que presenta los códigos de las estaciones, descripción, coordenadas de ubicación, parámetros de monitoreo, normativa de comparación, frecuencia, etapa y reporte de monitoreo.

Cabe precisar que, debido a una observación realizada por la Dirección General de Asuntos Ambientales Mineros (DGAAM), el plan de monitoreo de calidad de agua superficial comprende cuatro (04) estaciones de monitoreo. Por ese motivo, se presentan cuatro (04) estaciones de monitoreo en la Tabla 6.5 “Programa de monitoreo de calidad de agua superficial”. A continuación, se presenta la tabla solicitada:

(...)

6.1.3 Monitoreo de calidad de agua superficial

(...)

Tabla 6.5A

Programa de monitoreo de calidad de agua superficial

Característica	Estaciones de monitoreo (código)		
	ASP-K-05	ASP-K-15-A	ASP-K-15-B
Descripción	Ubicado en la quebrada Huacallane, aguas arriba de la confluencia de la quebrada S/N 01, en la zona sur del área efectiva.	Ubicado en la quebrada Salluma, aguas arriba del punto de captación del Proyecto PC-1, en la zona noroeste del área efectiva.	Ubicado en la quebrada Salluma, aguas abajo del punto de captación del Proyecto PC-1, en la zona noroeste del área efectiva.
Coordenadas de ubicación (UTM WGS 84 19S)	E: 357 983 m N: 8 178 876 m	E: 357 033 m N: 8 179 947 m	E: 357 005 m N: 8 179 902 m
Parámetros de monitoreo	<ul style="list-style-type: none"> Parámetros de campo (in situ): pH, conductividad eléctrica, oxígeno disuelto y temperatura y caudal. Fisicoquímicos: Aceites y grasas, bicarbonatos, cianuro wad, cloruros, color verdadero, DBO5, DQO, detergentes (SAAM), fenoles, fluoruros, nitratos + nitritos, nitrito y sulfatos. Inorgánicos – metales totales: Aluminio (Al), arsénico (As), bario (Ba), berilio (Be), boro (B), cadmio (Cd), cobre (Cu), cobalto (Co), cromo (Cr), hierro (Fe), litio (Li), magnesio (Mg), manganeso (Mn), mercurio 	<ul style="list-style-type: none"> Parámetros de campo (in situ): pH, conductividad eléctrica, oxígeno disuelto y temperatura y caudal. Fisicoquímicos: Aceites y grasas, bicarbonatos, cianuro wad, cloruros, color verdadero, DBO5, DQO, detergentes (SAAM), fenoles, fluoruros, nitratos + nitritos, nitrito y sulfatos. Inorgánicos – metales totales: Aluminio (Al), arsénico (As), bario (Ba), berilio (Be), boro (B), cadmio (Cd), cobre (Cu), cobalto (Co), cromo (Cr), hierro (Fe), litio (Li), magnesio (Mg), manganeso (Mn), mercurio 	<ul style="list-style-type: none"> Parámetros de campo (in situ): pH, conductividad eléctrica, oxígeno disuelto y temperatura y caudal. Fisicoquímicos: Aceites y grasas, bicarbonatos, cianuro wad, cloruros, color verdadero, DBO5, DQO, detergentes (SAAM), fenoles, fluoruros, nitratos + nitritos, nitrito y sulfatos. Inorgánicos – metales totales: Aluminio (Al), arsénico (As), bario (Ba), berilio (Be), boro (B), cadmio (Cd), cobre (Cu), cobalto (Co), cromo (Cr), hierro (Fe), litio (Li), magnesio (Mg), manganeso (Mn), mercurio
			Ubicado en la quebrada Salluma, en la zona noreste del área de estudio. E: 358 863 m N: 8 180 917 m • Parámetros de campo (in situ): pH.

Característica	Estaciones de monitoreo (código)		
	ASP-K-05	ASP-K-15-A	ASP-K-15-B
	(Hg), níquel (Ni), plomo (Pb), selenio (Se) y zinc (Zn). • Microbiológicos: Coliformes termotolerantes, Escherichia coli y huevos de helmintos.	(Hg), níquel (Ni), plomo (Pb), selenio (Se) y zinc (Zn). • Microbiológicos: Coliformes termotolerantes, Escherichia coli y huevos de helmintos.	(Hg), níquel (Ni), plomo (Pb), selenio (Se) y zinc (Zn). • Microbiológicos: Coliformes termotolerantes, Escherichia coli y huevos de helmintos.
Normativa de comparación	DS N° 004-2017-MINAM	DS N° 004-2017-MINAM	DS N° 004-2017-MINAM
Frecuencia de monitoreo	Semestral	Semestral	Semestral
Etapas de monitoreo	<ul style="list-style-type: none"> • Etapa de construcción/operación • Etapa de cierre • Etapa de post-cierre 	<ul style="list-style-type: none"> • Etapa de construcción/operación • Etapa de cierre • Etapa de post-cierre 	<ul style="list-style-type: none"> • Etapa de construcción/operación • Etapa de cierre • Etapa de post-cierre
Reporte	Anual	Anual	Anual

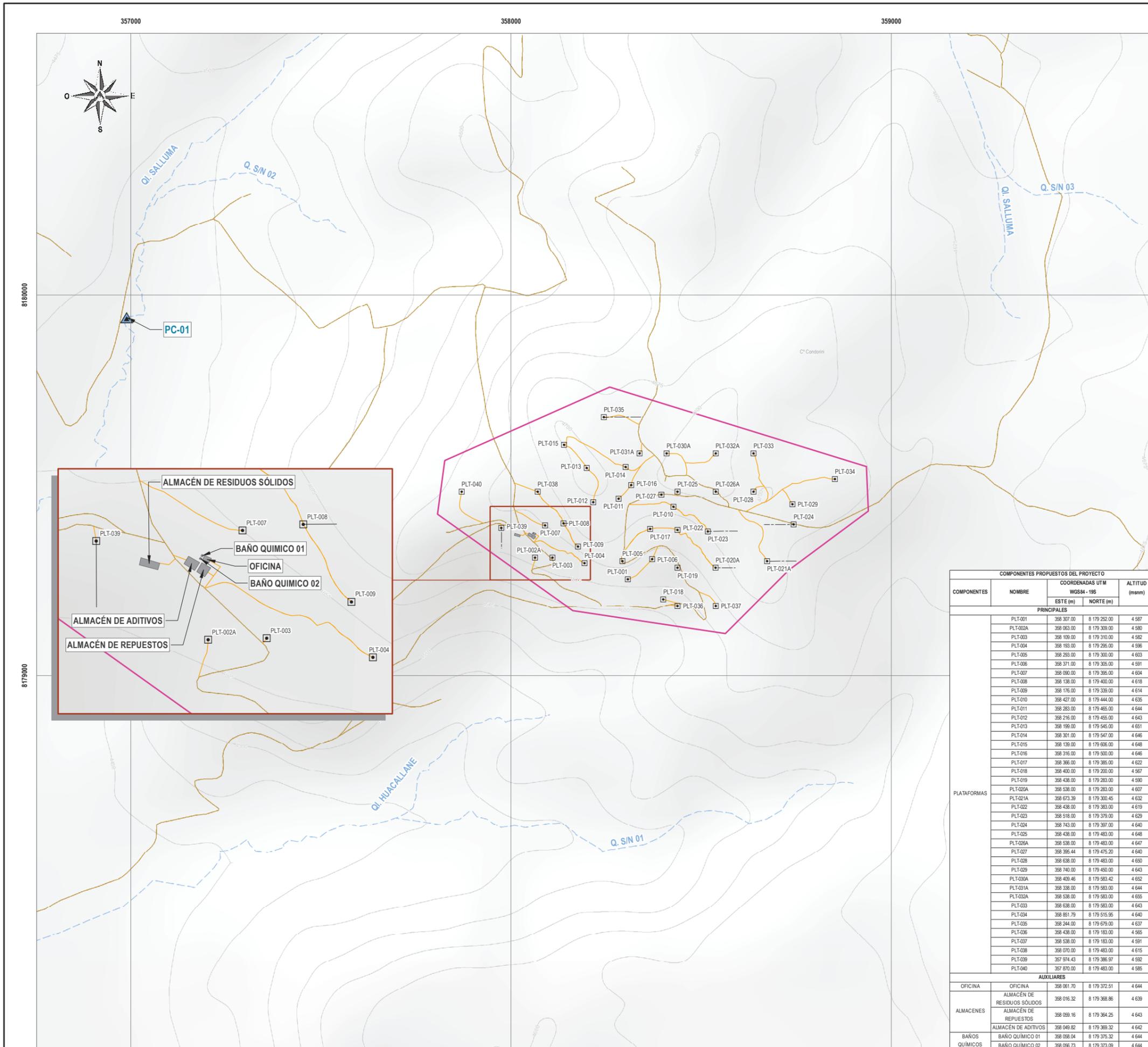
Fuente:

Anddes, 2025

(...)

- d. Atendiendo a la presente observación, no aplica actualizar el mapa 6.1 “Estaciones de monitoreo del medio físico” puesto que las estaciones de monitoreo solicitadas en la observación N° 6, inciso a, no corresponden. No obstante, es importante mencionar que, debido a una observación realizada por la Dirección General de Asuntos Ambientales Mineros (DGAAM), el plan de monitoreo de calidad de agua superficial comprenderá cuatro (04) estaciones de monitoreo; por lo que se actualiza el mapa 6.1 “Estaciones de monitoreo del medio físico”.

**Anexo 1 Mapas del Informe de levantamiento
de observaciones de la Autoridad Nacional del
Agua (ANA)**

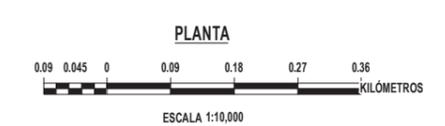


MAPA DE LOCALIZACIÓN
ESCALA 1:500

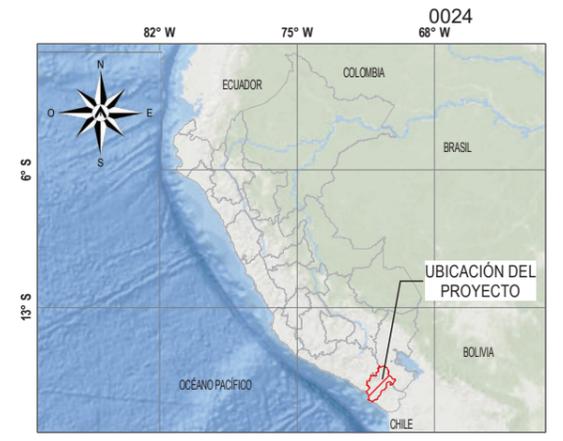
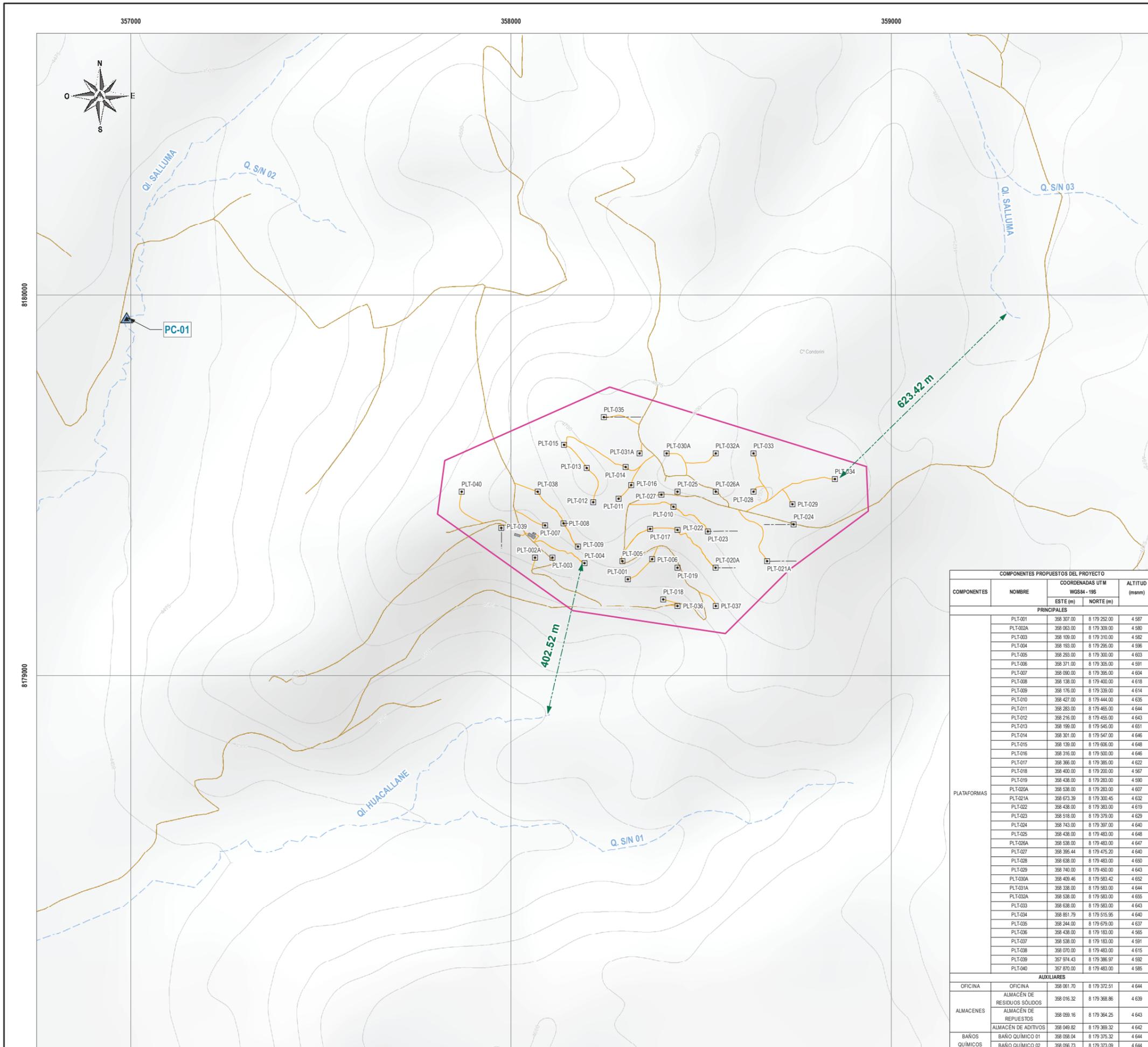
LEYENDA	
TOPOGRAFÍA	COMPONENTES PROPUESTOS
— CURVAS DE NIVEL	□ PLATAFORMA
— ACCESO EXISTENTE	--- SONDAJE
HIDROGRAFÍA	— ACCESO
--- QUEBRADA	■ COMPONENTE AUXILIAR
	▲ PUNTO DE CAPTACIÓN DE AGUA
	▲ ÁREA
	□ ÁREA EFECTIVA

PUNTO DE CAPTACIÓN	NOMBRE	COORDENADAS UTM WGS84 - 19S		ALTITUD (msnm)
		ESTE (m)	NORTE (m)	
PC-1	Quebrada Salluma	356 989.00	8 179 941.00	4 418

COMPONENTES PROPUESTOS DEL PROYECTO				
COMPONENTES	NOMBRE	COORDENADAS UTM WGS84 - 19S		ALTITUD (msnm)
		ESTE (m)	NORTE (m)	
PLATAFORMAS	PLT-001	358 307.00	8 179 252.00	4 587
	PLT-002A	358 063.00	8 179 309.00	4 580
	PLT-003	358 109.00	8 179 310.00	4 582
	PLT-004	358 193.00	8 179 286.00	4 596
	PLT-005	358 293.00	8 179 300.00	4 603
	PLT-006	358 371.00	8 179 305.00	4 591
	PLT-007	358 090.00	8 179 395.00	4 604
	PLT-008	358 138.00	8 179 400.00	4 618
	PLT-009	358 176.00	8 179 339.00	4 614
	PLT-010	358 427.00	8 179 444.00	4 635
	PLT-011	358 283.00	8 179 465.00	4 644
	PLT-012	358 216.00	8 179 455.00	4 643
	PLT-013	358 199.00	8 179 545.00	4 651
	PLT-014	358 301.00	8 179 547.00	4 646
	PLT-015	358 139.00	8 179 606.00	4 648
	PLT-016	358 316.00	8 179 500.00	4 646
	PLT-017	358 366.00	8 179 385.00	4 622
	PLT-018	358 400.00	8 179 200.00	4 567
	PLT-019	358 438.00	8 179 283.00	4 590
	PLT-020A	358 538.00	8 179 283.00	4 607
	PLT-021A	358 673.39	8 179 300.45	4 632
	PLT-022	358 438.00	8 179 383.00	4 619
	PLT-023	358 518.00	8 179 379.00	4 629
	PLT-024	358 743.00	8 179 397.00	4 640
	PLT-025	358 438.00	8 179 483.00	4 648
	PLT-026A	358 538.00	8 179 483.00	4 647
	PLT-027	358 395.44	8 179 475.20	4 640
	PLT-028	358 638.00	8 179 483.00	4 650
	PLT-029	358 740.00	8 179 450.00	4 643
	PLT-030A	358 409.46	8 179 583.42	4 652
	PLT-031A	358 338.00	8 179 583.00	4 644
	PLT-032A	358 538.00	8 179 583.00	4 655
	PLT-033	358 638.00	8 179 583.00	4 643
	PLT-034	358 851.79	8 179 515.95	4 640
	PLT-035	358 244.00	8 179 679.00	4 637
	PLT-036	358 438.00	8 179 183.00	4 565
	PLT-037	358 538.00	8 179 183.00	4 591
	PLT-038	358 070.00	8 179 483.00	4 615
	PLT-039	357 974.43	8 179 386.97	4 592
	PLT-040	357 870.00	8 179 483.00	4 585
AUXILIARES	OFICINA	358 061.70	8 179 372.51	4 644
	ALMACÉN DE RESIDUOS SÓLIDOS	358 016.32	8 179 368.86	4 639
	ALMACÉN DE REPUESTOS	358 059.16	8 179 364.25	4 643
	ALMACÉN DE ADITIVOS	358 049.82	8 179 369.32	4 642
	BAÑOS QUÍMICOS	BAÑO QUÍMICO 01	358 058.04	8 179 375.32
	BAÑO QUÍMICO 02	358 056.73	8 179 373.09	4 644



CLIENTE: CULTINOR SAC		NOMBRE DEL PROYECTO: DECLARACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL DEL PROYECTO DE EXPLORACIÓN MINERA KATY	
DISEÑADO POR: M. TINOCO	REVISADO POR: K. PEÑA	NOMBRE DEL MAPA: COMPONENTES PROPUESTOS DEL PROYECTO	
APROBADO POR: L. SANTAMARÍA		N° PROYECTO: 2013.10.0002	FECHA: MAYO 2025
SISTEMA DE COORDENADAS: WGS 84 UTM ZONA 19S		N° MAPA: 2.9	REV. 1
CONFIDENCIAL: ESTE MAPA Y LA INFORMACIÓN CONTENIDA EN ÉL SON PROPIEDAD DE ANDDES Y DE USO EXCLUSIVO DEL CLIENTE MENCIONADO EN EL MEMBRETE. SU USO Y REPRODUCCIÓN SIN AUTORIZACIÓN PREVIA, ESTÁN PROHIBIDOS.		DISCIPLINA: MEDIO AMBIENTE	



MAPA DE LOCALIZACIÓN
ESCALA 1:50,000

LEYENDA

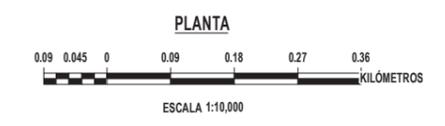
TOPOGRAFÍA	COMPONENTES PROPUESTOS
— CURVAS DE NIVEL	□ PLATAFORMA
— ACCESO EXISTENTE	--- SONDAJE
HIDROGRAFÍA	— ACCESO
--- QUEBRADA	■ COMPONENTE AUXILIAR
	▲ PUNTO DE CAPTACIÓN DE AGUA
	□ ÁREA
	□ ÁREA EFECTIVA

PUNTO DE CAPTACIÓN	NOMBRE	COORDENADAS UTM WGS84 - 19S		ALTITUD (msnm)
		ESTE (m)	NORTE (m)	
PC-1	Quebrada Salluma	356 989.00	8 179 941.00	4 418

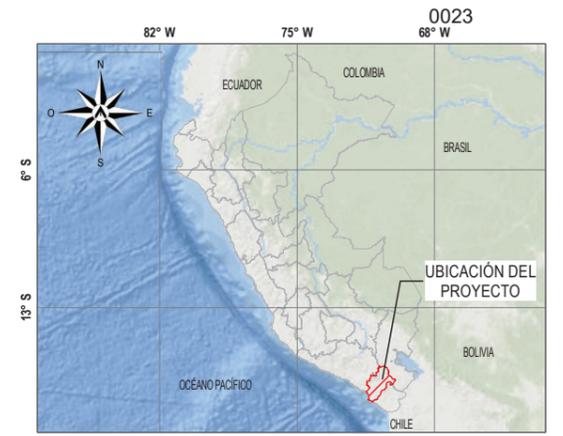
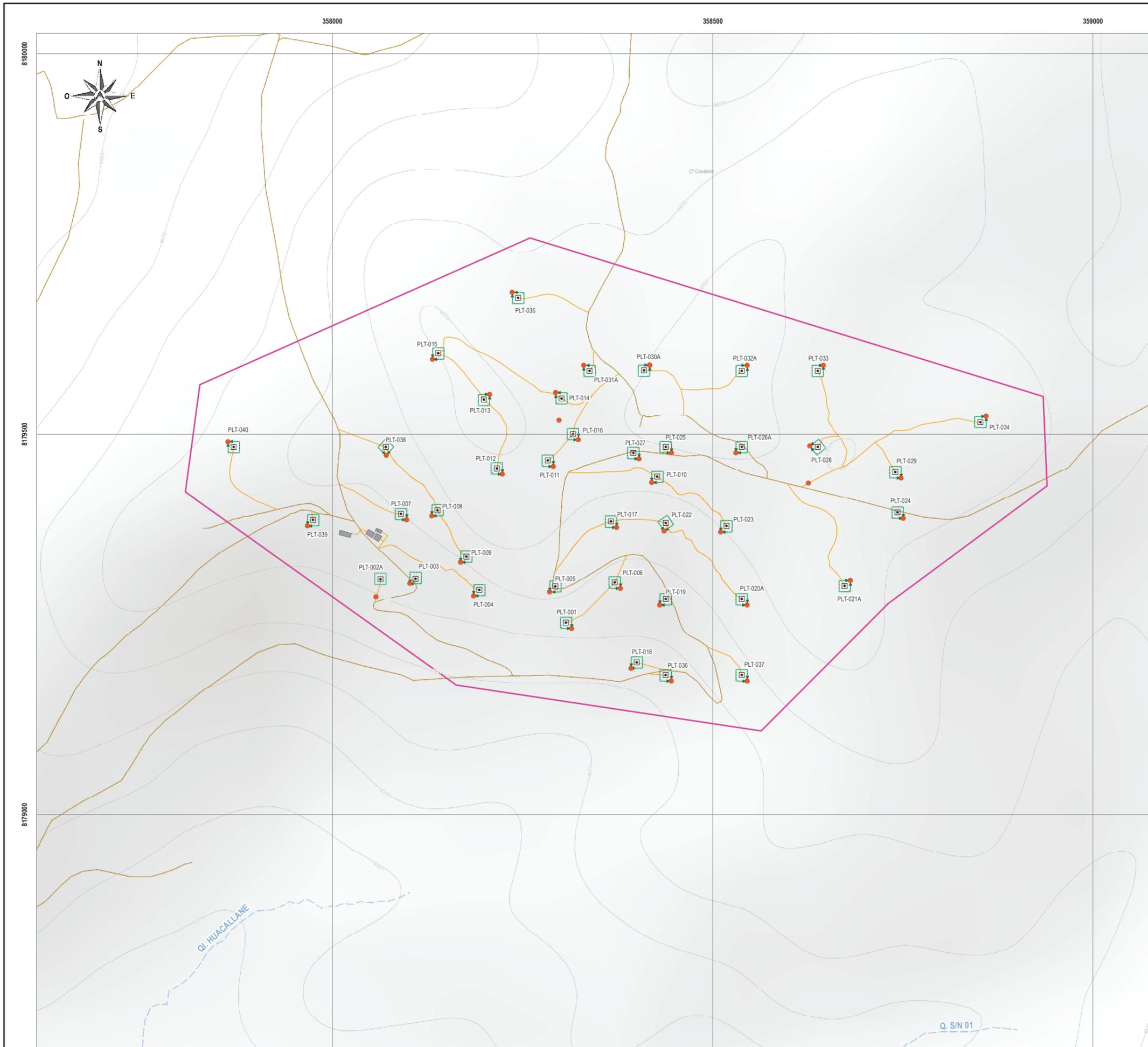
COMPONENTES	NOMBRE	COORDENADAS UTM WGS84 - 19S		ALTITUD (msnm)
		ESTE (m)	NORTE (m)	
		PRINCIPALES		
PLATAFORMAS	PLT-001	358 307.00	8 179 252.00	4 587
	PLT-002A	358 063.00	8 179 319.00	4 580
	PLT-003	358 109.00	8 179 310.00	4 582
	PLT-004	358 193.00	8 179 286.00	4 596
	PLT-005	358 293.00	8 179 300.00	4 603
	PLT-006	358 371.00	8 179 305.00	4 591
	PLT-007	358 090.00	8 179 356.00	4 604
	PLT-008	358 138.00	8 179 400.00	4 618
	PLT-009	358 176.00	8 179 339.00	4 614
	PLT-010	358 427.00	8 179 444.00	4 635
	PLT-011	358 283.00	8 179 465.00	4 644
	PLT-012	358 216.00	8 179 455.00	4 643
	PLT-013	358 199.00	8 179 545.00	4 651
	PLT-014	358 301.00	8 179 547.00	4 646
	PLT-015	358 139.00	8 179 606.00	4 648
	PLT-016	358 316.00	8 179 500.00	4 646
	PLT-017	358 366.00	8 179 385.00	4 622
	PLT-018	358 400.00	8 179 200.00	4 567
	PLT-019	358 438.00	8 179 283.00	4 590
	PLT-020A	358 538.00	8 179 283.00	4 607
	PLT-021A	358 673.39	8 179 300.45	4 632
	PLT-022	358 438.00	8 179 383.00	4 619
	PLT-023	358 518.00	8 179 379.00	4 629
	PLT-024	358 743.00	8 179 357.00	4 640
	PLT-025	358 438.00	8 179 483.00	4 648
	PLT-026A	358 538.00	8 179 483.00	4 647
	PLT-027	358 395.44	8 179 475.20	4 640
	PLT-028	358 638.00	8 179 483.00	4 650
	PLT-029	358 740.00	8 179 450.00	4 643
	PLT-030A	358 409.46	8 179 583.42	4 652
	PLT-031A	358 338.00	8 179 583.00	4 644
	PLT-032A	358 538.00	8 179 583.00	4 655
	PLT-033	358 638.00	8 179 583.00	4 643
	PLT-034	358 851.79	8 179 515.95	4 640
	PLT-035	358 244.00	8 179 679.00	4 637
	PLT-036	358 438.00	8 179 183.00	4 565
	PLT-037	358 538.00	8 179 183.00	4 591
	PLT-038	358 070.00	8 179 483.00	4 615
	PLT-039	357 974.43	8 179 386.97	4 592
	PLT-040	357 870.00	8 179 483.00	4 585
	AUXILIARES			
OFICINA	OFICINA	358 061.70	8 179 372.51	4 644
	ALMACÉN DE RESIDUOS SÓLIDOS	358 016.32	8 179 368.86	4 639
ALMACENES	ALMACÉN DE REPUESTOS	358 059.16	8 179 364.25	4 643
	ALMACÉN DE ADITIVOS	358 049.82	8 179 369.32	4 642
BAÑOS QUÍMICOS	BAÑO QUÍMICO 01	358 058.04	8 179 375.32	4 644
	BAÑO QUÍMICO 02	358 056.73	8 179 373.09	4 644



NOTA:
 (*) En el punto de captación propuesto no se implementará ningún tipo de infraestructura de captación de agua, tampoco se habilitarán accesos para llegar hasta el punto de captación de agua, tampoco se habilitarán accesos para llegar hasta el punto de captación de agua dado que se encuentra adyacente a los accesos existentes. El mecanismo previsto para conducir el agua consiste en abastecer una cisterna mediante bombeo para ser trasladada hasta las áreas operativas del proyecto.



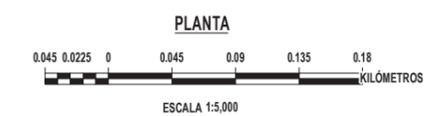
CULTINOR		Anddes www.anddes.com	
CLIENTE: CULTINOR SAC		NOMBRE DEL PROYECTO: DECLARACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL DEL PROYECTO DE EXPLORACIÓN MINERA KATY	
DISEÑADO POR: M. TINOCO	REVISADO POR: K. PEÑA	NOMBRE DEL MAPA: COMPONENTES PROPUESTOS Y CUERPOS DE AGUA	
APROBADO POR: L. SANTAMARÍA		Nº PROYECTO: 2013.10.0002	FECHA: MAYO 2025
SISTEMA DE COORDENADAS: WGS 84 UTM ZONA 19S		Nº MAPA: 2.9A	REV: 1
DISCIPLINA: MEDIO AMBIENTE		ESTE MAPA Y LA INFORMACIÓN CONTENIDA EN ÉL SON PROPIEDAD DE ANDDES Y DE USO EXCLUSIVO DEL CLIENTE MENCIONADO EN EL MEMBRETE. SU USO Y REPRODUCCIÓN SIN AUTORIZACIÓN PREVIA, ESTÁN PROHIBIDOS.	



LEYENDA

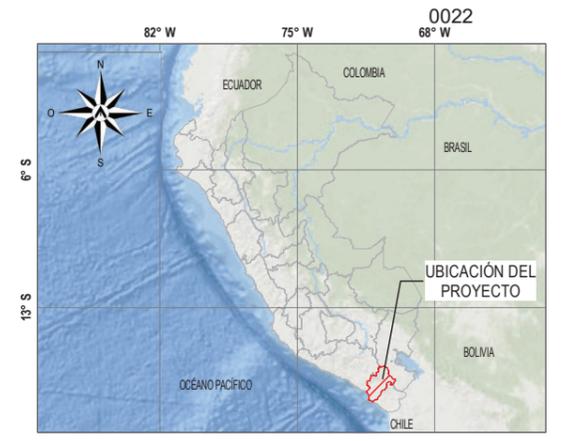
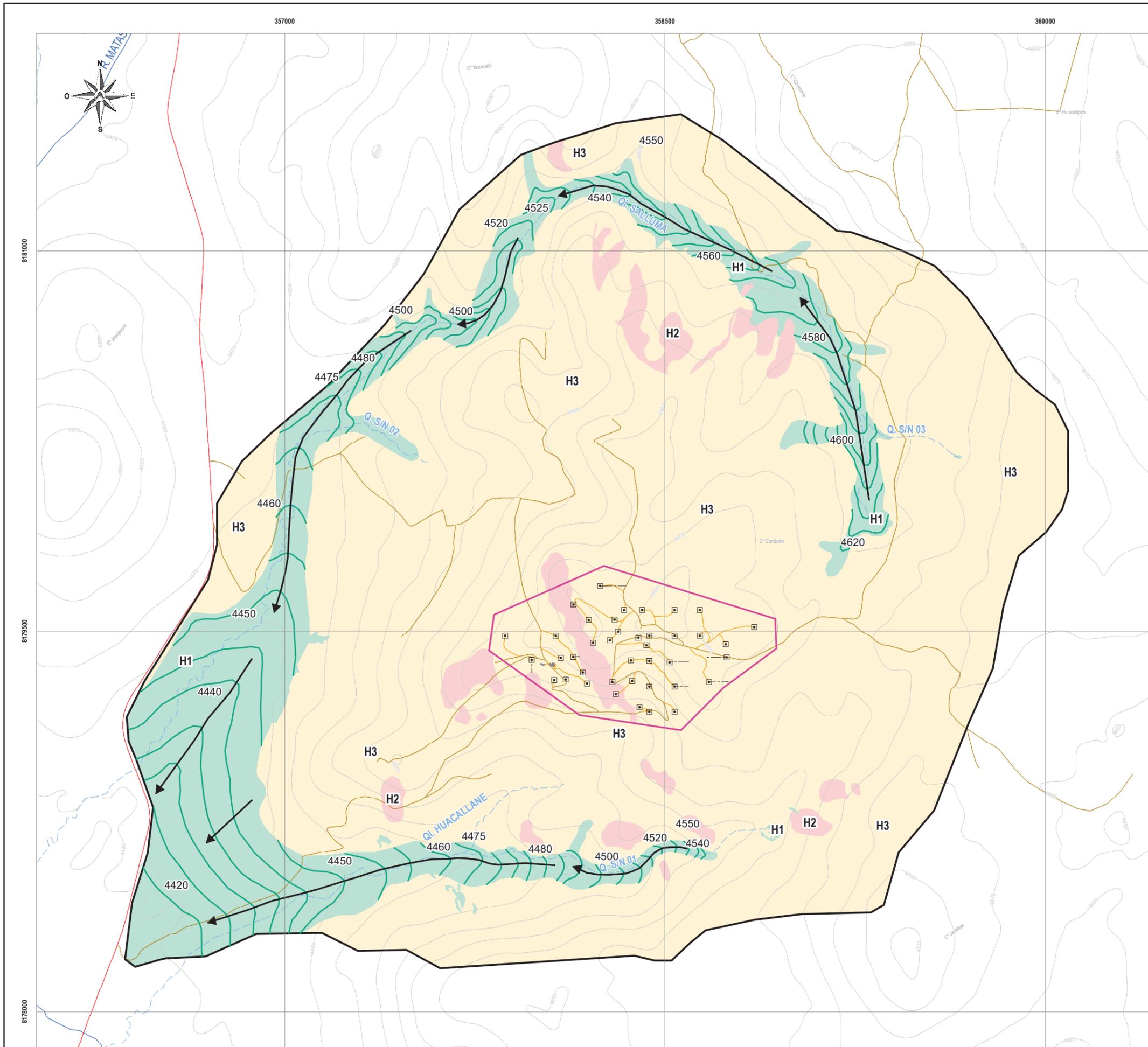
TOPOGRAFÍA	COMPONENTES PROPUESTOS
— CURVAS DE NIVEL	□ PLATAFORMA
— ACCESO EXISTENTE	— ACCESO
HIDROGRAFÍA	■ COMPONENTE AUXILIAR
— QUEBRADA	ÁREA
	▭ ÁREA EFECTIVA
	DESCARGA DE AGUAS DE ESCORRENTÍA
	● DESCARGA DE AGUAS DE ESCORRENTÍA
	→ DIRECCIÓN DE FLUJOS
	▭ CANAL DE CORONACIÓN


 LUIS ALBERTO SAMALÁ COSSIO
 INGENIERO AGUERO
 Reg. del Colegio de Ingenieros N° 42912



 	
NOMBRE DEL PROYECTO: DECLARACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL DEL PROYECTO DE EXPLORACIÓN MINERA KATY	
CLIENTE: CULTINOR SAC	NOMBRE DEL MAPA: COMPONENTES PROPUESTOS Y MANEJO DE AGUA
DISEÑADO POR: M. TINOCO	REVISADO POR: K. PEÑA
APROBADO POR: L. SANTAMARÍA	
SISTEMA DE COORDENADAS: WGS 84 UTM ZONA 19S	N° PROYECTO: 2013.10.0002
CONFIDENCIAL: ESTE MAPA Y LA INFORMACIÓN CONTENIDA EN ÉL SON PROPIEDAD DE ANDDES Y DE USO EXCLUSIVO DEL CLIENTE MENCIONADO EN EL MEMBRETE. SU USO Y REPRODUCCIÓN SIN AUTORIZACIÓN PREVIA, ESTÁN PROHIBIDOS.	
DISCIPLINA: MEDIO AMBIENTE	
FECHA: MAYO 2025	
N° MAPA: 2.9B	
REV. 1	

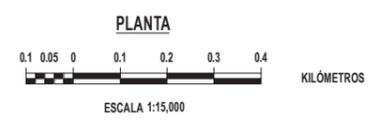
FUENTES: Topografía e hidrografía generada en base al DEM (Alos Palsar, 2011); Hidrografía complementada con el trabajo de campo (Anddes, 2024); Toponimia (IGN); Acceso existente y componentes propuestos (CULTINOR SAC)



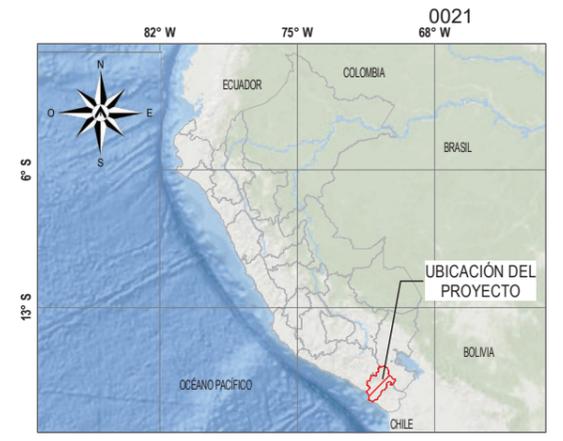
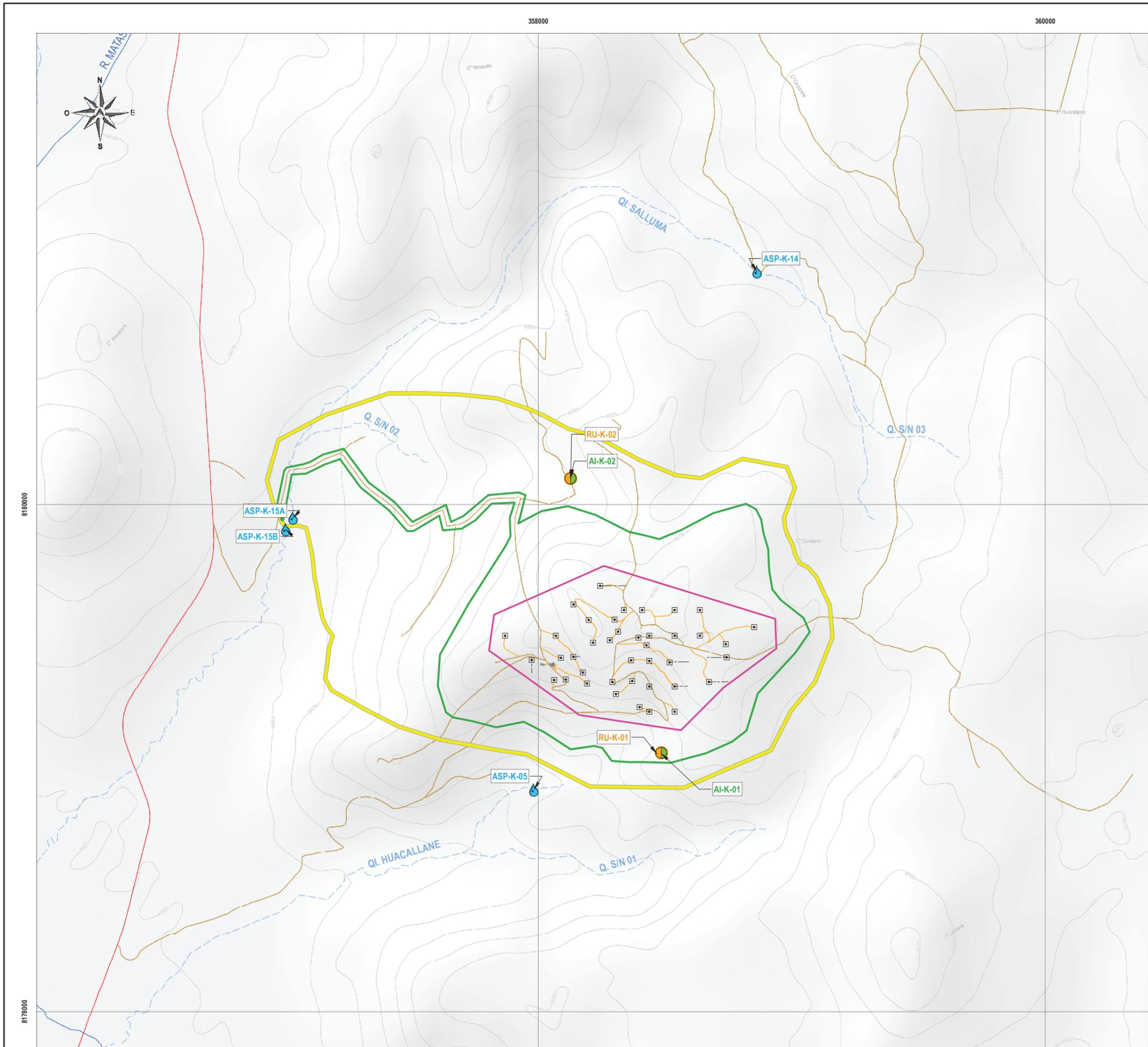
MAPA DE LOCALIZACIÓN
ESCALA 5:1

LEYENDA	
TOPOGRAFÍA	COMPONENTES PROPUESTOS
— CURVAS DE NIVEL	□ PLATAFORMA
RED VIAL	— SONDAJE
— NACIONAL	— ACCESO
— ACCESO EXISTENTE	■ COMPONENTE AUXILIAR
HIDROGRAFÍA	ÁREAS
— QUEBRADA	□ ÁREA DE ESTUDIO
— RÍO	□ ÁREA EFECTIVA
SIMBOLOGÍA	— NIVEL PIEZÓMETRO
	→ DIRECCIÓN PRINCIPAL DEL FLUJO SUBTERRÁNEO

HIDROGEOLOGÍA	
UNIDAD	CARACTERÍSTICAS HIDROGEOLÓGICAS
A.	Sedimentos y rocas con flujos esencialmente intergranular
UH 1	Acuíferos libres de extensión local a muy local, de baja a poca productividad, conformados por sedimentos cuaternarios (permeables), no consolidados de origen aluvial y fluvio-glacial.
B.	Rocas con niveles de flujos esencialmente confinados o fisurados
UH 2	Acuífero fisurado, de moderada profundidad a profundos, que se presentaría en niveles fracturados volcánicos del grupo Maure. Se estima de poca productividad.
C.	Sedimentos y rocas con limitado a ningún recurso de agua subterránea
UH 3	Rocas de muy baja a ninguna productividad, compactas y consolidadas, impermeables como los volcánicos afaníticos del grupo Maure y cuerpos intrusivos; así como los depósitos inconsolidados de origen coluvial y residual de materiales impermeables.



CLIENTE: CULTINOR SAC		NOMBRE DEL PROYECTO: DECLARACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL DEL PROYECTO DE EXPLORACIÓN MINERA KATY	
DISEÑADO POR: M. TINOCO	REVISADO POR: K. PEÑA	NOMBRE DEL MAPA: HIDROISOHIPSAS	
APROBADO POR: L. SANTAMARÍA		N° PROYECTO: 2013.10.0002	FECHA: MAYO 2025
SISTEMA DE COORDENADAS: WGS 84 UTM ZONA 19S		N° MAPA: 3.11A	REV. 1
CONFIDENCIAL: ESTE MAPA Y LA INFORMACIÓN CONTENIDA EN ÉL SON PROPIEDAD DE ANDDES Y DE USO EXCLUSIVO DEL CLIENTE MENCIONADO EN EL MEMBRETE. SU USO Y REPRODUCCIÓN SIN AUTORIZACIÓN PREVIA, ESTÁN PROHIBIDOS.		DISCIPLINA: MEDIO AMBIENTE	



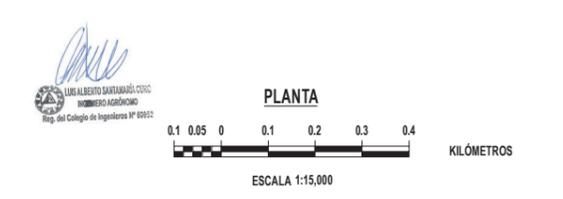
MAPA DE LOCALIZACIÓN
ESCALA 1:100,000

LEYENDA

TOPOGRAFÍA	COMPONENTES PROPUESTOS
— CURVAS DE NIVEL	□ PLATAFORMA
RED VIAL	— SONDAJE
— NACIONAL	— ACCESO
— ACCESO EXISTENTE	■ COMPONENTE AUXILIAR
HIDROGRAFÍA	ESTACIONES DE MONITOREO
— QUEBRADA	💧 CALIDAD DE AGUA SUPERFICIAL
— RÍO	🌿 CALIDAD DE AIRE
ÁREAS	🔊 CALIDAD DE RUIDO AMBIENTAL
▭ ÁREA DE INFLUENCIA INDIRECTA AMBIENTAL	
▭ ÁREA DE INFLUENCIA DIRECTA AMBIENTAL	
▭ ÁREA EFECTIVA	

ESTACIONES DE MONITOREO DEL MEDIO FÍSICO

COMPONENTE AMBIENTAL	CÓDIGO	COORDENADAS UTM WGS84 - ZONA 19S		ALTITUD (msnm)
		ESTE (m)	NORTE (m)	
Calidad de aire	AI-K-01	358 486	8 179 021	4 608
	AI-K-02	358 128	8 180 103	4 549
Calidad de ruido ambiental	RU-K-01	358 486	8 179 021	4 608
	RU-K-02	358 128	8 180 103	4 549
Calidad de agua superficial	ASP-K-05	357 983	8 178 876	4 460
	ASP-K-15-A	357 033	8 179 947	4 422
	ASP-K-15-B	357 005	8 179 902	4 422
	ASP-K-14	358 863	8 180 917	4 515



CULTINOR		Anddes www.anddes.com	
CLIENTE: CULTINOR SAC		NOMBRE DEL PROYECTO: DECLARACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL DEL PROYECTO DE EXPLORACIÓN MINERA KATY	
DISEÑADO POR: M. TINOCO	REVISADO POR: K. PEÑA	NOMBRE DEL MAPA: ESTACIONES DE MONITOREO DEL MEDIO FÍSICO	
APROBADO POR: L. SANTAMARÍA		Nº PROYECTO: 2013.10.0002	FECHA: MAYO 2025
SISTEMA DE COORDENADAS: WGS 84 UTM ZONA 19S		Nº MAPA: 6.1	REV. 1
DISCIPLINA: MEDIO AMBIENTE		CONFIDENCIAL:	

**Anexo 2 Anexos del Informe de
levantamiento de observaciones de la
Autoridad Nacional del Agua (ANA)**

Anexo 2.9 Diseño de canales de coronación

DISEÑO DE CANALES DE CORONACIÓN Y CUNETAS

1.0 CANALES DE CORONACIÓN

Para el diseño de los canales de coronación se consideró el Manual de carreteras: hidrología, hidráulica y drenaje del Ministerio de Transporte y Comunicaciones (MTC, 2014).

1.1 Selección del periodo de retorno

Según el Manual de carreteras (MTC, 2014), el riesgo de falla admisible se encuentra en función del periodo de retorno y vida útil de la obra está dado por:

$$R = 1 - \left(1 - \frac{1}{T}\right)^n$$

Donde:

- R, es el riesgo de falla admisible.
- T, periodo de retorno
- n, vida útil de la obra

En la selección del periodo de retorno a considera para el diseño de los canales de coronación se debe tener presente lo siguiente:

- Los canales de coronación son temporales, ello teniendo presente que la operación de una plataforma tendrá una duración aproximada de 10 días. Sin embargo, y para fines del diseño se considera una vida útil de 6 meses.
- Los canales de coronación tienen la función de derivar las aguas de escorrentía de origen pluvial a fin de evitar su contacto con las actividades del proyecto. Se considera como riesgo admisible 25%.

Con base a lo indicado se consideró que el caudal de diseño será estimado considerando período de retorno (T_r) de 2 años.

1.2 Caudal de diseño

Los caudales para diseño se han estimado a partir de la metodología del método racional, que permite estimar los caudales en función de la siguiente fórmula:

$$Q = C * I * A$$

Donde:

- Q, descarga máxima de diseño (m^3/s)
- C, coeficiente de escorrentía
- I, intensidad máxima (mm/h)
- A, área de la cuenca (ha)

Para determinar el coeficiente de escorrentía se considerará la Tabla N° 08 (Coeficiente de escorrentía método racional) del Manual de carreteras (MTC, 2014). Asimismo, es importante indicar que la zona donde se ubicaran los canales de coronación presenta:

- Una cobertura vegetal donde se identifican predominantemente vegetación ligera o nula.
- Un suelo con texturas gruesas a moderadamente finas (suelos con texturas de arena franca a franco arcillo arenosa).
- Una pendiente promedio de moderada (mayor a 20%).

Con base a lo indicado se consideró un coeficiente de escorrentía de 0.5.

Para la intensidad máxima, se consideró información de fuentes secundarias¹, donde se identificó un análisis de precipitaciones máximas en 24 horas de la estación meteorológica Pampa Umalzo para un registro de datos de 20 años (1993 al 2012). Las intensidades de lluvia para un periodo de retorno de 2 años se presentan en la siguiente tabla.

Tabla 1.1
Intensidades de lluvia a partir de Pd, según duración de precipitación y frecuencia

Tiempo de duración		Intensidad de la lluvia (mm /hr) según el Periodo de Retorno						
Hr	min	2 años	5 años	10 años	25 años	50 años	100 años	500 años
24 hr	1440	1.0064	1.3482	1.5744	1.8603	2.0724	2.2829	2.7694
18 hr	1080	1.2211	1.6358	1.9103	1.9843	2.5145	2.7700	3.3602
12 hr	720	1.6103	2.1571	2.5191	2.9765	3.3159	3.6527	4.4311
8 hr	480	2.0531	2.7502	3.2118	3.7951	4.2277	4.6572	5.6496
6 hr	360	2.4556	3.2895	3.8416	4.5392	5.0567	5.5704	6.7574
5 hr	300	2.7535	3.6886	4.3076	5.0898	5.6701	6.2461	7.5772
4 hr	240	3.1400	4.2063	4.9122	5.8042	6.4659	7.1228	8.6406
3 hr	180	3.7036	4.9612	5.7939	6.8460	7.6265	8.4012	10.1915
2 hr	120	4.7100	6.3094	7.3683	8.7063	9.6989	10.6842	12.9609
1 hr	60	7.2461	9.7068	11.3359	13.3943	14.9214	16.4372	19.9399

Fuente:

DIA del Proyecto de Exploración Minera Huilacollo (Vale, 2023)

Para el área de la cuenca de aporte se consideró la topografía disponible, la cual corresponde al raster alos pasar y donde se considero toda el área de aporte hacia la plataforma de perforación.

Los caudales empleados para el diseño de los canales de coronación se presentan en la siguiente tabla.

Tabla 1.2
Caudales de diseño para canales de coronación

Plataforma	Área (m ²)	Coeficiente de escorrentía	I (mm/h)	Q (m ³ /s)
			Tr = 2 años	Tr = 2 años
PLT-001	16000.00	0.5	7.2461	0.02
PLT-002A	4100.00	0.5	7.2461	<0.01
PLT-003	2100.00	0.5	7.2461	<0.01
PLT-004	8800.00	0.5	7.2461	0.01
PLT-005	7800.00	0.5	7.2461	0.01
PLT-006	17600.00	0.5	7.2461	0.02

¹ Revisión del Sistema de Evaluación Ambiental en Línea (SEAL) del MINEM - DIA del Proyecto de Exploración Minera Huilacollo (Vale, 2023). En el Apéndice A se presenta los extractos de la información meteorológica considerada para el análisis de precipitaciones máximas.

Plataforma	Área (m ²)	Coeficiente de escorrentía	I (mm/h)	Q (m ³ /s)
			Tr = 2 años	Tr = 2 años
PLT-007	5600.00	0.5	7.2461	0.01
PLT-008	3600.00	0.5	7.2461	<0.01
PLT-009	4500.00	0.5	7.2461	<0.01
PLT-010	4800.00	0.5	7.2461	<0.01
PLT-011	1400.00	0.5	7.2461	<0.01
PLT-012	1400.00	0.5	7.2461	<0.01
PLT-013	0.00	0.5	7.2461	-
PLT-014	0.00	0.5	7.2461	-
PLT-015	0.00	0.5	7.2461	-
PLT-016	0.00	0.5	7.2461	-
PLT-017	11300.00	0.5	7.2461	0.01
PLT-018	50000.00	0.5	7.2461	0.05
PLT-019	22400.00	0.5	7.2461	0.02
PLT-020A	6100.00	0.5	7.2461	0.01
PLT-021A	7400.00	0.5	7.2461	0.01
PLT-022	5000.00	0.5	7.2461	0.01
PLT-023	8200.00	0.5	7.2461	0.01
PLT-024	6900.00	0.5	7.2461	0.01
PLT-025	2300.00	0.5	7.2461	<0.01
PLT-026A	0.00	0.5	7.2461	-
PLT-027	1800.00	0.5	7.2461	<0.01
PLT-028	0.00	0.5	7.2461	-
PLT-029	2900.00	0.5	7.2461	<0.01
PLT-030A	0.00	0.5	7.2461	-
PLT-031A	2000.00	0.5	7.2461	<0.01
PLT-032A	0.00	0.5	7.2461	-
PLT-033	6700.00	0.5	7.2461	0.01
PLT-034	0.00	0.5	7.2461	-
PLT-035	2500.00	0.5	7.2461	<0.01
PLT-036	12900.00	0.5	7.2461	0.01
PLT-037	5700.00	0.5	7.2461	0.01
PLT-038	5300.00	0.5	7.2461	0.01
PLT-039	8000.00	0.5	7.2461	0.01
PLT-040	3200.00	0.5	7.2461	<0.01

Fuente:

Anddes, 2025

Nota:

Las áreas de aporte con valor igual a cero corresponden a aquellas plataformas que se ubican en una cumbre y por ello no presentan una zona de aporte.

1.3 Dimensionamiento de canales

Para el diseño de los canales se consideró el principio del flujo de canales abiertos, usando la ecuación de Manning. Como datos del cálculo se consideró lo siguiente:

- Los canales de coronación son de tierra con un coeficiente de rugosidad de Maning de 0.022;
- Los canales de coronación tendrán una sección triangular con un talud de 0.83H:1V. Para fines del presente análisis se considera una base de 0.50 m y una altura máxima de 0.30 m;
- Los canales de coronación presentarán una pendiente longitudinal promedio entre 1% y 5%;
- Se considera un borde libre de 20%, sobre el tirante.

En la siguiente tabla se presentan los tirantes de agua en función a la sección del canal y los caudales de diseño estimados en la Tabla 1.3. Se puede apreciar que los tirantes estimados son menores a la altura establecida para el canal de coronación.

Tabla 1.3
Dimensionamiento de canales de coronación de las plataformas

Plataforma	Q (m ³ /s)	y = tirante (m)	1.2 * y	H = altura de canal (m)	B = base de canal (m)
	Tr = 2 años				
PLT-001	0.02	0.19	0.22	0.3	0.5
PLT-002A	<0.01	<0.01	<0.01	0.3	0.5
PLT-003	<0.01	<0.01	<0.01	0.3	0.5
PLT-004	0.01	0.14	0.17	0.3	0.5
PLT-005	0.01	0.14	0.17	0.3	0.5
PLT-006	0.02	0.19	0.22	0.3	0.5
PLT-007	0.01	0.14	0.17	0.3	0.5
PLT-008	<0.01	<0.01	<0.01	0.3	0.5
PLT-009	<0.01	<0.01	<0.01	0.3	0.5
PLT-010	<0.01	<0.01	<0.01	0.3	0.5
PLT-011	<0.01	<0.01	<0.01	0.3	0.5
PLT-012	<0.01	<0.01	<0.01	0.3	0.5
PLT-013 ⁽¹⁾	-	-	-	0.3	0.5
PLT-014 ⁽¹⁾	-	-	-	0.3	0.5
PLT-015 ⁽¹⁾	-	-	-	0.3	0.5
PLT-016 ⁽¹⁾	-	-	-	0.3	0.5
PLT-017	0.01	0.14	0.17	0.3	0.5
PLT-018	0.05	0.19	0.23	0.3	0.5
PLT-019	0.02	0.19	0.22	0.3	0.5
PLT-020A	0.01	0.14	0.17	0.3	0.5
PLT-021A	0.01	0.14	0.17	0.3	0.5
PLT-022	0.01	0.14	0.17	0.3	0.5
PLT-023	0.01	0.14	0.17	0.3	0.5
PLT-024	0.01	0.14	0.17	0.3	0.5
PLT-025	<0.01	<0.01	<0.01	0.3	0.5

Plataforma	Q (m ³ /s)	y = tirante (m)	1.2 * y	H = altura de canal (m)	B = base de canal (m)
	Tr = 2 años				
PLT-026A ⁽¹⁾	-	-	-	0.3	0.5
PLT-027	<0.01	<0.01	<0.01	0.3	0.5
PLT-028 ⁽¹⁾	-	-	-	0.3	0.5
PLT-029	<0.01	<0.01	<0.01	0.3	0.5
PLT-030A ⁽¹⁾	-	-	-	0.3	0.5
PLT-031A	<0.01	<0.01	<0.01	0.3	0.5
PLT-032A ⁽¹⁾	-	-	-	0.3	0.5
PLT-033	0.01	0.14	0.17	0.3	0.5
PLT-034 ⁽¹⁾	-	-	-	0.3	0.5
PLT-035	<0.01	<0.01	<0.01	0.3	0.5
PLT-036	0.01	0.14	0.17	0.3	0.5
PLT-037	0.01	0.14	0.17	0.3	0.5
PLT-038	0.01	0.14	0.17	0.3	0.5
PLT-039	0.01	0.14	0.17	0.3	0.5
PLT-040	<0.01	<0.01	<0.01	0.3	0.5

Fuente:

Anddes, 2025

Nota:

(1), plataformas que se ubican en una cumbre y por ello no presentan una zona de aporte.

2.0 CUNETAS

Para el diseño de las cunetas se consideró el Manual de carreteras: hidrología, hidráulica y drenaje del Ministerio de Transporte y Comunicaciones (MTC, 2014), donde se indica que las dimensiones podrán ser fijadas de acuerdo a las condiciones pluviales. En la siguiente tabla se presentan las dimensiones mínimas de las cunetas según la condición pluvial.

Tabla 2.1
Dimensiones mínimas

Region	Profundidad (m)	Ancho (m)
Seca (<400 mm/año)	0.20	0.50
Lluviosa (De 400 a <1600 mm/año)	0.30	0.75
Muy lluviosa (De 1600 a <3000 mm/año)	0.40	1.20
Muy lluviosa (>3000 mm/año)	0.30*	1.20

Fuente:

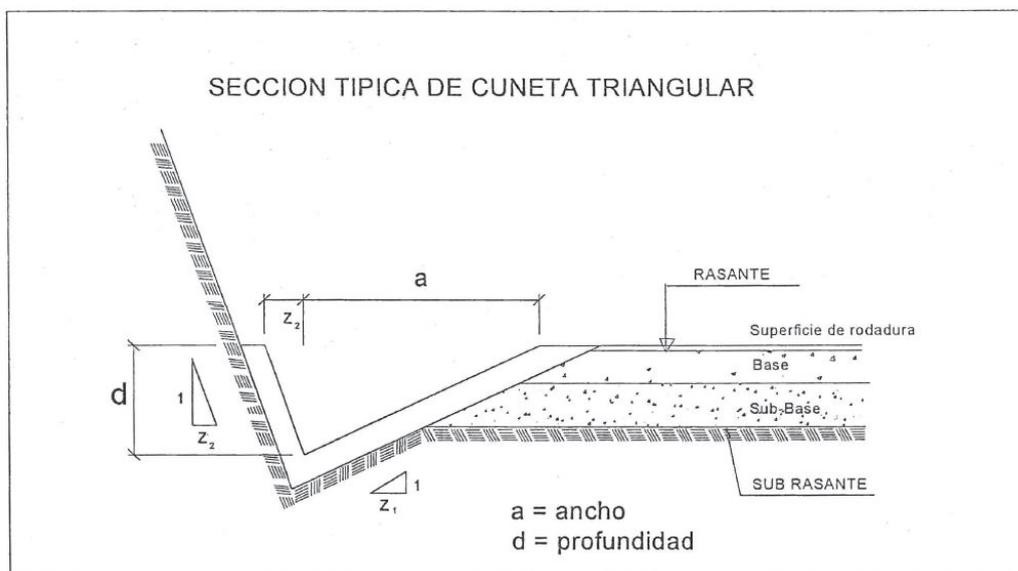
Manual de Diseño de Carreteras Pavimentadas de Bajo Volumen de Tránsito MTC.

Nota:

* Sección Trapezoidal con un ancho mínimo de fondo de 0.30

En la siguiente imagen se presenta la sección típica de cuneta de triangular.

Imagen 2.1
Sección típica de cuneta de triangular



Fuente:
MTC, 2014.

Considerando que el proyecto se ubica en una zona seca (menor a 400 mm/año), las dimensiones de las cunetas serán como mínimo de 0.20 m de profundidad y 0.50 m de ancho. A fin de unificar las dimensiones de las cunetas con los canales de coronación, se considera que las cunetas con dimensiones de 0.30 m de profundidad y 0.50 m de ancho.

Otro aspecto a considerar en el diseño de las cunetas será el desagüe de las cunetas, lo cual según el Manual de carreteras (MTC, 2014) indica que en región seca o poca lluviosa la longitud de las cunetas será de 250 m como máximo.

Apéndice A

DIA del Proyecto de Exploración Minera Huilacollo (Vale, 2023)

CAPÍTULO 3: LÍNEA BASE

3.1.1.4.2.5.5 Intensidad de lluvia

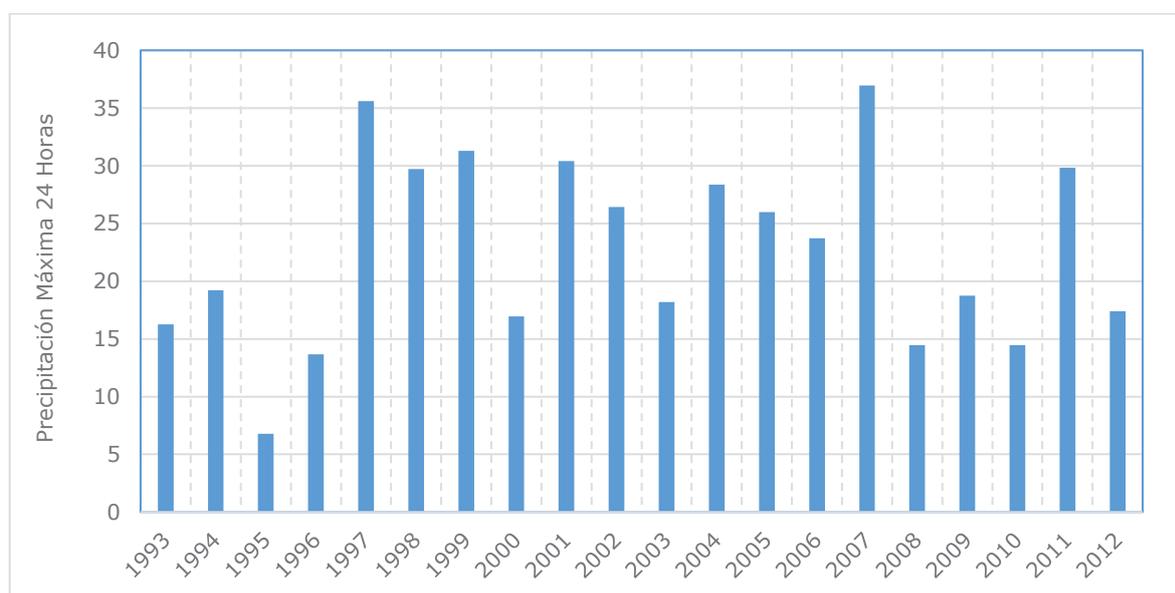
meses de otoño y primavera son transicionales entre una y otra estación y presentan esporádicas lluvias débiles.

3.1.1.4.2.5 Precipitación Máxima en 24 horas

La precipitación máxima probable, ha sido estimada en base a la información de lluvias máximas (Precipitación Máxima en 24 horas) registradas en la estación Pampa Umalzo que cuenta con registros de dicha variable entre el periodo 1993-2012.

En el siguiente gráfico se presentan el hidrograma de registros máximos anuales de precipitación máximas en 24 horas de la estación considerada.

Gráfico 3-11. Hidrograma de registros máximos anuales de precipitación máxima 24 horas - Estación Pampa Umalzo



Elaborado por: Illakallpa S.A.C., 2022.

Para estimar las precipitaciones máximas en área del Proyecto, se hizo uso de un factor, que es aplicable como resultado de estudio de miles de estaciones - año de datos de lluvia, realizado por L. L. Welss - los resultados de un análisis probabilístico llevado a cabo con lluvias máximas anuales tomadas en un único y fijo intervalo de observación, al ser incrementados en un 13% conducían a magnitudes más aproximadas a las obtenidas en el análisis basado en lluvias máximas verdaderas. Por tanto, el valor representativo adoptado para la cuenca será multiplicado por 1.13 para ajustarlo por intervalo fijo y único de observación.

En el Anexo 3.1 se muestran los registros de precipitación máxima en 24 horas de la estación Pampa Umalzo.

3.1.1.4.2.5.1 Análisis de confiabilidad de los registros de precipitación máximas en 24 horas

Para este análisis se utilizó el Método del "Bulletin 17B" (Interagency Advisory Committee on Water Data, 1982) para la detección de "outliers" en series anuales. Esta metodología fue desarrollada para el análisis de frecuencia de avenidas en Estados Unidos, aunque puede también utilizarse para

el análisis de frecuencia de precipitación. Los “outliers” son datos que se alejan significativamente de la tendencia de la información de la muestra y que dan lugar a cuestionar su procedencia en términos de que pueden pertenecer a una población diferente. Esta metodología consiste en calcular umbrales que definan “outliers” altos y bajos mediante la siguiente ecuación:

$$Y_L = \bar{Y} \pm K_n S_Y$$

Donde

- Y_L Límite del logaritmo del valor atípico más alto o bajo.
- Y Es el promedio de los logaritmos base 10 de la serie anual
- S_Y Es la desviación estándar de los logaritmos base 10 de la serie anual.
- K_n Es un valor crítico para la muestra de tamaño n , que se usa para detectar “outliers” con un 10% de nivel de significancia en datos normalmente distribuidos.

Los valores de K_n para $5 \leq n \leq 100$ pueden ser calculados usando el logaritmo base 10 del tamaño de la muestra:

$$K_n = -0.9043 + 3.345 \sqrt{\log(n)} - 0.4046 \log(n)$$

En el siguiente cuadro se muestran los resultados de la aplicación de la metodología de análisis de confianza de los datos.

Cuadro 3-10. Estadística de la serie anual de precipitaciones máximas

Parámetros	Valores
N	20
Promedio	1.325
Desviación estándar	0.180
K_n	2.385
YL Superior	1.754
YL Inferior	0.895
Límite Superior	36.951
Límite Inferior	6.78

Elaborado por: Illakallpa S.A.C., 2022.

Del cuadro anterior se puede deducir que los datos evaluados se encuentran dentro del límite de confianza, por lo tanto, de la metodología mencionada no se puede apreciar que existe un “outlier” alto, el cual debió ser descartado ya que el presente estudio está enfocado en el análisis de eventos extremos máximos y este valor pueden influir en el ajuste de alguna distribución de probabilidades.

3.1.1.4.2.5.2 Análisis de Frecuencia

Con los valores de precipitación máxima en 24 horas (serie máxima anual), previo análisis de confiabilidad de datos y su corrección, se procedió a calcular los valores de precipitación extrema

probable correspondiente a diferentes períodos de retorno, sobre cuya base se estimarán las descargas máximas para el diseño de las estructuras de evacuación de la escorrentía.

Las lluvias máximas horarias o diarias, por lo general, se ajustan a las distribuciones de Gumbel o valores extremos tipo I, Log-Pearson tipo III y Gamma incompleta. En este Proyecto se empleó la distribución Gumbel o Ley de Valores Extremos Tipo I, la misma es aplicada frecuentemente para estimar valores extremos de precipitaciones máximas y avenidas máximas.

La función de densidad de probabilidad del valor extremo Tipo I está dado por la expresión:

$$f(x) = \frac{1}{\alpha} \exp\left[-\frac{1}{\alpha}(x - \mu) - \exp\left(-\frac{1}{\alpha}(x - \mu)\right)\right] \quad \text{para: } -\infty < x < \infty$$

La función de distribución acumulada la distribución de Gumbel, tiene la forma:

$$F(x) = \exp\left[-\exp\left(-\frac{x - u}{\alpha}\right)\right] \quad \text{para: } -\infty < x < \infty$$

Donde:

$0 < \alpha < \infty$, parámetro de escala

$-\infty < u < \infty$, parámetro de posición, llamado también valor central o moda

La variable aleatoria reducida Gumbel, se define como:

$$y = \frac{x - \mu}{\alpha}$$

Utilizando el método de momentos se obtiene la siguiente relación:

$$\bar{x} = u + \alpha\gamma$$

$$S = \left(\frac{\pi^2 \alpha^2}{6}\right)^{1/2}$$

Donde:

X Media de los x_i

S Desviación estándar de los x_i

γ Constante de Euler, cuyo valor es:

$$\gamma = \lim\left[1 + \frac{1}{2} + \frac{1}{3} + \dots + \frac{1}{n} - \ln n\right] \quad \gamma = 0.57721$$

Cuadro 3-11. Cálculo de las precipitaciones diarias máximas probables y distintas frecuencias

Periodo Retorno	Variable Reducida	Precipitación (mm)	Probabilidad de ocurrencia	Corrección intervalo fijo
Años	YT	XT'(mm)	F(xT)	XT (mm)
2	0.3665	21.3751	0.5000	24.1538
5	1.4999	28.6335	0.8000	32.3559
10	2.2504	33.4392	0.9000	37.7863
25	3.1985	39.5113	0.9600	44.6478
50	3.9019	44.0159	0.9800	49.7380
100	4.6001	48.4872	0.9900	54.7906
500	6.2136	58.8198	0.9980	66.4664

Elaborado por: Illakallpa S.A.C., 2022.

En función a la variable probabilística se tiene los parámetros de $X = 22.72$ mm y $S = 8.21$ mm y aplicando las ecuaciones mencionadas; se tiene los valores de los parámetros de escala $\mu = 19.03$ mm y $\alpha = 6.40$ mm.

3.1.1.4.2.5.3 Prueba de ajuste Smirnov Kolmogorov

Para saber qué tan adecuado es el ajuste de los datos a una distribución de probabilidades se realizó la prueba estadística de Smirnov Kolmogorov, el cual determinara si es adecuado el ajuste.

La prueba de ajuste de Smirnov Kolmogorov, consiste en comparar las diferencias existentes, entre la probabilidad empírica de los datos de la muestra y la probabilidad teórica, tomando el valor máximo del valor absoluto, de la diferencia entre el valor observado y el valor de la recta teórica del modelo, es decir:

$$\Delta = \max |F(x) - P(x)|$$

La prueba requiere que el valor Δ calculado con la expresión anterior sea menor que el valor tabulado $\Delta\alpha$ para un nivel de probabilidad requerido. Esta prueba es fácil de realizar y comprende las siguientes etapas:

- El estadístico Δ es la máxima diferencia entre la función de distribución acumulada de la muestra y la función de distribución acumulada teórica escogida.
- Se fija el nivel de probabilidad α , valores de 0.05 y 0.01 son los más usuales.
- El valor crítico $\Delta\alpha$ de la prueba debe ser obtenido de tablas en función de α y n .
- Si el valor calculado Δ es mayor o igual que el $\Delta\alpha$, la distribución escogida se debe rechazar.

Se ha realizado las pruebas de ajuste a la distribución de probabilidad utilizada, para un 5% de nivel de significancia, observándose que los datos se ajustan por tener el menor valor estadístico Δ .

3.1.1.4.2.5.4 Estimación de la precipitación máxima probable

La precipitación máxima probable es aquella magnitud de lluvia que ocurre sobre una cuenca particular, sobre la cual se generará un gasto de avenida, para el que virtualmente no existe riesgo de ser excedido.

Los diversos procedimientos de estimación de la precipitación máxima probable no están normalizados, ya que varían principalmente con la cantidad y calidad de los datos disponibles; además, cambian con el tamaño de la cuenca, su emplazamiento y su topografía, con los tipos de temporales que producen las precipitaciones extremas y con el clima. Los métodos de estimación de fácil y rápida aplicación son los empíricos y el estadístico.

En el presente estudio se ha utilizado las relaciones o cocientes a la lluvia de 24 horas se emplean para duraciones de varias horas. Propuesto por D. F. Campos A². mediante los siguientes cocientes:

Cuadro 3-12. Valores concluidos para las relaciones a la lluvia de duración 24 horas

Duraciones, en horas									
1	2	3	4	5	6	8	12	18	24
0.30	0.39	0.46	0.52	0.57	0.61	0.68	0.80	0.91	1.00

Fuente: D. F. Campos A., 1978
Elaborado por: Illakallpa S.A.C., 2022.

Estos datos serán obtenidos como un porcentaje de los resultados de la precipitación máxima probable para 24 horas, para cada período de retorno, diferentes porcentajes de este valor según los tiempos de duración de lluvia adoptados.

En el siguiente cuadro se muestra los resultados de las precipitaciones máximas para diferentes tiempos de duración.

Cuadro 3-13. Precipitaciones máximas para diferentes tiempos de duración de lluvias

Tiempo de Duración	Cociente	Precipitación máxima Pd (mm) por tiempos de duración						
		2 años	5 años	10 años	25 años	50 años	100 años	500 años
24 hr	X24	24.1538	32.3559	37.7863	44.6478	49.7380	54.7906	66.4664
18 hr	X18 = 91%	21.9800	29.4438	34.3856	35.7182	45.2615	49.8594	60.4844
12 hr	X12 = 80%	19.3231	25.8847	30.2291	35.7182	39.7904	43.8324	53.1731
8 hr	X8 = 68%	16.4246	22.0020	25.6947	30.3605	33.8218	37.2576	45.1971
6 hr	X6 = 61%	14.7338	19.7371	23.0497	27.2351	30.3402	33.4222	40.5445
5 hr	X5 = 57%	13.7677	18.4428	21.5382	25.4492	28.3506	31.2306	37.8858
4 hr	X4 = 52%	12.5600	16.8251	19.6489	23.2168	25.8637	28.4911	34.5625
3 hr	X3 = 46%	11.1108	14.8837	17.3817	20.5380	22.8795	25.2037	30.5745
2 hr	X2 = 39%	9.4200	12.6188	14.7367	17.4126	19.3978	21.3683	25.9219
1 hr	X1 = 30%	7.2461	9.7068	11.3359	13.3943	14.9214	16.4372	19.9399

Elaborado por: Illakallpa S.A.C., 2022.

² Campos, D. F., Cálculo de las curvas IDF, a partir de registros de lluvia máxima en 24 horas y Relaciones Duración Lluvia Promedio. 1a Ed., Subdirección Regional Noreste de Obras Hidráulicas e Ingeniería Agrícola para el Desarrollo Rural. San Luis de Potosí, México (1978).

3.1.1.4.2.5.5 Intensidad de lluvia

Las estaciones de lluvia ubicadas en la zona del proyecto no cuentan con registros pluviógrafos que permitan obtener registros de intensidad máxima. Para poder estimar se recurrió al principio conceptual, referente a que los valores extremos de lluvia de alta intensidad y corta duración son en la mayoría de los casos marginalmente dependientes de la localización geográfica, con base en el hecho de que estos eventos de lluvia están asociados con celdas atmosféricas las cuales tienen propiedades físicas similares en la mayor parte del mundo.

Existen varios modelos para estimar la intensidad a partir de la precipitación máxima en 24 horas. Uno de ellos es el modelo de Federich Bell, que permite calcular la lluvia máxima en función al periodo de retorno, duración de la tormenta en minutos y la precipitación máxima de una hora de duración y periodo de retorno de 10 años.

Basándonos en los resultados del anterior cuadro, y los tiempos de duración adoptados, calculamos la intensidad equivalente para cada caso, según:

$$I = \frac{P[mm]}{t_{duración}[hr]}$$

Cuadro 3-14. Intensidades de lluvia a partir de Pd, según duración de precipitación y frecuencia

Tiempo de duración		Intensidad de la lluvia (mm /hr) según el Periodo de Retorno						
Hr	min	2 años	5 años	10 años	25 años	50 años	100 años	500 años
24 hr	1440	1.0064	1.3482	1.5744	1.8603	2.0724	2.2829	2.7694
18 hr	1080	1.2211	1.6358	1.9103	1.9843	2.5145	2.7700	3.3602
12 hr	720	1.6103	2.1571	2.5191	2.9765	3.3159	3.6527	4.4311
8 hr	480	2.0531	2.7502	3.2118	3.7951	4.2277	4.6572	5.6496
6 hr	360	2.4556	3.2895	3.8416	4.5392	5.0567	5.5704	6.7574
5 hr	300	2.7535	3.6886	4.3076	5.0898	5.6701	6.2461	7.5772
4 hr	240	3.1400	4.2063	4.9122	5.8042	6.4659	7.1228	8.6406
3 hr	180	3.7036	4.9612	5.7939	6.8460	7.6265	8.4012	10.1915
2 hr	120	4.7100	6.3094	7.3683	8.7063	9.6989	10.6842	12.9609
1 hr	60	7.2461	9.7068	11.3359	13.3943	14.9214	16.4372	19.9399

Elaborado por: Illakallpa S.A.C., 2022.

Finalmente, en función del cambio de variable realizado, se realiza otra regresión de potencia entre las columnas del periodo de retorno (T) y el término constante de regresión (d), para obtener valores de la ecuación. La ecuación de intensidad válida para la cuenca resulta:

$$d = k * t^m$$

Obteniéndose la ecuación de intensidad válida para la zona de interés, la misma resulta a partir de la siguiente ecuación:

DIA del Proyecto de Exploración Minera Huilacollo (Vale, 2023)

ANEXO 3.1: DATA METEOROLÓGICA

3.1.4 Precipitación máxima en 24 Horas

REGISTRO HISTÓRICO
Precipitación Máxima 24 Horas - Periodo 1993 -2012

ESTACION	Pampa Umalzo	LATITUD	16° 52'30"	DIST.	Candarave
CUENCA	Tambo	LONGITUD	70° 25'24.8."	PROV.	Candarave
TIPO	CO	ALTITUD	4609 msnm	DPTO.	Tacna

Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
1993	14.4	2.5	1	0	0	1.4	0	5	0	0	0	5.3
1994	17	7.6	7	1.2	0	0	0	0	0	1.3	1.9	3.4
1995	3.5	3.5	6	0	1.5	0.2	0	0	0.6	0	3.1	4.8
1996	5.2	6.9	12.1	4.1	0.4	0	0	3.8	1.6	0	1.3	3.2
1997	8.7	31.5	9.4	2.8	1.4	0	0	10.9	7.3	0	4.7	14.2
1998	26.3	6.9	3.1	7	0	4.1	0	0	0	0	4.8	10.6
1999	10.5	27.7	11.9	9.5	0	0	0	0	4.4	3	0	8.4
2000	15	14.1	10.6	4.1	0	0.3	0.4	0	0	12.2	2.7	7.1
2001	26.9	21.1	14.9	11.2	1.5	1.9	0	4.2	0	5.8	8.6	12.4
2002	20	16.2	23.4	16.6	7	2.7	6.3	6.3	0	0	17.5	14.6
2003	13.4	9.9	15.2	4.3	11.3	0	0	5.8	3.6	0.8	3.3	16.1
2004	14.6	25.1	16.8	9.8	0	0	11.7	9.4	8	1.4	0.1	8.2
2005	12.4	23	12.9	3.3	0	0	0	0	18.4	4.1	3.9	13.9
2006	13.6	16.6	12.2	5.6	0	3.6	0	0	0.8	8.6	19.3	21
2007	21.1	16.7	32.7	8.5	12.6	0.8	0	0	0	0	0	0
2008	9.4	4.9	12.8	2.4	0	0	0	3.3	0	0	0	11.4
2009	2.3	4.2	16.6	5.6	0	0	8.8	0	0	3.8	14	6
2010	4.2	12.8	6.8	6.4	6.8	0	0	0	3.4	0	0	8.6
2011	26.4	11.9	7.2	6.7	6.1	0	1	0	0.8	0	22.9	15.4
2012	12.1	15.4	6.3	2.2	0	0	0	0	1.3	5.6	4.4	8.8
Media	13.85	13.93	11.95	5.57	2.43	0.75	1.41	2.56	2.64	2.33	5.63	5.73
Mínima	2.30	2.50	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.53
Máxima	26.90	31.50	32.70	16.60	12.60	4.10	11.70	10.90	18.40	12.20	22.90	18.23

FUENTE : SENAMHI

**Anexo 3.1A Data original SENAMHI (P24h
máxima)**

SERVICIO NACIONAL DE METEOROLOGÍA E HIDROLOGÍA DEL PERÚ



DIRECCION DE REDES DE OBSERVACION Y DATOS

ESTACION : PAMPA UMALZO (TITIJONES) / 158309 / DZ-07

PARAMETRO : PRECIPITACION MAXIMA EN 24 HORAS (mm)

LAT. : 16° 50' "S"

LONG. : 70° 32' "W"

ALT. : 4245 msnm

DPTO. : MOQUEGUA

PROV. : MARISCAL NIETO

DIST. : CARUMAS

SERVICIO NACIONAL DE METEOROLOGÍA E HIDROLOGÍA DEL PERÚ

AÑO	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SET.	OCT.	NOV.	DIC.
2019	12.5	15.8	5.8	7.4	0.0	0.0	1.6	0.0	0.8	7.2	12.2	11.6
2020	19.9	19.1	15.0	4.7	0.0	0.0	S/D	0.0	0.5	7.5	0.4	19.4
2021	S/D	S/D	11.9	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	2.5	S/D	S/D	14.2
2022	23.1	10.5	8.1	0.0	S/D	S/D	S/D	0.0	0.0	0.0	3.7	S/D
2023	16.1	10.5	S/D	0.0	3.8	S/D	0.0	S/D	0.0	15.0	12.3	13.2
2024	11.4	24.7	13.0	3.9	0.5	1.5	0.0	0.0	0.0	0.9	7.5	3.6

SERVICIO NACIONAL DE METEOROLOGÍA E HIDROLOGÍA DEL PERÚ

INFORMACIÓN PREPARADA PARA: ANDDES ASOCIADOS S.A.C.

LIMA, 12 de Mayo de 2025

Firmado digitalmente por: CORREA MARQUEZ Kris Wilfranes FAU
20131966028 hard
Molivo: Doy V B
Fecha: 12.05.2025 15:20:46 05:00

Firma Digital