

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO
FACULTAD DE INGENIERIA GEOLOGICA, MINAS Y METALURGICA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA GEOLOGICA



TESIS

**ESTUDIO HIDROLOGICO Y GEOLOGICO DE LA UNIDAD
MINERA JESUS PODEROSO DE MINERALES NO METALICOS PARA
MITIGAR EL IMPACTO AMBIENTAL DEL RECURSO HIDRICO EN EL
DISTRITO DE COMAS, JUNIN**

PRESENTADO POR:

BR. AMANDA ESTRELLITA SOTOMAYOR BELISARIO

BR. RAFAEL LUIS EDUARDO RUBIO VERA

**PARA OPTAR AL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO GEOLOGO**

ASESOR:

DR. FREDY VÍCTOR BUSTAMANTE PRADO

**CUSCO – PERÚ
2025**



Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco

INFORME DE SIMILITUD

(Aprobado por Resolución Nro.CU-321-2025-UNSAAC)

El que suscribe, el **Asesor** **FREDY VICTOR BUSTAMANTE PRADO**
..... quien aplica el software de detección de similitud al
trabajo de investigación/tesis titulada: "ESTUDIO HIDROLOGICO Y GEOLOGICO DE LA UNIDAD MINERA JESUS
PODEROSO DE MINERALES NO METALICOS PARA MITIGAR EL IMPACTO AMBIENTAL DE RECURSO HIDRICO EN EL
DISTRITO DE COMAS, JUNIN"

Presentado por: **AMANDA ESTRELLITA SOTOMAYOR BELISARIO** DNI N° **72742022**
presentado por: **RAFAEL LUIS EDUARDO RUBIO VERA** DNI N°: **70442616**
Para optar el título Profesional/Grado Académico de **INGENIERO GEOLOGO**

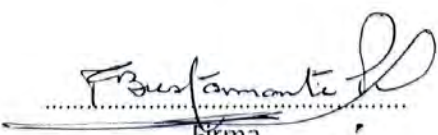
Informo que el trabajo de investigación ha sido sometido a revisión por⁰³..... veces, mediante el
Software de Similitud, conforme al Art. 6° del **Reglamento para Uso del Sistema Detección de
Similitud en la UNSAAC** y de la evaluación de originalidad se tiene un porcentaje de¹⁰..... %.

Evaluación y acciones del reporte de coincidencia para trabajos de investigación conducentes a grado académico o título profesional, tesis

Porcentaje	Evaluación y Acciones	Marque con una (X)
Del 1 al 10%	No sobrepasa el porcentaje aceptado de similitud.	☒
Del 11 al 30 %	Devolver al usuario para las subsanaciones.	☐
Mayor a 31%	El responsable de la revisión del documento emite un informe al inmediato jerárquico, conforme al reglamento, quien a su vez eleva el informe al Vicerrectorado de Investigación para que tome las acciones correspondientes; Sin perjuicio de las sanciones administrativas que correspondan de acuerdo a Ley.	☐

Por tanto, en mi condición de Asesor, firmo el presente informe en señal de conformidad y adjunto
las primeras páginas del reporte del Sistema de Detección de Similitud.

Cusco, 29 de Octubre de 2025


Firma
Post firma Fredy Victor Bustamante Prado
Nro. de DNI..... 29457667
ORCID del Asesor..... 0000-0001-6291-7541

Se adjunta:

1. Reporte generado por el Sistema Antiplagio.
2. Enlace del Reporte Generado por el Sistema de Detección de Similitud: **oid:** **27259:517285745**

Amanda Sotomayor

ESTUDIO HIDROLOGICO Y GEOLOGICO DE LA UNIDAD MINERA JESUS PODEROSO DE MINERALES NO METALICOS P...

 Universidad Nacional San Antonio Abad del Cusco

Detalles del documento

Identificador de la entrega

trn:oid::27259:517285745

187 páginas

Fecha de entrega

23 oct 2025, 8:49 p.m. GMT-5

49.919 palabras

Fecha de descarga

27 oct 2025, 11:28 a.m. GMT-5

231.542 caracteres

Nombre del archivo

ESTUDIO HIDROLOGICO Y GEOLOGICO DE LA UNIDAD MINERA JESUS PODEROSO DE MINERALESpdf

Tamaño del archivo

3.9 MB

10% Similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para cá...

Filtrado desde el informe

- Bibliografía
- Texto citado
- Texto mencionado
- Coincidencias menores (menos de 10 palabras)

Exclusiones

- N.º de fuente excluida
- N.º de coincidencias excluidas

Fuentes principales

- 9%  Fuentes de Internet
- 6%  Publicaciones
- 6%  Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

Marcas de integridad

N.º de alertas de integridad para revisión

No se han detectado manipulaciones de texto sospechosas.

Los algoritmos de nuestro sistema analizan un documento en profundidad para buscar inconsistencias que permitirían distinguirlo de una entrega normal. Si advertimos algo extraño, lo marcamos como una alerta para que pueda revisarlo.

Una marca de alerta no es necesariamente un indicador de problemas. Sin embargo, recomendamos que preste atención y la revise.

Agradecimiento

A mi asesor el Dr Freddy Bustamante, por su invaluable orientación, paciencia y constante apoyo durante todo el proceso de investigación y a mi docente de carrera Dra. Mayssa, por su guía inquebrantable y por siempre estar disponible para compartir su conocimiento.

A mis compañeros de estudio, Bruss, Johan, y Estrellita, quienes fueron aliados necesarios en este camino. Su colaboración y amistad hicieron de este desafío una experiencia más llevadera y enriquecedora.

Al grupo de estudio GEMA, por haberme brindado el apoyo, orientación e información necesaria y pertinente para desarrollar este proyecto. Su enfoque colaborativo y espíritu de equipo me motivaron en cada etapa del proceso.

A la UNSAAC, mi querida universidad, que me ha proporcionado no solo una educación de calidad, sino también una visión mucho más amplia de la sociedad. Su influencia y ambiente de aprendizaje ha sido crucial para mi desarrollo profesional y personal.

Bach. Rubio Vera, Rafael Luis Eduardo

Agradecimiento

Me gustaría agradecer a todas las personas quienes me ayudaron hasta este momento de mi vida, y quienes de alguna forma u otra me ayudaron con la realización de esta tesis.

En primer lugar, quiero agradecer a nuestro asesor de tesis por su invaluable orientación y apoyo a lo largo de esta investigación. Su experiencia y consejo constante han sido cruciales para superar los desafíos y alcanzar este objetivo. Su dedicación y profesionalismo han marcado una diferencia significativa en el desarrollo de este trabajo.

A mis padres, Roxana y Miguel, les debo una gratitud infinita. Su amor incondicional y sacrificio constante han sido mi mayor fuente de fortaleza y motivación. Gracias por creer en mí y por brindarme el respaldo necesario para seguir adelante, incluso en los momentos más difíciles. A mis hermanos, Anthony y Joshua, gracias por su apoyo constante y su aliento incondicional. Su presencia y comprensión han sido mi fuente de fortaleza en cada momento. Este logro también es gracias a ustedes. Este logro es tan suyo como mío.

A mis amigos, a quienes no me alcanzaría mencionarlos en esta tesis, les agradezco profundamente por su amistad, complicidad y franqueza. Su compañía ha sido muy importante durante todo este proceso.

A todas estas personas, mi más sincero agradecimiento. Sin su apoyo y dedicación, este proyecto no hubiera sido posible.

Bach. Sotomayor Belisario, Amanda Estrellita

Dedicatorias

A mi hija Amelie por ser mi inspiración para ser mejor cada día, a mi compañera de vida Maleja por su compañía constante, su amor y solidaridad para avanzar cada día, a mis hermanos Mario y Patty quienes con su apoyo incondicional me dieron la fuerza incluso en los momentos más difíciles, y a mis padres Koky y Lucho quienes desde arriba me guían y me protegen.

Bach. Rubio Vera, Rafael Luis Eduardo

A mi familia, quienes siempre me apoyaron y me dieron la fuerza para seguir adelante, por su confianza y el amor con el que me enseñaron a ser una mejor persona cada día. A mi madre Roxana, por ser mi inspiración y la mujer más fuerte que he conocido; su amor y sacrificio han cambiado mi vida y la de ella. A mi padre Miguel, cuyo esfuerzo y dedicación me proporcionaron todo lo que necesité para crecer y ser quien soy hoy. A mis hermanos Anthony y Joshua quienes fueron mi motivación para seguir adelante, mis compañeros de risa y desafíos.

Bach. Sotomayor Belisario, Amanda Estrellita

Resumen

La tesis titulada "Estudio hidrológico y geológico de la unidad minera Jesús Poderoso de minerales no metálicos para mitigar el impacto ambiental del recurso hídrico en el distrito de Comas, Junín" aborda el análisis integral del impacto de las actividades mineras sobre los recursos hídricos en la Unidad Minera Jesús Poderoso. El estudio se centra en la evaluación hidrogeológica del área de interés, con el objetivo de identificar y mitigar los efectos ambientales adversos. Se llevaron a cabo monitoreos de agua, estudios geológicos y estudios geofísicos utilizando sondeos eléctricos para comprender mejor las características del subsuelo y la dinámica del agua en la región. Los resultados del monitoreo de agua revelaron una contaminación significativa, atribuida a las actividades mineras, que afecta la calidad de los recursos hídricos. Los sondeos eléctricos permitieron una comprensión más profunda de las características geológicas del área, identificando zonas de riesgo y posibles fuentes de contaminación. Este estudio no solo documenta la magnitud de la contaminación del agua, sino que también propone medidas y estrategias para mitigar los impactos negativos. Se recomienda implementar prácticas de manejo adecuado de los residuos mineros, así como técnicas de remediación para mejorar la calidad del agua y preservar los recursos hídricos para las comunidades locales y el medio ambiente.

Palabras clave: hidrología, geología minera, contaminación del agua, mitigación ambiental.

Abstract

The thesis titled "Hydrological and geological Study of the Jesús Poderoso Mining Unit of Non-Metallic Minerals to Mitigate the Environmental Impact on Water Resources in the district of Comas, Junín" addresses the comprehensive analysis of the impact of mining activities on water resources at the Jesús Poderoso Mining Unit. The study focuses on the hydrogeological assessment of the area of interest, with the aim of identifying and mitigating adverse environmental effects. Water monitoring, geological studies, and geophysical surveys using electrical soundings were conducted to better understand subsurface characteristics and water dynamics in the region. The water monitoring results revealed significant contamination attributed to mining activities, which affects the quality of water resources. The electrical soundings provided a deeper understanding of the geological features of the area, identifying risk zones and potential sources of contamination. This study not only documents the extent of water contamination but also proposes measures and strategies to mitigate negative impacts. It is recommended to implement proper waste management practices for mining residues, as well as remediation techniques to improve water quality and preserve water resources for local communities and the environment.

Keywords: hydrology, mining geology, water contamination, environmental mitigation.

INDICE DE CONTENIDO

Agradecimiento.....	ii
Agradecimiento.....	iii
Dedicatorias	iv
Resumen.....	v
Abstract	vi
ÍNDICE DE TABLAS	ix
INTRODUCCIÓN	xiv
CAPITULO I: GENERALIDADES	15
1.1. UBICACIÓN	15
1.1.1. Ubicación Política.....	15
1.1.2. Ubicación Geográfica	15
1.2. DELIMITACIÓN	15
1.3. ACCESIBILIDAD.....	16
1.4. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	16
1.4.1. Descripción del Problema.....	16
1.4.2. Formulación del Problema.....	20
1.4.3. Objetivos.....	20
1.4.4. Justificación	21
CAPITULO II: METODOLOGÍA	23
2.1. MÉTODO DE INVESTIGACIÓN	23
2.1.1. Enfoque de la investigación.....	23
2.1.2. Alcance de estudio.....	24
2.1.3. Tipo de investigación.....	24
2.2. POBLACIÓN Y MUESTRA	25
2.2.1. Población	25
2.2.2. Muestra	25
2.3. VARIABLES	26
2.3.1. Operacionalización de Variables.	26
CAPITULO III: MARCO TEÓRICO	27
3.1. ANTECEDENTES	27
a) Antecedentes Nacionales	27
b) Antecedentes Internacionales	29
3.2. MARCO TEÓRICO	31
3.2.1. Aspectos Geológicos	31
3.2.2. Aspectos Geomorfológicos.....	31
3.2.3. Geofísicos	32
3.2.4. Aspectos Hidrológicos.....	36
3.2.4.1. Generalidades	36
3.2.4.2. Parámetros de forma.....	36
3.2.4.3. Parámetros de relieve.....	38

3.2.4.4.	Parámetros Lineales.....	39
3.2.4.5.	Parámetros de drenaje.....	41
3.2.5.	Aspectos Hidrogeológicos.....	41
3.2.5.4.	Identificación de Impactos.....	44
3.2.6.	Mitigación de Impactos	51
3.3.	DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS.....	52
CAPITULO IV: CARÁCTERÍSTICAS GEOLÓGICAS		54
4.1.	GEOLOGÍA.....	54
4.2.	Geomorfología.....	62
4.2.1.	Geomorfología Regional	62
4.2.2.	Geomorfología Local.....	63
4.3.	Geodinámica y peligro sísmico	64
4.5.	Geofísica.....	68
4.5.4.	Hidrogeología	147
4.5.5.	Descripción Actividad Minera.....	155
CAPITULO V: IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES.....		162
5.1.	METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES	162
5.2.	VALORACIÓN CUALITATIVA POR SIGNIFICANCIA AMBIENTAL	162
5.3.	EVALUACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES	164
5.3.1.	MATRIZ DE IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES IDENTIFICADOS	165
5.3.2.	MATRIZ DE EVALUACIÓN DE LOS POTENCIALES IMPACTOS AMBIENTALES IDENTIFICADOS.....	166
5.3.3.	DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS POTENCIALES IMPACTOS IDENTIFICADOS.....	168
5.4.	SISTEMA DE TRATAMIENTO DE EFLUENTES MINEROS DEL PROYECTO JESÚS PODEROSO.....	172
5.4.1.	GENERALIDADES.....	172
5.4.2.	DATOS GENERALES.....	172
5.4.2.1.	UBICACIÓN	172
5.4.2.2.	CONSIDERACIONES GENERALES PARA EL DISEÑO.....	172
5.4.2.2.1.	UNIDAD DE TRATAMIENTO.....	173
5.4.2.2.2.	INFORMACIÓN BÁSICA PARA EL DISEÑO	175
5.4.2.2.3.	ESTUDIO DE CAMPO	175
5.4.2.3.	DISEÑO DE LA POZA DE DECANTACIÓN.....	177
5.4.2.3.1.	CRITERIOS DE DISEÑO	177
5.4.2.3.2.	DISEÑO HIDRÁULICO	177
5.4.2.4.	OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO.....	178
5.4.2.4.1.	OPERACIÓN.....	178
5.4.2.4.2.	MANTENIMIENTO	179
CONCLUSIONES		180
RECOMENDACIONES.....		183
BIBLIOGRAFÍA		185

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 <i>Ubicación Política</i>	15
Tabla 2 <i>Ubicación Geográfica</i>	15
Tabla 3 <i>Colindantes del Área de Estudio</i>	15
Tabla 4 <i>Rutas de Acceso a la Unidad Minera Jesús Poderoso</i>	16
Tabla 5 <i>Tabla de Operacionalización de Variables</i>	26
Tabla 6 <i>Valorización de Impacto</i>	51
Tabla 7 <i>Mediciones de Fallas en el proyecto.</i>	68
Tabla 8 <i>Ubicación del SEV 1, SEV 2, SEV 3, SEV 4 y SEV 5 - Sección Geofísica A-A', B-B' y C-C'</i>	71
Tabla 9 <i>Resultados de resistividad de datos en campo – SEV 1</i>	71
Tabla 10 <i>Resultados de resistividad de datos en campo - SEV 2.</i>	72
Tabla 11 <i>Resultados de resistividad de datos en campo – SEV 3</i>	72
Tabla 12 <i>Resultados de resistividad de datos en campo - SEV 4.</i>	72
Tabla 13	73
Tabla 14 <i>Resultados de Sondajes y Resistividades - Procesamiento en Software</i>	75
Tabla 15 <i>Resultados de Sondajes y Resistividades - Procesamiento en Software</i>	75
Tabla 16 <i>Resultados de Sondajes y Resistividades - Procesamiento en Software</i>	76
Tabla 17 <i>Resultados de Sondajes y Resistividades - Procesamiento en Software</i>	77
Tabla 18 <i>Resultados de Sondajes y Resistividades - Procesamiento en Software</i>	78
Tabla 19 <i>Delimitación de la Cuenca Inambari</i>	85
Tabla 20 <i>Delimitación con Distritos</i>	85
Tabla 21 <i>Resultados de la estación de monitoreo V-2 en la quebrada Muchca.</i>	86
Tabla 22 <i>Resultados de la estación de monitoreo</i>	87
Tabla 23 <i>Parámetros de forma de las microcuencas Malmomera, Añas y Malpaso.</i>	89
Tabla 24 <i>Data de la Curva Hipsométrica</i>	90
Tabla 25 <i>Data de la Curva Hipsométrica</i>	92
Tabla 26 <i>Data de la Curva Hipsométrica</i>	93
Tabla 27 <i>Estaciones Meteorológicas cercanas al proyecto</i>	95
Tabla 28 <i>Temperatura media mensual – Estación Ingenio (°C).</i>	96
Tabla 29 <i>Temperatura media mensual – Estación Comas (°C).</i>	98

Tabla 30 <i>Temperatura media mensual – Estación Acopalca (°C)</i>	100
Tabla 31 <i>Relación Altitud - Temperatura Promedio Anual</i>	101
Tabla 32 <i>Temperaturas medias mensuales del área de estudio.</i>	103
Tabla 33 <i>Precipitación total mensual (mm) – Estación Ingenio.</i>	104
Tabla 34 <i>Precipitación total mensual (mm) – Estación Coma</i>	106
Tabla 35 <i>Precipitación total mensual (mm) – Estación Acopalca.</i>	108
Tabla 36 <i>Relación Altitud – Precipitación Total Anual</i>	109
Tabla 37 <i>Precipitaciones medias generadas para el área de estudio.</i>	111
Tabla 38 <i>Humedad relativa media mensual – Estación Ingenio.</i>	112
Tabla 39 <i>Humedad relativa media mensual – Estación Comas</i>	114
Tabla 40 <i>Humedad relativa media mensual Estimada %.</i>	115
Tabla 41 <i>Registro de velocidad del viento.</i>	117
Tabla 42 <i>Registro de dirección del viento.</i>	119
Tabla 43 <i>Factor de corrección según la latitud del área de estudio.</i>	121
Tabla 44 <i>Cálculo de la evapotranspiración potencial del Área de estudio</i>	122
Tabla 45 <i>Precipitaciones máximas en 24 horas (mm).</i>	123
Tabla 46 <i>Precipitación máxima en 24 horas (mm) con el factor 1.13 de la OMM.</i>	124
Tabla 47 <i>Valores de K_n para diferentes tamaños de muestra</i>	126
Tabla 48 <i>Resultados de la prueba de datos dudosos para la precipitación 24h en la estación Ingenio.</i>	127
Tabla 49 <i>Ajuste de bondad de datos filtrados</i>	130
Tabla 50 <i>precipitaciones de diseño para duraciones menores a 24h (mm/hr)</i>	133
Tabla 51 <i>Intensidades instantánea de diseño para duraciones menores a 24h (mm/hr).</i> ...	134
Tabla 52 <i>Área de la microcuenca de la quebrada Añas y la microcuenca COMID 3293.</i> .	136
Tabla 53 <i>Precipitación Subcuenca COMID 3293 (mm)</i>	137
Tabla 54 <i>Caudales Mensuales Subcuenca COMID 3293 (mm).</i>	138
Tabla 55 <i>Caudales y Precipitación mensuales en Subcuenca COMID 3293 y microcuenca Añas</i>	139
Tabla 56 <i>Caudales Mensuales de la microcuenca Añas</i>	139
Tabla 57 <i>Caudales Mensuales de la Microcuenca Añas al 75 % de persistencia</i>	140
Tabla 58 <i>Resultados de la prueba de homogeneidad, para las regiones definidas</i>	142

Tabla 59 <i>Caudales Mensuales de las microcuencas de las quebradas para captación por el método racional y método GR2M PISCO</i>	143
Tabla 60 <i>Caudales base en la microcuenca Añas</i>	143
Tabla 61 <i>Balance Hídrico del área de estudio</i>	147
Tabla 62 <i>Unidades hidro estratigráficas del proyecto</i>	149
Tabla 63 <i>Rangos de porosidad y conductividad hidráulica de algunos sedimentos y rocas (Benítez, 1972)</i>	150
Tabla 64 <i>Resultados de análisis</i>	156
Tabla 65 <i>Resultados de análisis</i>	157
Tabla 66 <i>Reservas de material económico</i>	157
Tabla 67 <i>Planificación de Extracción y Clasificación de Materiales en Zonas Mineras</i> ...	159
Tabla 68 <i>Perfil estratigráfico del yacimiento</i>	160
Tabla 69 <i>Área estudiada</i>	160
Tabla 70 <i>Labor de explotación San Diego 84</i>	161
Tabla 71 <i>Cancha de Desmonte 1</i>	161
Tabla 72 <i>Fuerza laboral</i>	161
Tabla 73 <i>Atributos de Impactos Ambientales</i>	162
Tabla 74 <i>Valoración de atributos de los Impactos Ambientales</i>	163
Tabla 75 <i>Componente, factor de impacto del proyecto</i>	164
Tabla 76 <i>Identificación de actividades</i>	164
Tabla 77 <i>Matriz de Identificación de Impactos – Etapa de Operación y Mantenimiento</i> . ..	165
Tabla 78 <i>Matriz de evaluación de impactos ambientales – Etapa de operación y mantenimiento</i>	167
Tabla 79 <i>Ubicación preferente del Sistema de Tratamiento</i>	172
Tabla 80 <i>Caudales mensuales</i>	176
Tabla 81 <i>Caudales mensuales al 75% de persistencia</i>	176
Tabla 82 <i>Datos de entrada para el diseño de poza de sedimentación</i>	177
Tabla 83 <i>Resultados diseño de poza de sedimentación</i>	178
Tabla 84 <i>Lista de operaciones a desarrollar</i>	178
Tabla 85 <i>Lista de actividades de mantenimiento a realizar</i>	179

INDICE DE FIGURAS

Figura 1	<i>Área de Estudio Unidad Minera Jesús Poderoso</i>	19
Figura 2	<i>Distribución de Electrodos para la Medición de Resistividades</i>	33
Figura 3	<i>Configuración de Electrodos</i>	34
Figura 4	<i>Configuración de Schlumberger</i>	35
Figura 5	<i>Guía metodológica</i>	50
Figura 6	<i>Columna Cronoestratigráfica Regional de la Zona de Estudio</i>	54
Figura 7	<i>Sección Geológica Regional A-A'</i>	59
Figura 8	<i>Sección Geológica Regional B-B'</i>	60
Figura 9	<i>Sección Geológica Local A-A'</i>	61
Figura 10	<i>Sección Geológica Local B-B'</i>	61
Figura 11	<i>Sección Geológica Local B-B'</i>	62
Figura 12	<i>Unidades Geomorfológicas</i>	63
Figura 13	<i>Unidades de Geodinámica Externa del Área de Estudio</i>	65
Figura 14	<i>Geo resistivímetro WARG power modelo G – 1124 SX edición 6 (2022)</i>	69
Figura 15	<i>Distancia vs Ohmio-Metro</i>	75
Figura 16	<i>Metro vs Ohmio-Metro (Resistividad)</i>	76
Figura 17	<i>Metro vs Ohmio-Metro (Resistividad)</i>	77
Figura 18	<i>Metro vs Ohmio-Metro (Resistividad)</i>	78
Figura 19	<i>Metro vs Ohmio-Metro (Resistividad)</i>	79
Figura 20	<i>Simbología</i>	80
Figura 21	<i>Sección Geofísica A-A'</i>	81
Figura 22	<i>Sección Geofísica B-B'</i>	82
Figura 23	<i>Sección Geofísica C-C'</i>	84
Figura 24	<i>Curva Hipsométrica Microcuenca Malmomera</i>	91
Figura 25	<i>Polígono de frecuencias - Quebrada Malmomera</i>	91
Figura 26	<i>Curva Hipsométrica Microcuenca Añas</i>	92
Figura 27	<i>Polígono de frecuencias - Quebrada Añas</i>	93
Figura 28	<i>Curva Hipsométrica Microcuenca Malpaso</i>	94
Figura 29	<i>Polígono de frecuencias - Quebrada Malpaso</i>	94
Figura 30	<i>Clasificaciones Climáticas</i>	96

Figura 31 Temperatura media mensual – Estación Ingenio.....	97
Figura 32 <i>Temperatura media mensual – Estación Comas.</i>	99
Figura 33 Temperatura media mensual – Estación Acopalca.....	101
Figura 34 <i>Relación Altitud vs. Temperatura Promedio Anual.</i>	102
Figura 35 <i>Precipitación total mensual (mm) – Estación Ingenio.</i>	105
Figura 36 <i>Precipitación total mensual (mm) – Estación Comas.</i>	107
Figura 37 <i>Precipitación total mensual (mm) – Estación Acopalca.</i>	109
Figura 38 <i>Ajuste de Valores de Altitud vs. Precipitación Total.</i>	110
Figura 39 <i>Precipitaciones medias generadas para el área de estudio.</i>	111
Figura 40 <i>Humedad relativa media mensual – Estación Ingenio.</i>	113
Figura 41 <i>Humedad relativa media mensual – Estación Comas.</i>	115
Figura 42 <i>Humedad relativa media mensual Estimada para la zona de estudio.</i>	116
Figura 43 <i>Velocidad del viento (m/s) – Estación Ingenio.</i>	118
Figura 44 <i>Dirección predominante del Viento (m/s) – Ingenio.</i>	120
Figura 45 <i>Validación visual para el proceso de consistencia (mm).</i>	125
Figura 46 <i>Curvas IDF de la estación Ingenio.</i>	134
Figura 47 <i>Caudal Mensual de las Microcuenca Añas (m3/s).</i>	140
Figura 48 <i>Caudal Mensual de las Microcuenca Añas al 75% de persistencia (m3/s).</i>	140
Figura 49 <i>Sección Hidrogeológica Regional A-A’.</i>	151
Figura 50 <i>Unidades Hidrogeológicas regionales.</i>	152
Figura 51 <i>Sección Hidrogeológica Regional B-B’.</i>	152
Figura 52 <i>Sección Hidrogeológica Local A-A’</i>	153
Figura 53 <i>Sección Hidrogeológica Local B-B’</i>	154
Figura 54 <i>Sección Hidrogeológica Local C-C’</i>	154
Figura 55 <i>Diagrama de bloques balance de materia del proyecto</i>	159

INTRODUCCIÓN

El presente estudio “Estudio hidrológico y geológico de la unidad minera Jesús Poderoso de minerales no metálicos para mitigar el impacto ambiental del recurso hídrico en el distrito de Comas, Junín” tomó como base investigaciones recientes sobre la interacción entre la minería y los sistemas acuíferos en condiciones geológicas complejas. Un estudio publicado en "Scientific Reports" por Nature aborda la complejidad de las interacciones entre la minería y los sistemas acuíferos en variadas condiciones de sobrecarga, destacando la importancia de prácticas mineras sostenibles para prevenir desastres como inundaciones en las minas (Nature, 2023).

El análisis hidrológico y geológico es fundamental para comprender cómo las actividades mineras interactúan con los sistemas de agua subterránea y superficial. La hidrología es crucial en la evaluación de cómo la extracción de minerales afecta la calidad y cantidad del recurso hídrico, un aspecto que ha sido objeto de numerosos estudios (Smith y Colls, 2001; Johnson y Wright, 2004). La geología, por otro lado, ofrece un entendimiento de las características del suelo y la roca que pueden influir en la dispersión de contaminantes y en la estabilidad de las operaciones mineras (Williams, 2002).

Este trabajo profundiza en cómo la minería de minerales no metálicos en la Unidad Minera Jesús Poderoso impacta en los ecosistemas acuáticos, y propone soluciones basadas en tecnologías geofísicas avanzadas, como el método eléctrico y análisis hidrológicos y geológicos. La investigación busca ofrecer un marco detallado y soluciones prácticas para mitigar los impactos ambientales en el recurso hídrico, contribuyendo así a la minería sostenible y la protección del medio ambiente.

CAPITULO I: GENERALIDADES

1.1. Ubicación

1.1.1. Ubicación Política

La Unidad Minera Jesús Poderoso, explotación de minerales no metálicos, se encuentra ubicada en:

Tabla 1
Ubicación Política

Departamento	Provincia	Distrito	Localidad/ Comunidad	Zona/Anexo
Junín	Concepción/ Huancayo	Comas/ Quillca	Quilcas	Jesús Poderoso

Nota: Elaboración Propia

1.1.2. Ubicación Geográfica

La investigación se desarrolla en la región identificada como 18S, utilizando el sistema UTM para precisar su ubicación geográfica.

Tabla 2
Ubicación Geográfica

Este	Norte	Altitud (m.s.n.m.)
11°49'32"S	75°07'50"W	4,630

Nota: Elaboración Propia

1.2. Delimitación

La delimitación geográfica del área de estudio lo podemos observar en la siguiente tabla:

Tabla 3
Colindantes del Área de Estudio

Norte	Poblado de Muchac
Este	Quebrada de Añas
Sur	Cumbre del Cerro Mushca y Pampa Carnicero
Oeste	Cumbre del Cerro Izcaycruz y Laderas del Lacsacocha

Nota: Elaboración Propia

1.3. Accesibilidad

Para llegar al proyecto minero desde Lima, se toma la Carretera Central, recorriendo 300 km de carretera asfaltada hasta Huancayo. Desde esa ciudad, se sigue por una vía terrestre, trocha carrozable, durante 150 km adicionales hasta llegar al destino final del proyecto.

Tabla 4

Rutas de Acceso a la Unidad Minera Jesús Poderoso

Tramo	Distancia (Km.)	Tipo de Vía	Tiempo(h.)
Lima - Huancayo	300	Carretera Asfaltada	08 horas
Huancayo – Jesús Poderoso	150	Trochas carrozables	04 horas, 30 minutos
Total	450		11 horas, 30 minutos

Nota: Elaboración Propio.

1.4. Planteamiento Del Problema

1.4.1. Descripción del Problema

La extracción de minerales no metálicos (en el proyecto talco) puede afectar las características hidrológicas de la zona, alterando el flujo y la calidad del agua subterránea y superficial. Actualmente el impacto al recurso hídrico se identificó de manera visual en la zona inferior de la cantera, por lo cual se requiere realizar este estudio. Esto podría llevar a una disminución de la disponibilidad de agua para comunidades locales y ecosistemas. Las operaciones mineras pueden introducir contaminantes en los cuerpos de agua, afectando su calidad. Debido a ello la correcta gestión y tratamiento de las aguas residuales generadas por las actividades mineras es crucial para prevenir la contaminación de los recursos hídricos (Carpio et al., 2019).

La mitigación representa cualquier proceso, actividad o acción diseñada para evitar, reducir o remediar efectos ambientales adversos significativos que sean causados por un proyecto de desarrollo. En concepto, es un procedimiento regulatorio integral dentro de todas las interpretaciones internacionales de evaluación de impacto ambiental (EIA) (Marshall, 2001).

De acuerdo con Dominguez et al. (2013) la interacción entre el agua y la minería va más allá de la exploración de yacimientos e incluye los procesos de molienda de minerales. Es importante recordar que los impactos relacionados con el agua pueden perdurar después de la finalización de la explotación minera. Sin embargo, existen tecnologías disponibles actualmente para prevenir o reducir los efectos negativos del agua en diferentes situaciones, considerando la naturaleza del yacimiento y el tipo de mina. Los problemas se generan a menudo porque la minería tiene lugar por debajo del nivel freático, interviniendo también en mayor o menor medida las aguas superficiales. Uno de los efectos es la necesidad de drenar el agua de los sitios mineros, lo cual implica el mantenimiento de conos de drenaje para garantizar la estabilidad del macizo rocoso. Estas acciones tienen implicaciones hidrológicas, ambientales y económicas, por lo que es fundamental una gestión y administración adecuada de las aguas en la minería.

A nivel internacional, según Atoccsa (2017) en España durante el desarrollo de la actividad minera, se pueden producir diversos impactos en el recurso hídrico, estos incluyen cambios en la cantidad y calidad del agua debido a la interferencia con los acuíferos causada por la excavación de tajos en la minería superficial y por las galerías en la minería subterránea. Además, existe el riesgo de infiltraciones de soluciones tóxicas provenientes de componentes mineros como escombreras, botaderos de estériles y galerías subterráneas, que pueden generar drenaje ácido de mina.

A nivel Latinoamericano, en la revista mexicana de Ciencias Geológicas, vol.28, núm. 1 Carrillo-Rivera, J.J., Díaz-Martínez, E., & Martínez-Santos, P. (2011), pp.1-17 señalan que, se realizó una evaluación hidrogeológica y geoquímica para la gestión ambiental, en el ámbito minero del cual extraen el mineral no metálico de “caliza”. Donde para comprender el sistema acuífero en la zona de actividad minera se describió la hidrología; mediante caracterización de permeabilidad,

dirección de flujo, recarga y descarga; geoquímica del agua; mediante ensayos donde se verifica la contaminación relacionada a la actividad minera; para mejorar la gestión ambiental con enfoque a la protección de los recursos hídricos dando recomendaciones de mitigación. Se identificaron impactos potenciales en relación a la minería de caliza en la calidad y cantidad de agua, se encontraron alteraciones en los patrones de flujo y contaminación por sedimentos y sustancias químicas.

En Perú, en los últimos años, se ha tomado mayor conciencia sobre la importancia de los recursos hídricos. Un hito clave en este sentido ha sido la promulgación de la ley de recursos hídricos, la cual ha promovido activamente la protección y conservación de estos recursos vitales. Sin embargo, aún falta una legislación nacional que establezca la categorización de las aguas subterráneas (INGEMMET, 2015). Según Baca (2014), La sensibilidad de los cultivos al nitrato en el agua de riego cambia según la fase de su desarrollo. Aunque concentraciones elevadas de nitrato pueden ser beneficiosas en las primeras etapas, resultan perjudiciales durante la floración y la formación de frutos. Por ello, el Proyecto de Exploración Minera Chiptaj debe implementar una estrategia de gestión del agua que utilice diferentes concentraciones de nitrato adaptadas a cada fase de desarrollo de los cultivos.

En el distrito de Apata, departamento de Junín, en la unidad minera Jesús Poderoso, es necesario abordar medidas de mitigación que pueden influir en los recursos hídricos y su gestión, ya que se ven expuestos a que la actividad minera pueda contaminar los cuerpos de agua terrestres y marinos con elementos geodisponibles. Esto representa un riesgo para los ecosistemas acuáticos y la calidad del agua disponible para las comunidades cercanas. Asimismo, la minería implica la alteración o destrucción de los ecosistemas naturales, lo que conduce a problemas como la deforestación y la pérdida de biodiversidad. Por ello es importante darse cuenta de esto al

desarrollar y evaluar las opciones de mitigación ya que existe una necesidad de una gestión ambiental cuidadosa en la minería, enfocada en proteger los recursos hídricos y los ecosistemas, mientras se busca una explotación sostenible de los recursos mineros.

Ante esta situación el presente trabajo de investigación plantea el estudio hidrogeológico y geológico de la unidad Minera Jesús Poderoso de minerales no metálicos para mitigar el impacto ambiental de recurso hídrico. Por lo mismo se busca ampliar los conocimientos y explotar de forma idónea el mineral no metálico talco, el cual industrialmente es utilizado para la fabricación de pinturas domésticas. Se identificará los impactos ambientales a una escala técnica con la metodología de CONESA, con valores específicos.

Figura 1

Área de Estudio Unidad Minera Jesús Poderoso



Nota: Fuente obtenida de Google Earth.

1.4.2. Formulación del Problema

1.4.2.1. Problema General

¿Cómo las actividades mineras de la unidad Jesús Poderoso generan impacto ambiental en la calidad y disponibilidad del recurso hídrico de la Quebrada Muchca distrito de Comas, Junín?

1.4.2.2. Problemas Específicos

- 1) ¿Qué propiedades hidrológicas y geológicas de la unidad minera Jesús Poderoso tienen relación con el comportamiento del recurso hídrico en su entorno natural?
- 2) ¿Qué impactos ambientales sobre el recurso hídrico pueden identificarse y evaluarse mediante la aplicación de la metodología de Vicente Conesa en la unidad minera, considerando sus condiciones hidrológicas y geológicas?
- 3) ¿Qué estrategias de mitigación ambiental pueden implementarse en función del análisis hidrogeológico y geológico de la unidad minera Jesús Poderoso para reducir el impacto sobre el recurso hídrico?

1.4.3. Objetivos

1.4.3.1. Objetivo General

Determinar cómo generan impacto ambiental las actividades mineras de la unidad Jesús Poderoso en la calidad y disponibilidad del recurso hídrico de la Quebrada Muchca distrito de Comas, Junín.

1.4.3.2. Objetivos específicos.

- 1) Caracterizar las propiedades hidrológicas y geológicas de la unidad minera Jesús Poderoso y analizar su influencia en la disponibilidad, calidad y comportamiento del recurso hídrico en el entorno natural.

- 2) Identificar y evaluar los impactos ambientales sobre el recurso hídrico en la unidad minera Jesús Poderoso, en función de sus condiciones hidrológicas y geológicas, mediante la aplicación de la metodología de Vicente Conesa.
- 3) Proponer estrategias de mitigación para minimizar el impacto ambiental en el recurso hídrico de la unidad minera Jesús Poderoso, en función del análisis integrado de las condiciones hidrológicas y geológicas de la unidad minera.

1.4.4. Justificación

1.4.4.1. Justificación Teórica

La unidad minera Jesús Poderoso, al ser una explotación de talco de génesis hidrotermal genera impacto ambiental en el recurso hídrico en la quebrada Muchca por lo cual es importante identificar y evaluar estos impactos mediante la aplicación de la matriz de Vicente Conesa. Aunque la extracción de talco se considera de menor impacto en comparación con la de minerales metálicos, puede ocasionar cambios en la calidad del agua, alterar la dinámica hidrológica, lo que podría incidir negativamente en ecosistemas frágiles como los bofedales cercanos.

Este estudio cobra relevancia al abordar la necesidad de comprender y gestionar los impactos ambientales específicos de la minería de talco en un contexto hidrotermal. La investigación proporcionará información crucial para la mitigación en la unidad Jesús Poderoso, proponiendo una estrategia aplicable a futuros proyectos de explotación en el país.

Al generar conocimiento sobre la interacción entre minería, geología, hidrología y medio ambiente, este estudio se alinea con los principios de gestión ambiental preventiva y promueve una explotación responsable de los recursos naturales, en beneficio de las generaciones presentes y futuras.

1.4.4.2. Justificación Práctica

La presente investigación tiene una relevancia práctica significativa para los estudiantes y profesionales tanto de la carrera profesional de Ingeniería Geológica como otras carreras relacionadas, ya que les permite aplicar de forma integrada los conocimientos adquiridos en geología, hidrología, geología ambiental y evaluación de impactos. A través del estudio de la unidad minera Jesús Poderoso, se brinda una oportunidad concreta para abordar un caso real de explotación de minerales no metálicos en un contexto geológico hidrotermal, con implicancias ambientales sobre el recurso hídrico.

Esta tesis permite a los futuros ingenieros geólogos desarrollar competencias esenciales para su desempeño profesional, como la identificación de riesgos ambientales geológicos, la caracterización hidrológica y la formulación de medidas de mitigación desde una perspectiva científica y aplicada. Asimismo, al emplear metodologías reconocidas como el método Conesa para la evaluación de impactos, el trabajo refuerza la formación en gestión ambiental minera, un campo de creciente demanda en el ámbito regional y nacional.

Además, el estudio contribuye a generar soluciones específicas que pueden ser implementadas en escenarios similares dentro del territorio andino, donde muchas operaciones mineras conviven con ecosistemas frágiles y comunidades que dependen directamente del agua. Así, la investigación no solo fortalece la formación académica y técnica del estudiante, sino que también aporta al compromiso social y ambiental que debe caracterizar a la ingeniería geológica contemporánea.

CAPITULO II: METODOLOGÍA

2.1. Método de investigación

La presente investigación se realiza en la unidad minera Jesús Poderoso, ubicada en el distrito de Comas, Junín, donde se desarrollan actividades de extracción de minerales no metálicos. El problema central recae sobre el impacto ambiental, específicamente en el recurso hídrico representado por la quebrada Muchca, que está siendo afectada por dichas actividades. El estudio se enfoca en analizar el impacto ambiental sobre el recurso hídrico, considerando variables como las condiciones hidrológicas, la calidad del agua y las alteraciones generadas por la actividad minera. Esta evaluación busca generar información técnica que contribuya a la protección y gestión sostenible del recurso hídrico en la zona.

El impacto ambiental sobre la quebrada Muchca se origina por actividades mineras como el lavado de mineral, la explotación de talco en cantera a tajo abierto y la escorrentía provocada por precipitaciones. Estos procesos generan alteraciones en la calidad del agua, incremento de sólidos suspendidos y riesgo para la biodiversidad local, incluyendo bofedales aguas abajo, así como para la salud de la población del poblado Muchca que consume esta agua. Como aporte, se propone implementar pozas de sedimentación, mejorar el control del lavado de mineral y gestionar adecuadamente los relaves, con el fin de mitigar los efectos negativos y preservar el recurso hídrico.

2.1.1. Enfoque de la investigación

El enfoque es mixto, Según Hernández & Mendoza (2018) este enfoque responde la formulación de hipótesis con el uso de métodos tanto cuantitativos como cualitativos. Este enfoque permite abordar las preguntas de investigación desde múltiples perspectivas, utilizando técnicas

tanto numéricas como descriptivas para recopilar y analizar datos, lo que proporciona una comprensión más completa del fenómeno.

Por tanto, el estudio presenta un enfoque mixto porque combina elementos de investigación cuantitativa y cualitativa. Es decir, recolecta y analiza datos numéricos sobre las características hidrológicas y geológicas de la unidad minera. También considera aspectos cualitativos, como la percepción de los impactos ambientales por parte de la comunidad y la identificación de zonas vulnerables que requieren medidas de mitigación específicas. Esta combinación de enfoques permite comprender la situación y facilita la propuesta de soluciones efectivas para mitigar el impacto ambiental en el recurso hídrico.

2.1.2. Alcance de estudio

El estudio tiene un alcance predictivo que permite anticipar escenarios futuros derivados de la actividad minera sobre el recurso hídrico. Esta perspectiva busca proyectar impactos ambientales, evaluar riesgos y orientar la toma de decisiones para la prevención y mitigación, aportando una base técnica que respalde estrategias sostenibles de manejo del agua en la unidad minera. Por parte de la mitigación se ofrece una forma de mitigación mediante un Sistema de Tratamiento, poza de sedimentación la cual se prevé que tendrá la capacidad de mitigar los impactos ambientales en la zona de estudio.

2.1.3. Tipo de investigación

Es de tipo predictivo, pues se orienta a anticipar posibles escenarios futuros a partir del análisis de variables presentes. Su finalidad es proyectar tendencias y establecer probabilidades sobre la ocurrencia de fenómenos que puedan afectar el entorno (Hernández et al., 2014). En este sentido, el estudio es de alcance predictivo porque busca prever cómo las condiciones hidrológicas y geológicas, sumadas a la actividad minera, podrían impactar en la calidad y

disponibilidad del recurso hídrico en el futuro. No se limita únicamente a describir la situación actual, sino que utiliza modelos y análisis científicos para proyectar escenarios y proponer medidas preventivas que permitan reducir riesgos ambientales antes de que ocurran.

2.1.4. Diseño de investigación

El diseño de la presente investigación es no experimental, de tipo longitudinal y prospectivo, dado que no se manipulan las variables en estudio, sino que se analizan tal como se presentan en el entorno natural de la Quebrada Muchca. La información se obtiene mediante monitoreos y mediciones directas en campo, lo que permite observar la evolución de los parámetros de calidad y disponibilidad hídrica en distintos periodos (época seca y lluviosa). Asimismo, el carácter prospectivo del estudio radica en que los resultados obtenidos servirán para proyectar escenarios futuros de impacto ambiental, en función de las condiciones hidrológicas y de las actividades mineras desarrolladas en la Unidad Jesús Poderoso. Este diseño es coherente con el enfoque mixto de la investigación, ya que integra técnicas cuantitativas para el análisis de parámetros físico-químicos e hidrológicos y técnicas cualitativas para la interpretación ambiental de la matriz de Vicente Conesa.

2.2. Población y muestra

2.2.1. Población

La población está constituida por el área de influencia de las actividades mineras Unidad Minera Jesús Poderoso.

2.2.2. Muestra

La muestra está compuesta por las unidades específicas seleccionadas para análisis detallado, tales como:

- Afloramientos de roca relevantes para la génesis del talco. Perfiles estratigráficos.

- Sectores representativos de los ecosistemas hídricos (afloramientos de agua cercanos).
- Zonas con impactos ambientales observables (descargas del efluente).

2.3. Variables

- Condiciones Hidrológicas.
- Calidad del recurso hídrico.
- Impacto ambiental sobre el recurso hídrico.
- Sistema de tratamiento Poza de sedimentación

2.3.1. Operacionalización de Variables.

Tabla 5

Tabla de Operacionalización de Variables

Tabla de Operacionalización de Variables			
Variable	Dimensiones	Indicadores	Técnicas
Condiciones hidrológicas	Litología	Tipo de roca, grado de alteración, Propiedades físicas	Observación, cartografía geológica
	Estructura geológica	Presencia de fallas, fracturas y pliegues	Análisis estructural, descripción de campo
	Recarga y almacenamiento	Zona de recarga, nivel de saturación	Monitoreo de campo, piezométrica
Calidad del Recurso hídrico	Parámetros fisicoquímicos	pH, turbidez, conductividad, sólidos disueltos	Análisis de laboratorio
	Composición mineral	Presencia de sílice, sulfatos, metales traza	Espectroscopía, pruebas químicas
	Nivel freático	Profundidad, fluctuación temporal	Aforo piezométrico
Impacto ambiental sobre el recurso hídrico	Alteración ecosistémica	Cambios en bofedales, pérdida de cobertura vegetal	Observación, monitoreo
	Nivel de afectación ambiental	Ponderación de impacto (Metodología Conesa)	Aplicación de matriz
Sistema de tratamiento: Poza de sedimentación	Diseño y capacidad de la poza	Capacidad de almacenamiento (m ³) Superficie de la poza (m ²) Tiempo de retención hidráulica (horas/días)	Revisión documental Observación directa

Nota: Elaboración Propia.

CAPITULO III: MARCO TEÓRICO

3.1. Antecedentes

a) Antecedentes Nacionales

Baca (2014) en su investigación titulada “Análisis de los impactos ambientales al recurso hídrico del Proyecto de Exploración Minera Chiptaj” tuvo como objetivo desarrollar una metodología fundamental para la creación de Estudios de Impacto Ambiental enfocados en el recurso hídrico dentro de proyectos mineros, específicamente en la fase de exploración. Para lograr esto, se recopiló información teórica de diversas fuentes gubernamentales y privadas, tanto nacionales como internacionales, se revisaron investigaciones de diversos proyectos mineros y se adaptaron esos conocimientos al Proyecto de Exploración Minera Chiptaj. Los resultados obtenidos se resumen a continuación:

- El estudio determinó que las actividades de exploración con mayor potencial de impacto ambiental en el agua son la generación de drenaje ácido en el depósito de desmonte, el drenaje de labores subterráneas, la generación de lodos por perforación diamantina y el transporte de sustancias peligrosas.
- Para mitigar estos riesgos, se han diseñado medidas preventivas como sistemas de drenaje superficial y subterráneo, y pozas de sedimentación. Gracias a estas obras, la evaluación ambiental concluye que el proyecto no causará alteraciones significativas ni en la cantidad ni en la calidad del agua.

Asimismo, se desarrolló un plan de gestión ambiental del agua que contempla acciones preventivas y correctivas, un programa de monitoreo y un plan de contingencia, todos orientados a la protección del recurso hídrico.

Atoccsa (2017) en su estudio titulado “Análisis y mejoramiento del modelo numérico hidrogeológico de La Unidad Minera Apumayo para la evaluación del impacto ambiental al acuífero por actividades mineras” tuvo como objetivo predecir con mayor exactitud los posibles efectos en el acuífero causados por elementos provenientes del proceso de extracción de plata y oro. Se enfocó en componentes mineros como el pad de lixiviación con cianuro y las escombreras de estériles de los tajos. La Unidad Minera, ubicada en Ayacucho, Perú, a 4000 msnm, tiene estos componentes en la cabecera de microcuencas que alimentan cauces superficiales utilizados por poblaciones cercanas para actividades ganaderas y agrícolas. Los resultados de este estudio se presentan a continuación:

- El estudio indica que el posible impacto negativo en el agua subterránea debido a infiltraciones en el pad de lixiviación no es muy significativo a corto plazo. Esto se basa en que, incluso en los peores escenarios simulados, no se detectó contaminación en el piezómetro APU 9 (ubicado a 750 m aguas abajo) después de 30 años. Esto sugiere que el movimiento de la pluma contaminante es lento, considerando que se asumió un contaminante conservativo.
- Además, los resultados de la simulación muestran que la difusión es un proceso importante debido a las bajas permeabilidades en gran parte del área de estudio. Esto ralentiza aún más el movimiento de la pluma, causando una acumulación inicial cerca del punto de entrada del contaminante. Aunque el riesgo a corto plazo parece bajo, este comportamiento podría representar un riesgo a largo plazo. Por lo tanto, se recomienda realizar simulaciones a más de 50 años para evaluar mejor las posibles consecuencias en caso de eventos similares a los escenarios planteados.

b) Antecedentes Internacionales

Leguizamo (2019) en su investigación titulada “Impactos Ambientales de la minería de carbón sobre el recurso hídrico en el departamento de Boyaca”, tuvo como objetivo analizar la minería de carbón en Colombia en dos partes principales. La primera se centró en presentar el contexto general de la minería en el país y en identificar los posibles impactos de la minería de carbón sobre los recursos hídricos nacionales. Utilizando una metodología cualitativa con enfoque explicativo, se determinó que la minería a pequeña escala son las que ocasionan el mayor daño ambiental. Esto se atribuye a factores como la baja tecnificación, el incumplimiento de normas, los bajos estándares de seguridad, la mano de obra no calificada, el escaso control ambiental, la falta de capital y la baja rentabilidad.

Peña y Araya (2021) en Chile en su estudio titulado “Aguas de contacto, efectos en la minería y el medioambiente”, tuvo por objetivo dilucidar el conflicto ambiental causado por las "aguas de contacto mineras" derivadas de la actividad minera, examinando su impacto en la sociedad y el ecosistema, y explorando el vacío legal que rodea a estas aguas y su gestión. La investigación concluyó que la contaminación de estas aguas plantea dos desafíos prácticos que influyen en su tratamiento jurídico: en primer lugar, el agua natural se contamina al entrar en contacto con elementos mineros, necesitando un tratamiento complejo y especializado para retornar a su estado original; en segundo lugar, los depósitos de relaves almacenan agua residual minera, cuya filtración provoca una contaminación de gran alcance que se propaga a través de las corrientes subterráneas, siguiendo la misma dirección de flujo.

Iglesias et al. (2020) en el estudio “Impactos Sobre Los Recursos Hídricos” alude que España siempre ha experimentado dificultades en la gestión de sus recursos hídricos, principalmente debido a su clima semiárido, la distribución irregular de las precipitaciones y una

economía que depende en gran medida del agua. Señala que un consumo superior al 20% de los recursos hídricos renovables totales se considera como sobreexplotación, una situación que afecta a la mayoría de las cuencas en España. Destaca que la agricultura es un sector prioritario que demanda grandes volúmenes de agua, incluso en épocas de escasez natural, lo que requiere un sistema de gestión hídrica bien desarrollado. Finalmente, concluye que un país con estas características es altamente susceptible a las disminuciones en los recursos hídricos que pueden resultar del cambio climático.

Amarán et al. (2022) en la investigación “Impacto de los pasivos ambientales en la red hidrográfica de la región minera de Santa Lucía, Minas de Matahambre, Cuba” tuvo como objetivo evaluar y mapear cómo los problemas ambientales afectan los ecosistemas y el sistema de agua en la región de Santa Lucía. Se combinaron herramientas tecnológicas y trabajo de campo para estudiar la región. Sistemas de Información Geográfica (ArcGIS) permitieron analizar datos espaciales, mientras que métodos geológicos facilitaron la exploración en terreno. La observación directa durante dos campañas de mapeo aportó información valiosa sobre el estado de los sitios con problemas ambientales. Se evaluaron y mapearon 62 de estos sitios, lo que permitió entender su impacto en el agua subterránea y los ecosistemas, generando conocimiento clave para la gestión ambiental en Santa Lucía.

- Las herramientas informáticas y la experiencia de los investigadores permitieron relacionar 62 sitios con problemas ambientales en la región minera de Santa Lucía con factores geológicos, tectónicos, hídricos y ecológicos. Se creó un Sistema de Información Geográfica (SIG) que confirma los análisis previos sobre las fuentes de contaminación en la zona de estudio.

- Este resultado facilita la evaluación del impacto de los problemas ambientales en los ecosistemas y el agua de Santa Lucía.
- La actualización de la información sobre el sistema de agua de la región permitió relacionar directamente los problemas ambientales con los cursos de agua.
- La inclusión de datos geológicos en el sistema de información geográfica ayudó a entender cómo se mueven y dispersan los contaminantes hacia los ecosistemas, aportando nuevos criterios científicos para evaluar el problema.

3.2. Marco Teórico

3.2.1. Aspectos Geológicos

El análisis geológico se basa en el mapa geológico del cuadrángulo Jauja (24-m) a una escala de 1:100,000 (INGEMMET) y a una escala 1:50,000 (INGEMMET) dentro la hoja 24m² y Rodríguez et al. (2021) complementado con análisis de imágenes satelitales y observaciones de campo.

3.2.2. Aspectos Geomorfológicos

La geomorfología es una rama de la ciencia que se encarga de analizar las formas del relieve terrestre y los procesos que las generan y transforman a lo largo del tiempo. Se centra en la investigación de la configuración de la superficie terrestre, incluyendo montañas, valles, llanuras, costas y otros accidentes geográficos, así como en los procesos físicos, químicos y biológicos que intervienen en su formación y evolución.

3.2.2.1. Unidades geomorfológicas

Para caracterizar las unidades geomorfológicas, Vílchez et al. (2019) tuvieron en cuenta la uniformidad de las rocas y su descripción conceptual, así como la forma del relieve en relación con procesos de erosión, desgaste y depósito de sedimentos.

3.2.3. Geofísicos

La geofísica es una ciencia que investiga los procesos físicos y químicos que ocurren en nuestro planeta y su relación con otros cuerpos celestes. Uno de los principales objetivos de la geofísica es el estudio de la estructura interna de la Tierra y la distribución de los diferentes materiales que la componen.

3.2.3.1. Fundamentos del método eléctrico

Los métodos geo eléctricos son muy usados en estudios de aguas subterráneas para buscar acuíferos, ya que estos están muy ligados a la variación en la capa de arcilla.

El sondeo eléctrico vertical (SEV) es un método de campo artificial ampliamente utilizado y económicamente ventajoso. A diferencia de los métodos gravimétricos y sísmicos, el SEV permite controlar la profundidad de exploración y, en algunos casos, puede ofrecer resultados comparables a los sondeos mecánicos, que son más costosos y lentos. Además, su eficiencia permite cubrir grandes áreas en poco tiempo, reduciendo costos de operación, desgaste del equipo y mano de obra (Molleda, 2019).

3.2.3.2. Factores que Influyen en la Resistividad

- Porosidad de las Rocas
- Temperatura
- Presión

3.2.3.3. Propiedades eléctricas

- Resistividad
- Conductividad
- Actividad electroquímica
- Constante dieléctrica

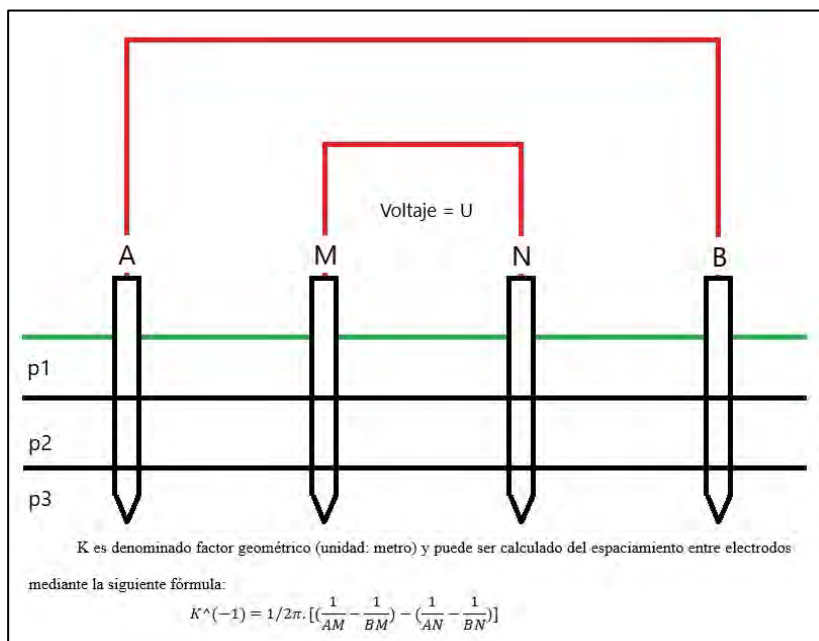
3.2.3.4. Principios básicos

La resistividad del suelo se mide inyectando corriente en el suelo y observando las diferencias de voltaje que se producen. Para ello, se utilizan cuatro electrodos: dos (A y B) para inyectar la corriente y otros dos (M y N) para medir las diferencias de potencial. La resistividad (ρ), expresada en ohmios por metro ($\Omega.m$), se calcula a partir de la corriente inyectada (I) y la diferencia de potencial medida (U), utilizando una fórmula específica que considera la configuración de los electrodos y las propiedades del suelo:

$$\rho_A = K \frac{U}{I}$$

Figura 2

Distribución de Electrodos para la Medición de Resistividades.



Nota: Método de Wenner para la medición de Resistividad.

3.2.3.5. Sondaje Eléctrico Vertical (SEV)

Los sondeos geofísicos se utilizan para identificar diferentes tipos de rocas, acuíferos con características variadas, relaciones entre capas de roca y zonas de meteorización. En el mejor de

los casos, estos sondeos permiten obtener directamente información sobre el número de capas, su espesor y sus resistividades.

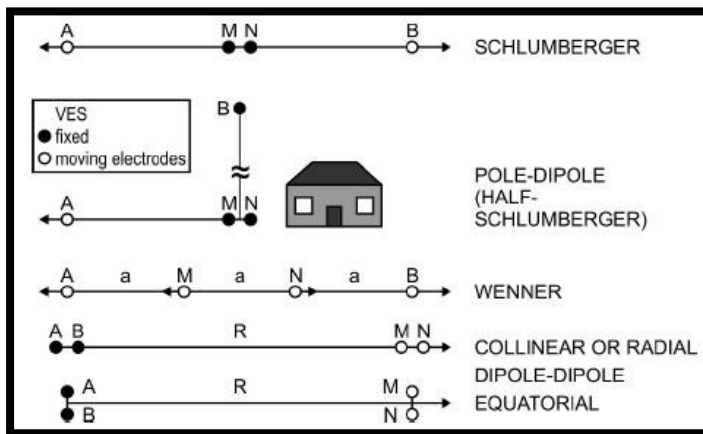
Los valores de resistividad obtenidos se grafican en una curva de sondaje, donde la resistividad se relaciona con la distancia entre los electrodos en una escala logarítmica. Esta curva es crucial para interpretar los datos y crear un modelo que muestre cómo cambia la resistividad con la profundidad.

En general, para medir la resistividad se utilizan configuraciones lineales de electrodos. Las más comunes son Schlumberger, Wenner y Dipolo-Dipolo (ver la siguiente figura).

En este estudio se utilizó la configuración Schlumberger, que es práctica y fácil de usar. En esta configuración, los electrodos continuos de voltaje “M” y “N” están en el centro, mientras que los electrodos de corriente A y B se alejan gradualmente, teniendo como factor geométrico a:

$$K_{SCHUMBERGER} = \frac{\pi}{MN} \cdot \left(\frac{AB}{2}\right)^2$$

Figura 3
Configuración de Electrodos.



Nota: Diagrama de Schlumberger, Wenner y Dipolo-Dipolo

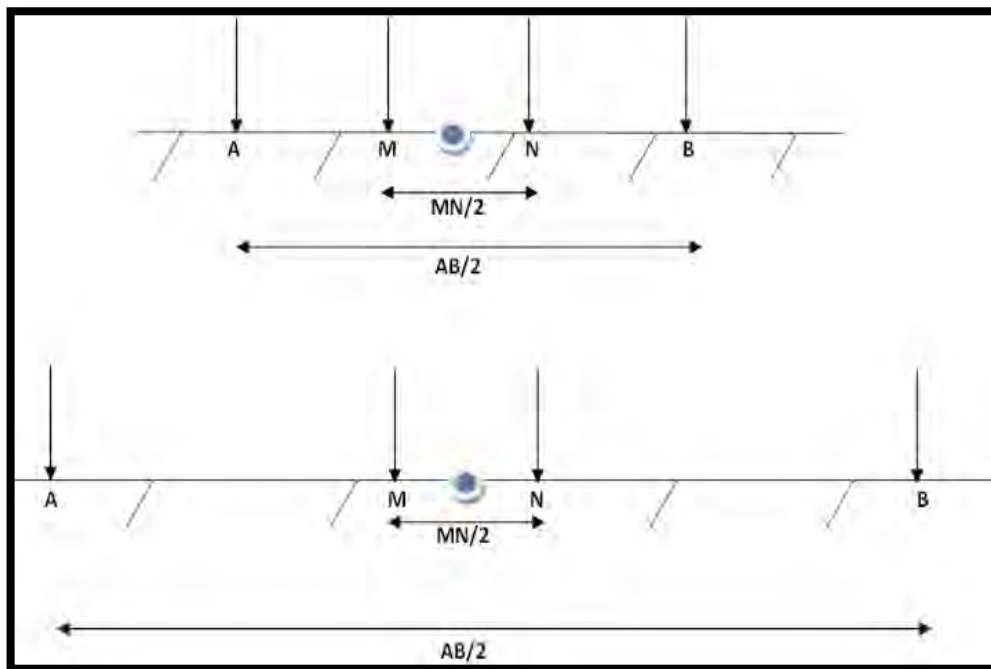
a) Configuración de Schlumberger

Se utilizó el método geofísico eléctrico para determinar la resistividad de los materiales subterráneos, aplicando la técnica del Sondeo Eléctrico Vertical (SEV) con la configuración Schlumberger.

En la figura 5, se observa un aumento en la distancia “A-B/2” entre los electrodos de corriente A y B. A mayor distanciamiento se logra una mayor penetración de la corriente eléctrica en el subsuelo, lo que permite obtener más información sobre las características litológicas de la zona a mayor profundidad. Además, se realiza una verificación de los datos mediante un empalme en la medición, aumentando la distancia entre los electrodos de potencial MN/2, y el valor obtenido debe ser similar al de la medición anterior sin empalme, lo que garantiza la calidad y consistencia de los datos.

Figura 4

Configuración de Schlumberger.



Nota: Configuración de Schlumberger

3.2.4. Aspectos Hidrológicos

3.2.4.1. Generalidades

La hidrología es la rama de la geociencia que se encarga de estudiar el ciclo del agua en la Tierra, así como su distribución, movimiento y comportamiento en los diferentes sistemas hídricos, como ríos, lagos, océanos y capas subterráneas. Esta disciplina abarca aspectos como la gestión de recursos hídricos, calidad del agua, precipitación, evapotranspiración, escorrentía, infiltración y recarga de acuíferos. La hidrología es fundamental para comprender y predecir fenómenos naturales como inundaciones, sequías y la disponibilidad de agua para distintos usos, y es clave para la gestión sostenible de los recursos hídricos y el diseño de infraestructuras hidráulicas.

3.2.4.2. Parámetros de forma

a) Área de la cuenca

El área de drenaje es la superficie de una cuenca que, dependiendo de su ubicación y tamaño, influye en la cantidad de agua que fluye hacia los ríos, tanto de forma directa durante las lluvias (escorrentía directa) como de forma constante desde las aguas subterráneas (flujo de base).

b) Perímetro de la cuenca

Es la longitud completa de la línea que marca los límites de la extensión de la cuenca.

c) Longitud de la cuenca

Hace referencia a la distancia horizontal desde el punto en que el río principal abandona la cuenca (en la desembocadura) hasta el punto más remoto río arriba donde el curso principal del río cruza el límite de la cuenca.

d) Ancho de la cuenca

Es la proporción entre el área total de la cuenca y la longitud del río principal.

e) Factor de forma

Se describe como la proporción entre el área de la cuenca y el cuadrado de su máxima longitud, medida en línea recta desde la desembocadura hasta el punto más distante de la cuenca, cerca del origen del río principal.

$$Ff = \frac{A}{L^2}$$

Dónde:

Ff = Factor de forma

A = Área de la cuenca (km²)

L = Longitud de cauce principal de la cuenca (km)

Para un círculo, “Ff = 0.79”; el factor de forma es 0.79. En un cuadrado, el factor de forma es 1 si el río sale por el centro de un lado y 0.5 si sale por una esquina (Mintegui Aguirre et al., 1993).

f) Coeficiente de compacidad o índice de Gravelius

El índice de compacidad es un valor numérico que mide cuán similar es la forma de una cuenca hidrográfica a la de un círculo de igual área. Este índice, al igual que el factor de forma, proporciona información sobre la geometría de la cuenca y su conexión con el tiempo de concentración, que es el intervalo que tarda el agua de escorrentía en recorrer desde el punto más distante de la cuenca hasta su desembocadura. Las cuencas redondeadas tienden a tener tiempos de concentración más cortos, lo que resulta en crecidas rápidas y de gran intensidad, seguidas de un descenso rápido del nivel del agua. Por otro lado, las cuencas alargadas tienen tiempos de concentración más largos, lo que se traduce en crecidas menos intensas y de mayor duración.

$$Kc = 0.282 * \left[\frac{P}{\sqrt{A}} \right]$$

Dónde:

K_c = Coeficiente de compacidad o índice de Gravelius

P = perímetro de la cuenca (km)

A = área de la cuenca (km²)

Un K_c de 1 indica un tiempo de concentración corto y una mayor tendencia a crecidas, mientras que un K_c de 2 indica un tiempo de concentración más largo y una menor tendencia a crecidas.

g) Relación de Elongación

Es una comparación entre el diámetro de un círculo imaginario que tiene la misma área que la cuenca, y la longitud máxima de la cuenca. Es ha propuesto la fórmula de Shumm (1956).

$$Re = 1.1284 * \sqrt{\left[\frac{A_c}{L_c}\right]}$$

Dónde:

Re = Relación de Elongación

A_c = Área de la cuenca (km²)

L_c = Longitud de la cuenca (km)

3.2.4.3. Parámetros de relieve

a) Pendiente media del cauce

El parámetro clave que describe el relieve de una cuenca y facilita la comparación entre cuencas para identificar procesos erosivos en la superficie es la pendiente media de la cuenca.

b) Rectángulo equivalente

Es la conversión geométrica de la cuenca en un rectángulo ideal que posee el mismo perímetro y área. Las curvas de nivel en este rectángulo se convierten en líneas rectas paralelas al lado más corto, representando la primera y la última curva de nivel (Ministerio de Agricultura y Alimentación, 1978). Las dimensiones del rectángulo equivalente mantienen las proporciones siguientes.

c) Curva Hipsométrica

La comparación entre las alturas parciales y la altura total, junto con la relación entre las áreas ubicadas entre las curvas de nivel y el área total, facilita la determinación del ciclo de erosión y la etapa de desarrollo en la que se encuentra la cuenca.

3.2.4.4. Parámetros Lineales

a) Extensión Media de Esgurrimiento Superficial

Indica la distancia promedio que la precipitación debe recorrer para llegar a un canal o río cercano. Se calcula utilizando una fórmula específica.

$$Es = \frac{A}{4Li}$$

Dónde:

Es = Extensión media de escurrimiento superficial

A = Área de la cuenca (km²)

Li = Longitud total de los cuerpos de agua (km)

b) Longitud del río más largo

Distancia del cauce principal de la cuenca analizada.

c) Densidad de Drenaje

Este parámetro refleja la relación entre la longitud total del curso de agua, tanto regular como irregular y del área de una cuenca. De otro modo, representa la capacidad para evacuar un

volumen determinado de agua (López Cadenas de Llano, 1998). Es un indicador clave en estudios sobre la topografía de la cuenca. Valores bajos de este parámetro suelen asociarse a áreas con suelos poco susceptibles a la erosión, escasa vegetación y pendientes suaves. Por otro lado, valores altos indican que las precipitaciones influyen rápidamente en el flujo de los ríos, lo que caracteriza a las regiones con suelos impermeables y pendientes empinadas. Este parámetro se representa mediante la presente ecuación:

$$Dd = \frac{Li}{A}$$

Dónde:

Dd = Densidad de drenaje

A = Área de la cuenca (km²)

Li = Longitud total de los cuerpos de agua (km).

d) Frecuencias de Ríos

Este parámetro establece la relación entre la suma total de los órdenes de todos los cauces, es decir, la cantidad total de ríos en el área de la cuenca. Indica la cantidad de ríos por kilómetro cuadrado.

e) Coeficiente de torrencialidad

Este parámetro se obtiene al relacionar la cantidad de cauces de agua de primer orden con el área de la cuenca. Cuanto mayor sea el número de estos cauces y menor el área, mayor será la torrencialidad de la cuenca (Romero Díaz, A., 1987). Esto implica que el recorrido del agua son distancias cortas para llegar a los cauces, aumentando la velocidad de descarga. La relación se expresa de la siguiente manera:

$$Ct = \frac{N1}{A}$$

Dónde:

Ct = Coeficiente de torrencialidad

A = Área de la cuenca (km²)

Li = Cantidad de cuerpos de agua de primer orden

3.2.4.5. Parámetros de drenaje

a) Tiempo de concentración

Tiempo en que una gota de lluvia tarda en desplazarse desde el punto más alejado, en términos hidráulicos, de la cuenca hasta el punto de salida. Este tiempo se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$tc = \frac{(4\sqrt{A} + 1.5L)}{0.8\sqrt{H}}$$

Dónde:

tc = Tiempo de concentración

A = Área de la cuenca (km²)

L = Longitud del cauce principal

H = Elevación media de la cuenca (km)

3.2.5. Aspectos Hidrogeológicos

Es importante destacar que existen diversas formaciones geológicas con distintas capacidades para almacenar y transmitir agua, lo que influye en la disponibilidad y calidad de los recursos hídricos subterráneos. Estas formaciones se clasifican según su comportamiento hidrogeológico, permitiendo una mejor comprensión de su papel en el ciclo del agua Molleda (2019).

3.2.5.1. Modelo Hidrogeológico Conceptual

3.2.5.1.1. Recarga Del Acuífero

El relieve topográfico desempeña un papel fundamental en la recarga del acuífero. En la zona de estudio, la principal fuente de agua subterránea viene de la infiltración del agua de lluvia. Este proceso de infiltración ocurre en la mayoría de la extensión del proyecto, con excepción de las zonas donde aflora el agua subterránea (bofedales). El agua subterránea que proviene de la precipitación que no se pierde por evaporación o escorrentía, se desplaza hacia abajo y lateralmente, dirigiéndose hacia el fondo de los cauces y contribuyendo al flujo superficial del agua.

3.2.5.1.2. Descarga Del Acuífero

Los flujos provenientes de las quebradas se descargan en la base de la microcuenca, donde confluyen. Estas áreas de descarga suelen seguir las direcciones del flujo, moviéndose hacia las regiones con menor carga hidráulica.

3.2.5.1.3. Dirección del flujo

Se observan direcciones preferenciales en los flujos que se dirigen hacia las quebradas cercanas al proyecto, y también se nota una inclinación hacia la parte baja del área de estudio.

3.2.5.2. Formaciones hidrogeológicas

3.2.5.2.1. Acuíferos

Los acuíferos son estructuras geológicas que tienen la capacidad de almacenar y permitir el paso del agua, como es el caso de las gravas, arenas y rocas calizas. Tienen una alta capacidad de drenaje, lo que permite perforar pozos y extraer agua para diversas necesidades humanas, como consumo, agricultura, industria y ganadería.

3.2.5.2.2. Acuitardos

Los acuitardos son estructuras geológicas capaces de retener grandes volúmenes de agua, aunque su capacidad de transmisión es bastante lenta. A menudo se les llama semipermeables y están compuestos por materiales como limos, arenas limosas y arenas arcillosas. Aunque no son ideales para extraer grandes caudales de agua, son cruciales en el ciclo hidrológico natural, ya que permiten la recarga vertical de los acuíferos a través de áreas extensas.

3.2.5.3. Parámetros hidráulicos

Cada acuífero cumple dos funciones principales: conducir y transmitir agua, así como almacenarla. Por lo tanto, para evaluar un acuífero, es esencial medir tanto su capacidad de almacenamiento como su eficiencia en la transmisión de agua.

3.2.5.3.1. La conductividad hidráulica (K)

La conductividad hidráulica (K) de un material mide qué tan fácilmente puede el agua atravesarlo (Gonzales, s/f). “Es, por tanto, el principal parámetro que caracteriza las propiedades hídricas de los materiales en el suelo o en el macizo rocoso y uno de los que registra mayores variaciones en función del tipo de material.

3.2.5.3.2. Porosidad

Se define como la proporción del volumen que está vacío u ocupado por aire y/o agua en relación con su volumen total (Custodio y Llamas, 1976). En rocas fracturadas, la capacidad de almacenamiento se distingue por porosidad doble: la porosidad primaria intergranular (relativamente baja) y la porosidad secundaria (generada por fracturas) significativamente mayor y puede multiplicar la porosidad intergranular entre 10 y 20 veces, alcanzando valores de hasta el 30%. En cuanto a las rocas volcánicas presentes en el área de estudio, las lavas al enfriarse dejan

escapar gases, al verse liberadas de presión, esto produce agujeros en las rocas (textura vesicular). Estos agujeros crean porosidad, pero puede que no estén conectados.

3.2.5.3.3. Coeficiente de almacenamiento y rendimiento específico

Cuando se extrae agua de un pozo, esta proviene del acuífero a través de uno de dos mecanismos: drenaje o vaciado de los poros en acuíferos libres, o mediante efectos elásticos del armazón del acuífero y la elasticidad del agua en acuíferos cautivos (Custodio y Llamas, 1976).

3.2.5.4. Identificación de Impactos

La Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) según Garmendia et al. (2005) es un concepto multifacético que se presenta y asume como: un instrumento de política pública, un procedimiento administrativo y una metodología para llevar a cabo estudios de impacto; estos últimos son su componente central (Conesa, 2010). Además, puede ser entendida como un instrumento preventivo de gestión ambiental cuyo objetivo es valorar los efectos o impactos que se generan en el medio ambiente (Astorga, 2009).

La evaluación de impacto ambiental es un proceso esencial para analizar y reducir los efectos de proyectos y actividades sobre el medio ambiente. Se trata de un enfoque integral que va más allá de la simple identificación de impactos, buscando predecir, cuantificar y valorar los cambios que podrían ocurrir en diversos aspectos del medio ambiente, incluyendo los físicos, químicos, biológicos, socioeconómicos, culturales y paisajísticos. A través de este proceso, se puede comprender cómo un proyecto o actividad afectará a las comunidades y ecosistemas locales, lo que permite tomar decisiones informadas y desarrollar estrategias para minimizar los impactos negativos y maximizar los beneficios.

3.2.5.5. Métodos para identificar impacto

3.2.5.5.1. *Lista de revisión*

Según Garmendia et al. (2005) Son útiles para conocer, las acciones, los factores o los impactos más comunes, la desventaja es que tal vez una especificidad de datos no sea expresada, las listas son de tres naturalezas

- Lista de acciones recurrentes de la obra
- Lista de factores ambientales
- Lista de indicadores

3.2.5.5.2. *Matriz de interacción entre factores*

Matriz Conesa (2011) Es una herramienta esencial para el Estudio de Impacto Ambiental, se estructura como una tabla de doble entrada donde se cruzan las acciones del proyecto con los factores ambientales potencialmente afectados.

Se encuentra estructurado en la siguiente manera:

- Columnas: Representan las diferentes acciones o fases del proyecto (construcción, operación, desmantelamiento, etc.).
- Filas: Listan los factores ambientales susceptibles de ser impactados (aire, agua, suelo, flora, fauna, paisaje, socioeconomía, etc.).
- Celdas: En cada intersección se identifica y valora el impacto potencial, asignándole un valor numérico que refleja su magnitud e importancia.

3.2.5.6. Valoración de Impactos

Las etapas de una Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) incluyen la "valoración cualitativa", donde se identifican y describen los posibles impactos, y la "valoración cuantitativa", donde se predice y cuantifica la magnitud de esos impactos. Es aceptable tener cierto grado de

incertidumbre en las metodologías utilizadas durante la etapa cualitativa, pero no en la etapa cuantitativa, donde se requiere mayor precisión y confiabilidad en los resultados. (Conesa, 2010).

3.2.5.6.1. Valoración cualitativa

El objetivo de la evaluación de impacto ambiental es detectar, anticipar, medir y comunicar los efectos e impactos que las actividades de un proyecto pueden tener en el medio ambiente, con el fin de prevenirlos, corregirlos o mitigarlos (Conesa, 2010).

La técnica de valoración cualitativa se caracteriza por ser subjetiva, sin embargo, la intención de este método, al ser científico, intenta reducir la subjetividad y graduar las mismas que se expresan en números, pretende evaluar el proyecto en función a opiniones mediante valores como alta, media, baja. Estos valores obtenidos se reflejarán en la matriz de cruce de interacciones con los factores llamada también matriz de importancia. Es cualitativa porque trata de reflejar la importancia del impacto midiendo la trascendencia de la acción sobre el factor alterado a partir de algunos atributos (Conesa, 2010)

Conesa (2010) sugiere que la descripción cualitativa contiene los siguientes Atributos de Impactos Ambientales:

Naturaleza (N)

Este parámetro de valoración se refiere a la naturaleza positiva o negativa de cada uno de los impactos potenciales; la característica con relación a la mejora o deterioro de la calidad ambiental.

El signo del impacto indica si la acción tiene un efecto beneficioso (+) o perjudicial (-) sobre los distintos factores ambientales involucrados.

Un impacto es positivo cuando la acción sobre el factor ambiental genera una mejora en su calidad. Por el contrario, el impacto se considera negativo cuando la acción resulta en una disminución de la calidad ambiental del factor evaluado.

Intensidad (IN)

La intensidad se refiere al grado de influencia de la actividad sobre el factor ambiental, es decir, al nivel de destrucción o magnitud del impacto. Esta dimensión del impacto permite medir el cambio, tanto cualitativo como cuantitativo, en el parámetro ambiental ocasionado por la acción. Se destaca que, en el caso de que la acción que cause el efecto positivo, como la implementación de medidas correctivas, la intensidad o grado de perturbación refleja el nivel de reconstrucción o restauración del factor, la mejora en la calidad ambiental del mismo.

- (1): Baja o mínima
- (2): Media
- (4): Alta
- (8): Muy Alta
- (12): Total

Extensión (EX)

Se refiere a las áreas o superficies que resultan afectadas, clasificando el impacto según el alcance de su influencia.

- (1): Puntual
- (2): Parcial
- (4): Extenso
- (8): Total
- (+4): Crítico

Momento (MO):

El plazo del manifiesto o momento del impacto se refiere al tiempo transcurrido entre la ocurrencia de la acción y el inicio del efecto sobre el factor evaluado.

- (1): Largo plazo, más de 10 años
- (2): Mediano plazo, entre 1 - 10 años
- (3): Corto plazo, menos de 1 año
- (4): Inmediato
- (+4): Crítico

Persistencia (PE):

La persistencia o duración del impacto hace referencia al tiempo durante el cual el efecto sobre un factor ambiental permanece desde su aparición, hasta el momento en que el factor afectado regresa a las condiciones iniciales previas a la acción, ya sea por procesos naturales o por implementación de medidas correctivas.

- (1): Fugaz o Momentáneo
- (2): Temporal o transitorio, entre 1 – 10 años
- (3): Persistente, entre 11 y 15 años
- (4): Permanente y constante, superior a 15 años

Reversibilidad (RV):

Establece si los impactos negativos son reversibles, se entiende que evalúa la capacidad del ambiente para regresar a una condición similar o equivalente a la inicial, previa a la acción, naturalmente, una vez que esta deja de influir sobre el medio. La reversibilidad del impacto se clasifica de la siguiente manera:

- (1) Corto plazo
- (2) Mediano plazo
- (3) Largo plazo
- (4) Irreversible

Recuperabilidad (MC):

Se refiere a la capacidad de reconstrucción, parcial o total, del factor afectado como resultado de las actividades. La posibilidad de devolverlo a sus condiciones iniciales previas a la intervención, a través de la acción humana, específicamente mediante la implementación de medidas correctivas y restauradoras.

- (1) Recuperable de manera inmediata
- (2) Recuperable a corto plazo
- (3) Recuperable a mediano plazo
- (4) Recuperable a Largo plazo o Mitigable
- (8) Irrecuperable

Sinergia (SI):

Este atributo considera la interacción de varios efectos simples. Determina si la combinación de estos impactos genera un efecto mayor al que se produciría si cada uno actuara de manera independiente.

- (1) Sin sinergismo o simple
- (2) Sinergismo moderado
- (4) Muy sinérgico

Acumulación (AC):

Los impactos que surgen de una acción propuesta y que se amplifican al sumar los efectos colectivos o individuales causados por otras acciones. Este atributo refleja el aumento progresivo

de la manifestación del efecto cuando la acción que lo origina persiste de manera continua o repetida.

- (1) Simple
- (4) Acumulativo

Efecto (EF):

Este atributo se refiere a la relación causa-efecto, es decir, a la manera en que se manifiesta el efecto sobre un factor como resultado de la realización de una actividad minera.

- (1) Indirecto o secundario
- (4) Directo o primario

Periodicidad (PR):

Frecuencia con la que se presenta el efecto.

- (1) Irregular
- (2) Periódico
- (4) Continuo

3.2.5.6.1.1. Importancia del impacto (IM)

La importancia refleja el efecto de una acción sobre un factor ambiental, y se estima en función del grado de manifestación cualitativa del impacto. Esta valoración se realiza tomando en cuenta un conjunto de atributos característicos y cualidades.

Para calificar la “Importancia del Impacto”, se utilizó la siguiente fórmula:

Figura 5

Guía metodológica

$$IM = +/-(3IN + 2EX + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + MC)$$

Nota: Guía Metodológica para la Evaluación del Impacto Ambiental, V. Conesa Fdez – Vítora, 4a. Ed., 2010.

3.2.5.6.1.2. Jerarquía de los impactos

Una vez establecida la importancia de los impactos, se determina su jerarquía. Esta calificación permitirá identificar el componente ambiental más afectado y la actividad o agente responsable del mayor impacto.

Para la jerarquización de los impactos, se utiliza la calificación definida en la “Guía metodológica para la evaluación del impacto ambiental” de Vicente Conesa Fernández (2010).

Tabla 6
Valorización de Impacto

Medida de Impacto	Tipo de Impacto	Rango de Valoración	Simbología
Leve o bajo		$IM < 25$	
Moderado	Positivo (+)	$25 \leq IM < 50$	
Alto	Negativo (-)	$50 \leq M < 75$	
Muy Alto		$IM \geq 75$	

Nota: Guía Metodológica para la Evaluación del Impacto Ambiental, V. Conesa Fdez – Vítora, 4a. Ed., 2010.

3.2.6. Mitigación de Impactos

El concepto de mitigación ambiental es utilizado en las ciencias sociales porque permite mantener el equilibrio entre la producción o extracción de recursos y el medio ambiente mediante el control de los impactos ambientales que el proyecto necesariamente genera, tiene como propósito que el impacto ambiental sea mínima en el ambiente (Vera, 2015). De acuerdo con ello se tiene la siguiente división:

- **Proporcionalidad de los medios:** Hace referencia al tipo de acciones (cantidad y calidad) realizadas para lograr la minimización del impacto ambiental causado por el proyecto. Dependiendo del grado o magnitud del proyecto la mitigación adecua sus

esfuerzos a ella, cuanto más grande el impacto mayor deberá ser el nivel de elaboración, costo, calidad.

- **Oportunidad:** Las acciones mitigatorias necesariamente deberán de ser empleadas de forma inmediata para reducir el impacto ambiental. Esto demanda la existencia de un cronograma de realización y de sus proyecciones. Es necesario por ello contar con los medios necesarios que permitan localizar el lugar del accidente o incidente ambiental.
- **Viabilidad técnica:** Las acciones propuestas deben ser viables y, por lo tanto, deben estar respaldadas técnicamente y alineadas con el proyecto, el proceso de producción, los productos finales, la organización, el control de calidad, los requisitos de espacio y las condiciones legales y administrativas. Esto asegurará la implementación exitosa de las medidas de mitigación.
- **Minimización:** Es la implementación de mecanismos ambientales con el propósito de modificar o neutralizar la actividad humana que genera impacto ambiental en los procesos de construcción, instalación y operación del proyecto
- **Atenuación:** La remediación ambiental implica aplicar medidas para restaurar un área dañada. Estas medidas pueden ser diversas, desde acciones que promueven la recuperación natural del entorno hasta intervenciones de emergencia para controlar la contaminación.

3.3. Definición de términos básicos

- a) **Unidades lito estratigráficas:** Masas de rocas definidas por sus propiedades litológicas y relaciones estratigráficas, formando las unidades básicas de los mapas geológicos (Rodríguez et al., 2021).
- b) **Depósito coluvio-deluvial (Q-cd):** Acumulación intercalada de materiales coluviales y deluviales, depositados al pie de laderas o acantilados (Vílchez et al., 2019).

- c) **Depósito Aluvial (Q-al):** Depósitos inconsolidados acumulados por procesos torrenciales y fluviales, ubicados en márgenes y terrazas de ríos (Vílchez et al., 2019).
- d) **Depósito morrénico (Q-mo):** Morrenas que ocupan valles por debajo de 3,800 m.s.n.m., formando barreras y lagos en los valles glaciares (Rodríguez et al., 2021).
- e) **Unidades geomorfológicas:** Caracterizadas por homogeneidad litológica y aspectos del relieve relacionados con erosión, denudación y sedimentación (Vílchez et al., 2019).
- f) **Geoformas de carácter tectónico degradacional y erosional:** Formas de terreno resultantes de procesos morfodinámicos sobre relieves originados por tectónica (Villota, 2005).
- g) **Métodos geo eléctricos:** Utilizados en estudios de aguas subterráneas, el Sondaje Eléctrico Vertical (SEV) es un método económico y eficiente para investigar la presencia de acuíferos (Molleda, 2019).
- h) **Resistividad:** Propiedad física que caracteriza el comportamiento de un material ante el paso de corriente eléctrica (Orellana, 1982).
- i) **Conductividad:** Facilidad de paso de la corriente eléctrica, inversa de la resistividad (Orellana, 1982).
- j) **Acuíferos:** Formaciones capaces de almacenar y transmitir agua, permitiendo la perforación de pozos (Molleda, 2019).
- k) **Evaluación de Impacto Ambiental (EIA):** Instrumento para valorar los efectos de un proyecto en el medio ambiente (Garmendia et al., 2005).
- l) **Matriz de Conesa:** Herramienta para el EIA que cruza acciones del proyecto con factores ambientales, valorando el impacto potencial (Conesa, 2011).
- m) **Mitigación ambiental:** Mantiene el equilibrio entre producción y medio ambiente mediante el control de impactos, buscando minimizar el impacto ambiental del proyecto (Vera, 2015).

CAPITULO IV: CARÁCTERÍSTICAS GEOLÓGICAS

4.1. Geología

4.1.1. Geología Regional

La geología regional del proyecto está conformada en la base por la secuencia metamórfica del Complejo Huaytapallana – Marairazo del Neoproterozoico. Sobre este basamento yacen las rocas sedimentarias, intrusivas del Plutón granítico Sucllamachay y volcánicas del Grupo Mitu de edad Permotriásico. Cerca al área de estudio aflora la Formación Chambará del Grupo Pucará del Triásico superior. Dentro del área de estudio se hallan dos emplazamientos de cuerpos ígneos que tuvieron origen en el Permotriásico y finales del Cretáceo superior e inicios del Paleógeno siendo probablemente la fuente de mineralización de la zona. Sobre estos plutones, como material de cobertura, se establecen depósitos cuaternarios de origen glaciar.

A continuación, se describen las características litológicas, estructurales y morfológicas más importantes, organizadas desde la unidad rocosa más antigua hasta la más reciente, basándose en la información obtenida durante el trabajo in situ y la revisión de imágenes satelitales.

Figura 6

Columna Cronoestratigráfica Regional de la Zona de Estudio.

UNIDADES LITOESTRATIGRÁFICAS				
ERATEMA	SISTEMA	SERIE	UNIDADES LITOESTRATIGRÁFICAS	ROCAS INTRUSIVAS
CENOZOICO	CUATERNARIO		Depósito glaciar 	Granito  Pórfido riolita 
MESOZOICO	TRIÁSICO	SUPERIOR	Formación Chambará 	
PALEOZOICO	PÉRMICO	CISURALIANO	Grupo Mitu 	
NEO PROTEROZOICO			Complejo Metamórfico Huaytapallana - Marairazo 	

Nota: Fuente: Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico - Cuadrángulo de Jauja (24-m), 1:100000.

4.1.1.1. Complejo Huaytapallana - Marairazo

Unidad basal más antigua que aflora al este del área de estudio. La distribución espacial de este complejo sigue la dirección andina NW-SE y está compuesto, litológicamente, por rocas de

diferente grado de metamorfismo. Las rocas de alto grado de metamorfismo corresponden a los gneis y esquistos, por otro lado, las filitas son rocas de bajo grado metamórfico. De acuerdo a las observaciones en campo, sobre esta unidad yace la Formación Chambará del Grupo Pucará.

Está formado por un conjunto de rocas que varían desde pequeñas intrusiones de grabo-diorita hasta un cuerpo principal de adamelita, alineados en dirección noroeste-sureste y que se extienden a lo largo de 60 km y tienen un ancho de 10 km.

4.1.1.2. Grupo Mitu

Esta unidad aflora cerca al área de estudio siguiendo la dirección andina NW-SE. Litológicamente está compuesta por dos facies: Volcánica y Sedimentaria. La facie volcánica comprende rocas volcánicas de composición andesítica y riolítica de tonalidad gris blanquecina y gris verdosa. La facie sedimentaria comprende conglomerados, areniscas y limolitas de coloración rojiza. El Grupo Mitu infra yace con ligera discordancia angular a las calizas de la Formación Chambará del Grupo Pucará.

4.1.1.3. Grupo Pucará

Este grupo, según Carpio et al. (2019), está compuesto por las formaciones Chambará, Aramachay y Condorsinga. Consiste principalmente en rocas carbonatadas (calizas y dolomías) formadas en un ambiente marino y se encuentra sobre el Grupo Mitu. Los afloramientos de esta secuencia sedimentaria se extienden ampliamente en la depresión interandina, la Cordillera Oriental y parte de la Faja Sub andina.

4.1.1.3.1. Formación Chambará

Esta unidad litoestratigráfica se ha dividido en dos miembros: Superior e inferior; sin embargo, adyacente al área de estudio aflora el miembro superior que está compuesto, litológicamente, por calizas packstones y grainstone dispuestos en bancos delgados con

incrustaciones de nódulos de chert, además, presentan venillas de calcita-cuarzo y bioturbación rellenas de sílice parda. Estas calizas se intercalan con luitas gris oscuro con estructuras internas de rizaduras y slump.

4.1.1.4. Depósitos Cuaternarios

Según la geometría morfológica, el proyecto está ubicado en un relieve abrupto y variado, de zonas montañosas y laderas con pendiente que varía de media a alta en los márgenes de las quebradas. Estas características influyen en la erosión y transporte de los materiales no consolidados, los mismos que originarán depósitos de cobertura.

a) Depósito Aluvial (Q-al)

Estos depósitos no consolidados, formados por la acción combinada de torrentes y ríos, se hallan en los márgenes y terrazas a distintas alturas, ligeramente por encima del nivel del agua. Estos terrenos se utilizan para la agricultura y también incluyen antiguos abanicos aluviales de gran tamaño.

b) Depósito Coluvio-deluvial (Q-cd)

Este depósito, según Vílchez et al. (2019), está formado por una mezcla de materiales provenientes de laderas y de arrastre por agua, que se acumulan al pie de montañas o acantilados. Estos materiales están mezclados y no se pueden distinguir como capas separadas.

c) Depósito Morrenico (Q-mo)

Las morrenas de esta glaciación se encuentran en los valles de la Cordillera Oriental por debajo de los 3,800 m.s.n.m., especialmente en los valles de los ríos que alimentan al río Saccsacancha. Las morrenas frontales actúan como barreras naturales, descendiendo hasta altitudes superiores a los 4,400 m.s.n.m. Estas barreras han creado represas naturales que dan origen a los lagos actuales, que se encuentran escalonados en los valles glaciares en forma de "U".

4.1.2. Geología Local

La geología local del proyecto se define por la existencia de un cuerpo ígneo formado a finales del Cretácico e inicios del Paleógeno, el cual se cree que es la fuente de mineralización de la zona. Cubriendo este plutón, se encuentran depósitos cuaternarios de origen glaciar y fluvio-glaciar.

En el área de estudio, la presencia de talco se explica principalmente por procesos de alteración hidrotermal metasomática que afectaron a rocas ultramáficas ricas en magnesio, como la serpentinita y cuerpos dolomíticos intercalados. La circulación de fluidos hidrotermales cargados de sílice y agua a través de fracturas y planos de debilidad favoreció la transformación progresiva de minerales magnésicos preexistentes hacia talco, mediante reacciones de hidratación y silicificación. De esta manera, la génesis del talco se asocia directamente a la alteración hidrotermal de estas rocas de máficas o ultramáficas, lo que explica tanto el alto contenido de MgO en los análisis químicos como la presencia de texturas secundarias características de ambientes metasomáticos.

4.1.2.1. Roca Intrusiva

a) Plutón de Sucllamachay

Atravesando el área de estudio conforme al plano 6 del Anexo E aflora el macizo Sucllamachay, en dirección longitudinal N 150°, rocas ígneas con emplazamiento tipo stock de gabros – diorita a un cuerpo adamelítico. Estos cuerpos afectan a las secuencias vulcano-sedimentarias y sedimentarias del Paleozoico y Mesozoico: Grupo Mitu y Formación Chamabrá con una extensión aproximada de 60 km (largo) por 10 km (ancho).

Se emplaza en el grupo Mitu sobre rocas vulcano sedimentarias con una orientación andina. En el área de estudio afloran granodioritas de textura fanerítica, mesócrata, con presencia de plagioclasas tabulares subhedrales.

4.1.2.2. Depósitos Cuaternarios

Esta formación está conformada, litológicamente, por una alternancia de lutitas y calizas margosas, areniscas de color gris oscuras.

a) Depósito Glaciar

Este depósito sobreyace al granito de Sucllamachay y a las secuencias permotriásicas del Grupo Mitu en forma de cobertura cuaternaria finalizando en lagunas glaciares. Litológicamente está conformado por material inconsolidado compuestos de clastos anguloso de diferente tamaño en una matriz de arena y arcillas, los clastos corresponden a litologías variadas, en su mayoría rocas metamórficas.

b) Depósito Glaciar, fluvial

Constituido por material inconsolidado, compuesto por clastos angulosos de diversos tamaños en matriz de arenas y arcillas. Son transportados por masas glaciares que culmina en la formación de una laguna.

4.1.3. Secciones Geológicas

Se han realizado dos Secciones Geológicas a escala regional, en las cuales se identifican las estructuras tectónicas y las unidades geológicas presentes en el área de estudio. La finalidad del diseño de secciones geológicas es comprender la geometría y ordenamiento espacial de las unidades geológicas a nivel subterráneo. Se han diseñado 2 secciones a escala regional. Se puede observar en el Plano 16.

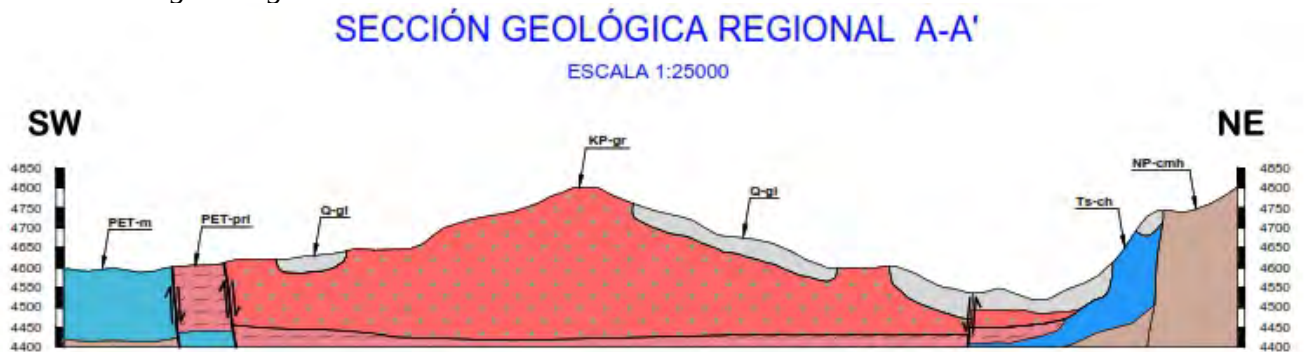
4.1.3.1. Sección Geológica Regional A-A'

Corte A-A': Con una orientación de Suroeste a Noreste y una longitud aproximada de 5944 metros.

De acuerdo al orden estratigráfico, la unidad más antigua aflora en el margen derecho de la sección y está representada por rocas metamórficas de medio a alto grado del Complejo Metamórfico Huaytapallana – Marairazo. Sobre esta unidad, yacen las calizas de la Formación Chambará. En el margen izquierdo de la sección se registra actividad tectónica que modela el relieve, teniendo como agente del control estructural a fallas normales que condicionaron la ubicación y desplazamiento de las unidades litoestratigráficas de Grupo Mitu y el intrusivo pórfido riolítico, ambos del Permotriásico. En el margen central de la sección se ubica el intrusivo granítico que abarca gran extensión. Los depósitos cuaternarios de origen glacial cubren algunos sectores del cuerpo intrusivo.

Figura 7

Sección Geológica Regional A-A'.



Nota: Elaboración propia, Plano 17

4.1.3.2. Sección Geológica Regional B-B'

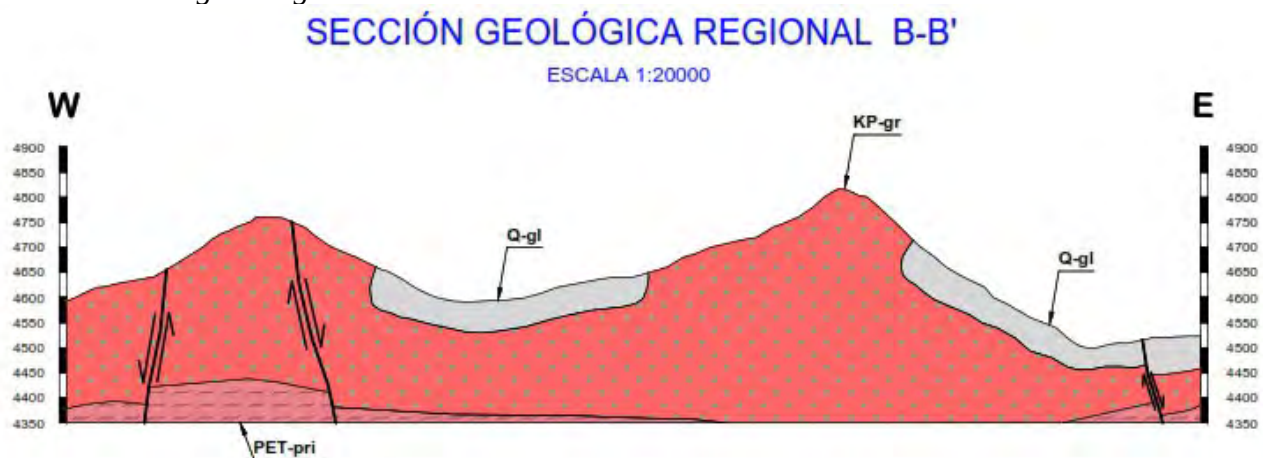
Corte B-B': Con una orientación de Oeste a Este y una longitud aproximada de 4545 metros.

De acuerdo al orden estratigráfico, la unidad más antigua aflora a lo largo de toda la sección y está representada por rocas intrusivas del pórfido riolítico de edad Permotriásico. Sobre esta unidad se encuentra el Plutón Sucllamachay que abarca gran extensión, el cual se encuentra

cubierto por material cuaternario de origen glacial en sectores específicos. Además, se aprecia el dinamismo tectónico en los márgenes extremos de la sección, producto del control estructural de las fallas normales.

Figura 8

Sección Geológica Regional B-B'.



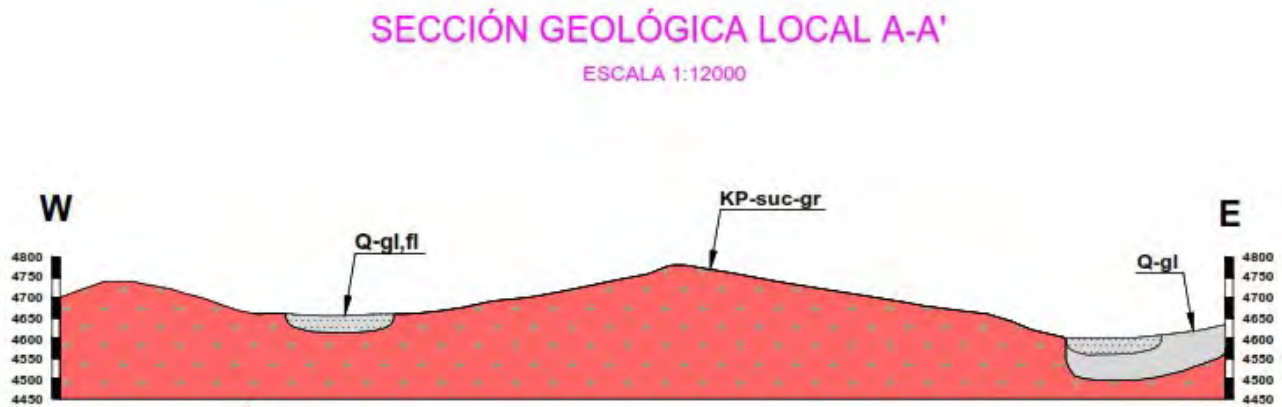
Nota: Elaboración propia, Plano 18

4.1.3.3. Sección Geológica Local A-A'

Corte A-A': Con una orientación de Oeste a Este y una longitud aproximada de 2742 metros.

El cuerpo intrusivo granítico (Sucllamachay), de gran extensión, abarca toda la sección geológica y está cubierta por material cuaternario en sectores extremos. En el margen izquierdo u oeste, material glacial – fluvial, cubre someramente al cuerpo intrusivo, sin embargo, en el margen derecho o este, se aprecian dos tipos diferentes de depósitos de cobertura que varían en la composición lítica y el origen.

Figura 9
Sección Geológica Local A-A'.

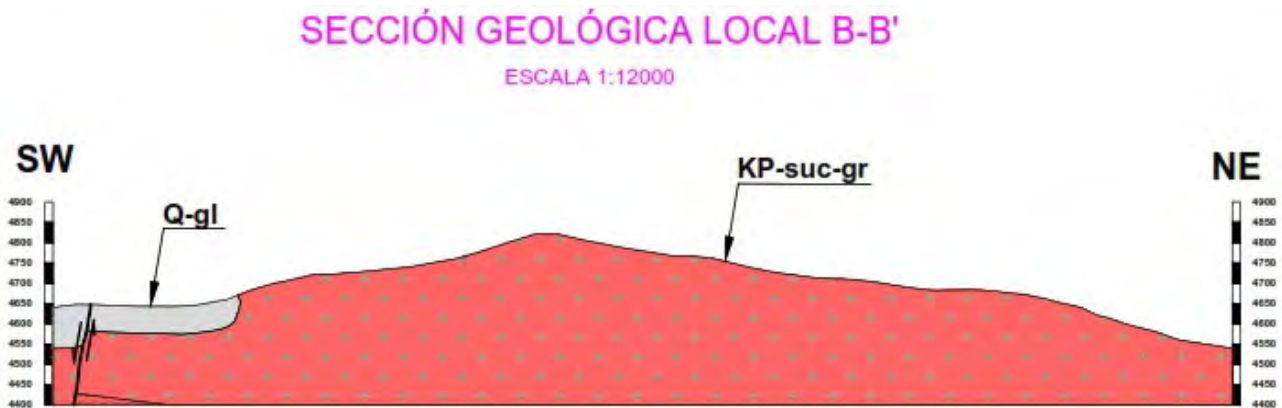


Nota: Elaboración propia, Plano 20

4.1.3.4. Sección Geológica Local B-B'

Corte B-B': Con una orientación de Suroeste a Noreste y una longitud aproximada de 2790 metros. El cuerpo intrusivo granítico (Sucllamachay), de gran extensión, abarca toda la sección geológica y está cubierta por material cuaternario de origen glacial en el margen extremo izquierdo o suroeste. En este mismo margen, se aprecia actividad tectónica cuyo agente estructural es la falla normal que modela el relieve y controla el dinamismo entre los bloques de las unidades litoestratigráficas.

Figura 10
Sección Geológica Local B-B'.



Nota: Elaboración propia, Plano 21

4.1.3.5. Sección Geológica Local C-C'

Corte C-C': con una orientación de Suroeste a Noreste y una longitud aproximada de 2284 metros.

El cuerpo intrusivo granítico (Sucllamachay), de gran extensión, abarca toda la sección geológica y está cubierta por material cuaternario de origen glacial-fluvial en el sector izquierdo o suroeste de la sección.

Figura 11

Sección Geológica Local B-B'.



Nota: Elaboración propia, Plano 22

4.2. Geomorfología

4.2.1. Geomorfología Regional

La región de Junín, en el centro del Perú, exhibe una geomorfología diversa influenciada por factores geológicos, climáticos y tectónicos. La Cordillera de los Andes atraviesa la región, presentando una topografía accidentada y elevada (Aguilar et al., 2009). Entre las montañas se encuentran valles interandinos con suelos fértiles aptos para la agricultura (Maldonado et al., 2016). Además, hay mesetas y páramos en las zonas altas, importantes para la biodiversidad y ecosistemas andinos (Instituto Geográfico Nacional del Perú). Se destacan lagos y lagunas glaciares que son cruciales para la fauna, flora y el suministro de agua dulce en la región (SERNANP).

4.2.2. Geomorfología Local

La geomorfología de la zona es muy variada, resalta la depresión de Jauja – Huancayo que ha sido rellenada de material cuaternario de tipo glacial y fluvio glacial proveniente del macizo metamórfico Huaytapalla – Marairazo de la Cordillera Oriental. Así mismo, el área de estudio está compuesto por una franja montañosa de rocas ígneas, sedimentarias y vulcano sedimentarias cuyas cumbres alcanzan gran altitud.

Figura 12

Unidades Geomorfológicas.

UNIDADES GEOMORFOLÓGICAS	
Montaña en roca intrusiva	RM - ri
Vertiente glacial o de gelifracción	V - gl
Morrenas	Mo

Nota: Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico (Ingemmet), Geocatmin.

- **Montaña en roca intrusiva (RM-ri)**

Esta unidad geomorfológica está formada por elevaciones alargadas de pendiente moderada a alta, compuestas por rocas intrusivas graníticas del cuerpo ígneo de Sucllamachay, situadas al oeste de la zona de estudio. Debido a su composición rocosa y relieve, esta unidad es propensa a desprendimientos de rocas.

- **Vertiente glacial o de gelifracción (V-gl)**

Las rocas en la vertiente glacial experimentan fracturas debido a la presión ejercida por el agua al congelarse dentro de sus grietas y discontinuidades. Esta característica está asociada a los depósitos glaciales y fluvioglaciares presentes en la zona.

- **Morrenas**

Esta unidad geomorfológica está formada por formas suaves y alargadas, originadas por la deposición de materiales transportados por glaciares durante el Pleistoceno - Holoceno. El material depositado se origina en el Complejo Metamórfico cercano a la zona de estudio. En términos litológicos, esta unidad está representada por depósitos de cobertura de tipo glaciar y fluvioglaciar.

4.3.Geodinámica y peligro sísmico

4.3.1. Geodinámica interna

La zona de Quilcas, Huancayo, Junín, en Perú, se encuentra en una región de alta actividad geodinámica debido a su ubicación en la Cordillera de los Andes. Esta área está influenciada por la interacción de placas tectónicas, lo que ha dado lugar a una serie de fenómenos geodinámicos internos, como la formación de montañas, valles, fallas y procesos volcánicos.

Según estudios geológicos realizados en la región, como el de Torres et al. (2015), se ha identificado la presencia de una serie de estructuras tectónicas activas, incluidas fallas, pliegues y fracturas, que son indicativas de la actividad geodinámica en la zona. Estos procesos pueden estar relacionados con la subducción de la placa de Nazca debajo la placa Sudamericana, que es característica en la región.

Además, con volcanes activos o extintos en la región sugiere una historia volcánica significativa. Estos volcanes pueden haber experimentado erupciones en el pasado, lo que ha contribuido a la configuración actual del paisaje y la geodinámica interna de la región.

En resumen, la geodinámica interna de Quilcas, Huancayo, Junín, en Perú, está marcada por la actividad tectónica y volcánica en la región andina. Esta actividad continúa moldeando el paisaje y la estructura geológica de la zona, lo que puede tener implicaciones significativas para la gestión del riesgo sísmico y volcánico en la región.

4.3.2. Geodinámica Externa

En Perú, los procesos geodinámicos externos son de gran importancia debido a la topografía accidentada y la diversidad climática del país. Estos factores contribuyen a la ocurrencia constante de fenómenos geodinámicos en la Cordillera de los Andes, sus contrafuertes y a diversos tipos de afloramientos rocosos, lo que representa un desafío para la gestión del territorio y la prevención de desastres naturales. Plano 12 Geodinámica Externa.

Figura 13

Unidades de Geodinámica Externa del Área de Estudio.

SÍMBOLO	UNIDAD	DESCRIPCIÓN
	Erosión en surcos	Consiste en el vaciado de partículas del sustrato por un flujo concentrado que da lugar a estrechas incisiones.
	Erosión de riberas	En los periodos de creciente o época de lluvia la cual consiste en el socavamiento de los taludes en las orillas por efecto de desgaste e impacto.
	Erosión de ladera	Se produce cuando las lluvias descienden por las laderas, formando surcos superficiales y posteriormente más profundas en un proceso de erosión concentrada.
	Caída de bloques rocosos	Son acciones erosivas que afectan a las laderas haciendo caer roca bruscamente volúmenes diversos de materia suelta y rocoso, constituyendo un serio riesgo en las áreas montañosas de fuerte pendiente.
	Reptación de suelos	Proceso producido por un movimiento gradual del suelo. Tiene como origen la expansión y contracción del suelo debido al congelamiento y descongelamiento del agua presente en el suelo.

Nota: Elaboración Propia Plano 12

- **Erosión de surcos**

Fenómeno causado por el agua y el viento, que arrastran la capa superficial a través de pequeños canales o surcos formados en el terreno debido a procesos de desgaste previos. Ubicados en la zona baja de la cancha de desmonte, iniciando de los bofedales.

- **Erosión de riberas**

Se encuentran a las orillas de la quebrada Muchca, se refieren al desgaste y desprendimiento de los materiales que forman de un río o arroyo debido a la acción del agua. Este fenómeno puede tener consecuencias significativas en el ecosistema fluvial, por lo que se está investigando principalmente esta zona.

- **Erosión de laderas**

Este fenómeno forma parte del ciclo geomorfológico (erosión – transporte – sedimentación). El proceso erosivo comienza con el impacto de las gotas de lluvia sobre el suelo, este discurre sobre el suelo y remueve uniformemente las partículas más finas del suelo. En general, este fenómeno es causado por la precipitación afectando a las laderas de los cerros Yanaziniac, Tachor y Tunsho, su impacto es limitado y sin relevancia significativa dentro del área de estudio.

- **Caída de rocas**

Se refiere el deterioro de los materiales de la superficie terrestre causado por procesos geológicos. Incluye la fracturación, el agrietamiento y la alteración física de las rocas hasta que se desprenden (sin incluir su transporte). Este proceso se observa en talud de carretera al ingreso del proyecto en la vía departamental, donde la roca está muy fracturada, lo que resulta en bloques sueltos con discontinuidades que se inclinan hacia el talud, aumentando el riesgo de desprendimientos.

- **Reptación de suelos**

Hace referencia al movimiento lento del suelo en las capas superiores de las laderas, causado principalmente por cambios de humedad estacionales. El agua actúa como lubricante, facilitando el desplazamiento del suelo. Este fenómeno puede combinarse con la acción de las lluvias, contribuyendo a la inestabilidad de las pendientes.

La reptación de suelos, un proceso lento y casi imperceptible que afecta principalmente la capa superficial de los taludes. Aunque generalmente no representa un riesgo significativo debido a la poca profundidad del lecho rocoso, es recomendable realizar inspecciones periódicas para asegurar la estabilidad del terreno.

4.4.Geología Estructural

4.4.1. Geología Estructural Regional

La región de Junín en Perú se caracteriza por una geología estructural compleja debido a su ubicación en la Cordillera de los Andes y su historia geológica activa. Según los estudios realizados por el INGEMMET, la región presenta una variedad de estructuras geológicas, incluyendo fallas, fracturas y pliegues, que han sido influenciadas por la interacción de múltiples procesos tectónicos.

Entre las estructuras geológicas más importantes en la región se encuentra la falla Huallaycocha, la cual ha sido objeto de estudio por parte del INGEMMET debido a su importancia en la deformación y distribución de las rocas en la zona. Además, la actividad volcánica en la región ha dejado su huella en forma de conos volcánicos, domos y calderas, lo que también contribuye a la geología estructural regional.

4.4.2. Geología Estructural Local

Los movimientos tectónicos que han modelado los alrededores del área de estudio han sido de diferentes intensidades, lo que nos indica que el área atravesó diferentes etapas de deformación, las cuales corresponden a los movimientos del Ciclo Andino. Las fases de deformación de las unidades estratigráficas en el proyecto asociadas con elementos estructurales discordantes, fallas y otras estructuras presentes a lo largo de la zona de deformación.

Las estructuras principales del área de estudio están relacionadas directamente con el segundo movimiento del Ciclo Andino, que esta seccionada en dos fajas estructurales, las cuales son: Zona Occidental y zona Oriental, sin embargo, el proyecto se ubica en la zona estructural Oriental.

4.4.2.1. Zona Estructural Oriental

Esta zona morfológicamente presenta montañas y valles longitudinales, frecuentemente asociadas a fallas y pliegues que afectan en su mayoría a rocas metamórficas neo proterozoicas, sedimentarias paleozoicas y a cuerpos intrusivos. Esta zona se caracteriza estructuralmente por la presencia de fallas normales de dirección andina que configuran un sistema de fallas de alto ángulo.

Tabla 7

Mediciones de Fallas en el proyecto.

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	INICIO NODO	FINAL NODO	EXTENSIÓN
1	Falla normal	3199	3200	342.3
2	Falla normal	3201	3202	212.8
3	Falla normal	3203	3202	1,022.7
4	Falla normal	3202	3204	64.7
5	Falla normal	3204	3206	1,086.4
6	Falla normal	3204	3209	1,049.1
7	Falla normal	3202	3210	2,665.5
8	Falla normal	3190	3211	6,938.9
9	Falla normal	3193	3205	1,835.2

Nota: Elaboración Propia. Plano 06 Geología

4.5. Geofísica

4.5.1. Prospección Geofísica

Para el presente estudio se usaron los métodos geo eléctricos, los cuales se utilizan para mapear la estructura de resistividad del subsuelo. Para el desarrollo del método se utilizaron cuatro electrodos, 2 de corriente (A y B), 2 de potencial (M y N), están conectados a la unidad resistiva (Geo resistivímetro).

4.5.2. Equipo usado y procedimiento de campo

4.5.2.1. Equipo usado

El presente estudio geofísico se realizó con 01 Geo resistivímetro WARG power modelo G – 1124 SX edición 6 (2022).

Figura 14

Geo resistivímetro WARG power modelo G – 1124 SX edición 6 (2022).



Nota: Fotografía tomada en el proyecto.

4.5.2.2. Materiales utilizados

- 04 electrodos (Barras de acero de 50 cm).
- Cable de corriente (500m).
- Cable de potencia (100m)
- 01 comba, 01 picota y 01 flexómetro (100m)

4.5.2.3. Trabajo en campo

El trabajo respectivo para el presente estudio geofísico contempla 3 etapas, las cuales, de forma secuencial generan la eficiencia del estudio.

Estudio preliminar, donde se realiza un análisis hidrológico, en posibles áreas de recarga hídrica de la zona donde se realizará el levantamiento geofísico. Para llevar a cabo este análisis, es necesario emplear mapas topográficos, geológicos y satelitales que permitan obtener una visión más precisa de las características previamente mencionadas.

Determinación de los puntos de sondeo, se debe establecer la ubicación de los puntos donde se llevarán a cabo los sondeos. Para ello, se examina la extensión del proyecto, lo que

permitirá definir la cantidad de sondajes necesarios para obtener datos representativos del área de estudio.

Levantamiento geofísico, en el área previamente definida, teniendo en cuenta las condiciones climáticas que podrían influir en el desarrollo del mismo. El procedimiento in situ se detalla a continuación como una secuencia de pasos que se estima para desarrollar el levantamiento:

- Se procede a realizar una medición con un flexómetro una distancia de 150 metros de abertura (a cada extremo del equipo). El método usado es el Schlumberger, que sugiere una relación de 1:3 entre la longitud de abertura (A-B) y la profundidad del sondeo.
- Se procede con la instalación del equipo con los carretes correspondientes. Para una correcta conexión, los cables de “A y B” (Carretes de corrientes) deben ir en los receptores “C1 y C2”, y los cables de “M y N” (Carrete de Potencial) en P1 y P2 según corresponda.
- Se ubican los electrodos de acero inoxidable en las distancias determinadas según la tabla de levantamiento, comenzando desde el punto de referencia inicial. (Posición del equipo)

4.5.2.4.Sondajes ejecutados

El trabajo in situ desarrollado en el proyecto se efectuó en mayo del año 2023, el cual consistió en 05 Sondajes Eléctricos Verticales ejecutados dentro del ámbito del proyecto.

En las siguientes tablas se detallan las coordenadas geográficas de cada uno de los Sondajes Eléctricos Verticales agrupados de acuerdo con las secciones geofísicas que se generaron. Estos SEV's fueron desarrollados dentro del área de estudio en la cantera de agregados calcáreos Jesús Poderoso; el sistema de coordenadas está referenciado al DATUM WGS 84 (Zona 18 UTM).

Tabla 8

Ubicación del SEV 1, SEV 2, SEV 3, SEV 4 y SEV 5 - Sección Geofísica A-A', B-B' y C-C'.

UBICACIÓN DE SONDAJE ELÉCTRICO VERTICAL (SEV)				
COORDENADAS UTM WGS 84				
Sección	Sondajes	Este	Norte	Cota
SGF A-A'	SEV-01	486178	8692213	4630
	SEV-02	486593	8691811	4696
SGF B-B'	SEV-03	486270	8691207	4683
	SEV-04	487284	8691144	4703
SGF C-C'	SEV-03	486270	8691207	4683
	SEV-05	486397	8690463	4750

Nota: Elaboración Propia.

4.5.2.5. Datos de campo

Se realizaron 04 sondeos sobre roca intrusiva y 01 sondeo sobre depósito glacio - fluvial que corresponde al material acumulado sobre el área de estudio. Estos sondeos se realizaron de manera transversal a los accesos siguiendo la pendiente de las laderas.

A partir de los trabajos de prospección geofísica, se han obtenido datos de voltaje, intensidad y resistencia de campo, los cuales se presentan en la siguiente tabla:

Tabla 9

Resultados de resistividad de datos en campo – SEV 1.

SONDAJE	ESTE	NORTE	COTA	RHO
SEV-01	486178	8692213	4630	(Campo)
AB/2	MN/2	V	I	ρ
150	60	1.430	0.675	1048.247
120	50	1.100	0.397	1035.858
90	40	1.710	0.307	1421.779
60	30	0.130	0.109	168.609
30	20	34.890	0.650	2107.893

Nota: Elaboración Propia.

Tabla 10*Resultados de resistividad de datos en campo - SEV 2.*

SONDAJE	ESTE	NORTE	COTA	RHO (Campo)
SEV-02	486593	8691811	4696	ρ
AB/2	MN/2	V	I	
150	60	0.970	0.336	1428.446
120	50	0.900	0.243	1384.631
90	40	1.540	0.275	1429.428
60	30	3.580	0.435	1163.475
30	20	7.080	0.306	908.600

*Nota: Elaboración Propia.***Tabla 11***Resultados de resistividad de datos en campo – SEV 3.*

SONDAJE	ESTE	NORTE	COTA	RHO (Campo)
SEV-03	486270	8691207	4683	ρ
AB/2	MN/2	V	I	
150	60	0.550	0.296	919.396
120	50	1.370	0.224	2286.496
90	40	4.380	0.380	2942.150
60	30	13.930	0.970	2030.219
30	20	98.590	1.311	2953.188

*Nota: Elaboración Propia.***Tabla 12***Resultados de resistividad de datos en campo - SEV 4.*

SONDAJE	ESTE	NORTE	COTA	RHO (Campo)
SEV-04	487284	8691144	4703	ρ
AB/2	MN/2	V	I	
150	60	2.870	0.061	9469.487
120	50	0.610	0.027	8446.250
90	40	12.630	1.941	1660.933
60	30	11.790	2.169	768.454
30	20	10.140	0.284	1402.105

Nota: Elaboración Propia.

Tabla 13*Resultados de resistividad de datos en campo - SEV 5.*

SONDAJE	ESTE	NORTE	COTA	RHO (Campo)
SEV-05	486397	8690463	4750	ρ
AB/2	MN/2	V	I	
150	60	0.210	0.228	455.739
120	50	0.630	0.411	573.055
90	40	1.210	0.382	808.530
60	30	2.500	0.349	1012.693
30	20	8.930	0.464	755.778

*Nota: Elaboración Propia.***4.5.2.6.Trabajo de gabinete**

Esta fase se determina con el procesamiento e interpretación de la información o datos geofísicos colectados en campo. Para esto, se desarrollaron cálculos matemáticos siguiendo la metodología para la línea de distribución geo eléctrica Schlumberger, siendo los pasos desarrollados los siguientes:

a) Comprobación de la información

Una vez incluidos los datos de campo en el formato de resistividades, se procedió a comprobar matemáticamente las variaciones de resistividad de campo, resistividad aparente y resistividad Schlumberger, utilizando para los dos últimos parámetros los valores de los factores de forma incluidos en las fórmulas 1 (resistividad general), 2 (factor de forma para resistividad aparente) y 3 (factor de forma para resistividad de línea Schlumberger).

$$\rho_A = K \frac{U}{I}$$

$$K^{(-1)} = 1/2\pi \cdot [(\frac{1}{AM} - \frac{1}{BM}) - (\frac{1}{AN} - \frac{1}{BN})]$$

$$K_{SCHUMBERGER} = \frac{\pi}{MN} \cdot (\frac{AB}{2})^2$$

De los datos obtenidos, se desarrolló el proceso de comprobación de resistividades obteniéndose valores de RMS para los 05 sondajes, llegando a la conclusión que estos datos han sido trabajados correctamente y cumplen con los estándares para el análisis de los resultados pertinente.

A medida que se profundiza en el subsuelo, la resistividad eléctrica aumenta. Esto se debe a que los materiales superficiales, como los depósitos glacio - fluviales de arena y arcilla, tienen una resistividad menor que las rocas ígneas más compactas y resistentes que se encuentran a mayor profundidad.

b) Interpretación cualitativa

Las curvas obtenidas in situ se han clasificado en cuatro familias: A, H, K y Q, según lo propuesto por “Orellana y Money”, con el objetivo de simplificar la interpretación de los “SEV” correspondientes a un estrato superficial, gravillas o sedimentos glacio-fluviales secos, depósitos aluviales y finalmente el estrato hidrogeológico.

c) Interpretación cuantitativa

Cada inflexión de la curva de SEV ha sido interpretada en términos de resistividades verdaderas y espesores, utilizando ábacos desarrollados por "Orellana y Money" y otras instituciones de exploración geofísica. Posteriormente, los datos resultantes fueron reajustados mediante los softwares Resix Plus, con iteración automática, e IX1D v3.0-Interprex. Sin embargo, los resultados obtenidos tienen una fiabilidad media debido a los problemas encontrados al no poder definir de manera satisfactoria las inflexiones y espesores.

Se realizó una reinterpretación detallada de los datos utilizando métodos manuales (ábacos), lo que permitió identificar con mayor precisión los cambios en las curvas de resistividad que no habían sido detectados por el programa IX1D. Luego, se ingresaron los valores ajustados

en el software IPI2win V3.0.1e, que realiza iteraciones automáticas y semiautomáticas, para obtener valores confiables de resistividad y espesor de las capas del subsuelo. Estos resultados fueron analizados y registrados en tablas:

Tabla 14

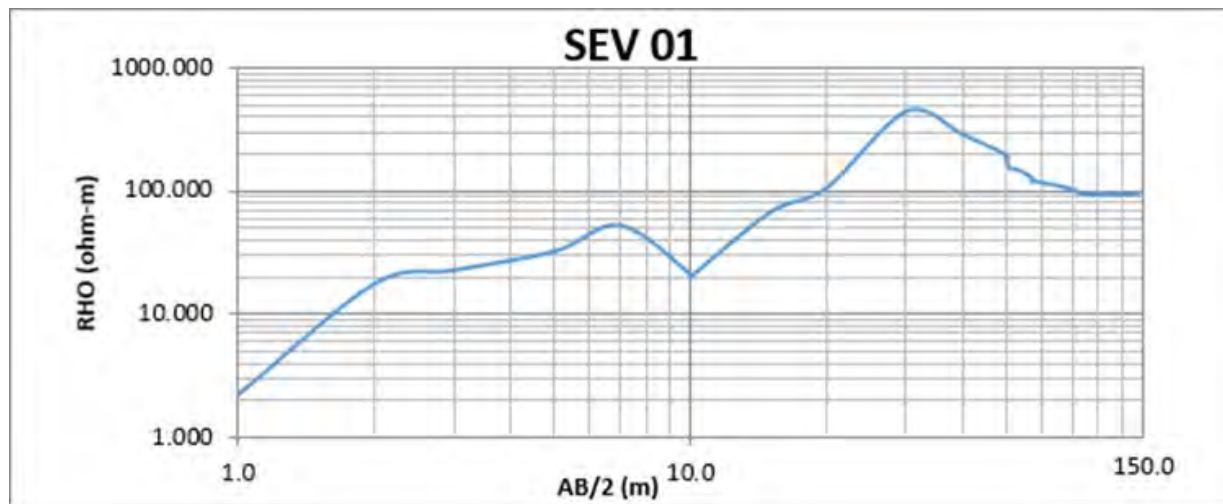
Resultados de Sondajes y Resistividades - Procesamiento en Software.

SONDAJE	ESTE	NORTE	COTA	RHO (Schlumberger)
SEV-01	486178	86992213	4630	ρ
AB/2	MN/2	V	I	
150	60	1.130	0.620	101.201
120	50	1.010	0.345	102.005
90	40	1.510	0.316	300.105
60	30	0.130	0.112	624.353
30	20	30.160	0.600	726.149

Nota: Elaboración Propia.

Figura 15

Distancia vs Ohmio-Metro.



Nota: Elaboración Propia.

Tabla 15

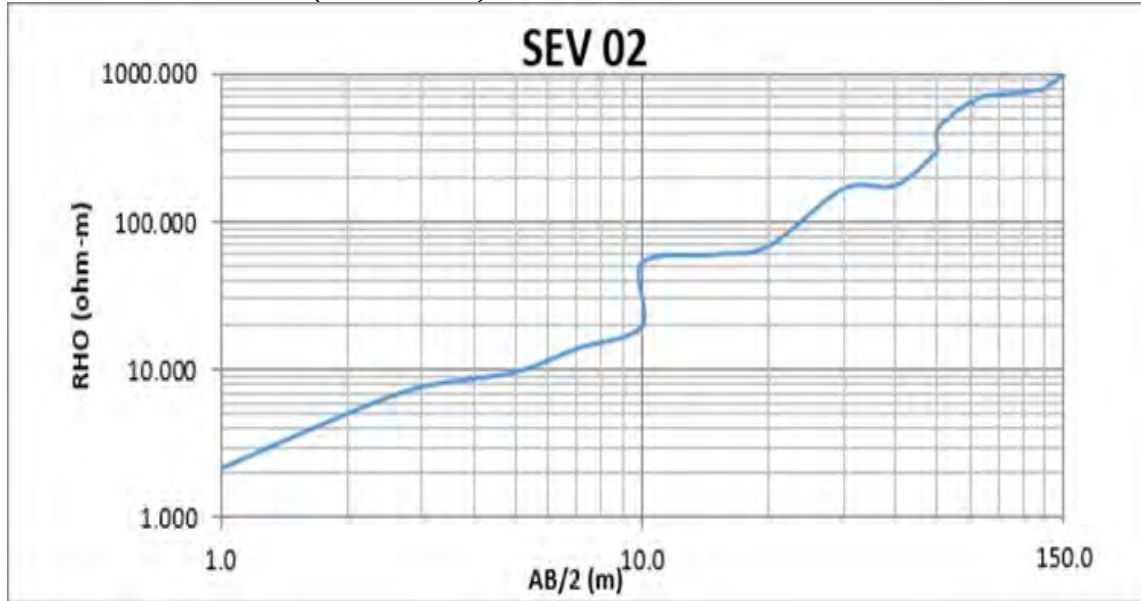
Resultados de Sondajes y Resistividades - Procesamiento en Software.

SONDAJE	ESTE	NORTE	COTA	RHO (Schlumberger)
SEV-02	486593	8691811	4696	ρ
AB/2	MN/2	V	I	
150	60	0.840	0.314	1002.089
120	50	0.896	0.244	942.550
90	40	1.396	0.263	712.768
60	30	3.488	0.448	228.010
30	20	7.026	0.311	156.481

Nota: Elaboración Propia.

Figura 16

Metro vs Ohmio-Metro (Resistividad).



Nota: Elaboración Propia.

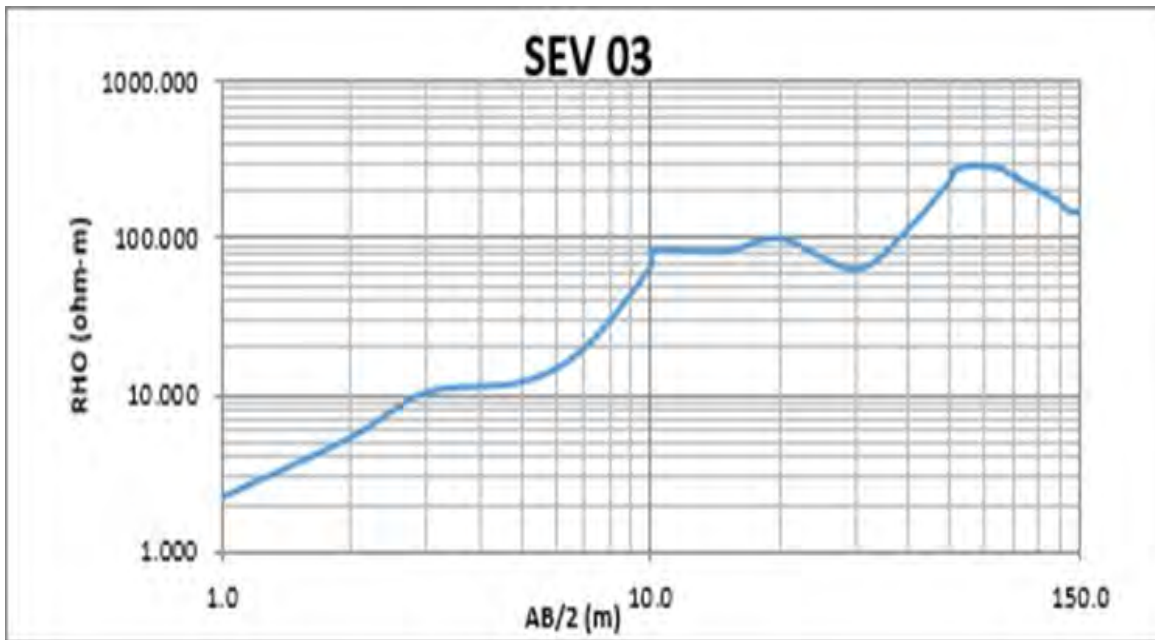
Tabla 16

Resultados de Sondajes y Resistividades - Procesamiento en Software.

SONDAJE	ESTE	NORTE	COTA	RHO (Schlumberger)
SEV-03	486270	8691207	4683	
AB/2	MN/2	V	I	ρ
150	60	0.315	0.285	186.480
120	50	1.286	0.219	340.012
90	40	4.126	0.381	428.901
60	30	13.842	0.890	101.030
30	20	97.620	1.201	86.157

Nota: Elaboración Propia.

Figura 17
Metro vs Ohmio-Metro (Resistividad).



Nota: Elaboración Propia.

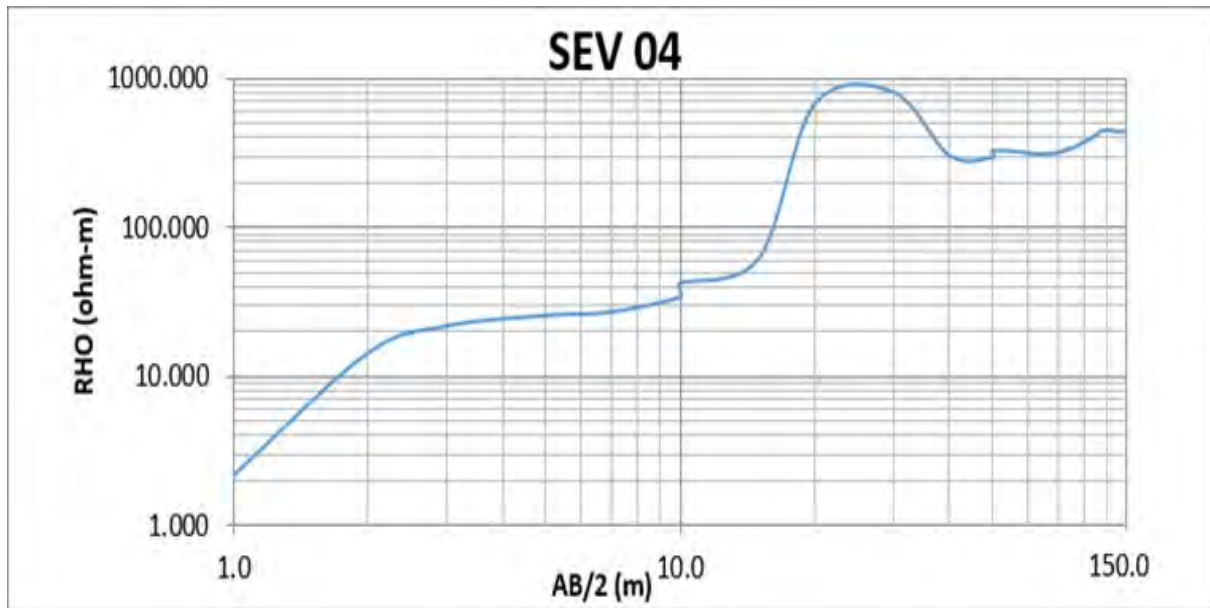
Tabla 17
Resultados de Sondajes y Resistividades - Procesamiento en Software.

SONDAJE	ESTE	NORTE	COTA	RHO (Schlumberger)
SEV-05	486397	8690463	4750	
AB/2	MN/2	V	I	ρ
150	60	0.209	0.228	126.486
120	50	0.627	0.409	210.010
90	40	1.198	0.402	386.550
60	30	2.368	0.339	677.003
30	20	8.941	0.463	847.506

Nota: Elaboración Propia.

Figura 18

Metro vs Ohmio-Metro (Resistividad).



Nota: Elaboración Propia

Tabla 18

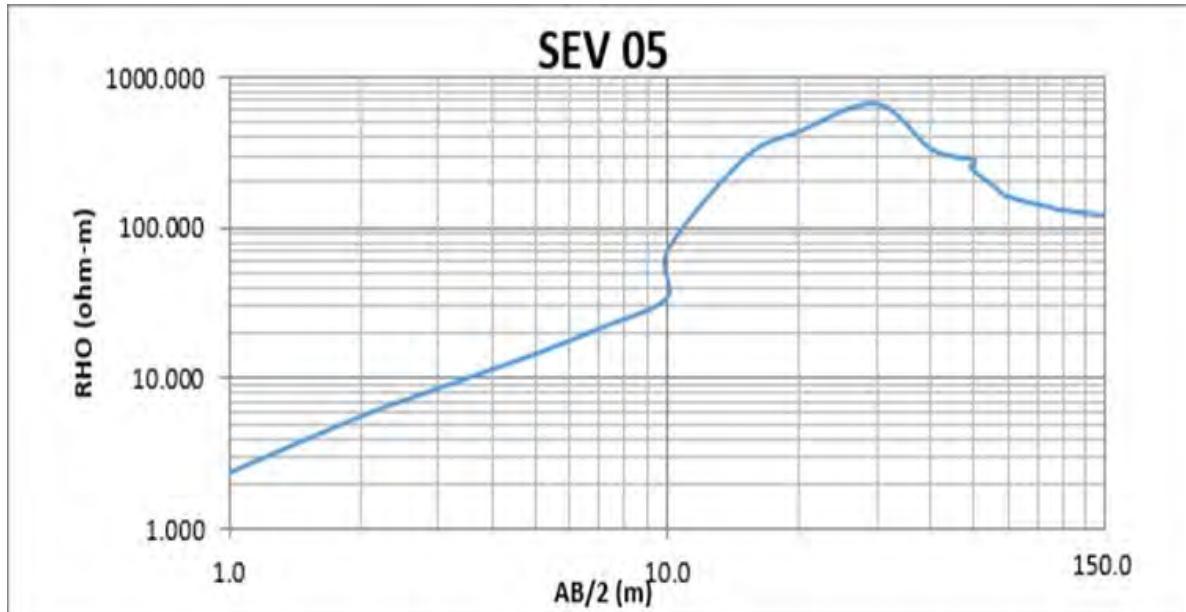
Resultados de Sondajes y Resistividades - Procesamiento en Software.

SONDAJE	ESTE	NORTE	COTA	RHO (Schlumberger)
SEV-04	487284	8691144	4703	ρ
AB/2	MN/2	V	I	
150	60	2.678	0.060	846.588
120	50	0.605	0.016	810.001
90	40	11.965	1.901	763.477
60	30	11.810	2.159	692.044
30	20	10.098	0.283	998.211

Nota: Elaboración Propia.

Figura 19

Metro vs Ohmio-Metro (Resistividad).



Nota: Elaboración Propia.

4.5.2.7. Análisis Espacial y Cortes Geofísicos

4.5.2.7.1. Perfiles geofísicos del área de estudio.

Se han elaborado cinco (05) perfiles geofísicos tomando en cuenta el área de interés donde se emplaza el área de estudio. Se puede observar en el plano 23 de Secciones Geofísicas.

Estos perfiles geofísicos permitirán:

- Determinar la posible profundidad del nivel freático presente en el proyecto.
- Determinación de la profundidad de los horizontes geológicos en el proyecto.

4.5.2.7.2. Sección Geofísica A-A'

Del perfil geofísico A-A' elaborado en base a los puntos SEV 01 y SEV 02, se puede extraer la siguiente información.

- El perfil geofísico tiene una profundidad de 120 metros aproximadamente en el sector NW de la sección y 200 m aproximadamente en el sector SE. La variación se debe a la morfología del relieve y a la pendiente de la ladera.

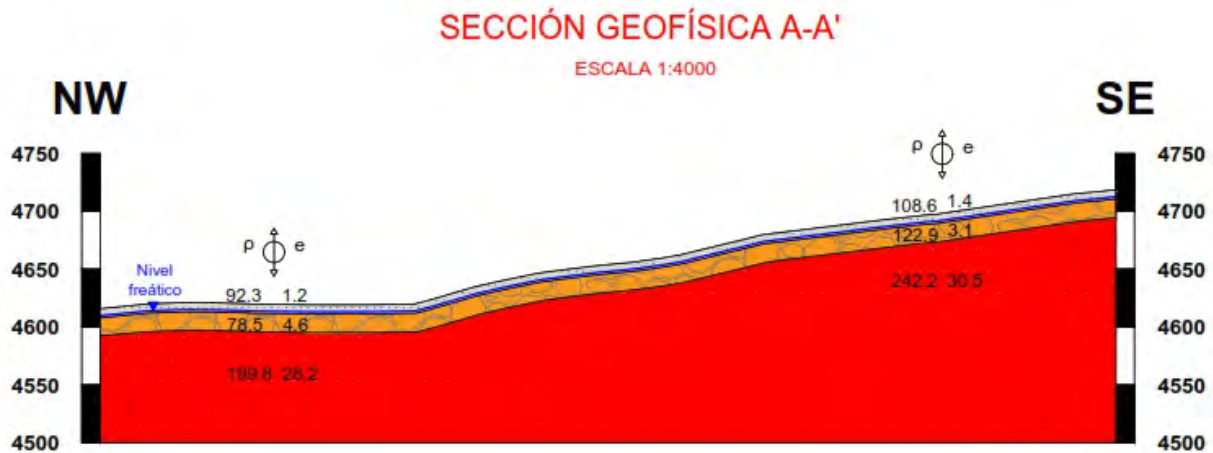
- En la primera capa se puede observar, mediante la interpretación de resistividades de los materiales, evidencia de una cobertura superficial cuaternaria de origen glacial-fluvial de depósitos superficiales, conformado principalmente por arenas secas, limos y en menor cantidad arcillas. Dispone una profundidad aproximada de 10 m a 12 m con resistividades de hasta 90 Ohm m.
- En la segunda capa se encuentran arenas secas predominantes compactas. En menor cantidad se tiene la presencia de limos, grabas o bloques de arcillas. Esta capa tiene un espesor que varía desde los 10 m a 14m aproximadamente, con resistividades de hasta 78 Ohm m.
- La última capa identificada corresponde al macizo rocoso con moderado fracturamiento, correlacionable a las rocas intrusivas del granito de Sucllamachay. Esta capa se encuentra a profundidades mayores a los 30 m aproximadamente, con resistividades mayores a 199 Ohm m.
- En base a las litologías superpuestas, se determinó que el nivel freático se encuentra a una profundidad aproximada de 7 metros ubicándose en la primera capa, sin embargo, existen manifestaciones de aguas superficiales por infiltración y permeabilidad hacia la superficie como ojos de agua, pequeñas cochas y bofedales a lo largo del área de estudio.

Figura 20
Simbología.

SIMBOLOGÍA	
DEPÓSITOS CUATERNARIOS	
DEPÓSITOS COMPACTOS	
INTRUSIVO	

Nota: Elaboración Propia.

Figura 21
Sección Geofísica A-A'.



Nota: Elaboración Propia en base al trabajo geofísico de campo.

4.5.2.7.3. Sección Geofísica B-B'

Del perfil geofísico B-B' elaborado en base a los puntos SEV 03 y SEV 04, se puede extraer la siguiente información.

- El perfil geofísico tiene una profundidad aproximada de 110 m. en el sector W de la sección y 220 m aproximadamente en el sector centro de la sección y 140 m en el sector E. La variación se debe a la morfología anti forme del relieve y a la pendiente de las laderas.
- En la primera capa se puede observar, mediante la interpretación de resistividades de los materiales, evidencia de una cobertura superficial cuaternaria de origen glacial, fluvial de depósitos superficiales, conformado principalmente por arenas secas, limos y en menor cantidad arcillas. Dispone una profundidad aproximada de 8 m a 12 m con resistividades de hasta 108 Ohm m.
- En la segunda capa podremos encontrar la presencia de arenas secas predominantes compactas. En menor cantidad se tiene la presencia de limos, grabas o bloques de arcillas.

Esta capa tiene un espesor que varía desde los 10 m a 16m aproximadamente, con resistividades de hasta 122 Ohm m.

- La última capa identificada corresponde al macizo rocoso con moderado fracturamiento, correlacionable a las rocas intrusivas del granito de Succlamachay. Esta capa se encuentra a profundidades mayores a los 30 m, con resistividades mayores a 240 Ohm m.
- En base a las litologías superpuestas, se determinó que el nivel freático se encuentra a una profundidad aproximada de 7 metros ubicándose en la primera capa, sin embargo, existen manifestaciones de aguas superficiales por infiltración y permeabilidad hacia la superficie como ojos de agua, pequeñas cochas y bofedales a lo largo del área de estudio.

Figura 22
Sección Geofísica B-B'.



Nota: Elaboración Propia en base al trabajo Geofísico de Campo

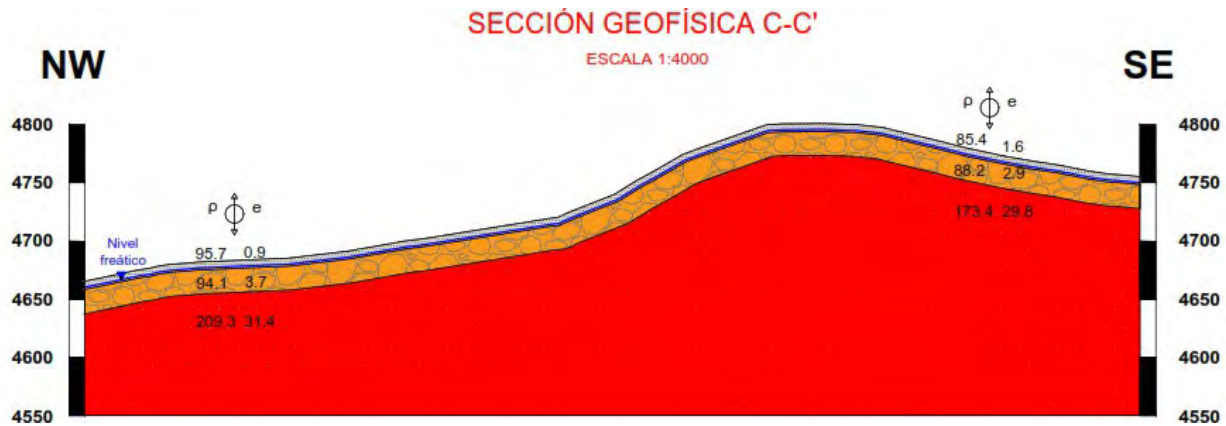
4.5.2.7.4. Sección Geofísica C-C'

Del perfil geofísico C-C' elaborado en base a los puntos SEV 03 y SEV 05, se puede extraer la siguiente información:

- El perfil geofísico tiene una profundidad de 120 metros aproximadamente en el sector NW de la sección y 210 m aproximadamente en el sector SE. La variación se debe a la morfología anti forme del relieve y a la pendiente de las laderas.

- En la primera capa se puede observar, mediante la interpretación de resistividades de los materiales, evidencia de una cobertura superficial cuaternaria de origen glacial, fluvial de depósitos superficiales, conformado principalmente por arenas secas, limos y en menor cantidad arcillas. Dispone una profundidad aproximada de 9 m a 12 m con resistividades de hasta 95 Ohm m.
- En la segunda capa podremos encontrar la presencia de arenas secas predominantes compactas. En menor cantidad se tiene la presencia de limos, grabas o bloques de arcillas. Esta capa tiene un espesor que varía desde los 10 m a 16m aproximadamente, con resistividades de hasta 94 Ohm m.
- La última capa identificada corresponde al macizo rocoso con moderado fracturamiento, correlacionable a las rocas intrusivas de granitos de Sucllamachay. Esta capa se encuentra a profundidades mayores a los 32m aproximadamente, con resistividades mayores a 209 Ohm m.
- En base a las litologías superpuestas, se determinó que el nivel freático se encuentra a una profundidad aproximada de 7 metros ubicándose en la primera capa, sin embargo, existen manifestaciones de aguas superficiales por infiltración y permeabilidad hacia la superficie como ojos de agua, pequeñas cochas y bofedales a lo largo del área de estudio.

Figura 23
Sección Geofísica C-C'.



Nota: Elaboración Propia en base al trabajo Geofísico de Campo Hidrología

4.5.2.8. Caracterización Hidrológica

Dentro de las áreas de intervención al presente estudio se ha reconocido a la quebrada Añas como la de mayor influencia del proyecto, donde hidrográficamente, por el sur limita con la “quebrada Cebollayoc” y “quebrada Malmomera”, por el norte con la “quebrada Malpaso” y por el oeste limita con la “quebrada Muchca”.

El proyecto se extiende a lo largo de un rango altitudinal que va desde los 4065 metros sobre el nivel del mar (msnm) hasta los 5200 msnm.

4.5.3. Hidrografía

4.5.3.1. Microcuencas de Estudio

El área de la actividad minera para el presente estudio se encuentra ubicado en la microcuenca Añas, microcuenca Malmomera y microcuenca Malpaso que a su vez se encuentran ubicados en la cuenca hidrográfica Perené y cuenca hidrográfica Mantaro, la cual la quebrada principal del proyecto, quebrada Añas, perteneciente a la Región Hidrográfica del Amazonas, la cuenca Perené se presenta en 32 distritos, 8 provincias y 2 departamentos. La cuenca Inambari delimita:

Tabla 19

Delimitación de la Cuenca Inambari.

Norte: Cuenca Pachitea
Sur: Cuenca Mantaro
Este: Cuenca Anapati
Oeste: Cuenca Mantaro y Alto Huallaga

Nota: Elaboración Propia.

La quebrada Añas, quebrada Malmomera y la quebrada Malpaso ubicados en el distrito de Comas/Quilcas, provincia de Concepción/Huancayo, departamento de Junín, cubriendo un porcentaje de área del 32% y 13.5% del distrito de Comas y un porcentaje de área del 5.61% y 3.7% de la cuenca Perené respectivamente.

Las microcuencas Añas, Malmomera y Malpaso delimitan con los distritos:

Tabla 20

Delimitación con Distritos.

Norte: Distrito de Comas
Sur: Distritos de Quilcas, El Tambo
Este: Distritos de Pariahuanca, Andamarca
Oeste: Distritos de Ingenio, Quilcas

Nota: Elaboración Propia.

Las microcuencas Añas, Malmomera y Malpaso tienen áreas de drenaje de 20.24 km², 28.17 km² y 17.56 km², respectivamente. Todas se encuentran en un rango de altitud que va desde los 4065 m.s.n.m. hasta los 5200 m.s.n.m.

4.5.3.2. Calidad De Agua De La Quebrada Muchca

Para determinar la calidad de agua del cuerpo natural de la quebrada, se tomaron muestras de agua y se analizaron sus características en un laboratorio cuyos ensayos analíticos están acreditados. Los resultados obtenidos se compararon con los Límites Máximos Permisibles (LMP) de actividades mineras (R.S. N°194-2010-PCM).

Inicialmente se realizó un primer monitoreo para analizar cuál era la situación actual de la calidad de agua residual del proyecto, fue realizado el 26 de mayo de 2023. Los resultados del primer monitoreo fueron los siguientes.

Tabla 21

Resultados de la estación de monitoreo V-2 en la quebrada Muchca.

Parámetro	Unidad de medida	Estación de muestreo en la quebrada	
		LMP – Límite en cualquier momento (RS N°194-2010-PCM)	V-2 (Punto en la Quebrada Muchca)
Aceites y Grasas (MEH)	mg/l	20	1.4
Cianuro Total	mgCN/l	1	< 0.001
Potencial de Hidrógeno (pH)	Unidades de pH	6 - 9	8.21
Sólidos suspendidos totales	mg/l	50	2264
Cromo VI	mg/l	0.1	0.023
Cadmio	mg/l	0.05	< 0.002
Cobre	mg/l	0.5	0.01
Plomo	mg/l	0.2	< 0.01
Zinc	mg/l	1.5	0.06

Nota: Laboratorio LABECO. Anexo A Monitoreo de agua

Se observa que los sólidos totales suspendidos superan el LMP en 2264 mg/l, por ello la necesidad del planteamiento de este problema. Se realizaron monitoreos posteriores para el control adecuado debido a la calidad de agua residual, para el análisis en diferentes condiciones temporales, climáticas, con y sin actividad minera.

Tabla 22*Resultados de la estación de monitoreo.*

Estación de muestreo en la quebrada			07/11/2023	28/02/2024		16/04/2024	
Parámetro	Unidad de medida	LMP*	E-02 (después de la cancha de desmonte)	A-2 (a 20m de la cancha de desmonte)	A-3 (a 280m de la cancha de desmonte)	A-2 (a 20m de la cancha de desmonte)	A-3 (a 280m de la cancha de desmonte)
Potencial de Hidrógeno (pH)	Unidades de pH	6 - 9	8.2	7.2	7.4	7.8	7.9
Sólidos suspendidos totales	mg/L	50	7730	18	17	1821	3912
Aceites y Grasas (MEH)	mg/L	20	<5.0	<5.0	<5.0	<5.0	<5.0
Cianuro Total	mgCN/l	1	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005
Arsénico total	mg/L	0.1	0.078	<0.008	0.01	<0.008	0.037
Cadmio	mg/L	0.05	0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
Cromo hexavalente	mg/L	0.1	0.008	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Cobre Total	mg/L	0.5	0.031	0.005	0.005	<0.003	<0.003
Hierro (Disuelto)	mg/L	2	4.96	0.03	0.05	0.02	0.05
Plomo Total	mg/L	0.2	0.03	<0.01	<0.01	0.02	0.03
Mercurio Total	mg/L	0.002	<0.0001	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002
Zinc	mg/L	1.5	0.063	0.014	0.01	0.011	0.019

*Nota: Laboratorio CERTIMIN. Anexo A Monitoreo de agua***Límite en cualquier momento (D.S. N° 010-2010-MINAM)*

El primer monitoreo se realizó el 07 de noviembre del 2023. Las condiciones del proyecto eran las siguientes: desarrollo de actividades mineras como el lavado de mineral, durante el día hubo una precipitación de 2.2 mm, el caudal observado en el campo era de bajo a medio.

Se observa que los sólidos totales suspendidos superan el LMP 7730mg/L, igualmente se encuentra el Hierro Disuelto superando los límites.

El segundo monitoreo se realizó el 28 de febrero del 2024. Para este monitoreo se tomó en cuenta dos estaciones de monitoreo, la primera estación A-2 se encuentra ubicada inmediatamente después de la cancha de desmonte a 20m, y la segunda estación denominada A-3 se encuentra ubicada a 280m. Condiciones del proyecto, sin actividad minera, durante el día hubo una precipitación de 16.9 mm, el caudal medido en el campo en la estación A-2 era de 91.60m³/día y

en la estación A-3 era de 117.50m³/día. Se puede considerar que el caudal era bajo debido a la baja precipitación y la no actividad minera.

Se observa que los sólidos totales suspendidos se encuentran dentro de los parámetros del LMP, igualmente el Hierro Disuelto se encuentra dentro de los límites. Se puede afirmar que el aumento de sólidos totales suspendidos y el desarrollo de actividad minera tienen una relación directamente proporcional.

El tercer monitoreo se realizó el 16 de abril del 2024. Para este monitoreo se tomó en cuenta las dos estaciones de monitoreo anteriores, A-2 y A-3. Condiciones en las del proyecto, con actividad minera (lavado de mineral), durante el día hubo una precipitación de 0.0 mm, el caudal medido en el campo en la estación A-2 era de 8026.56 m³/día y en la estación A-3 era de 10,314.00 m³/día. Se puede considerar que el caudal era alto debido a la actividad minera.

Se observa que los sólidos totales suspendidos se encuentran fuera de los parámetros del LMP A-2 1821 mg/L y A-3 3912 mg/L. Confirmando que el aumento de sólidos totales suspendidos y el desarrollo de actividad minera tienen una relación directamente proporcional.

4.5.3.3. Parámetros Geomorfológicos

Se han identificado los principales parámetros geomorfológicos de las microcuencas analizadas. En particular, se han analizado los parámetros de las microcuencas Malmomera, Añas y Malpaso. Cabe destacar que la quebrada Muchca, ubicada aguas arriba y donde se proyecta implementar el sistema de tratamiento, constituye un afluente principal de la quebrada Malpaso, perteneciente a la microcuenca del mismo nombre.

Tabla 23*Parámetros de forma de las microcuencas Malmomera, Añas y Malpaso.*

Parámetros Fisiográficos	Unidad	Microcuenca Malmomera	Microcuenca Añas	Microcuenca Malpaso
Altitud máxima	m.s.n.m.	5009	5232	4816
Altitud mínima	m.s.n.m.	4099	4256	4065
Desnivel altitudinal	m.s.n.m.	910	976	751
Parámetros de forma				
Área	km ²	28.17	20.24	17.56
Perímetro	Km	23.33	22.46	21.53
Factor de forma	Adim.	0.31	0.48	1.05
Coeficiente de compacidad	Adim.	1.23	1.40	1.44
Ancho Medio	Km	2.96	3.12	4.29
Relación de elongación	Adim.	0.63	0.78	1.15
Parámetros de relieve				
Pendiente media del cauce	m/m.	0.096	0.151	0.183
Pendiente media de la cuenca	%	26.63	23.71	38.52
Rectángulo equivalente	L km	8.72	9.89	9.69
	l km	3.41	2.26	2.00
Parámetros lineales				
Extensión media de escurrimiento superficial	Km	0.32	0.68	0.37
Longitud del río más largo	Km	9.51	6.48	4.10
Longitud total de ríos	Km	22.29	7.42	11.76
Total de ríos	Adim.	5.00	2.00	4.00
Ríos de primer orden	Adim.	2.00	1.00	3.00
Densidad de drenaje	km/km ²	0.79	0.37	0.67
Frecuencia de ríos	ríos/km ²	0.18	0.10	0.23
Coeficiente de torrencialidad	ríos/km ²	0.07	0.05	0.17

Nota: Elaboración Propia.

4.5.3.4. Curvas Hipsométricas

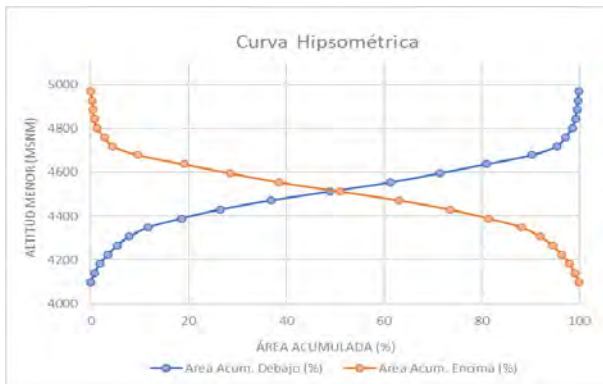
A continuación, se presentan las curvas hipsométricas de las microcuencas cercanas al proyecto, Malmomera, Añas y Malpaso, se puede observar en el plano 27. Donde se realiza comparación entre las alturas parciales y total, con relación a las curvas de nivel.

Tabla 24*Data de la Curva Hipsométrica*

Cuadro Datos de la Curva Hipsométrica – Microcuenca Malmomera								
Altitud (msnm)		Altitud Prom (msn)	Área Parcial (Km ²)	Área por debajo (%)	Área por encima (%)	Área Acum. Debajo (%)	Área Acum. Encima (%)	Área por intervalo (%)
Menor	Mayor							
4099	4140	4120	0.025	0.090	99.910	0.000	99.910	0.09
4141	4181	4161	0.205	0.729	99.271	0.729	99.181	0.73
4182	4223	4203	0.331	1.177	98.823	1.906	98.004	1.18
4224	4264	4244	0.443	1.571	98.429	3.477	96.433	1.57
4265	4305	4285	0.519	1.843	98.157	5.321	94.590	1.84
4306	4347	4327	0.714	2.536	97.464	7.857	92.054	2.54
4348	4388	4368	1.070	3.799	96.201	11.656	88.255	3.80
4389	4429	4409	1.929	6.849	93.151	18.504	81.406	6.85
4430	4471	4451	2.226	7.903	92.097	26.407	73.503	7.90
4472	4512	4492	2.953	10.482	89.518	36.889	63.021	10.48
4513	4553	4533	3.396	12.057	87.943	48.946	50.965	12.06
4554	4595	4575	3.498	12.418	87.582	61.364	38.547	12.42
4596	4636	4616	2.829	10.044	89.956	71.408	28.502	10.04
4637	4678	4658	2.678	9.507	90.493	80.916	18.995	9.51
4679	4719	4699	2.653	9.418	90.582	90.333	9.577	9.42
4720	4760	4740	1.436	5.098	94.902	95.432	4.479	5.10
4761	4802	4782	0.482	1.711	98.289	97.142	2.768	1.71
4803	4843	4823	0.420	1.492	98.508	98.634	1.276	1.49
4844	4884	4864	0.170	0.603	99.397	99.238	0.673	0.60
4885	4926	4906	0.083	0.295	99.705	99.533	0.378	0.30
4927	4966	4947	0.041	0.146	99.854	99.678	0.232	0.15
4969	5009	4989	0.065	0.232	99.768	99.910	0.000	0.23
Área Total (km2)			28.62					

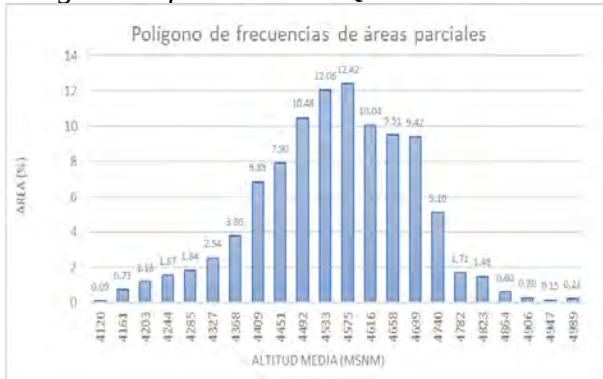
Nota: Elaboración Propia.

Figura 24
Curva Hipsométrica Microcuenca Malmomera.



Nota: Elaboración Propia.

Figura 25
Polígono de frecuencias - Quebrada Malmomera.



Nota: Elaboración Propia.

Tabla 25

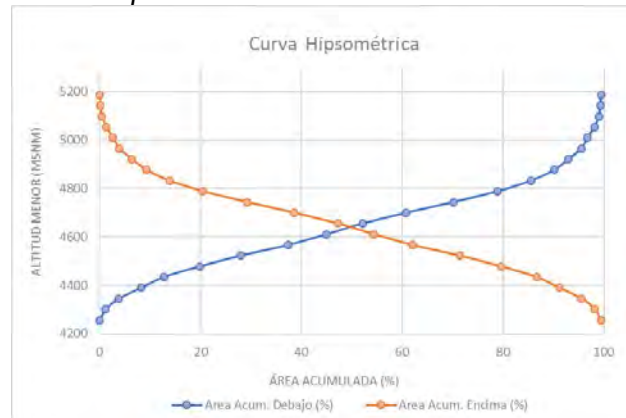
Data de la Curva Hipsométrica.

Cuadro Datos de la Curva Hipsométrica – Microcuenca Añas								
Altitud (msnm)		Altitud Prom (msnm)	Área Parcial (Km ²)	Área por debajo (%)	Área por encima (%)	Área Acum. Debajo (%)	Área Acum. Encima (%)	Área por intervalo (%)
Menor	Mayor							
4256	4300	4278	0.120	0.590	99.410	0.000	99.410	0.59
4301	4344	4323	0.240	1.185	98.815	1.185	98.224	1.19
4345	4389	4367	0.525	2.592	97.408	3.778	95.632	2.59
4390	4433	4412	0.903	4.461	95.539	8.238	91.171	4.46
4434	4477	4456	0.913	4.511	95.489	12.750	86.660	4.51
4478	4522	4500	1.427	7.048	92.952	19.798	79.612	7.05
4523	4566	4545	1.657	8.183	91.817	27.981	71.429	8.18
4567	4610	4589	1.909	9.428	90.572	37.409	62.000	9.43
4611	4655	4633	1.531	7.565	92.435	44.974	54.435	7.56
4656	4699	4678	1.467	7.247	92.753	52.221	47.189	7.25
4700	4743	4722	1.741	8.598	91.402	60.819	38.590	8.60
4744	4788	4766	1.884	9.309	90.691	70.128	29.282	9.31
4789	4832	4811	1.779	8.787	91.213	78.915	20.494	8.79
4833	4877	4855	1.347	6.652	93.348	85.567	13.843	6.65
4878	4921	4900	0.943	4.659	95.341	90.226	9.184	4.66
4922	4965	4944	0.563	2.781	97.219	93.007	6.403	2.78
4966	5010	4988	0.510	2.519	97.481	95.526	3.884	2.52
5011	5054	5033	0.256	1.264	98.736	96.790	2.620	1.26
5055	5098	5077	0.269	1.328	98.672	98.118	1.292	1.33
5099	5143	5121	0.179	0.886	99.114	99.004	0.406	0.89
5144	5186	5165	0.057	0.281	99.719	99.285	0.125	0.28
5092	5150	5121	2.470	141.011	0.000	100.000	0.000	1.75
Área Total (km2)			20.02					

Nota: Elaboración Propia.

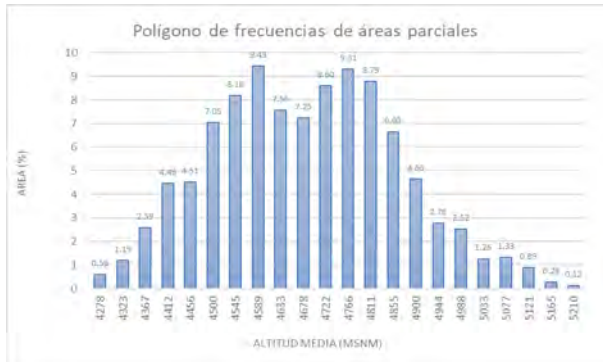
Figura 26

Curva Hipsométrica Microcuenca Añas.



Nota: Elaboración Propia.

Figura 27
Polígono de frecuencias - Quebrada Añas.



Nota: Elaboración Propia.

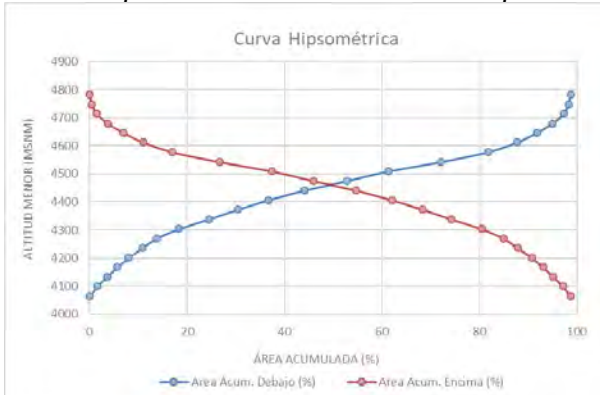
Tabla 26
Data de la Curva Hipsométrica.

Altitud (msnm)	Altitud Prom (msnm)	Área Parcial (Km2)	Área por debajo (km2)	Área por encima (km2)	Área Acum. Debajo (%)	Área Acum. Encima (%)	Área por intervalo (%)
Menor	Mayor						
4065	4099	4082	0.223	1.271	98.729	0.000	1.27
4100	4133	4117	0.277	1.579	98.421	1.579	1.58
4134	4167	4151	0.352	2.004	97.996	3.583	2.00
4168	4201	4185	0.369	2.100	97.900	5.683	2.10
4202	4235	4219	0.410	2.334	97.666	8.017	2.33
4236	4269	4253	0.501	2.850	97.150	10.867	2.85
4270	4303	4287	0.502	2.860	97.140	13.727	2.86
4304	4338	4321	0.804	4.577	95.423	18.304	4.58
4339	4372	4356	1.092	6.215	93.785	24.519	6.21
4373	4406	4390	1.040	5.922	94.078	30.441	5.92
4407	4440	4424	1.105	6.289	93.711	36.730	6.29
4441	4474	4458	1.277	7.273	92.727	44.003	7.27
4475	4508	4492	1.540	8.767	91.233	52.770	8.77
4509	4542	4526	1.492	8.495	91.505	61.265	8.50
4543	4577	4560	1.908	10.861	89.139	72.127	10.86
4578	4611	4595	1.699	9.670	90.330	81.797	9.67
4612	4645	4629	1.042	5.933	94.067	87.730	5.93
4646	4679	4663	0.707	4.024	95.976	91.754	4.02
4680	4713	4697	0.569	3.238	96.762	94.992	3.24
4714	4747	4731	0.409	2.329	97.671	97.321	2.33
4748	4781	4765	0.174	0.989	99.011	98.309	0.99
4782	4816	4799	0.074	0.420	99.580	98.729	0.42
Área Total (km2)			17.06				

Nota: Elaboración Propia.

Figura 28

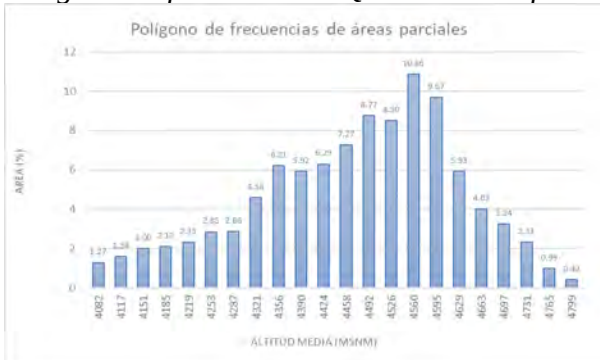
Curva Hipsométrica Microcuenca Malpaso.



Nota: Elaboración Propia.

Figura 29

Polígono de frecuencias - Quebrada Malpaso



Nota: Elaboración Propia

4.5.3.5. Análisis y Tratamiento de la Información Hidrometeorológica

4.5.3.5.1. Clima e Hidrografía

El clima en esta zona se caracteriza por tener otoños lluviosos, e inviernos secos y fríos. Asimismo, se ha realizado un análisis de la zona de vida según la clasificación propuesta por el Dr. Holdridge (1947) representando unidades bioclimáticas caracterizadas por poseer un tipo de uniformidad desde lo climático, topográfico, vegetación, edafológicas, etc.

El área de la actividad minera para el presente estudio se encuentra ubicada en las microcuencas Añas, Malmomera y Malpaso, las que a su vez se encuentran ubicadas en la cuenca

hidrográfica Perené y cuenca hidrográfica Mantaro; pertenecientes a la Región Hidrográfica del Amazonas.

4.5.3.5.2. *Análisis de variables meteorológicas*

Los datos fundamentales para la caracterización climática y meteorológica del proyecto, provienen de data de estaciones meteorológicas gestionados por el SENAMHI

En la siguiente tabla se detalla características de las estaciones utilizadas para el análisis meteorológico. La información empleada en el estudio corresponde a los registros de tres (03) Estaciones Meteorológicas.

Tabla 27
Estaciones Meteorológicas cercanas al proyecto

Estación	Tipo	Ubicación Geográfica UTM WGS 84-18L	Altitud	Ubicación Política	Tipo de Datos	Periodo de Registro	Distancia a la zona de proyecto y régimen
Estación Comas	Climatológica Ordinaria	E: 485823.2 N: 8701314.6	3603	Distrito: Comas Provincia: Concepción Dpto.: Junín	Precipitación Máxima 24 horas	1997-2022	9.2 Km Local
Estación Ingenio	Climatológica Ordinaria	E: 467693.2 N: 8687248.9	3373	Distrito: Santa Rosa de Ocopa Provincia: Concepción Dpto.: Junín	Precipitación Total Mensual Temperatura media mensual	1995-2022	18.5 Km Local
Estación Acopalca	Climatológica Ordinaria	E: 488730.1 N: 8674846.1	3897	Distrito: Huancayo Provincia: Huancayo Dpto.: Junín	Precipitación Total Mensual Temperatura media mensual	1997-2022	15.6 Km Local

Nota: Elaboración Propia.

4.5.3.5.3. *Elementos Meteorológicos Según Climatología*

Según el sistema de clasificación climática de Thornthwaite (Mapa climático del Perú 2020 - SENAMHI), se identificaron tres tipos de climas: B (o,i), C', A (r), D', y Glaciar. Las descripciones correspondientes se presentan en la figura siguiente. Las unidades de zonas de vida

en el proyecto son: Nival Tropical, paramo muy húmedo Subalpino Tropical y tundra pluvial Alpino Tropical.

Figura 30

Clasificaciones Climáticas.

CLASIFICACION CLIMATICA		
Símbolo	Color	Descripción
B (o,i) C'		Lluvioso con otoño e invierno secos. Frio.
A (r) D'		Muy lluvioso con humedad abundante todas las estaciones del año. Semifrígido.
Glaciar		Hielo perenne.

Nota: Fuente: SENAMHI. Se puede observar en el plano 28 Clasificacion climatica.

4.5.3.5.4. Temperatura

a) Estación Ingenio

La información sobre la temperatura se obtuvo utilizando los datos mensuales de la “Estación Ingenio”. El promedio mensual más alto de temperatura se registra en diciembre, con un valor de 8.9 °C, mientras que el promedio mensual más bajo ocurre en julio, con una temperatura de 1.8 °C.

Tabla 28

Temperatura media mensual – Estación Ingenio (°C).

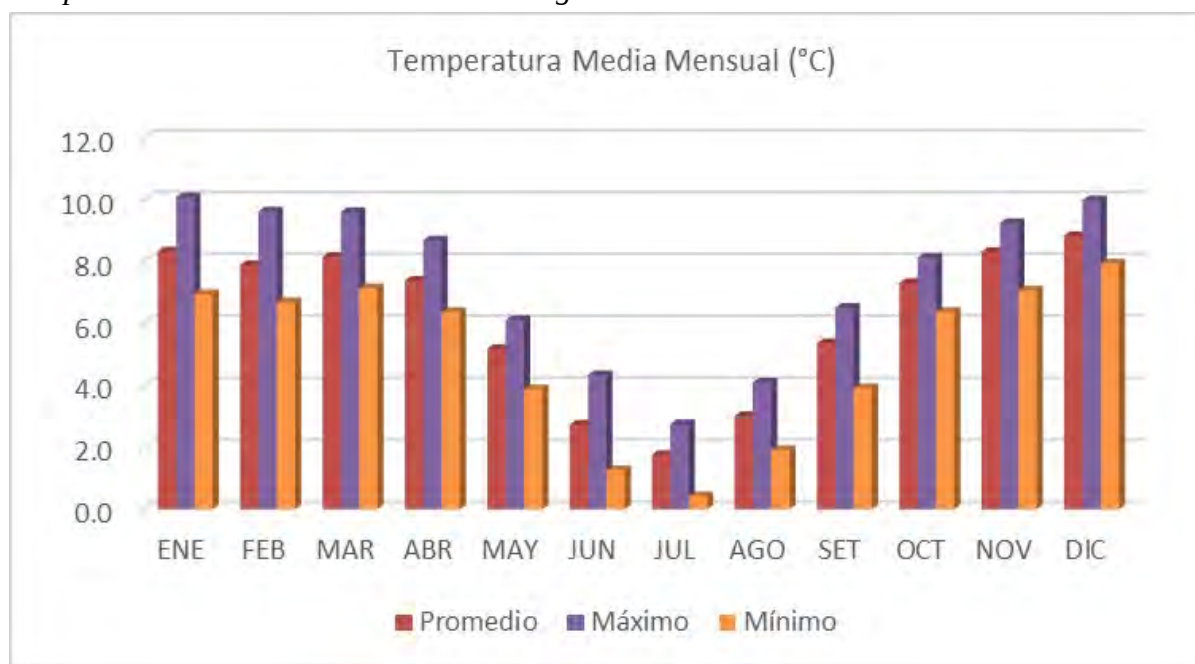
Nº	AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	PROM.
1	1993	8.3	7.9	7.9	6.5	4.7	1.8	1.8	2.5	3.9	6.8	8.5	9.2	5.8
2	1994	7.9	7.9	8.0	6.9	4.1	2.0	1.9	2.4	4.4	7.0	8.1	8.4	5.7
3	1995	9.1	8.2	8.8	8.0	5.2	2.6	2.4	3.8	5.2	6.8	7.4	8.5	6.3
4	1996	7.0	7.3	8.0	7.1	5.4	3.1	1.4	2.2	4.2	7.2	8.1	8.0	5.8
5	1997	7.4	7.2	8.1	7.2	5.5	2.2	0.4	3.2	5.1	6.4	7.1	8.0	5.6
6	1998	7.9	7.0	7.8	7.1	3.9	2.3	0.5	2.6	4.9	6.4	7.8	8.7	5.6
7	1999	8.5	8.0	7.8	7.1	5.0	2.5	1.8	3.2	5.9	7.3	8.9	9.2	6.3
8	2000	8.9	8.3	8.4	7.6	5.4	2.5	1.6	3.6	6.1	7.2	8.1	8.4	6.3
9	2001	7.8	6.7	7.1	6.9	4.9	3.0	1.2	2.4	5.5	7.0	7.3	8.4	5.7
10	2002	7.9	7.0	7.8	7.1	5.2	2.7	1.3	2.7	4.5	7.5	8.8	8.6	5.9
11	2003	8.9	8.1	8.0	6.9	5.2	2.1	1.0	2.8	4.6	6.7	7.6	8.0	5.8
12	2004	7.7	7.3	7.3	6.7	5.2	2.9	0.8	1.9	4.6	6.5	7.3	8.5	5.6
13	2005	7.5	7.0	7.5	7.2	5.3	2.1	1.8	2.1	4.7	7.1	8.5	9.1	5.8
14	2006	8.1	7.7	7.7	7.3	5.2	2.0	1.6	2.7	5.4	6.7	8.2	9.1	6.0

15	2007	8.5	7.9	7.9	7.1	4.7	2.5	2.3	3.7	5.2	7.3	8.1	8.3	6.1
16	2008	8.0	8.0	8.4	7.9	5.8	2.4	1.4	3.5	5.5	7.4	7.9	8.7	6.2
17	2009	8.0	7.3	7.5	6.4	4.3	1.3	1.4	2.5	5.8	8.0	8.7	10.0	5.9
18	2010	10.1	9.6	9.6	8.7	5.2	3.5	2.4	4.1	5.7	7.8	8.3	8.9	7.0
19	2011	8.5	7.5	7.8	7.4	5.7	2.5	1.3	2.7	5.1	6.9	7.8	8.6	6.0
20	2012	8.0	7.4	7.7	7.6	5.7	2.6	1.5	3.4	5.4	6.7	8.1	8.2	6.0
21	2013	7.3	7.3	7.7	7.0	5.3	3.1	2.0	2.1	6.0	7.6	8.7	8.9	6.1
22	2014	8.6	7.9	8.3	7.4	5.5	3.6	1.7	3.0	5.7	7.5	8.3	9.1	6.4
23	2015	8.8	8.4	8.3	7.4	5.6	2.9	1.7	2.7	4.8	7.3	8.3	9.1	6.3
24	2016	8.2	8.0	8.5	7.6	4.6	2.2	1.7	2.8	5.4	7.5	8.6	9.1	6.2
25	2017	8.8	8.4	8.9	7.8	5.4	2.3	2.5	2.9	5.4	7.6	8.3	9.2	6.5
26	2018	8.0	8.3	8.7	7.6	4.2	3.2	1.4	3.8	5.4	7.5	8.2	9.0	6.3
27	2019	9.3	8.3	8.2	7.8	5.8	3.5	2.3	3.6	5.8	7.5	8.2	8.9	6.6
28	2020	8.1	7.7	7.4	6.8	4.2	2.8	1.7	3.3	5.1	7.8	8.9	8.9	6.1
29	2021	8.5	8.0	8.1	7.6	5.4	2.3	2.2	2.9	6.1	8.1	9.3	9.5	6.5
30	2022	9.1	9.2	9.3	8.3	6.0	4.3	2.6	3.7	6.2	7.8	8.6	8.8	7.0
Promedio		8.4	7.9	8.2	7.4	5.2	2.8	1.8	3.1	5.5	7.4	8.4	8.9	6.3
Máximo		10.1	9.6	9.6	8.7	6.1	4.3	2.8	4.1	7.1	8.1	9.3	10.0	7.0
Mínimo		7.0	6.7	7.1	6.4	3.9	1.3	0.4	1.9	3.9	6.4	7.1	8.0	5.6

Nota: Fuente: (SENAMHI)

Figura 31

Temperatura media mensual – Estación Ingenio.



Nota: Elaboración Propia.

b) Estación Comas

Para la información sobre la temperatura se utilizaron datos mensuales de la estación meteorológica Comas a nivel regional. Se puede observar que el promedio mensual de temperatura

más alto se registra en noviembre y diciembre, con un valor de 9.0 °C, mientras que el promedio mensual más bajo se da en julio, alcanzando 4.7 °C.

Tabla 29

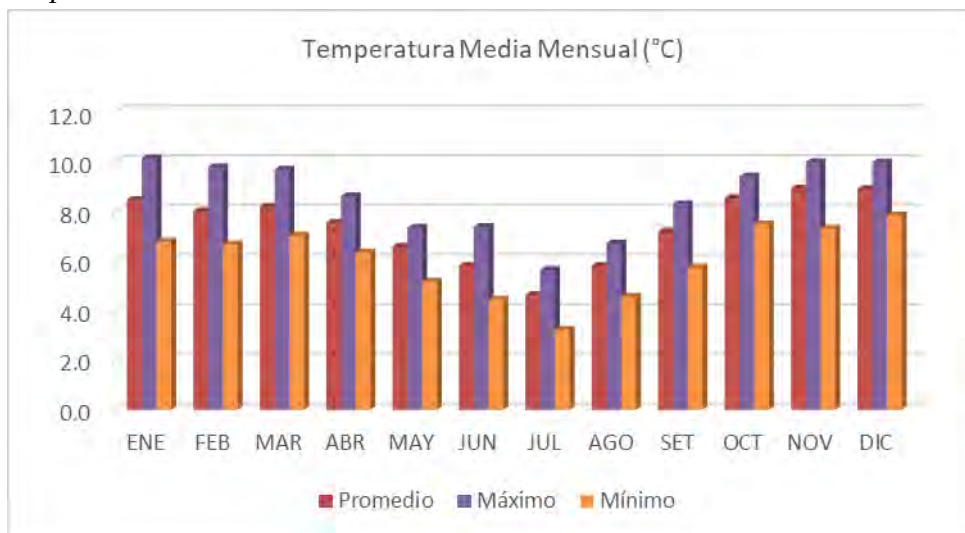
Temperatura media mensual – Estación Comas (°C).

°	AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	PROM
1	1993	8.1	7.7	8.0	6.7	6.1	5.0	4.6	5.0	5.7	7.9	9.1	9.1	6.9
2	1994	7.9	7.9	8.1	7.1	5.5	5.3	4.6	5.0	6.1	7.5	8.3	8.2	6.8
3	1995	9.0	8.3	8.6	7.7	6.3	5.1	4.7	6.0	6.8	8.1	8.2	8.4	7.3
4	1996	6.8	7.3	7.9	7.0	6.8	6.0	4.1	4.8	6.0	8.2	8.4	7.9	6.8
5	1997	7.4	7.2	8.1	7.1	7.0	5.3	3.5	6.1	6.9	7.7	7.3	7.8	6.8
6	1998	7.9	6.7	7.6	7.2	5.2	5.5	3.2	5.3	6.7	7.5	8.5	8.6	6.7
7	1999	8.4	8.2	7.9	7.3	6.4	5.6	4.8	6.0	7.4	8.5	9.5	9.3	7.4
8	2000	8.7	8.4	8.3	7.7	6.7	5.3	4.5	6.3	7.7	8.7	8.7	8.2	7.4
9	2001	7.8	6.7	7.0	7.0	6.3	5.8	3.8	4.9	6.9	8.1	7.7	8.4	6.7
10	2002	8.2	7.3	8.0	7.5	6.5	5.4	4.0	5.3	6.2	8.5	9.3	8.5	7.0
12	2003	8.6	8.2	8.1	7.1	6.7	4.9	4.0	5.6	6.5	8.2	8.3	8.2	7.0
13	2004	8.0	7.6	7.7	7.0	6.8	6.0	3.7	4.6	6.2	7.8	8.0	8.5	6.8
14	2005	7.5	7.2	7.6	7.3	6.4	5.2	4.6	4.7	6.3	8.1	9.0	8.9	6.9
15	2006	8.0	7.5	7.8	7.5	6.6	5.2	4.5	5.5	7.5	8.0	8.8	9.1	7.2
16	2007	8.8	8.2	8.0	7.4	6.1	5.6	5.1	6.3	7.3	8.6	8.7	8.2	7.4
17	2008	7.7	7.9	8.3	8.1	7.2	5.2	4.4	6.3	7.4	8.8	8.6	8.9	7.4
18	2009	7.9	7.5	7.3	6.3	5.8	4.4	4.8	5.2	7.4	8.9	9.0	10.0	7.0
19	2010	10.1	9.5	9.6	8.6	6.7	6.4	5.0	6.5	7.3	8.9	8.8	9.0	8.0
20	2011	8.8	7.7	7.7	7.6	6.9	5.2	4.5	5.6	6.9	8.3	8.3	8.6	7.2
21	2012	8.0	7.4	7.6	7.7	7.0	5.4	4.0	6.1	7.0	8.3	8.8	8.4	7.1
22	2013	7.5	7.5	7.6	7.4	6.6	5.8	4.5	5.4	7.9	9.1	9.5	9.4	7.4
23	2014	9.1	8.1	8.3	7.7	7.2	6.8	4.4	6.1	7.4	8.9	9.2	9.5	7.7
24	2015	9.4	8.8	8.4	7.7	7.3	6.0	4.6	5.5	6.9	8.6	9.3	9.5	7.7
25	2016	8.5	8.2	8.9	7.7	6.0	5.9	4.8	5.9	7.5	8.6	9.2	9.3	7.5
26	2017	9.0	8.8	8.9	8.1	6.9	5.6	5.4	5.8	7.1	8.6	9.1	9.2	7.7
27	2018	8.2	8.4	8.7	7.7	5.9	6.5	4.9	6.7	7.2	8.7	9.2	9.4	7.6
28	2019	9.7	8.5	8.3	7.9	6.9	6.8	4.9	6.5	8.0	8.9	8.9	8.8	7.8
29	2020	8.0	7.5	7.4	6.8	5.5	5.8	4.7	6.0	7.0	8.9	9.5	8.6	7.1
30	2021	8.8	8.2	8.2	7.7	6.8	5.3	5.1	5.7	7.9	9.4	10.0	9.6	7.7
31	2022	9.4	9.7	9.7	8.6	7.3	7.4	5.2	6.5	8.0	8.8	8.8	8.7	8.2
Promedio		8.5	8.1	8.2	7.6	6.6	5.9	4.7	5.9	7.3	8.6	9.0	9.0	7.4
Máximo		10.1	9.8	9.7	8.6	7.3	7.4	5.6	6.7	8.3	9.4	10.0	10.0	8.2
Mínimo		6.8	6.7	7.0	6.3	5.2	4.4	3.2	4.6	5.7	7.5	7.3	7.8	6.7

Nota: Elaboración Propia.

Figura 32

Temperatura media mensual – Estación Comas.



Nota: Elaboración Propia.

c) Estación Acopalca

Para la información sobre la temperatura se emplearon datos anuales de la estación meteorológica Acopalca a nivel regional, los cuales se detallan en la tabla siguiente. Se observa que el promedio mensual de temperatura más alto se registra en noviembre, con un valor de 10.5 °C, mientras que el promedio mensual más bajo ocurre en julio, con un valor de 6.9 °C.

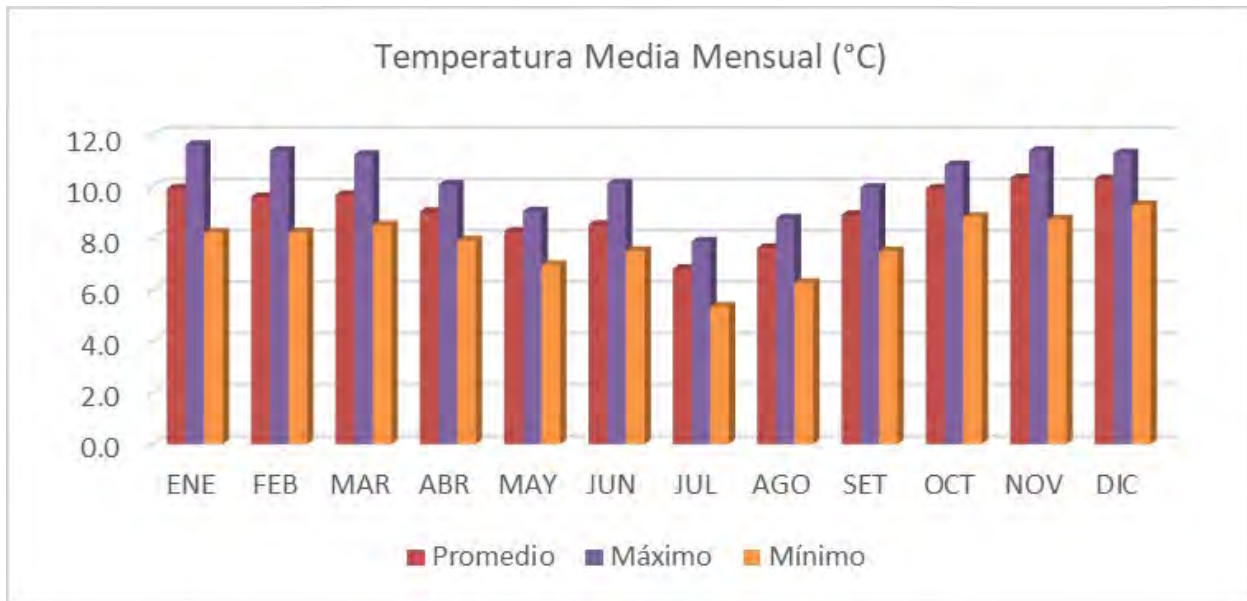
Tabla 30*Temperatura media mensual – Estación Acopalca (°C)*

Nº	AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	PROM
1	1993	9.6	9.3	9.5	8.2	7.8	7.8	6.6	6.7	7.5	9.3	10.5	10.6	8.6
2	1994	9.4	9.5	9.6	8.6	7.2	8.1	6.9	7.0	8.0	8.9	9.8	9.7	8.6
3	1995	10.6	10.1	10.2	9.3	8.1	7.7	6.8	7.6	8.4	9.5	9.7	9.8	9.0
4	1996	8.2	8.9	9.3	8.3	8.5	8.5	6.2	6.5	7.7	9.5	9.7	9.4	8.4
5	1997	8.8	8.8	9.6	8.5	8.7	7.8	5.7	7.9	8.6	9.2	8.7	9.3	8.5
6	1998	9.3	8.2	9.1	8.7	7.0	8.2	5.3	7.1	8.4	8.8	10.0	10.0	8.4
7	1999	9.9	9.9	9.5	8.9	8.1	8.3	7.2	7.8	9.1	10.0	11.0	10.8	9.2
8	2000	10.2	10.0	9.8	9.2	8.4	7.9	6.6	8.2	9.3	10.1	10.2	9.5	9.1
9	2001	9.3	8.3	8.5	8.5	7.9	8.4	5.9	6.8	8.5	9.4	9.3	9.7	8.4
10	2002	9.7	9.0	9.6	9.0	8.1	7.9	6.0	7.2	7.9	9.8	10.6	9.8	8.7
11	2003	10.0	9.8	9.6	8.6	8.4	7.7	6.2	7.3	8.3	9.6	9.7	9.7	8.7
12	2004	9.6	9.3	9.4	8.5	8.7	8.7	5.8	6.3	7.8	9.3	9.5	9.9	8.6
13	2005	8.9	8.8	9.1	8.7	8.0	8.0	6.7	6.5	7.9	9.5	10.4	10.4	8.6
14	2006	9.5	9.1	9.4	9.0	8.3	8.0	6.7	7.4	9.3	9.5	10.2	10.5	8.9
15	2007	10.3	9.9	9.5	8.9	7.8	8.4	7.2	8.1	9.1	10.1	10.2	9.7	9.1
16	2008	9.1	9.5	9.7	9.4	8.8	7.9	6.6	8.2	9.2	10.2	10.1	10.4	9.1
17	2009	9.3	9.1	8.8	7.9	7.6	7.5	7.3	7.0	9.1	10.1	10.4	11.3	8.8
18	2010	11.6	10.9	11.1	9.9	8.4	8.9	7.2	8.0	8.9	10.2	10.2	10.3	9.6
19	2011	10.2	9.3	9.1	9.1	8.4	7.9	6.6	7.4	8.7	9.8	9.7	9.9	8.8
20	2012	8.3	7.8	7.8	7.3	6.5	4.4	3.7	5.1	6.9	7.1	9.4	7.6	6.8
21	2013	7.7	8.3	7.8	7.0	5.5	3.8	4.3	4.7	7.2	8.3	9.0	8.6	6.9
22	2014	8.2	8.2	8.4	7.9	5.9	5.0	3.6	4.8	6.7	7.8	8.7	9.0	7.0
23	2015	8.7	8.7	8.0	7.2	5.8	3.8	3.5	4.5	5.6	7.3	8.4	8.3	6.7
24	2016	7.7	7.9	7.6	6.8	5.1	3.2	3.2	4.5	6.0	7.4	8.4	8.1	6.3
25	2017	8.6	8.4	7.9	7.2	5.2	3.5	3.7	4.6	6.0	7.7	8.2	7.7	6.6
26	2018	7.5	8.7	8.1	7.1	4.7	4.2	3.0	5.4	5.9	7.7	8.2	8.3	6.6
27	2019	8.5	8.4	7.9	7.3	5.9	4.4	4.0	5.3	5.9	7.0	7.6	7.7	6.7
28	2020	7.7	7.7	7.6	6.5	4.5	4.3	3.3	4.9	5.2	7.4	7.9	8.2	6.3
29	2021	7.7	7.8	7.1	6.7	4.9	3.0	3.0	3.7	5.8	6.7	7.4	7.3	5.9
30	2022	8.0	8.4	7.9	7.3	5.7	3.3	3.2	4.4	6.2	7.5	8.3	8.0	6.5
Promedio		8.9	8.8	8.7	8.0	6.9	6.1	5.0	6.0	7.3	8.6	9.2	9.1	7.7
Máximo		11.6	10.9	11.1	9.9	11.1	9.4	7.5	8.4	10.0	10.6	11.1	11.3	10.0
Mínimo		7.4	7.7	7.1	6.5	4.5	2.8	2.2	3.6	5.1	6.7	7.4	7.3	5.9

Nota: SENAMHI

Figura 33

Temperatura media mensual – Estación Acopalca.



Nota: Elaboración Propia.

d) Regionalización de la temperatura

Para el análisis de la temperatura se ha recolectado data de estaciones meteorológicas cercanas al proyecto, basada en datos de 30 a 31 años de las tres estaciones. Dado que las fluctuaciones de temperatura están inversamente relacionadas con la altitud, este criterio se utilizó para evaluar la intensidad de la relación a través de un análisis de regresión, con el fin de estimar la temperatura en cualquier punto dentro del proyecto.

Tabla 31

Relación Altitud - Temperatura Promedio Anual

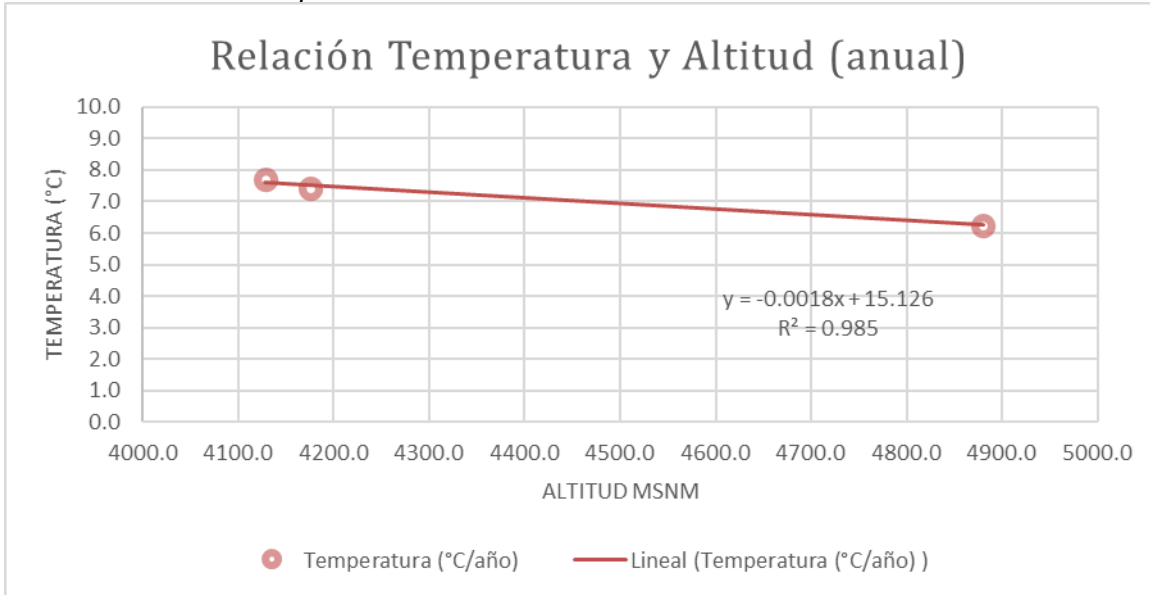
Estación	Altitud (msnm)	Temperatura (°C/año)
INGENIO	3373	6.3
COMAS	3603	7.4
ACOPALCA	3897	7.6

Nota: SENAMHI

Para estimar la regionalización de la temperatura se representó gráficamente los datos presentados con el fin de determinar la relación entre la altitud y la temperatura.

Figura 34

Relación Altitud vs. Temperatura Promedio Anual.



Nota: Elaboración Propia.

De acuerdo con la gráfica mostrada, se ha derivado la expresión matemática resultado de la regresión, la cual describe una relación inversamente proporcional entre la temperatura y la altitud.

$$T = -0.0018 \cdot H + 14.126$$

$$R^2 = 0.985$$

Dónde:

T = Temperatura media anual (°C)

H = Altitud con respecto al nivel del mar (msnm)

R = Coeficiente de correlación (este índice estadístico mide la relación lineal entre dos variables).

Esta ecuación indica la existencia de una relación inversa estadísticamente significativa entre la temperatura y la altitud, coeficiente de correlación de 0.985. Utilizando la ecuación derivada, se extrapola los datos de temperatura media anual para el proyecto, cuyos resultados se presentan en la tabla siguiente.

Tabla 32*Temperaturas medias mensuales del área de estudio.*

TEMPERATURA MEDIA MENSUAL ESTIMADA			
Altitud media =	PARA EL ÁREA DE ESTUDIO		Temperatura Media Mensual (°C)
	3600	m.s.n.m.	
	PARÁMETROS DE LA ECUACION		
	A	B	
Enero	-0.0005	10.685	8.34
Febrero	-0.0007	11.478	8.19
Marzo	-0.0004	9.937	8.06
Abril	-0.0005	9.9606	7.61
Mayo	-0.0019	15.801	6.87
Junio	-0.0044	24.17	3.49
Julio	-0.0042	22.313	2.57
Agosto	-0.0039	21.988	3.66
Septiembre	-0.0024	17.203	5.92
Octubre	-0.0016	14.411	6.89
Noviembre	-0.0009	12.987	8.76
Diciembre	-0.0002	9.7817	8.84
Temp. Media Anual			6.60

*Nota: Elaboración Propia en base a data de SENAMHI***e) Análisis Temporal de la Temperatura Media Mensual**

La Temperatura Media Mensual del proyecto se calculó utilizando data de las estaciones Comas, Ingenio y Acopalca (Fuente: datos SENAMHI). Estas estaciones, además de estar próximas al área de estudio, tienen el registro histórico más extenso (1993/2022). Con base en esta información, se ha determinado que la temperatura media anual para el proyecto es de 6.6 °C.

4.5.3.5.5. Precipitación**a) Estación Ingenio**

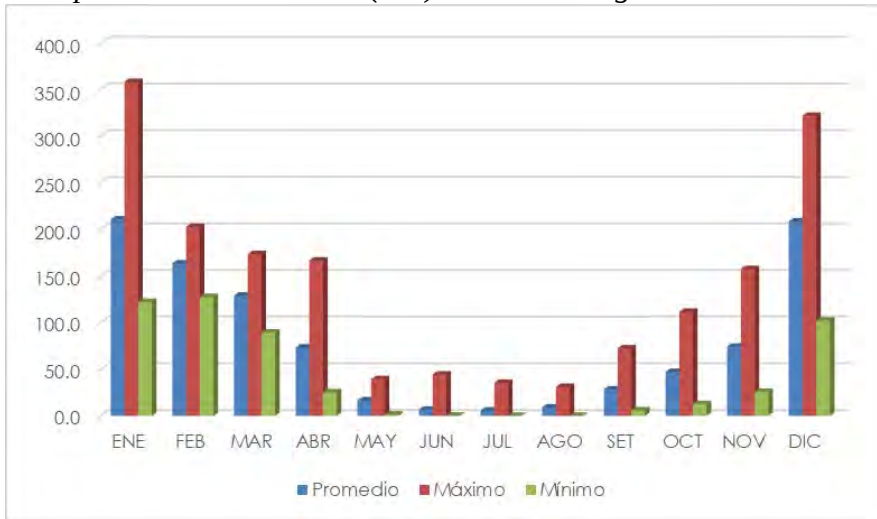
Para la información sobre la precipitación se emplearon datos mensuales de la estación meteorológica Ingenio a nivel regional. El promedio mensual más alto de precipitación total se registra en enero, con un valor de 212.1 mm, mientras que el promedio mensual más bajo ocurre en julio, con 6.1 mm.

Tabla 33*Precipitación total mensual (mm) – Estación Ingenio.*

Nº	AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	TOTAL
1	1981	249.1	147.3	127.7	99.8	16.7	2.2	0.3	17.6	35.5	61.3	93.8	198.2	1049.5
2	1982	243.7	182.5	119.5	71.5	3.0	1.9	2.3	6.2	49.0	62.8	112.6	148.1	1003.1
3	1983	122.3	153.7	115.7	48.1	22.0	2.2	1.6	3.3	7.6	21.7	34.6	160.3	693.0
4	1984	207.0	150.8	100.1	56.0	13.5	6.5	4.9	12.2	8.8	111.7	157.6	223.4	1052.4
5	1985	193.2	140.6	122.4	98.0	39.4	9.9	1.8	1.4	72.5	28.3	119.3	243.5	1070.2
6	1986	168.2	175.1	113.9	105.1	14.6	1.0	3.5	6.1	43.8	12.7	55.1	205.4	904.4
7	1987	235.9	166.7	106.9	43.1	6.8	3.5	35.4	4.0	18.5	41.7	110.1	218.8	991.4
8	1988	165.0	198.0	129.8	166.7	38.6	0.7	0.2	0.7	18.1	39.8	25.7	174.8	958.1
9	1989	198.9	174.7	100.8	97.0	22.6	8.9	1.2	24.9	47.3	32.6	57.4	148.9	915.2
10	1990	182.2	150.5	129.6	67.9	16.7	44.4	0.1	4.6	22.2	61.2	72.6	148.2	900.2
11	1991	166.4	179.1	122.1	52.3	33.7	24.8	0.4	0.6	19.1	37.5	49.1	147.2	832.0
12	1992	163.9	133.0	89.5	29.4	3.1	10.4	1.2	31.2	9.9	29.7	85.4	102.5	688.9
13	1993	174.6	196.1	121.1	85.1	3.8	5.9	5.3	17.7	31.5	49.5	103.5	265.1	1059.1
14	1994	232.5	192.4	115.8	98.7	20.2	2.2	0.6	3.2	22.9	40.2	65.0	245.6	1039.2
15	1995	142.2	197.5	116.3	66.3	11.8	2.4	3.5	0.9	29.4	30.2	82.4	172.2	855.0
16	1996	194.3	127.9	125.7	64.2	25.6	0.3	3.7	18.3	32.8	45.3	64.4	245.5	948.0
17	1997	180.7	170.7	121.4	51.7	15.1	0.7	2.3	19.1	21.4	41.1	116.3	181.1	921.5
18	1998	197.7	173.1	101.0	25.4	1.5	4.5	0.5	4.1	6.0	67.4	72.7	125.8	779.6
19	1999	203.7	155.3	125.4	112.8	15.4	4.3	2.0	0.2	52.5	31.9	44.2	222.5	970.2
20	2000	175.6	143.6	119.0	37.4	11.1	12.6	5.7	7.8	22.2	79.0	26.4	186.3	826.8
21	2001	296.8	155.3	130.6	81.0	37.4	3.1	13.2	19.0	29.1	67.9	74.5	142.7	1050.5
22	2002	136.9	196.0	122.2	86.5	32.3	7.1	34.2	8.7	60.7	56.7	89.8	215.0	1046.1
23	2003	220.3	144.8	121.0	55.1	25.3	11.7	2.2	15.8	13.0	28.4	33.3	235.4	906.3
24	2004	212.3	155.9	130.4	59.6	12.2	13.6	12.1	26.0	42.8	36.6	68.2	237.9	1007.6
25	2005	125.4	149.4	142.2	38.8	9.7	0.6	2.6	3.3	10.9	55.6	74.1	168.3	780.9
26	2006	248.1	191.2	149.4	104.5	5.6	10.1	1.2	12.3	24.0	43.5	99.1	227.0	1115.8
27	2007	204.6	198.7	118.2	77.5	11.7	1.9	8.7	2.5	15.8	51.7	69.2	159.9	920.3
28	2008	247.0	169.5	143.1	34.7	16.4	7.1	1.4	4.3	13.1	62.7	56.7	249.2	1005.1
29	2009	164.1	130.8	123.8	50.2	8.2	0.8	8.8	2.4	25.7	27.8	128.5	213.9	885.0
30	2010	280.6	166.1	121.2	44.1	11.2	3.1	2.7	8.1	10.4	47.7	42.7	224.5	962.5
31	2011	171.1	162.1	159.1	115.8	13.3	8.2	11.6	3.6	57.6	37.2	37.5	254.7	1031.8
32	2012	213.4	202.7	159.5	70.4	4.8	9.0	3.1	2.3	38.1	36.6	75.6	313.9	1129.2
33	2013	358.4	169.3	157.6	42.5	23.9	11.0	3.0	14.4	8.5	56.2	89.6	322.0	1256.3
34	2014	277.0	127.6	133.6	72.2	21.1	2.4	3.3	8.2	42.4	56.0	52.2	305.8	1101.7
35	2015	278.7	130.4	173.7	133.2	27.8	4.7	13.5	11.7	23.1	32.3	82.8	266.6	1178.5
36	2016	237.9	171.5	113.2	86.6	9.3	3.3	12.6	6.7	35.6	68.3	33.4	170.1	948.5
37	2017	241.6	162.4	144.2	69.5	14.7	5.7	8.2	8.6	26.6	47.8	59.8	250.4	1039.5
38	2018	243.5	162.3	145.2	69.3	14.6	5.7	8.3	8.6	26.5	47.9	59.0	252.7	1043.5
39	2019	245.3	162.2	146.2	69.1	14.5	5.6	8.5	8.5	26.4	47.9	58.2	255.0	1047.5
40	2020	247.2	162.0	147.2	69.0	14.4	5.6	8.6	8.5	26.3	48.0	57.5	257.3	1051.4
Promedio		211.2	164.5	127.6	72.7	16.6	6.7	6.1	9.2	28.2	47.1	72.2	212.1	974.1
Máximo		358.4	202.7	173.7	166.7	39.4	44.4	35.4	31.2	72.5	111.7	157.6	322.0	1256.3
Mínimo		122.3	127.6	89.5	25.4	1.5	0.3	0.1	0.2	6.0	12.7	25.7	102.5	688.9

Nota: Datos (SENAMHI)

Figura 35
Precipitación total mensual (mm) – Estación Ingenio.



Nota: Elaboración Propia.

b) Estación Comas

Para la información sobre la precipitación, se utilizaron datos mensuales de la estación meteorológica Comas a nivel regional, que se detallan en la tabla siguiente. Se observa que el promedio mensual más alto de precipitación total se alcanza en diciembre, con 179.4 mm, mientras que el promedio mensual más bajo ocurre en julio, con 7.4 mm.

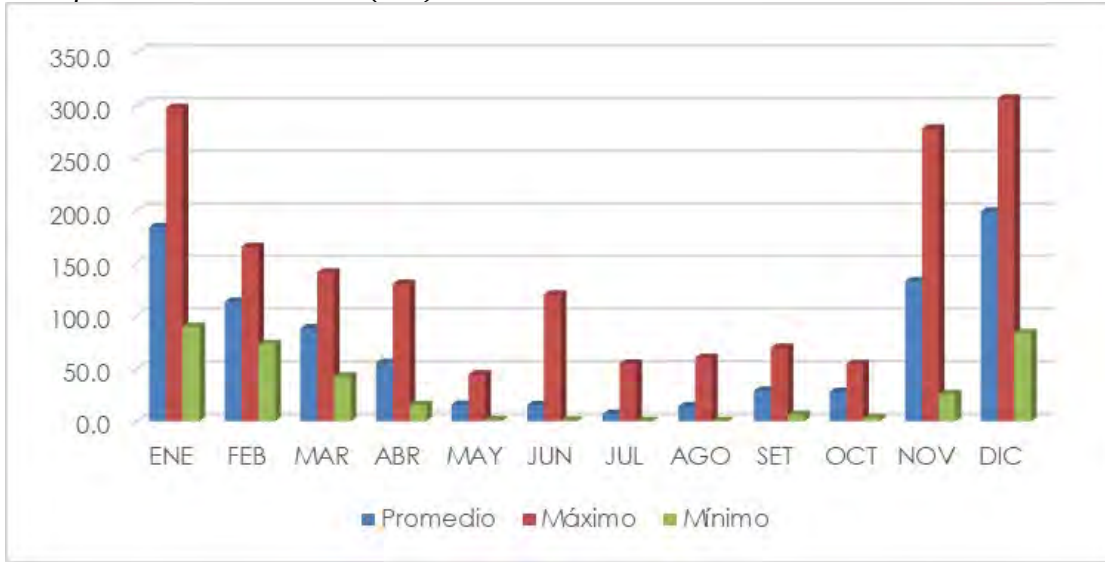
Tabla 34*Precipitación total mensual (mm) – Estación Coma*

Nº	AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	TOTAL
1	1981	185.4	114.8	101.1	57.2	10.3	3.0	1.2	31.2	45.7	35.9	134.9	233.4	954.1
2	1982	246.3	73.3	96.9	47.0	1.2	3.5	1.8	4.7	41.8	34.2	216.8	125.6	893.1
3	1983	140.1	82.8	67.7	48.8	19.3	3.5	2.3	1.8	6.1	7.8	68.4	133.5	581.9
4	1984	169.0	97.4	131.7	37.0	12.0	21.9	7.1	14.3	12.1	48.8	278.0	238.8	1068.2
5	1985	187.0	115.0	126.7	94.6	21.4	9.7	0.9	1.4	69.9	13.3	199.3	249.5	1088.7
6	1986	185.2	125.3	115.9	98.5	18.0	3.0	0.9	14.7	63.5	3.0	119.7	211.9	959.5
7	1987	164.3	86.2	68.2	23.8	7.8	6.1	54.8	8.5	12.8	20.5	255.9	210.7	919.5
8	1988	156.8	103.3	133.3	97.4	44.5	0.8	0.5	0.3	16.6	14.3	25.9	150.2	743.8
9	1989	188.8	140.9	81.0	56.5	15.8	19.6	2.2	43.8	45.8	17.4	80.3	153.2	845.3
10	1990	182.9	108.4	68.8	44.0	14.1	120.4	0.2	9.1	17.2	42.2	106.6	125.0	838.9
11	1991	158.0	85.9	84.0	40.7	25.9	49.8	0.3	0.8	13.8	22.4	76.3	146.3	704.1
12	1992	150.8	152.4	162.4	40.3	13.0	1.5	3.4	15.3	0.0	49.9	90.0	118.0	797.1
13	1993	118.9	89.9	122.2	25.7	4.5	0.0	2.2	22.0	10.4	37.5	77.5	128.0	638.8
14	1994	72.6	139.2	98.2	24.7	13.3	0.0	0.0	0.0	47.9	76.3	50.3	74.4	596.9
15	1995	99.0	74.1	162.3	22.5	8.5	0.0	0.0	0.0	0.0	9.8	24.7	64.7	465.6
16	1996	94.8	134.4	114.1	61.7	29.3	0.0	2.2	18.6	14.7	28.9	134.9	132.8	766.4
17	1997	149.1	146.0	136.5	16.5	17.5	0.0	0.0	12.8	4.5	37.5	53.1	69.9	643.4
18	1998	102.0	140.5	133.5	24.3	0.0	7.6	0.0	0.5	1.0	69.3	91.9	44.5	615.1
19	1999	103.0	144.7	123.7	57.3	9.0	0.0	1.5	0.0	21.5	15.0	46.3	105.8	627.8
20	2000	197.6	83.0	62.0	5.5	0.0	4.5	0.0	2.0	17.7	103.5	10.0	78.0	563.8
21	2001	194.7	85.9	95.6	24.0	2.0	1.5	17.0	13.5	24.5	38.7	60.0	76.0	633.4
22	2002	138.7	120.8	86.0	68.1	23.0	20.7	51.6	18.6	46.5	33.7	147.9	195.1	950.6
23	2003	187.2	114.0	112.5	51.8	19.5	20.7	5.1	21.4	23.9	16.0	64.0	206.2	842.2
24	2004	181.4	109.1	79.1	47.9	12.8	17.4	16.0	38.2	38.1	18.5	97.0	189.7	845.2
25	2005	112.6	136.2	68.8	24.1	5.8	0.7	2.3	4.9	17.2	34.5	144.9	176.8	728.8
26	2006	205.5	83.2	67.6	66.6	7.2	19.9	2.1	15.6	22.9	32.4	190.6	198.5	911.9
27	2007	165.4	78.9	94.9	57.9	13.9	6.4	7.2	3.5	29.0	25.7	109.0	149.2	740.7
28	2008	210.8	92.7	62.4	23.6	11.8	14.2	1.7	6.6	14.7	32.6	76.1	256.7	803.8
29	2009	159.1	129.7	56.7	36.6	7.3	0.7	8.9	4.2	26.7	20.6	238.4	173.3	862.2
30	2010	221.3	133.4	66.0	38.7	22.5	9.0	3.7	8.3	10.4	23.4	57.4	232.7	826.7
31	2011	149.6	165.7	80.5	75.1	15.1	18.8	12.5	9.1	42.3	25.6	61.0	238.1	893.1
32	2012	177.7	157.7	71.6	57.1	2.6	22.4	5.7	4.3	40.2	21.7	150.3	299.3	1010.6
33	2013	297.8	128.8	83.5	31.6	33.4	31.2	2.2	15.8	9.5	46.4	150.5	306.7	1137.3
34	2014	272.0	106.7	91.5	58.6	23.8	4.9	6.1	21.1	58.4	33.0	118.7	297.8	1092.7
35	2015	251.4	108.8	121.2	130.6	29.5	14.9	13.1	18.0	31.1	17.4	190.1	254.5	1180.7
36	2016	199.6	144.4	56.1	72.9	7.0	8.4	17.4	13.5	33.0	40.5	59.3	187.9	839.9
37	2017	204.3	132.9	75.9	56.6	17.1	14.0	9.9	13.1	27.9	31.6	110.6	233.2	927.1
38	2018	205.5	133.9	75.2	56.7	17.2	13.9	10.0	13.0	27.9	31.8	109.4	235.1	929.6
39	2019	206.7	134.9	74.5	56.8	17.2	13.8	10.1	12.9	27.8	32.0	108.2	237.1	932.1
40	2020	207.9	135.9	73.8	56.9	17.3	13.7	10.2	12.8	27.8	32.2	107.0	239.0	934.7
Promedio		175.0	116.8	94.6	50.4	14.8	13.0	7.4	11.8	26.1	31.9	112.3	179.4	833.4
Máximo		297.8	165.7	162.4	130.6	44.5	120.4	54.8	43.8	69.9	103.5	278.0	306.7	1180.7
Mínimo		72.6	73.3	56.1	5.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.0	10.0	44.5	465.6

Nota: Datos (SENAMHI)

Figura 36

Precipitación total mensual (mm) – Estación Comas.



Nota: Elaboración Propia.

c) Estación Acopalca

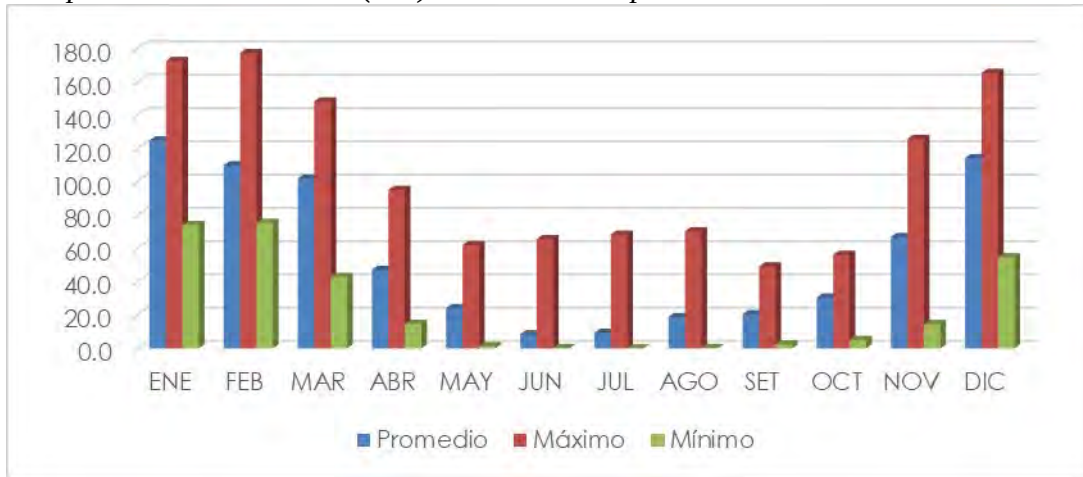
Para la información sobre la precipitación, se emplearon datos mensuales de la estación meteorológica Acopalca a nivel regional. El promedio mensual más alto de precipitación total se registra en enero, con un valor de 124.1 mm, mientras que el promedio mensual más bajo ocurre en junio, con 8.8 mm.

Tabla 35*Precipitación total mensual (mm) – Estación Acopalca.*

Nº	AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	TOTAL
1	1981	133.0	113.6	98.9	64.9	16.4	0.8	1.0	40.2	31.5	42.8	81.5	134.7	759.3
2	1982	147.9	75.5	106.1	36.6	1.8	1.4	2.4	6.1	24.9	32.4	116.6	71.1	622.7
3	1983	97.6	77.4	81.8	33.9	29.7	0.9	2.6	2.6	2.5	8.5	37.6	80.1	455.2
4	1984	119.4	82.4	142.4	34.6	20.6	8.2	8.1	17.8	9.2	48.6	125.9	128.1	745.1
5	1985	127.4	104.9	148.5	67.1	31.9	3.4	1.2	1.6	49.3	12.2	107.9	138.7	794.0
6	1986	118.3	141.3	134.1	71.8	34.1	0.7	0.7	17.0	36.6	5.1	62.5	137.2	759.3
7	1987	121.7	87.0	87.8	25.8	9.5	3.1	68.4	8.4	10.9	24.2	108.5	116.5	672.0
8	1988	115.2	76.9	148.2	88.4	62.1	0.4	0.8	0.7	11.4	19.3	14.7	90.1	628.1
9	1989	124.8	113.5	96.5	59.2	27.4	12.6	1.8	59.7	40.0	17.5	50.1	95.8	698.9
10	1990	109.6	110.7	90.8	48.3	23.4	65.7	0.1	10.9	14.0	45.7	52.9	79.4	651.5
11	1991	125.0	81.9	92.8	37.2	44.4	29.1	0.2	0.7	10.3	27.8	39.7	85.3	574.3
12	1992	91.5	81.8	43.1	14.8	2.5	11.4	0.8	70.4	10.6	29.8	74.7	91.4	522.9
13	1993	117.3	82.2	94.0	59.6	13.7	12.1	13.7	45.7	20.6	39.2	83.9	141.5	723.4
14	1994	136.7	118.3	106.0	64.7	32.5	0.7	0.4	9.7	14.3	26.5	69.9	141.6	721.2
15	1995	101.6	87.0	125.3	31.2	14.1	0.7	5.9	1.6	22.2	21.1	81.7	101.6	593.9
16	1996	118.2	109.9	99.0	40.5	42.5	0.8	10.3	37.1	19.9	27.1	63.0	148.8	717.0
17	1997	109.7	130.6	118.9	38.0	25.3	0.8	7.8	37.4	29.4	26.2	109.5	101.7	735.2
18	1998	94.2	111.3	97.7	19.8	1.4	10.1	0.2	7.0	4.2	56.3	78.0	55.8	535.9
19	1999	98.8	121.2	111.8	71.3	25.0	5.4	3.3	0.3	30.3	19.4	41.4	108.0	636.2
20	2000	124.7	117.9	87.4	25.8	15.7	19.1	8.6	18.4	16.2	55.2	28.1	107.7	624.6
21	2001	170.9	177.5	142.9	58.0	51.6	1.8	9.4	36.2	22.4	45.6	58.2	54.8	829.2
22	2002	77.1	168.6	135.1	60.3	31.6	11.1	63.5	24.6	35.9	36.8	83.0	115.0	842.4
23	2003	129.6	105.1	122.6	41.5	34.7	11.4	7.9	29.9	17.0	18.4	33.0	130.1	681.3
24	2004	127.4	95.7	106.0	34.9	19.1	12.5	22.6	47.8	23.3	24.9	49.0	108.8	671.8
25	2005	74.2	121.7	73.1	17.6	8.6	0.2	3.8	5.7	14.5	38.3	76.6	88.5	522.6
26	2006	150.4	92.8	89.6	60.2	13.3	11.0	2.8	22.4	18.4	36.7	97.3	116.6	711.5
27	2007	123.7	77.3	104.8	52.6	19.8	4.0	11.1	5.6	17.2	34.1	58.7	93.4	602.2
28	2008	158.6	90.7	70.0	24.2	19.0	9.9	2.1	10.1	10.5	37.5	45.0	149.9	627.5
29	2009	110.0	133.6	86.3	32.6	12.6	0.2	15.3	7.4	18.8	23.9	124.2	106.0	670.9
30	2010	155.0	137.3	92.7	30.8	28.3	7.4	7.1	12.6	10.7	30.1	30.9	140.6	683.5
31	2011	122.3	162.8	97.5	76.7	20.6	12.0	16.3	13.2	31.1	27.8	31.3	132.2	743.8
32	2012	127.1	159.3	88.5	42.2	2.9	18.4	9.1	9.5	33.8	25.3	59.1	159.8	734.9
33	2013	172.8	113.3	84.7	23.8	46.4	16.3	1.9	20.2	3.7	45.3	64.5	152.5	745.4
34	2014	139.7	93.3	90.0	47.8	37.4	2.2	7.0	24.7	33.7	31.6	45.4	165.6	718.4
35	2015	148.8	101.4	131.0	95.3	48.1	6.3	14.7	19.4	15.9	17.1	83.6	127.5	809.2
36	2016	110.6	117.0	59.4	57.4	11.8	3.9	22.8	12.1	21.1	37.5	23.1	88.4	565.1
37	2017	132.8	127.7	90.3	46.5	25.0	8.8	13.3	17.6	19.5	34.1	51.4	127.4	694.3
38	2018	133.3	128.6	89.6	46.4	25.1	8.8	13.5	17.5	19.4	34.3	50.5	128.2	695.3
39	2019	133.8	129.6	88.9	46.4	25.1	8.8	13.7	17.4	19.3	34.5	49.7	128.9	696.3
40	2020	134.4	130.5	88.3	46.4	25.1	8.8	13.9	17.4	19.3	34.7	48.9	129.7	697.3
Promedio		124.1	112.2	101.1	46.9	24.5	8.8	10.3	19.1	20.3	30.8	64.8	115.0	677.8
Máximo		172.8	177.5	148.5	95.3	62.1	65.7	68.4	70.4	49.3	56.3	125.9	165.6	842.4
Mínimo		74.2	75.5	43.1	14.8	1.4	0.2	0.1	0.3	2.5	5.1	14.7	54.8	455.2

Nota: Fuente: Datos Grillados- PISCO (SENAMHI).

Figura 37
Precipitación total mensual (mm) – Estación Acopalca.



Nota: Elaboración Propia.

d) Regionalización de la precipitación

Se realizó el análisis respecto a las (03) tres estaciones meteorológicas utilizando regresión lineal simple la cual nos da un óptimo resultado y la validez de su ajuste se justifica en el ítem d, al comparar el uso de dos diferentes datas y al ser sometidas a dos regresiones diferentes brindan resultados de correlación análogos. Respecto a los resultados de la correlación de las (03) tres estaciones meteorológicas se obtuvo un coeficiente $R=0.933$ que se interpreta como correlación muy alta, mediante este resultado se realizó la regionalización y considerando para el proyecto una altitud alrededor de los 4700 msnm presenta una precipitación media anual de 915.94 mm

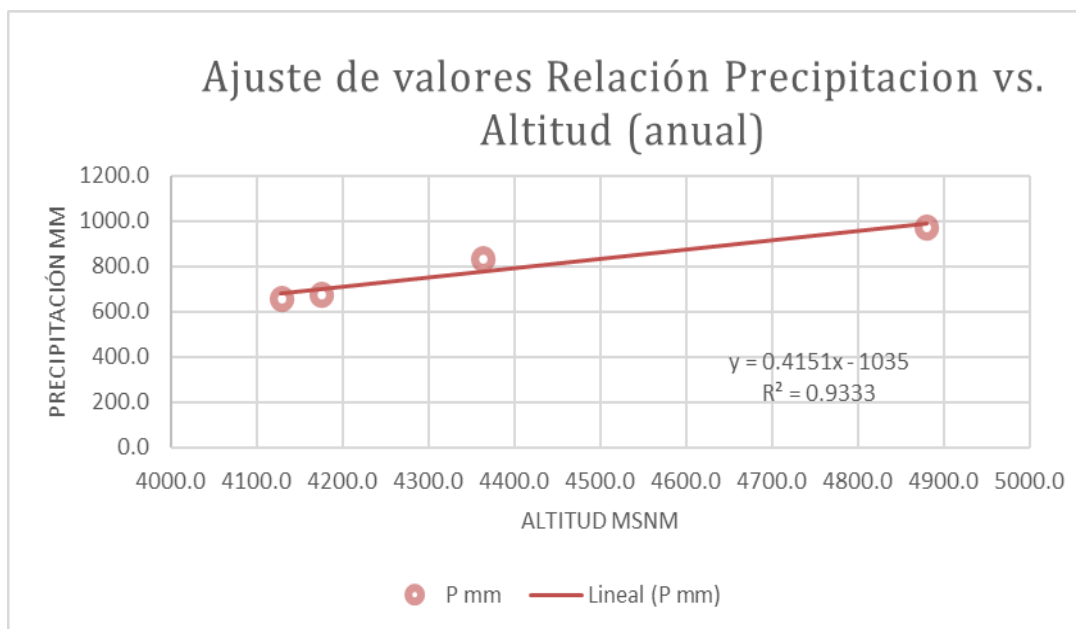
Tabla 36
Relación Altitud – Precipitación Total Anual.

Estación	Altitud	P mm
COMAS	3603	833.4
ACOPALCA	3897	677.8
INGENIO	3373	974.1

Nota: Datos (SENAMHI).

Figura 38

Ajuste de Valores de Altitud vs. Precipitación Total.



Nota: Elaboración Propia.

Se obtiene un buen ajuste con la ecuación lineal, expresada de acuerdo a:

$$P = 0.41512 \cdot (H) - 1035$$

$$R^2 = 0.9333$$

Dónde:

P = Precipitación total anual en mm.

H = Altitud en msnm

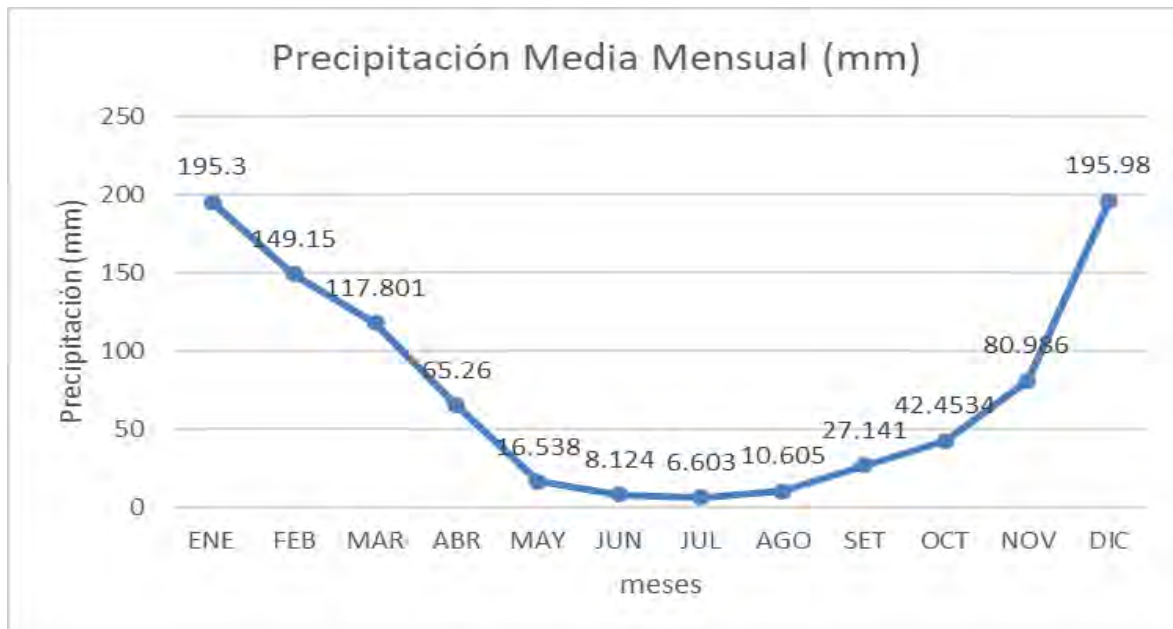
R = Coeficiente de correlación (este índice estadístico mide la relación lineal entre dos variables).

e) Análisis Temporal de la Precipitación Media Mensual

La precipitación mensual se ha determinado de acuerdo al análisis de las 3 estaciones, dichas estaciones son representativas por su cercanía al área de estudio, así como las características de relieve que poseen a la zona de estudio y su altitud semejante. Se realizó para cada mes la regionalización y se calculó las precipitaciones medias para la zona de estudio para una altura de 4700 msnm que corresponde a la altitud promedio del área de estudio.

Tabla 37*Precipitaciones medias generadas para el área de estudio.*

PRECIPITACION MEDIA MENSUAL ESTIMADA			
PARA EL ÁREA DE ESTUDIO			
Altitud media =	4700	m.s.n.m.	
MES	PARÁMETROS DE LA ECUACION		Precipitation Media Mensual (mm)
	A	B	
Enero	0.1162	-350.84	195.3
Febrero	0.0727	-192.54	149.15
Marzo	0.0398	-69.259	117.801
Abril	0.0398	-121.8	65.26
Mayo	-0.0027	29.228	16.538
Junio	-0.0023	18.934	8.124
Julio	-0.0022	16.943	6.603
Agosto	-0.0069	43.035	10.605
Setiembre	0.0096	-17.979	27.141
Octubre	0.0104	-6.4266	42.4534
Noviembre	0.0024	69.706	80.986
Diciembre	0.1383	-454.03	195.98
Precipitación Media Anual			915.94

*Nota: Datos (SENAMHI).***Figura 39***Precipitaciones medias generadas para el área de estudio.**Nota: Elaboración Propia.*

4.5.3.5.6. *Humedad Relativa Media Mensual*

a) **Estación Ingenio**

Para la información sobre la humedad relativa media mensual, igualmente se utilizaron datos anuales de la “Estación Ingenio”. Se puede observar que el promedio mensual más alto de humedad relativa se registra en febrero, con un valor de 88.7%, mientras que el promedio mensual más bajo ocurre en agosto, con un valor de 82.0%.

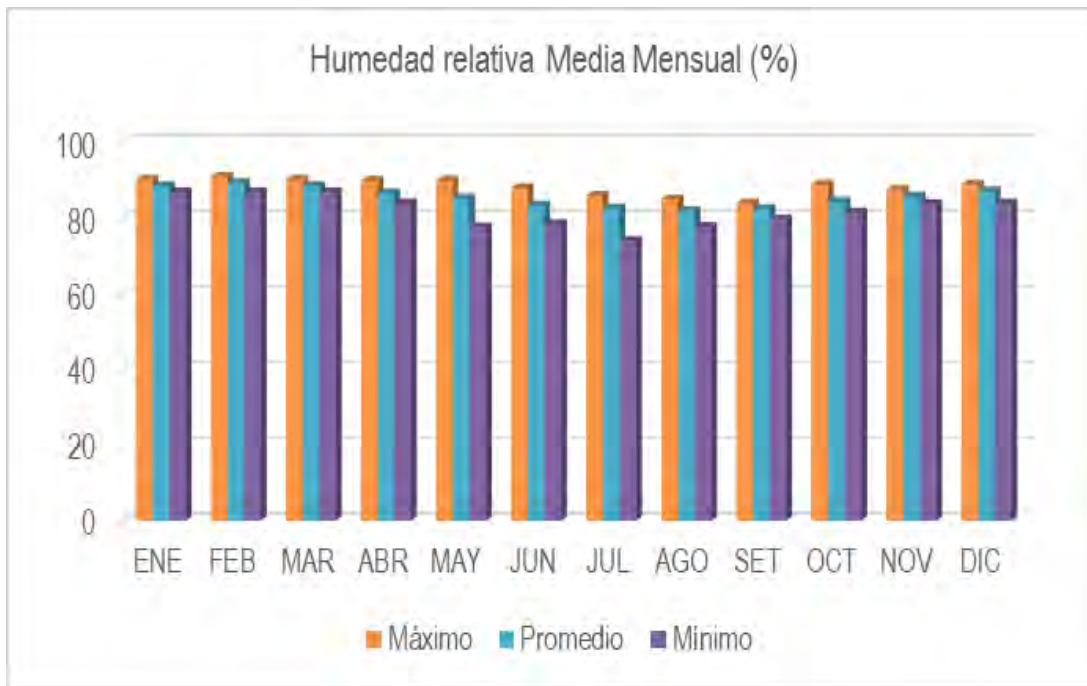
Tabla 38

Humedad relativa media mensual – Estación Ingenio.

N°	Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Prom.
1	2000	90.1	89.3	89.1	86.3	81.5	83.9	75.7	83.5	83.6	85.2	85.3	87.5	85.1
2	2001	89.7	89.5	88.6	84.3	86.3	83.5	83.8	81.3	82.1	84.2	86.9	86.5	85.6
3	2002	86.6	88.6	88.0	86.4	83.4	85.1	84.7	83.9	82.8	84.5	86.8	87.8	85.7
4	2003	88.8	89.4	90.2	85.5	84.8	80.0	78.7	83.8	82.0	80.6	83.6	88.0	84.6
5	2004	87.2	87.2	87.1	84.3	82.2	84.5	80.6	82.3	82.0	85.0	84.9	86.5	84.5
6	2005	87.4	89.6	86.7	87.9	81.7	82.3	79.5	76.9	80.7	85.3	85.8	89.0	84.4
7	2006	89.3	89.4	87.3	87.3	78.6	80.8	76.6	82.0	81.1	85.7	85.9	87.5	84.3
8	2007	88.7	89.2	89.2	86.2	86.0	77.9	82.6	79.3	80.4	82.9	84.8	85.8	84.4
9	2008	88.6	86.4	87.2	85.1	85.6	82.0	81.2	78.5	78.9	82.8	83.3	86.6	83.9
10	2009	88.5	89.1	87.3	87.3	85.0	81.7	85.1	80.8	81.5	83.4	86.1	89.1	85.4
11	2010	88.6	89.6	88.9	86.8	86.1	83.7	84.8	79.7	82.0	84.4	84.6	85.5	85.4
12	2011	88.8	90.6	88.9	90.2	89.6	85.5	84.6	84.2	83.0	88.7	84.7	87.8	87.2
13	2012	87.6	90.5	88.0	89.3	87.4	88.2	86.0	81.5	82.1	84.6	86.9	89.3	86.8
14	2013	89.0	87.3	91.1	84.3	85.0	86.6	79.9	81.1	83.8	84.4	85.6	87.5	85.5
15	2014	88.9	86.9	88.3	86.5	84.0	85.0	84.5	85.8	84.1	84.7	83.1	86.5	85.7
16	2015	88.9	86.4	87.1	83.8	87.7	87.0	82.2	83.4	83.7	84.2	86.0	87.6	85.7
17	2016	86.3	87.4	86.2	84.4	84.3	80.6	80.4	81.5	79.1	84.9	83.8	87.0	83.8
18	2017	86.4	88.3	89.0	86.7	85.6	81.9	83.6	81.2	82.9	82.5	85.1	87.0	85.0
19	2018	87.2	88.6	87.9	87.5	85.7	82.7	80.1	85.2	84.6	89.8	88.6	86.9	86.2
20	2019	87.9	91.1	91.2	92.2	90.7	84.1	84.5	83.9	82.7	87.1	88.1	88.3	87.7
21	2020	87.5	88.3	88.7	87.8	87.7	84.2	83.8	82.9	82.8	86.0	86.0	87.4	86.1
Promedio		88.2	88.7	88.4	86.6	85.1	83.4	82.0	82.0	82.2	84.7	85.5	87.4	84.8
Máximo		90.1	91.1	91.2	92.2	90.7	88.2	86.0	85.8	84.6	89.8	88.6	89.3	87.7
Mínimo		86.3	86.4	86.2	83.8	78.6	77.9	75.7	76.9	78.9	80.6	83.1	85.5	83.8

Nota: SENAMHI.

Figura 40
Humedad relativa media mensual – Estación Ingenio.



Nota: Elaboración Propia.

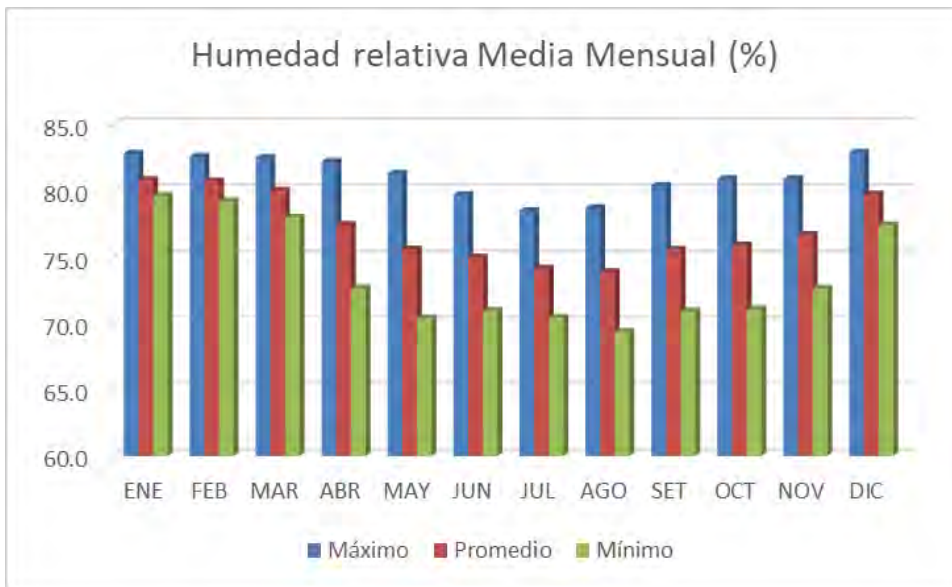
b) Estación Comas

Para la información sobre la humedad relativa media mensual, se utilizaron datos anuales de la “Estación Comas”. Se observa que el promedio mensual más alto de humedad relativa se alcanza en enero, con un valor de 80.8%, mientras que el promedio mensual más bajo se registra en agosto, con un valor de 73.9%.

Tabla 39*Humedad relativa media mensual – Estación Comas*

Nº	Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Prom.
1	2000	79.6	79.2	78.0	72.7	70.4	71.0	70.5	69.4	70.9	71.1	72.6	77.4	73.6
2	2001	79.8	79.4	78.2	73.1	70.9	71.4	70.8	69.9	71.4	71.6	73.1	77.7	73.9
3	2002	79.9	79.5	78.4	73.6	71.5	71.8	71.2	70.3	71.9	72.1	73.5	77.9	74.3
4	2003	80.0	79.7	78.6	74.1	72.0	72.2	71.6	70.8	72.4	72.6	73.9	78.1	74.7
5	2004	80.1	79.9	78.8	74.6	72.6	72.6	72.0	71.3	72.9	73.1	74.4	78.4	75.1
6	2005	80.3	80.0	79.0	75.1	73.1	73.1	72.4	71.8	73.4	73.6	74.8	78.6	75.4
7	2006	80.4	80.2	79.2	75.6	73.7	73.5	72.8	72.3	73.9	74.1	75.2	78.9	75.8
8	2007	80.5	80.3	79.4	76.1	74.2	73.9	73.2	72.7	74.4	74.7	75.6	79.1	76.2
9	2008	80.6	80.5	79.6	76.6	74.7	74.3	73.6	73.2	74.9	75.2	76.1	79.3	76.6
10	2009	81.8	81.4	79.2	77.8	74.1	75.2	74.9	74.8	74.6	75.0	77.6	79.1	77.1
11	2010	81.7	80.0	80.4	76.8	77.3	75.2	74.2	73.9	76.0	77.4	77.1	79.9	77.5
12	2011	79.8	81.8	81.8	77.6	75.7	74.7	76.2	75.1	77.9	77.7	74.5	80.9	77.8
13	2012	80.4	81.3	80.3	80.0	76.5	77.1	75.0	73.5	76.4	75.6	75.9	79.9	77.7
14	2013	80.5	80.9	79.4	77.4	76.5	77.6	75.6	75.4	76.9	78.6	79.6	81.3	78.3
15	2014	80.3	80.2	80.0	79.6	79.1	75.1	75.8	76.1	78.7	78.9	79.7	80.8	78.7
16	2015	81.9	81.0	82.5	82.2	79.5	75.7	72.6	74.8	76.9	75.3	78.8	80.6	78.5
17	2016	81.3	82.6	81.3	80.6	79.1	77.4	76.5	77.8	79.4	80.4	80.4	81.2	79.8
18	2017	82.0	81.9	82.4	82.2	81.3	79.7	76.8	78.4	80.4	79.6	80.9	81.7	80.6
19	2018	82.2	82.5	82.0	81.5	79.4	79.3	78.5	78.7	79.0	80.9	80.1	81.3	80.4
20	2019	82.8	82.2	81.8	81.6	80.3	79.0	78.4	77.6	79.2	80.5	80.2	82.9	80.5
21	2020	81.5	82.5	81.6	82.3	80.5	79.0	79.6	79.2	81.8	81.7	80.3	81.9	81.0
Promedio		80.8	80.7	80.0	77.5	75.6	75.0	74.1	73.9	75.6	75.9	76.7	79.8	75.3
Máximo		82.8	82.6	82.5	82.2	81.3	79.7	78.5	78.7	80.4	80.9	80.9	82.9	80.6
Mínimo		79.6	79.2	78.0	72.7	70.4	71.0	70.5	69.4	70.9	71.1	72.6	77.4	73.6

Nota: SENAMHI.

Figura 41*Humedad relativa media mensual – Estación Comas.**Nota: Elaboración Propia.*

Utilizando el análisis estadístico de las estaciones relacionadas, se extrapola los valores de humedad relativa media anual en el proyecto, se obtiene humedades relativas medias anuales se muestra en la tabla 37. Para el proyecto se estimó una humedad relativa media de 74.21 %.

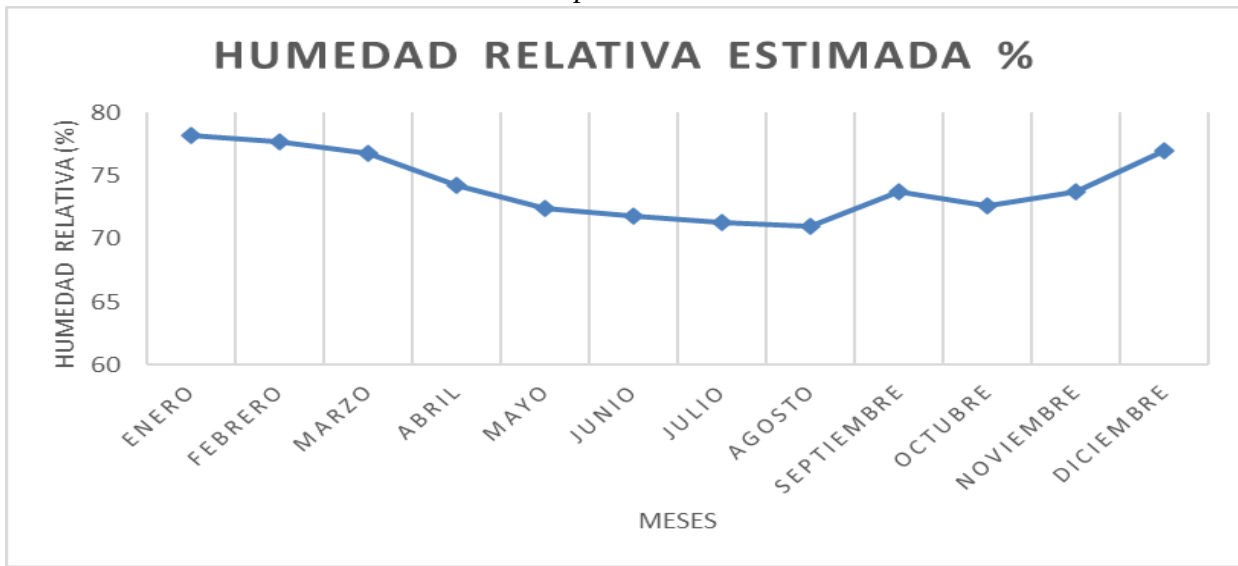
Tabla 40*Humedad relativa media mensual Estimada %.*

HUMEDAD RELATIVA ESTIMADA %			
PARA EL ÁREA DE ESTUDIO			
Altitud media =	4700	msnm	
MES	PARÁMETROS DE LA ECUACION		Humedad Relativa (%)
	A	B	
Enero	-0.0078	114.89	78.23
Febrero	-0.0085	117.69	77.74
Marzo	-0.0089	118.64	76.81
Abril	-0.0097	119.83	74.24
Mayo	-0.01	119.38	72.38
Junio	-0.0089	113.67	71.84
Julio	-0.0083	110.27	71.26
Agosto	-0.0086	111.38	70.96
Septiembre	-0.007	106.62	73.72
Octubre	-0.0094	116.82	72.64
Noviembre	-0.0093	117.41	73.7
Diciembre	-0.0081	115.08	77.01
Humedad Relativa Estimada Media (%)			74.21

Nota: Elaboración propia.

Figura 42

Humedad relativa media mensual Estimada para la zona de estudio.



Nota: Elaboración propia.

4.5.3.5.7. Velocidad y dirección del viento

a) Estación Ingenio

VELOCIDAD DEL VIENTO

La data anual de la velocidad media del viento, se obtuvieron anuales de la “Estación Ingenio”. Se observa que el promedio máximo de velocidad media del viento se registra en septiembre, con un valor de 3.3 m/s, mientras que el promedio mínimo se alcanza en enero y febrero, con un valor de 2.8 m/s.

Se realizó un análisis de los datos de velocidad y dirección del viento en puntos cercanos al área del proyecto, considerando un solo día de toma de muestra ya que al tener una sola estación con estos parámetros se necesitaba una verificación.

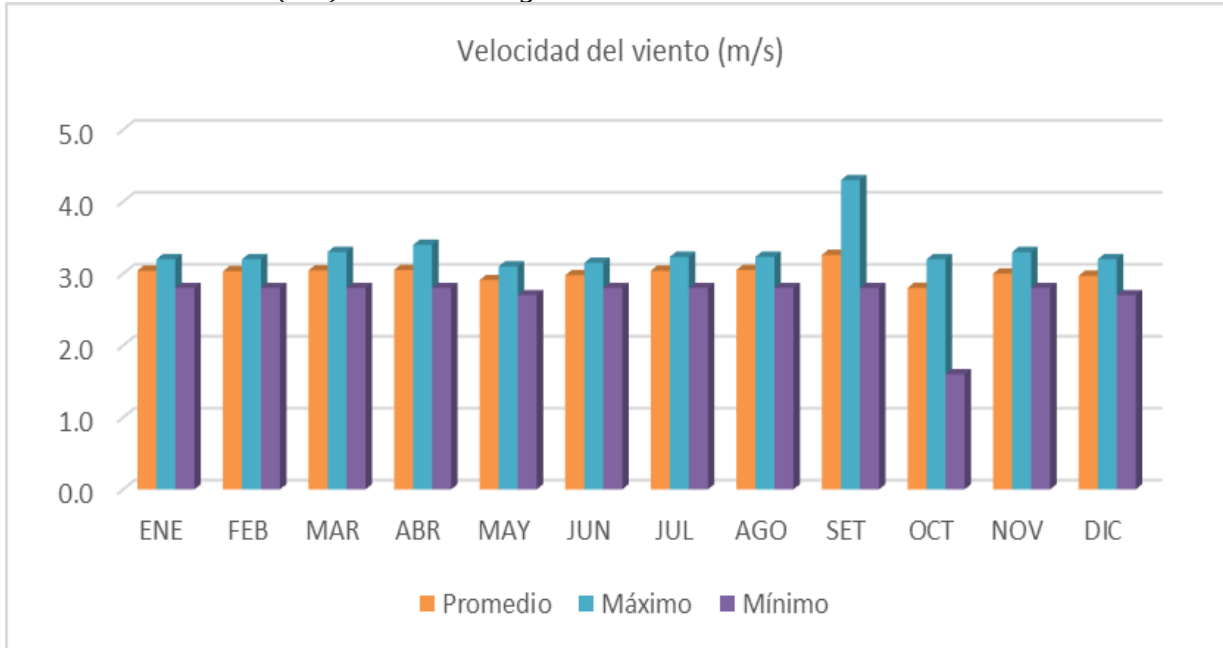
Tabla 41*Registro de velocidad del viento.*

Nº	Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic
1	1993	2.5	2.1	3.1	2.8	2.5	2.6	3.1	2.7	2.5	2.4	2.6	2.3
2	1994	2.4	2.5	2.5	2.4	2.4	2.8	3.0	3.0	2.6	2.7	2.8	2.9
3	1995	3.3	3.3	3.1	3.2	3.2	3.1	3.1	3.1	3.1	3.0	3.1	3.2
4	1996	3.2	3.1	2.9	3.2	2.9	3.1	3.1	3.3	3.1	3.2	3.3	3.5
5	1997	3.4	3.3	3.1	2.9	3.1	2.7	3.1	3.3	3.2	3.4	3.1	3.2
6	1998	3.2	3.2	3.4	3.0	3.1	3.3	3.1	3.5	2.9	3.1	3.2	3.1
7	1999	2.9	2.9	2.9	2.8	2.6	2.9	3.2	3.0	3.0	3.1	2.9	3.1
8	2000	2.9	2.9	3.0	2.8	2.8	3.0	3.3	3.3	3.1	3.1	2.9	3.0
9	2001	2.9	2.9	3.3	3.0	3.2	3.3	3.2	3.5	3.1	3.1	3.3	3.2
10	2002	3.2	3.3	3.3	3.3	3.2	3.2	3.6	3.2	3.1	3.1	3.0	3.1
11	2003	3.0	3.3	3.2	3.2	3.3	3.1	3.4	3.3	3.2	3.0	3.0	2.9
12	2004	3.4	3.3	3.2	3.1	3.0	3.5	3.4	3.4	3.2	3.1	2.9	3.0
13	2005	2.8	3.3	3.1	3.0	3.1	3.4	3.2	3.1	3.5	3.2	3.1	3.0
14	2006	2.9	2.9	2.9	3.0	2.9	2.9	3.1	3.2	3.3	2.9	2.8	2.9
15	2007	3.0	2.9	3.2	3.1	2.9	3.0	3.2	3.0	3.4	3.0	2.9	3.2
16	2008	3.2	3.2	3.3	3.4	2.9	3.1	3.2	3.2	3.4	3.1	3.3	3.1
17	2009	3.0	3.1	3.0	3.1	3.1	2.8	3.1	3.2	2.9	3.1	3.2	3.2
18	2010	3.2	3.0	3.1	3.1	2.9	2.9	3.1	2.9	3.4	3.2	3.1	2.9
19	2011	3.1	3.1	3.0	3.0	2.7	2.9	2.9	3.0	3.0	2.8	2.8	2.8
20	2012	2.8	2.9	2.8	3.0	2.9	2.8	2.9	2.8	4.3	2.8	2.8	3.0
21	2013	3.0	2.8	2.8	2.8	2.8	2.9	2.8	2.8	2.8	1.6	2.8	2.7
22	2014	3.0	2.9	2.9	2.9	2.8	2.9	2.9	2.9	3.4	2.4	2.8	2.8
23	2015	3.1	3.0	3.0	3.1	2.8	3.0	3.0	3.1	3.1	2.6	2.9	2.9
24	2016	3.0	3.1	3.1	3.0	2.9	3.1	3.1	3.2	3.1	2.8	3.1	3.0
25	2017	3.1	3.2	3.2	3.2	3.0	3.2	3.2	3.2	3.3	3.1	3.1	3.1
26	2018	3.1	3.1	3.2	3.1	3.0	3.1	3.2	3.2	3.3	3.0	3.1	3.1
27	2019	3.0	3.1	3.2	3.0	3.0	3.1	3.1	3.2	3.1	3.1	3.1	3.1
28	2020	3.0	3.0	3.0	3.1	2.9	2.9	3.1	3.0	3.4	3.0	3.0	3.0
Promedio		3.0	3.0	3.0	3.1	2.9	3.0	3.0	3.0	3.3	2.8	3.0	3.0
Máximo		3.2	3.2	3.3	3.4	3.1	3.2	3.2	3.2	4.3	3.2	3.3	3.2
Mínimo		2.8	2.8	2.8	2.8	2.7	2.8	2.8	2.8	2.8	1.6	2.8	2.7

Nota: SENAMHI

Figura 43

Velocidad del viento (m/s) – Estación Ingenio.



Nota: Elaboración propia.

DIRECCIÓN DEL VIENTO

La data anual de la dirección predominante media mensual del viento, se obtuvieron de la “Estación Ingenio”. Con base en estos datos, se elaboró la rosa de los vientos, indicando la dirección predominante del viento “Noroeste”.

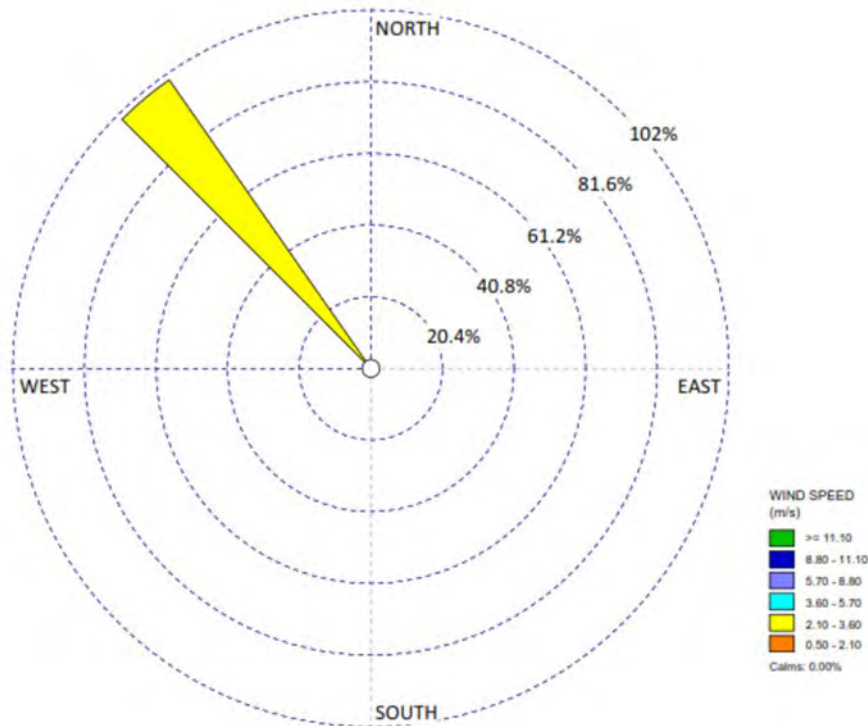
Tabla 42*Registro de dirección del viento.*

Nº	AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
1	1993	NM	NE	NW	NW	NW	NW	NW	NW	NW	NW	NW	NW
2	1994	NW	NE	NW	NW	NW	NW	NW	NW	NW	NW	NW	NW
3	1995	NW	NW	NW	NW	NW	NW	NW	NW	NW	NW	NW	NW
4	1996	NW	NW	NW	NW	NW	NW	NW	NW	NW	NW	NW	NW
5	1997	NW	NW	NW	NW	NW	NW	NW	NW	NW	NW	NW	NW
6	1998	NW	NW	NW	NW	NW	NW	NW	NW	NW	NW	NW	NW
7	1999	NW	NW	NW	NW	NW	NW	NW	NW	NW	NW	NW	NW
8	2000	NW	NW	NW	NW	NW	NW	NW	NW	NW	NW	NW	NW
9	2001	NW	NW	NW	NW	NW	NW	NW	NW	NW	NW	NW	NW
10	2002	NW	NW	NW	NW	NW	NW	NW	NW	NW	NW	NW	NW
11	2003	NW	NW	NW	NW	NW	NW	NW	NW	NW	NW	NW	NW
12	2004	NW	NW	NW	NW	NW	NW	NW	NW	NW	NW	NW	NW
13	2005	NW	NW	NW	NW	NW	NW	NW	NW	NW	NW	NW	NW
14	2006	NW	NW	NW	NW	NW	NW	NW	NW	NW	NW	NW	NW
15	2007	NW	NW	NW	NW	NW	NW	NW	NW	NW	NW	NW	NW
16	2008	NW	NW	NW	NW	NW	NW	NW	NW	NW	NW	NW	NW
17	2009	NW	NW	NW	NW	NW	NW	NW	NW	NW	NW	NW	NW
18	2010	NW	NW	NW	NW	NW	NW	NW	NW	NW	NW	NW	NW
19	2011	NE	NW	NW	NW	NW	NW	NW	NW	NW	NW	NW	NW
20	2012	NW	NW	NW	NW	NW	NW	NW	NW	NW	NW	NW	NW
21	2013	NW	NW	SE	NW	NW	NW	NW	NE	NE	NW	NW	NW
22	2014	NW	NW	NW	NW	NW	NW	NW	NW	NW	NW	NW	NW
23	2015	NW	NW	NW	NW	NW	NW	NW	NW	NW	NW	NW	NW
24	2016	NW	NW	NW	NW	NW	NW	NW	NW	NW	NW	NW	NW
25	2017	NW	NW	NW	NW	NW	NW	NW	NW	NW	NW	NW	NW
26	2018	NW	NW	NW	NW	NW	NW	NW	NW	NW	NW	NW	NW
27	2019	NW	NW	NW	NW	NW	NW	NW	NW	NW	NW	NW	NW
28	2020	NW	NW	NW	NW	NW	NW	NW	NW	NW	NW	NW	NW

Nota: Fuente: SENAMHI

Figura 44

Dirección predominante del Viento (m/s) – Ingenio.



Nota: Elaboración propia.

b) Evapotranspiración potencial

Thornthwaite (1948) introdujo el concepto de evapotranspiración potencial, que definió como “la cantidad de agua que pasaría al estado de vapor en una superficie cubierta de vegetación en crecimiento activo, de existir en el suelo suficiente humedad para su uso máximo por las plantas”. Dado que esto ocurre con poca frecuencia, es imprescindible recurrir al concepto de evapotranspiración real, referida a la cantidad de agua efectivamente evapotranspirada, la cual nunca puede superar el valor de la evapotranspiración potencial, aunque puede ser igual. Asimismo, la evapotranspiración potencial juega un papel fundamental en el balance hídrico, ya que es el principal factor que contribuye al déficit hídrico.

En el cálculo de la evapotranspiración potencial, se utilizó el método Thornthwaite, pese a su simplicidad y limitaciones inherentes, es eficaz en regiones húmedas. La formulación del

método Thornthwaite se basa en el cálculo del "índice de calor mensual" (i) y la temperatura media mensual (t), utilizando la siguiente fórmula:

$$i = \left(\frac{t}{5}\right)^{1.514}$$

Se calcula el "índice de calor anual (I) sumando los 12 valores de i:

$$I = \sum i$$

Se calcula la ETP mensual "sin corregir" mediante la fórmula:

$$ETP_{sinsin\ corr.} = 16 * \left(\frac{10 * t}{I}\right)^a$$

Dónde:

$ETP_{sinsin\ corr.}$ = ETP mensual en mm/mes sin corregir

T = temperatura media mensual, °C

I = índice de calor anual, sumando los 12 valores de i

Corrección para la evapotranspiración potencial:

$$ETP = ETP_{sinsin\ corr.} * k$$

Dónde:

K = es un factor de corrección de la duración del día, dependiendo del mes y de la latitud, los valores son asumidos de tablas.

Latitud media del área de estudio = 14°00'26".

Tabla 43

Factor de corrección según la latitud del área de estudio.

LAT	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
10	12.6	12.4	12.1	11.8	11.6	11.5	11.6	11.8	12.0	12.3	12.6	12.7
14.01	12.8	12.6	12.1	11.8	11.5	11.4	11.5	11.7	12.0	12.4	12.7	12.8
15	12.9	12.6	12.2	11.8	11.4	11.2	11.3	11.6	12.0	12.5	12.8	13.0

Nota: Elaboración propia.

En la tabla 41 se presenta el cálculo de la evapotranspiración potencial para el proyecto, mostrando la variabilidad mensual a lo largo del año. El valor máximo se alcanza en diciembre, con 61.86 mm, mientras que el valor mínimo ocurre en julio, con 19.96 mm. Finalmente, la evapotranspiración potencial total anual para el área de estudio es de 537.47 mm.

Tabla 44

Cálculo de la evapotranspiración potencial del Área de estudio.

Evapotranspiración Potencial						
Meses	Temperatura (°C)	índice mensual	ETPsc (mm/mes)	N	# de días	ETP (mm/mes)
Enero	8.34	2.17	53.0	12.84	31	58.56
Febrero	8.19	2.11	52.2	12.56	28	50.98
Marzo	8.06	2.06	51.5	12.18	31	54.03
Abril	7.61	1.89	49.2	11.80	30	48.35
Mayo	6.87	1.62	45.3	11.44	31	44.58
Junio	3.49	0.58	26.1	11.26	30	24.53
Julio	2.57	0.37	20.4	11.36	31	19.96
Agosto	3.66	0.62	27.2	11.64	31	27.23
Septiembre	5.92	1.29	40.1	12.00	30	40.12
Octubre	6.89	1.62	45.4	12.46	31	48.67
Noviembre	8.76	2.34	55.1	12.76	30	58.60
Diciembre	8.84	2.37	55.5	12.94	31	61.86
Índice de calor anual		19.04	ETP anual		537.47	
a		0.81				

Nota: Elaboración propia.

4.5.3.5.8. Caudales Máximos

a) Cálculo para Caudales Máximos

Para el procesamiento de Caudales Máximos se utilizó la data de Precipitación Máxima en 24 horas de la “Estación Ingenio”. Esta información corresponde a la medición máxima de un día durante el mes, donde este representa la precipitación máxima durante 24 horas en el mes.

Tabla 45*Precipitaciones máximas en 24 horas (mm).*

PRECIPITACION MAXIMA EN 24 HORAS														
ESTACION	INGENIO							TIPO			AUTOMATICA			
ESTE	467693.2							DISTRITO			SANTA ROSA DE OCOPA			
NORTE	8687248.9							PROVINCIA			CONCEPCION			
ALTITUD	3373							DEPARTAMENTO			JUNIN			
ZONA	18													
AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	MAX	
1981	21.19	28.86	16.25	23.26	10.62	0.68	0.06	3.62	10.84	6.38	8.28	23.63	28.86	
1982	22.42	9.05	27.23	19.41	2.17	0.49	1.13	0.65	22.49	12.33	16.47	17.18	27.23	
1983	12.97	11.91	11.2	11.63	7.34	0.44	0.82	0.53	4.94	4.88	2.87	17.73	17.73	
1984	17.41	16.88	21.9	8.74	3.99	1.78	1.5	5.15	3.97	14.92	19.26	22.04	22.04	
1985	18.46	18.82	19.95	10.35	10.05	3.27	0.81	0.9	13.78	2.81	16.67	35.04	35.04	
1986	16.04	10.75	19.72	15.15	11.56	0.68	1.07	1.89	25.89	2.32	16.89	29.49	29.49	
1987	15.97	13.9	15.49	10.56	2.59	0.79	14.82	0.64	11.52	7.65	9.22	17.45	17.45	
1988	21.46	32.9	30.54	28.27	8.35	0.32	0.11	0.4	9.88	4.36	7.38	20.57	32.9	
1989	21.39	10.62	18.26	28.29	6.13	2.54	0.88	8.37	8.94	7.19	7.78	21.09	28.29	
1990	21.69	30.74	10.69	17.46	4.64	19.86	0.02	2.32	4.68	9.99	7.39	14.71	30.74	
1991	17.11	16.56	14.53	6	8.33	19.36	0.24	0.39	6.95	5.75	8.2	14.95	19.36	
1992	23.13	12.01	10.34	8.11	1.84	5.92	1.11	14.03	7.59	3.54	12.62	17.62	23.13	
1993	21.33	18.44	18.73	8.42	0.95	2.83	0.82	4.01	4.66	5.21	13.34	22.35	22.35	
1994	21.52	12.62	21.88	13.62	6.51	0.82	0.46	1.34	6.17	5.21	9.57	27.16	27.16	
1995	20.21	16.44	19.69	12.78	3.11	1.09	1.99	0.43	6.28	3.46	13.23	16.12	20.21	
1996	15.65	12.75	21.46	14.59	5.57	0.1	1.9	6.82	12.55	7.76	7.73	30.95	30.95	
1997	14.69	19.18	41.88	20.22	5.14	0.51	1.2	7.28	8.64	6.7	15.77	21.67	41.88	
1998	30.55	19	30.05	5.25	1.33	1.32	0.26	2.28	2.77	7.92	8.83	14.83	30.55	
1999	22.71	20.15	13.97	13.32	4.38	1.32	0.47	0.04	11.82	3.29	6.29	34.87	34.87	
2000	17.01	11.67	20.22	3.72	5.2	5.21	1.7	1.39	5.35	15.9	6.1	16.85	20.22	
2001	32.61	21.21	16.02	18.73	9.11	0.67	4.34	4.14	5.29	11.53	10.42	18.85	32.61	
2002	17.97	21.69	22.77	11.56	22.18	1.3	5.82	1.42	16.6	9.67	11.9	28.99	28.99	
2003	27.58	17.31	22.03	29.02	6.67	10.04	0.6	5.84	6.65	2.94	5.54	65.85	65.85	
2004	21.27	12.85	19.47	7.84	10.16	2.42	6.14	8.46	13.13	6.65	5.35	20.04	21.27	
2005	18.95	17.49	26.59	7.24	4.48	0.07	0.82	1.24	3.63	8.24	10.76	20.09	26.59	
2006	23.43	22.38	16.36	12.77	1.03	3	0.42	1.94	8.11	6.39	14.61	25.27	25.27	
2007	19.11	11.06	26.84	9.22	3.68	0.56	3.54	1	4.72	6.47	20.13	19.49	26.84	
2008	19.17	27.07	16.9	7.48	5.08	3.67	0.2	1.55	2.44	7.01	5.19	26.88	27.07	
2009	16.71	18.49	19.99	13.84	4.31	0.06	1.51	0.62	6.04	6.38	13.26	19.25	19.99	
2010	24.9	12.12	18.03	6.12	6.84	1.34	0.91	2.87	2.08	7.09	9.87	19.8	24.9	
2011	23.96	16.96	22.91	19.55	2.36	3.86	3.62	1.27	10.52	4.89	9.3	33.19	33.19	
2012	27.62	24.45	19.76	11.46	2.19	3.49	1.54	1.06	11.05	4.3	12.49	33.13	33.13	
2013	37.11	26.87	20.78	12.16	10.57	4.2	1.13	4.1	1.83	9.39	14.71	31.49	37.11	
2014	25.33	12.36	21.89	9.35	15.03	0.84	1.42	3.38	14.3	10.14	5.02	27.75	27.75	
2015	34.33	19.79	35.41	15.2	10.12	3.07	6.34	5.14	3.31	6.32	23.53	39.58	39.58	
2016	24.71	18.38	11.01	12.46	2.76	0.57	11.72	2.15	10.32	7.75	5.07	19.28	24.71	
2017	20.2	14.8	20	9.9	5.2	1.5	3.1	7.7	7	11.7	17.1	11.6	20.2	
2018	17.2	17.7	20.8	9.2	1.3	11.7	11	6.3	4.4	22.3	9.6	14.8	22.3	
2019	22.1	11.8	18.9	4.9	6.3	3.2	2.4	4.4	1.4	9.1	23	13.6	23	
2020	17.2	27.6	19.4	12.5	11.5	1.4	0.3	0	17	12.8	12.4	20.6	27.6	

Nota: Elaboración propia.

Sobre esta información se ha realizado la multiplicación con el factor 1.13 recomendado por el Organismo Mundial de Meteorología.

Tabla 46*Precipitación máxima en 24 horas (mm) con el factor 1.13 de la OMM.*

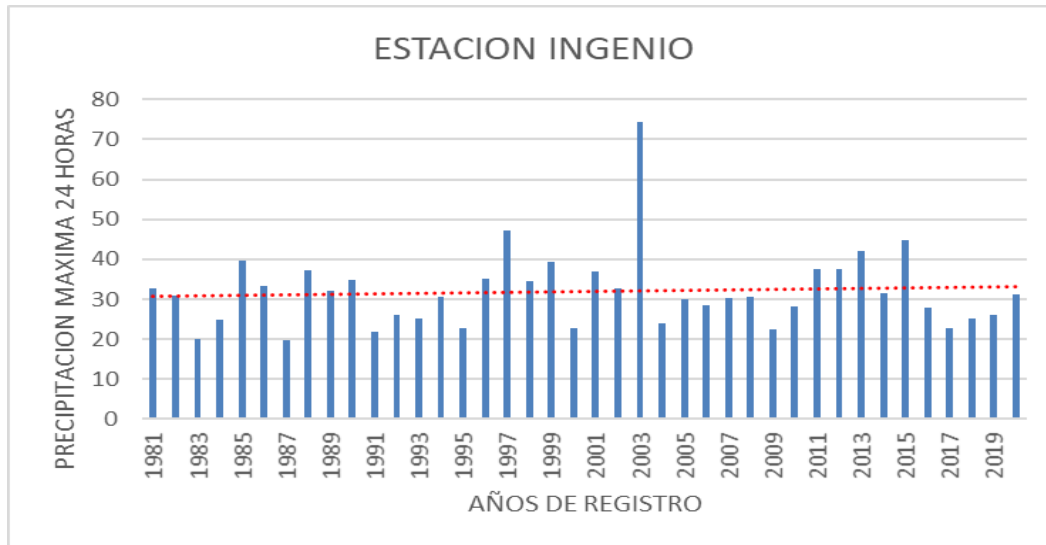
<u>ESTACION/AÑO</u>	<u>MAX</u>	<u>INGENIO/MAX * 1.13 (OMM)</u>
1981	28.86	32.61
1982	27.23	30.77
1983	17.73	20.03
1984	22.04	24.91
1985	35.04	39.60
1986	29.49	33.32
1987	17.45	19.72
1988	32.9	37.18
1989	28.29	31.97
1990	30.74	34.74
1991	19.36	21.88
1992	23.13	26.14
1993	22.35	25.26
1994	27.16	30.69
1995	20.21	22.84
1996	30.95	34.97
1997	41.88	47.32
1998	30.55	34.52
1999	34.87	39.40
2000	20.22	22.85
2001	32.61	36.85
2002	28.99	32.76
2003	65.85	74.41
2004	21.27	24.04
2005	26.59	30.05
2006	25.27	28.56
2007	26.84	30.33
2008	27.07	30.59
2009	19.99	22.59
2010	24.9	28.14
2011	33.19	37.50
2012	33.13	37.44
2013	37.11	41.93
2014	27.75	31.36
2015	39.58	44.73
2016	24.71	27.92
2017	20.2	22.83
2018	22.3	25.20
2019	23	25.99
2020	27.6	31.19

Nota: Elaboración propia.

Los datos obtenidos de la extracción del producto grillado pisco y del mapa temático del SENAMHI deben someterse a un análisis de consistencia. Dado que la información disponible es completa, no se aplicó una metodología para complementar datos; sin embargo, se realizó una inspección ocular y se definieron los límites superior e inferior de los datos.

Figura 45

Validación visual para el proceso de consistencia (mm).



Nota: Elaboración propia.

Mediante una inspección visual se observa la línea de tendencia ascendente con una pendiente mínima desde el año 1981 al año 2020. Se puede ver un valor extremo en el año 2003, es por ello que antes de realizar la prueba de bondad de Kolmogorov – Smimov se realizó una prueba de datos con la metodología del Water Resources Council.

Esta metodología nos brinda un análisis de datos duditable altos y bajos, empleando las siguientes ecuaciones.

$$X_{high} = X_{prom} + K_n * S_y$$

$$X_{low} = X_{prom} - K_n * S_y$$

Donde:

Xh: Umbral de dato dudoso alto en unidades logarítmicas.

XL: Umbral de dato dudoso alto en unidades logarítmicas

Xprom: Promedio de los logaritmos de la muestra

K_n : Valor para un tamaño de muestra n

S_y : Desviación estándar de los logaritmos de la muestra

De esta manera los valores de precipitación aceptados como límite inferior (PL) y superior (PH) quedan determinados mediante las siguientes expresiones:

$$PL = 10^{XL}$$

$$Ph = 10^{Xh}$$

Además, se tiene un valor de corrección según el tamaño de la muestra denominado como K_n usado en la obtención de los límites superiores e inferiores.

Tabla 47
Valores de K_n para diferentes tamaños de muestra.

Tamaño de muestra n	K_n	Tamaño de muestra n	K_n	Tamaño de muestra n	K_n	Tamaño de muestra n	K_n
10	2.036	24	2.467	38	2.661	60	2.837
11	2.088	25	2.486	39	2.671	65	2.866
12	2.134	26	2.502	40	2.682	70	2.893
13	2.175	27	2.519	41	2.692	75	2.917
14	2.213	28	2.534	42	2.700	80	2.940
15	2.247	29	2.549	43	2.710	85	2.961
16	2.279	30	2.563	44	2.719	90	2.981
17	2.309	31	2.577	45	2.727	95	3.000
18	2.335	32	2.591	46	2.736	100	3.017
19	2.361	33	2.604	47	2.744	110	3.049
20	2.385	34	2.616	48	2.753	120	3.078
21	2.408	35	2.628	49	2.760	130	3.104
22	2.429	36	2.639	50	2.768	140	3.129
23	2.448	37	2.650	55	2.804		

Nota: Fuente: Ven Te Chow, 1994

Finalmente se verifica si los valores obtenidos del SENAMHI o Producto Grillado Pisco se encuentra dentro del rango de los límites, en caso de tener un valor fuera de los rangos se realiza la sustitución de este por los valores límite.

Tabla 48

Resultados de la prueba de datos dudosos para la precipitación 24h en la estación Ingenio.

PRUEBA DE DATOS DUDOSOS (Metodos de Water Resources Council)			
n=	40	XH =	xmedia + Kn.S
Kn=	2.682	XL =	xmedia - Kn.S
Precipitacion maxima aceptable		XH =	4.16
		PH =	64.18 mm
Precipitacion minima aceptable		XL =	2.76
		PL =	15.83 mm
Se ajustara los valores que pasen los limites minimos y maximos			

Nota: Fuente: U.S Water Resources Council (1981)

Del análisis de consistencia realizado para la estación de la data Pisco de la estación de Ingenio se pudo verificar que no se tiene falta de información, pero que en el año 2003 se observó un dato dudoso con PP24H: 74.41 mm es un valor fuera del rango de confianza. Este dato se reemplazó con el límite superior de 64.18 mm de la prueba de datos dudosos para poder seguir con la metodología de la prueba de bondad.

b) Ajuste de bondad

La distribución de probabilidades es una función matemática que describe la probabilidad relativa de cada posible resultado de una variable aleatoria. En la estadística hidrológica se tiene la prueba Kolmogorov – Smirnov, donde se realiza un análisis con 5 distribuciones de probabilidad, estas son.

- **Distribución Normal**

Es una distribución con forma de campana simétrica. Su función de densidad es la siguiente.

$$f(x) = \frac{1}{S\sqrt{(2\pi)}} e^{-\frac{1}{2}\left(\frac{x-\mu}{S}\right)^2}$$

Donde:

$f(x)$: Función densidad normal de la variable x

x : variable independiente

μ : parámetro de localización, igual a la media aritmética de x

S : Parámetro de escala, igual a la desviación estándar de x

- **Distribución Log Normal**

La ecuación que presenta la función de distribución de probabilidad se muestra a continuación.

$$P(x \leq x_i) = \frac{1}{S\sqrt{(2\pi)}} \int_{-\infty}^{x_i} e^{\left(\frac{-(x-X)^2}{2S^2}\right)} dx$$

Valido para:

$$X_0 \leq x < \infty, -\infty < X_0 < \infty, 0 < \beta < \infty \text{ y } 0 < y < \infty$$

Donde:

y : Parámetro de forma

β : Parámetro de escala

X_0 : Origen de la variable x , parámetro de posición

- **Distribución Log Pearson Tipo III**

La función de distribución de probabilidad se muestra en la ecuación.

$$f(x) = \frac{(\ln x - x_0)^{y-1} e^{\frac{-(\ln x - x_0)}{\beta}}}{x \beta^y y!}$$

Donde:

y: Parámetro de forma

β : Parámetro de escala

x_0 : Parámetro de posición

- **Distribución de Gumbel**

Esta distribución se caracteriza por ser una distribución general de valores extremos.

$$F(x) = e^{-e^{-\alpha(x-\beta)}}$$

Utilizando el método de momentos, se obtienen:

$$\alpha = \frac{1.2825}{\sigma}$$

$$\beta = \mu - 0.45\sigma$$

Donde:

α : Parámetro de concentración.

β : Parámetro de localización.

Ajuste de bondad para los datos de **precipitación máxima en 24 horas** de la estación Ingenio.

Se realizó el ajuste de bondad de los datos procesados por el análisis de consistencia, donde se obtuvo lo siguiente.

Tabla 49*Ajuste de bondad de datos filtrados.*

N	T	P(X≥XT)	F0 (xM)	NORMAL		LOG-NORMAL			EV1-GUMBEL		PEARSON III		LOG PEARSON III	
				F (xm)	Δ	ym=log (xn)	F (ym)	Δ	F (xm)	Δ	F (xm)	Δ	F (xm)	Δ
1	41.0	2.44%	976	1.000	243	4.04	999	229	996	202	1.000	239	994	186
2	20.5	4.88%	951	967	158	3.73	960	84	948	29	965	138	948	36
3	13.7	7.32%	927	938	108	3.68	936	88	925	23	940	132	925	15
4	10.3	9.76%	902	887	16	3.61	896	62	888	149	898	48	891	119
5	8.2	12.20%	878	825	532	3.56	849	296	844	339	846	324	850	284
6	6.8	14.63%	854	819	347	3.55	844	98	840	137	841	131	846	8
7	5.9	17.07%	829	755	747	3.50	792	377	793	363	784	453	801	283
8	5.1	19.51%	805	752	528	3.50	790	154	791	138	782	231	799	57
9	4.6	21.95%	780	742	381	3.49	781	9	784	32	773	75	792	117
10	4.1	24.39%	756	730	263	3.48	771	146	774	18	762	54	783	269
11	3.7	26.83%	732	653	79	3.43	702	293	712	195	689	427	723	85
12	3.4	29.27%	707	642	649	3.43	693	145	704	38	679	283	715	74
13	3.2	31.71%	683	633	0.05	3.42	684	11	696	125	670	131	707	239
14	2.9	34.15%	659	579	795	3.38	632	266	647	111	616	426	660	11
15	2.7	36.59%	634	553	812	3.37	606	283	623	112	589	45	635	12
16	2.6	39.02%	610	546	636	3.36	599	109	616	66	582	277	629	191
17	2.4	41.46%	585	516	692	3.34	568	178	587	15	551	349	599	139
18	2.3	43.90%	561	488	733	3.32	537	24	558	34	520	411	570	88
19	2.2	46.34%	537	480	568	3.32	528	83	549	126	511	253	561	248
20	2.1	48.78%	512	460	519	3.30	507	55	528	161	490	223	540	279
21	2.0	51.22%	488	457	312	3.30	503	147	524	365	486	2	536	482
22	1.9	53.66%	463	452	115	3.30	497	338	519	557	481	171	531	673
23	1.8	56.10%	439	440	8	3.29	484	445	506	667	467	281	517	78
24	1.7	58.54%	415	427	122	3.28	469	54	491	764	453	379	502	873
25	1.6	60.98%	390	360	305	3.23	388	18	411	204	375	15	418	282
26	1.6	63.41%	366	342	243	3.21	366	1	388	218	354	119	394	283
27	1.5	65.85%	341	332	91	3.21	354	129	376	343	343	16	382	402
28	1.5	68.29%	317	260	568	3.14	261	556	278	39	256	609	277	0.04
29	1.4	70.73%	293	255	379	3.14	254	386	270	224	249	433	269	241
30	1.4	73.17%	268	228	404	3.11	219	496	232	363	217	516	227	412

N	T	P(X≥XT)	F0 (xM)	NORMAL		LOG-NORMAL			EV1-GUMBEL		PEARSON III		LOG PEARSON III	
				F (xm)	Δ	ym=log g(xn)	F (ym)	Δ	F (xm)	Δ	F (xm)	Δ	F (xm)	Δ
31	1.3	75.61%	244	226	18	3.10	216	279	229	148	214	296	224	0.02
32	1.3	78.05%	220	216	38	03.09	203	171	214	51	202	177	208	117
33	1.2	80.49%	195	187	8	03.06	165	305	173	222	167	281	163	325
34	1.2	82.93%	171	152	187	03.01	119	516	123	48	125	456	108	623
35	1.2	85.37%	146	152	54	03.01	119	276	122	24	125	216	108	384
36	1.1	87.80%	122	152	295	03.01	118	36	122	0	124	24	107	145
37	1.1	90.24%	98	145	475	3.00	110	127	113	154	117	193	98	3
38	1.1	92.68%	73	127	537	2.96	88	147	88	151	96	228	72	12
39	1.1	95.12%	49	87	386	2.88	44	49	41	8	53	46	25	234
40	1.0	97.56%	24	82	572	2.86	38	139	35	105	48	233	20	41

N	40	Distribución	NORMAL	LOG-NORMAL	EV1-GUMBEL	PEARSON III	LOG PEARSON III
Significa	0.05	Δ máx.	812	556	764	609	873
Δ critico	215	Mejor Ajuste	Si Se Ajusta 4	Si Se Ajusta 1	Si Se Ajusta 3	Si Se Ajusta 2	Si Se Ajusta 5

Nota: Elaboración propia.

De este cuadro se puede ver que los datos filtrados utilizados se adecuan a las 5 distribuciones realizadas, teniendo a la distribución Log-Normal como la que más y la prueba Log-Pearson III como la que menos se ajusta. Es por ello que para hallar los valores de diferentes periodos se va a realizar la obtención con el ajuste de Log Normal.

c) **Análisis de tormenta y curvas IDF**

Con los datos que ya pasaron por la prueba de bondad, se procedió a utilizarlos en el Software “hydrognomon”, este programa permite realizar las correcciones por bondad de los datos ingresados, permitiendo tener un valor más seguro estadísticamente.

Obtención de intensidad máxima

Se utilizó la metodología de “Dick Peschke” para hallar el cuadro “Intensidad – Duración – Frecuencia”.

$$P_d = P_{24} \left(\frac{d}{1440} \right)^{0.25}$$

Donde:

I = Intensidad máxima (mm/h)

K, m, n = factores característicos de la zona de estudio

T = período de retorno en años

d = duración de la precipitación equivalente al tiempo de concentración (min)

Si se toman los logaritmos de la ecuación anterior se obtiene:

$$\text{Log (I)} = \text{Log (K)} + m \text{ Log (T)} - n \text{ Log (t)}$$

$$\text{O bien: } Y = a_0 + a_1 X_1 + a_2 X_2$$

Donde:

$$Y = \text{Log (I)}, \quad a_0 = \text{Log K}$$

$$X_1 = \text{Log (T)} \quad a_1 = m$$

$$X_2 = \text{Log (t)} \quad a_2 = -n$$

Los factores de “K”, “m”, “n”, se obtiene desde las intensidades máximas calculadas, mediante regresión múltiple.

Seguidamente, se presentan las intensidades máximas calculadas de la “Estación Ingenio”, que tiene mayor representatividad debido a su ubicación en comparación con las demás estaciones evaluadas. Estas intensidades corresponden a diferentes períodos de retorno: “2, 5, 10, 25, 50, 100, 250 y 500 años”.

$$I = \frac{K * T^m}{t^n}$$

Donde: I = Intensidad máxima (mm/hr)

T = Periodo de Retorno (años)

t = Duración de la precipitación (minutos)

d) Intensidad Máxima para la zona del proyecto

Se realizo el cálculo por medio del programa Hydrognomon, donde se obtuvo la siguiente precipitación de diseño menores a 24 horas.

Con la información de intensidad se obtuvo la tabla de duración – intensidad – frecuencia para distintos periodos de retorno.

Tabla 50
precipitaciones de diseño para duraciones menores a 24h (mm/hr).

Lluvias máximas (mm). - Estación Ingenio									
T	P.Max	Duración en minutos							
Años	24 horas	5	10	15	20	30	60	120	240
500	54.8	6.8	10.2	12.5	14.2	16.9	22.2	28.5	36.0
250	52.9	6.3	9.4	11.5	13.1	15.6	20.4	26.2	33.1
100	50.3	5.6	8.3	10.2	11.6	13.8	18.1	23.2	29.3
50	48.1	5.0	7.5	9.2	10.5	12.4	16.3	21.0	26.5
25	45.7	4.5	6.7	8.2	9.3	11.1	14.6	18.7	23.6
10	41.9	3.7	5.6	6.9	7.8	9.3	12.1	15.7	19.8
5	38.4	3.2	4.8	5.9	6.7	8.0	10.4	13.4	16.9
2	31.6	2.5	3.7	4.5	5.2	6.2	8.1	10.4	13.1

Nota: Elaboración propia.

La tabla obtenida de I-D-F brinda los valores de intensidades de 1 día, en base a la precipitación máxima en 24h.

La Organización Mundial de Meteorología recomienda el uso de un factor de conversión de 1.13, que permite convertir la intensidad en base a 24 horas a intensidad instantánea, donde se ha obtenido el siguiente cuadro.

Tabla 51

Intensidades instantánea de diseño para duraciones menores a 24h (mm/hr).

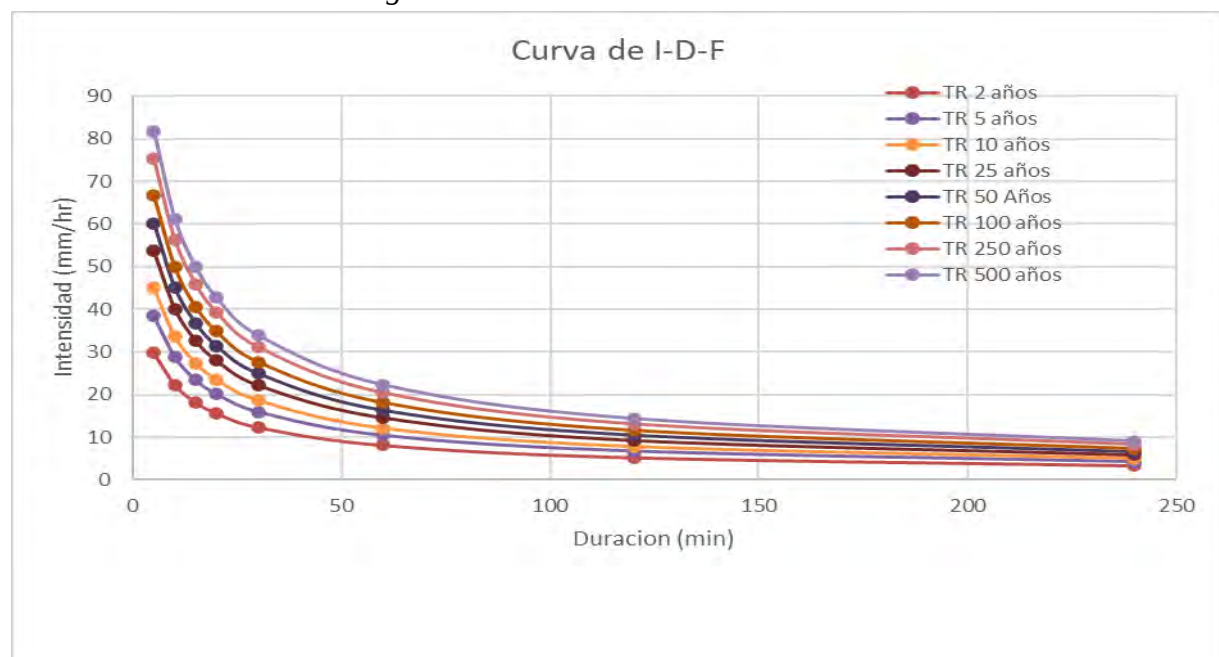
T	Intensidades máximas (mm/hora). - Estación Ingenio								
	P.Max	Duración en minutos							
años	24 horas	5	10	15	20	30	60	120	240
500	54.8	81.8	61.2	49.9	42.7	33.8	22.2	14.3	9.0
250	52.9	75.2	56.3	45.9	39.3	31.1	20.4	13.1	8.3
100	50.3	66.6	49.9	40.6	34.8	27.6	18.1	11.6	7.3
50	48.1	60.1	45.0	36.7	31.4	24.9	16.3	10.5	6.6
25	45.7	53.6	40.1	32.7	28.0	22.2	14.6	9.3	5.9
10	41.9	45.0	33.6	27.4	23.5	18.6	12.1	7.8	5.0
5	38.4	38.4	28.8	23.4	20.1	15.9	10.4	6.7	4.2
2	31.6	29.8	22.3	18.2	15.6	12.3	8.1	5.2	3.3

Nota: Elaboración propia.

Finalmente se tiene la figura de intensidad – duración – frecuencia para las intensidades instantáneas.

Figura 46

Curvas IDF de la estación Ingenio.



Nota: Elaboración propia.

Con los valores de Intensidad y las Curvas IDF, se tiene los valores para poder calcular los parámetros necesarios en caso de un diseño de infraestructura civil o hidráulica.

4.5.3.6. Caudales Medios

Para llevar a cabo el estudio hidrológico, se eligió el producto hidrológico PISCO_HyM_GR2M de SENAMHI. Este producto se elaboró utilizando datos mensuales de precipitación y evapotranspiración, junto con el modelo hidrológico conceptual GR2M. Este producto cubre todo el territorio peruano, incluyendo cuencas transfronterizas, y subdividido en 3594 subcuencas y ríos para realizar un modelamiento hidrológico a nivel semi distribuido.

Para la calibración y validación del modelo hidrológico a nivel nacional, se emplearon datos de caudales mensuales observados desde enero de 1981 hasta marzo de 2020 en 43 estaciones hidrométricas ubicadas en las tres vertientes hidrográficas del Perú (Pacífico, Atlántico y Titicaca). Además, se aplicó un enfoque de regionalización que se basa en el análisis de sensibilidad de los parámetros del modelo GR2M y su relación con 2 índices hidroclimáticos, con el fin de estimar caudales en cuencas que no cuentan con información de caudales.

El rendimiento del modelo se evaluó mediante la eficiencia de Kling-Gupta (KGE), la raíz cuadrada del índice de Nash-Sutcliffe (NSEsqr) y el error de balance de agua (WBE). Los resultados indican una excelente representación de los caudales mensuales en la mayoría de las subcuencas peruanas, con valores de $KGE \geq 0.75$, $NSEsqr \geq 0.65$ y un rango de WBE entre -0.29 y 0.23 .

Este estudio presenta un producto de tasas de descarga mensuales continuas en Perú para entender el balance de aguas superficiales en subcuencas poca recolección de datos para el periodo 1981-2020.

4.5.3.6.1. Modelos PISCO_HyM_GR2M en la zona de estudio

La subcuenca COMID 3293, con una extensión de 319.5 Km². Esta subcuenca COMID contiene a la microcuenca Añas, la cual es nuestra cuenca en interés.

- **Transferencia Hidrológica**

Para la obtención de la data de caudales descargados se va a realizar la transferencia de información hidrológica. Consiste en el modelamiento hidrológico mediante el método de transferencia hidrológica, en la zona no se tiene aforos por lo cual, se ha considerado la siguiente relación:

$$Q_s = \frac{Q_c * A_s * P_s}{A_c * P_c}$$

Donde:

Q_s= Caudal de la cuenca sin información (m³/s)

Q_c= Caudal de la cuenca con información (m³/s)

A_s= Área de la cuenca sin información (km²)

A_c= Área de la cuenca con información (km²)

P_s= Precipitación media de la cuenca sin información (mm)

P_c= Precipitación media de la cuenca con información (mm)

Para ello se tiene las siguientes áreas.

Caudales Mensuales Microcuenca Añas (Microcuencas de quebrada Añas)

Tabla 52

Área de la microcuenca de la quebrada Añas y la microcuenca COMID 3293.

Áreas de microcuencas			
1	Añas	20.24	Km ²
3	COMID 3293	319.5	Km ²

Nota: Elaboración propia.

Junto con la información de las áreas, se ha generado las precipitaciones y caudales de la subcuenca COMID 3293, estas servirán para aplicar la transferencia de información hidrológica.

Tabla 53***Precipitación Subcuenca COMID 3293 (mm)***

Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Total
1981	158.1	118.4	107.9	76.7	23.1	2.1	1.4	41.6	39.5	56.9	90.6	158.7	875.0
1982	191.8	74.5	104.5	47.4	2.9	2	2.7	5.9	32	47.8	134.2	87.7	733.4
1983	117.9	80.5	83.1	46	41.3	1.8	3	2.5	3.9	12.2	40.4	99.3	531.9
1984	146.9	88.7	142	39.4	28.7	11.6	9.4	17.4	11	70.1	153.1	156.6	874.9
1985	151.4	111.3	146.5	84.2	47.2	6.1	1.5	1.5	59.6	16.9	126.8	173.3	926.3
1986	148.3	146.9	140.3	88.7	40.7	1.2	1.6	17.8	49.3	6.6	70.4	164.7	876.5
1987	146	91.1	85.1	31.3	14	4.3	79.9	13.3	12.7	32.4	130.8	141.8	782.7
1988	141.4	89.5	145.1	105.8	86.1	1.8	1	1.3	13.8	25.7	16.2	107.2	734.9
1989	154.7	126.4	98.2	70.9	37.8	15.7	2.1	61.4	48	25.4	53.6	112.1	806.3
1990	147.6	112.5	89.2	57.9	30.7	86.9	0.9	11.2	15.4	61.6	59.2	94.6	767.7
1991	144	88.1	94.5	42.7	59.8	38.3	1.3	0.8	12.2	35.5	44.5	101.8	663.5
1992	112	79.3	44.8	17.4	3.6	14	1.1	70.9	11.4	37.6	86.2	104	582.3
1993	158.4	85.5	97	74.2	16	15.7	15.2	47.1	25.1	53.4	98.8	162.2	848.6
1994	170.2	126.4	102.4	79.4	43.2	5.5	0.6	9.7	16.9	34.9	81.6	167.4	838.2
1995	116	93.6	121.5	39.4	20.3	2.8	6.7	1.5	23.8	28.9	93.9	121	669.4
1996	158.4	116	101.4	48.2	55.9	1.3	11.6	33.1	24.7	38	74.9	172.2	835.7
1997	137.6	139.8	138.2	47.5	33	1.3	9.8	39	34.7	35.4	125.7	117.5	859.5
1998	125.9	113.8	94.4	20.9	2.4	12.1	1	7	5.6	77.2	87.1	63.8	611.2
1999	123.7	129.4	113.4	88.8	37.2	6.6	3.6	1.5	38.5	27.4	45.1	129.3	744.5
2000	152.4	127.1	82.6	29.8	22.3	24.6	9.7	17.8	18.8	76.7	29.9	130.4	722.1
2001	212.1	176	141.5	67	77.1	2.7	11.1	33.4	26.4	61.4	65.1	67	940.8
2002	92.7	170	127	71.2	46.7	14	70.1	24.8	44.9	52.1	92.4	137.1	943.0
2003	159.4	113.8	125.9	51.2	46	15	8.8	29.5	20.6	24.8	37.3	148.2	780.5
2004	155.4	104.2	103.3	44.3	25.1	15.3	24.6	49.2	30.5	32.5	56.8	133.6	774.8
2005	90.3	129.2	74.5	22	12.3	1	4	5.8	15.6	51.7	87.7	109.7	603.8
2006	180.7	94.4	82.3	71.3	17.8	14.1	3.1	21.9	22.2	48.4	111.7	143.1	811.0
2007	149.2	79.7	106.5	63.8	32.2	5	12.2	5.3	22.7	43.5	65.7	107	692.8
2008	192	93.5	69.1	27.1	25.4	12.5	2.4	9.7	12.6	50	50.8	179.4	724.5
2009	133.3	139.6	81.5	39.1	16.7	1.2	16.3	7	23.4	31.5	140.1	125.5	755.2
2010	192.3	137.9	89.1	37.3	39	8.9	7.5	12.4	11.3	38.4	35.9	165.3	775.3
2011	142.3	172.6	99.4	89	29	15.1	18.4	12.9	39	37.3	37.2	160.8	853.0
2012	154.5	166.7	94.7	54.3	4.8	21.8	9.8	9	39.7	32.8	69.1	190.8	848.0
2013	232.2	119.4	85.8	28.4	63	22	2.4	19.8	5.6	61	75.7	186.7	902.0
2014	187.3	100.6	91.6	59.7	47.5	3.2	7.9	25.8	45.5	45.9	52.5	200.9	868.4
2015	196.7	108.1	132.4	118.7	60.9	9.2	17.2	20	22	23.9	96.8	162.9	968.8
2016	147.5	129.1	62.5	72.5	15.7	5.3	25.5	13.2	26.8	53.9	28.6	111	691.6
2017	180.9	149.8	129.5	64.9	101.2	9.8	12.4	12.3	63.2	55.6	108.9	137	1025.5
2018	181.5	153.8	108.5	65.4	32.3	79.7	84.1	65.6	12	81.8	91.7	149.1	1105.5
2019	135.8	123	84.9	56.6	43.5	5.7	1.5	1.1	3.4	47	132.9	257.3	892.7
2020	133.9	178.9	113.4	57.4	35.4	13.3	12.9	20.0	25.2	42.9	79.0	139.4	851.9
2021	153.8	119.5	103.4	57.4	35.4	13.3	12.9	20.0	25.2	42.9	79.0	139.4	802.3
Promedio	153.8	119.5	103.4	57.4	35.4	13.3	12.9	20.0	25.2	42.9	79.0	139.4	66.9
Max	232.2	178.9	146.5	118.7	101.2	86.9	84.1	70.9	63.2	81.8	153.1	257.3	131.2
Min	90.3	74.5	44.8	17.4	2.4	1	0.6	0.8	3.4	6.6	16.2	63.8	26.8
Data Pisco Hym G2rm Data Promediada													

Nota: Elaboración propia.

Tabla 54*Caudales Mensuales Subcuenca COMID 3293 (mm).*

Año	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	Prom
1981	6	8.9	9.3	9.8	6.9	5.2	3.8	4	4.1	4	5.1	8.2	6.3
1982	14.1	13.2	13.2	10.9	6.9	5.3	4.1	3.4	3.6	3.6	5.6	6.2	7.5
1983	8.2	9.2	8.7	7.7	6.5	4.8	3.8	3.1	2.6	2.4	2.5	3.2	5.2
1984	5.6	7.5	10	8	6.2	5	4	3.5	3.1	3.8	6.6	9.8	6.1
1985	13.6	15.6	17.3	15.8	11.9	8.1	5.7	4.5	5.6	4.3	6.7	10.8	10.0
1986	14.3	18	18.5	16.9	11.6	7.7	5.7	4.8	5.5	4	4.6	7.8	10.0
1987	11.7	12.6	11.1	8.7	6.2	4.9	6	4.6	4	3.6	5.5	8.1	7.3
1988	11.1	11.4	14.6	15.9	13.8	8.5	6	4.5	4.2	3.7	3.3	4.5	8.5
1989	7.6	10.6	10.5	10.2	8	6.1	4.5	5	5.3	4.3	4.5	5.8	6.9
1990	9.1	11.6	10.6	9.8	7.3	8.5	5.6	4.5	3.9	4.3	4.5	5.2	7.1
1991	8.2	9.6	9.2	7.8	7.2	6.5	4.5	3.5	3.3	3.1	3.2	4	5.8
1992	5.7	6.8	5.8	4.7	3.6	3.2	2.6	3.1	2.7	2.6	3.3	3.9	4.0
1993	6.9	8.2	8.6	8.9	6.1	5	4	4.1	3.9	3.8	5.1	8.4	6.1
1994	13.7	16.6	14.9	14.1	10.3	7.2	5.2	4.2	3.9	3.6	4.5	7.9	8.8
1995	9.8	11.3	12.9	10	7.1	5.4	4.2	3.4	3.3	2.9	3.9	5.4	6.6
1996	9	11.3	11.1	9.5	8.2	5.8	4.6	4.4	4.1	3.8	4.4	8.1	7.0
1997	10.7	15.4	16.9	12.3	9.1	6.5	5	4.9	4.7	4.2	6.5	8.3	8.7
1998	10.9	14	13	9	6	4.9	3.8	3.2	2.9	3.4	4.3	4.3	6.6
1999	6.5	9.8	10.1	11.1	8.1	6	4.5	3.6	3.8	3.5	3.5	5.3	6.3
2000	8.4	11.4	10.7	8.1	6.2	5.4	4.2	3.7	3.4	4.1	3.7	5.2	6.2
2001	12	18.6	19.4	15.4	13.9	8.7	6.6	6.2	5.5	5.6	6.1	6.1	10.3
2002	7.3	14.1	14.8	13.1	10.2	7.5	8.3	6.5	6.6	6.2	7.3	10	9.3
2003	14.8	17.5	17.5	13	10.3	7.8	5.7	5.2	4.7	3.9	3.9	6.2	9.2
2004	10.4	12.1	11.8	9.7	7.2	5.8	4.9	5	4.8	4.1	4.5	6.6	7.2
2005	7.6	11.6	10	7.5	5.4	4.3	3.3	2.9	2.7	2.9	3.7	4.7	5.6
2006	9.4	10.9	10	10.1	6.9	5.6	4.1	3.7	3.6	3.5	5	7.4	6.7
2007	11.4	11.6	12.5	11.2	8.2	6	4.9	3.8	3.7	3.5	4.1	5.2	7.2
2008	10.6	11.8	10.2	8	6.2	5.1	3.9	3.2	2.9	3.1	3.4	6.2	6.2
2009	9	13.1	11.1	9	6.5	4.8	4.1	3.4	3.2	3	5	6.8	6.6
2010	13.3	17	14.4	10.9	8.5	6.4	4.8	4.1	3.6	3.4	3.4	6	8.0
2011	8.8	15.5	13.3	13.8	9.3	7	5.8	4.7	4.9	4.3	4.2	7.1	8.2
2012	11.2	17.9	15	12.4	7.7	6.5	5	4	4.2	3.8	4.5	9.2	8.5
2013	19.7	21.2	17	11.8	10.7	8.2	5.8	5	4.1	4.4	5.2	10.8	10.3
2014	17.8	17.9	15.1	13.1	10.2	7.1	5.4	4.8	5.2	4.9	5	10.5	9.8
2015	18.2	18.3	18.9	20.5	14.6	9.6	7.5	6.2	5.5	4.5	6.1	10.6	11.7
2016	14.4	17.2	13.1	12.9	8.4	6.3	5.5	4.5	4.4	4.4	4.1	5.4	8.4
2017	10.6	15.7	16.2	13.9	14.8	9.2	6.8	5.4	6.4	6	8.2	10.7	10.3
2018	17.9	24.1	19.9	16.2	11.2	12	12.3	11	7.6	8.6	9.7	13.7	13.7
2019	16.6	20.1	16.2	13.6	10.5	7.4	5.3	4.1	3.6	3.6	6.2	16.5	10.3
2020	17.2	25.5	13.2	11.4	8.7	6.5	5.2	4.5	4.2	4.0	4.9	7.4	9.4
2021	11.2	14.1	13.2	11.4	8.7	6.5	5.2	4.5	4.2	4.0	4.9	7.4	7.9
Promedio	11.2	14.1	13.2	11.4	8.7	6.5	5.2	4.5	4.2	4.0	4.9	7.4	7.9
Max	19.7	25.5	19.9	20.5	14.8	12	12.3	11	7.6	8.6	9.7	16.5	14.8
Min	5.6	6.8	5.8	4.7	3.6	3.2	2.6	2.9	2.6	2.4	2.5	3.2	3.8
Data PISCO HyM G2RM													
Data promediada													

Nota: Elaboración propia.

Con la información obtenida para la generación de caudales se ha resumido la información de la siguiente manera, incluyendo la data obtenida para la subcuenca COMID

3293 por medio de PISCO_HyM_GR2M y la información de precipitación regionalizada para la zona del estudio.

Tabla 55
Caudales y Precipitación mensuales en Subcuenca COMID 3293 y microcuenca Añas.

Precipitaciones Mensuales para la Subcuenca COMID 3293													
Meses PPM (mm)	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	Total
	153.8	119.5	103.4	57.4	31.0	13.3	12.9	20.0	25.2	42.9	79.0	139.4	802.3
Caudales Mensuales para la Microcuenca COMID 3293													
Meses Caudal (m3/s)	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	Total
	11.2	14.1	13.2	11.4	8.7	6.5	5.2	4.5	4.2	4.0	4.9	7.4	7.9
Caudales Mensuales al 75% de persistencia para la Subcuenca COMID 3293													
Meses Caudal (m3/s)	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	Total
	8.4	11.3	10.5	9.0	6.9	5.3	4.1	3.6	3.6	3.5	3.9	5.4	6.3
Precipitaciones Regionalizadas Mensuales para la Microcuenca Añas													
Meses PPM (mm)	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	Total
	195.30	149.15	117.80	65.26	16.54	8.12	6.60	10.61	27.14	42.45	80.99	195.98	915.94

Nota: Elaboración propia.

Con la información obtenida se procedió a realizar la obtención de caudales de cada microcuenca de la microcuenca Añas. Esta información brindara los caudales mensuales de cada punto de interés.

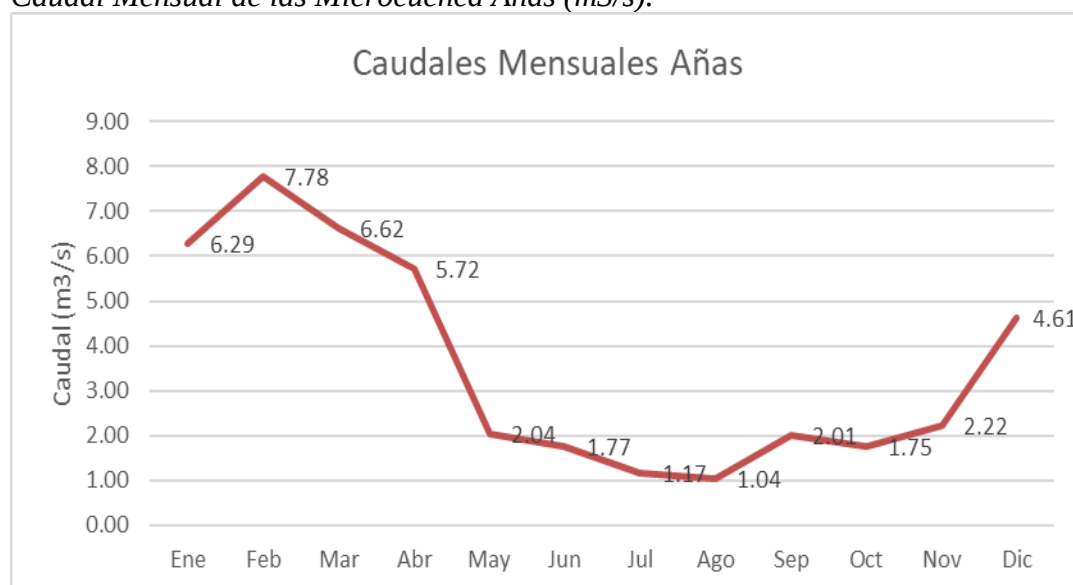
Tabla 56
Caudales Mensuales de la microcuenca Añas.

Caudales Generados Mensuales														
Cuencas	Nombre	Meses												Promedio
		Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	
Microcuenca	Añas	6.29	7.78	6.62	5.72	2.04	1.77	1.17	1.04	2.01	1.75	2.22	4.61	4.00
Microcuenca de quebradas	Añas	0.37	0.46	0.39	0.34	0.12	0.10	0.07	0.06	0.12	0.10	0.13	0.27	0.24

Nota: Elaboración propia.

Figura 47

Caudal Mensual de las Microcuenca Añas (m3/s).



Nota: Elaboración propia.

Tabla 57

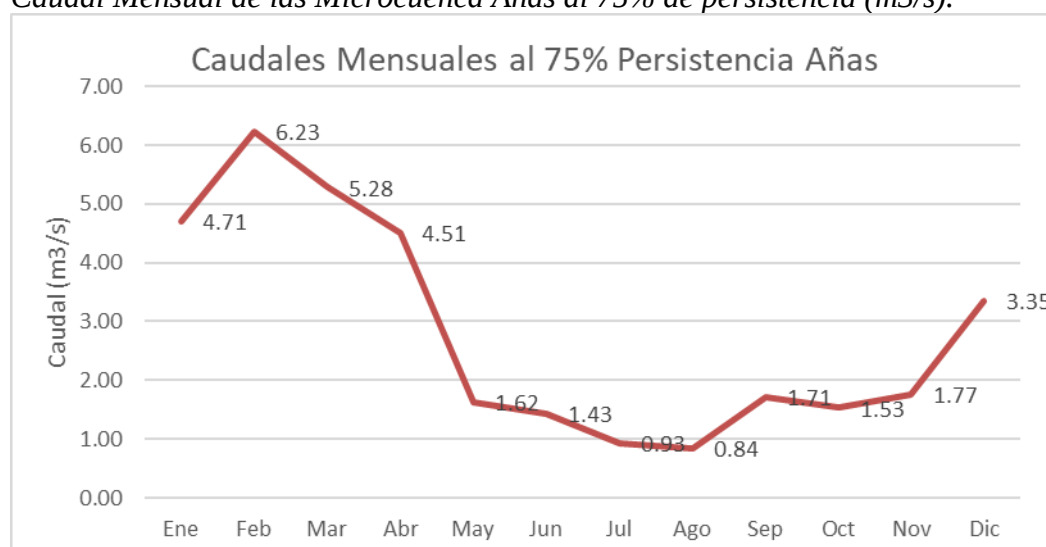
Caudales Mensuales de la Microcuenca Añas al 75 % de persistencia

Caudales Generados Mensuales al 75%													Promedio
Cuencas	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	
Subcuenca Añas	4.71	6.23	5.28	4.51	1.62	1.43	0.93	0.84	1.71	1.53	1.77	3.35	3.17
Microcuenca de quebradas Añas	0.28	0.37	0.31	0.27	0.10	0.08	0.05	0.05	0.10	0.09	0.10	0.20	0.19

Nota: Elaboración propia.

Figura 48

Caudal Mensual de las Microcuenca Añas al 75% de persistencia (m3/s).



Nota: Elaboración propia.

- **Calibración de los caudales hallados para la zona de proyecto**

La calibración de los caudales hallados se ha realizado mediante el documento “Modelamiento Hidrológicos Mensual Distribuido para el Monitoreo de Sequias Hidrológicas en la Vertiente Hidrográfica del Atlántico” ello por el SENAMHI (2019).

La calibración es un esfuerzo para parametrizar mejor un modelo, a un conjunto dado de condiciones locales, reduciendo la incertidumbre de predicción. El modelo GR2M utiliza la métrica Kling – Gupta (KGE), calculado mediante la siguiente ecuación.

$$KGE = 1 - \sqrt{(r - 1)^2 + \left(\frac{\sigma_{sim}}{\sigma_{obs}} - 1\right)^2 + \left(\frac{\mu_{sim}}{\mu_{obs}} - 1\right)^2}$$

Donde:

- **r:** Coeficiente de correlación de Pearson
- **σ_{sim} y σ_{obs} :** Desviación estándar de los datos simulados y observados
- **μ_{sim} y μ_{obs} :** Medias de los caudales simulados y observados

El coeficiente KGE varia de $-\infty$ a 1, donde un valor mayor a 0 se considera un ajuste bueno entre series observadas y simuladas.

Aparte de la métrica utilizada, se ha realizado un estudio de grado de homogeneidad, haciendo que se tenga una separación por regiones en la calibración del modelo.

Esta separación por regiones se ha realizado con la medida estadística H2, definida por Hosking y Wallis, donde se tiene

- Si H2 es < 1 , es aceptablemente homogénea
- Si H2 está comprendido entre 1 – 2, es posiblemente homogénea
- Si H2 es > 2 , es definitivamente heterogénea

Tabla 58

Resultados de la prueba de homogeneidad, para las regiones definidas.

Regiones	Medidas de heterogeneidad		
	H_1	H_2	H_3
A	11.48	-2.07	-0.64
B	-5.10	-9.90	-6.95
C	13.91	1.93	2.54
D	-3.16	-2.99	-4.85
E	0.11	-3.66	-1.94
F	8.65	1.41	2.40
G	38.51	-1.14	-0.50
H	12.46	-5.67	-8.30
I	12.49	1.17	1.21
J	28.78	1.50	2.00
K	-0.24	-5.65	-4.52
L	12.82	1.95	2.04
M	21.51	1.50	2.40
N	18.93	1.55	2.54

Nota: Elaboración propia SENAMHI

Comparación con el método racional

Una vez obtenidos los caudales del producto grillado PISCO –GR2M y se explicó la validación y calibración del modelo, se ha realizado una comparativa con el método racional para las microcuencas de las quebradas donde se realizará la captación de agua.

Para ello se está basando el análisis en la siguiente expresión.

$$Q = \frac{C \cdot I \cdot A}{360}$$

Donde se tiene:

C: Coeficiente de escorrentía

I: Intensidad de lluvia (mm/hr)

A: Área de la microcuenca (Ha)

Q: Caudal (m³/s)

Para realizar la comparación entre métodos se ha considerado los valores utilizados en la anterior metodología del producto PISCO – GR2M.

Tabla 59

Caudales Mensuales de las microcuencas de las quebradas para captación por el método racional y método GR2M PISCO.

Microcuenca	Microcuenca de Quebradas - Captación	Caudales Promedio Anual (M3/s)	
		Método GR2M - PISCO	Método Racional
Añas	Añas	0.240	0.121

Nota: Elaboración propia.

Del cuadro de los caudales de las microcuencas se puede observar que los valores entre los caudales en la microcuenca Añas no se encuentran tan diferenciados, teniendo aproximadamente una variación de 33%.

Con los valores obtenidos y comparados; y con la validación presentada del SENAMHI, podemos concluir que los caudales medios hallados son representativos para la zona del proyecto y para las actividades de captación proyectadas.

4.5.3.6.2. Caudales Base

Se van a realizar la obtención de caudales base por el método visual, utilizando los caudales medios obtenidos para la quebrada Añas. Para su obtención se realizó lo siguiente.

Se puede observar en el grafico que se considerara como caudales bases de ambas microcuencas el valor mínimo de caudales medios calculados, teniendo los siguientes valores.

Tabla 60

Caudales base en la microcuenca Añas.

Meses	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
Caudales (M3/s)	1.04	1.04	1.04	1.04	1.04	1.04	1.04	1.04	1.04	1.04	1.04	1.04

Nota: Elaboración propia.

4.5.3.6.3. Balance Hídrico

a) Balance Hídrico método de Thornthwaite

Entre los modelos de balance hídrico más utilizados se encuentra el desarrollado por Thornthwaite y Matter (1957), ficha hídrica. En el modelo, la data de entrada incluye: precipitación (P), evapotranspiración potencial (ETP) mensual, reserva del suelo (R) y

capacidad de retención de agua del suelo (CRA), todos estos datos se obtienen fácilmente a partir de estaciones meteorológicas y características edáficas.

El método se basa en definir mensualmente los siguientes parámetros (Almorox, 2004): precipitación media mensual (P), evapotranspiración potencial (ETP), la diferencia entre precipitación y evapotranspiración (P-ETP), reserva (RE), variación de la reserva (ΔRE), evapotranspiración real (ETR), lluvia útil (LU), déficit (DE), superávit (SU) y recarga (Re). A continuación, se describen los fundamentos de cada uno de estos parámetros.

b) Precipitación media mensual (P)

Se considera la precipitación total mensual calculada para las microcuencas del proyecto.

c) Evapotranspiración potencial (ETP)

Es la cantidad máxima de que puede ser evaporada y transpirada por las plantas en un área, bajo condiciones ideales de disponibilidad de agua, temperatura, y radiación solar.

d) Diferencia de la precipitación y la evapotranspiración (P-ETP)

Es el balance mensual de las entradas y salidas de agua en el suelo. Se diferencia meses secos y húmedos, según si las entradas de agua superan a las salidas.

e) Reserva (RE)

Cuando las entradas de agua superan las salidas durante un mes ($P > ET$), el exceso de agua se almacena en los reservorios del suelo. En cambio, si las salidas superan a las entradas, las reservas de agua en el suelo disminuyen. El suelo poroso puede estar lleno en diferentes proporciones, dependiendo del nivel de humedad presente en el suelo.

Cuando los poros del suelo están completamente llenos de agua, el suelo se considera saturado. Si el suelo comienza a drenar, la cantidad de agua disminuye, comenzando con la eliminación del agua libre o gravitacional que ocupa los macroporos. Después de 2 o 3 días, el suelo deja de perder agua. La reserva útil (RU) se define como volumen de agua que el suelo

puede retener por unidad de superficie, hasta la profundidad desde la cual el agua puede ascender por capilaridad. Este valor es una característica del suelo. En este estudio, se establece que la reserva útil (RU) al inicio del año hidrológico (en septiembre) es de 0 mm, dado que es el mes más seco. Se utiliza una reserva máxima ($R_{\text{máx}}$) de 100 mm como valor de referencia climática para comparar diferentes zonas, sin tener en cuenta el tipo de suelo ni la vegetación. Thornthwaite y Mather (1955) reportaron valores de reservas máximas que oscilan entre 50 y 400 mm, mientras que Thornthwaite (1948) y Turc, en su índice de productividad agrícola, emplearon un valor de 100 mm como referencia climática.

Para el cálculo del balance hídrico, la reserva de agua del mes "i" se determinará en de acuerdo con la reserva del mes anterior "i-1" de la siguiente manera:

$$R_i = R_{i-1} + (P_i - ET_i) ; \text{si } 0 < R_{i-1} + (P_i - ET_i) < R_{\text{máx}}$$

$$R_i = R_{\text{máx}} ; \quad \text{si } R_{i-1} + (P_i - ET_i) > R_{\text{máx}}$$

$$R_i = 0 ; \quad \text{si } 0 > R_{i-1} + (P_i - ET_i)$$

Durante el período húmedo, los valores de la reserva se incrementarán mes a mes conforme los valores de $(P - ET > 0)$, mientras que, en el período seco, disminuirán por mes siguiendo valores de $(P - ET < 0)$. En ningún caso se excederá la reserva máxima ni se volverá negativa.

f) Variación de la reserva (ΔRE)

Es la variación en la reserva de agua entre el mes actual y el anterior mes: $VR_i = R_i - R_{i-1}$

g) Evapotranspiración real (ETP)

Es el volumen de agua evapotranspirada realmente por mes, esto depende si hay suficiente agua disponible para alcanzar la evapotranspiración potencial o de referencia. Así, la evapotranspiración real (ET_i) no es menor que la evapotranspiración potencial (ETR_i).

Durante los meses húmedos, cuando al agua de escorrentía cubre la demanda potencial, la evapotranspiración real será igual a la potencial ($ETR_i = ET_i$). En los meses secos, la evapotranspiración es el agua precipitada más la cantidad extraída del suelo, es decir, la diferencia entre la reserva actual y la del mes anterior ($ETR_i = P_i + |VR_i|$).

h) Lluvia útil (LU)

Determinando la evapotranspiración real, la lluvia útil (LU) se puede calcular con la fórmula: $LU = P - ETR$. La lluvia útil se divide en dos partes: escorrentía e infiltración. La escorrentía contribuye a los cuerpos de agua superficiales, mientras que la infiltración aumenta la reserva útil (agua efectiva), la cual luego se dirige hacia acuíferos.

i) Déficit (DE)

La cantidad de agua requerida para satisfacer completamente las necesidades potenciales de evaporación/transpiración. Se calcula como: $(F_i = ET_i - ETR_i)$.

j) Superávit (SU)

Es el exceso de agua que excede la capacidad máxima de reserva del suelo y se pierde mediante escorrentía superficial o infiltración profunda. Se tiene:

$$Exi = [Pi - ETi - VRi] \text{ si } (Pi - ETi) > 0$$

$$Exi = 0 \text{ si } (Pi - ETi) \leq 0$$

El exceso de agua solo puede ocurrir si el agua de lluvia ha superado previamente la evapotranspiración, específicamente en época húmeda.

k) Recarga (Re)

El exceso de agua, conocido como superávit, se divide en dos partes: una parte se descarga en los ríos, en forma de escorrentía, y la otra se utiliza para recargar el acuífero mediante infiltración. Para calcular la escorrentía (ES) y la infiltración (I), se sigue un método común en hidrogeología que asigna el 75% del superávit a la escorrentía y el 25% a la infiltración, después de que se ha cubierto la demanda de evapotranspiración potencial (ETP) y se ha completado la reserva útil del suelo (Montaner Salas, Sánchez, & Serrano, 1988).

l) Balance Hídrico del área de estudio

Los cálculos correspondientes a los componentes del balance hídrico empleados para calcular la recarga (infiltración) en el proyecto. Se observa en la época de precipitaciones

ocurre durante los meses de verano, mientras que el período húmedo se extiende a lo largo de los meses de invierno.

Tabla 61

Balance Hídrico del área de estudio.

CÁLCULO DE LOS COMPONENTES DEL BALANCE HÍDRICO EN EL SUELO												
METODOLOGÍA SEGÚN THORTHWAITE												
MES	P (mm)	ETP (mm)	P-ETP	Clasificación de meses	R _{i-1} + (Pi-ET _i) Reserva máxima /mínima	RU (mm)	ΔRE (mm)	ETR (mm)	DE (mm) (ETP-ETR)	SU (mm) (P-ETR-ΔRU)	LU (mm) (P-ETR)	I (mm) (0.25* SUP)
SET	27.141	40.12	-12.98	Seco	-12.98	0	0.0	27.14	12.0	0.0	0.0	0.0
OCT	42.4534	48.67	-6.22	Seco	-6.22	0	0.0	42.45	4.1	0.0	0.0	0.0
NOV	80.986	58.6	22.39	Humedo	22.39	22	22.4	58.60	0.0	0.0	22.4	0.0
DIC	195.98	61.86	134.12	Humedo	156.51	100	77.6	61.86	0.0	56.5	134.1	14.1
ENE	195.3	58.56	136.74	Humedo	236.74	100	0.0	58.56	0.0	136.7	136.7	34.2
FEB	149.15	50.98	98.17	Humedo	198.17	100	0.0	50.98	0.0	98.2	98.2	24.5
MAR	117.801	54.03	63.77	Humedo	163.77	100	0.0	54.03	0.0	63.8	63.8	15.9
ABR	65.26	48.35	16.91	Humedo	116.91	100	0.0	48.35	0.0	16.9	16.9	4.2
MAY	16.538	44.58	-28.04	Seco	71.96	72	-28.0	44.58	0.0	0.0	-28.0	0.0
JUN	8.124	24.53	-16.41	Seco	55.55	56	-16.4	24.53	0.0	0.0	-16.4	0.0
JUL	6.603	19.96	-13.36	Seco	42.20	42	-13.4	19.96	0.0	0.0	-13.4	0.0
AGO	10.605	27.23	-16.63	Seco	25.57	26	-16.6	27.23	0.0	0.0	-16.6	0.0
Total	895.73		516.49					502.36	16.1		365.6	39.0

Nota: Elaboración propia

4.5.4. Hidrogeología

4.5.4.1. Introducción

El reservorio acuífero en esta área se clasifica principalmente en tres tipos: acuitardo en roca intrusiva, acuífero poroso no consolidado detrítico, y acuitardo volcánico sedimentario.

4.5.4.2. Geometría del reservorio del acuífero

4.5.4.2.1. Formas y Límites

El acuífero tiene una geometría libre, poligonal irregular y flancos empinados. Está compuesto por materiales cuaternarios no consolidados y está rodeado por depósitos glaciales y fluviales no consolidados.

Esta geometría del reservorio acuífero puede variar entre libre y confinado debido a los materiales cuaternarios no consolidados, como limos, arcillas y arenas provenientes de depósitos glaciales y fluviales.

4.5.4.2.2. Características Litológicas

A partir de los resultados de los estudios geológicos realizados para este trabajo, el análisis de cartas geológicas, el mapeo hidrogeológico del área de estudio y la investigación geofísica llevada a cabo, se ha logrado identificar la litología del acuífero.

a) Depósitos Glaciales y fluviales

Suelen ubicarse en quebradas y amplias superficies topográficas, los depósitos fluviales tienen un espesor menor que los glaciales, formado por limos, arcillas y arenas sub angulosos a sub redondeados, presenta poca matriz arenosa-limosa.

4.5.4.3. Hidro estratigrafía regional

El acuífero en esta zona se clasifica principalmente como: acuífero en roca intrusiva, acuífero poroso no consolidado detrítico y acuífero volcánico sedimentario.

Cada unidad hidro estratigráfica se caracteriza por su capacidad variable para almacenar y transmitir agua; por lo tanto, la terminología aplicada a cada unidad hidrogeológica se especificará a continuación.

4.5.4.3.1. Acuitardo de roca Intrusiva

En el contexto de una roca intrusiva, un acuitardo puede formarse debido a la presencia de minerales o estructuras que dificultan el flujo de agua. La presencia de minerales impermeables como el cuarzo o la presencia de fracturas selladas puede contribuir a la baja permeabilidad de una roca intrusiva y convertirla en un acuitardo.

Un acuitardo en una roca intrusiva puede tener implicaciones importantes en la hidrogeología y en la exploración de recursos naturales. No presenta disponibilidad y movilidad del agua subterránea, así como el transporte de sustancias disueltas en el agua. Además, puede influir en la explotación de recursos minerales y energéticos que se encuentren en el subsuelo.

En resumen, un acuitardo en una roca intrusiva se refiere a una capa de roca intrusiva con baja permeabilidad que actúa como una barrera para el flujo de agua y otros fluidos en el subsuelo.

4.5.4.3.2. Acuífero poroso no consolidado detrítico

Las formaciones no consolidadas están constituidas por depósitos cuaternarios recientes. La litología predominante incluye gravas y arenas, que permiten un flujo y almacenamiento eficiente de las aguas subterráneas. Además, estos depósitos contienen sedimentos finos, como capas de limos, arcillas y arenas.

4.5.4.3.3. Acuitardo volcánico sedimentario

Las rocas volcánicas desarrollan fracturas y cristales al enfriarse y cristalizarse al llegar a la superficie. La actividad tectónica en la cordillera de los Andes genera una red de fracturas y fallas regionales que aportan a la productividad de estas formaciones mediante su porosidad secundaria. En la zona afloran rocas volcánicas del Mesozoico superior, predominantemente lavas andesíticas y tobas indiferenciadas, pertenecientes al grupo Mitu.

Tabla 62

Unidades hidro estratigráficas del proyecto.

Unidad Litológica	Símbolo	Litología	Clasificación Hidrogeológica
Depósitos Cuaternarios Recientes	Q-Gl Qh-al	Depósitos Glacial – Fluvial	Acuífero poroso no consolidado detrítico
Rocas Intrusivas	KP – gr / PET-pri	Granito y Pórfido riolita	Acuitardo de roca intrusiva
Grupo Mitu	PET- m	lavas andesíticas y dacíticas	Acuitardo volcánico sedimentario

Nota: Elaboración propia.

4.5.4.4. Modelo Hidrogeológico Conceptual

4.5.4.4.1. Coeficiente de almacenamiento y rendimiento específico

Basándonos en datos de áreas similares, se puede estimar que las rocas en la región podrían presentar un coeficiente de almacenamiento (relacionado con la compresibilidad del acuífero) en un rango de 0.0001 a 0.000001, con rendimiento específico (porosidad drenable)

entre 0.005 y 0.1. En zonas con una mayor fracturación, estos valores podrían ser ligeramente superiores. Se anticipa que los sedimentos cuaternarios en el área constituyan un acuífero freático con un rendimiento específico que varíe entre 0.10 y 0.20.

4.5.4.4.2. La conductividad hidráulica (K)

Tabla 63

Rangos de porosidad y conductividad hidráulica de algunos sedimentos y rocas (Benítez, 1972).

	Tipo De Roca	Porosidad (%)	K (M/Día)
Rocas Plutónicas	Granito Fresco	0 A 3	10^{-5}
	Granito Meteorizado	2 A 10	$8.35 \cdot 10^{-1}$ A 1.66
	Basaltos Densos	0.1 A 1	10^{-11} A 10^{-8}
	Basaltos Residuales	5	10^{-9} A 10^{-8}
Rocas Volcánicas	Basaltos Fracturados Y/O Meteorizados	10	10^{-9} A 10^{-5}
	Tobas Interestratificadas Parcialmente Zeolitizadas	39	$3 \cdot 10^{-5}$
	Tobas Estratificadas	40	$9.6 \cdot 10^{-3}$
	Tobas Soldadas	14	$3 \cdot 10^{-4}$
	Mármol	0.4	14
	Micaesquistos Meteorizados	20.6	$2.75 \cdot 10^{-2}$
	Cuarcitas		$1.60 \cdot 10^{-6}$
Rocas Metamórficas	Pizarras	3.4	$1.08 \cdot 10^{-6}$
	Gneis	0.1	
	Esquistos	3	1.16
	Gneis Meteorizados		$2.50 \cdot 10^{-1}$ A
	Y/O Descomprimidos	0.1 A 2	$8.34 \cdot 10^{-3}$
Rocas Sedimentarias	Aluviones De Rio	5 A 25	10 A 500
	Sedimentos Lacustres	15 A 35	0.1 A 100
	Calcarenitas	20	$31.5 \cdot 10^{-3}$
	Calizas Arecifales	20	$6.4 \cdot 10^{-3}$
	Arenas De Delta	15 A 40	0.1 A 200

*Nota: Elaboración propia * Fuente: Sanders (1998) hace una síntesis de los otros autores expresados en el cuadro.*

4.5.4.5. Secciones Hidrogeológicas

4.5.4.5.1. Secciones Hidrogeológicas Regionales

Se realizaron 02 secciones hidrogeológicas a escala regional, que fueron ubicados estratégicamente, para poder analizar las unidades hidro-estratigráficas de la zona. El proyecto yace sobre el acuitardo de roca intrusiva el cual se encuentra en algunas zonas subyaciendo a los acuíferos porosos no consolidados detríticos. Se aprecian en los planos 29 al 35.

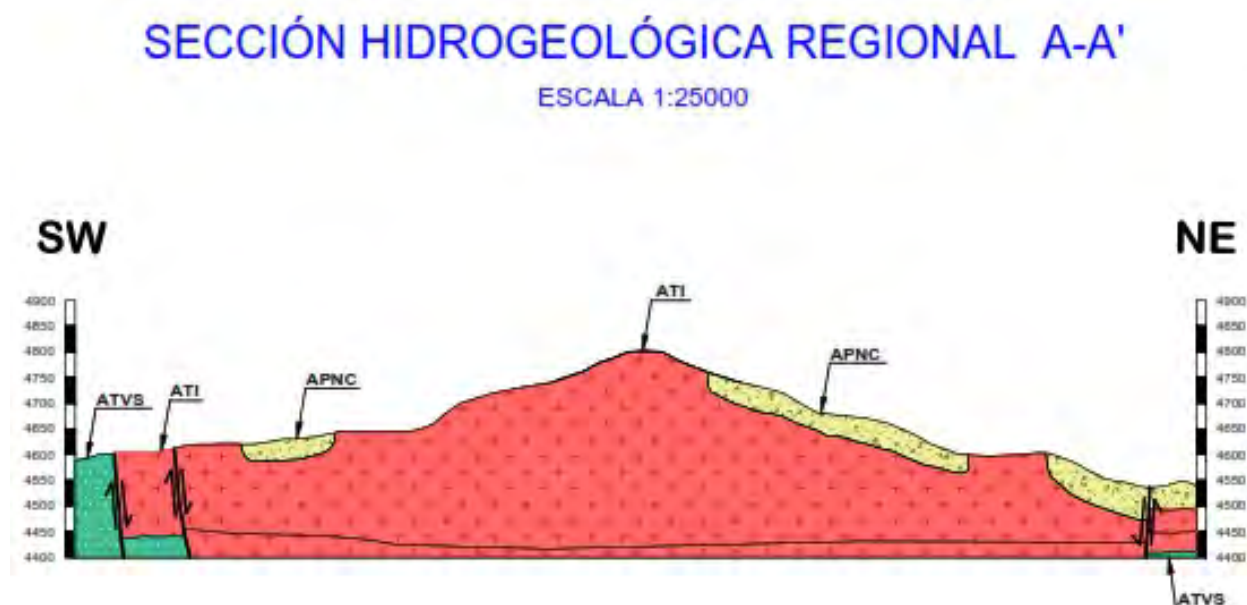
4.5.4.5.2. Sección Hidrogeológica Regional A-A'

Corte A-A': Con una dirección aproximada de SW a NE y una longitud de 5900 metros.

En el margen izquierdo de la sección se halla la unidad hidrogeológica Acuitardo vulcano sedimentario representado por las brechas sedimentarias del Grupo Mitu. En el margen central de la sección se ubica la unidad hidrogeológica Acuitardo de roca Intrusiva representado por el granito y granodiorita del Plutón que abarca gran extensión. Sobre esta unidad se halla la unidad Acuífero poroso no consolidado detrítico que cubre algunos sectores del cuerpo intrusivo.

Figura 49

Sección Hidrogeológica Regional A-A'.



Nota: Elaboración propia

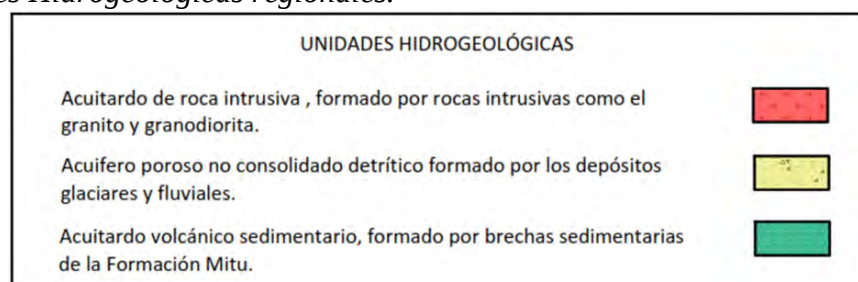
4.5.4.5.3. Sección Hidrogeológica Regional B-B'

Corte B-B': Con una orientación de Oeste a Este y una longitud aproximada de 4545 metros.

La unidad hidrogeológica Acuitardo de roca intrusiva aflora a lo largo de toda la sección y está representada por rocas intrusivas del granito de Sucllamachay. Sobre esta unidad se encuentra el material cuaternario de origen glacial en sectores específicos que representa a la unidad hidrogeológica Acuífero poroso no consolidado detrítico.

Figura 50

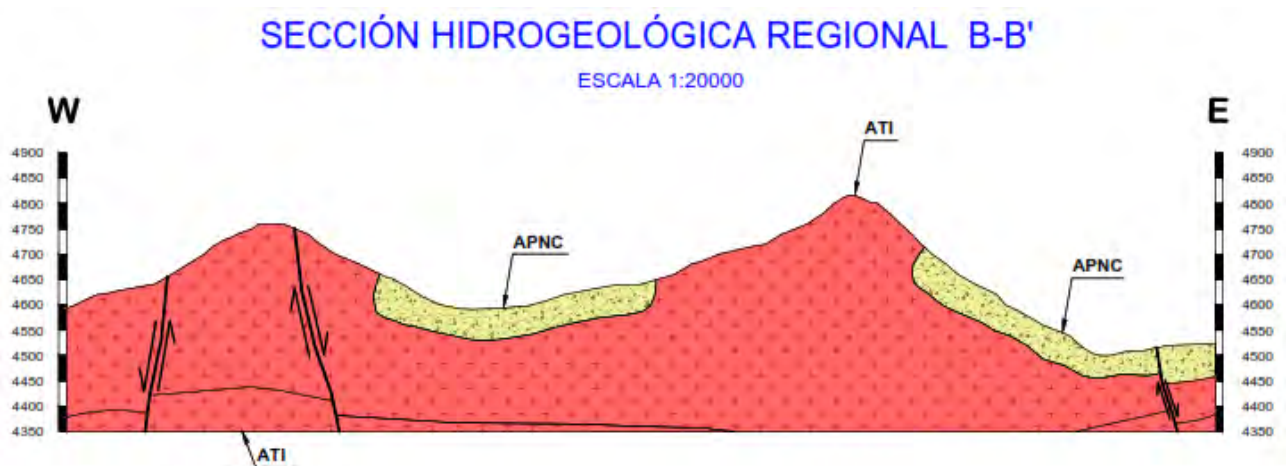
Unidades Hidrogeológicas regionales.



NOTA: Fuente: Carta Nacional de Nuñoa (29 u).

Figura 51

Sección Hidrogeológica Regional B-B'.



Nota: Elaboración propia

4.5.4.5.4. Secciones Hidrogeológicas Locales

Se realizaron 03 secciones hidrogeológicas a escala local, que fueron ubicados estratégicamente, para poder analizar las unidades Hidro estratigráficas del proyecto.

El proyecto yace sobre el acuitardo de roca intrusiva el cual se encuentra en algunas zonas subyaciendo a los acuíferos porosos no consolidados detríticos. Se aprecian en los planos

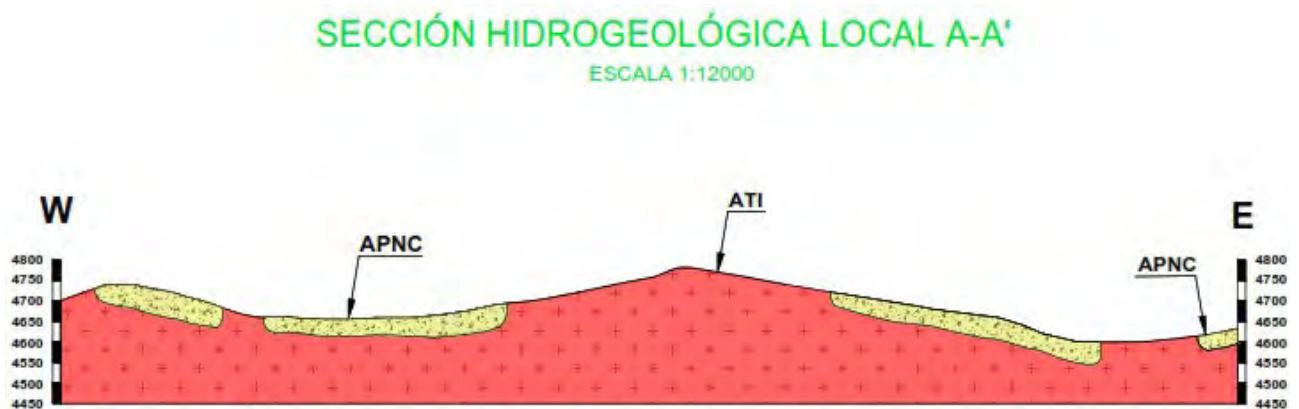
4.5.4.5.5. Sección Hidrogeológica Local A-A'

Corte A-A': Con una orientación de Oeste a Este y una longitud aproximada de 2742 metros.

El Plutón Sucllamachay se extiende a lo largo de la sección. Hidrogeológicamente se clasifica como Acuitardo de roca intrusiva y está cubierta por material cuaternario de origen glacío fluvial que representa a la unidad hidrogeológica Acuífero poroso no consolidado detrítico.

Figura 52

Sección Hidrogeológica Local A-A'



Nota: Elaboración propia

4.5.4.5.6. Sección Hidrogeológica Local B-B'

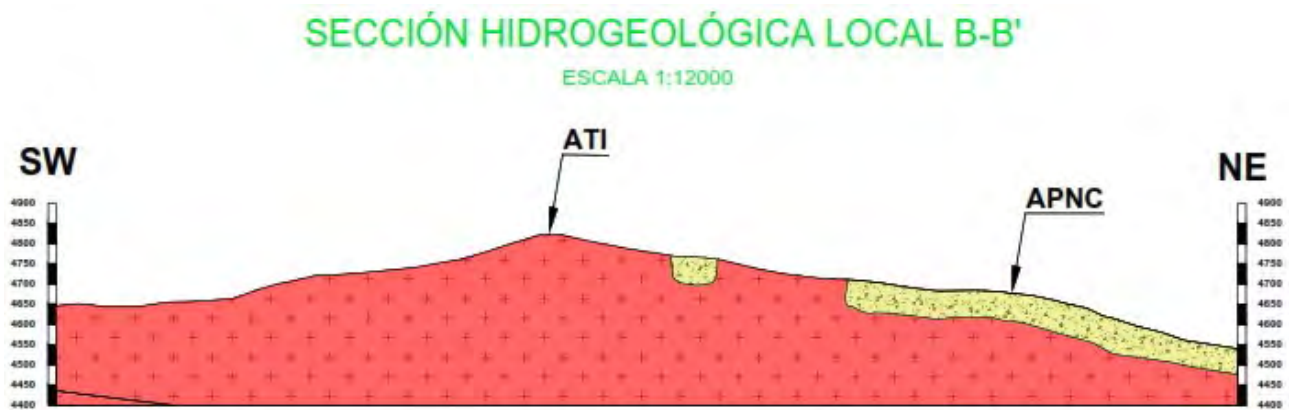
Corte B-B': Con una orientación de Suroeste a Noreste y una longitud aproximada de 2790 metros.

La hidrogeología corresponde a roca intrusiva perteneciente al intrusivo granítico de Sucllamachay. pertenecientes a la unidad hidrogeológica de Acuitardo de roca intrusiva. Por otro lado, se observa en el margen derecho de la sección la presencia de otra unidad

hidrogeológica denominada Acuífero poroso no consolidado detrítico representado por los depósitos glaciares y glaciofluviales.

Figura 53

Sección Hidrogeológica Local B-B'.



Nota: Elaboración propia

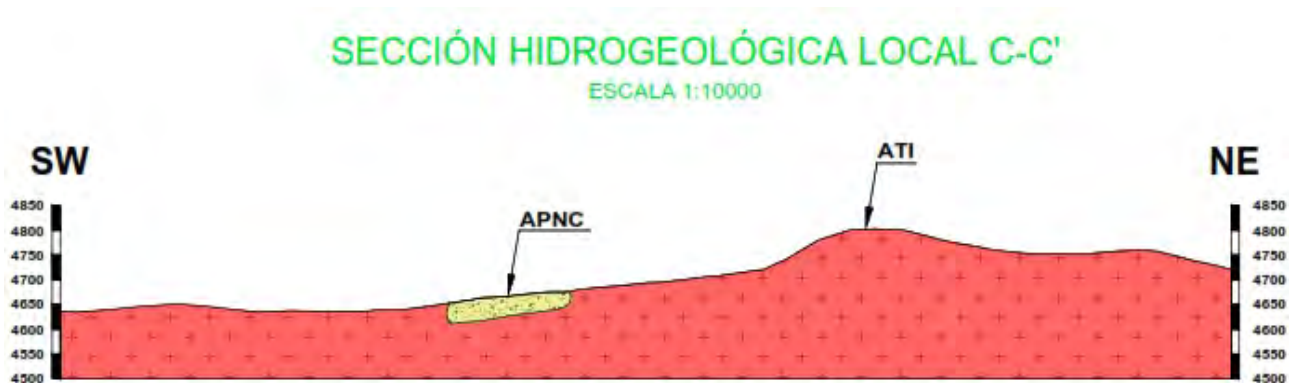
4.5.4.5.7. Sección Hidrogeológica Local C-C'

Corte C-C': Con una orientación de Suroeste a Noreste y una longitud aproximada de 2284 metros.

El cuerpo intrusivo granítico (Sucllamachay) abarca toda la sección hidrogeológica y representan acuitardos de roca intrusiva. Sobre esta unidad, en el sector adyacente al centro, se ubican acuíferos porosos no consolidados detrítico representada por depósitos glaciares y glaciofluviales.

Figura 54

Sección Hidrogeológica Local C-C'



Nota: Elaboración propia

4.5.4.5.8. Delimitación de la zona de recarga, tránsito y descarga

a) Zona de Recarga

El área se encuentra limitado por el relieve topográfico de grandes montañas ubicadas al Oeste del proyecto, a una altura de hasta 5200 msnm. Estas hacen que las nubes precipiten iniciando así el ciclo hidrológico.

b) Zona de Tránsito

La zona de tránsito se ubica en el centro del proyecto, está compuesta por material impermeable por la cual el tránsito será netamente mediante escorrentía hasta llegar a los depósitos glaciales, donde el transporte cambiará a escorrentía y subsuperficial.

c) Zona de Descarga

El área se encuentra en diferentes puntos de la zona de estudio, donde por pendiente y gravedad se distribuye en la topografía más baja. Esto sumando a la geomorfología del terreno. Nos ayuda a determinar cuáles son las áreas propensas a tener una mayor recarga de aguas subterráneas.

Con el fin de terminar un nivel freático del proyecto se elaboró el estudio geofísico. Así mismo la elaboración de los planos de hidroisohipsas se realizó en base al mapeo hidrogeológico de campo inventario de fuentes de agua, geofísica.

4.5.5. Descripción Actividad Minera

4.5.5.1. Generalidades

La compañía minera se especializa en la extracción de Talco a tajo abierto en cantera. Tiene una producción programada: 60ton/día, 1,500ton/mes y 18,000ton/año.

Con un estimado de reservas mineras de 270,000ton, el proyecto "JESÚS PODEROSO" cuenta una vida útil de la mina de aproximadamente 15 años. Sus operaciones se centran en la extracción eficiente y sostenible de Talco, que son utilizados en la construcción, la fabricación de vidrio, la cerámica y la industria química.

4.5.5.2. Plan De Minado

4.5.5.2.1. Yacimiento Mineral

El yacimiento de Talco presenta una amplia gama de granulometría en sus minerales. Este recurso es de interés para diversas industrias, como la pintura, cerámica, fabricación de tejas, papel e industrias de goma, entre otros sectores.

Se realizó un análisis del mineral de 5 muestras en el laboratorio para determinar las características del producto, humedad, los ensayos de Photovolt, análisis por fluorescencia de rayos X y poder cubriente.

Tabla 64

Resultados de análisis.

ENSAYO	UND.	M 1	M2	M3	M4	M5	Promedio
PHOTOVOLT							
Color		Blanco Cremoso	Blanco Cremoso	Blanco Cremoso	Blanco Cremoso	Blanco Cremoso	
F. verde	%	88.9	89.1	88.4	90.9	89.2	89.3
F. Azul	%	86.6	86.9	87.7	88.1	86.3	87.12
F. Ambar	%	89.3	89.5	90.0	91.6	89.9	90.06
Amarilleo	%	3.04	2.92	2.60	3.85	4.04	3.29
Índice de blancura	%	79.70	80.30	85.60	79.70	77.60	80.58
Absorción de Aceite	%	27.78	29.63	28.71	31.48	30.56	29.632
Poder Cubriente	%	59.0	61.5	58.7	62.6	66.0	61.56

Nota: Fuente: Informe de ensayo ENE-LAB N°21181/2025

Tabla 65
Resultados de análisis.

ENSAYO	UND.	M 1	M2	M3	M4	M5	Promedio
Análisis por fluorescencia de rayos X							
Al ₂ O ₃	%	24.50	25.15	22.51	27.54	25.19	24.978
Ca O	%	0.58	0.41	0.36	0.27	0.53	0.43
Cr ₂ O ₃	%	-	-	-	-	-	-
Fe ₂ O ₃	%	0.91	0.92	0.76	0.68	0.87	0.828
K ₂ O	%	4.58	4.91	3.41	5.64	5.29	4.766
MgO	%	12.39	12.15	12.14	13.15	12.51	12.468
Mn O	%	0.04	0.03	0.04	0.03	0.03	0.034
Na ₂ O	%	-	-	-	-	-	-
P ₂ O ₅	%	-	-	-	-	-	-
SiO ₂	%	49.15	48.52	53.31	44.52	47.53	48.606
SO ₃	%	-	-	-	-	-	-
Sr O	%	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06
TiO ₂	%	0.07	0.08	0.05	0.11	0.10	0.082
Y ₂ O ₃	%	0.03	0.04	0.03	-	0.03	0.0325
WO ₃	%	-	-	-	-	-	-
ZrO ₂	%	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08
L Ol	%	7.62	7.64	7.26	7.93	7.78	7.646

Nota: Fuente: Informe de ensayo ENE-LAB N°21181/2025

4.5.5.2.2. Estimado De Reserva Mineral

Tabla 66
Reservas de material económico

MINERAL	M. PROBADO TM	M. PROBABLE TM	TOTAL (TM)
TALCO	80,000	190,000	270,000

Nota: Fuente: Elaboración propia.

4.5.5.2.3. Método De Explotación - Ciclo De Minado

El método de explotación y los parámetros de la cantera tiene el siguiente ciclo de minado:

4.5.5.2.4. Decapeo

Es la actividad de retirar el material de cobertura o material orgánico (suelos) de algunas áreas destinadas a la explotación con la finalidad de ser usado en la etapa de cierre. El material

será almacenado en una cancha para material orgánico (suelo) para ser usado en la etapa de cierre final del proyecto.

4.5.5.2.5. Desbroce

En general, los cuerpos de material valioso suelen estar cubiertos por materiales de menor valor económico, como calizas alteradas, conglomerados y areniscas. Estos materiales no deseados se retiran a un área de desechos o botadero ubicada cerca de las operaciones.

4.5.5.2.6. Explotación

La explotación en la Unidad es a cielo abierto (Cantera), la cantera contara con Bancos con una altura promedio de 8 m con 5 bancos con una altura promedio de cantera de 40m.

4.5.5.2.7. Perforación

La perforación se realiza de manera convencional, se empleará un compresor portátil Atlas Copco de 250 cm, junto con los accesorios necesarios, y se utilizarán dos perforadores manuales. Los parámetros utilizados se detallan:

Longitud de taladro : 2.00 m

Diámetro de Taladro : 1.58 pulg (40mm)

Malla de perforación : 0.80 x 0.80 m

N.º de taladros/disparo: 20

Perforación : Vertical (descendente)

4.5.5.2.8. Voladura

Se lleva a cabo de manera convencional, con un disparo por día. La carga de fondo estará compuesta por dinamita o emulsión con dimensiones de 7" x 7/8" y una concentración del 65%, mientras que la carga de columna se realizará con ANFO. La voladura de efectua al finalizar la jornada.

4.5.5.2.9. Clasificación

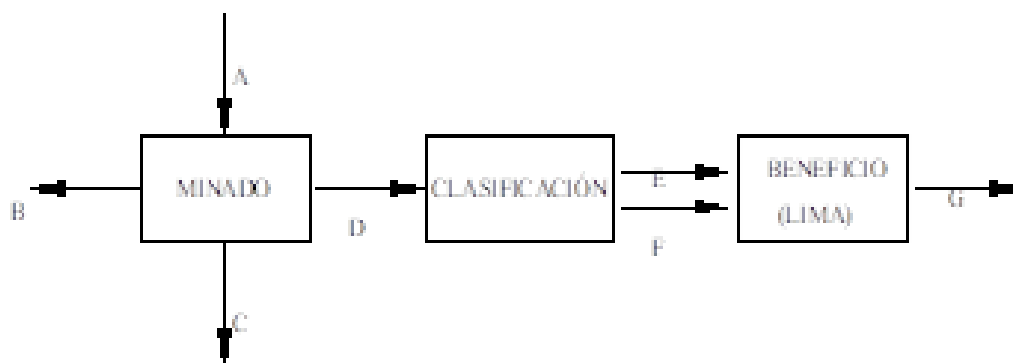
El material se clasifico en función de sus propiedades físicas y los requisitos del mercado. La clasificación es manual mediante el proceso de pallaqueo.

4.5.5.2.10. Transporte

Tras la extracción del material (Talco), el material fragmentado se traslada a una cancha temporal de almacenamiento. Posteriormente, es enviado a la ciudad de Lima para su procesamiento.

Figura 55

Diagrama de bloques balance de materia del proyecto



Nota. Elaboración propia

Tabla 67

Planificación de Extracción y Clasificación de Materiales en Zonas Mineras

	A (TM)	B (TM)	C (TM)	D (TM)	E (TM)	F (TM)	G (TM)
Material por minar	366,000						
				270,000	60,000	210,000	256,500
Desbroce			90,000				
Material Orgánico		6,000					
	Material por minar	Desencapado	Apertura de labores	Explotación	Mineral de Primera	Mineral de Segunda	Despacho a Lima (95%)

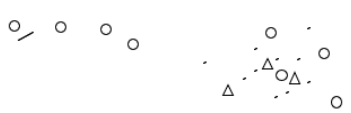
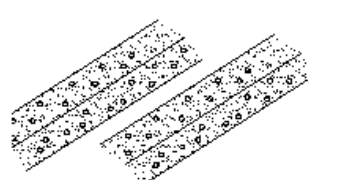
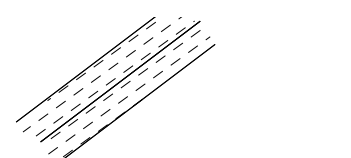
Nota: Elaboración propia.

4.5.5.3. Diseño De La Cantera

4.5.5.3.1. Perfil Estratigráfico Del Yacimiento

Se refiere a la representación gráfica de la disposición de los estratos del suelo desde la superficie hasta el subsuelo, mostrando sus espesores, como se detalla a continuación:

Tabla 68*Perfil estratigráfico del yacimiento*

PROF. DE CALICATA	GRÁFICO	DESCRIPCIÓN
0.20 m (Promedio)		MATERIAL ORGÁNICO
2.00m		MATERIAL SIN VALOR ECONÓMICO (DESBROCE)
3.00m		TALCO

*Nota: Elaboración propia***4.5.5.4. Área Del Estudio**

Se encuentra entre las siguientes coordenadas UTM (WGS 84).

Tabla 69*Área estudiada.*

ÁREA DEL PROYECTO			
VÉRTICE	COORDENADAS UTM WGS 84		ÁREA (has)
	ESTE	NORTE	
1	484657	8695044	2362.5
2	487024	8693869	
3	488466	8692136	
4	488611	8690747	
5	489048	8689040	
6	487183	8688127	
7	484788	8689318	
8	483994	8691170	
9	483875	8693551	

*Nota: Elaboración propia***4.5.5.4.1. Labores De Explotación**

Dentro del área de explotación donde se desarrollan las actividades mineras se cuenta con la labor San Diego 84 se ubica en la siguiente coordenada UTM:

Tabla 70

Labor de explotación San Diego 84

LABOR DE EXPLOTACIÓN			
NOMBRE	COORDENADAS UTM WGS 84		COTA (m.s.n.m.)
	ESTE	NORTE	
LABOR SAN DIEGO 84	485,962.00	8,691,867.00	4,630

*Nota: Elaboración propia.***4.5.5.4.2. Cancha de desmante**

Dentro del área se cuenta con las siguientes canchas de material de desmante cercanas a las labores de explotación se encuentra en las siguientes coordenadas UTM WGS 84:

Tabla 71*Cancha de Desmante 1*

CANCHA DE DESMONTE			
NOMBRE	COORDENADAS UTM WGS 84		COTA (m.s.n.m.)
	ESTE	NORTE	
Cancha de Desmante San Juan Diego 84	485,811.00	8,691,964.00	4,548

*Nota: Elaboración propia.***4.5.5.5. Relación De Equipos**

La Cantera contará con los siguientes equipos en forma permanente:

- 01 compresora Portátil Atlas Copco XAS185JD.
- 02 perforadoras manuales RH658L.
- 01 cargador Frontal CAT-966H.
- 01 tractor Oruga CAT-D6.
- 01 Track Drill

4.5.5.6. Fuerza Laboral**Tabla 72***Fuerza laboral*

ACTIVIDAD	OBREROS	EMPLEADOS	TOTAL
Explotación	16		16
Servicios	1		1
Seguridad		1	1
TOTAL	17	1	18

Nota: Elaboración propia.

CAPITULO V: IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES

5.1. Metodología De Evaluación De Impactos Ambientales

La metodología de evaluación de impactos ambientales utilizada es la matriz realizada por Vicente Conesa Fernández de acuerdo a la “Guía metodológica para la Evaluación del Impacto Ambiental (4ta edición, 2010)”.

5.2. Valoración Cualitativa Por Significancia Ambiental

Los impactos ambientales deben ser analizados cualitativamente a nivel global, determinando el grado de relevancia sobre el ambiente receptor (factores ambientales y sociales). El método empleado asigna números que miden la importancia del impacto, el cual está basado en una serie de atributos cualitativos, los cuales se detallan en la siguiente tabla.

Tabla 73
Atributos de Impactos Ambientales

ATRIBUTOS DE IMPACTOS AMBIENTALES	
Naturaleza	N
Intensidad	IN
Extensión	EX
Momento	MO
Persistencia	PE
Reversibilidad	RV
Recuperabilidad	MC
Sinergia	SI
Acumulación	AC
Efecto	EF
Periodicidad	PR

Nota: “Guía metodológica para la Evaluación del Impacto Ambiental”

En la tabla 75 se indica un resumen de la escala de valoración o calificación descrita previamente para los parámetros, incluyendo el código con el cual se identificará en la matriz de valoración de impactos.

Tabla 74
Valoración de atributos de los Impactos Ambientales

Código	Factor de evaluación	Valorización	Calificación
N	Naturaleza	Beneficioso	+
		Perjudicial	-
		Baja o mínima	1
IN	Intensidad	Media	2
		Alta	4
		Muy Alta	8
		Total	12
EX	Extensión	Puntual	1
		Parcial	2
		Extenso	4
		Total	8
		Critico	+4
MO	Momento	Largo Plazo	1
		Mediado Plazo	2
		Corto Plazo	3
		Inmediato	4
		Critico	(+4)
PE	Persistencia	Fugaz o momentáneo	1
		Temporal	2
		Persistente o Pertinaz	3
		Permanente y Constante	4
		Corto Plazo	1
RV	Reversibilidad	Mediado Plazo	2
		Largo Plazo	3
		Irreversible	4
		Recuperable de manera inmediata	1
MC	Recuperabilidad	Recuperable a Corto Plazo	2
		Recuperable a Mediano Plazo	3
		Mitigable	4
		Irrecuperable	8
SI	Sinergia	Sin sinergia o simple	1
		Sinergismo moderado	2
		Muy sinérgico	4
AC	Acumulación	Simple	1
		Acumulativo	4
EF	Efecto	Indirecto o secundario	1
		Directo o primario	4
PR	Periodicidad	Irregular	1
		Periódico	2
		Continuo	4

Nota: Elaboración propia.

5.3.Evaluación De Impactos Ambientales

a) Identificación de factores y potenciales impactos ambientales

En la tabla 76 se detallan los componentes ambientales que podrían verse afectados por las diversas actividades mineras, durante la etapa de operación.

Tabla 75

Componente, factor de impacto del proyecto

COMPONENTE	FACTOR AMBIENTAL	IMPACTO AMBIENTAL
FÍSICO	Aire	Alteración de la calidad del aire Incremento de los niveles de presión sonora (ruido)
	Recursos Hídricos	Alteración de la calidad del agua Modificación del curso natural de los recursos hídricos
	Suelos	Alteración de calidad del suelo Modificación del relieve
	Flora	Reducción de cobertura vegetal
BIOLÓGICO	Fauna	Alteración de hábitat de fauna
SOCIOECONÓMICO CULTURAL	Educación y Cultura	Aumento de conocimiento a través de la información y capacitaciones a los trabajadores.
	Salud y Seguridad	Aumento del riesgo de enfermedades y molestias por efecto del: polvo, ruido, vibraciones
	Economía y Empleo	Incremento en la oportunidad de empleo Dinamización de actividades económicas
	Social	Posible malestar en torno al uso de las vías públicas

Nota: Elaboración propia

b) Identificación de las actividades del proyecto

En la tabla 77 se indican las actividades mineras que se llevarán a cabo, las cuales podrían generar impactos sobre los diferentes componentes del medio físico, biológico y socio-cultural, en la etapa de operación minera.

Tabla 76

Identificación de actividades

ETAPA	ACTIVIDADES PARA DESARROLLAR
OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	Desbroce y Decapeo en las áreas de explotación.
	Ingreso y descarga de mineral no metálico.
	Lavado de mineral no metálico.
	Mantenimiento de las canchas de almacenamiento de mineral
	Carga y salida de minerales no metálicos.

Nota: Elaboración propia

5.3.1. Matriz De Identificación De Impactos Ambientales Identificados

Se aplica la matriz de identificación de impactos ambientales, cada celda contiene una calificación ponderada que puede ser positiva o negativa, y las celdas con la simbología N.A. indican que no existe una relación causa-efecto.

Tabla 77

Matriz de Identificación de Impactos – Etapa de Operación y Mantenimiento.

ACTIVIDADES DEL PROYECTO			ETAPA DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO				
MEDIOS	FACTOR AMBIENTAL	IMPACTO AMBIENTAL	Desbroce y Decapeo en las áreas de explotación.	Ingreso y descarga de minerales no metálicos	Lavado de mineral no metálico.	Mantenimiento de las canchas de almacenamiento de minerales.	Carga y salida de minerales no metálicos.
FÍSICO	Aire	Alteración de la calidad del aire	-	-	-	-	-
		Incremento de los niveles de presión sonora (ruido)	-	-	-	-	-
	Recursos Hídricos	Alteración de la calidad del agua	-	-	-	-	-
		Modificación del curso natural de los recursos hídricos	-	-	-	-	-
	Suelos	Alteración de calidad del suelo	-	-	NA	-	-
		Modificación del relieve	-	-	NA	-	-
BIOLÓGICO	Flora	Reducción de cobertura vegetal	-	-	-	-	-
	Fauna	Alteración de hábitat de fauna	-	-	-	-	-
SOCIOECONÓMICO CULTURAL	Educación y Cultura	Aumento de conocimiento a través de la información y capacitaciones a los trabajadores.	+	+	+	+	+
		Afectación a la salud y seguridad	-	-	-	-	-
	Economía y Empleo	Generación de empleo e ingresos económicos para la población local.	+	+	+	+	+
		Alteración de la calidad paisajística.	-	-	-	-	-
	Interés Humano						

*Nota*Fuente: Elaboración propia*

5.3.2. Matriz De Evaluación De Los Potenciales Impactos Ambientales Identificados

a) Evaluación de los Impactos por Fases de Proyecto

Los impactos evaluados en la matriz de impactos se han considerado según el método previamente mencionado, analizando los diferentes factores. En el factor físico, se incluyen los componentes de aire y suelo, con los impactos de “alteración de la calidad del aire, incremento de los niveles de presión sonora, modificación del relieve y alteración de la estabilidad física”. En el factor biológico, se consideran los impactos en la fauna y flora, específicamente en “alteración del hábitat”. Finalmente, en el factor social, se incluyen los impactos relacionados con “aumento del riesgo de enfermedades y molestias debido al polvo, ruido, vibraciones, gases, así como la generación de empleo e ingresos económicos para la población”.

A continuación, se presentan las matrices correspondientes a la evaluación realizada:

Tabla 78

Matriz de evaluación de impactos ambientales – Etapa de operación y mantenimiento

ACTIVIDADES DEL PROYECTO			ETAPA DE OPERACIÓN					EVALUACIÓN AMBIENTAL	
MEDIOS	FACTOR AMBIENTAL	IMPACTO AMBIENTAL	Desbroce y Decapeo en las áreas de explotación.	Ingreso y descarga de minerales no metálicos	Lavado de mineral no metálico.	Mantenimiento de las canchas de almacenamiento de minerales no metálicos.	Carga y salida de minerales no metálicos.	Impacto ambiental por factor	Calificación de impacto
FÍSICO	Aire	Alteración de la calidad del aire	-38	-36	-18	-18	-38	-30	MODERADO
		Incremento de los niveles de presión sonora (ruido)	-37	-38	-18	-19	-65	-35	MODERADO
	Recursos Hídricos	Alteración de la calidad del agua	-83	-84	-79	-38	-45	-66	ALTO
		Modificación del curso natural de los recursos hídricos	-54	-75	-55	-39	-42	-53	ALTO
	Suelos	Alteración de calidad del suelo	-54	-54	-36	-31	-40	-43	MODERADO
		Modificación del Relieve	-45	-45	0	-29	-23	-28	MODERADO
BIOLÓGICO	Flora	Reducción de cobertura vegetal	-92	-88	-54	-52	-36	-64	ALTO
	Fauna	Alteración de hábitat de fauna	-96	-87	-52	-52	-50	-67	ALTO
SOCIOECONÓMICO CULTURAL	Educación y Cultura	Aumento de conocimiento a través de la información y capacitaciones a los trabajadores.	+25	+21	+22	+20	+19	+21	LEVE
	Salud y Seguridad	Afectación a la salud y seguridad	-68	-68	-37	-37	-73	-57	ALTO
	Economía y Empleo	Generación de empleo e ingresos económicos para la población local.	+23	+23	+23	+23	+23	+23	LEVE
	Interés Humano	Alteración de la calidad paisajística.	-75	-54	-55	-39	-42	-53	ALTO

Nota: Elaboración propia

5.3.3. Descripción y evaluación de los potenciales Impactos Identificados

La evaluación de los potenciales impactos ambientales generados por las actividades relacionadas con la explotación del Proyecto en la etapa de operación. Esta evaluación ha considerado el análisis de las matrices de importancia, con el objetivo de identificar los principales impactos que requieren planes y medidas de prevención y mitigación, según corresponda.

a) Medio físico

- Alteración de la calidad del aire (generación de material particulado)

Este impacto está relacionado con la alteración de la calidad del aire, debido a la generación de material particulado como resultado de las actividades mineras, así como las operaciones de carga, descarga y transporte del mineral. Es importante señalar que este impacto se limita a la duración de esta etapa.

Las actividades se llevan a cabo bajo supervisión organizada, con el fin de evitar la circulación vehicular innecesaria. Además, se implementan medidas de mitigación del polvo. No obstante, se deben considerar nuevos planes de mitigación.

Tras realizar la evaluación, se concluye que el valor máximo negativo del impacto para todas las actividades es de -30, lo que clasifica el impacto como MODERADO

- Incremento de los niveles de presión sonora (Ruido)

Este impacto se relaciona con la variación del nivel sonoro que se generarán producto de las actividades de operación. Pero estará determinado por periodos de tiempo. Cabe mencionar que las actividades mineras se desarrollan por campañas es decir que no se tiene programado el trabajo constante durante todos los meses del año. Los principales impactos se deben a la generación de ruido en las actividades de Voladura.

Se concluye el valor máximo negativo de -35, impacto MODERADO.

- **Alteración de la calidad del agua**

Impacto a la calidad del agua cuando se desarrollan actividades mineras especialmente lavado de minerales, ya que incrementa los impactos al recurso hídrico. Igualmente, por la precipitación en el proyecto y los componentes expuestos generan un lavado natural y arrastre de material particulado que altera la calidad de agua.

Se concluye el valor máximo negativo -66, impacto ALTO.

- **Modificación del curso natural de los recursos hídricos.**

Este impacto está relacionado al desarrollo de actividades mineras, que interceptan el curso natural del recurso hídrico, cuando se ubican los componentes del proyecto sobre las corrientes naturales, debido a que el proyecto se encuentra ubicado en cabeza de cuenca se debe tener en consideración que al modificar el curso natural de los recursos hídricos afectará el terreno y la mala canalización de estos puede generar impactos como desbordes e inundaciones.

Se concluye el valor máximo negativo -53, impacto ALTO.

- **Alteración de la calidad del suelo**

Este impacto tiene relación con la instalación y funcionamiento del Proyecto, donde se realiza movimientos de tierra y levantando infraestructuras. Instalación de los componentes principales y secundarios. Al usar insumos químicos es inevitable contener completamente algún tipo de contaminación.

Teniendo en cuenta que se realiza cambios en el relieve de la zona por las actividades. Se determina que el valor del impacto negativo es de -43, calificándose como MODERADO.

- **Modificación del relieve**

Este impacto tiene relación con el movimiento de la cobertura natural del suelo para el desbroce, decapeo y posterior explotación de las labores establecidas por la compañía minera.

Las instalaciones y funcionamiento del Proyecto, donde se realiza movimientos de tierra y levantando infraestructuras.

Teniendo en cuenta que se realiza modificación en el relieve de la zona por las actividades. Se determina que el valor del impacto negativo es de -28, calificándose como MODERADO.

b) Medio biológico

- Reducción de cobertura vegetal

Este impacto será ocasionado principalmente por el movimiento, alteración y remoción de suelos, debido a que la actividad minera es en áreas específicas y en periodos puntuales por lo que reducen cobertura vegetal. En este sentido la cobertura vegetal debe ser remediada teniendo en cuenta que tipo de especies típicas son de la zona.

Se concluye el valor máximo negativo -64, impacto ALTO.

- Alteración del hábitat y perturbación de la Fauna.

Este impacto será causado principalmente por el aumento del nivel sonoro, el cual se manifestará en el área de influencia directa, donde la presencia de fauna es mínima. Los trabajos se llevarán a cabo en áreas específicas y durante periodos determinados, lo que solo provocará una migración temporal de algunas especies. Sin embargo, debido a las instalaciones y la construcción de los componentes del proyecto, la fauna no podrá retornar a la zona afectada. Dando a indicar que la fauna sufrirá un impacto significativo, especialmente considerando que las especies presentes son nativas de la región.

Se concluye el valor máximo negativo -67, impacto ALTO.

c) Medio socioeconómico – cultural

- Aumento de conocimiento a través de la información y capacitaciones a los trabajadores.

Este impacto está relacionado con el aumento del conocimiento a través de la difusión de información y capacitaciones dirigidas a los trabajadores y a la comunidad en el área de influencia.

Se concluye el valor máximo positivo +21, impacto LEVE.

- **Afectación a la Salud y seguridad**

Este impacto está referido a los daños que pueden causar a la salud y seguridad de los trabajadores en las diferentes actividades mineras de etapa de operación.

Se concluye el valor máximo negativo -57, impacto ALTO.

- **Generación de empleo e ingresos económicos para la población local.**

Este impacto está relacionado con la generación de empleo directo. Durante la etapa de operación, se crearán distintos tipos de empleos, tales como los cubiertos por personal de empresa contratista, así como empleos indirectos relacionados con el transporte, maquinaria, limpieza y disposición de residuos, entre otros. Esto contribuirá a un aumento en la dinámica comercial local y un incremento en la participación de la “población económicamente activa” (PEA) local.

Se concluye el valor máximo positivo +23, impacto LEVE.

- **Alteración de la calidad paisajística**

Este impacto está referido a la afección del interés humano en la alteración de a calidad paisajística. En esta etapa de operación, se generará diversos cambios en la topografía, morfología de la zona y por lo tanto el paisaje.

Se concluye el valor máximo negativo -53, impacto ALTO.

5.4. Sistema De Tratamiento De Efluentes Mineros Del Proyecto Jesús Poderoso

5.4.1. Generalidades

El tema abordado es el tratamiento de efluentes mineros en la cantera Jesús Poderoso, con el fin de cumplir con los límites máximos permitidos en cuanto a calidad de agua y garantizar un vertimiento seguro en la quebrada Muchca. El sistema de tratamiento mecánico se basa en métodos de sedimentación para alcanzar los estándares de calidad hídrica establecidos por las regulaciones ambientales vigentes. La finalidad es asegurar que los efluentes tratados sean aptos para su vertimiento y no representen un riesgo para el medio ambiente.

5.4.2. Datos Generales

5.4.2.1. Ubicación

La implementación de este sistema se llevará a cabo en una ubicación estratégica, considerando las características del terreno y la eficiencia operativa del sistema. Se sugiere las coordenadas siguientes para su instalación, situándolo aguas arriba de la quebrada Muchca.

Tabla 79

Ubicación preferente del Sistema de Tratamiento

Ubicación (Coordenadas UTM WGS84)	
Este:	485552.95 m E
Norte:	8692234.55 m S
Altitud:	4460 m

Nota: Elaboración propia.

5.4.2.2. Consideraciones Generales Para El Diseño

El sistema de tratamiento es una estructura auxiliar que permite cerrar el ciclo de manejo de las aguas; en este caso de los efluentes que se generan como consecuencia de la infiltración de las aguas en la zona de operación y su posterior afloramiento con un alto valor de sólidos suspendidos, se considera necesaria su remoción, antes de ser vertidas a la fuente natural.

La sedimentación es un proceso importante que permite que las partículas que se encuentran en suspensión en el agua precipiten y sean retenidas, se busca la retención de estas partículas ya que una elevada turbiedad puede inhibir los procesos biológicos y generar un deterioro en la calidad del cauce.

5.4.2.2.1. Unidad de tratamiento

Sus partes constan de:

a) Cámara de recepción del efluente

Es una unidad complementaria que ayuda en la reducción de la turbulencia. Su función es recibir y reducir la celeridad del efluente que ingresará por un canal de aproximación con flujo a superficie libre.

b) Disipador de turbulencia

Dispersa los remolinos generando aguas calmas con una velocidad cercana a cero y de esa manera, promover la sedimentación de las partículas.

c) Cámaras de sedimentación

La unidad de tratamiento contará con cuatro cámaras de sedimentación a través de las cuales se desplaza el fluido. Debido a la lentitud con la que se mueve, en esta zona se produce la precipitación de las partículas, y el almacenamiento de los lodos. Estas cámaras están separadas por tres pantallas las cuales reducen aún más la velocidad del flujo, produciendo condiciones cuasi estáticas. En la última de ellas, se encontrará un vertedero que conecta con la cámara de carga, la función del vertedero es evitar el paso de los sólidos sedimentados.

d) Tubería de purga

Se ubica en la última cámara de sedimentación, a veinte centímetros de la losa, medidos desde la superficie de la losa hasta la base de la tubería. Al momento de ejecutar la limpieza y mantenimiento, será utilizada para retirar los lodos y el agua de la estructura. El control de salida del flujo será mediante el uso de una válvula de compuerta. Cabe mencionar que el

caudal que saldrá a través de la tubería, conformado por agua y lodos (sedimentos), será de 116.1 l/s.

e) Escalera

Ubicada también en la cámara de sedimentación N°4, permitirá el ingreso de personal para la limpieza y mantenimiento de las cámaras.

f) Cámara de carga

Su objetivo es generar condiciones adecuadas para el egreso del flujo a través del vertedero de salida.

g) Vertedero de salida

Se ubica en la cámara de carga y tiene un ancho de 1.60 metros, y se encuentra a una altura de 100 cm. Permite el egreso del agua de la zona de tratamiento, siendo el caudal que sale, el mismo que el que ingresó a la estructura (principio de continuidad).

h) Poza de muestreo

A través de un canal de transición, el flujo sale del vertedero de salida para llegar a la poza de muestreo, que como su nombre indica, permitirá tomar muestras para la evaluación de la calidad del agua ya tratada.

i) Cerco perimétrico

Con fines de seguridad, como impedimento para el ingreso de personas y animales. Estará conformado por postes de eucalipto de 3 metros y malla galvanizada. Los postes estarán anclados a una profundidad de 60 centímetros y estarán distanciados entre sí 1 metro, sirviendo como base para la instalación de la malla.

5.4.2.2.2. Información básica para el diseño

a) Caudal de Diseño

Las unidades en una planta de tratamiento son diseñadas para el caudal máximo diario (35 l/s). Conforme avance el estiaje este caudal disminuirá gradualmente y una vez iniciada la temporada de lluvias este igualmente incrementará.

b) Calidad fisicoquímica del agua

Depende de la calidad del agua cruda. En este caso el agua contiene 2264 ppm de sólidos suspendidos totales, en su mayoría carbonatos.

5.4.2.2.3. Estudio de campo

Para este diseño de sistema de tratamiento se realizó los siguientes estudios a nivel de campo:

- a) Estudio de fuentes.
- b) Emplazamiento tentativo de la poza de sedimentación.
- c) Análisis de la calidad del agua del efluente.

Tabla 80*Caudales mensuales*

Caudales Generados Mensuales (m3/s)														
Cuencas	Nombre	Meses												Promedio
		Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	
Microcuenca	Muchca Alta	0.149	0.169	0.146	0.120	0.057	0.040	0.032	0.027	0.035	0.032	0.064	0.140	0.084
Caudales Generados Mensuales (m3/día)														
	Nombre	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Promedio
Microcuenca	Muchca Alta	12908.35	14627.03	12582.14	10348.25	4907.57	3474.87	2733.80	2355.85	3034.91	2760.43	5549.96	12131.88	7284.59
Caudales Generados Mensuales (l/s)														
	Nombre	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Promedio
Microcuenca	Muchca Alta	149.40	169.29	145.63	119.77	56.80	40.22	31.64	27.27	35.13	31.95	64.24	140.42	84.31

*Nota: Elaboración propia.***Tabla 81***Caudales mensuales al 75% de persistencia*

Caudales Generados Mensuales al 75%														
Cuencas	Nombre	Meses												Promedio
		Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	
	Muchca Alta	0.118	0.121	0.119	0.104	0.050	0.037	0.029	0.025	0.032	0.029	0.055	0.119	0.070
Caudales Generados Mensuales al 75% (m3/día)														
	Nombre	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Promedio
Microcuenca	Muchca Alta	10203.95	10458.59	10302.44	8968.15	4293.90	3156.50	2515.52	2185.46	2770.73	2492.40	4779.39	10320.16	6037.27
Caudales Generados Mensuales (l/s)														
	Nombre	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Promedio
Microcuenca	Muchca Alta	118.10	121.05	119.24	103.80	49.70	36.53	29.11	25.29	32.07	28.85	55.32	119.45	69.88

Nota: Elaboración propia.

Se observa que el mes con mayores caudales es febrero. Teniendo como valor máximo 169.29 l/s y como valor usual, al 75% de persistencia, 121.05 l/s. El caudal de 169.29 l/s se tomará como referencia para evaluar el comportamiento de la estructura en época húmeda.

5.4.2.3. Diseño De La Poza De Decantación

5.4.2.3.1. Criterios de diseño

- Relación mínima ancho: largo de 2:1.
- Debe existir una transición en la unión del cauce con la poza de decantación para garantizar la concentración de descarga en la entrada.
- La velocidad de flujo a través del vertedero de salida debe ser baja para reducir la turbulencia y la remoción de material (Krochin, $V=1$ m/s).
- El diseño se basó en el mayor tiempo de retención hidráulica posible, teniendo en cuenta las dimensiones máximas establecidas por el solicitante.

5.4.2.3.2. Diseño Hidráulico

Se presenta a continuación el cálculo para diseño:

a) Datos de Entrada

Tabla 82

Datos de entrada para el diseño de poza de sedimentación.

DESCRIPCION	Símbolo	Unid	Cálculos
Régimen de flujo	Moderado		
Caudal	Q	l/s	35.00
Profundidad útil	h	m	2.10
Peso específico	g	Kg/m ³	1100.00

Nota: Elaboración propia.

b) Diseño de la Poza de Sedimentación

La poza tiene una dimensión de 10 metros de ancho, 25 metros de largo y una profundidad útil de 2.1 m, almacenando así un volumen 525 m³ para un caudal de 35 l/s.

Tabla 83*Resultados diseño de poza de sedimentación*

DESCRIPCION	Símbolo	Unid	Cálculos
Caudal de Diseño	Q	l/s	35
Ancho de sedimentador	B	m	10
Altura del sedimentador	H	m	3
Pendiente en el fondo	S	%	0
Longitud total del sedimentador	L	m	25
Tiempo de retención	To	hr	3.8
Velocidad de paso	Vo	m/s	0.01

*Nota: Elaboración propia.***5.4.2.4. Operación Y Mantenimiento****5.4.2.4.1. Operación**

El funcionamiento de la poza de decantación es simple; principalmente consiste en monitorear su eficiencia para determinar cuándo es necesario retirar los sedimentos acumulados en el fondo de la poza. Este monitoreo está vinculado al control del caudal de entrada y a la supervisión de la calidad del agua efluente.

Tabla 84*Lista de operaciones a desarrollar.*

Actividad	Acciones claves
Monitoreo y control de caudal	Comprobar el nivel de agua en el equipo de medición de caudal en cada unidad.
Monitoreo de turbiedad	Monitorear la turbiedad del agua al inicio y en la salida.
Remoción de sedimentos	Realizar la remoción de sedimentos de la poza, en el momento se observe que la altura de los lodos sea un 35% de la altura de la unidad.
Registro de información	Registrar diariamente los valores de turbiedad en el ingreso y salida. Modificación del caudal diario diurno. Y fecha de lavado.

Nota: Elaboración propia.

5.4.2.4.2. Mantenimiento

En el siguiente cuadro, se listan las actividades para el lavado de la unidad:

Tabla 85

Lista de actividades de mantenimiento a realizar.

Actividad	Acciones claves
Cambiar el flujo de agua	Obstruir la entrada de agua al tanque
Limpieza de la cámara 1 (ingreso)	Eliminar el material del fondo y paredes de la cámara, empleando escobas con cerdas de material sintético.
Limpieza cámara 2 de sedimentación	Utilizando herramientas manuales, retirar los sedimentos del tanque, empujándolos hacia el drenaje y sacándolos del área. Si se dispone de una bomba y manguera, rociar los sedimentos acumulados en el fondo. Realizar un enjuague completo del tanque antes de restablecer su funcionamiento.
Limpieza cámara 3 (salida)	Eliminar el material del fondo y paredes.
Reiniciar funcionamiento	Cerrar los drenajes y abrir las válvulas para proceder al llenado del tanque. Una vez que el tanque esté limpio, debe reanudar su funcionamiento tan pronto como se haya llenado. Este proceso debe realizarse en un plazo de 4 a 6 horas, según el volumen del tanque.

Nota: Elaboración propia.

CONCLUSIONES

Primero

Los resultados del estudio permiten concluir que las actividades mineras desarrolladas en la Unidad Jesús Poderoso generan un impacto ambiental significativo en la calidad y disponibilidad del recurso hídrico de la Quebrada Muchca, distrito de Comas, Junín. En términos de calidad, se evidencian alteraciones en parámetros físico-químicos como turbidez y sólidos suspendidos con resultados de 2264mg/L siendo el límite máximo permisible de 50 mg/L, principalmente vinculadas al arrastre de sedimentos, el manejo de aguas de proceso y la disposición de materiales removidos en la explotación de talco, resultados de laboratorios acreditados que se encuentran en las tablas 21 y 22.

En cuanto a la disponibilidad, se identifican variaciones en los caudales superficiales de la quebrada, asociadas tanto a la captación de agua para uso minero como a las modificaciones en la escorrentía por el movimiento de tierras y cambios en la cobertura del suelo. Estos hallazgos confirman que la actividad minera afecta el equilibrio hídrico local y, en consecuencia, puede comprometer los usos ecosistémicos y antrópicos del recurso.

Finalmente, el carácter longitudinal y prospectivo del estudio permite proyectar que, de no aplicarse medidas de control y mitigación adecuadas, los impactos sobre el recurso hídrico tenderán a intensificarse en escenarios de mayor explotación y variabilidad climática.

Segundo

El análisis detallado de las propiedades hidrológicas de la unidad minera Jesús Poderoso ha revelado que factores como las tasas de precipitación, las características de la roca y los cauces naturales juegan un papel crucial en la dinámica del agua en la zona. Estas propiedades son determinan cual es la dinámica del agua y, por lo tanto, en su disponibilidad y calidad.

Los análisis fisicoquímicos realizados en los puntos de monitoreo evidencian concentraciones de sólidos suspendidos totales (SST) de hasta 2264 mg/L con indicios de turbidez asociada a la actividad minera. Este hallazgo resalta la necesidad de implementar prácticas de gestión que no solo monitoricen la calidad del agua, sino que también gestionen los flujos hídricos para prevenir la contaminación.

De acuerdo con los monitoreos ejecutados en condiciones con y sin actividad minera se observa la relación directa de contaminación. Por estos datos también podemos indicar que la contaminación es superficial, caso contrario la contaminación sería permanente.

Tercero

La aplicación de la metodología de Conesa (2010) para la evaluación de impactos ambientales permitió calificar estos efectos como moderados a altos, destacando la alteración de la calidad del agua y la reducción de su disponibilidad como los impactos más críticos sobre el recurso hídrico. Estos impactos, además, se caracterizan por ser persistentes en el tiempo, de extensión local y de difícil reversibilidad si no se implementan medidas correctivas.

Los impactos ambientales identificados, se lograron aplicando la metodología de Conesa, se identificaron 2 impactos negativos “ALTO” principales sobre el recurso hídrico, destacando la alteración de zonas de recarga y posible contaminación puntual. La valoración ambiental cualitativa arrojó un impacto de magnitud alta varía con un índice de significancia - 66 a -53 puntos, lo que confirma la necesidad de control y remediación.

Cuarto

La formulación e implementación de estrategias de mitigación específicas es esencial para abordar los impactos identificados en el recurso hídrico. Las medidas propuestas deben incluir prácticas como la construcción de barreras de contención, sistemas de tratamiento de aguas residuales y programas monitoreo continuo de la calidad del agua. Además, es recomendable la fomentación en la comunidad de su participación en la gestión del recurso,

promoviendo la educación ambiental y la adopción de prácticas sostenibles. Al integrar las condiciones hidrogeológicas y geológicas en el diseño de estas estrategias, se puede garantizar que sean efectivas y adaptadas a las particularidades de la zona, contribuyendo así a la sostenibilidad del recurso hídrico a largo plazo.

La construcción y operación de la poza de sedimentación requiere una evaluación hidrogeológica rigurosa, orientada a identificar posibles riesgos de contaminación subterránea. Este análisis debe considerar la dinámica de los procesos de infiltración, la presencia de acuíferos vulnerables, y zonas sensibles como pantanos, humedales o áreas de descarga natural. Incorporar esta evaluación como parte integral del diseño y monitoreo de la infraestructura permite fortalecer la gestión sostenible del agua, prevenir afectaciones a ecosistemas frágiles y garantizar la compatibilidad del proyecto con los principios de conservación ambiental.

RECOMENDACIONES

Primero

Fomentar un enfoque completo y sostenible en la gestión de recursos hídricos en la unidad minera Jesús Poderoso, que combine el monitoreo continuo, la participación comunitaria y la implementación de tecnologías sostenibles. Este enfoque debe considerar las interacciones entre las características hidrológicas y geológicas, garantizando que las decisiones tomadas sean informadas y adaptadas a las condiciones locales, con el objetivo de minimizar el impacto ambiental y asegurar la disponibilidad del agua a largo plazo.

Segundo

Diseñar e implementar un programa integral de gestión y monitoreo de recursos hídricos en la Unidad Minera Jesús Poderoso, que considere las características hidrogeológicas y geológicas del área. Este programa debe incluir el seguimiento sistemático de la calidad y cantidad del agua mediante parámetros físicos, químicos y biológicos, así como estrategias para conservar el recurso, prevenir la contaminación, restaurar ecosistemas acuáticos y optimizar su uso en las operaciones mineras.

Tercero

Promover programas de educación y capacitación en gestión sostenible del agua, articulados con alianzas estratégicas entre trabajadores, comunidades locales, autoridades y organizaciones. Estas iniciativas deben fortalecer la conciencia ambiental, facilitar el acceso a recursos técnicos y financieros, y potenciar la capacidad colectiva para enfrentar los desafíos hídricos en la unidad minera.

Cuarto

Implementar proyectos de restauración ecológica en zonas degradadas por la actividad minera, junto con la adopción de tecnologías sostenibles que minimicen el uso de agua y la generación de residuos. Estas acciones deben incluir reforestación, rehabilitación de suelos,

restauración de cuerpos de agua, reciclaje hídrico, captación de aguas pluviales y procesos extractivos menos invasivos, contribuyendo así a la recuperación de la biodiversidad y a una operación minera más eficiente y responsable.

Quinto

Realizar evaluaciones de impacto ambiental rigurosas y periódicas que consideren no solo los impactos directos de la actividad minera, sino también sus efectos a largo plazo sobre los recursos hídricos y los ecosistemas circundantes. Estas evaluaciones deben ser transparentes y accesibles a la comunidad.

Sexto

Establecer protocolos de emergencia y un sistema de monitoreo permanente para la gestión de riesgos asociados al agua, especialmente en la construcción y operación de la poza de sedimentación. Estas acciones deben permitir la detección temprana de fallas, la aplicación de medidas correctivas estructurales, y una respuesta rápida ante incidentes de contaminación, involucrando a todas las partes interesadas para garantizar eficiencia operativa y protección ambiental.

BIBLIOGRAFÍA

- Amarán et al. . (2022). Impacto de los pasivos ambientales en la red hidrográfica de la región minera de Santa Lucía, Minas de Matahambre, Cuba. *Ingeniería Hidráulica y Ambiental*, 43(1). Obtenido de http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S1680-03382022000100063&script=sci_arttext&tlng=en
- Astorga, A. (2009). *Manual técnico de Evaluación de Impacto Ambiental*. San Salvador : Comisión Centroamericana de Ambiente y Desarrollo.
- Atocsa, R. (2017). *Análisis y mejoramiento del modelo numérico hidrogeológico de la unidad minera apumayo para la evaluación del impacto ambiental al acuífero por actividades mineras*. Tesis de maestría, Valencia. Obtenido de <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/89488/ATOCCSA%20-%20An%20a%20lisis%20y%20mejoramiento%20del%20modelo%20num%20a%20rico%20hidrogeol%20b%20gico%20de%20la%20Unidad%20Minera%20Apumayo%20...pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Baca, G. (2014). *ANÁLISIS DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES ANÁLISIS DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES EXPLORACIÓN MINERA CHIPTAJ*. Tesis de grado, Lima. Obtenido de http://cybertesis.unmsm.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12672/3705/Baca_vg.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Carpio, M., Torre, J., & Fuentes, J. (2019). Investigación de calizas para el desarrollo de la región Junín. *INGEMMET*, 65-343.
- Conesa, V. (2010). *GUIA METODOLOGICA PARA LA EVALUACION DEL IMPACTO AMBIENTAL*. Madrid : Ediciones Mundi Prensa .
- Dellavedova, M. (2016). *GUÍA METODOLÓGICA PARA LA ELABORACIÓN DE UNA EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL*. La Plata : Universidad Nacional de La Plata .

- Domingues, A., Gambogi, P., & Alípaz, S. (2013). *WATER RESOURCE MANAGEMENT AND THE MINING INDUSTRY*. Brasil: IBRAM.
- Espinoza, G. (2001). *Fundamentos de Evaluación de Impacto Ambiental*. Santiago : CENTRO DE ESTUDIOS PARA EL DESARROLLO - CED .
- Garmendia, A., Salvador , A., Crespo, C., & Garmendia , L. (2005). *Evaluación de impacto ambiental*. Madrid : PEARSON EDUCACIÓN.
- Guevara. (2021). FUNDAMENTOS SOBRE EL ESTUDIO DE IMPACTOS AMBIENTALES. ANA.
- Hernández, R., & Mendoza, C. (2018). *Metodología de Investigación*. México: Mc Graw Hill.
- Carrillo-Rivera,J.J., Díaz Martínez, E., & Martínez Santos, P. (2011). *Evaluación hidrogeológica y geoquímica para la gestión ambiental de la minería de caliza en la Sierra de Atotonilco, Hidalgo, México*. Revista Mexicana de Ciencias Geológicas, 28(1), 1-17.
- Iglesias, A., Estrela, T., & Galiart, F. (2020). IMPACTOS SOBRE LOS RECURSOS HÍDRICOS. *IMPACTOS SOBRE LOS RECURSOS HÍDRICOS*, 303-353. Obtenido de https://www.miteco.gob.es/es/cambio-climatico/temas/impactos-vulnerabilidad-y-adaptacion/07_recursos_hidricos_2_tcm30-178498.pdf
- INGEMMET. (2015). *Investigación geológica e hidrogeológica en el distrito de Jangas – Huaraz: como soporte técnico en los Huaraz: como soporte técnico en los*. Lima: INSTITUTO DE INGENIEROS DE MINAS DEL PERÚ. Obtenido de https://repositorio.ingemmet.gob.pe/bitstream/20.500.12544/1819/1/Vasquez-Investigacion_geol.hidrogeo_Jangas-Huaraz.pdf
- INGEMMET. (2022). *EVALUACIÓN DE PELIGROS GEOLÓGICOS POR MOVIMIENTOS EN MASA EN EL C.P. RICRÁN Y BARRIO SAN MARTIN*. Lima: INGEMMET.

- Leguizamo , A. (2019). IMPACTOS AMBIENTALES DE LA MINERIA DE CARBON SOBRE EL RECURSO HÍDRICO EN EL DEPARTAMENTO DE BOYACA. *Boletín Semillas Ambientales*, 13(2), 24-35.
- León, J. (2002). *EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL DE PROYECTOS DE DESARROLLO*. Medellín: Universidad nacional de colombia .
- Marshall, R. (2001). Application of mitigation and its resolution within environmental impact assessment: an industrial perspective. *Beech Tree Publishing*, 19(3), 195-204.
- Molleda, D. (2019). *ESTUDIO GEOFÍSICO POR EL MÉTODO GEOELÉCTRICO SCHLUMBERGER EN LA QUEBRADA DE HUISCASH, DISTRITO DE AQUIA, PROVINCIA DE BOLOGNESI, DEPARTAMENTO DE ANCASH*. Arequipa. Obtenido de <https://repositorio.unsa.edu.pe/server/api/core/bitstreams/46baa494-81a5-4e0f-8b90-085844585e55/content>
- Peña, S., & Araya, P. (2021). Aguas de contacto, efectos en la minería y el medioambiente. *Revista de la Facultad de Derecho*(50). doi:<https://doi.org/10.22187/rfd2020n50a6>
- Rodriguez, R., Huachaca, C., & Orozco, Y. (2021). *Geología del cuadrángulo de La Oroya (hojas 24I1, 24I2, 24I3, 24I4)*. INGEMMET, *Boletín, Serie L: Actualización Carta Geológica Nacional (Escala 1:50 000)*, 3, 46 p., 4 mapas. INGEMMET. Obtenido de <https://repositorio.ingemmet.gob.pe/handle/20.500.12544/3091>
- Vera, J. (2015). La mitigación ambiental en las actividades productivas o extractivas: concepto, obligatoriedad y aplicación práctica. *Revista De Derecho Administrativo*, 129-148.
- Vilchez, M., Ochoa, M., & Pari, W. (2019). Peligro geológico en la región Huancavelica. *Boletín, Serie C: Geodinámica e Ingeniería Geológica*.
- Yañez, a. (2008). Impacto ambiental y metodologías de análisis. *BIOCYT*, 7-15.

ANEXOS

ANEXO B - Monitoreos de agua:

1. Tabla 21:
Laboratorio de ensayo acreditado por el organismo peruano de acreditación INACAL a cargo del laboratorio LABECO, con registro N° LE – 034
INFORME DE ENSAYO N°0173-23.
2. Tabla 22:
Informe de Ensayo N° MAR 1006.R24 a cargo del laboratorio CERTIMIN.
Informe de Ensayo N° NOV 1164. R23 a cargo del laboratorio CERTIMIN.
Informe de Ensayo N° ABR 1284.R24 a cargo del laboratorio CERTIMIN.

**LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA
CON REGISTRO N° LE - 034**

INFORME DE ENSAYO N° 0173-23

Solicitante : MINERA CALCAREOS S.A.
Dirección del Solicitante : Av. Universitaria Norte Nro. 5140, Urb. Lotización Industrial Infantas Tercera Etapa (Mz. k Lote 3 Lado A-UNO), Los Olivos, Lima
Atención : Sotomayor Belisario, Amanda Estrellita
Proyecto : Monitoreo Ambiental
Lugar de Muestreo : Concepción - Huancayo
Tipo de Muestra : Agua Natural Superficial (Rio) / Agua Residual (Industrial)
Fecha de Monitoreo : 26/05/23
Fecha de Recepción de Muestra : 27/05/23
Fecha de Inicio de Análisis : 27/05/23
Fecha de Término de Análisis : 03/06/23
Fecha de Emisión : 05/06/23

MEDICIONES IN SITU

Código de Cliente	Descripción	COORDENADAS UTM	
		Norte	Este
Q-5	Quebrada 5 (11:15) am	0487225	8689192
Q-4	Quebrada 4 (12:35) pm	0485092	8690147
Q-3	Quebrada 3 (3:50) pm	0486748	8693293
Q-2	Quebrada 2 (4:15) pm	0484928	8694815
Q-1	Quebrada 1 (4:40) pm	0484629	8694915
V-1	Vertiente 1 (5:04) pm	0484461	8695294
V-2	Vertiente 2 (5:20) pm	0485573	8692233

In Situ: Datos tomados en campo.

CALIDAD DE AGUA - Agua Natural Superficial

Código de Laboratorio	0173-1	0173-2	0173-3	0173-4	0173-5	Límite Detección	Unidad
Código de Cliente	Q-5	Q-4	Q-3	Q-2	Q-1		
Parámetros de Campo (In Situ: Datos tomados en campo.)							
Temperatura	8,95	9,76	9,86	9,25	10,52	0,1	°C
pH	9,12	9,04	8,29	8,35	8,64	---	Unid. pH
Conductividad Eléctrica	83,5	71,4	346,0	281,0	79,1	---	uS/cm
Oxígeno Disuelto	12	10	12	11	11	1	mg O/L
Parámetros Físicoquímicos							
DQO	<1	<1	<1	<1	<1	1	mg/L
DBO ₅	<1	<1	<1	<1	<1	1	mg/L
Aceites y Grasas	2,1	2,4	2,3	2,2	3,1	0,5	mg/L
Cianuro Wad	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,001	mg CN ⁻ /L
Sulfatos	<0,5	16,2	74,5	56,3	<0,5	0,5	mg SO ₄ ⁼ /L
Nitratos	0,23	0,31	0,26	0,26	0,24	0,05	mg NO ₃ ⁻ /L
Nitritos	0,002	0,004	<0,002	0,002	0,017	0,002	mg NO ₂ ⁻ /L
SAAM	<0,01	0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,01	mg/L

LB-F-38

Av. Víctor Alzamora 348, Urb. Barrio Medico
Surquillo - Lima
Teléfonos: 242-2696 / 444-8987
web: www.labecoperu.com
e-mail: labeco@labecoperu.com, labecoperu@gmail.com

1 de 3
Revisión: 11

"EL USO INDEBIDO DE ESTE INFORME DE ENSAYO CONSTITUYE DELITO SANCIONADO CONFORME A LA LEY, POR LA AUTORIDAD COMPETENTE"

LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LE - 034

Código de Laboratorio	0173-1	0173-2	0173-3	0173-4	0173-5	Límite Detección	Unidad
Código de Cliente	Q-5	Q-4	Q-3	Q-2	Q-1		
Parámetros Físicoquímicos							
Fenoles	0,007	0,106	0,061	0,025	0,056	0,001	mg/L
Cloruros	1	<1	<1	<1	2	1	mg Cl/L
Parámetro Microbiológico							
Coliformes Fecales	<1,8	<1,8	4,5	<1,8	7,8	<1,8	NMP/100mL

AGUA RESIDUAL Industrial

Código de Laboratorio	0173-6	0173-7	Límite Detección	Unidad
Código de Cliente	V-1	V-2		
Parámetros de Campo (In Situ: Datos tomados en campo.)				
pH	8,15	8,21	—	Unid. pH
Parámetros Físicoquímicos				
Aceites y Grasas	2,1	1,4	0,5	mg/L
Cromo VI	<0,005	0,023	0,005	mg/L
Sólidos Totales Suspendidos	6	2264	4	mg/L
Cianuro Total	<0,001	<0,001	0,001	mg CN/L
Metales Totales				
Cadmio	<0,002	<0,002	0,002	mg Cd/L
Cobre	<0,01	0,01	0,01	mg Cu/L
Plomo	<0,01	<0,01	0,01	mg Pb/L
Zinc	0,07	0,06	0,01	mg Zn/L
Metales Disueltos				
Hierro	<0,02	0,88	0,02	mg Fe/L

- Muestreado por el área de monitoreo según procedimiento LB-P-07: Ejecución de Muestreo de Agua.
- La fecha de muestreo es dato proporcionado por el área de monitoreo.
- Lugar y condiciones ambientales del muestreo: Indicado en el acta.
- Condición y Estado de la muestra ensayada: Las muestras llegaron refrigeradas.
- El cliente renuncia al derecho de la dirimencia.

Método de Análisis:

Temperatura: APHA AWWA WEF 2550 B 23rd Edition 2017, Temperature. Laboratory and Field Methods.

pH: APHA AWWA-WEF Part 4500-H+ B, 23rd Edition 2017, pH Value. Electrometric Method.

Conductividad Eléctrica: APHA AWWA-WEF Part 2510 B, 23rd Edition 2017 Conductivity. Laboratory Method.

Oxígeno Disuelto: APHA AWWA-WEF Part 4500-O G, 23rd Edition 2017 Oxygen (Dissolved). Membrane Electrode Method.

TSS: APHA AWWA-WEF Part 2540 D, 23rd Edition 2017 Solids. Total Suspended Solids Dried at 103-105 °C.

DQO: APHA AWWA-WEF Part 5220 C, D 23rd Edition 2017, Chemical Oxygen Demand. Closed Reflux Colorimetric Method.

DBO₅: APHA AWWA-WEF Part 5210 B, 23rd Edition 2017 Biochemical Oxygen Demand (BOD). 5-Day BOD Test.

Aceites y Grasas: APHA AWWA-WEF Part 5520 B, 23rd Edition 2017 Oil and Grease. Liquid-Liquid, Partition-Gravimetric Method.

Cianuro Total: APHA AWWA-WEF Part 4500-CN⁻ C.E. 23rd Edition 2017 Cyanide. Total Cyanide after Distillation Colorimetric Method.

Cianuro Wad: APHA AWWA-WEF Part 4500-CN⁻ C, I, E, 23rd Edition 2017 Cyanide. Total Cyanide after Distillation. Weak Acid Dissociable Cyanide. Colorimetric Method.

Cromo VI: APHA AWWA WEF 3500-Cr B 23rd Edition 2017, Chromium Colorimetric Method.

Sulfatos: APHA AWWA-WEF Part 4500-SO₄=E, 23rd Edition 2017, Sulfate. Turbidimetric Method.

Nitratos: APHA AWWA – WEF 4500 – NO₃ – E, 23rd Edition 2017, Nitrogen (Nitrate) Cadmiun Reduction Method.

Nitritos: APHA AWWA WEF 4500- NO₂- B 23rd Edition 2017, Nitrogen (Nitrite) Colorimetric Method.

SAAM: APHA AWWA WEF 5540 C 23rd Edition 2017, Surfactants, Anionic Surfactants as MBAS.

Fenoles: APHA AWWA WEF 5530 C 23rd Edition 2017, Chloroform Extraction Method

Cloruros: APHA AWWA-WEF Part 4500-Cl-B, 23rd Edition 2017 Chloride. Argentometric Method.

Alcalinidad: APHA AWWA WEF 2320 B 23rd Edition 2017, Alkalinity Titration Method.

Hierro: APHA AWWA-WEF Part 3111 B, 23rd Edition 2017, Metals by Flame Atomic Absorption Spectrometry. Direct Air-Acetylene Flame Method.

Cadmio: APHA AWWA-WEF Part 3111 B, 23rd Edition 2017, Metals by Flame Atomic Absorption Spectrometry. Direct Air-Acetylene Flame Method.

Cobre: APHA AWWA-WEF Part 3111 B, 23rd Edition 2017, Metals by Flame Atomic Absorption Spectrometry. Direct Air-Acetylene Flame Method.

Plomo: APHA AWWA-WEF Part 3111 B, 23rd Edition 2017, Metals by Flame Atomic Absorption Spectrometry. Direct Air-Acetylene Flame Method.

Zinc: APHA AWWA-WEF Part 3111 B, 23rd Edition 2017, Metals by Flame Atomic Absorption Spectrometry. Direct Air-Acetylene Flame Method.

Coliformes Fecales: APHA AWWA-WEF Part 9221 E, 23rd Edition. 2017 Multiple-Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group.

Mercurio: APHA AWWA-WEF Part 3112B, 22nd Edition 2012 VALIDADO, Metals by Cold-Vapor Atomic Absorption Spectrometry. Cold-Vapor

Atomic Absorption Spectrometric Method.



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL
ORGANISMO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA
CON REGISTRO N° LE 022



Página 1 de 12

INFORME DE ENSAYO N° MAR1006.R24

SOLICITANTE :	COMPAÑIA MINERA AGREGADOS CALCAREOS S.A.
DOMICILIO LEGAL :	Av. Universitaria Norte N° 5140, Urb. Industrial Infantas Los Olivos, Lima
SOLICITADO POR :	Amanda E. Sotomayor Belisario
SOLICITUD DE SERVICIO AMBIENTAL:	SSA N° 113-24 Cadena de custodia N° 346-24/CERTIMIN
REFERENCIA :	UM San Juan Diego 84 Quilcas - Comas / Concepción / Junín Monitoreo Calidad de Agua actividades Minero - Metalurgicas Cantera
FECHA DE MUESTREO :	2024/02/28
MUESTRA TOMADA POR :	CERTIMIN S.A.
PROTOCOLO :	IC-MON-016 / IC-MON-006
TIPO DE MUESTRA:	Agua Residual Industrial
NÚMERO DE ESTACIONES DE MUESTREO :	3
PRESENTACIÓN DE LAS MUESTRAS :	Frascos de polietileno y vidrio refrigerados y sellados.
CONDICIÓN DE LAS MUESTRAS : RECEPCIONADAS	Muestra en buena condición para el análisis solicitado
FECHA DE RECEPCIÓN :	miércoles, 28 de Febrero de 2024
IDENTIFICACIÓN DE LAS MUESTRAS :	Según se indica
FECHA DE EJECUCIÓN DE ENSAYO :	2024-02-28 al 2024-03-05
FECHA DE REPORTE :	martes, 05 de Marzo de 2024
PERIODO DE CUSTODIA :	Hasta un mes. De acuerdo a las recomendaciones de la metodología o norma empleada.

EDGAR NINA VELÁSQUEZ
Jefe Ambiental
CQP. 729

Lima, 5 de Marzo de 2024

"Prohibida la reproducción total o parcial de este informe, sin autorización escrita de CERTIMIN S.A."
"Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce".
Los resultados corresponden a las muestras indicadas.
El laboratorio no es responsable de la información proporcionada por el cliente y que pueda afectar a la validez de los resultados.
Los resultados se aplican a la muestra como se recibió por parte del cliente.
Los ensayos han sido realizados en CERTIMIN S.A. sede Lima



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO
DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LE 022



INFORME DE ENSAYO
N° MAR1006.R24

Registro N°LE-022

RESULTADOS

Muestras					Ensayos																		
N°	Codigo de Servicio	Ensayo	Unidad	Limites de Detección	ID	Fecha Muestreo	MON0000	Tipo Muestra	MA0460 Nor* WGS-84	MA0460 Est* WGS-84	MA0460 Altitud* msnm	MA0181 Temperatura °C	MA0148 pH Unid de pH	MA0055 Conductiv. µmho/cm	MA0029 Caudal m3/dia	MA0032 CN Total mg/L	MA0183 Turbidez UNT	MA0058 Cr (VI) mg/L	MA0174 STS mg/L	MA0174 AcyG mg/L	MA01470 Hg (t) mg/L	MA0112 Ag (t) mg/L	MA0122 Ag (d) mg/L
1	A-1					2024-02-28 14:20		Agua Residual Industrial	8691844	485958	4585	8.8	7.6	83.3	--	<0.005	1.7	<0.01	<5	<5.0	<0.0001	<0.002	<0.002
2	A-3					2024-02-28 15:15		Agua Residual Industrial	8692226	485588	4470	9.3	7.2	77.8	117.50	<0.005	1.3	<0.01	18	<5.0	0.0002	<0.002	<0.002
3	A-2					2024-02-28 16:10		Agua Residual Industrial	8692089	485790	4533	8.4	7.4	86.4	91.60	<0.005	1.8	<0.01	17	<5.0	0.0002	0.107	<0.002

Las Coordenadas*, Altitud*, pH, Temperatura, Conductiv., Caudal : son mediciones realizadas en campo
pH, Medición realizada a la temperatura del cuerpo
LD: Limite de Detección (Limite Reportable) que es tomado en base al Limite de Cuanlificación del Método LCM.
Conductiv.: medición realizada a la Temperatura de 25°C
(**) Los resultados obtenidos no han sido acreditados por el INACAL-DA

(*) Los resultados obtenidos corresponden a métodos que no han sido acreditados por el INACAL-DA.



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO
DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LE 022



INFORME DE ENSAYO
N° MAR1006.R24

Registro N°LE-022

Muestras		Ensayos																			
N°	Código de Servicio	MA0122	MA0114	MA0122	MA0114	MA0122	MA0114	MA0122	MA0114	MA0122	MA0114	MA0122	MA0114	MA0122	MA0114	MA0122	MA0114	MA0122	MA0114	MA0122	MA0114
	Ensayo	Al (t)	Al (d)	As (t)	As (d)	Ba (t)	Ba (d)	Be (t)	Be (d)	Bi (t)	Bi (d)	B (t)	B (d)	Ce (t)	Ce (d)	Cd (t)	Cd (d)	Co (t)	Co (d)	Cr (t)	Cr (d)
	Unidad	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L
	Límite de Detección LD	0.02	0.02	0.008	0.008	0.001	0.001	0.0003	0.0003	0.02	0.02	0.003	0.003	0.05	0.05	0.001	0.001	0.002	0.002	0.004	0.004
1	A-1	0.17	0.05	0.010	<0.008	0.037	0.034	<0.0003	<0.0003	<0.02	<0.02	0.006	0.004	15.71	15.35	<0.001	<0.001	<0.002	<0.002	<0.004	<0.004
2	A-3	0.37	0.07	<0.008	<0.008	0.028	0.027	<0.0003	<0.0003	<0.02	<0.02	<0.003	<0.003	13.14	12.56	<0.001	<0.001	<0.002	<0.002	<0.004	<0.004
3	A-2	0.34	0.07	0.010	0.009	0.037	0.028	<0.0003	<0.0003	<0.02	<0.02	<0.003	<0.003	16.48	14.81	<0.001	<0.001	<0.002	<0.002	<0.004	<0.004

(*) Los resultados obtenidos corresponden a métodos que no han sido acreditados por el INACAL-DA.



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO
DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LE 022



INFORME DE ENSAYO
N° MAR1006.R24

Registro N° LE - 022

Muestras		Ensayos																			
N°	Código de Servicio	Ensayo	Unidad	MA0122	MA0114	MA0122	MA0114	MA0122	MA0114	MA0122	MA0114	MA0122	MA0114	MA0122	MA0114	MA0122	MA0114	MA0122	MA0114	MA0122	MA0114
Límite de Detección		LD		0.003	0.003	0.01	0.01	0.004	0.004	0.02	0.02	0.004	0.004	0.02	0.02	0.004	0.004	0.02	0.02	0.004	0.004
1	A-1			0.005	0.004	0.10	0.03	0.63	0.58	0.67	0.62	0.62	0.67	0.62	0.62	0.62	0.67	0.62	0.62	0.62	0.67
2	A-3			0.005	0.005	0.30	0.03	0.62	0.62	0.62	0.62	0.62	0.62	0.62	0.62	0.62	0.62	0.62	0.62	0.62	0.62
3	A-2			0.005	0.004	0.22	0.05	0.70	0.67	0.67	0.67	0.67	0.67	0.67	0.67	0.67	0.67	0.67	0.67	0.67	0.67

(*) Los resultados obtenidos corresponden a métodos que no han sido acreditados por el INACAL-DA.



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO
DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LE 022



INFORME DE ENSAYO
N° MAR1006.R24

Registro N° LE - 022

Muestras		Ensayos															
N°	Código de Servicio	MA0122	MA0114	MA0122	MA0114	MA0122	MA0114	MA0122	MA0114	MA0122	MA0114	MA0122	MA0114	MA0122	MA0114	MA0122	MA0114
	Ensayo	Sb (t)	Sb (d)	Se (t)	Se (d)	SiO2 (t)	SiO2 (d)	Sn (t)	Sn (d)	Sr (t)	Sr (d)	Ti (t)	Ti (d)	Tl (t)	Tl (d)	V (t)	V (d)
	Unidad	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L
	Límite de Detección LD	0.008	0.008	0.02	0.02	0.02	0.02	0.007	0.007	0.0007	0.0007	0.01	0.01	0.05	0.05	0.003	0.003
1	A-1	<0.008	<0.008	<0.02	<0.02	4.65	4.35	<0.007	<0.007	0.1147	0.1111	<0.01	<0.01	0.09	0.08	<0.003	<0.003
2	A-3	<0.008	<0.008	<0.02	<0.02	4.91	4.28	<0.007	<0.007	0.0927	0.0886	<0.01	<0.01	0.07	0.07	<0.003	<0.003
3	A-2	<0.008	<0.008	<0.02	<0.02	4.97	4.24	<0.007	<0.007	0.1180	0.1100	<0.01	<0.01	0.08	0.08	<0.003	<0.003
																0.012	0.012
																0.014	0.013
																0.010	0.009

(*) Los resultados obtenidos corresponden a métodos que no han sido acreditados por el INACAL-DA.



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO
DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LE 022



Registro N° LE -022

INFORME DE ENSAYO N° MAR1006.R24

CONTROL DE CALIDAD

Muestras QC		Ensayos														
N°	Código de Servicio Ensayo Unidad	MA0032 CN Total mg/L	MA0183 Turbidez UNT	MA0058 Cr (VI) mg/L	MA0174 STS mg/L	MA1470 AcyG mg/L	MA0112 Hg (t) mg/L	MA0122 Ag (t) mg/L	MA0114 Ag (d) mg/L	MA0122 Al (t) mg/L	MA0114 Al (d) mg/L	MA0122 As (t) mg/L	MA0114 As (d) mg/L	MA0122 Ba (t) mg/L	MA0114 Ba (d) mg/L	MA0122 Be (t) mg/L
1	STD - Recuperación Obtenido (%)	87.7	99.0	105.0	102.0	89.5	95.0	96.0	96.0	100.2	100.2	92.2	92.2	96.6	96.6	98.2
2	STD - Rango (%)	80.0-120.0	95.0-105.0	80.0-120.0	91.0-109.0	78.0-114.0	84.0-116.0	85.0-115.0	85.0-115.0	85.0-115.0	85.0-115.0	85.0-115.0	85.0-115.0	85.0-115.0	85.0-115.0	85.0-115.0
3	STD - Recuperación Obtenido (%)	96.0	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
4	STD - Rango (%)	80.0-120.0	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
5	A-1 (Original)	<0.005	--	--	--	<5.0	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
6	A-1 (Dup)	--	--	--	--	<5.0	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
7	A-3 (Original)	--	--	<0.01	--	--	0.0002	<0.002	--	0.37	--	<0.008	--	0.028	--	<0.0003
8	A-3 (Dup)	--	--	<0.01	--	--	0.0002	<0.002	--	0.36	--	<0.008	--	0.028	--	<0.0003
9	A-2 (Original)	--	1.8	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
10	A-2 (Dup)	--	1.8	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
11	Adición (% Recup.)	--	--	100.0	--	90.5	100.0	103.2	--	109.8	--	98.4	--	105.4	--	105.3
12	Adición (% Recup.)	--	--	100.0	--	--	100.0	--	--	--	--	--	--	--	--	--
13	Adición Rango (%)	85.0 - 115.0	--	85.0 - 115.0	--	78.0 - 114.0	85.0 - 115.0	85.0 - 115.0	--	85.0 - 115.0	--	85.0 - 115.0	--	85.0 - 115.0	--	85.0 - 115.0
14	Adición 2 (CN-I) Rango (%)	85.0 - 115.0	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
15	Blanco	<0.005	<1.0	<0.01	<5	<5.0	<0.0001	<0.002	<0.002	<0.02	<0.02	<0.008	<0.008	<0.001	<0.001	<0.0003

EL USUARIO DEBE DE ESTE INFORME DE ENSAYO CONSTITUYE DELITO SANCIONADO CONFORME A LA LEY, POR LA AUTORIDAD COMPETENTE.



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO
DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LE 022



INFORME DE ENSAYO N° MAR1006.R24

Registro N° LE -022

EL USO INDEBIDO DE ESTE INFORME DE ENSAYO CONSTITUYE DELITO SANCIONADO CONFORME A LA LEY, POR LA AUTORIDAD COMPETENTE.

Muestras QC		Ensayos														
N°	Codigo de Servicio Ensayo Unidad	MA0114 Be (d) mg/L 0.0003	MA0122 Bi (t) ** mg/L 0.02	MA0114 Bi (d) ** mg/L 0.02	MA0122 B (t) mg/L 0.003	MA0114 B (d) mg/L 0.003	MA0122 Ca (t) mg/L 0.05	MA0114 Ca (d) mg/L 0.05	MA0122 Cd (t) mg/L 0.001	MA0114 Cd (d) mg/L 0.001	MA0122 Ce (t) mg/L 0.02	MA0114 Ce (d) mg/L 0.02	MA0122 Co (t) mg/L 0.002	MA0114 Co (d) mg/L 0.002	MA0122 Cr (t) mg/L 0.004	MA0114 Cr (d) mg/L 0.004
1	STD - Recuperación Obtenido (%)	98.2	88.0	88.0	93.2	93.2	98.5	98.5	94.8	94.8	102.0	102.0	95.0	95.0	99.0	99.0
2	STD - Rango (%)	85.0-115.0	85.0-115.0	85.0-115.0	85.0-115.0	85.0-115.0	85.0-115.0	85.0-115.0	85.0-115.0	85.0-115.0	85.0-115.0	85.0-115.0	85.0-115.0	85.0-115.0	85.0-115.0	85.0-115.0
3	STD - Recuperación Obtenido (%)	-	**	**	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4	STD - Rango (%)	-	**	**	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5	A-1 (Original)	-	**	**	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6	A-1 (Dup)	-	**	**	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
7	A-3 (Original)	-	<0.02	-	<0.003	-	13.14	-	<0.001	-	0.03	-	<0.002	-	<0.004	-
8	A-3 (Dup)	-	<0.02	-	<0.003	-	13.37	-	<0.001	-	0.03	-	<0.002	-	<0.004	-
9	A-2 (Original)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10	A-2 (Dup)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
11	Adición (% Recup.)	-	94.0	-	102.0	-	98.9	-	99.6	-	106.0	-	99.8	-	104.8	-
12	Adición (% Recup.)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
13	Adición Rango (%)	-	85.0 - 115.0	-	85.0 - 115.0	-	85.0 - 115.0	-	85.0 - 115.0	-	85.0 - 115.0	-	85.0 - 115.0	-	85.0 - 115.0	-
14	Adición 2 (CN-I) Rango (%)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
15	Blanco	<0.0003	<0.02	<0.02	<0.003	<0.003	<0.05	<0.05	<0.001	<0.001	<0.02	<0.02	<0.002	<0.002	<0.004	<0.004



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO
DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LE 022



INFORME DE ENSAYO
N° MAR1006.R24

Registro N° LE -022

EL USO INDEBIDO DE ESTE INFORME DE ENSAYO CONSTITUYE DELITO SANCIONADO CONFORME A LA LEY, POR LA AUTORIDAD COMPETENTE.

Muestras QC		Ensayos														
N°	Codigo de Servicio Ensayo Unidad	MA0122 Cu (t) mg/L 0.003	MA0114 Cu (d) mg/L 0.003	MA0122 Fe (t) mg/L 0.01	MA0114 Fe (d) mg/L 0.01	MA0122 K (t) mg/L 0.01	MA0114 K (d) mg/L 0.01	MA0122 Li (t) mg/L 0.004	MA0114 Li (d) mg/L 0.004	MA0122 Mg (t) mg/L 0.02	MA0114 Mg (d) mg/L 0.02	MA0122 Mn (t) mg/L 0.001	MA0114 Mn (d) mg/L 0.001	MA0122 Mo (t) mg/L 0.004	MA0114 Mo (d) mg/L 0.004	MA0122 Na (t) mg/L 0.01
1	STD - Recuperación Obtenido (%)	93.4	93.4	100.0	100.0	98.4	98.4	94.4	94.4	99.3	99.3	101.0	101.0	101.0	101.0	98.0
2	STD - Rango (%)	85.0-115.0	85.0-115.0	85.0-115.0	85.0-115.0	85.0-115.0	85.0-115.0	85.0-115.0	85.0-115.0	85.0-115.0	85.0-115.0	85.0-115.0	85.0-115.0	85.0-115.0	85.0-115.0	85.0-115.0
3	STD - Recuperación Obtenido (%)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
4	STD - Rango (%)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
5	A-1 (Original)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
6	A-1 (Dup)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
7	A-3 (Original)	0.005	—	0.30	—	0.62	—	<0.004	—	1.45	—	0.030	—	<0.004	—	1.44
8	A-3 (Dup)	0.005	—	0.30	—	0.63	—	<0.004	—	1.48	—	0.031	—	<0.004	—	1.50
9	A-2 (Original)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
10	A-2 (Dup)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
11	Adición (% Recup.)	100.6	—	106.0	—	106.5	—	98.4	—	104.2	—	101.4	—	110.4	—	105.3
12	Adición (% Recup.)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
13	Adición Rango (%)	85.0 - 115.0	—	85.0 - 115.0	—	85.0 - 115.0	—	85.0 - 115.0	—	85.0 - 115.0	—	85.0 - 115.0	—	85.0 - 115.0	—	85.0 - 115.0
14	Adición 2 (CN-I) Rango (%)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
15	Blanco	<0.003	<0.003	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.004	<0.004	<0.02	<0.02	<0.001	<0.001	<0.004	<0.004	<0.01



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO
DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LE 022



INFORME DE ENSAYO N° MAR1006.R24

Registro N° LE -022

EL USO INDEBIDO DE ESTE INFORME DE ENSAYO CONSTITUYE DELITO SANCIONADO CONFORME A LA LEY, POR LA AUTORIDAD COMPETENTE.

Muestras QC		Ensayos														
N°	Codigo de Servicio Ensayo Unidad	MA0114 Na (d) mg/L 0.01	MA0122 Ni (t) mg/L 0.002	MA0114 Ni (d) mg/L 0.002	MA0122 P (t) mg/L 0.06	MA0114 P (d) mg/L 0.06	MA0122 Pb (t) mg/L 0.01	MA0114 Pb (d) mg/L 0.01	MA0122 Sb (t) mg/L 0.008	MA0114 Sb (d) mg/L 0.008	MA0122 Se (t) mg/L 0.02	MA0114 Se (d) mg/L 0.02	MA0122 SiO2 (t) mg/L 0.02	MA0114 SiO2 (d) mg/L 0.02	MA0122 Sn (t) mg/L 0.007	MA0114 Sn (d) mg/L 0.007
1	STD - Recuperación Obtenido (%)	98.0	97.2	97.2	94.8	109.6	98.0	98.0	100.4	100.4	88.0	88.0	99.6	99.6	92.0	92.0
2	STD - Rango (%)	85.0-115.0	85.0-115.0	85.0-115.0	85.0-115.0	85.0-115.0	85.0-115.0	85.0-115.0	85.0-115.0	85.0-115.0	85.0-115.0	85.0-115.0	85.0-115.0	85.0-115.0	85.0-115.0	85.0-115.0
3	STD - Recuperación Obtenido (%)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4	STD - Rango (%)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5	A-1 (Original)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6	A-1 (Dup)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
7	A-3 (Original)	-	<0.002	-	0.07	-	<0.01	-	<0.008	-	<0.02	-	4.91	-	<0.007	-
8	A-3 (Dup)	-	<0.002	-	0.07	-	<0.01	-	<0.008	-	<0.02	-	4.96	-	<0.007	-
9	A-2 (Original)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10	A-2 (Dup)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
11	Adición (% Recup.)	-	104.0	-	105.6	-	110.0	-	105.8	-	100.0	-	109.2	-	102.0	-
12	Adición (% Recup.)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
13	Adición Rango (%)	-	85.0 - 115.0	-	85.0 - 115.0	-	85.0 - 115.0	-	85.0 - 115.0	-	85.0 - 115.0	-	85.0 - 115.0	-	85.0 - 115.0	-
14	Adición 2 (CN-I) Rango (%)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
15	Blanco	<0.01	<0.002	<0.002	<0.06	<0.06	<0.01	<0.01	<0.008	<0.008	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.007	<0.007



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO
DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LE 022



INFORME DE ENSAYO
N° MAR1006.R24

Registro N° LE -022

Muestras QC		Ensayos									
N°	Codigo de Servicio Ensayo Unidad	MA0122 Sr (t) mg/L	MA0114 Sr (d) mg/L	MA0122 Ti (t) mg/L	MA0114 Ti (d) mg/L	MA0122 Tl (t) mg/L	MA0114 Tl (d) mg/L	MA0122 V (t) mg/L	MA0114 V (d) mg/L	MA0122 Zn (t) mg/L	MA0114 Zn (d) mg/L
1	Limite de Detección LD	0.0007	0.0007	0.01	0.01	0.05	0.05	0.003	0.003	0.005	0.005
2	STD - Recuperación Obtenido (%)	98.9	98.9	98.0	98.0	106.0	106.0	96.6	96.6	96.6	96.6
3	STD - Rango (%)	85.0-115.0	85.0-115.0	85.0-115.0	85.0-115.0	85.0-115.0	85.0-115.0	85.0-115.0	85.0-115.0	85.0-115.0	85.0-115.0
4	STD - Recuperación Obtenido (%)	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
5	STD - Rango (%)	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
6	A-1 (Original)	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
7	A-1 (Dup)	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
8	A-3 (Original)	0.0927	--	<0.01	--	0.07	--	<0.003	--	0.014	--
9	A-3 (Dup)	0.0945	--	<0.01	--	0.07	--	<0.003	--	0.012	--
10	A-2 (Original)	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
11	A-2 (Dup)	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
12	Adición (% Recup.)	106.8	--	106.0	--	90.0	--	102.6	--	101.0	--
13	Adición (% Recup.)	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
14	Adición Rango (%)	85.0 - 115.0	--	85.0 - 115.0	--	85.0 - 115.0	--	85.0 - 115.0	--	85.0 - 115.0	--
15	Adición 2 (CN-I) Rango (%)	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
16	Blanco	<0.0007	<0.0007	<0.01	<0.01	<0.05	<0.05	<0.003	<0.003	<0.005	<0.005

"EL USO INDEBIDO DE ESTE INFORME DE ENSAYO CONSTITUYE DELITO SANCIONADO CONFORME A LA LEY POR LA AUTORIDAD COMPETENTE"



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO
DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LE 022



INFORME DE ENSAYO
N° MAR1006.R24

Registro N° LE -022

METODOS DE ENSAYO Y CODIGOS DE SERVICIO

N°	Ensayo	Denominación	Cod. Serv.	Descripción	
1	Nor *	Norte	MA0460	Estandar GPS	(1) Norma de Referencia
2	Est *	Este	MA0460	Estandar GPS	
3	Altitud *	Altitud	MA0460	Estandar GPS	
4	AcyG	Acelles y grasas	MA1470	EPA Method 1684, Revision B, 2010, n-Hexane Extractable Material (HEM; Oil and Grease) and Silica Gel Treated n-Hexane Extractable Material (SGT-HEM; Non-Polar Material) by Extraction and Gravimetry.	
5	Caudal	Caudal	MA0029	UNE-EN ISO 748, (Excepto 7.1.4.2.1, 7.2.2), 2023, Hidrometría, Medida de caudal de líquidos en canales abiertos, Métodos de área de velocidad utilizando mediciones de velocidad puntual	
6	Temperatura	Temperatura	MA0181	SMEWW-APHA-AWWA-WEF, 24 th Ed.2023, Part 2550 B, Temperature, Laboratory and Field Methods.	
7	pH	Potencial de Hidrógeno	MA0148	SMEWW APHA- AWWA- WEF 24 th Ed.2023, Part-4500-H+ B, pH value, Electrometric Method.	
8	Conductiv.	Conductividad	MA0055	SMEWW APHA- AWWA- WEF 24 th Ed.2023, Part 2510 B, Conductivity Laboratory Method.	
9	Turbidez	Turbidez	MA0183	SMEWW-APHA-AWWA-WEF, 24 th Ed.2023, Part-2130 B, Turbidity, Nephelometric Method.	
10	STS	Sólidos Totales Suspendidos	MA0174	SMEWW-APHA-AWWA-WEF, 24 th Ed.2023, Part-2540 D, Solids, Total Suspended Solids Dried at 103 - 105°C.	
11	Cr(VI)	Cromo Hexavalente (VI)	MA0058	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 3500-Cr B, 24th Ed, 2023, Chromium, Colorimetric Method.	
12	CN Total	Cianuro Total	MA0032	SMEWW- APHA-AWWA-WEF, 24 th Ed.2023, Part-4500-CN- B, C, F, Cyanide, Preliminary Treatment of Samples, Total Cyanide after Distillation / Cyanide-Ion Selective Electrode Method.	
13	Metales Totales Por ICP OES	Metales Totales Por ICP OES	MA0122	EPA, Method 200.7, Revisión 4.4 1994, Determination of metals and trace elements in water and wastes by Inductively Coupled Plasma- Atomic, Emission Spectrometry.	
14	Metales Disueltos Por ICP OES	Metales Disueltos Por ICP OES	MA0114	EPA, Method 200.7, Revisión 4.4 1994, Determination of metals and trace elements in water and wastes by Inductively Coupled Plasma- Atomic, Emission Spectrometry.	
15	Hg(t)	Mercurio total	MA0112	SMEWW-APHA-AWWA-WEF, 24 th Ed.2023, Part-3112 B, Metals by Cold-Vapor Atomic Absorption Spectrometric Method.	

"EL USO INDEBIDO DE ESTE INFORME DE ENSAYO CONSTITUYE DELITO SANCIONADO CONFORME A LA LEY POR LA AUTORIDAD COMPETENTE"



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO
DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LE 022



Registro N° LE -022

INFORME DE ENSAYO N° MAR1006.R24

(1) SMEWW: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater

APHA : American Public Health Association.

AWWA: American Water Works Association.

WEF : Water Environment Federation.

EPA : Environmental Protection Agency.

ASTM: American Society for Testing and Materials.

ISO: International Organization for Standardization.

NTP: Norma Técnica Peruana.

NIOSH: The National Institute for Occupational Safety and Health.

"EL USO INDEBIDO DE ESTE INFORME DE ENSAYO CONSTITUYE DELITO SANCIONADO CONFORME A LA LEY POR LA AUTORIDAD COMPETENTE"



INFORME DE ENSAYO N° NOV1147.R23

SOLICITANTE :

DOMICILIO LEGAL :

Av. Universitaria Norte N° 5140, Urb. Industrial Infantas
Los Olivos, Lima

SOLICITADO POR :

Amanda E. Sotomayor Belisario

SOLICITUD DE SERVICIO AMBIENTAL:

SSA N° 675-23
Cadena de custodia N° 3334-23/CERTIMIN

REFERENCIA :

UEA Jesus Poderoso - San Juan Diego 84
Comas / Concepción / Junín
Monitoreo Calidad de Agua Area de Medio Ambiente

FECHA DE MUESTREO :

2023/11/07

MUESTRA TOMADA POR :

EL CLIENTE

PROTOCOLO :

--

TIPO DE MUESTRA:

Agua Residual Industrial

NÚMERO DE ESTACIONES DE MUESTREO : 2

PRESENTACIÓN DE LAS MUESTRAS :

Frascos de polietileno y vidrio refrigerados y sellados.

**CONDICIÓN DE LAS MUESTRAS :
RECEPCIONADAS**

Muestra en buena condición para el análisis solicitado

FECHA DE RECEPCIÓN :

jueves, 09 de Noviembre de 2023

IDENTIFICACIÓN DE LAS MUESTRAS :

Según se indica

FECHA DE EJECUCIÓN DE ENSAYO :

2023-11-09 al 2023-11-14

FECHA DE REPORTE :

martes, 14 de Noviembre de 2023

PERIODO DE CUSTODIA :

Hasta un mes. De acuerdo a las recomendaciones de la
metodología o norma empleada.

EDGAR NINA VELASQUEZ
Jefe Ambiental
CQP. 729

Lima, 14 de Noviembre de 2023

"Prohibida la reproducción total o parcial de este informe, sin autorización escrita de CERTIMIN S.A."

"Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce".

Los resultados corresponden a las muestras indicadas.

El laboratorio no es responsable de la información proporcionada por el cliente y que pueda afectar a la validez de los resultados.

Los resultados se aplican a la muestra cómo se recibió por parte del cliente.

Los ensayos han sido realizados en CERTIMIN S.A. sede Lima.



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO
DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LE 022



INFORME DE ENSAYO
N° NOV1147.R23

RESULTADOS

Muestras		Ensayos																	
N°	Codigo de Servicio Ensayo Unidad Limite de Detección LD	MON0000 Fecha Muestreo	MON0000 Tipo Muestra	MA1000 Nor* WGS-84	MA1000 Est* WGS-84	MA1000 Altitud* msnm	MA0147 pH* Unid de pH	MA0174 STS mg/L	MA0122 Ag(t) mg/L	MA0122 Al(t) mg/L	MA0122 As(t) mg/L	MA0122 Ba(t) mg/L	MA0122 Be(t) mg/L	MA0122 Bi(t)* mg/L	MA0122 B(t) mg/L	MA0122 Ca(t) mg/L	MA0122 Cd(t) mg/L	MA0122 Ce(t) mg/L	MA0122 Co(t) mg/L
1	E-01 Labor San Diego	2023-11-07 16:00	Agua Residual Industrial	8691853	485959	4602	8.0	<5	<0.002	0.25	0.197	0.106	<0.0003	<0.02	0.016	27.84	<0.001	<0.02	0.004
2	E-02 Poza de Sedimentación	2023-11-07 16:30	Agua Residual Industrial	8692173	485635	4475	8.2	7730	<0.002	8.25	0.078	0.449	0.0163	<0.02	0.013	53.98	0.001	<0.02	0.005

Las Coordenadas*, Altitud*:son datos proporcionados por el cliente.

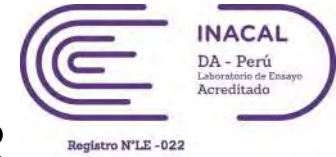
pH*: medición realizada a la Temperatura de 25°C.

LD: Límite de Detección (Limite Reportable) que es tomado en base al Límite de Cuantificación del Método LCM.

(*) Los resultados obtenidos corresponden a métodos que no han sido acreditados por el INACAL-DA.



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO
DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LE 022



INFORME DE ENSAYO
N° NOV1147.R23

Muestras		Ensayos																					
N°	Codigo de Servicio	MA0122	MA0122	MA0122	MA0122	MA0122	MA0122	MA0122	MA0122	MA0122	MA0122	MA0122	MA0122	MA0122	MA0122	MA0122	MA0122	MA0122	MA0122	MA0122	MA0122	MA0122	
	Ensayo	Cr(t)	Cu(t)	Fe(t)	K(t)	Li(t)	Mg(t)	Mn(t)	Mo(t)	Na(t)	Ni(t)	P(t)	Pb(t)	Sb(t)	Se(t)	SiO2(t)	Sn(t)	Sr(t)	Ti(t)	Tl(t)	V(t)	Zn(t)	
	Unidad	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	
	Limite de Detección LD	0.004	0.003	0.01	0.01	0.004	0.02	0.001	0.004	0.01	0.002	0.06	0.01	0.008	0.02	0.02	0.007	0.0007	0.01	0.05	0.003	0.005	
1	E-01 Labor San Diego	<0.004	0.009	0.10	1.79	<0.004	3.84	0.015	0.093	5.80	<0.002	<0.06	0.02	0.008	<0.02	9.53	<0.007	0.5952	<0.01	<0.05	<0.003	0.014	
2	E-02 Poza de Sedimentación	0.008	0.031	4.96	2.97	0.011	12.67	2.002	<0.004	3.46	0.007	0.42	0.03	<0.008	<0.02	28.00	0.022	0.4498	0.03	<0.05	0.003	0.063	

(*) Los resultados obtenidos corresponden a métodos que no han sido acreditados por el INACAL-DA.



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO
DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LE 022



INFORME DE ENSAYO N° NOV1147.R23

CONTROL DE CALIDAD

Muestras QC		Ensayos													
N°	Codigo de Servicio Ensayo Unidad Limite de Detección LD	MA0147 pH* Unid de pH	MA0174 STS mg/L 5	MA0122 Ag(t) mg/L 0.002	MA0122 Al(t) mg/L 0.02	MA0122 As(t) mg/L 0.008	MA0122 Ba(t) mg/L 0.001	MA0122 Be(t) mg/L 0.0003	MA0122 Bi(t)* mg/L 0.02	MA0122 B(t) mg/L 0.003	MA0122 Ca(t) mg/L 0.05	MA0122 Cd(t) mg/L 0.001	MA0122 Ce(t) mg/L 0.02	MA0122 Co(t) mg/L 0.002	MA0122 Cr(t) mg/L 0.004
1	STD - Recuperación Obtenido (%)	100.0	100.0	104.0	102.0	99.0	99.6	100.6	90.0	96.4	98.7	98.2	98.0	99.6	100.6
2	STD - Rango (%)	98.6-101.4	91.0-109.0	85.0-115.0	85.0-115.0	85.0-115.0	85.0-115.0	85.0-115.0	85.0-115.0	85.0-115.0	85.0-115.0	85.0-115.0	85.0-115.0	85.0-115.0	85.0-115.0
3	E-02 Poza de Sedimentación (Original)	8.2	7730	<0.002	8.25	0.078	0.449	0.0163	<0.02	0.013	53.98	0.001	<0.02	0.005	0.008
4	E-02 Poza de Sedimentación (Dup)	8.2	7685	<0.002	8.14	0.066	0.443	0.0161	<0.02	0.011	52.47	0.001	<0.02	0.004	0.008
5	Adición (% Recup.)	--	--	98.4	103.3	97.2	98.8	99.9	90.0	107.0	104.9	95.8	100.0	96.6	99.6
6	Adición Rango (%)	--	--	85.0 - 115.0	85.0 - 115.0	85.0 - 115.0	85.0 - 115.0	85.0 - 115.0	85.0 - 115.0	85.0 - 115.0	85.0 - 115.0	85.0 - 115.0	85.0 - 115.0	85.0 - 115.0	85.0 - 115.0
7	Blanco	--	<5	<0.002	<0.02	<0.008	<0.001	<0.0003	<0.02	<0.003	<0.05	<0.001	<0.02	<0.002	<0.004

“EL USO INDEBIDO DE ESTE INFORME DE ENSAYO CONSTITUYE DELITO SANCIONADO CONFORME A LA LEY, POR LA AUTORIDAD COMPETENTE”



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO
DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LE 022



INFORME DE ENSAYO
N° NOV1147.R23

Muestras QC		Ensayos													
N°	Codigo de Servicio Ensayo Unidad Limite de Detección LD	MA0122 Cu(t) mg/L 0.003	MA0122 Fe(t) mg/L 0.01	MA0122 K(t) mg/L 0.01	MA0122 Li(t) mg/L 0.004	MA0122 Mg(t) mg/L 0.02	MA0122 Mn(t) mg/L 0.001	MA0122 Mo(t) mg/L 0.004	MA0122 Na(t) mg/L 0.01	MA0122 Ni(t) mg/L 0.002	MA0122 P(t) mg/L 0.06	MA0122 Pb(t) mg/L 0.01	MA0122 Sb(t) mg/L 0.008	MA0122 Se(t) mg/L 0.02	MA0122 SiO2(t) mg/L 0.02
1	STD - Recuperación Obtenido (%)	97.0	102.0	102.0	98.8	100.0	99.0	101.8	102.2	100.0	102.8	98.0	97.8	100.0	101.2
2	STD - Rango (%)	85.0-115.0	85.0-115.0	85.0-115.0	85.0-115.0	85.0-115.0	85.0-115.0	85.0-115.0	85.0-115.0	85.0-115.0	85.0-115.0	85.0-115.0	85.0-115.0	85.0-115.0	85.0-115.0
3	E-02 Poza de Sedimentación (Original)	0.031	4.96	2.97	0.011	12.67	2.002	<0.004	3.46	0.007	0.42	0.03	<0.008	<0.02	28.00
4	E-02 Poza de Sedimentación (Dup)	0.031	4.90	2.96	0.013	12.55	1.985	<0.004	3.43	0.008	0.42	0.03	<0.008	<0.02	27.69
5	Adición (% Recup.)	94.8	100.0	104.1	99.2	101.5	98.2	103.0	106.2	96.6	105.2	92.0	99.0	98.0	110.4
6	Adición Rango (%)	85.0 - 115.0	85.0 - 115.0	85.0 - 115.0	85.0 - 115.0	85.0 - 115.0	85.0 - 115.0	85.0 - 115.0	85.0 - 115.0	85.0 - 115.0	85.0 - 115.0	85.0 - 115.0	85.0 - 115.0	85.0 - 115.0	85.0 - 115.0
7	Blanco	<0.003	<0.01	<0.01	<0.004	<0.02	<0.001	<0.004	<0.01	<0.002	<0.06	<0.01	<0.008	<0.02	<0.02

“EL USO INDEBIDO DE ESTE INFORME DE ENSAYO CONSTITUYE DELITO SANCIONADO CONFORME A LA LEY, POR LA AUTORIDAD COMPETENTE”



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO
DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LE 022



INFORME DE ENSAYO
N° NOV1147.R23

Muestras QC		Ensayos					
N°	Codigo de Servicio Ensayo Unidad Limite de Detección LD	MA0122 Sn(t) mg/L 0.007	MA0122 Sr(t) mg/L 0.0007	MA0122 Ti(t) mg/L 0.01	MA0122 Tl(t) mg/L 0.05	MA0122 V(t) mg/L 0.003	MA0122 Zn(t) mg/L 0.005
1	STD - Recuperación Obtenido (%)	96.8	101.2	102.0	94.0	99.6	101.4
2	STD - Rango (%)	85.0-115.0	85.0-115.0	85.0-115.0	85.0-115.0	85.0-115.0	85.0-115.0
3	E-02 Poza de Sedimentación (Original)	0.022	0.4498	0.03	<0.05	0.003	0.063
4	E-02 Poza de Sedimentación (Dup)	0.021	0.4444	0.03	<0.05	0.003	0.062
5	Adición (% Recup.)	105.0	102.6	104.0	92.0	99.6	97.2
6	Adición Rango (%)	85.0 - 115.0	85.0 - 115.0	85.0 - 115.0	85.0 - 115.0	85.0 - 115.0	85.0 - 115.0
7	Blanco	<0.007	<0.0007	<0.01	<0.05	<0.003	<0.005



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO
DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LE 022



INFORME DE ENSAYO
N° NOV1147.R23

METODOS DE ENSAYO Y CODIGOS DE SERVICIO

N°	Descripción			
	Ensayo	Denominación	Cod.Serv	(1) Norma o Referencia
1	Nor *	Norte	MA1000	--
2	Altitud *	Altitud	MA1000	--
3	Est *	Este	MA1000	--
4	STS	Sólidos Totales Suspendidos	MA0174	SMEWW-APHA-AWWA-WEF. 23 rd Ed. 2017. Part-2540 D. Solids. Total Suspended Solids Dried at 103 - 105°C.
5	pH *	Potencial de Hidrógeno	MA0147	SMEWW-APHA-AWWA-WEF. 23 rd Ed. 2017. Part-4500-H+ B. pH value. Electrometric Method.
6	Metales Totales Por ICP OES	Metales Totales Por ICP OES	MA0122	EPA. Method 200.7. Revisión 4.4 1994. Determination of metals and trace elements in water and wastes by Inductively Coupled Plasma- Atomic. Emission Spectrometry.

(1) SMEWW: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater.

APHA : American Public Health Association.

AWWA: American Water Works Association.

WEF : Water Environment Federation.

EPA : Environmental Protection Agency.

ASTM: American Society for Testing and Materials.

ISO: International Organization for Standardization.

NTP: Norma Técnica Peruana.

NIOSH: The National Institute for Occupational Safety and Health.



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL
ORGANISMO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA
CON REGISTRO N° LE 022

Página 1 de 12



INFORME DE ENSAYO N° ABR1284.R24

SOLICITANTE :	COMPAÑIA MINERA AGREGADOS CALCAREOS S.A.
DOMICILIO LEGAL :	Av. Universitaria Norte N° 5140, Urb. Industrial Infantas Los Olivos, Lima
SOLICITADO POR :	Amanda E. Sotomayor Belisario
SOLICITUD DE SERVICIO AMBIENTAL:	SSA N° 237-24 Cadena de custodia N° 941-24/CERTIMIN
REFERENCIA :	CM San Juan Diego 84 Quilcas - Comas / Concepción / Junín Servicio de Monitoreo de Calidad de Efluentes Líquidos de Actividades Minero - Metalúrgicas - Cantera
FECHA DE MUESTREO :	2024/04/16
MUESTRA TOMADA POR :	CERTIMIN S.A.
PROTOCOLO :	IC-MON-016 / IC-MON-006
TIPO DE MUESTRA:	Agua Residual Industrial
NÚMERO DE ESTACIONES DE MUESTREO :	3
PRESENTACIÓN DE LAS MUESTRAS :	Frascos de polietileno y vidrio refrigerados y sellados.
CONDICIÓN DE LAS MUESTRAS : RECEPCIONADAS	Muestra en buena condición para el análisis solicitado
FECHA DE RECEPCIÓN :	miércoles, 17 de abril de 2024
IDENTIFICACIÓN DE LAS MUESTRAS :	Según se indica
FECHA DE EJECUCIÓN DE ENSAYO :	2024-04-17 al 2024-04-27
FECHA DE REPORTE :	sábado, 27 de abril de 2024
PERIODO DE CUSTODIA :	Hasta un mes. De acuerdo a las recomendaciones de la metodología o norma empleada.

EDGAR NINA VELÁSQUEZ
Jefe Ambiental
CQP. 729

Lima, 2 de mayo de 2024

"Prohibida la reproducción total o parcial de este informe, sin autorización escrita de CERTIMIN S.A."
"Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce".
Los resultados corresponden a las muestras indicadas.
El laboratorio no es responsable de la información proporcionada por el cliente y que pueda afectar a la validez de los resultados.
Los resultados se aplican a la muestra cómo se recibió por parte del cliente.
Los ensayos han sido realizados en CERTIMIN S.A. sede Lima.



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO
DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LE 022



INFORME DE ENSAYO
N° ABR1284.R24

RESULTADOS

Muestras				Ensayos																																	
N°	Codigo de Servicio	Ensayo	Unidad	MON0000	Fecha Muestreo	MON0000	Tipo Muestra	MA0460	Nor* WGS-84	MA0460	Est* WGS-84	MA0460	Altitud* msnm	MA0029	Caudal L/s	MA0181	Temperatura °C	MA0148	pH	MA0055	Conductiv. µmho/cm	MA0032	CN Total mg/L	MA0183	Turbidez UNT	MA0058	Cr (VI) mg/L	MA0174	STS mg/L	MA1470	AcyG mg/L	MA0112	Hg (t) mg/L	MA0122	Ag (t) mg/L	MA0114	Ag (d) mg/L
1	A-1			2024-04-16 12:30	Agua Residual Industrial	8691844		485958		4585				—		11.6		8.3		133.4		<0.005		1.3		<0.01		<5		<5.0		0.0002		<0.002		<0.002	
2	A-3			2024-04-16 11:40	Agua Residual Industrial	8692226		485588		4470				119.38		10.7		7.8		124.3		<0.005		95.0		<0.01		1821		<5.0		0.0002		<0.002		<0.002	
3	A-2			2024-04-16 11:00	Agua Residual Industrial	8692089		485790		4533				92.90		7.2		7.9		107.5		<0.005		310.0		<0.01		3912		<5.0		0.0002		<0.002		<0.002	

Las Coordenadas*, Altitud*, pH, Temperatura, Conductiv., Caudal : son mediciones realizadas en campo
pH, Medición realizada a la temperatura del cuerpo
Conductiv.: medición realizada a la Temperatura de 25°C
LD: Limite de Detección (Limite Reportable) que es tomado en base al Limite de Cuanificación del Método LCM.
(**) Los resultados se encuentran fuera del alcance de la acreditación otorgada por INACAL-DA.

(*) Los resultados obtenidos corresponden a métodos que no han sido acreditados por el INACAL-DA.



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO
DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LE 022



INFORME DE ENSAYO
N° ABR1284.R24

Muestras		Ensayos																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
N°	Codigo de Servicio	MA0122	MA0114	MA0122	MA0114	Al (t)	Al (d)	As (t)	As (d)	Ba (t)	MA0122	MA0114	Be (t)	MA0122	MA0114	Be (d)	MA0114	Bi (t) **	MA0122	MA0114	Bi (d) **	MA0122	MA0114	B (t)	MA0122	MA0114	B (d)	MA0122	MA0114	Ca (t)	MA0122	MA0114	Ca (d)	MA0122	MA0114	Cd (t)	MA0122	MA0114	Cd (d)	MA0122	MA0114	Ce (t)	MA0122	MA0114	Ce (d)	MA0122	MA0114	Co (t)	MA0122	MA0114	Co (d)	MA0122	MA0114	Cr (t)	MA0122	MA0114	Cr (d)	MA0122	MA0114																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
	Ensayo	Unidad	Limite de Detección	ID	0.02	0.02	0.008	0.008	0.001	0.001	0.013	0.0003	0.0003	0.0003	0.0003	0.0003	0.0003	0.02	0.02	0.02	0.02	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.05	0.05	0.05	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.02	0.02	0.02	0.02	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	

(*) Los resultados obtenidos corresponden a métodos que no han sido acreditados por el INACAL-DA.

INFORME DE ENSAYO
N° ABR1284.R24

Muestras		Ensayos																			
N°	Código de Servicio	Ensayo	Unidad	MA0122	MA0114	MA0122	MA0114	MA0122	MA0114	MA0122	MA0114	MA0122	MA0114	MA0122	MA0114	MA0122	MA0114	MA0122	MA0114	MA0122	MA0114
	Limite de Detección	LD		0.003	0.003	0.01	0.01	0.01	0.004	0.004	0.02	0.02	0.02	0.004	0.004	0.02	0.02	0.02	0.004	0.004	0.01
1	A-1			<0.003	<0.003	0.15	0.03	0.93	0.78	<0.004	<0.004	2.81	2.56	0.006	0.003	0.015	0.015	0.015	0.004	0.007	<0.01
2	A-3			<0.003	<0.003	0.46	0.02	1.36	1.18	0.004	<0.004	3.19	2.04	0.224	0.030	0.014	0.013	<0.06	<0.002	0.02	<0.01
3	A-2			<0.003	<0.003	0.86	0.05	2.26	1.53	0.007	0.004	4.74	2.02	0.476	0.022	0.012	0.012	<0.06	<0.002	0.03	<0.01

(*) Los resultados obtenidos corresponden a métodos que no han sido acreditados por el INACAL-DA.



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO
DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LE 022



INFORME DE ENSAYO
N° ABR1284.R24

Muestras		Ensayos																			
N°	Código de Servicio	Ensayo	Unidad	MA0122	MA0114	MA0122	MA0114	MA0122	MA0114	MA0122	MA0114	MA0122	MA0114	MA0122	MA0114	MA0122	MA0114	MA0122	MA0114	MA0122	MA0114
	Limite de Detección	LD		0.008	0.008	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
1	A-1			<0.008	<0.008	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02
2	A-3			<0.008	<0.008	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02
3	A-2			<0.008	<0.008	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02

(*) Los resultados obtenidos corresponden a métodos que no han sido acreditados por el INACAL-DA.



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO
DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LE 022



INFORME DE ENSAYO
N° ABR1284.R24

Registro N° LE -022

CONTROL DE CALIDAD

Muestras QC		Ensayos														
N°	Codigo de Servicio Ensayo Unidad Limite de Detección ID	MA0032 CN Total mg/L 0.005	MA0183 Turbidez UNT 1.0	MA0058 Cr (VI) mg/L 0.01	MA0174 STS mg/L 5	MA1470 AcyG mg/L 5.0	MA0112 Hg (t) mg/L 0.0001	MA0122 Ag (t) mg/L 0.002	MA0114 Ag (d) mg/L 0.002	MA0122 Al (t) mg/L 0.02	MA0114 Al (d) mg/L 0.02	MA0122 As (t) mg/L 0.008	MA0114 As (d) mg/L 0.008	MA0122 Ba (t) mg/L 0.001	MA0114 Ba (d) mg/L 0.001	MA0122 Be (t) mg/L 0.0003
1	STD - Recuperación Obtenido (%)	107.0	100.0	100.0	101.6	105.0	105.0	100.8	104.0	97.8	99.6	99.0	108.2	98.0	99.6	102.9
2	STD - Rango (%)	80.0-120.0	95.0-105.0	80.0-120.0	91.0-109.0	78.0-114.0	84.0-116.0	85.0-115.0	85.0-115.0	85.0-115.0	85.0-115.0	85.0-115.0	85.0-115.0	85.0-115.0	85.0-115.0	85.0-115.0
3	STD - Recuperación Obtenido (%)	108.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4	STD - Rango (%)	80.0-120.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5	A-1 (Original)	--	1.3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6	A-1 (Dup)	--	1.3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
7	A-3 (Original)	--	-	<0.01	1821	-	0.0002	<0.002	-	1.13	--	<0.008	--	0.117	-	0.0023
8	A-3 (Dup)	--	-	<0.01	1802	-	0.0002	<0.002	-	1.11	--	<0.008	--	0.114	-	0.0022
9	Adición (% Recup.)	--	-	100.0	-	-	85.0	101.6	-	101.1	--	101.2	--	100.2	-	106.7
10	Adición (% Recup.)	--	-	100.0	-	-	85.0	-	-	-	--	-	--	-	-	-
11	Adición Rango (%)	--	-	85.0 - 115.0	-	-	85.0 - 115.0	85.0 - 115.0	-	85.0 - 115.0	--	85.0 - 115.0	--	85.0 - 115.0	-	85.0 - 115.0
12	Blanco	<0.005	<1.0	<0.01	<5	<5.0	<0.0001	<0.002	<0.002	<0.02	<0.02	<0.008	<0.008	<0.001	<0.001	<0.0003

EL USO INDEBIDO DE ESTE INFORME DE ENSAYO CONSTITUYE DELITO SANCIONADO CONFORME A LA LEY, POR LA AUTORIDAD COMPETENTE.



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO
DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LE 022



Registro N° LE -022

INFORME DE ENSAYO
N° ABR1284.R24

EL USO INDEBIDO DE ESTE INFORME DE ENSAYO CONSTITUYE DELITO SANCIONADO CONFORME A LA LEY, POR LA AUTORIDAD COMPETENTE.

Muestras QC		Ensayos														
N°	Codigo de Servicio Ensayo Unidad Limite de Detección ID	MA0114 Be (d) mg/L 0.0003	MA0122 Bi (t) ** mg/L 0.02	MA0114 Bi (d) ** mg/L 0.02	MA0122 B (t) mg/L 0.003	MA0114 B (d) mg/L 0.003	MA0122 Ca (t) mg/L 0.05	MA0114 Ca (d) mg/L 0.05	MA0122 Cd (t) mg/L 0.001	MA0114 Cd (d) mg/L 0.001	MA0122 Ce (t) mg/L 0.02	MA0114 Ce (d) mg/L 0.02	MA0122 Co (t) mg/L 0.002	MA0114 Co (d) mg/L 0.002	MA0122 Cr (t) mg/L 0.004	MA0114 Cr (d) mg/L 0.004
1	STD - Recuperación Obtenido (%)	104.6	100.0	102.0	97.2	98.8	100.7	101.3	100.8	102.6	98.0	100.0	101.0	102.2	102.8	103.0
2	STD - Rango (%)	85.0-115.0	85.0-115.0	85.0-115.0	85.0-115.0	85.0-115.0	85.0-115.0	85.0-115.0	85.0-115.0	85.0-115.0	85.0-115.0	85.0-115.0	85.0-115.0	85.0-115.0	85.0-115.0	85.0-115.0
3	STD - Recuperación Obtenido (%)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4	STD - Rango (%)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5	A-1 (Original)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6	A-1 (Dup)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
7	A-3 (Original)	-	<0.02	-	<0.003	-	20.33	-	<0.001	-	<0.02	-	<0.002	-	<0.004	-
8	A-3 (Dup)	-	<0.02	-	<0.003	-	20.04	-	<0.001	-	<0.02	-	<0.002	-	<0.004	-
9	Adición (% Recup.)	-	100.0	-	108.8	-	111.5	-	100.8	-	102.0	-	101.4	-	104.8	-
10	Adición (% Recup.)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
11	Adición Rango (%)	-	85.0 - 115.0	-	85.0 - 115.0	-	85.0 - 115.0	-	85.0 - 115.0	-	85.0 - 115.0	-	85.0 - 115.0	-	85.0 - 115.0	-
12	Blanco	<0.0003	<0.02	<0.02	<0.003	<0.003	<0.05	<0.05	<0.001	<0.001	<0.02	<0.02	<0.002	<0.002	<0.004	<0.004



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO
DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LE 022



INFORME DE ENSAYO
N° ABR1284.R24

Registro N° LE -022

EL USO INDEBIDO DE ESTE INFORME DE ENSAYO CONSTITUYE DELITO SANCIONADO CONFORME A LA LEY, POR LA AUTORIDAD COMPETENTE.

Muestras QC		Ensayos														
N°	Codigo de Servicio Ensayo Unidad Limite de Detección LD	MA0122 Cu (t) mg/L 0.003	MA0114 Cu (d) mg/L 0.003	MA0122 Fe (t) mg/L 0.01	MA0114 Fe (d) mg/L 0.01	MA0122 K (t) mg/L 0.01	MA0114 K (d) mg/L 0.01	MA0122 Li (t) mg/L 0.004	MA0114 Li (d) mg/L 0.004	MA0122 Mg (t) mg/L 0.02	MA0114 Mg (d) mg/L 0.02	MA0122 Mn (t) mg/L 0.001	MA0114 Mn (d) mg/L 0.001	MA0122 Mo (t) mg/L 0.004	MA0114 Mo (d) mg/L 0.004	MA0122 Na (t) mg/L 0.01
1	STD - Recuperación Obtenido (%)	99.6	101.0	98.0	100.0	103.2	106.0	100.4	101.8	100.7	102.9	99.6	101.4	101.6	101.2	97.3
2	STD - Rango (%)	85.0-115.0	85.0-115.0	85.0-115.0	85.0-115.0	85.0-115.0	85.0-115.0	85.0-115.0	85.0-115.0	85.0-115.0	85.0-115.0	85.0-115.0	85.0-115.0	85.0-115.0	85.0-115.0	85.0-115.0
3	STD - Recuperación Obtenido (%)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4	STD - Rango (%)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5	A-1 (Original)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6	A-1 (Dup)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
7	A-3 (Original)	<0.003	-	0.46	-	1.36	-	0.004	-	3.19	-	0.224	-	0.014	-	1.92
8	A-3 (Dup)	<0.003	-	0.45	-	1.35	-	0.004	-	3.13	-	0.221	-	0.015	-	1.89
9	Adición (% Recup.)	103.8	-	106.0	-	110.7	-	103.4	-	89.1	-	103.8	-	96.8	-	99.3
10	Adición (% Recup.)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
11	Adición Rango (%)	85.0 - 115.0	-	85.0 - 115.0	-	85.0 - 115.0	-	85.0 - 115.0	-	85.0 - 115.0	-	85.0 - 115.0	-	85.0 - 115.0	-	85.0 - 115.0
12	Blanco	<0.003	<0.003	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.004	<0.004	<0.02	<0.02	<0.001	<0.001	<0.004	<0.004	<0.01



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO
DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LE 022



INFORME DE ENSAYO
N° ABR1284.R24

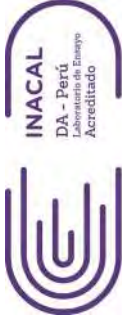
Registro N° LE -022

EL USO INDEBIDO DE ESTE INFORME DE ENSAYO CONSTITUYE DELITO SANCIONADO CONFORME A LA LEY, POR LA AUTORIDAD COMPETENTE.

Muestras QC		Ensayos														
N°	Codigo de Servicio Ensayo Unidad Limite de Detección ID	MA0114 Na (d) mg/L 0.01	MA0122 Ni (t) mg/L 0.002	MA0114 Ni (d) mg/L 0.002	MA0122 P (t) mg/L 0.06	MA0114 P (d) mg/L 0.06	MA0122 Pb (t) mg/L 0.01	MA0114 Pb (d) mg/L 0.01	MA0122 Sb (t) mg/L 0.008	MA0114 Sb (d) mg/L 0.008	MA0122 Se (t) mg/L 0.02	MA0114 Se (d) mg/L 0.02	MA0122 SiO2 (t) mg/L 0.02	MA0114 SiO2 (d) mg/L 0.02	MA0122 Sn (t) mg/L 0.007	MA0114 Sn (d) mg/L 0.007
1	STD - Recuperación Obtenido (%)	99.1	104.2	103.6	105.2	107.2	102.0	104.0	100.8	103.6	98.0	102.0	105.6	106.4	103.8	104.4
2	STD - Rango (%)	85.0-115.0	85.0-115.0	85.0-115.0	85.0-115.0	85.0-115.0	85.0-115.0	85.0-115.0	85.0-115.0	85.0-115.0	85.0-115.0	85.0-115.0	85.0-115.0	85.0-115.0	85.0-115.0	85.0-115.0
3	STD - Recuperación Obtenido (%)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4	STD - Rango (%)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5	A-1 (Original)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6	A-1 (Dup)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
7	A-3 (Original)	-	<0.002	-	<0.06	-	0.02	-	<0.008	-	<0.02	-	7.62	-	0.027	-
8	A-3 (Dup)	-	<0.002	-	<0.06	-	0.02	-	<0.008	-	<0.02	-	7.51	-	0.024	-
9	Adición (% Recup.)	-	102.8	-	111.6	-	104.0	-	102.2	-	106.0	-	112.4	-	102.0	-
10	Adición (% Recup.)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
11	Adición Rango (%)	-	85.0 - 115.0	-	85.0 - 115.0	-	85.0 - 115.0	-	85.0 - 115.0	-	85.0 - 115.0	-	85.0 - 115.0	-	85.0 - 115.0	-
12	Blanco	<0.01	<0.002	<0.002	<0.06	<0.06	<0.01	<0.01	<0.008	<0.008	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.007	<0.007



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO
DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LE 022



INFORME DE ENSAYO
N° ABR1284.R24

Registro N° LE - 022

Muestras QC		Ensayos									
N°	Codigo de Servicio Ensayo Unidad	MA0122 Sr (t) mg/L 0.0007	MA0114 Sr (d) mg/L 0.0007	MA0122 Ti (t) mg/L 0.01	MA0114 Ti (d) mg/L 0.01	MA0122 Tl (t) mg/L 0.05	MA0114 Tl (d) mg/L 0.05	MA0122 V (t) mg/L 0.003	MA0114 V (d) mg/L 0.003	MA0122 Zn (t) mg/L 0.005	MA0114 Zn (d) mg/L 0.005
1	STD - Recuperación Obtenido (%)	104.5	106.7	104.0	106.0	100.0	100.0	99.4	102.0	102.0	104.2
2	STD - Rango (%)	85.0-115.0	85.0-115.0	85.0-115.0	85.0-115.0	85.0-115.0	85.0-115.0	85.0-115.0	85.0-115.0	85.0-115.0	85.0-115.0
3	STD - Recuperación Obtenido (%)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4	STD - Rango (%)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5	A-1 (Original)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6	A-1 (Dup)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
7	A-3 (Original)	0.2091	-	<0.01	-	<0.05	-	<0.003	-	0.011	-
8	A-3 (Dup)	0.2057	-	<0.01	-	<0.05	-	<0.003	-	0.011	-
9	Adición (% Recup.)	94.0	-	106.0	-	92.0	-	102.0	-	103.8	-
10	Adición (% Recup.)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
11	Adición Rango (%)	85.0 - 115.0	-	85.0 - 115.0	-	85.0 - 115.0	-	85.0 - 115.0	-	85.0 - 115.0	-
12	Blanco	<0.0007	<0.0007	<0.01	<0.01	<0.05	<0.05	<0.003	<0.003	<0.005	<0.005

EL USO INDEBIDO DE ESTE INFORME DE ENSAYO CONSTITUYE DELITO SANCIONADO CONFORME A LA LEY, POR LA AUTORIDAD COMPETENTE.



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO
DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LE 022



INFORME DE ENSAYO
N° ABR1284.R24

METODOS DE ENSAYO Y CODIGOS DE SERVICIO

Descripción			
N°	Ensayo	Denominación	Cod. Serv.
1	Nor *	Norte	MA0460
2	Est *	Este	MA0460
3	Altitud *	Altitud	MA0460
4	Temperatura	Temperatura	MA0181
5	pH	Potencial de Hidrógeno	MA0148
6	Conductiv.	Conductividad	MA0055
7	Caudal	Caudal	MA0029
8	Turbidez	Turbidez	MA0183
9	CN Total	Cianuro Total	MA0032
10	STS	Sólidos Totales Suspendidos	MA0174
11	Cr(VI)	Cromo Hexavalente (VI)	MA0058
12	Hg(t)	Mercurio total	MA0112
13	AcyG	Aceites y grasas	MA1470
14	Metales Totales Por ICP OES	Metales Totales Por ICP OES	MA0122
15	Metales Disueltos Por ICP OES	Metales Disueltos Por ICP OES	MA0114

EL USO INDEBIDO DE ESTE INFORME DE ENSAYO CONSTITUYE DELITO SANCIONADO CONFORME A LA LEY, POR LA AUTORIDAD COMPETENTE.



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO
DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LE 022



INFORME DE ENSAYO
N° ABR1284.R24

(1) SMEWW: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater.

APHA : American Public Health Association.

AWWA: American Water Works Association.

WEF : Water Environment Federation.

EPA : Environmental Protection Agency.

ASTM: American Society for Testing and Materials.

ISO: International Organization for Standardization.

NTP: Norma Técnica Peruana.

NIOSH: The National Institute for Occupational Safety and Health.

"EL USO INDEBIDO DE ESTE INFORME DE ENSAYO CONSTITUYE DELITO SANCIONADO CONFORME A LA LEY, POR LA AUTORIDAD COMPETENTE"

ANEXO C - Ensayo de muestra de talco:

1. Tabla 64 y 65.

Informe de ensayo ENE - LAB N°21181/2025 a cargo de la empresa COMACSA.

LABORATORIO DE ENSAYO

INFORME DE ENSAYO ENE-LAB No 21181 / 2025

Información General

Cliente	Minas
Dirección	Av. Universitaria Norte N° 5140
Producto	Talco - Jesus Poderoso N°8
Titular de la concesión	
Procedencia de las Muestras	Comas - Quilcas - Concepción - Junín
Procedimiento de Muestreo	N.A.
Fecha de Muestreo/Recepción	02-Ene-25
Lugar de Muestreo	N.A.
Orden de Servicio	21181
Presentación de las Muestras	Bolsa 5.0 Kg
Número de Muestras	5
Fecha de Ejecución de Ensayo	04-Ene-25
Fecha de Emisión	09-Ene-25

Métodos

ENSAYO	NORMA DE REFERENCIA
Determinación de Humedad	ASTM D2216 - 19 Standard Test Methods for Laboratory Determination of Water (Moisture) Content of Soil and Rock by Mass
Photovolt **	ASTM E313 - 15e1 Standard Practice for Calculating Yellowness and Whiteness Indices from Instrumentally Measured Color Coordinates
Análisis por fluorescencia de rayos X **	ISO 29581-2-2010 Chemical analysis by X-ray fluorescence
Poder cubriente **	ASTM D823 - 18 Standard Practices for Producing Films of Uniform Thickness of Paint, Coatings and Related Products on Test Panels

Los Olivos, 09-Enero-2025

COMPANIA MINERA ADRIANEGALOS CALICAREOS S.A.

JAVIER RUIZ LOPEZ
JEFE DE LABORATORIO Y CALIDAD

LABORATORIO DE ENSAYO

INFORME DE ENSAYO ENE-LAB No 21181 / 2025

Resultados de Analisis

Código de Laboratorio			M-1	M-2	M-3	M-4	M-5	Requisito Talco JP8-1	Requisito Talco JP8-2
Descripción de Muestra									
Ensayo	Unit	Uexp							
Photovolt **									
Color			Blanco cremoso	Blanco cremoso	Blanco cremoso	Blanco cremoso	Blanco cremoso	--	--
F. Verde	%	--	88.9	89.1	88.4	90.9	89.2	Min 91	Min 87
F. Azul	%	--	86.6	86.9	87.7	88.1	86.3	--	--
F. Ambar	%	--	89.3	89.5	90.0	91.6	89.9	--	--
Amarilleo	%	--	3.04	2.92	2.60	3.85	4.04	--	--
Índice de blancura	%	--	79.70	80.30	85.60	79.70	77.60	--	--



Código de Laboratorio			M-1	M-2	M-3	M-4	M-5	Talco blanco (produccion)
Descripción de Muestra								
Absorción de Aceite	%		27.78	29.63	28.71	31.48	30.56	34-38

Código de Laboratorio		Patrón	M-1	M-2	M-3	M-4	M-5
Descripción de Muestra		Talco JP8					
Poder cubriente **	%	61.0	59.0	61.5	58.7	62.6	66.0

Patrón	M1	M2	M3	M4	M5
Poder cubriente: 61.0 %	Poder cubriente: 59.0 %	Poder cubriente: 61.5 %	Poder cubriente: 58.7 %	Poder cubriente: 62.6 %	Poder cubriente: 66.0 %

Código de Laboratorio			M-1	M-2	M-3	M-4	M-5	Requisito Talco JP8-1	Requisito Talco JP8-2
Descripción de Muestra									
Análisis por fluorescencia de rayos X (**)									
Al ₂ O ₃	%	--	24.50	25.15	22.51	27.54	25.19	--	--
CaO	%	--	0.58	0.41	0.36	0.27	0.53	--	--
Cr ₂ O ₃	%	--	-	-	-	-	-	--	--
Fe ₂ O ₃	%	--	0.91	0.92	0.76	0.68	0.87	--	--
K ₂ O	%	--	4.58	4.91	3.41	5.64	5.29	--	--
MgO	%	--	12.39	12.15	12.14	13.15	12.51	> 12.00	> 12.00
MnO	%	--	0.04	0.03	0.04	0.03	0.03	--	--
Na ₂ O	%	--	-	-	-	-	-	--	--
P ₂ O ₅	%	--	-	-	-	-	-	--	--
SiO ₂	%	--	49.15	48.52	53.31	44.52	47.53	--	--
SO ₃	%	--	-	-	-	-	-	--	--
SrO	%	--	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	--	--
TiO ₂	%	--	0.07	0.08	0.05	0.11	0.10	--	--
Y ₂ O ₃	%	--	0.03	0.04	0.03	-	0.03	--	--
WO ₃	%	--	-	-	-	-	-	--	--
ZrO ₂	%	--	0.08	0.08	0.08	0.08	0.09	--	--
LOI	%	--	7.62	7.64	7.26	7.93	7.78	--	--

Observaciones

- Este documento es válido sólo para el envío del producto mencionado anteriormente.

(**) Nota: "El resultado del método de ensayo indicado se encuentra fuera del alcance de acreditación otorgada por el INACAL-DA, debido a que la muestra no es idónea para el ensayo."

FF/CF/CC

----- FIN DEL DOCUMENTO -----

ANEXO D - Matriz base de evaluación de impactos ambientales:

1. Tabla 79:

- a. Evaluación de impacto ambiental en agua.
- b. Evaluación de impacto ambiental en aire.
- c. Evaluación de impacto ambiental en suelo.
- d. Evaluación de impacto ambiental en flora y fauna.
- e. Evaluación de impacto ambiental en educación y cultura, salud y seguridad.
- f. Evaluación de impacto ambiental en economía y empleo, e interés humano.

Código	Factor de evaluación	Valorización	Calificación	AGUA								
				Alteracion de la calidad del agua					Modificación del curso natural de los recursos hidricos			
				Desbroce y Decapeo en las áreas de explotación.	Explotación de minerales no metálicos	Lavado de mineral no metálico.	Mantenimiento de las canchas de almacenamiento de minerales no metálicos.	Carga y descarga de ingreso y salida de minerales no metálicos.	Desbroce y Decapeo en las áreas de explotación.	Explotación de minerales no metálicos	Lavado de mineral no metálico.	Mantenimiento de las canchas de almacenamiento de minerales no metálicos.
N	Naturaleza	Beneficioso	+									
		Perjudicial	-			+						-
IN	Intensidad	Baja o mínima	1									
		Media	2			2						2
		Alta	4									
		Muy Alta	8									
		Total	12									
EX	Extensión	Puntual	1									
		Parcial	2			2						2
		Extenso	4									
		Total	8									
		Crítico	4									
MO	Momento	Largo Plazo	1									
		Mediano Plazo	2			2						2
		Corto Plazo	3									
		Inmediato	4									
		Crítico	(+4)									
PE	Persistencia	Fugaz o momentáneo	1									
		Temporal	2			2						2
		Persistente o Pertinaz	3									
		Permanente y Constante	4									
RV	Reversibilidad	Corto Plazo	1									1
		Mediano Plazo	2			2						
		Largo Plazo	3									
		Irreversible	4									
MC	Recuperabilidad	Recuperable de manera inmediata	1									1
		Recuperable a Corto Plazo	2			2						
		Recuperable a Mediano Plazo	3									
		Mitigable	4									
		Irrecuperable	8									
SI	Sinergia	Sin sinergia o simple	1									1
		Sinergismo moderado	2			2						
		Muy sinérgico	4									
AC	Acumulación	Simple	1			1						1
		Acumulativo	4									
EF	Efecto	Indirecto o secundario	1			1						1
		Directo o primario	4									
PR	Periodicidad	Irregular	1			1						1
		Periódico	2									
		Continuo	4									

[illegible]

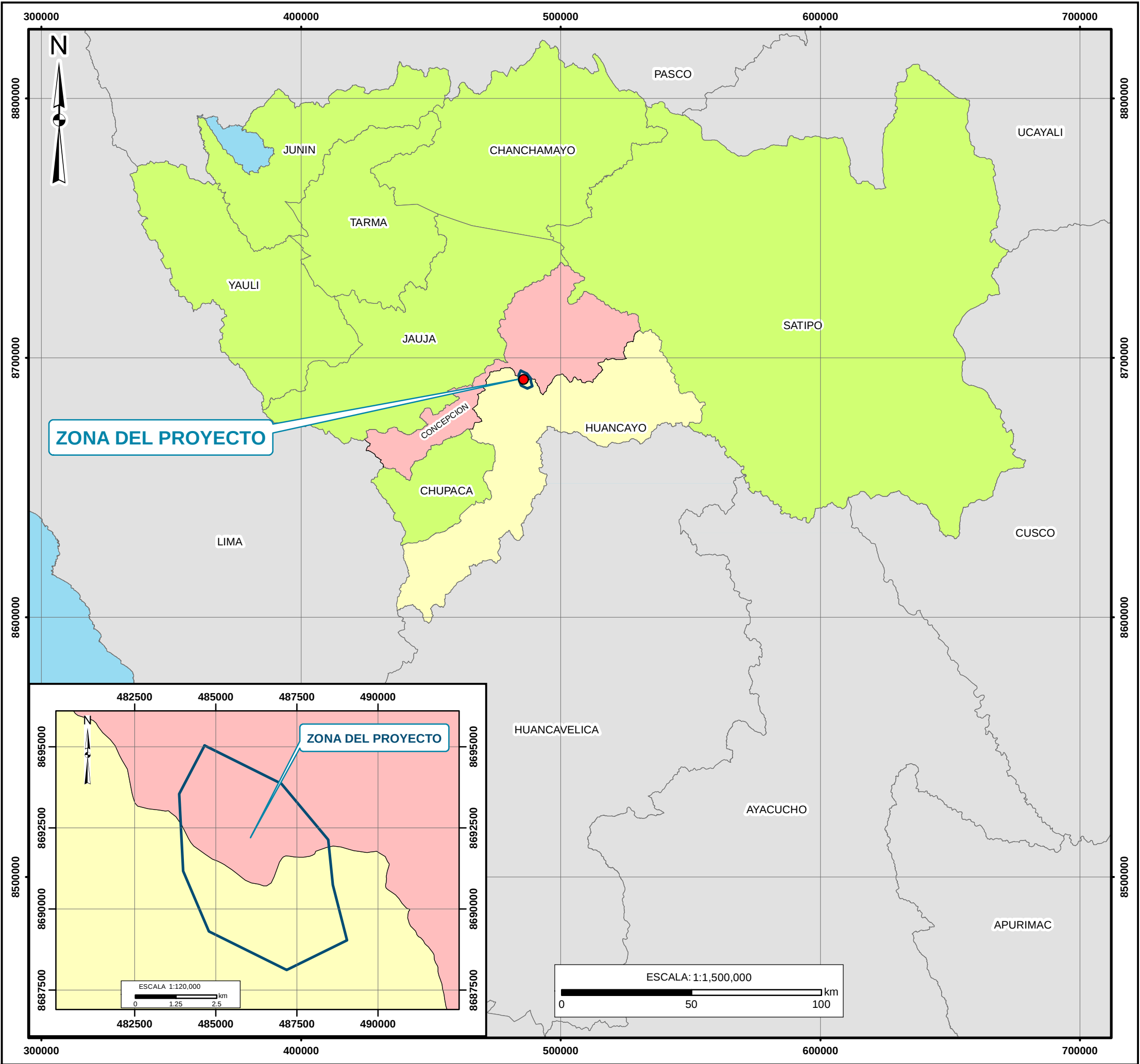
Código	Factor de evaluación	Valorización	Calificación	SUELO									
				Alteración de calidad del suelo					Modificación del Relieve				
				Desbroce y Decapado en las áreas de explotación.	Explotación de minerales no metálicos	Lavado de mineral no metálico.	Mantenimiento de las canchales de almacenamiento de minerales no metálicos.	Carga y descarga de ingreso y salida de minerales no metálicos.	Desbroce y Decapado en las áreas de explotación.	Explotación de minerales no metálicos	Lavado de mineral no metálico.	Mantenimiento de las canchales de almacenamiento de minerales no metálicos.	Carga y descarga de ingreso y salida de minerales no metálicos.
N	Naturaleza	Beneficioso	+										
		Perjudicial	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
IN	Intensidad	Baja o mínima	1	1	1			1					
		Media	2						2	2	2		2
		Alta	4										
		Muy Alta	8										
		Total	12										
EX	Extensión	Puntual	1										
		Parcial	2	2	2			2	2	2		2	
		Extenso	4										
		Total	8										
MO	Momento	Crítico	4										
		Largo Plazo	1										
		Mediano Plazo	2	2	2	2		2	2	2		2	
		Corto Plazo	3										
PE	Persistencia	Inmediato	4										
		Crítico (+4)											
		Fugaz o momentáneo	1	1	1	1		1					
		Temporal	2						2	2	2		2
RV	Reversibilidad	Persistente o Pertinaz	3										
		Permanente y Constante	4										
		Corto Plazo	1	1	1	1		1	1	1		1	
		Mediano Plazo	2										
MC	Recuperabilidad	Largo Plazo	3										
		Irreversible	4										
		Recuperable de manera inmediata	1	1	1	1		1	1	1		1	
		Recuperable a Corto Plazo	2										
SI	Sinergia	Recuperable a Mediano Plazo	3										
		Mitigable	4										
		Irrecuperable	8										
AC	Acumulación	Sin sinergia o simple	1						1	1	1		1
		Sinergismo moderado	2	2	2	2		2					
EF	Efecto	Muy sinérgico	4										
		Simple	1	1	1	1		1	1	1		1	
PR	Periodicidad	Acumulativo	4										
		Indirecto o secundario	1	1	1	1		1	1	1		1	
		Directo o primario	4										

[illegible]

[illegible]

ANEXO E – Planos:

1. Plano político.
2. Plano topográfico.
3. Plano de ubicación hidrográfica.
4. Plano de poblados cercanos.
5. Plano fisiográfico.
6. Plano geológico.
7. Plano geomorfológico.
8. Plano de uso de suelos.
9. Plano de uso mayor de tierras.
10. Plano de zonas de vida.
11. Plano geomorfológico del área de estudio.
12. Plano de geodinámica externa.
13. Plano de geología estructural.
14. Plano de geología regional.
15. Plano de geología local.
16. Plano de geología regional y secciones geológicas regionales.
17. Plano de sección geológica regional A-A.
18. Plano de sección geológica regional B-B.
19. Plano de geología local y secciones geológicas locales.
20. Plano de sección geológica local A-A.
21. Plano de sección geológica local B-B.
22. Plano de sección geológica local C-C.
23. Plano de secciones geofísicas.
24. Plano de sección geofísica A-A.
25. Plano de sección geofísica B-B.
26. Plano de sección geofísica C-C.
27. Plano de sistema hidrográfico.
28. Plano de clasificación climática.
29. Plano de hidrogeología regional y secciones hidrogeológicas regionales.
30. Plano de sección hidrogeológica regional A-A.
31. Plano de sección hidrogeológica regional B-B.
32. Plano de hidrogeología local y secciones hidrogeológicas locales.
33. Plano de sección hidrogeológica local A-A.
34. Plano de sección hidrogeológica local B-B.
35. Plano de sección hidrogeológica local C-C.
36. Plano de sistema de tratamiento.



LEYENDA

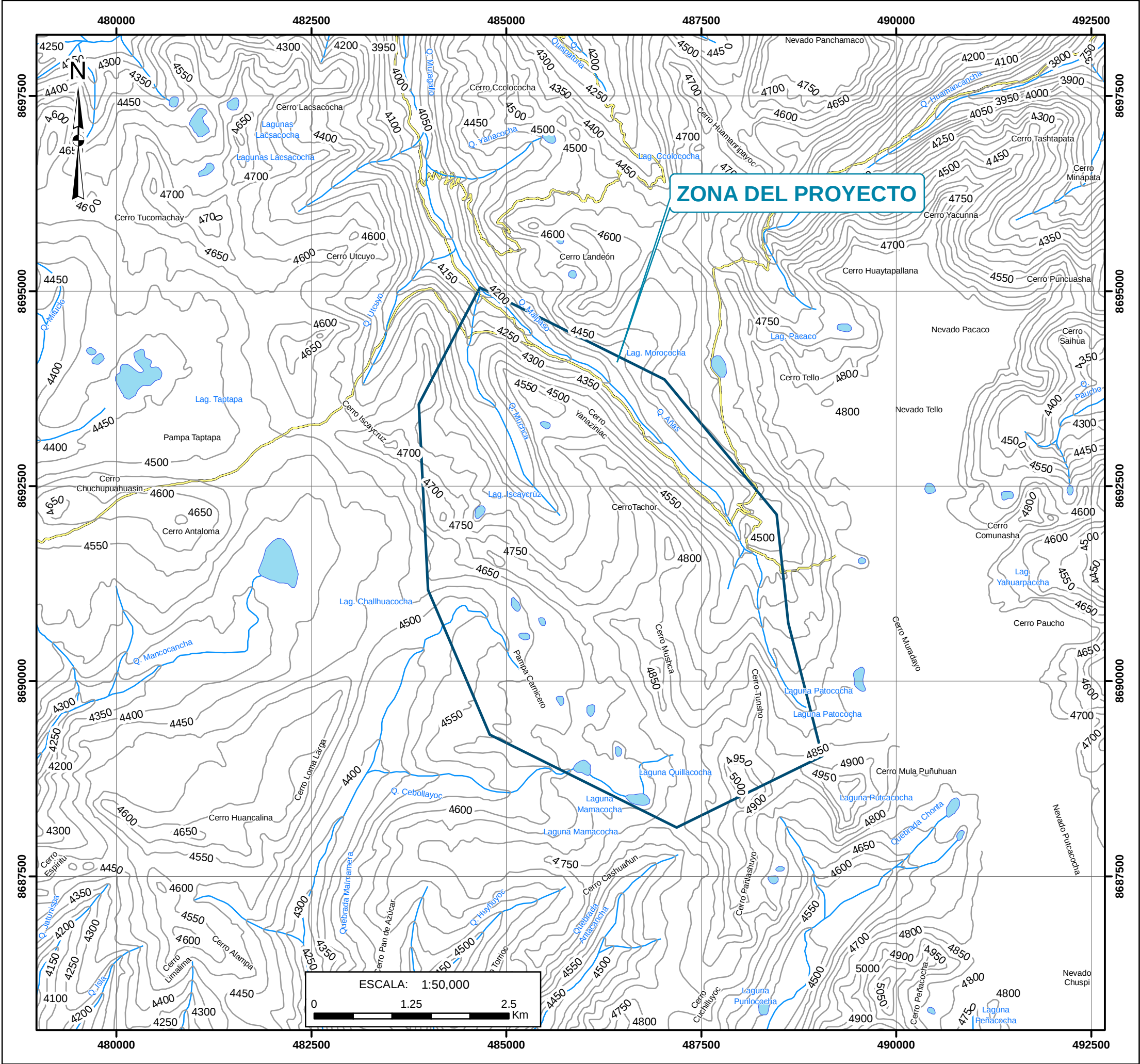
- ÁREA DE ESTUDIO
- PROVINCIAS DE JUNIN
- DEPARTAMENTOS DEL PERU
- OCEANO PACÍFICO
- PROVINCIAS HUANCAYO Y CONCEPCIÓN
- DISTRITOS COMAS Y QUILCAS



UNIVERSIDAD NACIONAL SAN ANTONIO ABADEL CUSCO - UNSAAC
FACULTAD DE INGENIERIA GEOLOGICA, MINAS Y METALURGICA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA GEOLOGICA

TÍTULO DE LA TESIS:
"ESTUDIO HIDROGEOLOGICO Y GEOLOGICO DE LA UNIDAD MINERA
JESÚS PODEROSO DE MINERALES NO METÁLICOS PARA MITIGAR EL
IMPACTO AMBIENTAL DEL RECURSO HÍDRICO"

UNIDAD MINERA:		PLANO:	
JESÚS PODEROSO		UBICACIÓN POLÍTICA	
DISTRITO:	PROVINCIA:	DEPARTAMENTO:	PLANO:
QUILCAS COMAS	HUANCAYO CONCEPCIÓN	JUNIN	01
FECHA:	FUENTE:	DATUM:	ZONA:
MAYO, 2025	Elaboración Propia	WGS 84	18 L
ELABORADO POR:		ASESOR:	
Bach. Sotomayor Belisario Amanda Estrellita Bach. Rubio Vera Rafael Luis Eduardo		Dr. Fredy Victor Bustamante Prado	



LEYENDA

ÁREA DE ESTUDIO

LAGOS

CURVAS DE NIVEL

RÍOS

RED VIAL VECINAL

UNIVERSIDAD NACIONAL SAN ANTONIO ABADEL CUSCO - UNSAAC
FACULTAD DE INGENIERIA GEOLOGICA, MINAS Y METALURGICA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA GEOLOGICA

TÍTULO DE LA TESIS:
"ESTUDIO HIDROGEOLOGICO Y GEOLOGICO DE LA UNIDAD MINERA
JESÚS PODEROSO DE MINERALES NO METÁLICOS PARA MITIGAR EL
IMPACTO AMBIENTAL DEL RECURSO HÍDRICO"

UNIDAD MINERA: JESÚS PODEROSO

PLANO: UBICACIÓN TOPOGRÁFICA

DISTRITO: QUILCAS COMAS

PROVINCIA: HUANCAYO CONCEPCIÓN

DEPARTAMENTO: JUNIN

PLANO: 02

FECHA: MAYO, 2025

FUENTE: Elaboración Propia

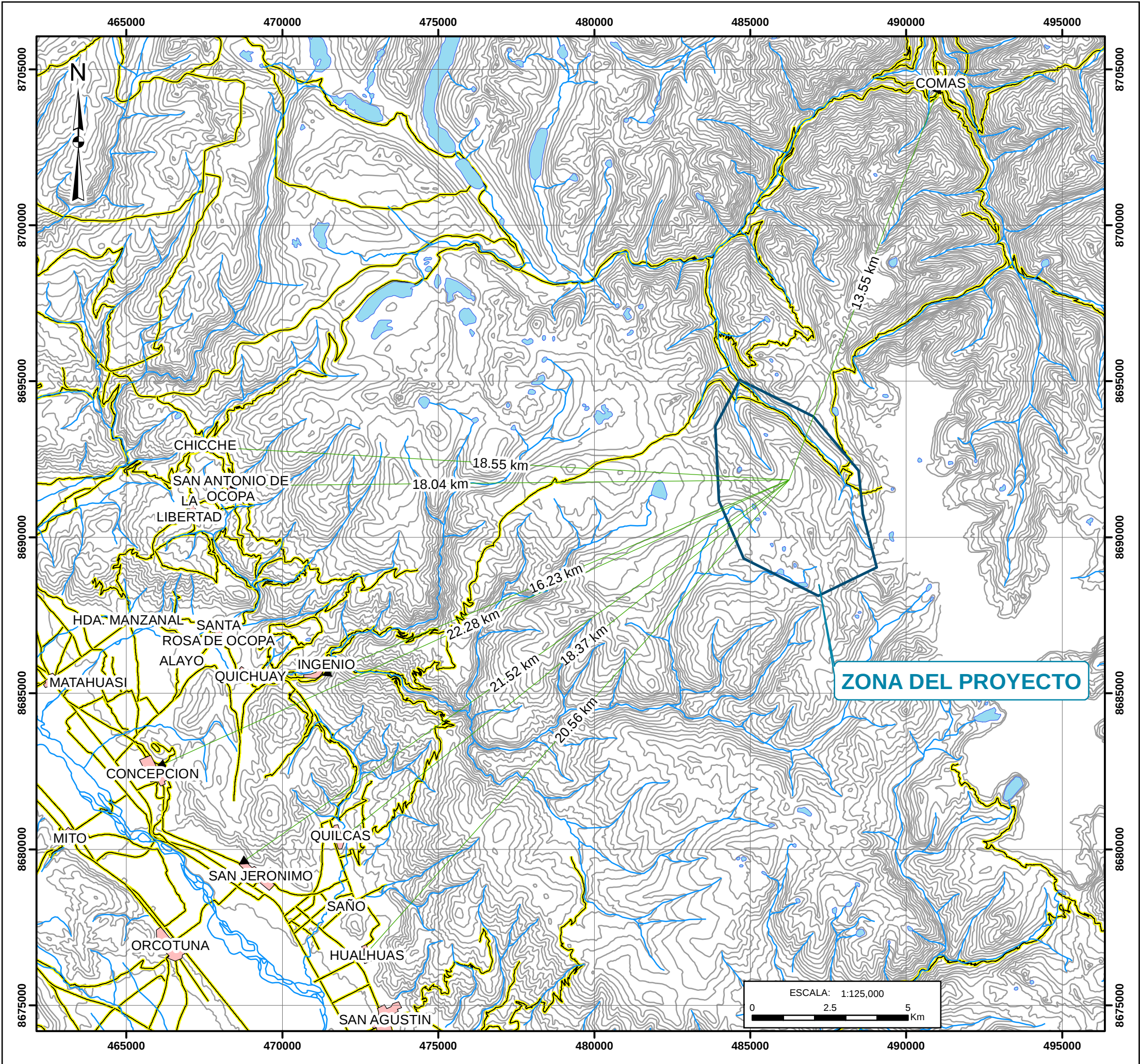
DATUM: WGS 84

ZONA: 18 L

ESCALA: 1:50,000

ELABORADO POR: Bach. Sotomayor Belisario Amanda Estrellita
Bach. Rubio Vera Rafael Luis Eduardo

ASESOR: Dr. Fredy Victor Bustamante Prado



LEYENDA

ÁREA DE ESTUDIO

POBLADOS CERCANOS

LAGOS

RÍOS

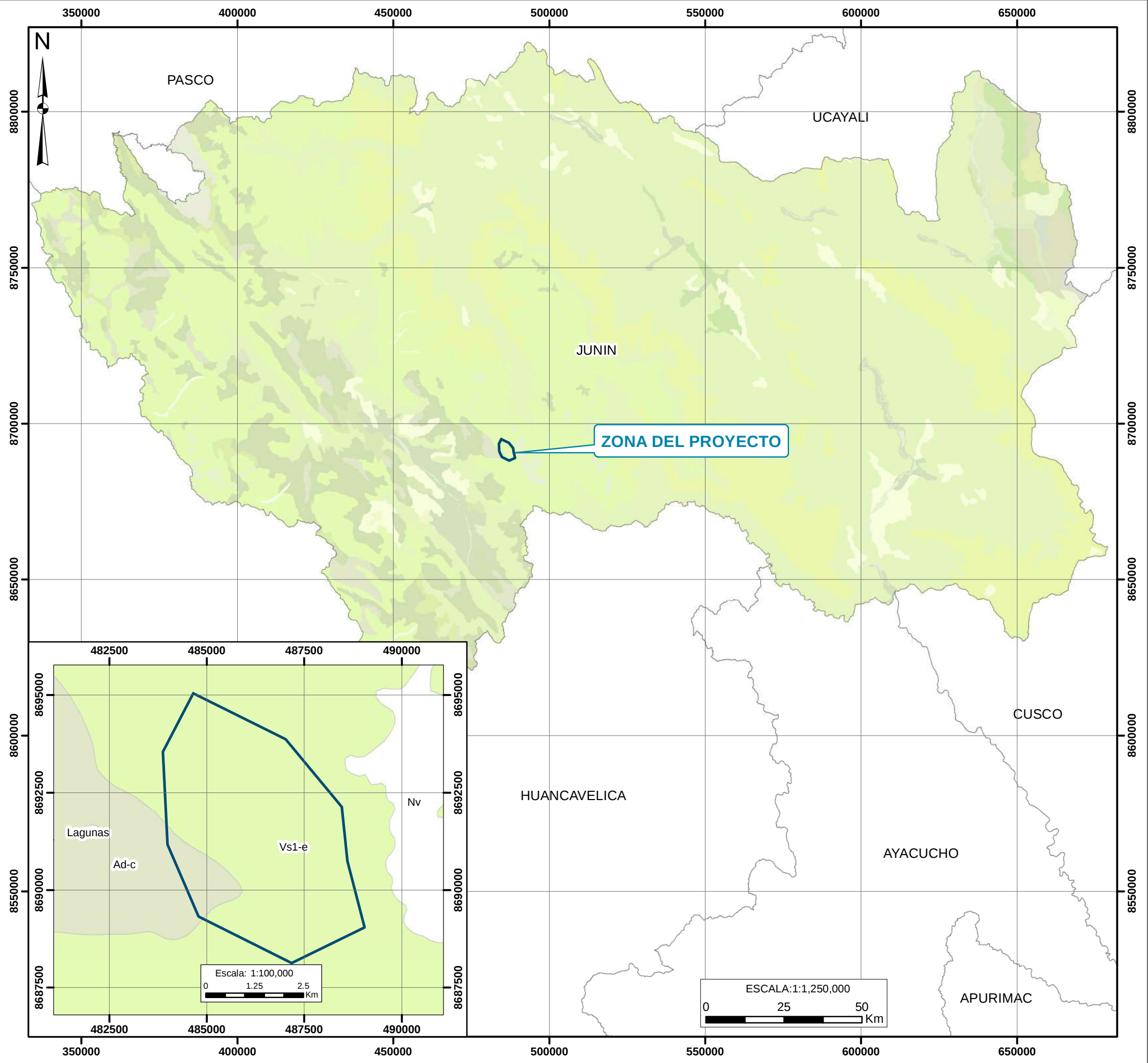
RED VIAL

CURVAS DE NIVEL

UNIVERSIDAD NACIONAL SAN ANTONIO ABADEL CUSCO - UNSAAC
FACULTAD DE INGENIERIA GEOLOGICA, MINAS Y METALURGICA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA GEOLOGICA

TÍTULO DE LA TESIS:
"ESTUDIO HIDROGEOLÓGICO Y GEOLÓGICO DE LA UNIDAD MINERA JESÚS PODEROSO DE MINERALES NO METÁLICOS PARA MITIGAR EL IMPACTO AMBIENTAL DEL RECURSO HÍDRICO"

UNIDAD MINERA: JESÚS PODEROSO		PLANO: POBLADOS CERCANOS	
DISTRITO: QUILCAS COMAS	PROVINCIA: HUANCAYO CONCEPCION	DEPARTAMENTO: JUNIN	PLANO: 04
FECHA: MAYO, 2025	FUENTE: Elaboración Propia	DATUM: WGS 84	ZONA: 18 L
ELABORADO POR: Bach. Sotomayor Belisario Amanda Estrellita Bach. Rubio Vera Rafael Luis Eduardo		ASESOR: Dr. Fredy Victor Bustamante Prado	



LEYENDA

ÁREA DE ESTUDIO

Colina y Montaña - Vertiente montañosa y colina empinada a escarpada (Vs1-e)

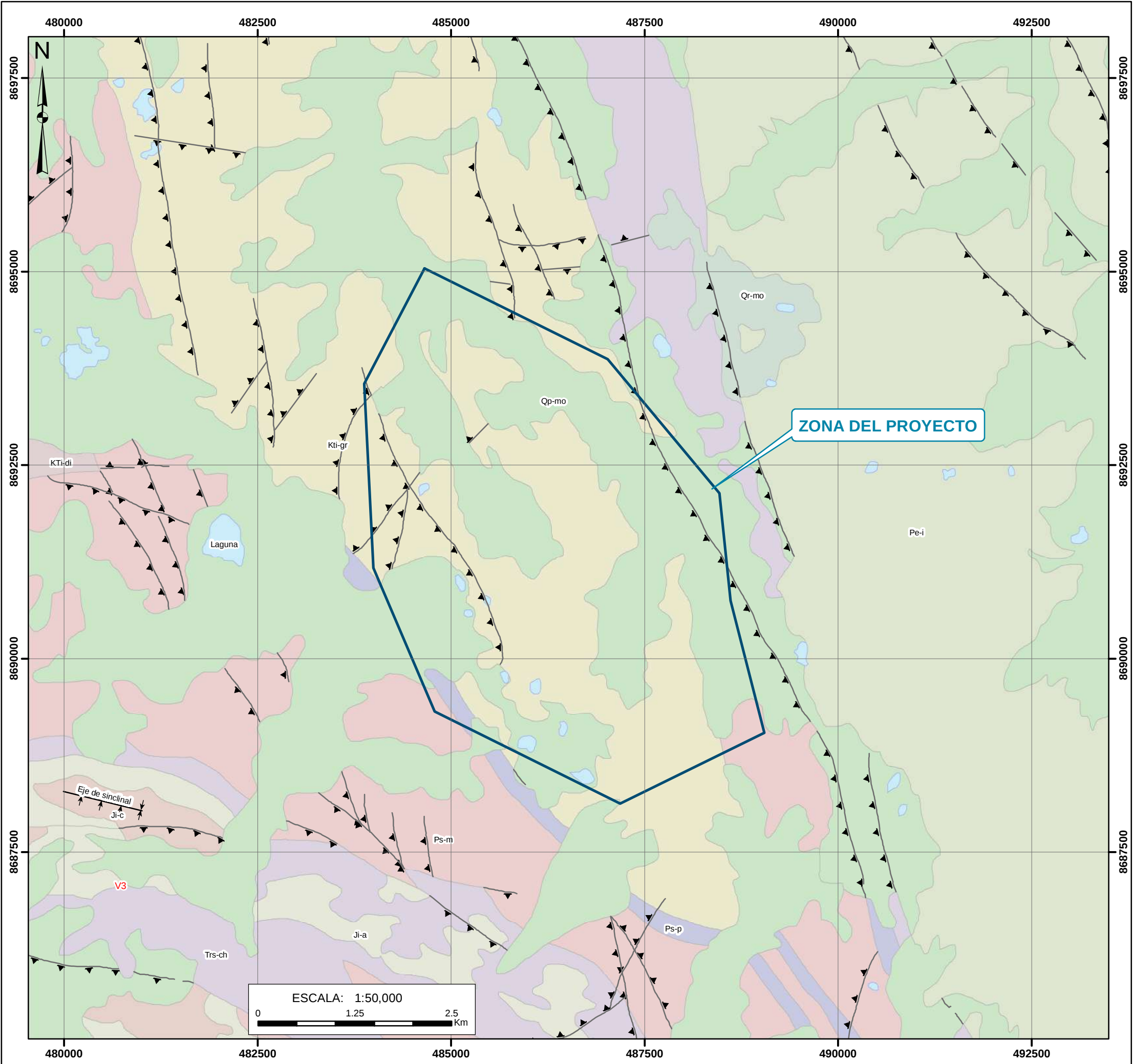
Planicie Ondulada a Disectada - Altiplanicie disectada (Ad-c)



UNIVERSIDAD NACIONAL SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO - UNSAAC
FACULTAD DE INGENIERIA GEOLOGICA, MINAS Y METALURGICA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA GEOLOGICA

TÍTULO DE LA TESIS:
"ESTUDIO HIDROGEOLÓGICO Y GEOLÓGICO DE LA UNIDAD MINERA
JESÚS PODEROSO DE MINERALES NO METÁLICOS PARA MITIGAR EL
IMPACTO AMBIENTAL DEL RECURSO HÍDRICO"

UNIDAD MINERA: JESÚS PODEROSO		PLANO: FISIOGRÁFICO	
DISTRITO: QUILCAS COMAS	PROVINCIA: HUANCAYO CONCEPCIÓN	DEPARTAMENTO: JUNIN	PLANO: 05
FECHA: MAYO, 2025	FUENTE: ZEE	DATUM: WGS 84	ESCALA: 1:1,250,000
ELABORADO POR: Bach. Sotomayor Belisario Amanda Estrellita Bach. Rubio Vera Rafael Luis Eduardo		ASESOR: Dr. Fredy Victor Bustamante Prado	



LEYENDA

ÁREA DE ESTUDIO

PLIEGUES

DESCRIPCIÓN

Eje de anticlinal

Eje de sinclinal

Pliegue Tumbado

Falla

GEOLOGÍA

UNIDADES GEOLÓGICAS

Formación Aramachay (Ji-a)

Formación Condorsinga (Ji-c)

Granitos de Sucllamachay (KTI-di)

Granitos de Sucllamachay (Kti-gr)

Laguna

Secuencia Metamórfica Marairazo-Huaytapallana (Pe-i)

Grupo Mitu (Ps-m)

Porfíroides (Ps-p)

Depósitos Morreicos (Qp-mo)

Depósitos Morreicos (Qr-mo)

Formación Chambara (Trs-ch)

UNIVERSIDAD NACIONAL SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO - UNSAAC
FACULTAD DE INGENIERIA GEOLOGICA, MINAS Y METALURGICA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA GEOLOGICA

TÍTULO DE LA TESIS:
"ESTUDIO HIDROGEOLÓGICO Y GEOLÓGICO DE LA UNIDAD MINERA JESÚS PODEROSO DE MINERALES NO METÁLICOS PARA MITIGAR EL IMPACTO AMBIENTAL DEL RECURSO HÍDRICO"

UNIDAD MINERA: JESÚS PODEROSO

PLANO: GEOLÓGICO

DISTRITO: QUILCAS COMAS

PROVINCIA: HUANCAYO CONCEPCIÓN

DEPARTAMENTO: JUNIN

PLANO: 06

FECHA: MAYO, 2025

FUENTE: Elaboración Propia

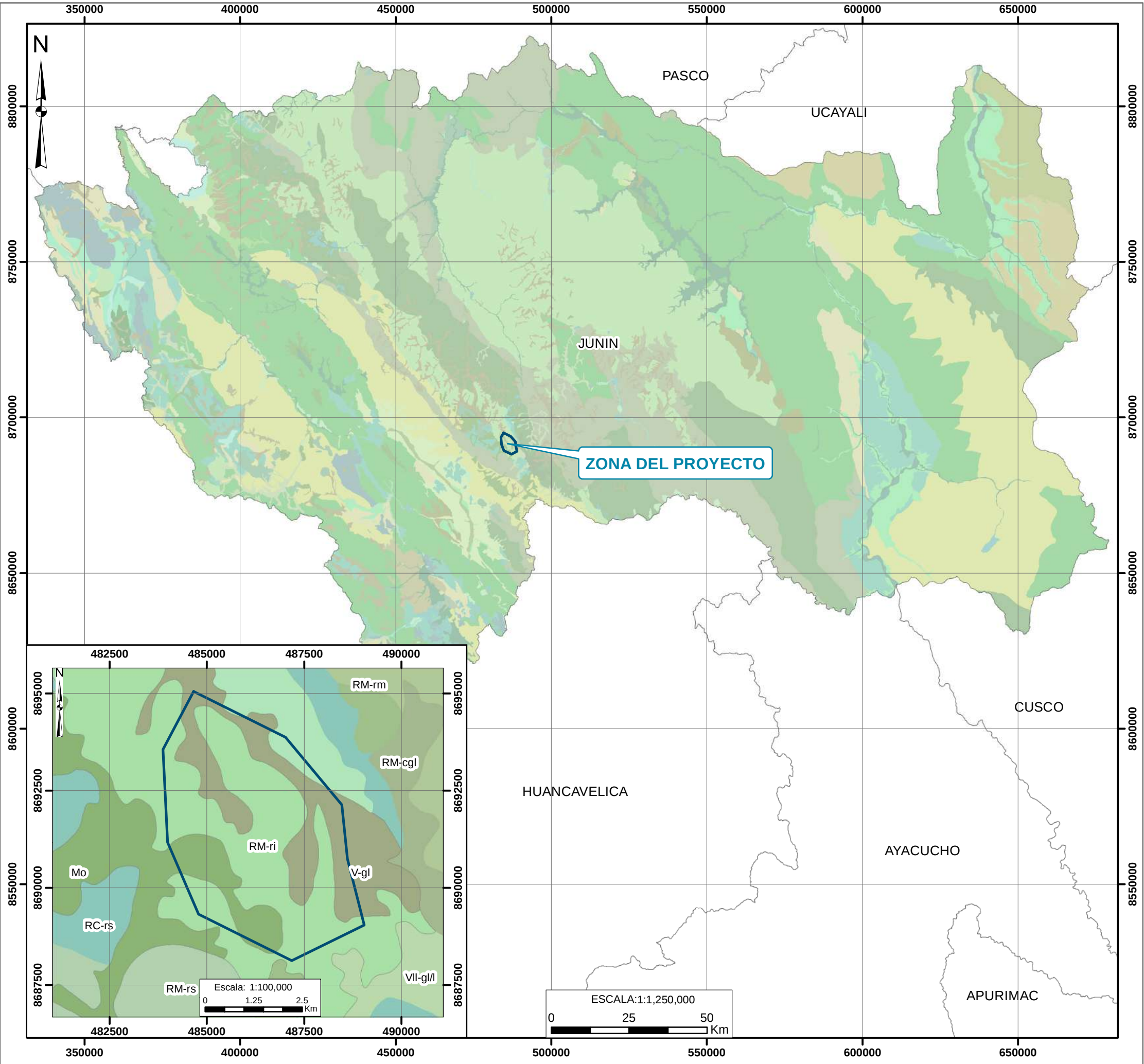
DATUM: WGS 84

ZONA: 18 L

ESCALA: 1:50,000

ELABORADO POR: Bach. Sotomayor Belisario Amanda Estrellita
Bach. Rubio Vera Rafael Luis Eduardo

ASESOR: Dr. Fredy Victor Bustamante Prado



LEYENDA

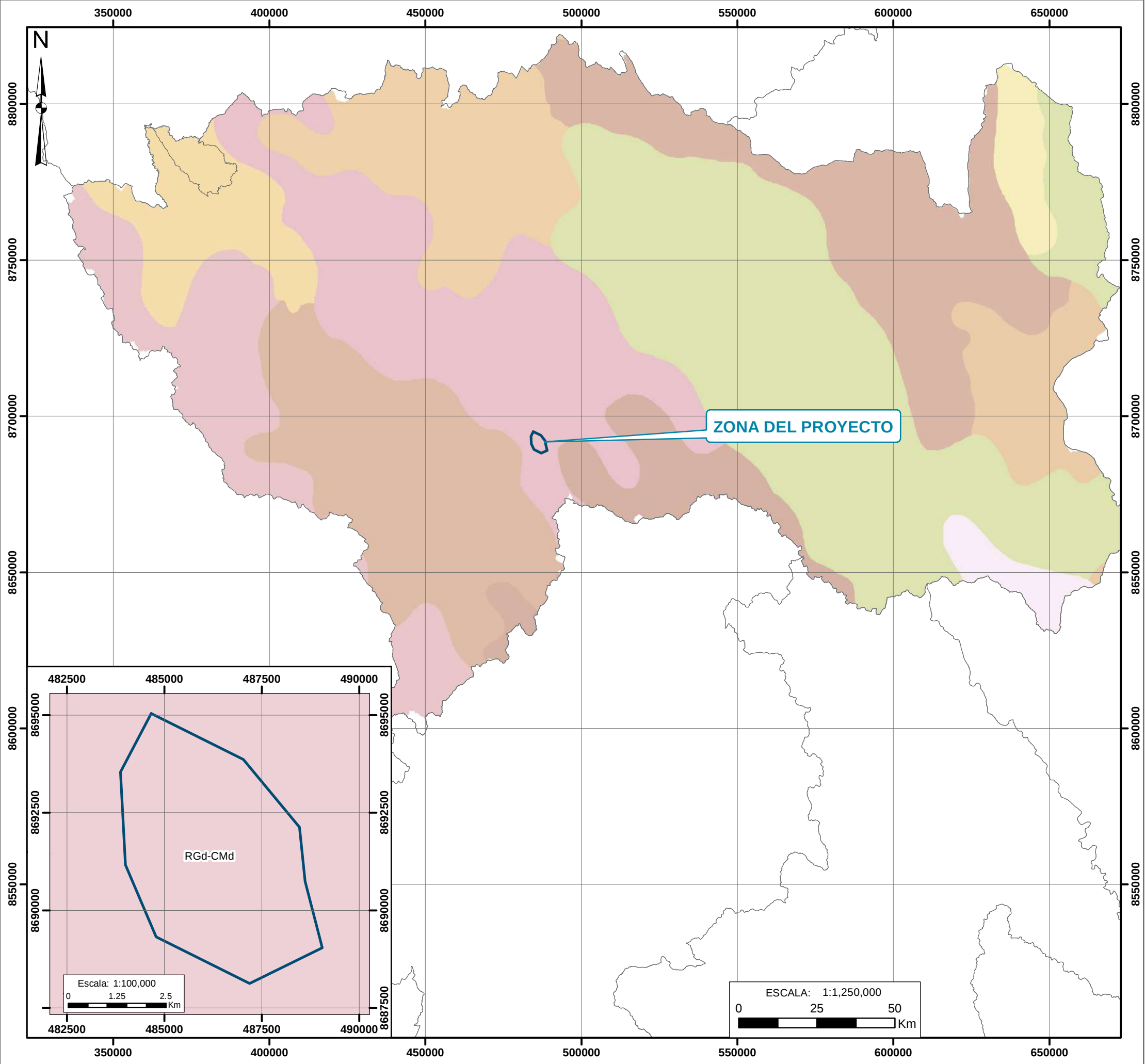
- ÁREA DE ESTUDIO
- DEPARTAMENTOS
- Montaña en roca intrusiva (RM-ri)
- Morrenas (Mo)
- Vertiente glacial o de gelifracción (V-gl)



UNIVERSIDAD NACIONAL SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO - UNSAAC
FACULTAD DE INGENIERIA GEOLOGICA, MINAS Y METALURGICA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA GEOLOGICA

TÍTULO DE LA TESIS:
"ESTUDIO HIDROGEOLOGICO Y GEOLOGICO DE LA UNIDAD MINERA
JESÚS PODEROSO DE MINERALES NO METÁLICOS PARA MITIGAR EL
IMPACTO AMBIENTAL DEL RECURSO HÍDRICO"

UNIDAD MINERA: JESÚS PODEROSO		PLANO: GEOMORFOLÓGICO	
DISTRITO: QUILCAS COMAS	PROVINCIA: HUANCAYO CONCEPCIÓN	DEPARTAMENTO: JUNIN	PLANO: 07
FECHA: MAYO, 2025	FUENTE: Elaboración Propia	DATUM: WGS 84	ESCALA: 1:1,250,000
ELABORADO POR: Bach. Sotomayor Belisario Amanda Estrellita Bach. Rubio Vera Rafael Luis Eduardo		ASESOR: Dr. Fredy Victor Bustamante Prado	



LEYENDA

ÁREA DE ESTUDIO

Regosol dístico - Cambisol dístico (RGd-CMd)

UNIVERSIDAD NACIONAL SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO - UNSAAC
FACULTAD DE INGENIERIA GEOLOGICA, MINAS Y METALURGICA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA GEOLOGICA

TÍTULO DE LA TESIS:
"ESTUDIO HIDROGEOLOGICO Y GEOLÓGICO DE LA UNIDAD MINERA JESÚS PODEROSO DE MINERALES NO METÁLICOS PARA MITIGAR EL IMPACTO AMBIENTAL DEL RECURSO HÍDRICO"

UNIDAD MINERA: JESÚS PODEROSO

PLANO: USO DE SUELOS

DISTRITO: QUILCAS COMAS

PROVINCIA: HUANCAYO CONCEPCIÓN

DEPARTAMENTO: JUNIN

PLANO: 08

FECHA: MAYO, 2025

FUENTE: Elaboración Propia

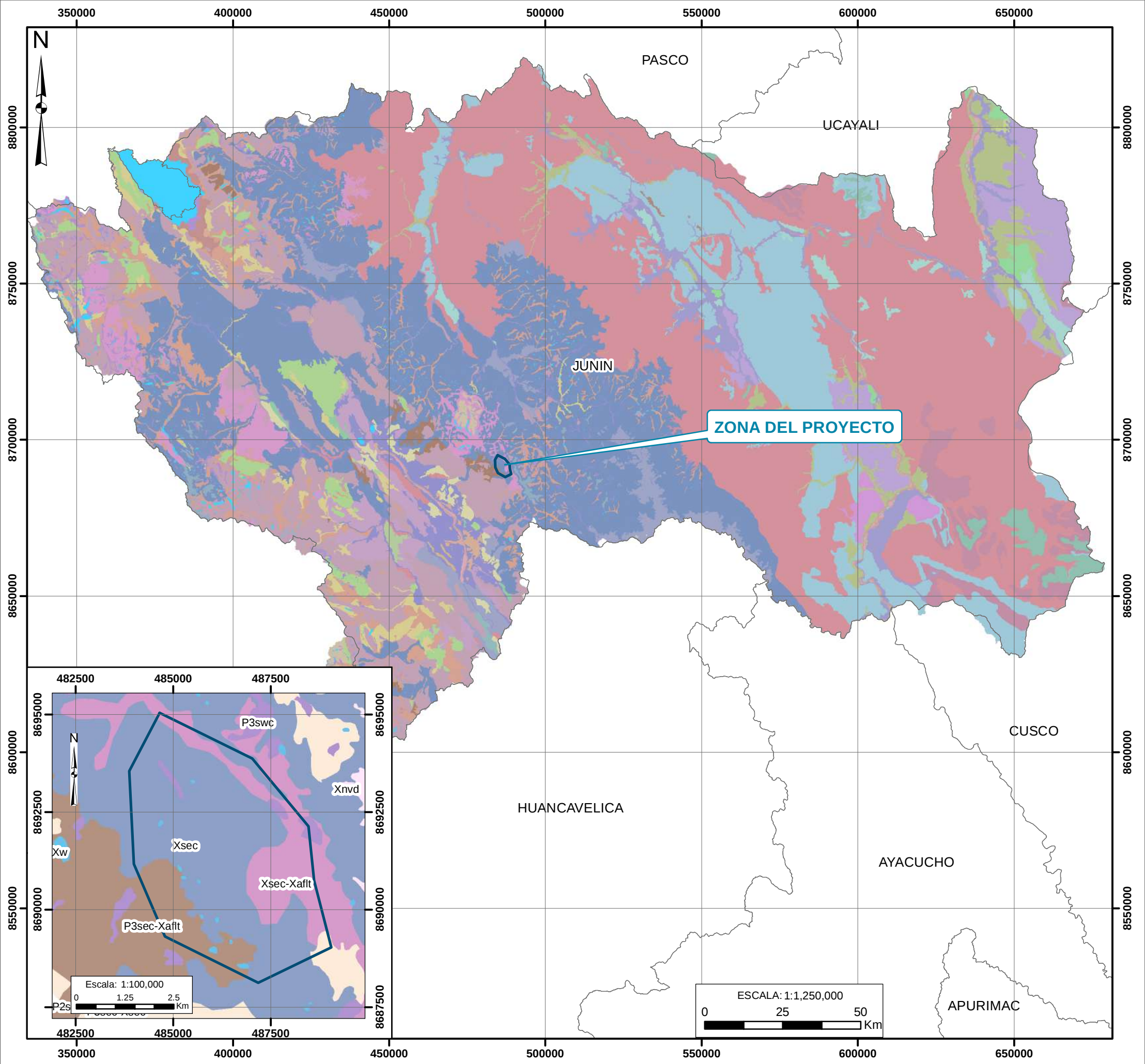
DATUM: WGS 84

ZONA: 18 L

ESCALA: 1:100,000

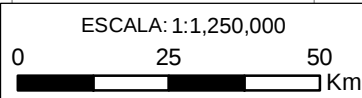
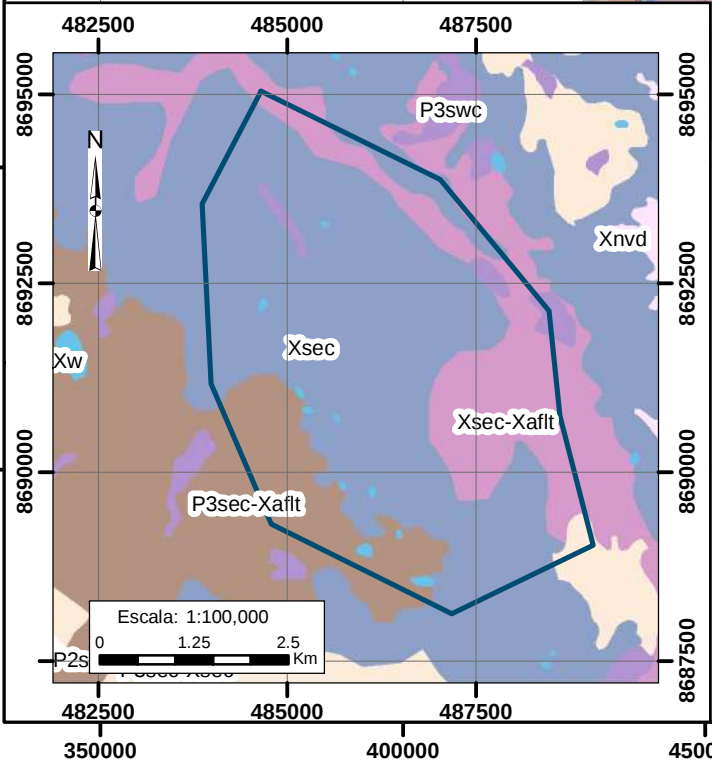
ELABORADO POR: Bach. Sotomayor Belisario Amanda Estrellita
Bach. Rubio Vera Rafael Luis Eduardo

ASESOR: Dr. Fredy Victor Bustamante Prado

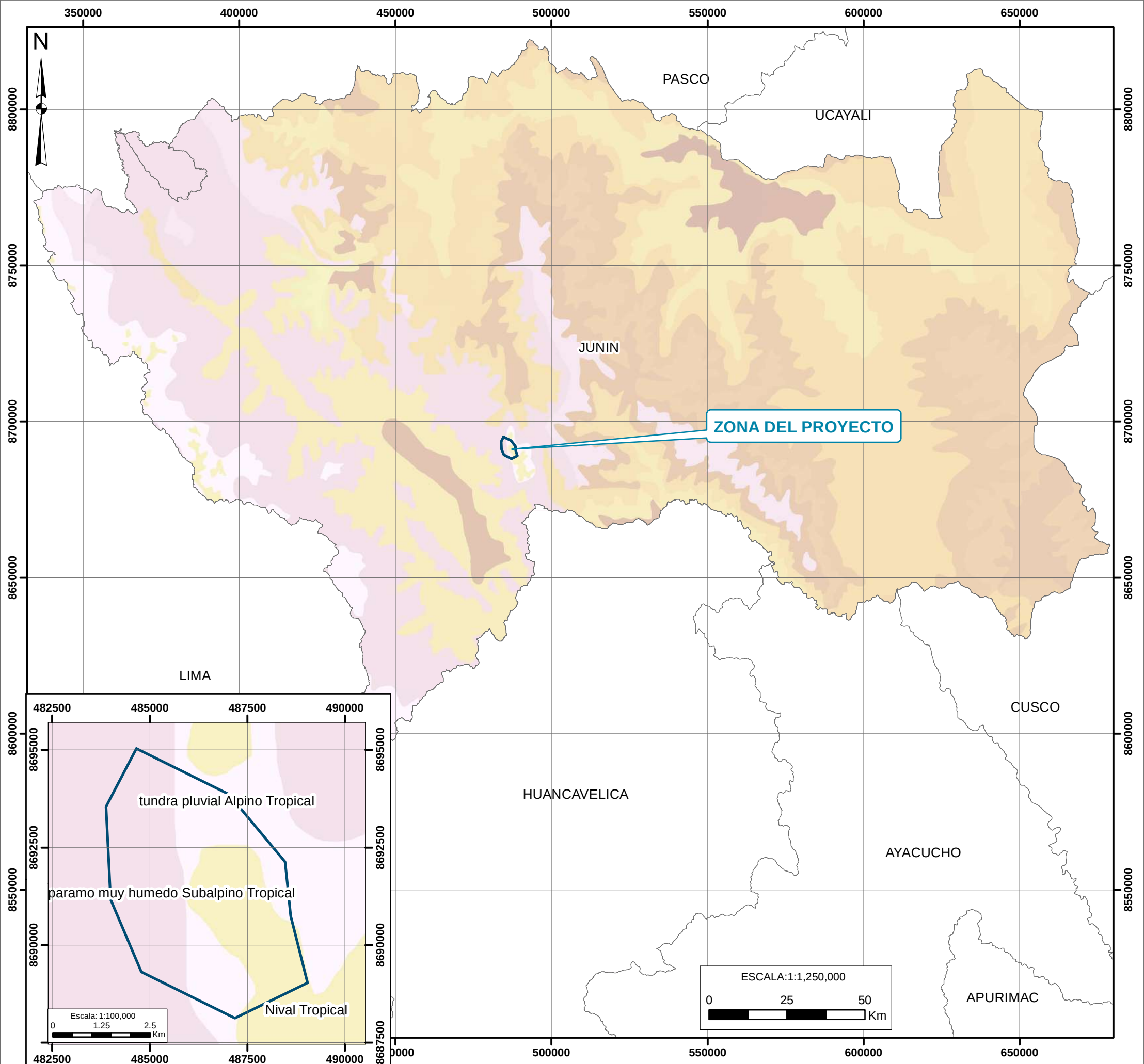


LEYENDA

ÁREA DE ESTUDIO

DEPARTAMENTOSTierras aptas para pastos con calidad agrológica baja, limitada por suelo, erosión y clima - Tierras de protección, afloramiento litico (P3sec-Xaft)Tierra de protección, limitada en suelo, erosión y clima - Tierra de protección, afloramiento litico (Xsec-Xaft)Tierras de protección limitada en suelo, erosión y clima (Xsec)Lago

	UNIVERSIDAD NACIONAL SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO - UNSAAC			
	FACULTAD DE INGENIERIA GEOLOGICA, MINAS Y METALURGICA			
	ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA GEOLOGICA			
TÍTULO DE LA TESIS:				
"ESTUDIO HIDROGEOLÓGICO Y GEOLÓGICO DE LA UNIDAD MINERA JESÚS PODEROSO DE MINERALES NO METÁLICOS PARA MITIGAR EL IMPACTO AMBIENTAL DEL RECURSO HÍDRICO"				
UNIDAD MINERA:		PLANO:		
JESÚS PODEROSO		USO MAYOR DE TIERRAS		
DISTRITO:	PROVINCIA:	DEPARTAMENTO:		PLANO:
QUILCAS COMAS	HUANCAYO CONCEPCIÓN	JUNIN		09
FECHA:	FUENTE:	DATUM:	ZONA:	
MAYO, 2025	Elaboración Propia	WGS 84	18 L	
ELABORADO POR:		ASESOR:		
Bach. Sotomayor Belisario Amanda Estrellita Bach. Rubio Vera Rafael Luis Eduardo		Dr. Fredy Victor Bustamante Prado		



LEYENDA

ÁREA DE ESTUDIO

ZONAS DE VIDA

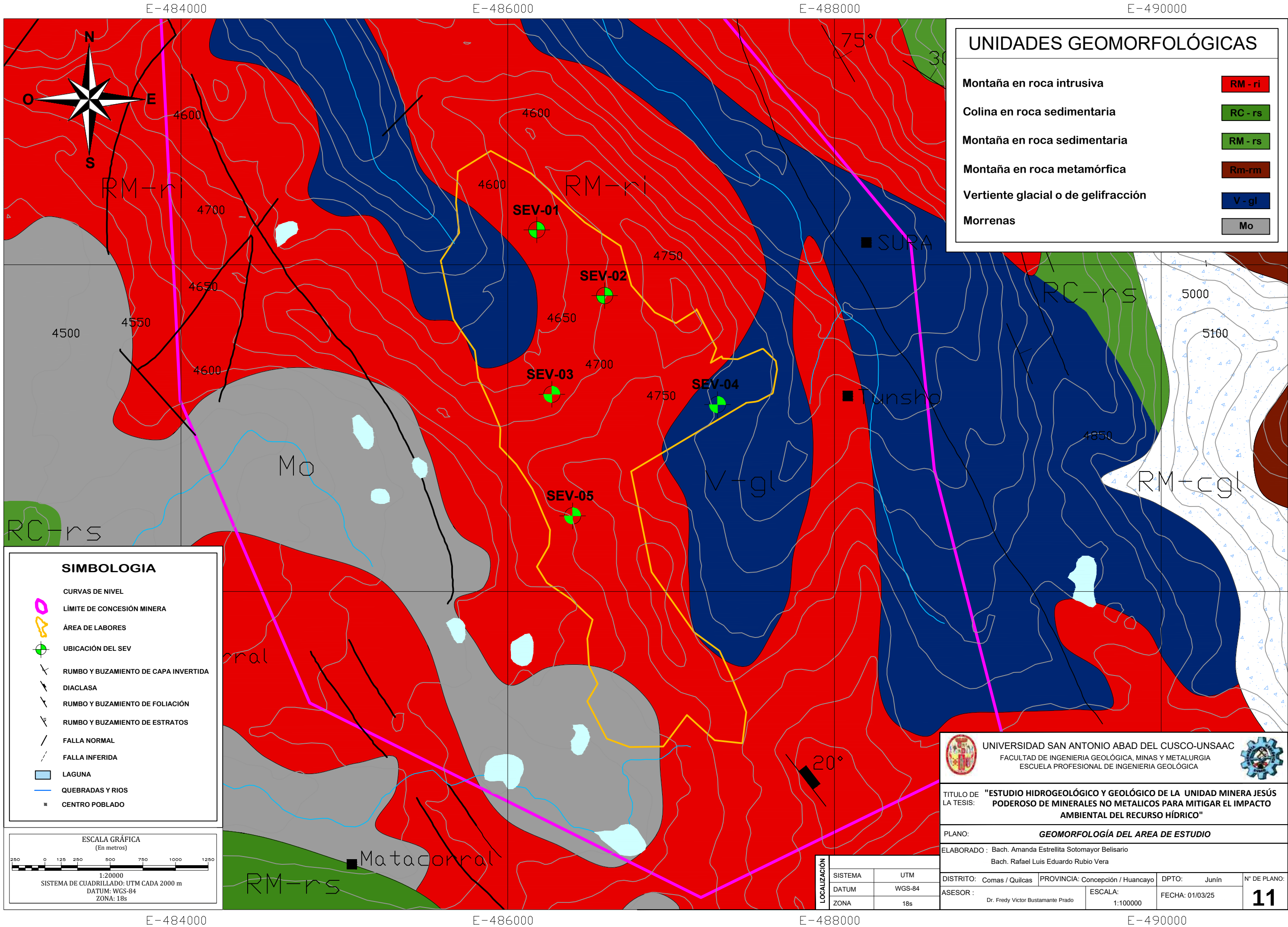
Nival Tropical

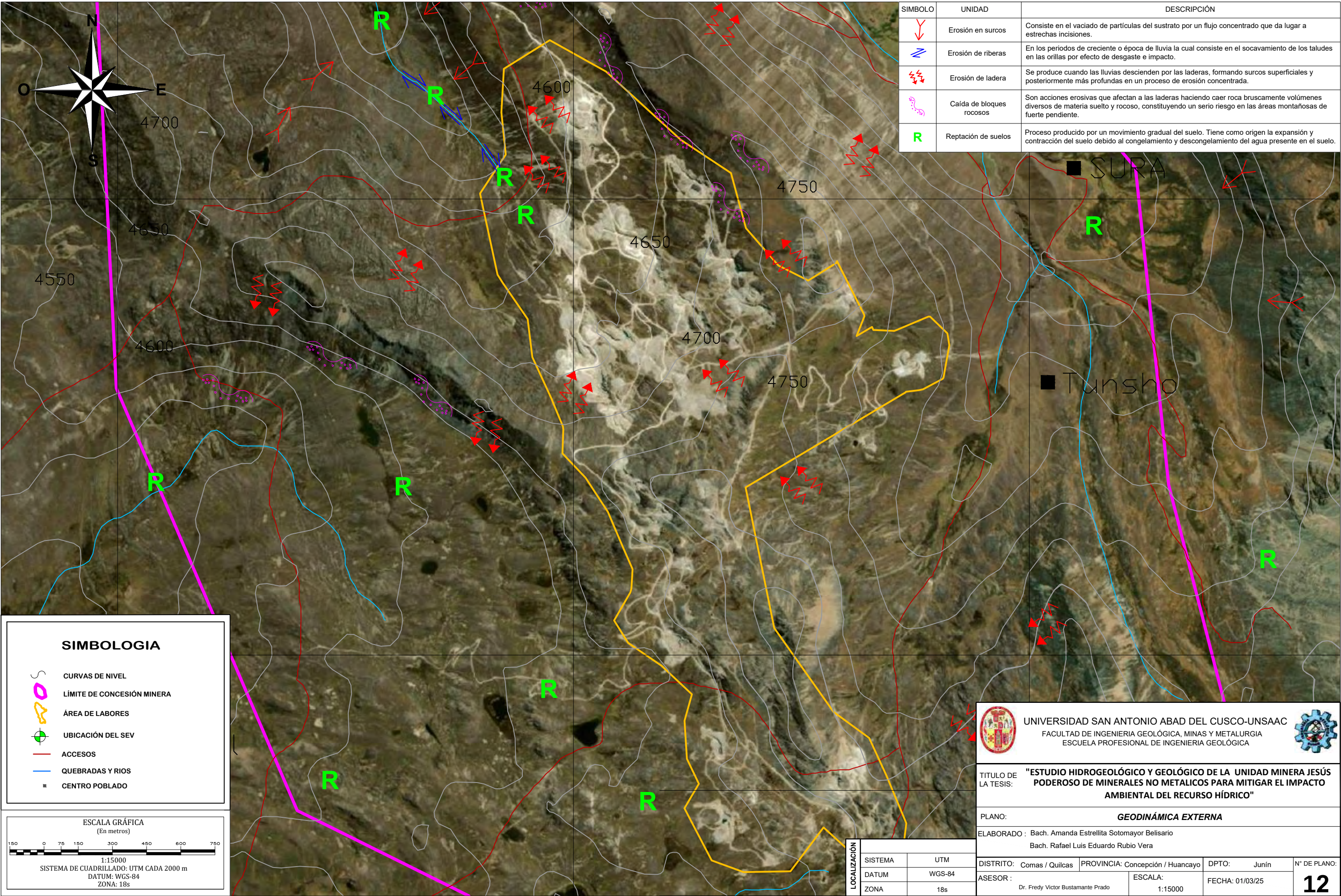
paramo muy humedo Subalpino Tropical

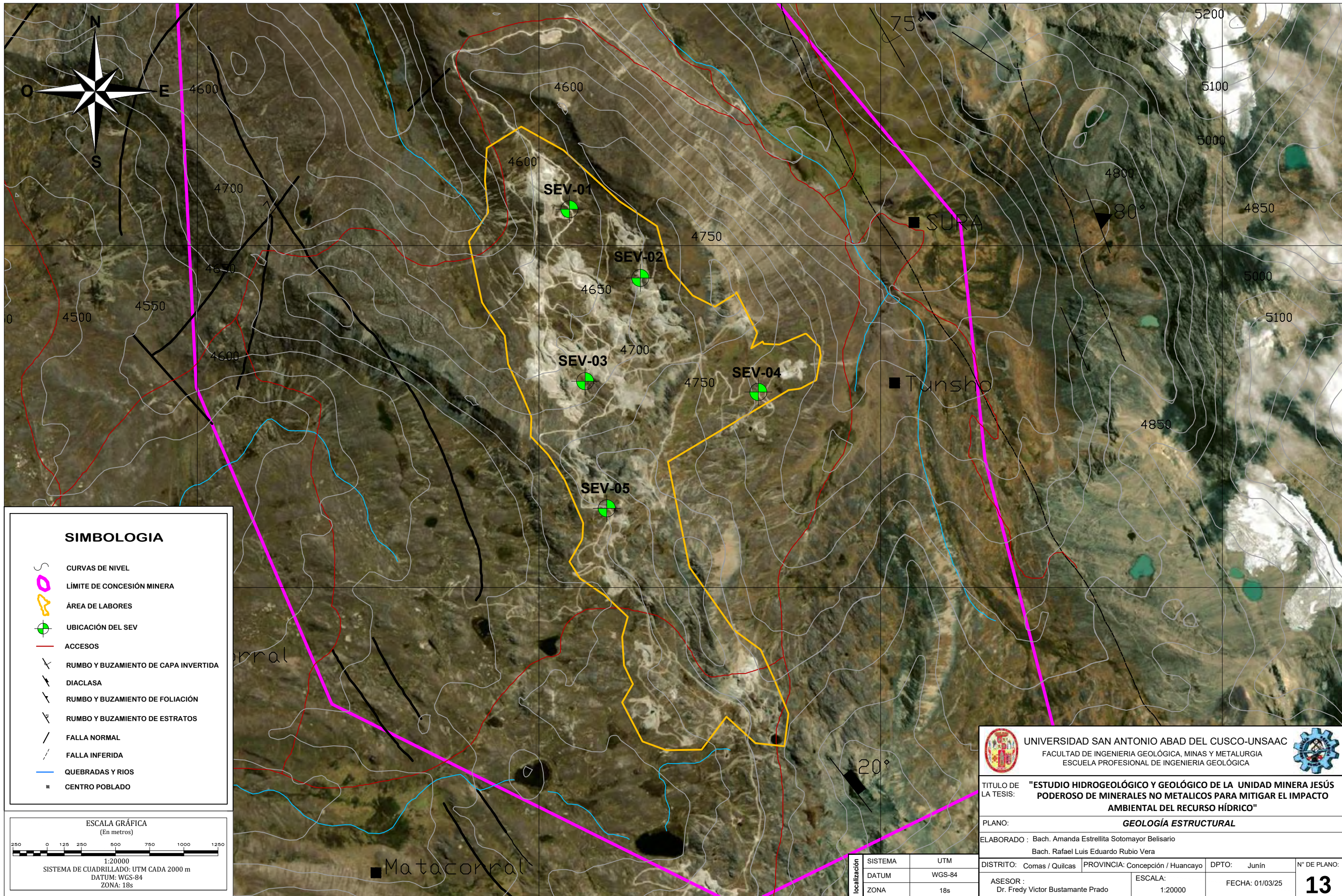
tundra pluvial Alpino Tropical

DEPARTAMENTOS

		UNIVERSIDAD NACIONAL SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO - UNSAAC	
FACULTAD DE INGENIERIA GEOLOGICA, MINAS Y METALURGICA		ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA GEOLOGICA	
TÍTULO DE LA TESIS:		"ESTUDIO HIDROGEOLOGICO Y GEOLOGICO DE LA UNIDAD MINERA JESÚS PODEROSO DE MINERALES NO METÁLICOS PARA MITIGAR EL IMPACTO AMBIENTAL DEL RECURSO HÍDRICO"	
UNIDAD MINERA:		PLANO:	
JESÚS PODEROSO		ZONAS DE VIDA	
DISTRITO:	PROVINCIA:	DEPARTAMENTO:	PLANO:
QUILCAS COMAS	HUANCAYO CONCEPCIÓN	JUNIN	10
FECHA:	FUENTE:	DATUM:	ZONA:
MAYO, 2025	Elaboración Propia	WGS 84	18 L
ELABORADO POR:		ASESOR:	
Bach. Sotomayor Belisario Amanda Estrellita Bach. Rubio Vera Rafael Luis Eduardo		Dr. Fredy Victor Bustamante Prado	
ESCALA:		1:100,000	



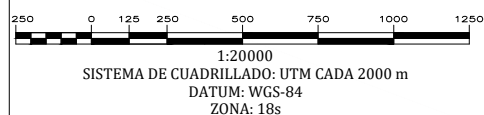




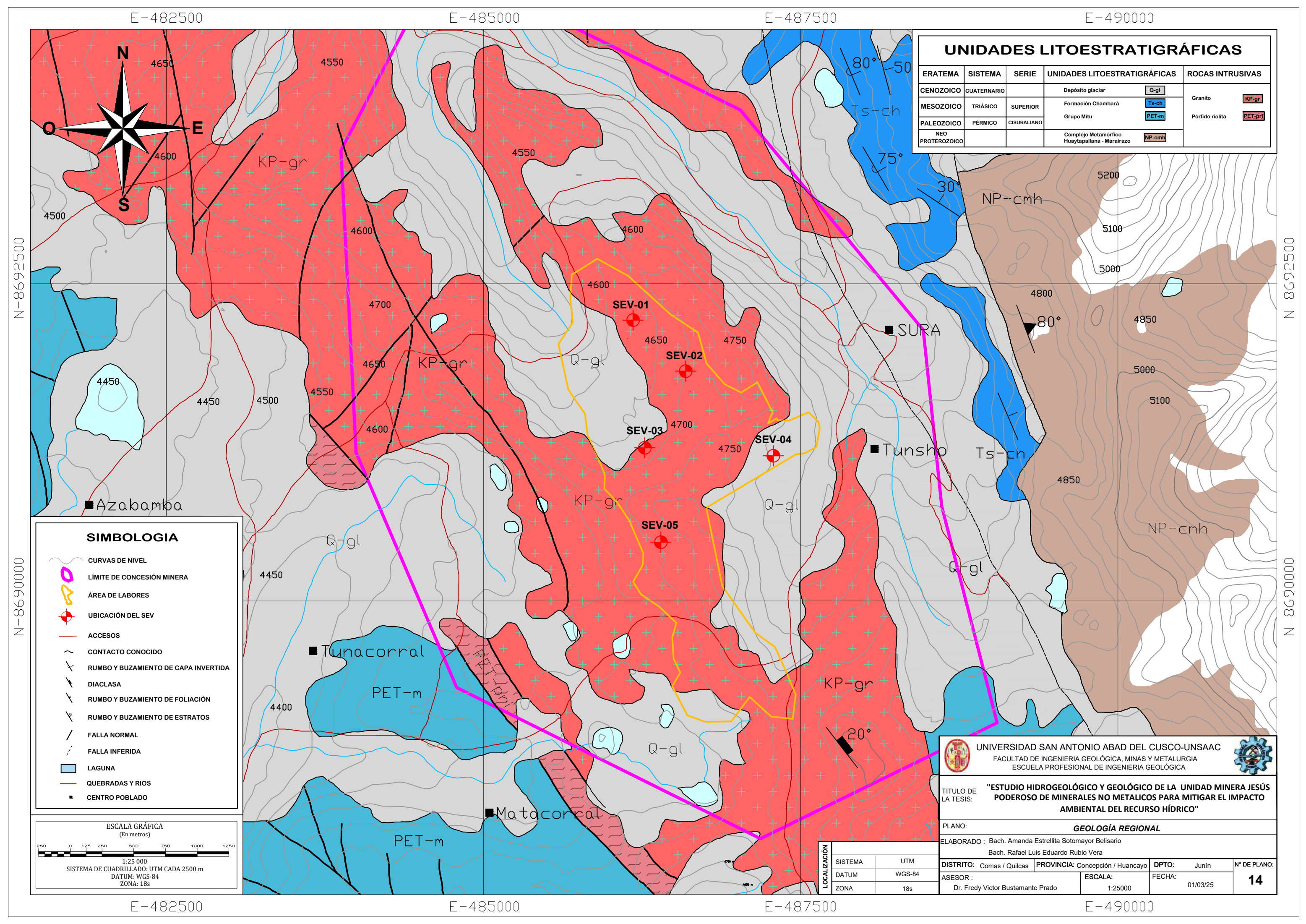
SIMBOLOGIA

-  CURVAS DE NIVEL
-  LÍMITE DE CONCESIÓN MINERA
-  ÁREA DE LABORES
-  UBICACIÓN DEL SEV
-  ACCESOS
-  RUMBO Y BUZAMIENTO DE CAPA INVERTIDA
-  DIACLASA
-  RUMBO Y BUZAMIENTO DE FOLIACIÓN
-  RUMBO Y BUZAMIENTO DE ESTRATOS
-  FALLA NORMAL
-  FALLA INFERIDA
-  QUEBRADAS Y RIOS
-  CENTRO POBLADO

ESCALA GRÁFICA
(En metros)



				UNIVERSIDAD SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO-UNSAAC FACULTAD DE INGENIERIA GEOLÓGICA, MINAS Y METALURGIA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA GEOLÓGICA									
TÍTULO DE LA TESIS:		"ESTUDIO HIDROGEOLOGICO Y GEOLÓGICO DE LA UNIDAD MINERA JESÚS PODEROSO DE MINERALES NO METÁLICOS PARA MITIGAR EL IMPACTO AMBIENTAL DEL RECURSO HÍDRICO"											
PLANO:		GEOLOGÍA ESTRUCTURAL											
ELABORADO :		Bach. Amanda Estrellita Sotomayor Belisario Bach. Rafael Luis Eduardo Rubio Vera											
DISTRITO:		Comas / Quilcas		PROVINCIA:		Concepción / Huancayo		DPTO:		Junín		N° DE PLANO:	
ASESOR :		Dr. Fredy Victor Bustamante Prado		ESCALA:		1:20000		FECHA:		01/03/25		13	



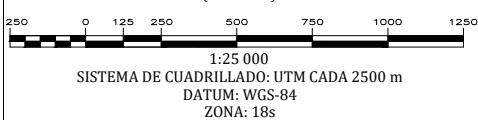
UNIDADES LITOESTRATIGRÁFICAS

ERATEMA	SISTEMA	SERIE	UNIDADES LITOESTRATIGRÁFICAS	ROCAS INTRUSIVAS
CENOZOICO	CUATERNARIO		Depósito glaciar Q-gl	Granito KP-gr Pórfido riolita PET-pr
MESOZOICO	TRIÁSICO	SUPERIOR	Formación Chambará TS-ch	
			Grupo Mitu PET-m	
PALEOZOICO	PÉRMICO	CISURALIANO		
NEO PROTEROZOICO			Complejo Metamórfico Huaytapallana - Marairazo NP-cmh	

SIMBOLOGIA

- CURVAS DE NIVEL
- LÍMITE DE CONCESIÓN MINERA
- ÁREA DE LABORES
- UBICACIÓN DEL SEV
- ACCESOS
- CONTACTO CONOCIDO
- RUMBO Y BUZAMIENTO DE CAPA INVERTIDA
- DIACLASA
- RUMBO Y BUZAMIENTO DE FOLIACIÓN
- RUMBO Y BUZAMIENTO DE ESTRATOS
- FALLA NORMAL
- FALLA INFERIDA
- LAGUNA
- QUEBRADAS Y RIOS
- CENTRO POBLADO

ESCALA GRÁFICA



UNIVERSIDAD SAN ANTONIO ABADEL CUSCO-UNSAAC
FACULTAD DE INGENIERIA GEOLÓGICA, MINAS Y METALURGIA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA GEOLÓGICA



TÍTULO DE LA TESIS: "ESTUDIO HIDROGEOLÓGICO Y GEOLÓGICO DE LA UNIDAD MINERA JESÚS PODEROSO DE MINERALES NO METÁLICOS PARA MITIGAR EL IMPACTO AMBIENTAL DEL RECURSO HÍDRICO"

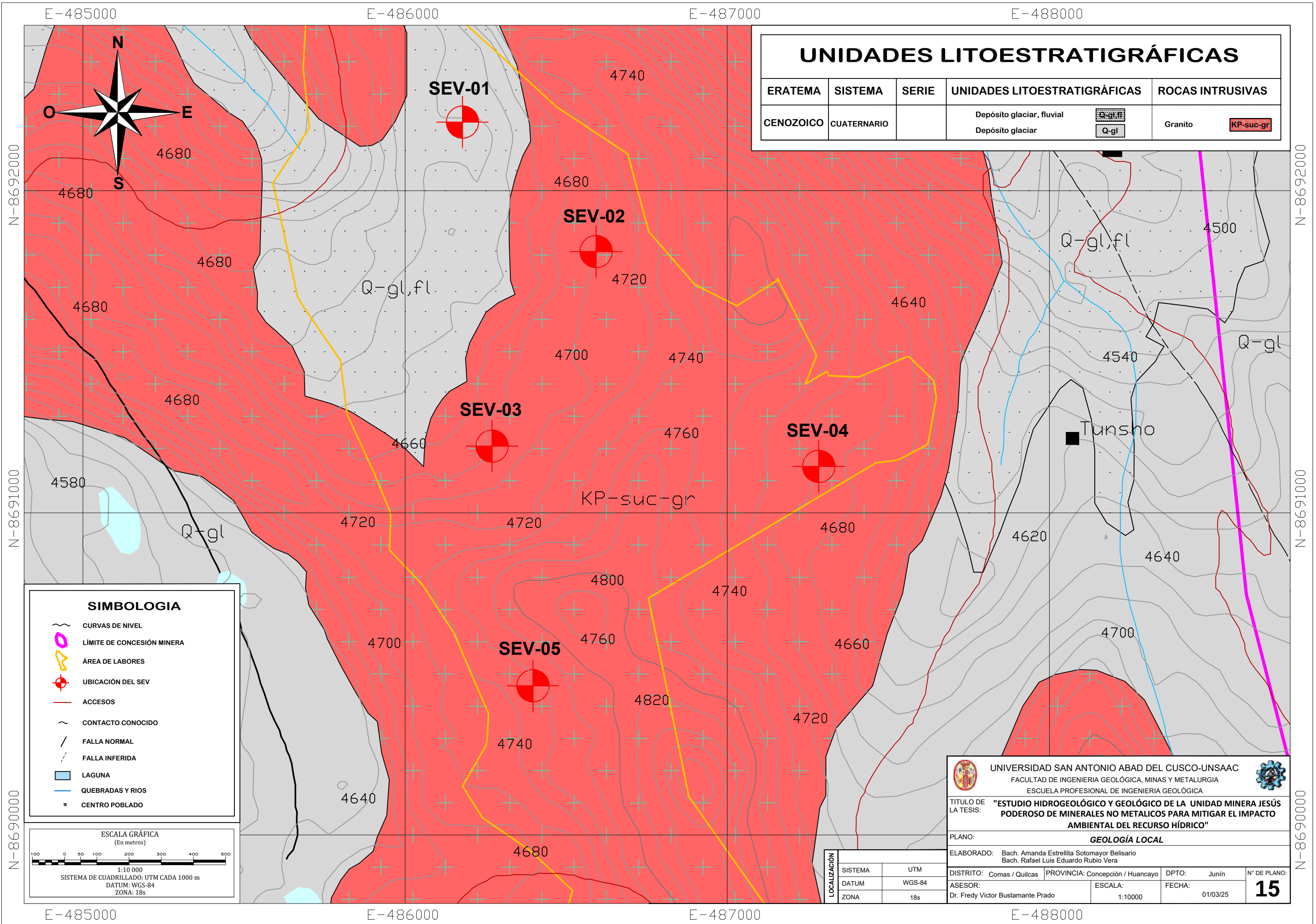
PLANO: GEOLOGÍA REGIONAL

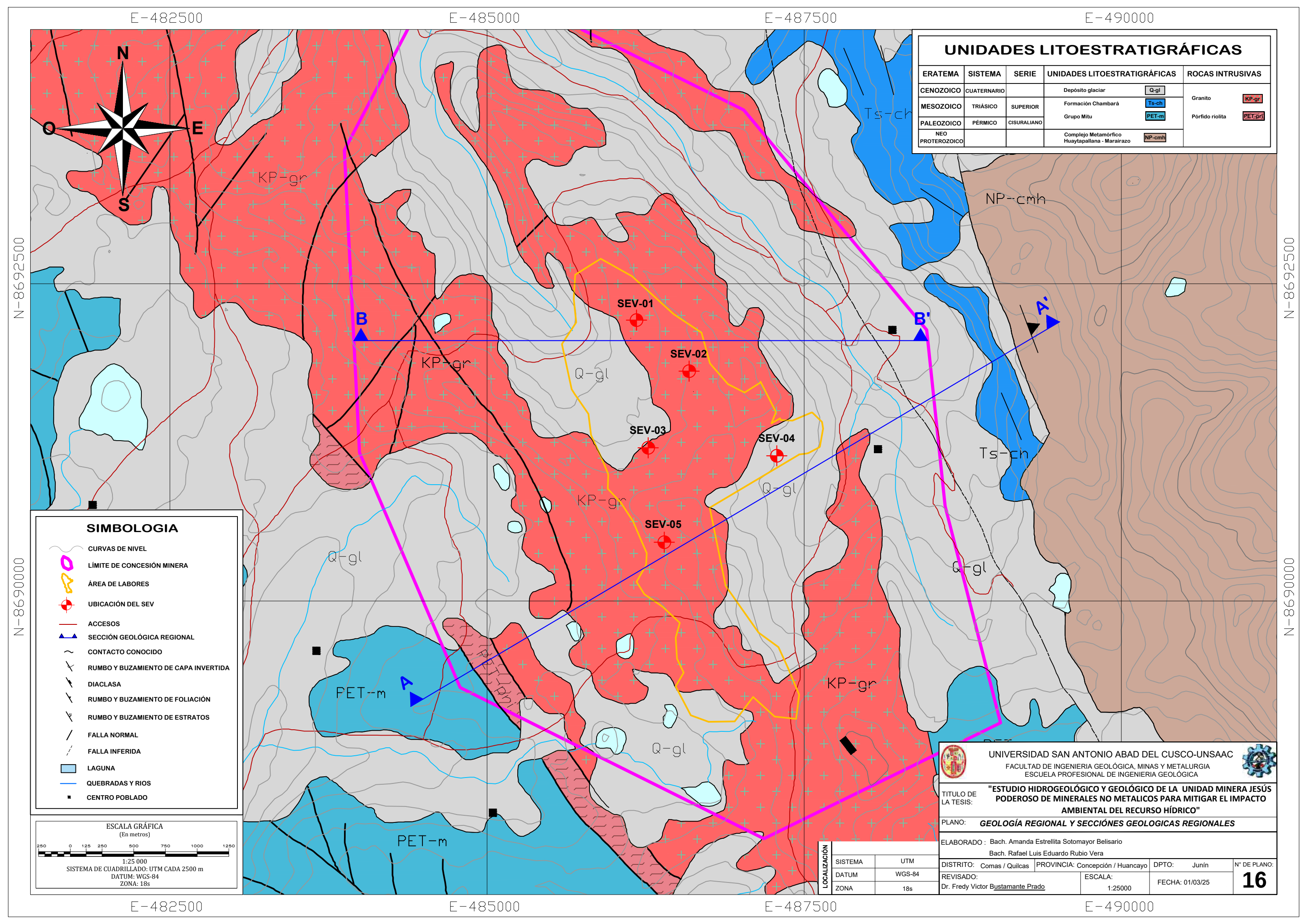
ELABORADO : Bach. Amanda Estrellita Sotomayor Belisario
Bach. Rafael Luis Eduardo Rubio Vera

DISTRITO: Comas / Quilcas	PROVINCIA: Concepción / Huancayo	DPTO: Junín	Nº DE PLANO: 14
ASESOR : Dr. Fredy Victor Bustamante Prado	ESCALA: 1:25000	FECHA: 01/03/25	

LOCALIZACIÓN

SISTEMA	UTM
DATUM	WGS-84
ZONA	18s





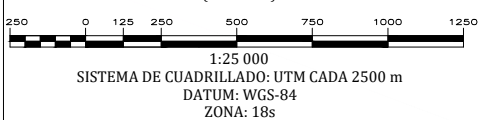
UNIDADES LITOESTRATIGRÁFICAS

ERATEMA	SISTEMA	SERIE	UNIDADES LITOESTRATIGRÁFICAS	ROCAS INTRUSIVAS
CENOZOICO	CUATERNARIO		Depósito glacial Q-gl	Granito KP-gr Pórfido riolita PET-pr
MESOZOICO	TRIÁSICO	SUPERIOR	Formación Chambará Ts-ch	
			Grupo Mitu PET-m	
PALEOZOICO	PÉRMICO	CISURALIANO		
NEO PROTEROZOICO			Complejo Metamórfico Huaytapallana - Marairazo NP-cmh	

SIMBOLOGIA

- CURVAS DE NIVEL
- LÍMITE DE CONCESIÓN MINERA
- ÁREA DE LABORES
- UBICACIÓN DEL SEV
- ACCESOS
- SECCIÓN GEOLÓGICA REGIONAL
- CONTACTO CONOCIDO
- RUMBO Y BUZAMIENTO DE CAPA INVERTIDA
- DIACLASA
- RUMBO Y BUZAMIENTO DE FOLIACIÓN
- RUMBO Y BUZAMIENTO DE ESTRATOS
- FALLA NORMAL
- FALLA INFERIDA
- LAGUNA
- QUEBRADAS Y RIOS
- CENTRO POBLADO

ESCALA GRÁFICA



UNIVERSIDAD SAN ANTONIO ABADEL CUSCO-UNSAAC
FACULTAD DE INGENIERÍA GEOLÓGICA, MINAS Y METALURGIA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA GEOLÓGICA



TÍTULO DE LA TESIS:
"ESTUDIO HIDROGEOLÓGICO Y GEOLÓGICO DE LA UNIDAD MINERA JESÚS PODEROSO DE MINERALES NO METÁLICOS PARA MITIGAR EL IMPACTO AMBIENTAL DEL RECURSO HÍDRICO"

PLANO: **GEOLÓGIA REGIONAL Y SECCIONES GEOLOGICAS REGIONALES**

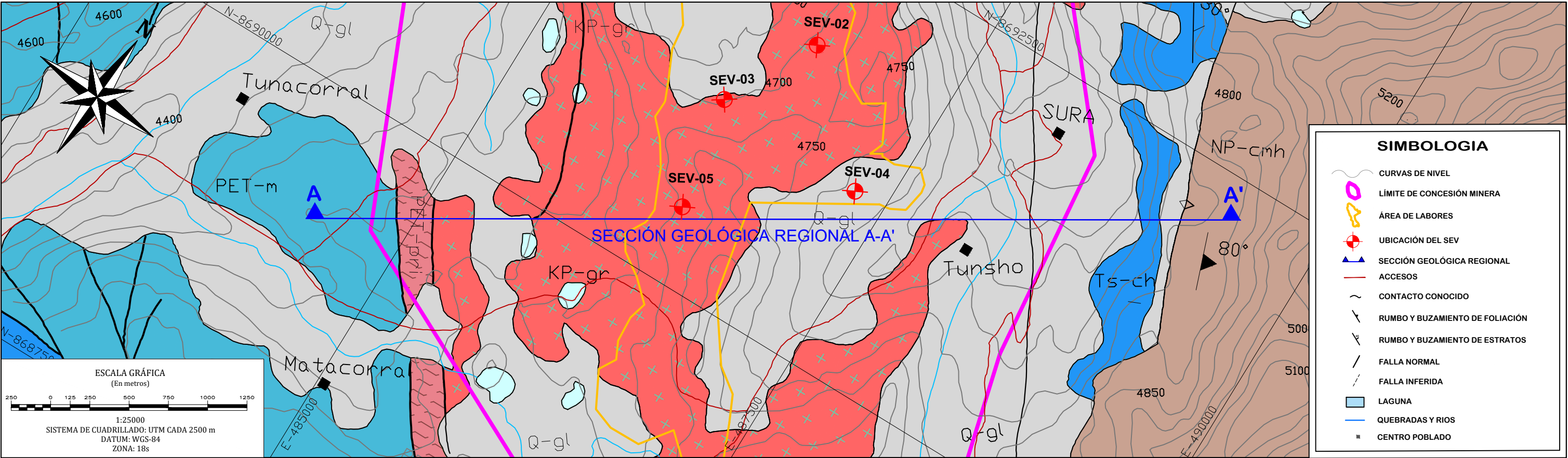
ELABORADO : Bach. Amanda Estrellita Sotomayor Belisario
Bach. Rafael Luis Eduardo Rubio Vera

DISTRITO: Comas / Quilcas | PROVINCIA: Concepción / Huancayo | DPTO: Junín | N° DE PLANO:

REVISADO: Dr. Fredy Victor Bustamante Prado | ESCALA: 1:25000 | FECHA: 01/03/25 | **16**

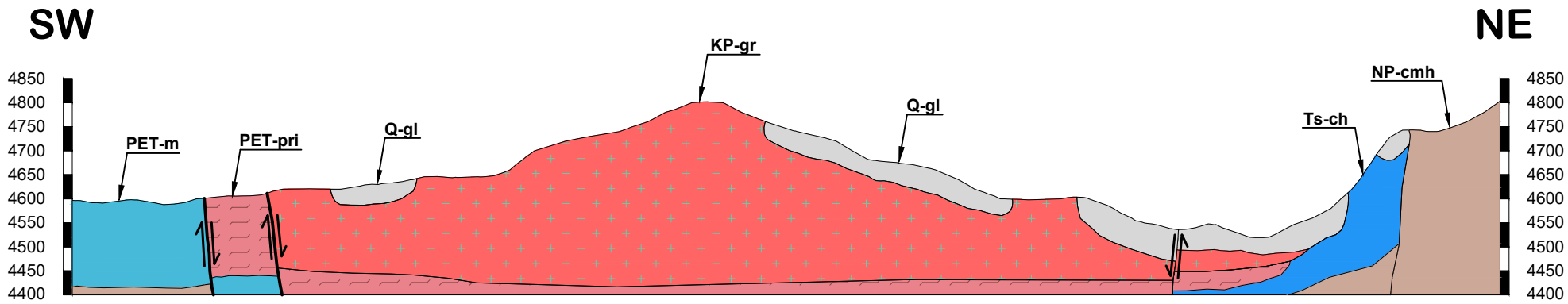
LOCALIZACIÓN

SISTEMA	UTM
DATUM	WGS-84
ZONA	18s



SECCIÓN GEOLÓGICA REGIONAL A-A'

ESCALA 1:25000



UNIDADES LITOESTRATIGRÁFICAS				
ERATEMA	SISTEMA	SERIE	UNIDADES LITOESTRATIGRÁFICAS	ROCAS INTRUSIVAS
CENOZOICO	CUATERNARIO		Depósito glaciar	Granito
MESOZOICO	TRIÁSICO	SUPERIOR	Formación Chambará	Pórfido riolita
			Grupo Mitu	
PALEOZOICO	PÉRMICO	CISURALIANO	Complejo Metamórfico Huaytapallana - Marairazo	
NEO PROTEROZOICO				

UNIVERSIDAD SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO-UNSAAC

FACULTAD DE INGENIERIA GEOLÓGICA, MINAS Y METALURGIA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA GEOLÓGICA

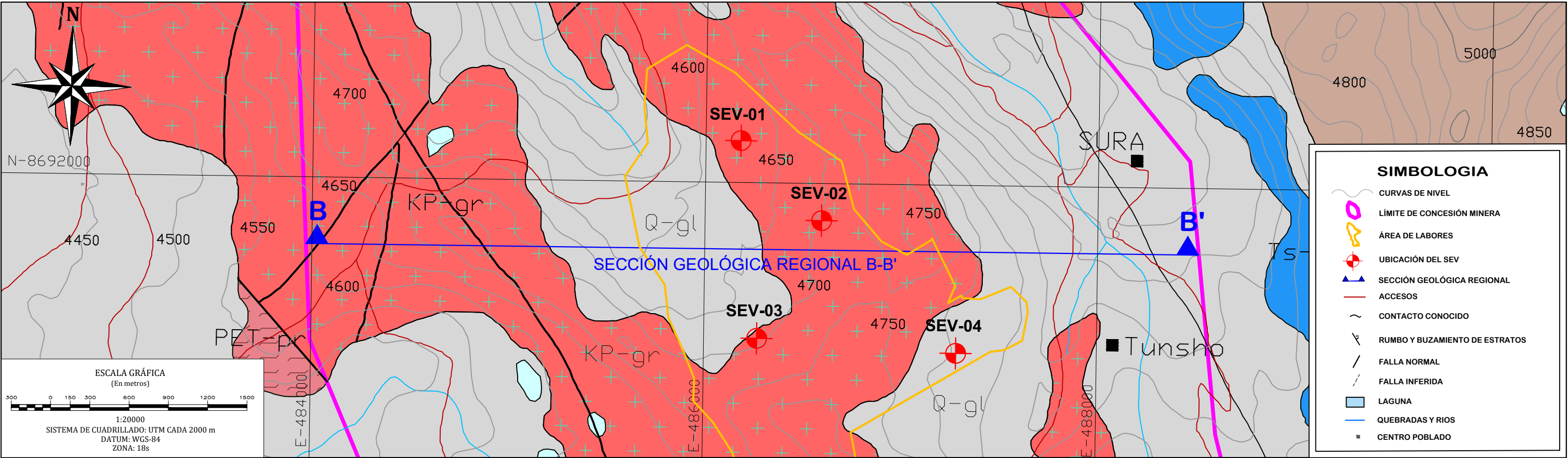
TITULO DE LA TESIS: "ESTUDIO HIDROGEOLÓGICO Y GEOLÓGICO DE LA UNIDAD MINERA JESÚS PODEROSO DE MINERALES NO METÁLICOS PARA MITIGAR EL IMPACTO AMBIENTAL DEL RECURSO HÍDRICO"

PLANO: SECCIÓN GEOLÓGICA REGIONAL A-A'

ELABORADO : Bach. Amanda Estrellita Sotomayor Belisario

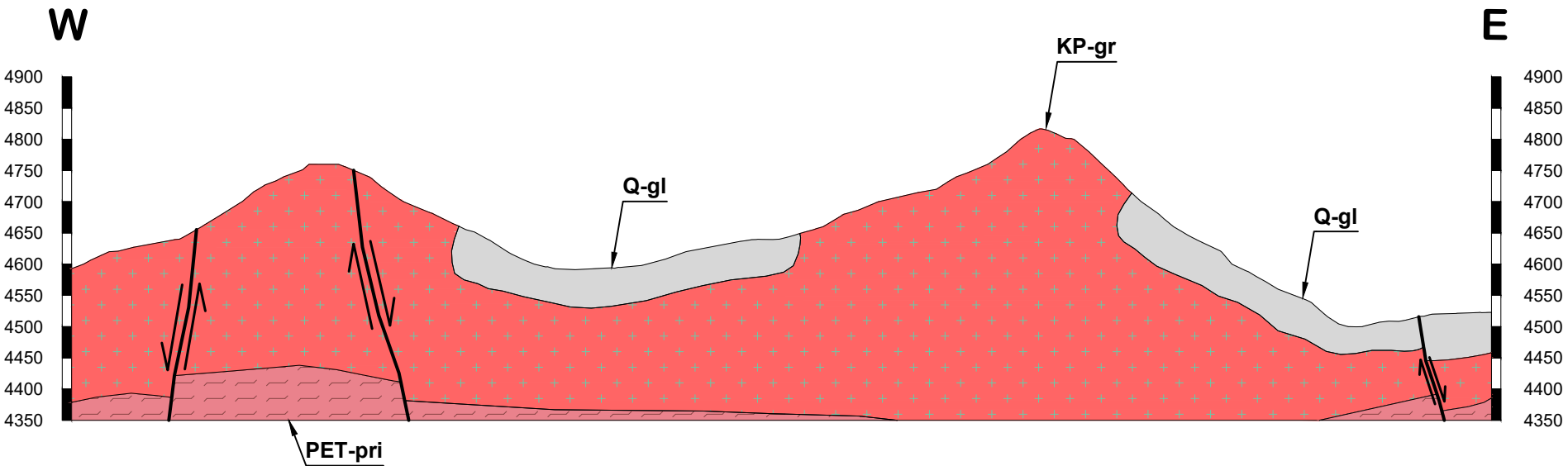
Bach. Rafael Luis Eduardo Rubio Vera

DISTRITO: Comas / Quilcas	PROVINCIA: Concepción / Huancayo	DPTO: Junín	N° DE PLANO: 17
REVISADO: Dr. Fredy Víctor Bustamante Prado	ESCALA: 1:25000	FECHA: 01/03/25	



SECCIÓN GEOLÓGICA REGIONAL B-B'

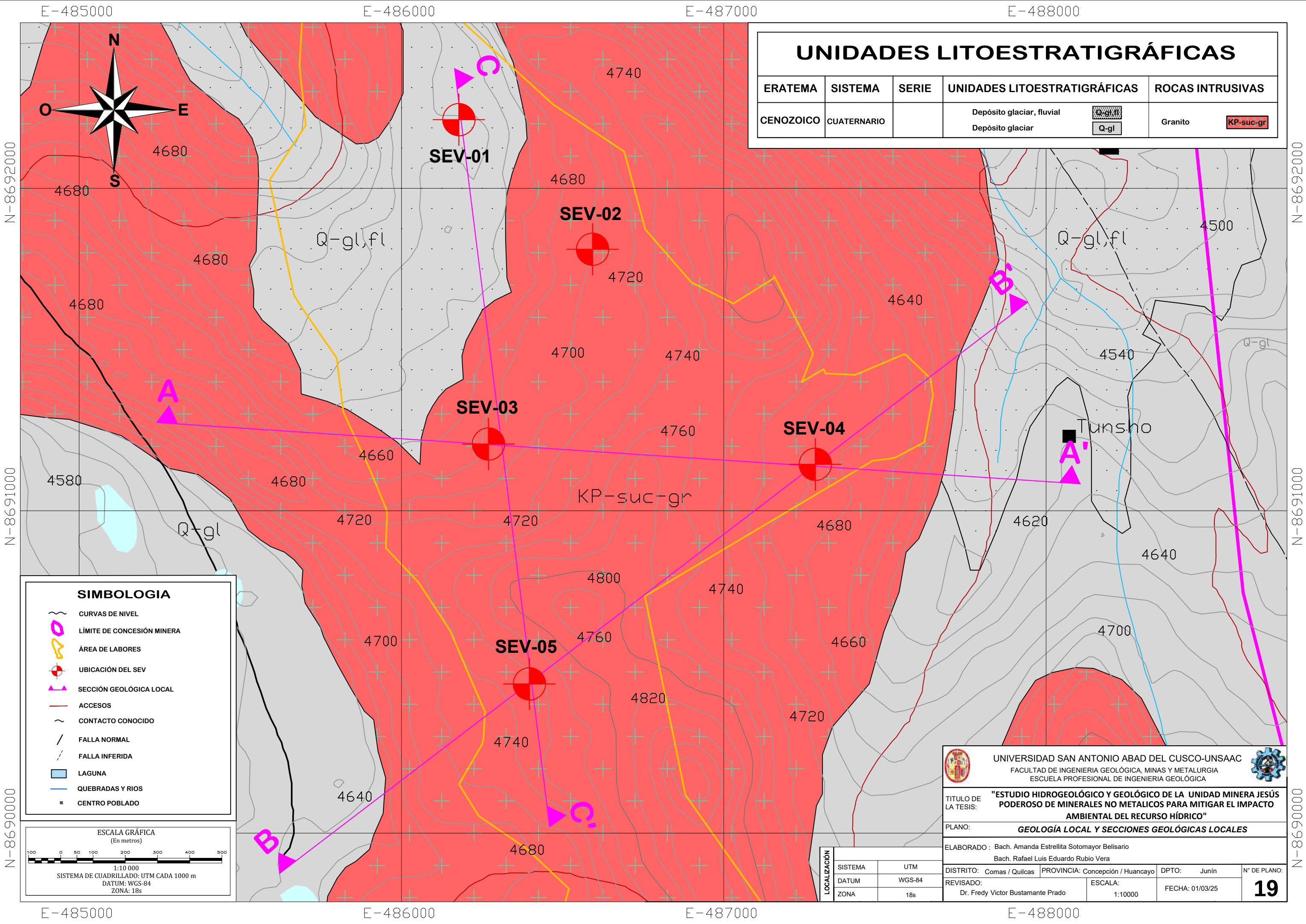
ESCALA 1:20000

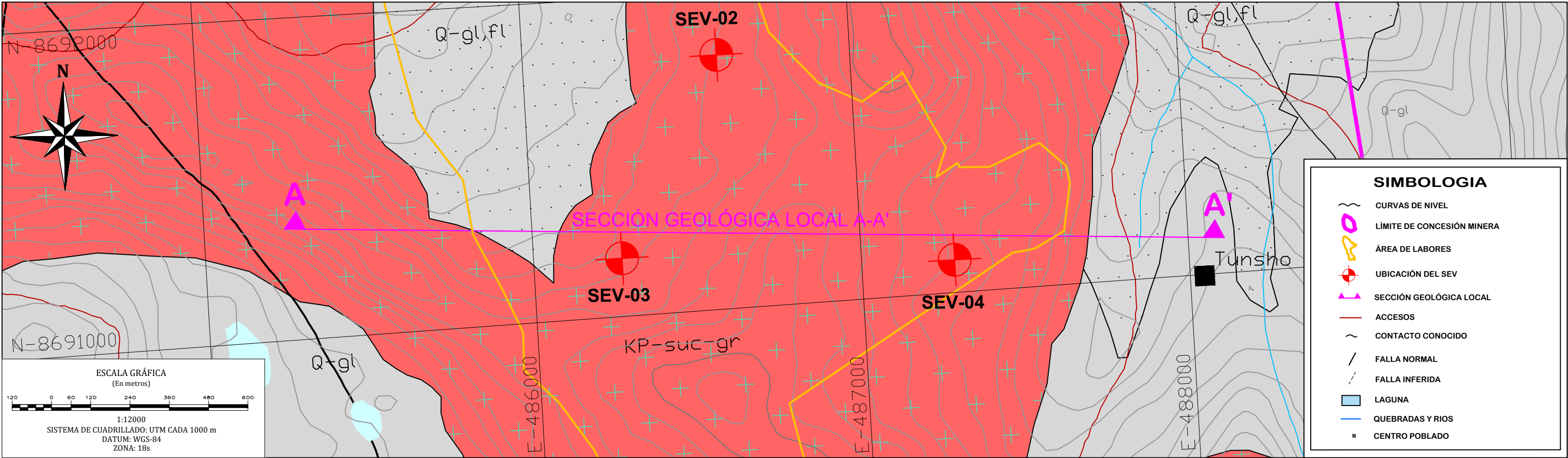


UNIDADES LITOESTRATIGRÁFICAS				
ERATEMA	SISTEMA	SERIE	UNIDADES LITOESTRATIGRÁFICAS	ROCAS INTRUSIVAS
CENOZOICO	CUATERNARIO		Depósito glaciar Q-gl	Granito KP-gr
MESOZOICO	TRIÁSICO	SUPERIOR		Pórfido riolita PET-pri
PALEOZOICO	PÉRMICO	CISURALIANO		

LOCALIZACIÓN	SISTEMA	UTM
	DATUM	WGS-84
	ZONA	18s

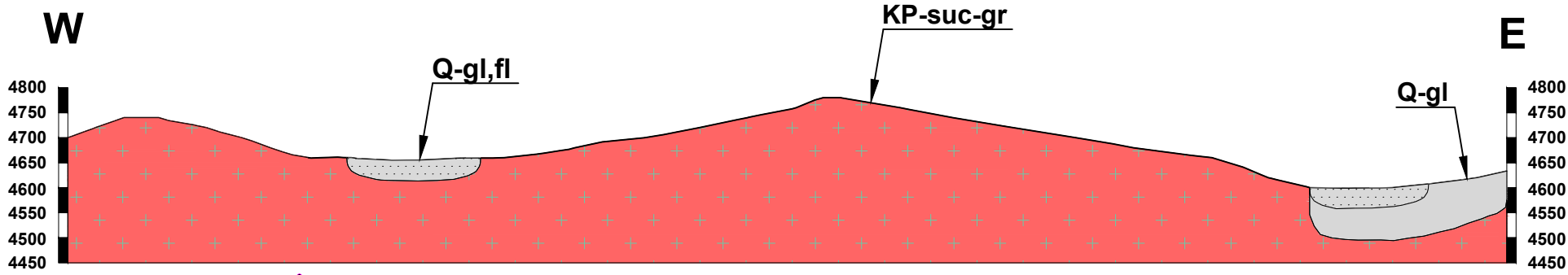
 UNIVERSIDAD SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO-UNSAAC FACULTAD DE INGENIERIA GEOLÓGICA, MINAS Y METALURGIA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA GEOLÓGICA 				
TÍTULO DE LA TESIS: "ESTUDIO HIDROGEOLÓGICO Y GEOLÓGICO DE LA UNIDAD MINERA JESÚS PODEROSO DE MINERALES NO METÁLICOS PARA MITIGAR EL IMPACTO AMBIENTAL DEL RECURSO HÍDRICO"				
PLANO: SECCIÓN GEOLÓGICA REGIONAL B-B'				
ELABORADO : Bach. Amanda Estrellita Sotomayor Belisario Bach. Rafael Luis Eduardo Rubio Vera				
DISTRITO: Comas / Quilcas	PROVINCIA: Concepción / Huancayo	DPTO: Junín	N° DE PLANO: 18	
REVISADO: Dr. Fredy Víctor Bustamante Prado	ESCALA: 1:25000	FECHA: 01/03/25		





SECCIÓN GEOLÓGICA LOCAL A-A'

ESCALA 1:12000



UNIDADES LITOESTRATIGRÁFICAS

ERATEMA	SISTEMA	SERIE	UNIDADES LITOESTRATIGRÁFICAS	ROCAS INTRUSIVAS
CENOZOICO	CUATERNARIO		Depósito glaciár, fluvial Depósito glaciár	Granito



UNIVERSIDAD SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO-UNSAAC
FACULTAD DE INGENIERIA GEOLÓGICA, MINAS Y METALURGIA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA GEOLÓGICA



TÍTULO DE LA TESIS:
"ESTUDIO HIDROGEOLÓGICO Y GEOLÓGICO DE LA UNIDAD MINERA JESÚS PODEROSO DE MINERALES NO METÁLICOS PARA MITIGAR EL IMPACTO AMBIENTAL DEL RECURSO HÍDRICO"

PLANO:
SECCIÓN GEOLÓGICA LOCAL A-A'

ELABORADO : Bach. Amanda Estrellita Sotomayor Belisario
Bach. Rafael Luis Eduardo Rubio Vera

DISTRITO: Comas / Quilcas

PROVINCIA: Concepción / Huancayo

DPTO: Junín

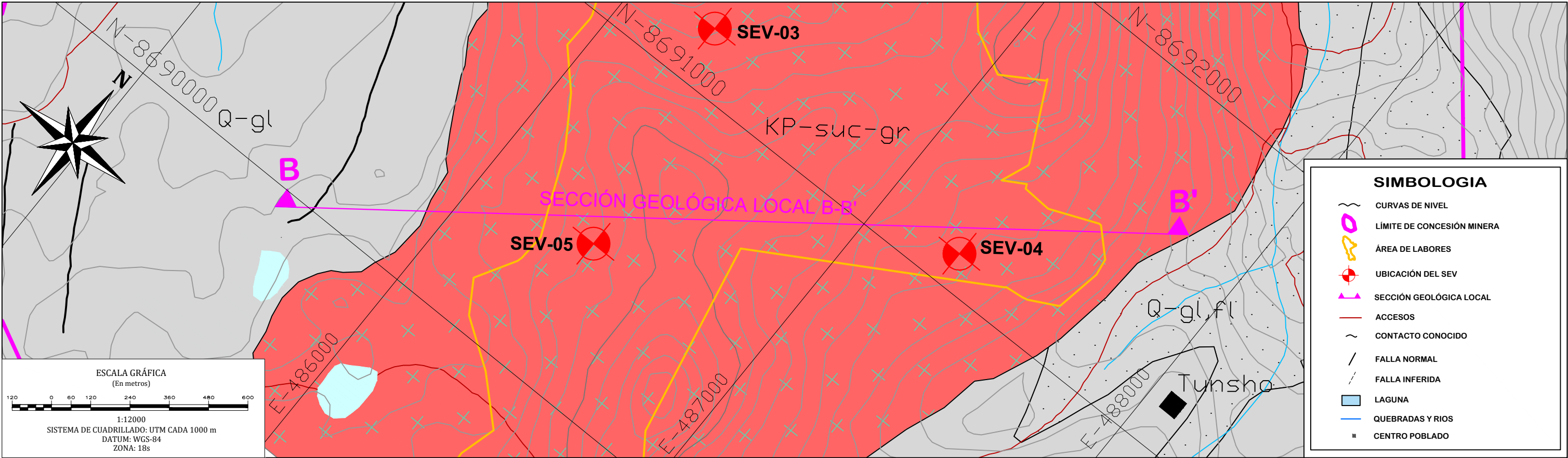
N° DE PLANO: 20

REVISADO: Dr. Fredy Victor Bustamante Prado

ESCALA: 1:12000

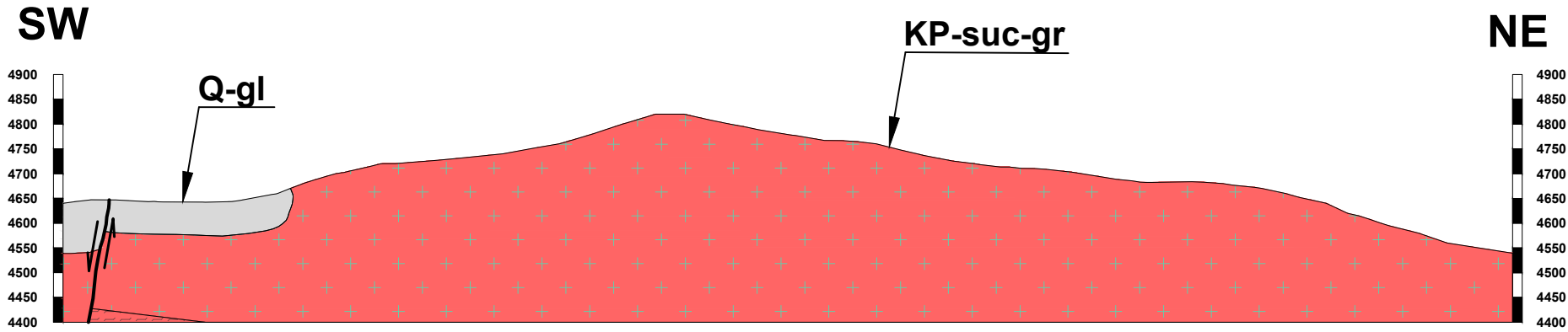
FECHA: 01/03/25

LOCALIZACIÓN	SISTEMA	UTM
	DATUM	WGS-84
	ZONA	18s



SECCIÓN GEOLÓGICA LOCAL B-B'

ESCALA 1:12000



UNIDADES LITOESTRATIGRÁFICAS

ERATEMA	SISTEMA	SERIE	UNIDADES LITOESTRATIGRÁFICAS	ROCAS INTRUSIVAS
CENOZOICO	CUATERNARIO		Depósito glaciár, fluvial Depósito glaciár	Granito

LOCALIZACIÓN	SISTEMA	UTM
	DATUM	WGS-84
	ZONA	18s

UNIVERSIDAD SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO-UNSAAC
FACULTAD DE INGENIERIA GEOLÓGICA, MINAS Y METALURGIA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA GEOLÓGICA

TITULO DE LA TESIS:

"ESTUDIO HIDROGEOLÓGICO Y GEOLÓGICO DE LA UNIDAD MINERA JESÚS PODEROSO DE MINERALES NO METÁLICOS PARA MITIGAR EL IMPACTO AMBIENTAL DEL RECURSO HÍDRICO"

PLANO:

SECCIÓN GEOLÓGICA LOCAL B-B'

ELABORADO :

Bach. Amanda Estrellita Sotomayor Belisario
Bach. Rafael Luis Eduardo Rubio Vera

DISTRITO:

Comas / Quilcas

PROVINCIA:

Concepción / Huancayo

DPTO:

Junín

REVISADO:

Dr. Fredy Víctor Bustamante Prado

ESCALA:

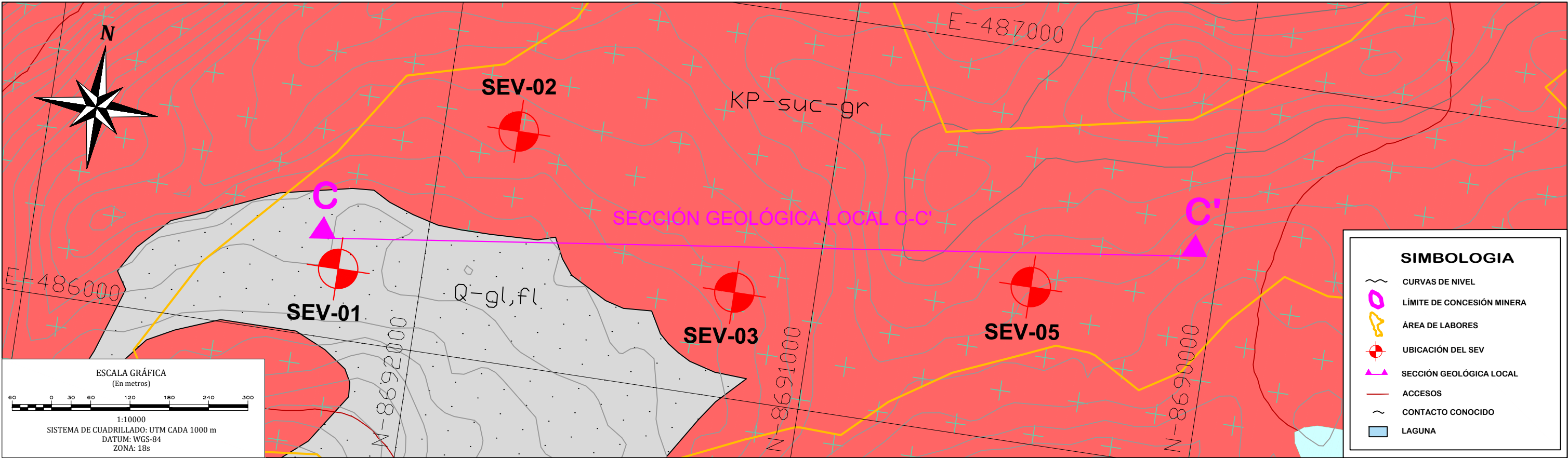
1:12000

FECHA:

01/03/25

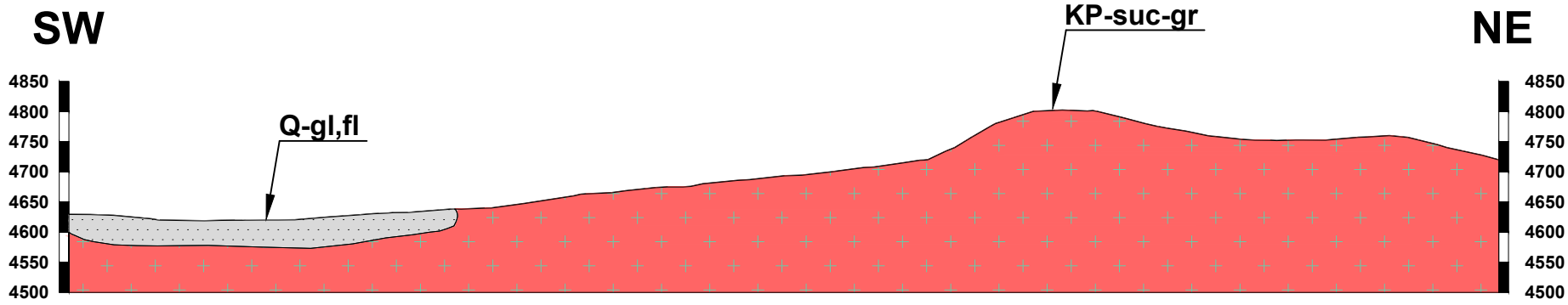
N° DE PLANO:

21



SECCION GEOLOGICA LOCAL C-C'

ESCALA 1:10000

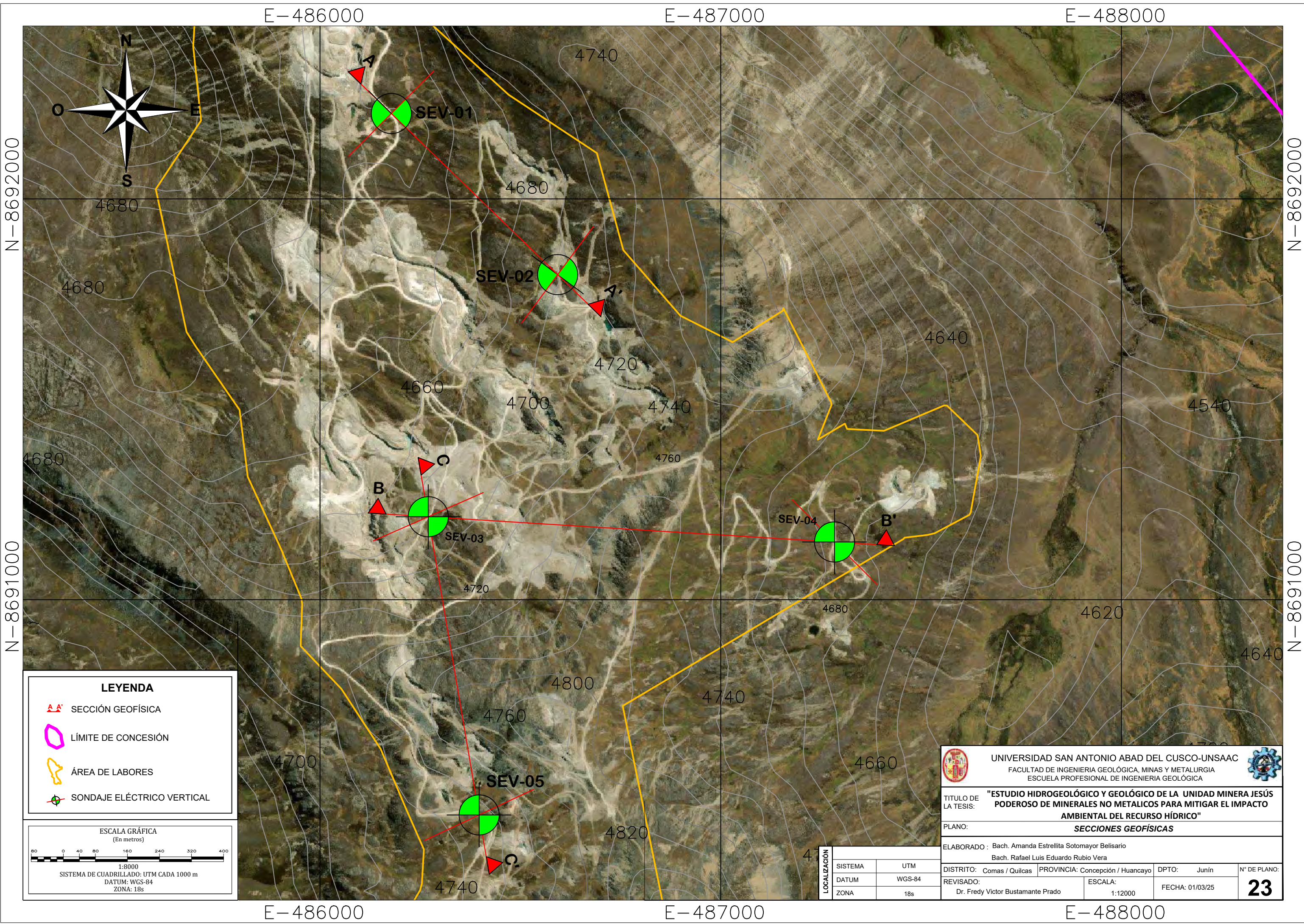


UNIDADES LITOESTRATIGRÁFICAS

ERATEMA	SISTEMA	SERIE	UNIDADES LITOESTRATIGRÁFICAS	ROCAS INTRUSIVAS
CENOZOICO	CUATERNARIO		Depósito glaciár, fluvial Q-gl,fl	Granito KP-suc-gr

LOCALIZACIÓN	SISTEMA	UTM
	DATUM	WGS-84
	ZONA	18s

 UNIVERSIDAD SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO-UNSAAC FACULTAD DE INGENIERIA GEOLÓGICA, MINAS Y METALURGIA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA GEOLÓGICA 			
TITULO DE LA TESIS: "ESTUDIO HIDROGEOLOGICO Y GEOLÓGICO DE LA UNIDAD MINERA JESÚS PODEROSO DE MINERALES NO METALICOS PARA MITIGAR EL IMPACTO AMBIENTAL DEL RECURSO HÍDRICO"			
PLANO: SECCIÓN GEOLOGICA LOCAL C-C'			
ELABORADO : Bach. Amanda Estrellita Sotomayor Belisario Bach. Rafael Luis Eduardo Rubio Vera			
DISTRITO: Comas / Quilcas	PROVINCIA: Concepción / Huancayo	DPTO: Junín	N° DE PLANO: 22
REVISADO: Dr. Fredy Víctor Bustamante Prado	ESCALA: 1:12000	FECHA: 01/03/25	



LEYENDA

- SECCIÓN GEOFÍSICA
- LÍMITE DE CONCESIÓN
- ÁREA DE LABORES
- SONDAJE ELÉCTRICO VERTICAL

ESCALA GRÁFICA
(En metros)

0 40 80 160 240 320 400

1:8000

SISTEMA DE CUADRILLADO: UTM CADA 1000 m

DATUM: WGS-84

ZONA: 18s

UNIVERSIDAD SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO-UNSAAC
FACULTAD DE INGENIERIA GEOLÓGICA, MINAS Y METALURGIA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA GEOLÓGICA

TÍTULO DE LA TESIS: "ESTUDIO HIDROGEOLÓGICO Y GEOLÓGICO DE LA UNIDAD MINERA JESÚS PODEROSO DE MINERALES NO METÁLICOS PARA MITIGAR EL IMPACTO AMBIENTAL DEL RECURSO HÍDRICO"

PLANO: SECCIONES GEOFÍSICAS

ELABORADO : Bach. Amanda Estrellita Sotomayor Belisario
Bach. Rafael Luis Eduardo Rubio Vera

DISTRITO: Comas / Quilcas	PROVINCIA: Concepción / Huancayo	DPTO: Junín	N° DE PLANO: 23
REVISADO: Dr. Fredy Victor Bustamante Prado	ESCALA: 1:12000	FECHA: 01/03/25	

LOCALIZACIÓN

SISTEMA	UTM
DATUM	WGS-84
ZONA	18s



SIMBOLOGÍA

DEPÓSITOS CUATERNARIOS

DEPÓSITOS COMPACTOS

INTRUSIVO

LEYENDA

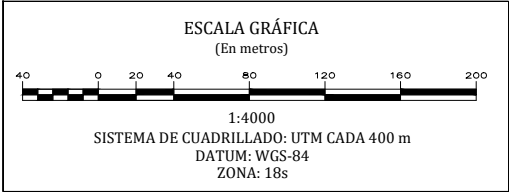
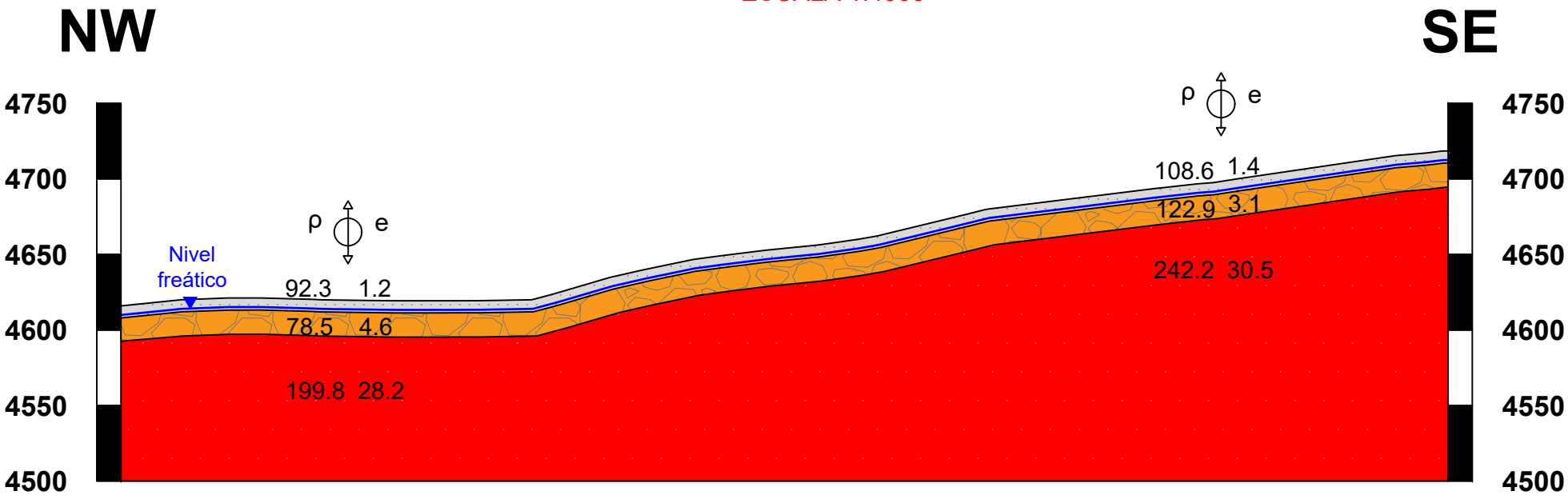
SECCIÓN GEOFÍSICA

ÁREA DE LABORES

SONDAJE ELÉCTRICO VERTICAL

SECCIÓN GEOFÍSICA A-A'

ESCALA 1:4000

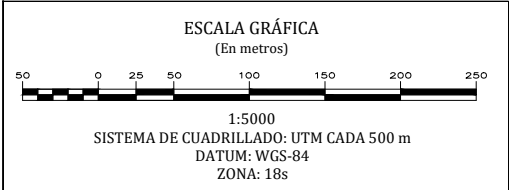
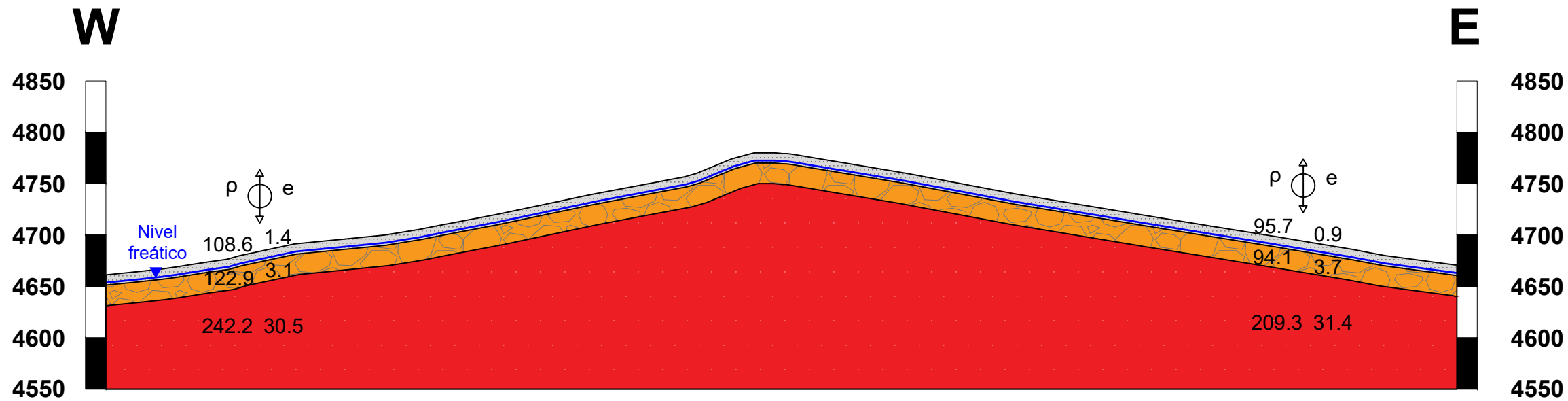


LOCALIZACIÓN	SISTEMA	UTM
	DATUM	WGS-84
	ZONA	18s

UNIVERSIDAD SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO-UNSAAC FACULTAD DE INGENIERIA GEOLÓGICA, MINAS Y METALURGIA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA GEOLÓGICA			
TÍTULO DE LA TESIS: "ESTUDIO HIDROGEOLÓGICO Y GEOLÓGICO DE LA UNIDAD MINERA JESÚS PODEROSO DE MINERALES NO METÁLICOS PARA MITIGAR EL IMPACTO AMBIENTAL DEL RECURSO HÍDRICO"			
PLANO: SECCIÓN GEOFÍSICA A-A'			
ELABORADO : Bach. Amanda Estrellita Sotomayor Belisario Bach. Rafael Luis Eduardo Rubio Vera			
DISTRITO:	Comas / Quilcas	PROVINCIA:	Concepción / Huancayo
DPTO:	Junín	Nº DE PLANO:	24
REVISADO:	Dr. Fredy Victor Bustamante Prado	ESCALA:	1:5000
FECHA:	01/03/25		



SECCIÓN GEOFÍSICA B-B'
ESCALA 1:5000

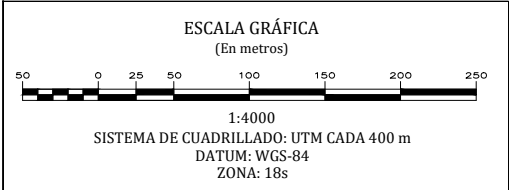
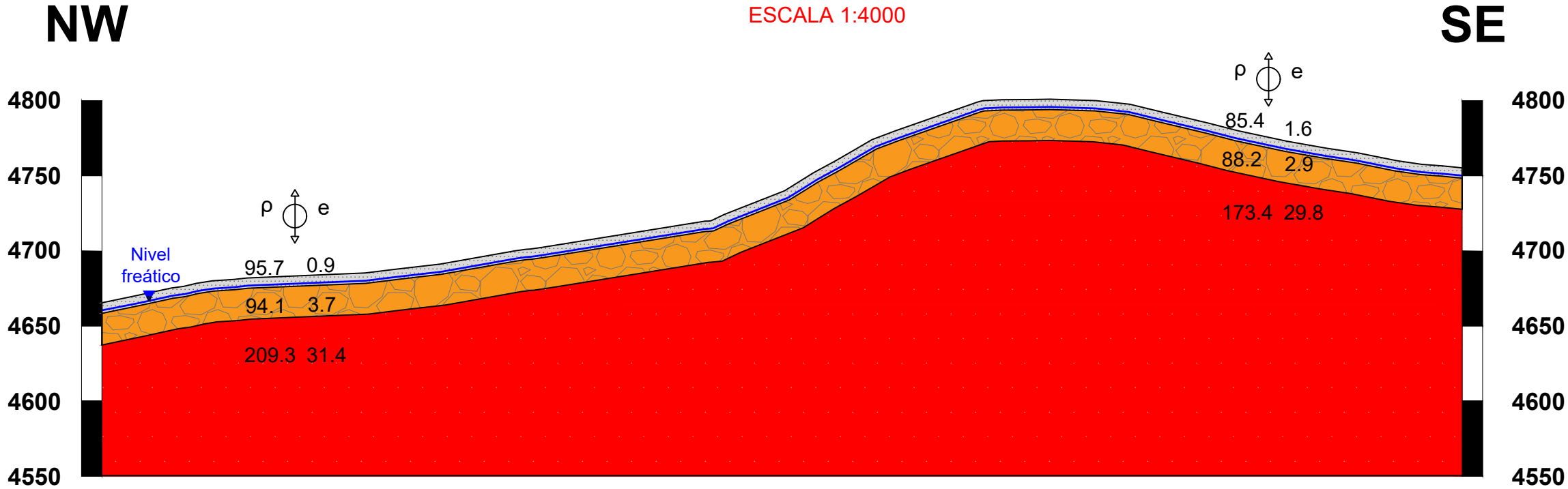


LOCALIZACIÓN	SISTEMA	UTM	UNIVERSIDAD SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO-UNSAAC FACULTAD DE INGENIERIA GEOLÓGICA, MINAS Y METALURGIA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA GEOLÓGICA			
	DATUM	WGS-84	TÍTULO DE LA TESIS: "ESTUDIO HIDROGEOLÓGICO Y GEOLÓGICO DE LA UNIDAD MINERA JESÚS PODEROSO DE MINERALES NO METÁLICOS PARA MITIGAR EL IMPACTO AMBIENTAL DEL RECURSO HÍDRICO"			
	ZONA	18s	PLANO: SECCIÓN GEOFÍSICA B-B'			
			ELABORADO : Bach. Amanda Estrellita Sotomayor Belisario Bach. Rafael Luis Eduardo Rubio Vera			
			DISTRITO: Comas / Quilcas	PROVINCIA: Concepción / Huancayo	DPTO: Junín	N° DE PLANO: 25
			REVISADO: Dr. Fredy Victor Bustamante Prado	ESCALA: 1:5000	FECHA: 01/03/25	

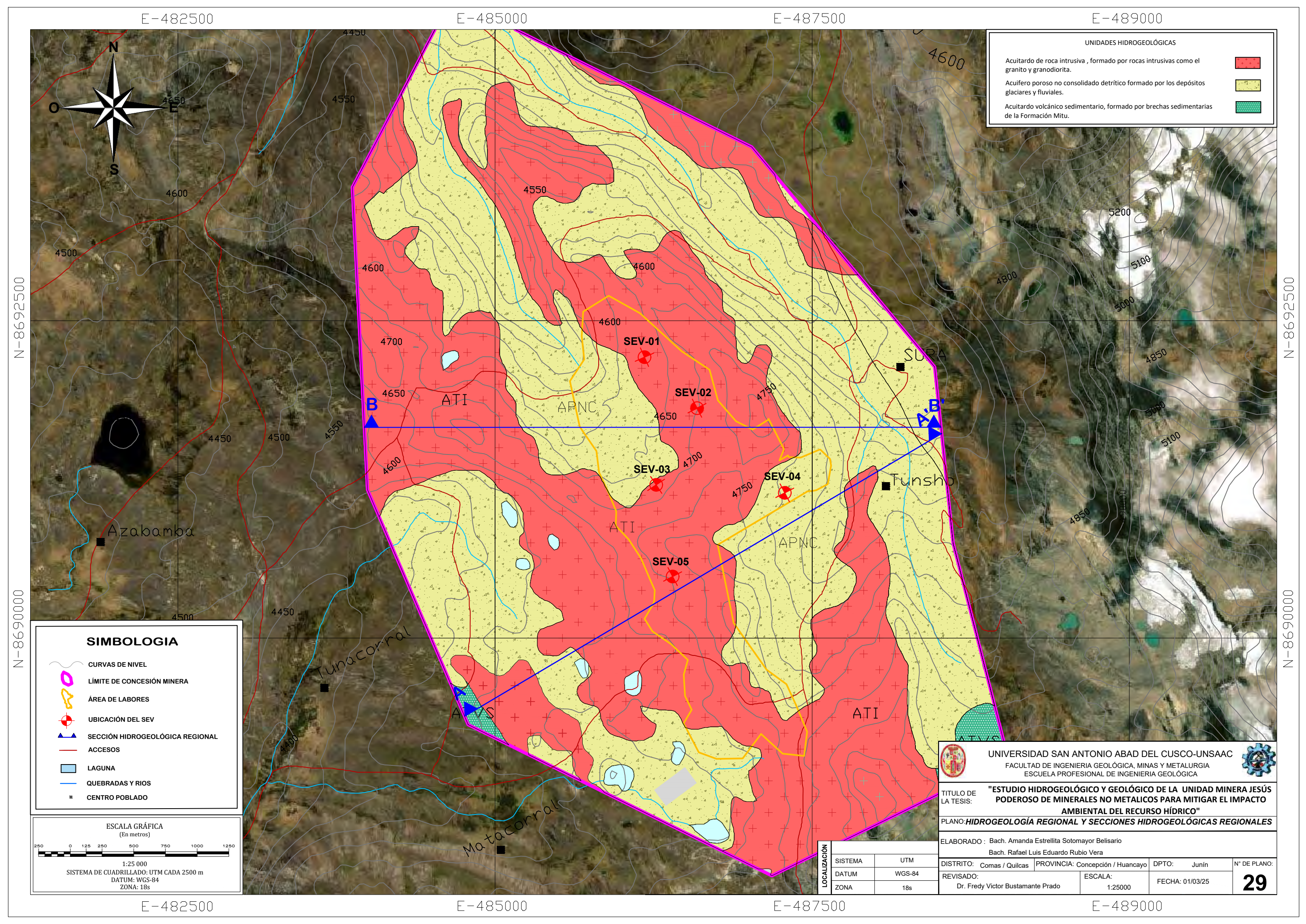


SECCIÓN GEOFÍSICA C-C'

ESCALA 1:4000



LOCALIZACIÓN	SISTEMA	UTM	UNIVERSIDAD SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO-UNSAAC			
	DATUM	WGS-84	FACULTAD DE INGENIERIA GEOLÓGICA, MINAS Y METALURGIA			
	ZONA	18s	ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA GEOLÓGICA			
			TITULO DE LA TESIS: "ESTUDIO HIDROGEOLÓGICO Y GEOLÓGICO DE LA UNIDAD MINERA JESÚS PODEROSO DE MINERALES NO METÁLICOS PARA MITIGAR EL IMPACTO AMBIENTAL DEL RECURSO HÍDRICO"			
			PLANO: SECCIÓN GEOFÍSICA C-C'			
			ELABORADO : Bach. Amanda Estrellita Sotomayor Belisario			
			Bach. Rafael Luis Eduardo Rubio Vera			
			DISTRITO: Comas / Quilcas	PROVINCIA: Concepción / Huancayo	DPTO: Junín	N° DE PLANO: 26
			REVISADO: Dr. Fredy Victor Bustamante Prado	ESCALA: 1:4000	FECHA: 01/03/25	



UNIDADES HIDROGEOLÓGICAS

Acuitardo de roca intrusiva , formado por rocas intrusivas como el granito y granodiorita.

Acuífero poroso no consolidado detrítico formado por los depósitos glaciares y fluviales.

Acuitardo volcánico sedimentario, formado por brechas sedimentarias de la Formación Mitu.

SIMBOLOGIA

CURVAS DE NIVEL

LÍMITE DE CONCESIÓN MINERA

ÁREA DE LABORES

UBICACIÓN DEL SEV

SECCIÓN HIDROGEOLÓGICA REGIONAL

ACCESOS

LAGUNA

QUEBRADAS Y RIOS

CENTRO POBLADO

ESCALA GRÁFICA
(En metros)

1:25 000
SISTEMA DE CUADRILLADO: UTM CADA 2500 m
DATUM: WGS-84
ZONA: 18s

UNIVERSIDAD SAN ANTONIO ABADEL CUSCO-UNSAAC
FACULTAD DE INGENIERÍA GEOLÓGICA, MINAS Y METALURGIA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA GEOLÓGICA

TÍTULO DE LA TESIS:

"ESTUDIO HIDROGEOLÓGICO Y GEOLÓGICO DE LA UNIDAD MINERA JESÚS PODEROSO DE MINERALES NO METÁLICOS PARA MITIGAR EL IMPACTO AMBIENTAL DEL RECURSO HÍDRICO"

PLANO:

HIDROGEOLOGÍA REGIONAL Y SECCIONES HIDROGEOLOGICAS REGIONALES

ELABORADO :

Bach. Amanda Estrellita Sotomayor Belisario
Bach. Rafael Luis Eduardo Rubio Vera

DISTRITO:

Comas / Quilcas

PROVINCIA:

Concepción / Huancayo

DPTO:

Junín

N° DE PLANO:

29

REVISADO:

Dr. Fredy Víctor Bustamante Prado

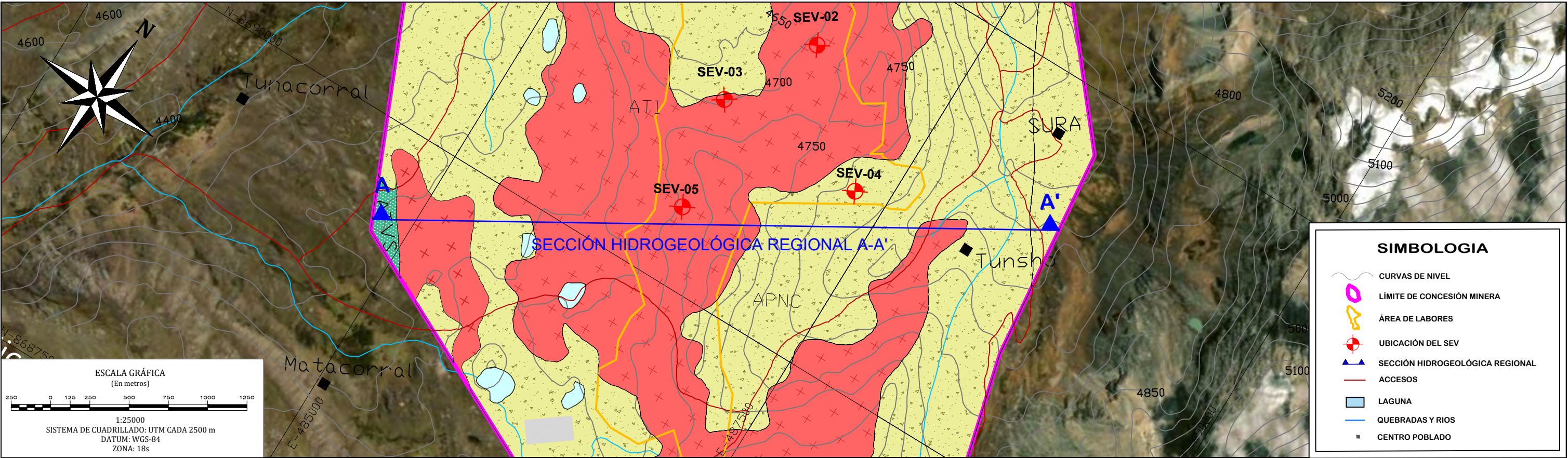
ESCALA:

1:25000

FECHA:

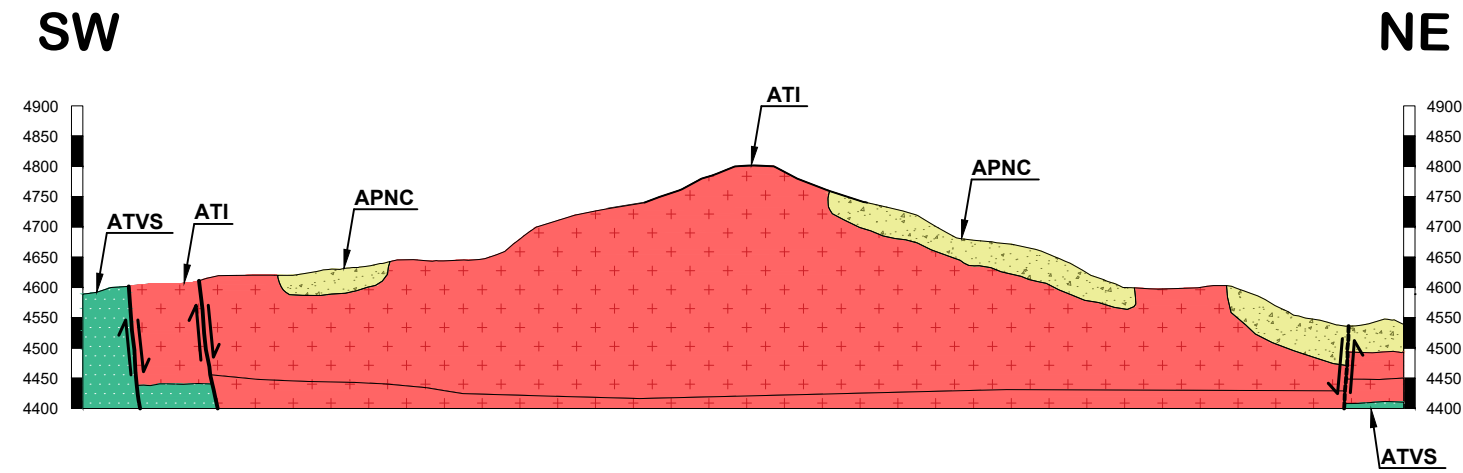
01/03/25

LOCALIZACIÓN	SISTEMA	UTM
	DATUM	WGS-84
	ZONA	18s



SECCIÓN HIDROGEOLÓGICA REGIONAL A-A'

ESCALA 1:25000



UNIDADES HIDROGEOLÓGICAS	
Acuitardo de roca intrusiva , formado por rocas intrusivas como el granito y granodiorita.	
Acuífero poroso no consolidado detrítico formado por los depósitos glaciares y fluviales.	
Acuífero volcánico sedimentario, formado por brechas sedimentarias de la Formación Mitu.	

LOCALIZACIÓN	SISTEMA	UTM
	DATUM	WGS-84
	ZONA	18s

UNIVERSIDAD SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO-UNSAAC
FACULTAD DE INGENIERIA GEOLÓGICA, MINAS Y METALURGIA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA GEOLÓGICA

TÍTULO DE LA TESIS:

"ESTUDIO HIDROGEOLÓGICO Y GEOLÓGICO DE LA UNIDAD MINERA JESUS PODEROSO DE MINERALES NO METALICOS PARA MITIGAR EL IMPACTO AMBIENTAL DEL RECURSO HÍDRICO"

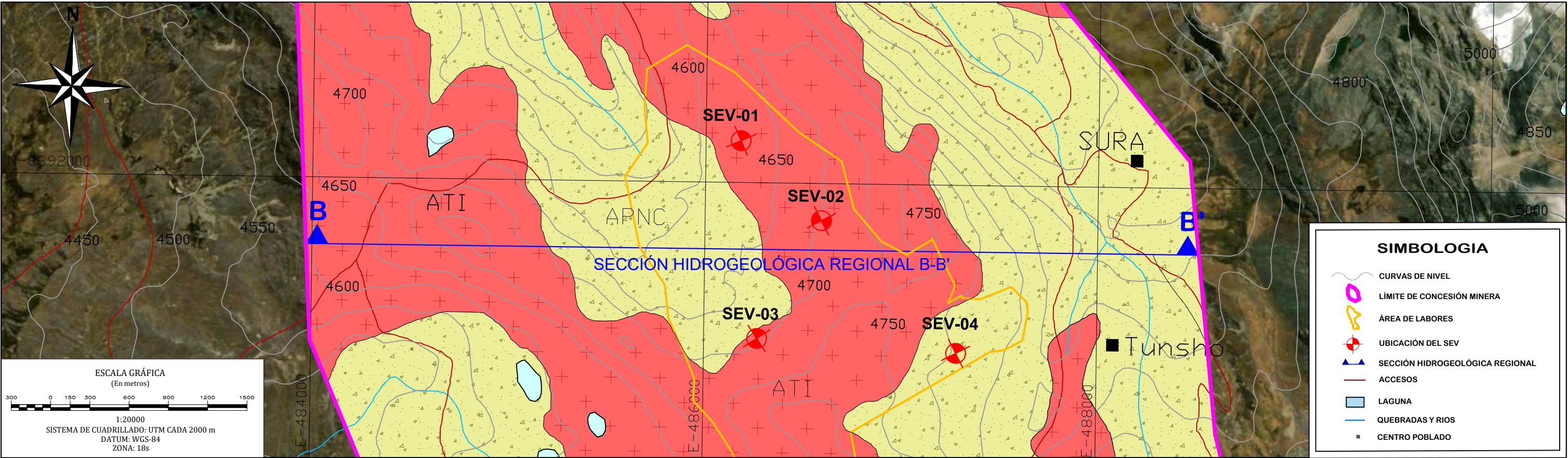
PLANO:

SECCIÓN HIDROGEOLÓGICA REGIONAL A-A'

ELABORADO : Bach. Amanda Estrellita Sotomayor Belisario

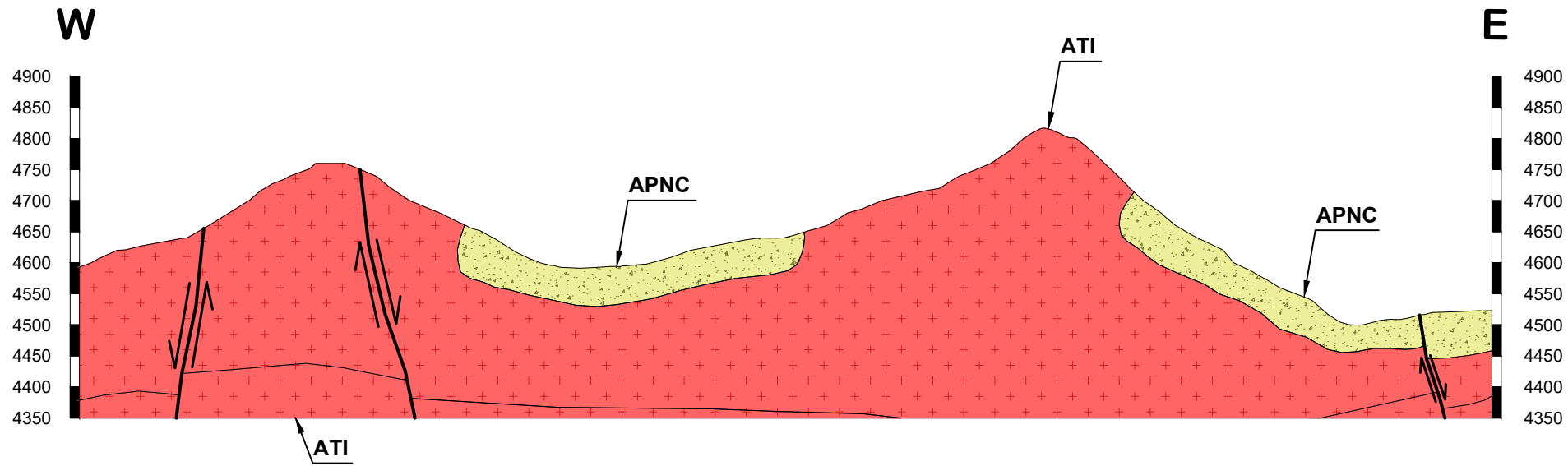
Bach. Rafael Luis Eduardo Rubio Vera

DISTRITO: Comas / Quilcas	PROVINCIA: Concepción / Huancayo	DPTO: Junín	N° DE PLANO:
REVISADO: Dr. Fredy Victor Bustamante Prado	ESCALA: 1:25000	FECHA: 01/03/25	30



SECCIÓN HIDROGEOLÓGICA REGIONAL B-B'

ESCALA 1:20000



UNIDADES HIDROGEOLÓGICAS

Acuitardo de roca intrusiva , formado por rocas intrusivas como el granito y granodiorita.

Acuífero poroso no consolidado detrítico formado por los depósitos glaciares y fluviales.

LOCALIZACIÓN	SISTEMA	UTM
	DATUM	WGS-84
	ZONA	18s

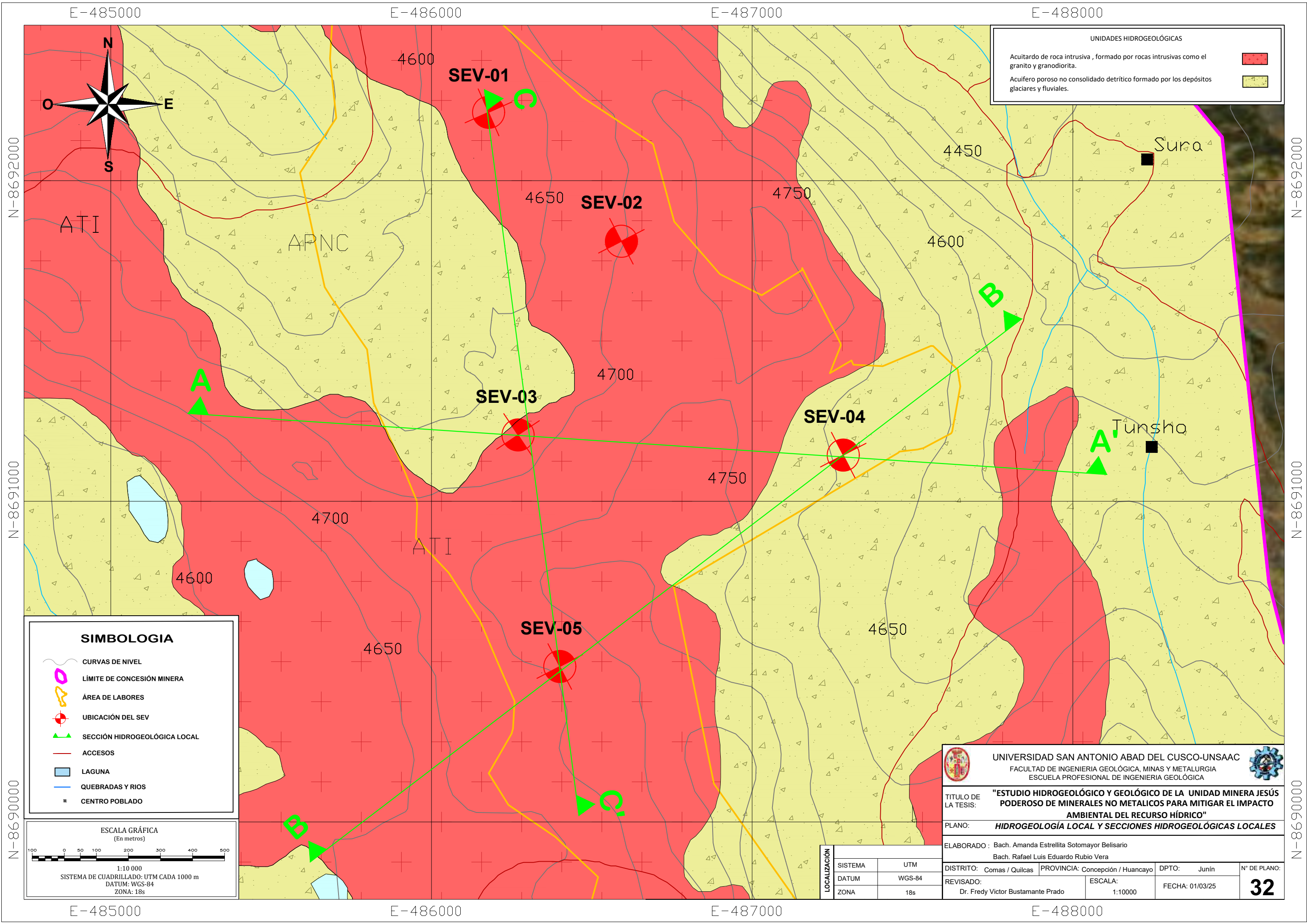
UNIVERSIDAD SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO-UNSAAC
FACULTAD DE INGENIERIA GEOLÓGICA, MINAS Y METALURGIA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA GEOLÓGICA

TITULO DE LA TESIS:
"ESTUDIO HIDROGEOLÓGICO Y GEOLÓGICO DE LA UNIDAD MINERA JESÚS PODEROSO DE MINERALES NO METALICOS PARA MITIGAR EL IMPACTO AMBIENTAL DEL RECURSO HÍDRICO"

PLANO:
SECCIÓN HIDROGEOLÓGICA REGIONAL B-B'

ELABORADO : Bach. Amanda Estrellita Sotomayor Belisario
Bach. Rafael Luis Eduardo Rubio Vera

DISTRITO: Comas / Quilcas	PROVINCIA: Concepción / Huancayo	DPTO: Junín	Nº DE PLANO: 31
REVISADO: Dr. Fredy Victor Bustamante Prado	ESCALA: 1:20000	FECHA: 01/03/25	



UNIDADES HIDROGEOLÓGICAS

Acuitardo de roca intrusiva , formado por rocas intrusivas como el granito y granodiorita.

Acuífero poroso no consolidado detrítico formado por los depósitos glaciares y fluviales.

SIMBOLOGIA

CURVAS DE NIVEL

LÍMITE DE CONCESIÓN MINERA

ÁREA DE LABORES

UBICACIÓN DEL SEV

SECCIÓN HIDROGEOLÓGICA LOCAL

ACCESOS

LAGUNA

QUEBRADAS Y RIOS

CENTRO POBLADO

ESCALA GRÁFICA
(En metros)

1:10 000

SISTEMA DE CUADRILLADO: UTM CADA 1000 m

DATUM: WGS-84

ZONA: 18s

UNIVERSIDAD SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO-UNSAAC

FACULTAD DE INGENIERIA GEOLÓGICA, MINAS Y METALURGIA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA GEOLÓGICA

TITULO DE LA TESIS: "ESTUDIO HIDROGEOLÓGICO Y GEOLÓGICO DE LA UNIDAD MINERA JESÚS PODEROSO DE MINERALES NO METALICOS PARA MITIGAR EL IMPACTO AMBIENTAL DEL RECURSO HÍDRICO"

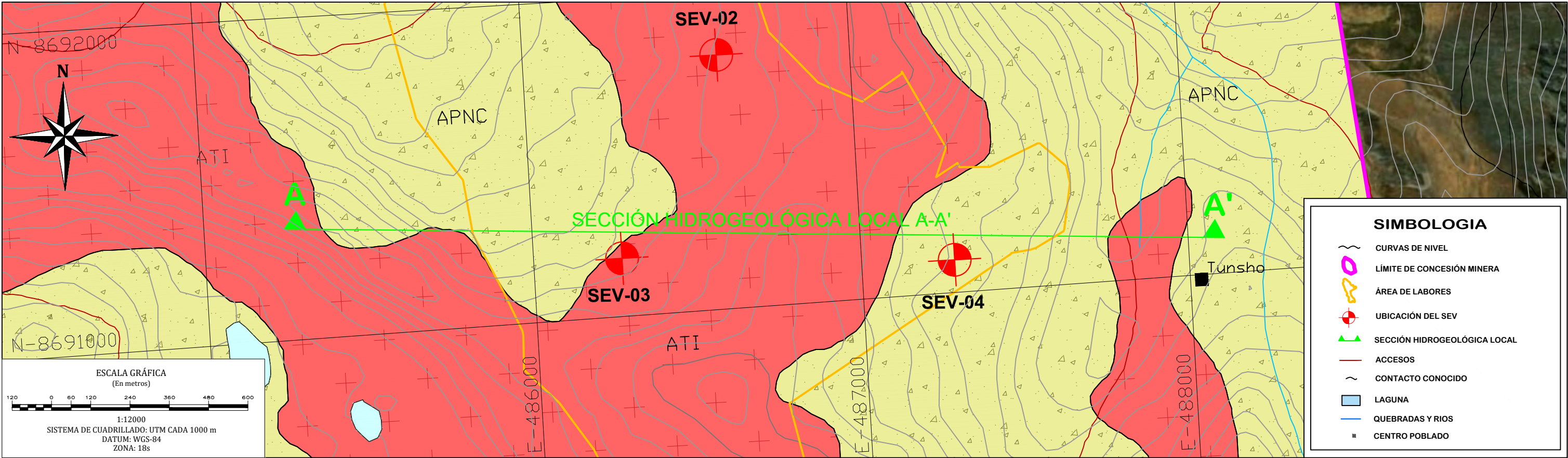
PLANO: **HIDROGEOLOGÍA LOCAL Y SECCIONES HIDROGEOLÓGICAS LOCALES**

ELABORADO : Bach. Amanda Estrellita Sotomayor Belisario

Bach. Rafael Luis Eduardo Rubio Vera

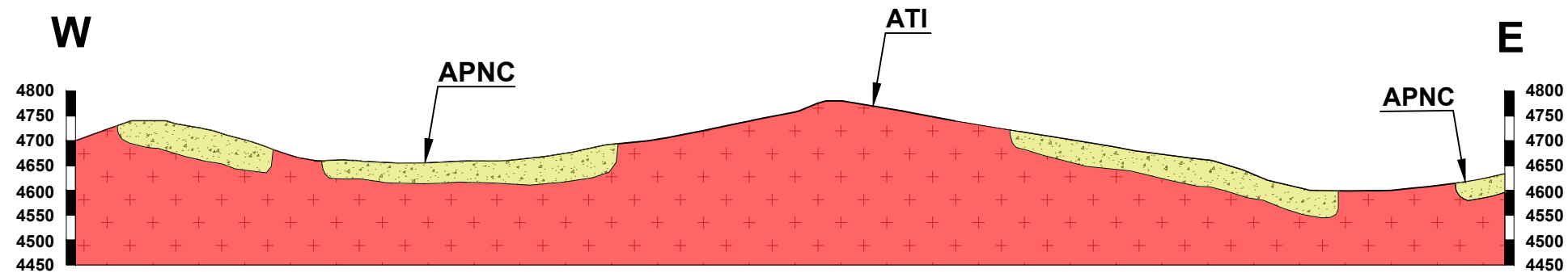
DISTRITO: Comas / Quilcas	PROVINCIA: Concepción / Huancayo	DPTO: Junín	N° DE PLANO: 32
REVISADO: Dr. Fredy Victor Bustamante Prado	ESCALA: 1:10000	FECHA: 01/03/25	

LOCALIZACIÓN	SISTEMA	UTM
	DATUM	WGS-84
	ZONA	18s



SECCIÓN HIDROGEOLÓGICA LOCAL A-A'

ESCALA 1:12000



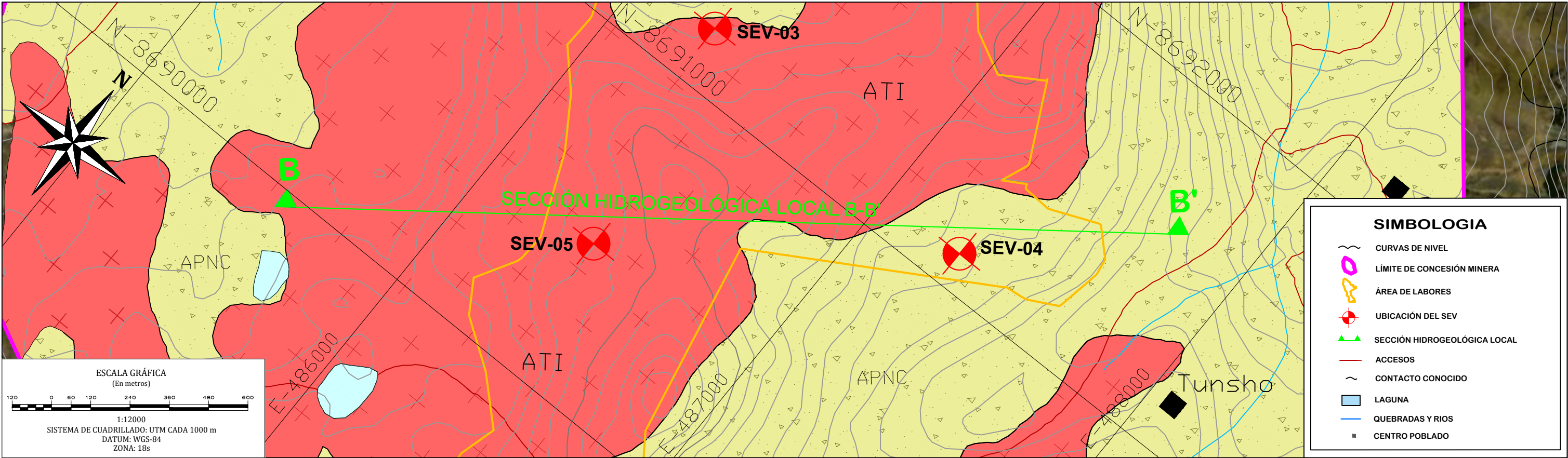
UNIDADES HIDROGEOLÓGICAS

Acuitardo de roca intrusiva, formado por rocas intrusivas como el granito y granodiorita.

Acuífero poroso no consolidado detrítico formado por los depósitos glaciares y fluviales.

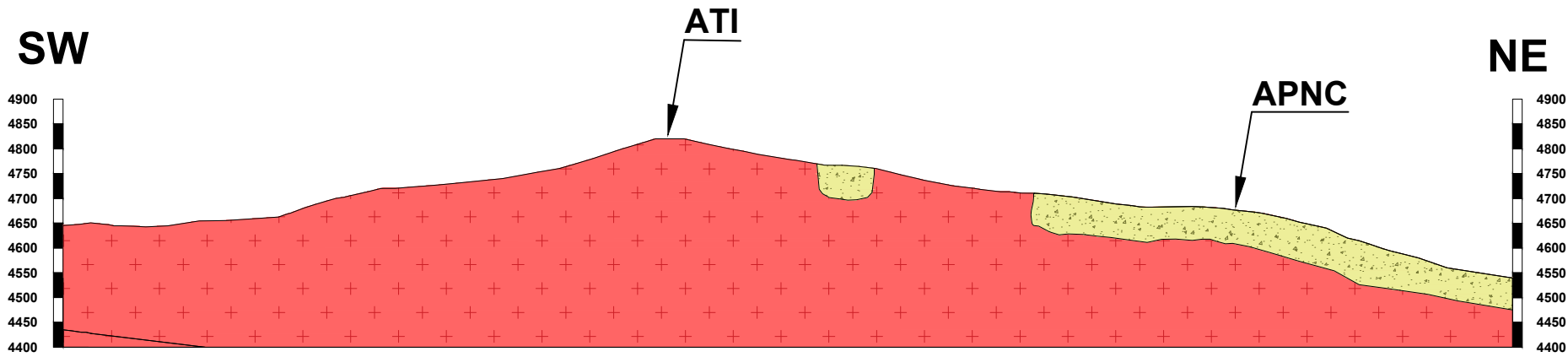
LOCALIZACIÓN	SISTEMA	UTM
	DATUM	WGS-84
	ZONA	18s

UNIVERSIDAD SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO-UNSAAC			
FACULTAD DE INGENIERIA GEOLÓGICA, MINAS Y METALURGIA			
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA GEOLÓGICA			
TÍTULO DE LA TESIS: "ESTUDIO HIDROGEOLÓGICO Y GEOLÓGICO DE LA UNIDAD MINERA JESÚS PODEROSO DE MINERALES NO METÁLICOS PARA MITIGAR EL IMPACTO AMBIENTAL DEL RECURSO HÍDRICO"			
PLANO: SECCIÓN HIDROGEOLÓGICA LOCAL A-A'			
ELABORADO : Bach. Amanda Estrellita Sotomayor Belisario			
Bach. Rafael Luis Eduardo Rubio Vera			
DISTRITO: Comas / Quilcas	PROVINCIA: Concepción / Huancayo	DPTO: Junín	Nº DE PLANO: 33
REVISADO: Dr. Fredy Victor Bustamante Prado	ESCALA: 1:12000	FECHA: 01/03/25	



SECCIÓN HIDROGEOLÓGICA LOCAL B-B'

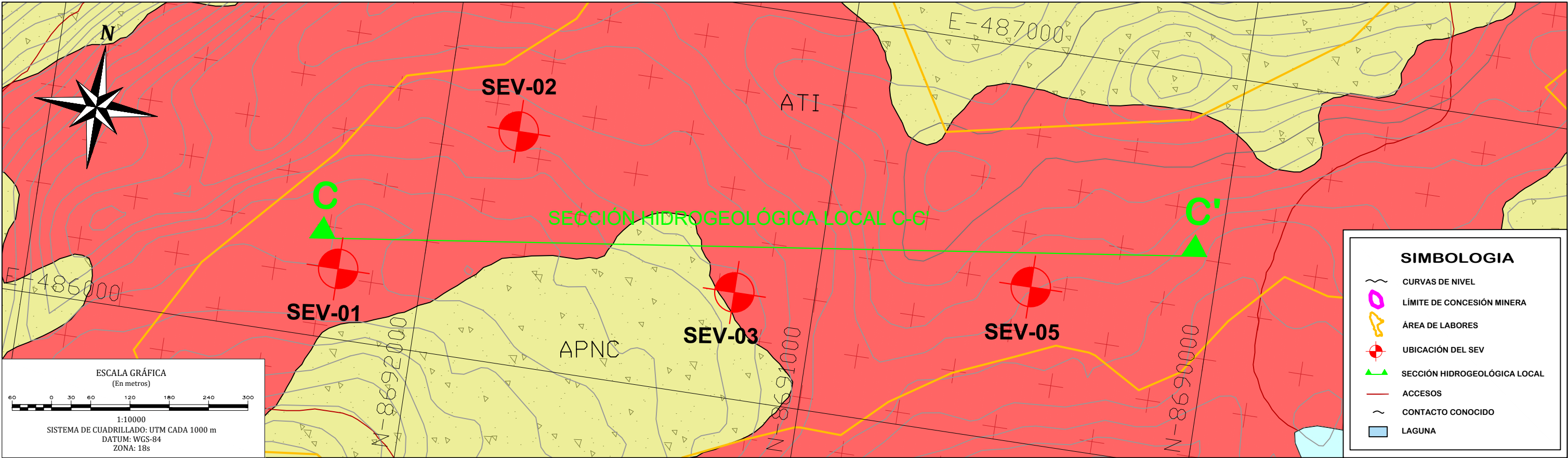
ESCALA 1:12000



UNIDADES HIDROGEOLÓGICAS	
Acuitardo de roca intrusiva, formado por rocas intrusivas como el granito y granodiorita.	
Acuífero poroso no consolidado detrítico formado por los depósitos glaciares y fluviales.	

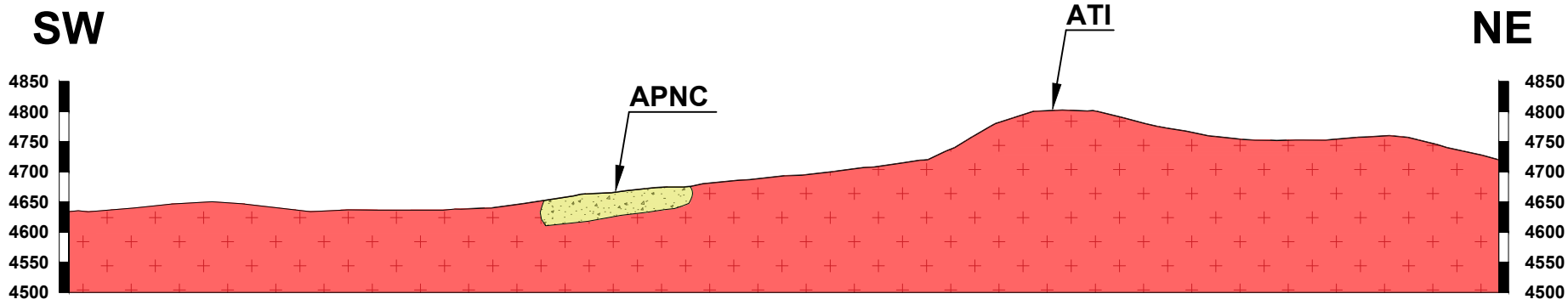
LOCALIZACIÓN	SISTEMA	UTM
	DATUM	WGS-84
	ZONA	18s

 UNIVERSIDAD SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO-UNSAAC FACULTAD DE INGENIERIA GEOLÓGICA, MINAS Y METALURGIA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA GEOLÓGICA			
TÍTULO DE LA TESIS: "ESTUDIO HIDROGEOLÓGICO Y GEOLÓGICO DE LA UNIDAD MINERA JESÚS PODEROSO DE MINERALES NO METÁLICOS PARA MITIGAR EL IMPACTO AMBIENTAL DEL RECURSO HÍDRICO"			
PLANO: SECCIÓN HIDROGEOLÓGICA LOCAL B-B'			
ELABORADO : Bach. Amanda Estrellita Sotomayor Belisario Bach. Rafael Luis Eduardo Rubio Vera			
DISTRITO: Comas / Quilcas	PROVINCIA: Concepción / Huancayo	DPTO: Junín	N° DE PLANO:
REVISADO: Dr. Fredy Victor Bustamante Prado	ESCALA: 1:12000	FECHA: 01/03/25	34



SECCIÓN HIDROGEOLÓGICA LOCAL C-C'

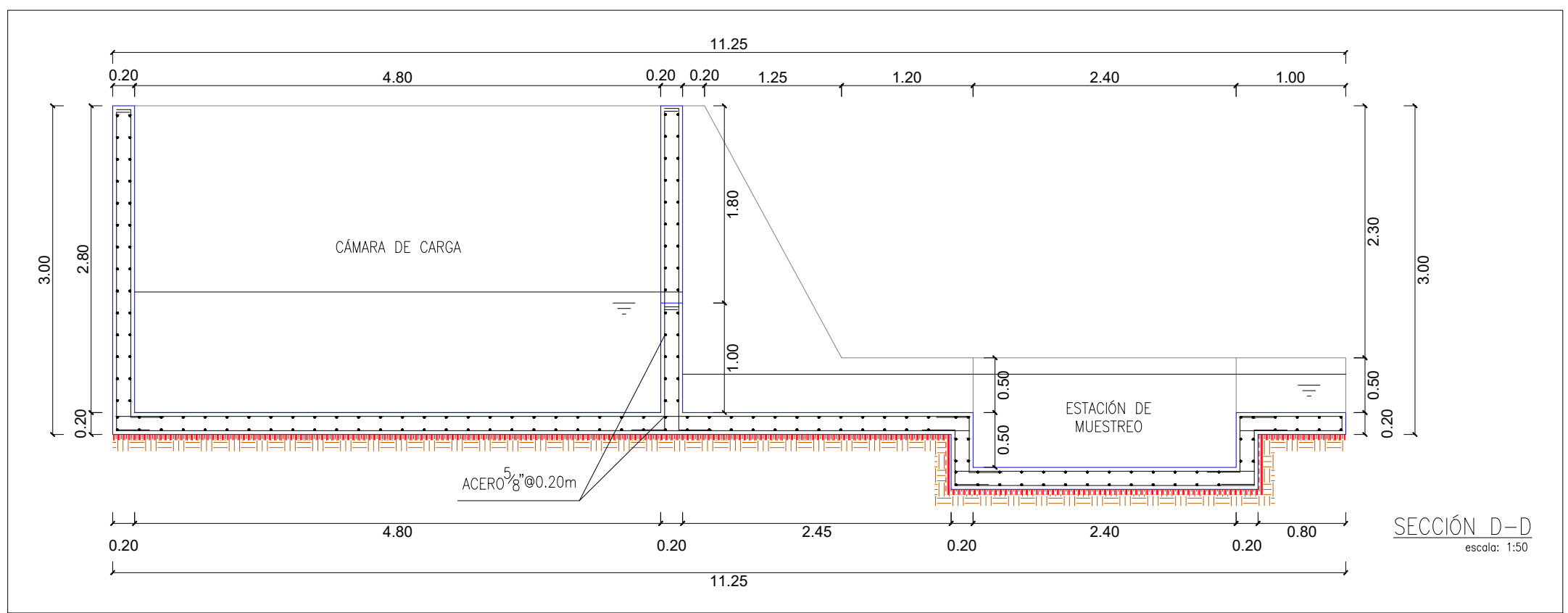
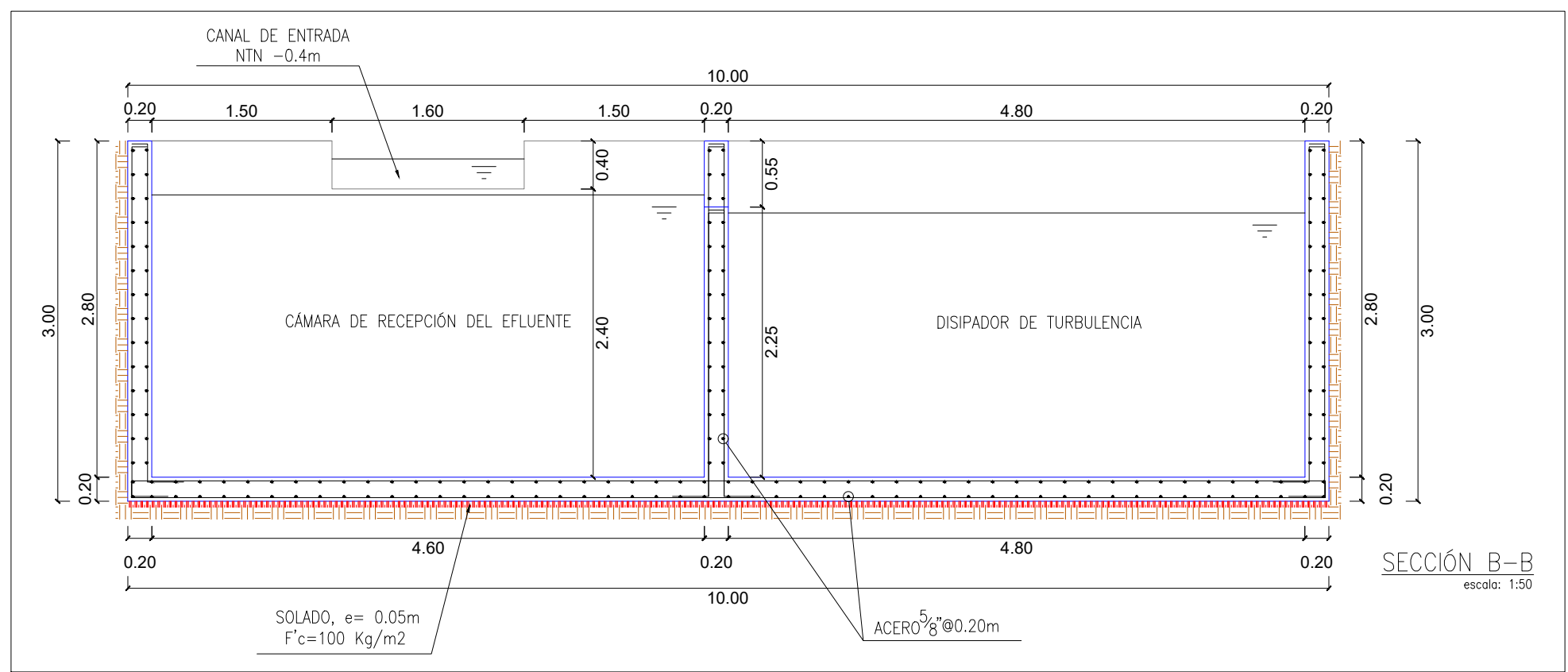
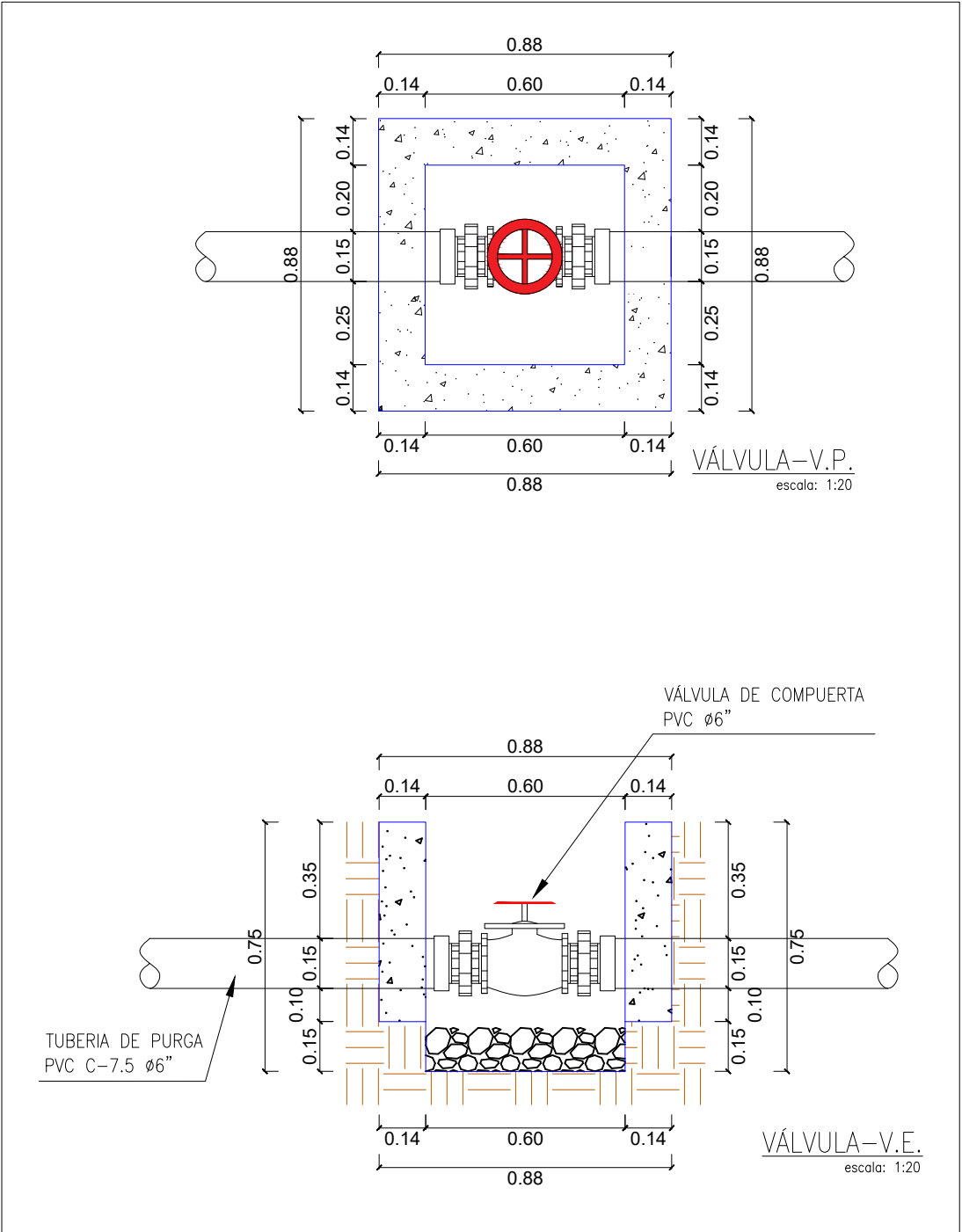
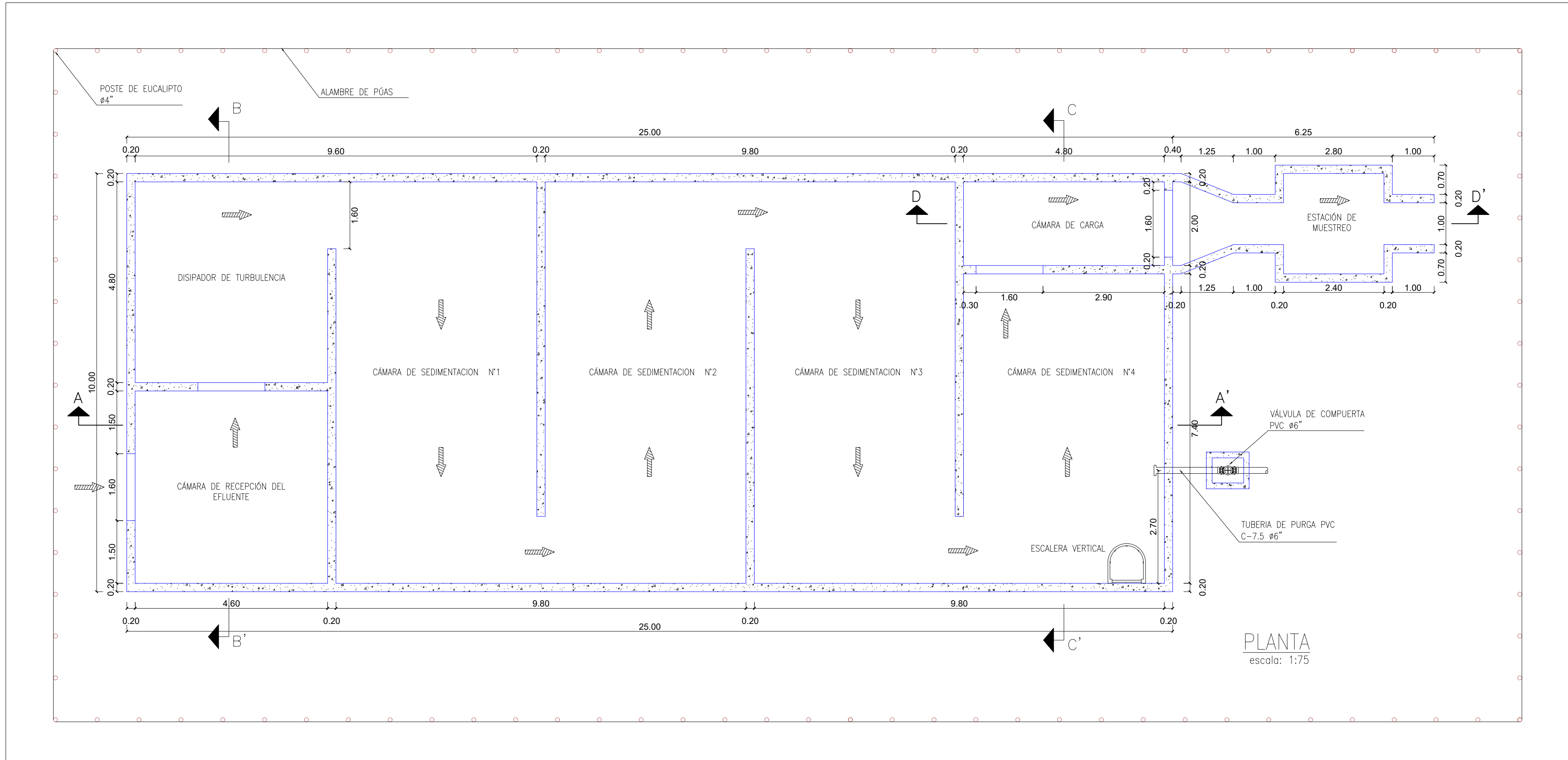
ESCALA 1:10000



UNIDADES HIDROGEOLÓGICAS	
Acuitardo de roca intrusiva, formado por rocas intrusivas como el granito y granodiorita.	
Acuífero poroso no consolidado detrítico formado por los depósitos glaciares y fluviales.	

LOCALIZACIÓN	SISTEMA	UTM
	DATUM	WGS-84
	ZONA	18s

UNIVERSIDAD SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO-UNSAAC FACULTAD DE INGENIERIA GEOLÓGICA, MINAS Y METALURGIA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA GEOLÓGICA				
TITULO DE LA TESIS: "ESTUDIO HIDROGEOLÓGICO Y GEOLÓGICO DE LA UNIDAD MINERA JESÚS PODEROSO DE MINERALES NO METALICOS PARA MITIGAR EL IMPACTO AMBIENTAL DEL RECURSO HÍDRICO "				
PLANO: SECCIÓN HIDROGEOLÓGICA LOCAL C-C'				
ELABORADO : Bach. Amanda Estrellita Sotomayor Belisario Bach. Rafael Luis Eduardo Rubio Vera				
DISTRITO: Comas / Quilcas	PROVINCIA: Concepción / Huancayo	DPTO: Junín	N° DE PLANO:	
REVISADO: Dr. Fredy Victor Bustamante Prado	ESCALA: 1:10000	FECHA: 01/03/25	35	



ESPECIFICACIONES:

CONCRETO:

1.- LA RESISTENCIA MAXIMA DEL CONCRETO A LOS 28 DIAS ($f_{c,c}$) SERA:

A.- ELEMENTOS DE CONCRETO ARMADO:

LOSA : $f_{c,c} = 240 \text{ kg/cm}^2$

MURO : $f_{c,c} = 240 \text{ kg/cm}^2$

(RESISTENCIA PROMEDIO PARA ROTURA DE PROBETAS)

B.- ELEMENTOS DE CONCRETO SIMPLE:

SOLADO : $f_{c,c} = 100 \text{ kg/cm}^2$

2.- LA PREPARACION DEL CONCRETO PARA CUALQUIER DE LAS DOSIFICACIONES SE HARA CON CEMENTO TIPO V CON UNA RELACION AGUA CEMENTO MAXIMA DE 0.58 EN CASO DE UTILIZAR ADITIVOS (CON CUALQUIER FINALIDAD) Y SUJETO A LA APROBACION DEL ING. SUPERVISOR

3.- TODO TRABAJO DE CONCRETO Y OTROS MATERIALES DEBE SATISFACER LAS EXPECTATIVAS DEL PROYECTO PARA LA OBRA.

ACERO:

1.- EL ACERO DE REFUERZO SERA GRADO 60 DE ACUERDO A LA NORMA ASTM. 615 CON PUNTO DE FLUENCIA MINIMO DE 4200 Kg/cm².

2.- EL ACERO DE REFUERZO SERA DOBLADO EN FRIO.

