

UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



T E S I S

Evaluación de los ensayos geotécnicos para el aseguramiento de la calidad

QA/QC en la relavera Esperanza, Chungar 2023

Para optar el título profesional de:

Ingeniero Civil

Autor:

Bach. Steven Richard ARREDONDO MARRON

Asesor:

Mg. Hebert Carlos CASTILLO PAREDES

Cerro de Pasco – Perú – 2023

UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



T E S I S

**Evaluación de los ensayos geotécnicos para el aseguramiento de la calidad
QA/QC en la relavera Esperanza, Chungar 2023**

Sustentada y aprobada ante los miembros del jurado:

Dr. Luis Villar REQUIS CARBAJAL
PRESIDENTE

Mg. Eleuterio Andrés ZAVALA SANCHEZ
MIEMBRO

Mg. José Germán RAMIREZ MEDRANO
MIEMBRO

DEDICATORIA

A toda mi familia, especialmente a mis madres, María Elena y Narcisa por el apoyo incondicional en todo momento para lograr mis objetivos profesionales y superarme cada día como persona y profesional.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por haberme guiado y cuidado durante mi carrera profesional, también por haber cultivado en mí, la cultura de aprender cada día.

A los ingenieros de la Facultad de Ingeniería Civil de la Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión, por haberme brindado sus conocimientos y experiencias vividas del campo de la ingeniería civil, durante el pre grado.

A todos los ingenieros y trabajadores de las diversas contratas que laboran en el proyecto codisposición de relave desmonte en la relavera Esperanza de la Compañía Minera Chungar S.A.C.

RESUMEN

La presente investigación tiene como objetivo determinar la evaluación de los ensayos geotécnicos para el aseguramiento de la calidad QA/QC en la relavera Esperanza, Chungar 2023.

La finalidad de la presente investigación es para poder evaluar las propiedades físicas de los relaves mineros, material de préstamo y la mezcla de materiales para poder garantizar el buen funcionamiento en el aseguramiento de la calidad QA/QC en la relavera Esperanza, por lo tanto los resultados más óptimos fueron los siguientes; Ensayo de Proctor modificado en relaves la máxima humedad es de 13.38% y máxima densidad seca 2.06 g/cm³, los ensayos de Proctor con material préstamo su máxima humedad es de 4.34% y máxima densidad seca 2.39 g/cm³ y por último ensayo de Proctor modificado mezcla de materiales su máxima humedad es de 10.75 % y máxima densidad seca 2.17 g/cm³. El promedio de la densidad de campo es de 2.03 g/cm³ y el porcentaje de compactación llega a 95.29%. Los resultados promedios para el contenido de humedad en relaves son de 17.87 %, los resultados promedios para el contenido de humedad con material de préstamo son de 9.17% y los resultados promedios para el contenido de humedad con mezcla de materiales es de 14.73%. Los resultados promedios para el ensayo de granulometría en relaves están acorde a los usos establecidos según norma ASTM, La distribución granulométrica de mezcla de materiales está acorde a los usos establecidos según norma ASTM.

Palabras clave: Evaluación de los ensayos geotécnicos, calidad QA/QC

ABSTRACT

The objective of this research is to determine the evaluation of geotechnical tests for QA/QC quality assurance in the tailings dam Esperanza, Chungar 2023.

The purpose of this research is to evaluate the physical properties of mine tailings, borrow material and the mixture of materials to ensure the good performance in the QA/QC quality assurance in the Esperanza tailings dam, therefore the most optimal results were the following; Modified Proctor test in tailings the maximum moisture content is 13.38% and maximum dry density 2.06 g/cm³, the Proctor test with borrow material has a maximum moisture content of 4.34% and maximum dry density 2.39 g/cm³ and finally the modified Proctor test with a mixture of materials has a maximum moisture content of 10.75% and maximum dry density 2.17 g/cm³. The average field density is 2.03 g/cm³ and the compaction percentage is 95.29%. The average results for moisture content in tailings are 17.87 %, the average results for moisture content with borrow material are 9.17% and the average results for moisture content with mixed materials is 14.73%. The average results for the tailings particle size test are in accordance with the established uses according to ASTM standard. The particle size distribution of mixed materials is in accordance with the established uses according to ASTM standard.

Key words: Evaluation of the tests, quality QA/QC

INTRODUCCIÓN

La mecánica de suelos desarrolla la importancia de determinar el estudio de granulometría, humedad del suelo, densidad seca y resistencia del suelo. Dichos ensayos de laboratorio permiten determinar las condiciones del estudio del suelo con el fin de optimizar otras técnicas de construcción con mayor costo de ejecución. Ahora bien, considerando que dicho proceso es uno de los trabajos preliminares dentro de cualquier proyecto a elaborarse en una construcción, la no realización de los adecuados estudios previos de mecánica de suelos, podría acarrear graves daños, ya sea económicos, así como también de pérdidas humanas, derrumbes, aplastamientos; puesto que habría un desconocimiento total y afectando la seguridad y como también dañando el impacto ambiental por derrames o inundaciones.

ÍNDICE

DEDICATORIA

AGRADECIMIENTO

RESUMEN

ABSTRACT

INTRODUCCIÓN

INDICE

CAPITULO I

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1.	Identificación y planteamiento del problema.	1
1.2.	Delimitación de la investigación.	2
1.2.1.	Delimitación Espacial.....	2
1.2.2.	Delimitación Temporal.....	3
1.2.3.	Delimitación Conceptual.....	3
1.3.	Formulación del problema.....	4
1.3.1.	Problema general.....	4
1.3.2.	Problemas Específicos.....	4
1.4.	Formulación de objetivos.	5
1.4.1.	Objetivo general.	5
1.4.2.	Objetivos específicos.....	5
1.5.	Justificación de la investigación.....	5
1.6.	Limitaciones de la investigación.	6

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

2.1.	Antecedentes de estudio.	8
------	-------------------------------	---

2.2.	Bases teóricas – científicas.....	10
2.2.1.	Ensayos Geotécnicos.....	10
2.2.2.	Aseguramiento de la Calidad.....	10
2.2.3.	Material de relave.....	11
2.2.4.	Material de préstamo.....	18
2.2.5.	Material mezcla.....	18
2.3.	Definición de términos básicos.....	18
2.3.1.	Aceptación.....	18
2.3.2.	Acción correctiva.....	18
2.3.3.	Acción preventiva.....	19
2.3.4.	Aprobación.....	19
2.3.5.	Aseguramiento de la calidad.....	19
2.3.6.	Auditoria.....	19
2.3.7.	Calibración.....	19
2.3.8.	Certificación.....	19
2.3.9.	Conformidad.....	19
2.3.10.	Control de calidad.....	19
2.3.11.	Contratista.....	20
2.3.12.	Contrato.....	20
2.3.13.	Dossier de Calidad.....	20
2.3.14.	Ensayo.....	20
2.3.15.	Especificaciones.....	20
2.3.16.	Fabricante.....	21
2.3.17.	Garantía de calidad.....	21
2.3.18.	Inspección.....	21

2.3.19. Norma ASTM.....	21
2.3.20. Norma Técnica Peruana (NTP)	22
2.3.21. Punto de inspección.....	22
2.3.22. Densidad Máxima Seca	22
2.3.23. Proctor Modificado.....	22
2.3.24. Cono de arena	22
2.3.25. SUCS	23
2.4. Formulación de hipótesis.....	23
2.4.1. Hipótesis general.	23
2.4.2. Hipótesis específicas.	23
2.5. Identificación de las variables	23
2.5.1. Variables independientes.....	23
2.5.2. Variables dependientes.....	24
2.6. Definición operacional de variables e indicadores	25

CAPITULO III

METODOLOGÍA Y TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN

3.1. Tipo de investigación.	26
3.2. Nivel de investigación	26
3.3. Métodos de investigación.....	26
3.4. Diseño de investigación.....	27
3.5. Población y muestra.	27
3.5.1. Población.	27
3.5.2. Muestra.....	27
3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.	27
3.6.1. Técnicas de recolección de datos.	27

3.6.2.	Instrumentos de recolección de datos.....	28
3.7.	Técnicas de procesamiento y análisis de datos.....	28
3.8.	Tratamiento estadístico.....	28
3.9.	Orientación ética filosófica y epistémica	29

CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUSION

4.1.	Descripción del trabajo de campo	30
4.1.1.	Descripción del Área del Proyecto	30
4.1.2.	Recolección de datos del Proyecto	32
4.1.3.	Desarrollo del proyecto	63
4.2.	Presentación, análisis e interpretación de resultados.....	86
4.2.1.	Ensayos de laboratorio y campo:.....	86
4.3.	Prueba de Hipótesis	124
4.3.1.	Hipótesis general	124
4.3.2.	Hipótesis específica	124
4.4.	Discusión de resultados	126

CONCLUSIONES

RECOMENDACIONES

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

ANEXOS

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1: Mapa de localización del proyecto de la relavera Esperanza.	3
Ilustración 2: Plano de Ubicación de la Zona de Estudio.	31
Ilustración 3: Unidades geotécnicas.....	47
Ilustración 4: Sección A - Cota 4621 msnm.	47
Ilustración 5: Sección B – Cota 4621 msnm.....	47
Ilustración 6: Zona denominada Plataforma de Apilamiento.	61
Ilustración 7: Zona denominada Relavera Esperanza.	62
Ilustración 8: Zona denominada Cono Profundo.	62
Ilustración 9: Área de impermeabilización.	64
Ilustración 10: Superior Izquierdo: Coneo, carguío y acarreo de material con equipo. Superior derecho: Perfilado de talud con equipo. Inferior izquierdo: Conformación de plataforma para base del vaso de la relavera. Inferior derecho: Compactado de plata ..	65
Ilustración 11: Superior Izquierdo: Coneo, carguío y acarreo de material con equipo. Superior derecho: Perfilado de talud con equipo. Inferior izquierdo: Conformación de plataforma para base del vaso de la relavera. Inferior derecho: Compactado de plataforma para base.....	65
Ilustración 12: Tendido y colocación de geotextil en zona sur de relavera. Superior derecho: Tendido y colocación de geotextil en zona sur de relavera Inferior izquierdo y derecho: Tendido y colocación de geotextil en talud zona este y base de relavera.....	66
Ilustración 13: Colocación de geomembrana en base del vaso de relavera. Superior derecho: Tendido y colocación de geomembrana en zona sur de relavera Inferior izquierdo y derecho: Soldadura por fusión de geomembrana desplegada en base de relavera.	66

Ilustración 14: Vista de la impermeabilización en la etapa final con geomembrana en el depósito de la relavera Esperanza.....	67
Ilustración 15: Plano de instalaciones de subdrenaje.....	68
Ilustración 16: Vista en perfil Capa drenante tipo Geonet – Subdrenaje.....	68
Ilustración 17: Excavación de zanja con equipo para colocación del subdrenaje.	69
Ilustración 18: Colocación e instalación de tubería para el sistema de sub drenaje.	69
Ilustración 19: Perfilado de talud para colocación de capa drenante.....	70
Ilustración 20: Plano general – Drenaje.....	71
Ilustración 21: Rellenado con material arena en la instalación de tubería del sistema de drenaje.....	71
Ilustración 22: Instalación de tubería HDPE perforada y revestida con geotextil, (del colector principal).....	72
Ilustración 23: Instalación e impermeabilización con geomembrana de la poza colectora del sistema de drenaje.	72
Ilustración 24: Derivación de aguas de contacto a la poza colectora.....	73
Ilustración 25: Proceso constructivo por etapas.....	75
Ilustración 26: Planta de filtrado de dos fajas transportadoras.	76
Ilustración 27: Transporte de relave filtrado con volquete hacia cancha de secado.	77
Ilustración 28: Repaleo y venteado del relave filtrado con equipo excavadora.....	78
Ilustración 29: Secado de relave mediante surcos y removeo con equipo tractor.	78
Ilustración 30: Repaleo y venteado del material de préstamo o desmonte con equipo excavadora.....	79
Ilustración 31: Acopio y cosechado de relave filtrado seco en sistemas de surcos con tractor y conos con excavadora.	80

Ilustración 32: Mezclado de relave y desmonte en proporción 3 en 1 con equipo excavadora.....	81
Ilustración 33: Escarificado de plataforma con equipo motoniveladora y tractor oruga.	82
Ilustración 34: Carguío, transporte y descarguío de material mezclado con equipo volquete de 15m3.	83
Ilustración 35: Conformación y nivelación en plataforma con equipo motoniveladora y tractor oruga.....	84
Ilustración 36: Compactado de plataforma con equipo rodillo de 12 tn.....	85
Ilustración 37: Prueba de densidad en campo - ensayo de cono de arena.	85
Ilustración 38: Secado de muestra de relave en el horno.....	88
Ilustración 39: Realización de ensayo para limite líquido con equipo Casagrande.....	88
Ilustración 40: Determinación de número de golpes por Casagrande.	89
Ilustración 41: Mallas que se utilizaron para el ensayo.	91
Ilustración 42: Tamizado de ensayo granulométrico.	91
Ilustración 43: Secado de material desmonte en horno.	95
Ilustración 44: Control de granulometría del relave del mes de julio.....	113
Ilustración 45: Control de granulometría del relave del mes de agosto	114
Ilustración 46: Control de granulometría del relave del mes de setiembre.....	115
Ilustración 47: Ensayo de granulometría de material de préstamo mes de julio.....	117
Ilustración 48: Ensayo de granulometría de material de préstamo mes de agosto	118
Ilustración 49: Ensayo de granulometría de material de préstamo mes de setiembre	119
Ilustración 50: Ensayo de granulometría mezcla de materiales.....	120
Ilustración 51. Ensayo granulométrico de relave	123
Ilustración 52: Ensayo granulométrico de material de préstamo.....	123

Ilustración 53: Ensayo de granulometría de mezcla de materiales (3 de relave y 1 de material de préstamo)124

ÍNDICE DE TEBLAS

Tabla 1: Operacionalización de variables.....	25
Tabla 2: Criterios de diseño de la relavera Esperanza.	32
Tabla 3: Clasificación de presa en términos de consecuencia de una falla.	35
Tabla 4: Clasificación en términos de consecuencia de una falla.	37
Tabla 5: Caudales máximos (m ³ /s) para el área de aporte del manejo de aguas de escorrentía superficial.....	44
Tabla 6: Caudales máximos (m ³ /s) para los canales de manejo de aguas de escorrentía superficial considerando la serie de precipitaciones máximas en 72 horas.....	44
Tabla 7: Relación de muestras evaluadas.	45
Tabla 8: Niveles de aceleración sísmica para construcción, operación y fases transitorias.	46
Tabla 9: Modelo geotécnico.	49
Tabla 10: Factores de seguridad de los depósitos de material codispuesto.	49
Tabla 11: Resistencia a la Compresión del concreto.	59
Tabla 12: Densidad de campo.....	109
Tabla 13: Ensayo Proctor modificado - Relave	110
Tabla 14: Ensayo de Proctor modificado material de préstamo	110
Tabla 15: Ensayo de Proctor modificado de mezcla de materiales	111
Tabla 16: Ensayo de humedad del relave	111
Tabla 17: Ensayo de humedad del material de préstamo	112
Tabla 18: Ensayo de humedad de mezcla de materiales.....	112
Tabla 19: Control de granulometría del relave del mes de julio.....	113
Tabla 20: Control de granulometría del relave del mes de agosto	114
Tabla 21: Control de granulometría del relave del mes de setiembre	115

Tabla 22: Ensayo de granulometría de material de préstamo mes de julio	116
Tabla 23: Ensayo de granulometría de material de préstamo mes de agosto	117
Tabla 24: Ensayo de granulometría de material de préstamo mes de setiembre	118
Tabla 25: Ensayo de granulometría mezcla de materiales.....	119
Tabla 26: Ensayos de Proctor relaves	120
Tabla 27: Ensayos de Proctor préstamo.....	120
Tabla 28: Ensayos de Proctor mezcla de materiales.....	121
Tabla 29: Control de humedad del relave.....	121
Tabla 30: Control de humedad del material de préstamo.....	122
Tabla 31: Control de humedad de la mezcla de materiales	122

CAPITULO I

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. Identificación y determinación del problema.

Hoy en día existe una preocupación mundial con respecto al impacto ambiental y la minería, es por ello que se encuentra más controlado y fiscalizado en cuanto a la evaluación, el tratamiento y disposición de relaves mineros. A medida que las empresas mineras generan más producción también generan más desechos mineros o relaves; estos optan por disponer de una zona con fines resistentes para su correcto almacenamiento.

La Compañía Minera Chungar S.A.C pasa por este problema, teniendo la presa de relaves Animón ya llena, y por el incremento en producción de minerales tuvo la necesidad de construir una planta de filtrado de relaves, para poder disponer y almacenar este relave filtrado en una zona que cumpla con todos los parámetros físicos, geoquímicos, geotécnicos e hidrológicos; empresas como Golder y SRK realizaron un estudio siguiendo los lineamientos establecidos por el Ministerio de Energía y Minas (MEM), diseñando así el proyecto para disponer

relave y desmonte en el depósito de la relavera Esperanza, una zona donde se almacena permanentemente relave y desmonte, la problemática es que este proyecto está situada cerca de la laguna Yanamachay pudiendo desencadenar un evento crítico como un deslizamiento, falla o ruptura de presa generando una contaminación a la laguna Yanamachay, causando pérdidas y daños a la fauna y flora así como también perjudicando a los pobladores de la zona, es por ello que este proyecto tiene que ser sostenible, cumpliendo todos los parámetros de diseño, para evitar que un evento catastrófico pueda ocurrir. La disposición de relaves es un tema muy importante y de gran relevancia, el cual debe ser garantizado y controlado durante todo el proceso de inicio a fin, aplicando un correcto control y aseguramiento de la calidad durante el proceso constructivo.

Es por ello que el principal objetivo de estos trabajos es garantizar la correcta utilización de las técnicas y procedimientos constructivos y la ejecución del proyecto de acuerdo con las especificaciones constructivas y los planos de diseño. El propósito de este programa QA/QC es identificar y evaluar todos los ensayos geotécnicos realizados al proceso constructivo, definir los problemas que puedan surgir durante la construcción y verificar que estos problemas se solucionen antes de la finalización; garantizando así la sostenibilidad del proyecto en la relavera Esperanza.

1.2. Delimitación de la investigación.

1.2.1. Delimitación Espacial

La investigación se realizó en el proyecto de codisposición de relave y desmonte en la relavera Esperanza que viene siendo administrada por la Compañía Minera Chungar S.A.C. Este proyecto de codisposición de relave y

desmonte se encuentra ubicada en el distrito de Huayllay, provincia y departamento de Pasco.

1.2.2. Delimitación Temporal

La elaboración y los ensayos del proyecto de investigación se realizó durante el periodo de abril del 2022 a enero del presente año.

1.2.3. Delimitación Conceptual

Con respecto a la delimitación conceptual se realizó la evaluación de los ensayos geotécnicos y aseguramiento de la calidad QA/QC.

La investigación difiere a las evaluaciones de ensayos geotécnicos para el aseguramiento de la calidad QA/QC en la relavera Esperanza de la Compañía Minera Chungar S.A.C. del distrito de Huayllay, provincia y departamento de Pasco.

Ilustración 1: Mapa de localización del proyecto de la relavera Esperanza.



Fuente: Google Earth.

1.3. Formulación del problema.

1.3.1. Problema general.

¿En qué medida los ensayos geotécnicos son factibles para el aseguramiento de la calidad QA/QC en la disposición de relave y desmonte en relavera Esperanza, Chungar 2023?

1.3.2. Problemas específicos.

- ¿En qué medida el ensayo de Proctor Modificado brinda el aseguramiento de la calidad QA/QC en la relavera Esperanza, Chungar 2023?
- ¿En qué medida el ensayo de densidad en campo brinda el aseguramiento de la calidad QA/QC en la relavera Esperanza, Chungar 2023?
- ¿En qué medida el ensayo de contenido de humedad brinda el aseguramiento de la calidad QA/QC en la relavera Esperanza, Chungar 2023?
- ¿En qué medida el ensayo de peso específico brinda el aseguramiento de la calidad QA/QC en la relavera Esperanza, Chungar 2023?
- ¿En qué medida el ensayo de límites de consistencia brinda el aseguramiento de la calidad QA/QC en la relavera Esperanza, Chungar 2023?
- ¿En qué medida el ensayo de granulometría brinda el aseguramiento de la calidad QA/QC en la relavera Esperanza, Chungar 2023?

1.4. Formulación de objetivos.

1.4.1. Objetivo general.

Verificar la influencia en la evaluación de los ensayos geotécnicos para el aseguramiento de la calidad QA/QC en la relavera Esperanza, Chungar 2023.

1.4.2. Objetivos específicos.

- Determinar el ensayo de proctor modificado para el aseguramiento de la calidad QA/QC en la relavera Esperanza, Chungar 2023.
- Calcular el ensayo de densidad en campo para brindar el aseguramiento de la calidad QA/QC en la relavera Esperanza, Chungar 2023
- Determinar el ensayo de contenido de humedad que brinda el aseguramiento de la calidad QA/QC en la relavera Esperanza, Chungar 2023.
- Determinar el ensayo de peso específico que brinda el aseguramiento de la calidad QA/QC en la relavera Esperanza, Chungar 2023.
- Determinar el ensayo de límites de consistencia que brinda el aseguramiento de la calidad QA/QC en la relavera Esperanza, Chungar 2023.
- Calcular el ensayo de granulometría para brindar el aseguramiento de la calidad QA/QC en la relavera Esperanza, Chungar 2023.

1.5. Justificación de la investigación.

El presente proyecto de investigación nos conducirá a la evaluación de pruebas geotécnicas para el aseguramiento de la calidad QA/QC mediante la disposición de relave y desmonte en la relavera Esperanza, el estudio es de carácter documental y podremos determinar la factibilidad de su uso en la

construcción de zonas de almacenamiento, considerando a la Empresa Minera Chungar como súper alto, diseño de estanques o depósitos de relaves en el punto base. Se debe tener en cuenta la importancia del control de calidad para garantizar una completa seguridad en el trabajo.

La evaluación de los ensayos geotécnicos para el aseguramiento de la calidad QA/QC en la relavera, resultando así muchas alternativas de solución en el aseguramiento de las relaveras.

De acuerdo con la justificación económica, podemos decir que esta identificación se puede hacer para controlar las consecuencias negativas que pueden causar trastornos a la salud de la naturaleza y de los trabajadores.

La implementación y aplicación de un programa de control y aseguramiento de la calidad debe ser parte de la mejora continua de cualquier empresa que trabaje en el sector minero, porque así cumplirá con los estándares de calidad, permitiéndole consolidarse como una empresa consciente y responsable tanto interna como externamente.

En el control de calidad, se realizan investigaciones permanentes de acuerdo con las normas nacionales e internacionales, en cuanto a su uso, certificación hasta la recertificación. Es un mapeo documental y de conservación ambiental.

1.6. Limitaciones de la investigación.

El trabajo de investigación por su naturaleza de aplicabilidad en el aseguramiento de la calidad QA/QC en disposición de relave y desmonte, posee poca información documentada. Los resultados deben basarse en la evaluación de los ensayos geotécnicos para el aseguramiento de la calidad QA/QC en la

relavera Esperanza, Chungar, y que nos brindaran alcances mayores en proyectos de disposiciones de relave y desmonte en nuestro ámbito local.

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de estudio.

- Las minas y las plantas de procesamiento de minerales suelen generar una cantidad significativamente mayor de desechos que el propio producto comercializable. En general, la ley de los minerales metálicos está disminuyendo y, al mismo tiempo, la cantidad de roca estéril extraída para acceder a los minerales está aumentando. Se estima que la producción anual de desechos y relaves de las minas varía de 5 a 7 mil millones de toneladas por año (Mudd & Boger, 2014). La proporción de relaves dentro de los minerales puede llegar al 90-98% para algunos minerales de cobre y sigue aumentando (Nagaraj, 2005). Las plantas de oro procesan minerales con hasta un 99,9% de relaves y solo pocos gramos de oro.

El material que se descarta de las celdas de flotación se denomina relave y esto se conduce según sea el caso a la planta de recuperación de agua o directamente a lugares de almacenamiento acondicionados especialmente

para tal fin. Cuando la planta de concentración está ubicada en lugares donde hay escasez de agua, suele haber una planta de recuperación de agua. (minem, 2004).

- (SKR Consulting, 1974), Menciona que los procesos de garantía y control de calidad (QA/QC) pueden mejorar la eficacia de los programas de muestreo mediante la definición de protocolos y procedimientos apropiados de perforación, registro, muestreo y prueba. Por ejemplo, agregar materiales cegadores puede mejorar la precisión. Cuando realizamos una evaluación de QA/QC de su plan de muestreo, abordaremos factores clave tales como si el tamaño de su muestra es apropiado y si las distribuciones de sus pozos y muestras le darán la confianza que necesita para hacer más estimaciones de recursos.

Nuestros consultores de exploración tienen experiencia en el desarrollo, la gestión y la revisión de procedimientos de muestreo y preparación para clientes de minería y exploración de minerales. También desarrollamos programas de muestreo para encuestas de línea de base ambiental y geoquímica y evaluamos sitios mineros contaminados. Utilizando nuestra experiencia estadística y geoestadística, llevamos a cabo un estudio en profundidad de los datos experimentales y presentamos conclusiones y recomendaciones detalladas.

Formación de biomasa sobre depósitos de relaves: Si los relaves no contienen metales tóxicos o capacidad para producir ácido, el desarrollo vegetal después de agregar una capa de humus es atractivo y el riego es adecuado si se dispone de biomasa, use agua. Si los residuos depositados contienen sustancias tóxicas en sus minerales, esta posibilidad sólo se aplica a

sedimentos debidamente impermeabilizados, ya que el crecimiento de plantas en los minerales que contienen sustancias tóxicas moviliza las sustancias tóxicas en la cadena de bioacumulación. Afecta a ciertos ecosistemas a largas distancias, tanto a través de las plantas como de las poblaciones bacterianas que crecen alrededor de las raíces de las plantas. Las raíces también tienen la capacidad de atravesar la capa impermeable (Huaranga Moreno et al., 2021).

2.2. Bases teóricas – científicas.

2.2.1. Ensayos Geotécnicos

(MCA perforaciones, 2022), Nos comentó que este fue un estudio que tuvo como objetivo identificar visualmente el ambiente original de los diferentes tipos de suelo en el área de estudio para determinar todas sus características. También se utilizan para obtener parámetros del suelo, que junto con los ensayos de laboratorio ayudan a calcular diversos factores como parámetros de deformación, permeabilidad, resistencia al corte, etc. Esto debe hacerse antes del desarrollo del proyecto con el fin de obtener la información geotécnica topográfica necesaria y, de acuerdo a sus características, determinar los pasos a seguir y prever posibles inconvenientes. Una vez que domines todas estas características, podrás empezar a desarrollar cualquier tipo de proyecto con la máxima seguridad, lo que lo hace imprescindible en la práctica.

2.2.2. Aseguramiento de la Calidad

(Simón, 2021), define que se entiende por aseguramiento de la calidad al conjunto de actividades predeterminadas y sistemáticas necesarias para garantizar un nivel aceptable de calidad de una operación u operación. Las principales fuentes de errores deben abordarse al inicio del proyecto, teniendo en cuenta su

impacto, con el fin de eliminar o reducir su impacto. El objetivo es prevenir los problemas que eventualmente puedan surgir, por lo que el aseguramiento de la calidad es prospectivo y se logra a través del diseño e implementación de contratos laborales de acuerdo con pautas de buenas prácticas.

El control de calidad es un conjunto de técnicas y actividades operativas utilizadas para determinar el nivel de calidad realmente alcanzado por las actividades realizadas. El control de calidad permite monitorear errores potenciales para cuantificar y evaluar su impacto potencial para que se puedan tomar acciones correctivas oportunas. Por las razones anteriores, el control de calidad mira hacia atrás en el tiempo para detectar problemas cuando finalmente ocurren, a pesar de que se siguen procedimientos de trabajo cuidadosos y se toman las medidas correctivas oportunas. Esto se logra insertando muestras de control en el flujo de muestra o realizando pasos de control conocidos como protocolos de control de calidad en un conjunto de otros protocolos operativos. Sin embargo, el control de calidad recibe un tratamiento especial en función de su relevancia.

2.2.3. Material de relave

Los relaves son desechos tóxicos de la minería y la concentración de minerales, generalmente una mezcla de suelo, agua, minerales y rocas; Los relaves contienen altas concentraciones de productos químicos y elementos que alteran el medio ambiente que deben transportarse y almacenarse en embalses de relaves para su posterior eliminación o posible reutilización.

Tipos de residuos mineros

En minería, comúnmente se utilizan varios procesos de recuperación de minerales, los cuales se limitan a relaves sólidos y líquidos de concentración y

cianuración; la concentración, como se define a continuación, no se practica en todas las minas y se considera apropiada solo para aquellos que practican la concentración en relación con una mina. Esto es especialmente cierto para los relaves de la minería de metales preciosos (oro, plata) y metales básicos (cobre, plomo, zinc), ya que estos minerales dominarán la industria minera de Perú en el futuro previsible. Los minerales polimetálicos son minerales que producen múltiples metales, generalmente ricos en minerales sulfurados como la pirita. Otros residuos, como los del lavado de hierro y carbón, no se analizan aquí, pero se aplican muchos de los mismos principios.

A) Origen y producción de relaves de concentradoras

El proceso de concentración comienza triturando el mineral en la mina a un tamaño de partícula, generalmente en el rango de centímetros o milímetros. Luego, el mineral triturado se reduce a un tamaño de menos de 1 mm en grandes barriles giratorios clasificados como molinos de bolas, molinos de barras y molinos semiautógenos. Se agrega agua al mineral molido y el material permanece en forma de lodo (celulosa) durante el resto del proceso de extracción. Los residuos se refieren a los residuos minerales sólidos entre arena y lodo producidos, transportados o depositados como lodo durante el proceso de extracción.

B) Depósitos de relaves filtrados

Este tipo de depósitos de relaves es muy similar al de los relaves espesados, con la diferencia de que el material contiene menos agua debido al proceso de filtrado utilizando equipos similares a los que se emplean para filtrar concentrados como son los filtros de prensa o de vacío.

Corresponde a los relaves que son desaguados en la planta de filtro hasta alcanzar un 88% de contenido de sólidos o mayor y que serán finalmente almacenados en el depósito de relaves. Los relaves filtrados son suelos del tipo limo arenoso, no plásticos, con 40 a 42% de arena fina y alta gravedad específica ($G_s=3.20$).

El relave una vez filtrado se transporta al lugar de depósito mediante cintas transportadoras o bien mediante equipos de movimiento de tierra y/o camiones. Estos equipos construyen módulos de material compactado, los cuales permiten conformar un depósito de gran volumen. Es importante señalar que, en este método, aunque el contenido de humedad del relave filtrado logra 17% a 18%, permite su manejo con equipos de movimiento de tierra, es suficientemente alto como para tener un relleno prácticamente saturado.

C) Proceso de la flotación por espumas

La flotación por espumas es un proceso físico-químico de la concentración de minerales finamente molidos. El proceso comprende el tratamiento químico de una pulpa de mineral a fin de crear condiciones favorables para la adhesión de ciertas partículas de minerales a las burbujas de aire. Tiene por objeto la separación de especies minerales, divididos a partir de una pulpa acuosa, aprovechando sus propiedades de afinidad (hidrofílico) o repulsión (hidrofóbico) por el agua. Las especies valiosas o útiles constituyen una fracción menor del mineral, mientras que las especies no valiosas o estériles constituyen la mayor parte. El carácter hidrofílico o de afinidad hace que estas partículas se mojen, permanezcan en suspensión en la pulpa para finalmente hundirse. El carácter hidrofóbico o de repulsión

evita el mojado de las partículas minerales que pueden adherirse a las burbujas y ascender. Estas propiedades de algunos minerales tienen en forma natural, pero pueden darse o asentarse mediante los reactivos de flotación.

- a) Minerales hidrofílicos, son mojables por el agua, constituidos por: óxidos, sulfatos, silicatos, carbonatos y otros, que generalmente representan la mayoría de los minerales estériles o ganga. Haciendo que se mojen, permanezcan en suspensión en la pulpa para finalmente hundirse.
- b) Minerales hidrofóbicos, son aquellos minerales que no son mojables o son poco mojables por el agua, dentro de ellos tenemos: Los metales nativos, sulfuros de metales o especies tales como: grafito, carbón bituminoso, talco y otros, haciendo de que evite el mojado de las partículas minerales, que pueden adherirse a las burbujas de aire y ascender. Además se puede observar, que los minerales hidrofóbicos son aerofílicos, ósea tienen afinidad con las burbujas de aire, mientras que los minerales hidrofílicos son aerofóbicos, o sea no se adhieren normalmente a ellas.

Los minerales hidrofílicos e hidrofóbicos de una pulpa acuosa se pueden separar entre sí, después de ser finamente molidos y acondicionado con los reactivos químicos que hacen más pronunciadas las propiedades hidrofílicas e hidrofóbicas, haciendo pasar burbujas de aire a través de la pulpa. Las partículas hidrofílicas se van a mojar y caer al fondo de la celda de flotación. De esta forma se puede separar un mineral que contiene en los casos más simples dos componentes, un útil y otra estéril,

en dos productos: un concentrado de la parte valiosa y un relave que contiene la parte estéril.

La flotación funciona de la siguiente manera: La flotación es algo similar al lavado de ropa con los detergentes. Ejemplo: Tomemos un recipiente con agua y un poco de detergente, y agitamos un poco; al agitar se produce una espuma blanca. Si ponemos ropa para lavar, entonces la espuma se tiñe de oscuro. ¿Qué ha ocurrido? Simplemente que las partículas de suciedad se han pegado a las burbujas y las han teñido. La flotación es muy similar.

La flotación opera sobre el principio de que partículas individuales que contienen el mineral que se desea extraer son hechas receptivas selectivamente, a pequeñas burbujas de aire que se adhieren a estas partículas y las elevan a la superficie de un tanque agitado. Las espumas que contienen estas partículas valiosas son retiradas de la superficie, procesadas, y secadas para transformarse en concentrado, este producto final de la concentradora, es embarcado a la fundición para su refinación. Entre tanto, las partículas de desecho que quedan constituyen los relaves. Después de recuperar algo del agua del proceso en tanques apropiados, conocidos como espesadores, los relaves son bombeados al lugar destinado para su almacenamiento. Para el hierro (magnetita) la concentración precede a la flotación, la que entonces extrae los sulfuros de hierro del concentrado de magnetita y las descargas como relaves.

D) Depósito de relaves espesados

Es un residuo o relave que elimina la mayor parte del agua mediante espesantes para conseguir una concentración de sólidos superior al 50%.

- Con esta concentración de sólidos, la floculación no se separa y los depósitos se vuelven homogéneos.
- La pulpa se descarga como un todo sin separación por tamaño del material de sedimento de relaves concentrado.
- Pueden colocarse en pendientes, reduciendo o eliminando la necesidad de tabiques y decantadores.
- Se pueden construir depósitos e instalaciones de reciclaje alrededor de los depósitos de agua.
- Destrucción de escorias con una concentración de materia seca superior al 50% en peso.
- A la salida se forma un cono de material cuya pendiente depende del porcentaje de sólidos (del 2% al 6% en una concentración del 50 - 65%).
- A medida que se mueve el punto de descarga, se forman sedimentos bajos, por lo que es útil para descontaminar sedimentos en áreas relativamente planas.
- El agua restante se evapora y se seca hasta el punto de contracción, formando una condición geotécnica compacta, sin flujo y sísmicamente estable.

E) Depósito de relaves en pasta

En el pasado, las plantas de desechos se diseñaron como proyectos de almacenamiento de agua, probablemente porque muchos diseñadores tenían una amplia experiencia en este tipo de proyectos.

- En áreas lluviosas, la ingeniería debe incluir capacidad
- Los depósitos de desechos porosos retienen cantidades significativas de agua.

- En algunos casos, el material que forma el residuo es muy fino y tiene pocas o nulas propiedades de consolidación.
- La necesidad de mejorar la recuperación de agua y la normativa ambiental nos ha animado a implementar tecnologías para mejorar la recuperación de aguas residuales.
- La pasta es una mezcla de agua y sólidos densos que contiene una gran cantidad de partículas finas.
- La pasta acepta varios ingredientes como cuarzo, feldespatos, arcilla, mica y sal.
- El bajo contenido de agua (10 a 25%) hace que esta mezcla tenga una consistencia espesa.
- Hay muy poca diferencia entre la pulpa y la pasta de alta densidad.
- Una pequeña cantidad de agua se filtrará después de desecharla.
- Los cambios dimensionales evitan la separación y el asentamiento de partículas cuando la mezcla no se agita ni se mueve en la tubería.
- La consistencia lograda hace que la pasta sea estable incluso si no se toca durante varias horas.
- Reducir la cantidad de materiales y los riesgos asociados a la construcción de presas.
- En comparación con la instalación de presas y balsas de relaves tradicionales, se reduce significativamente la cantidad de agua dulce a tratar, aumentando así la eficiencia en el uso del agua.
- Reducción del área requerida para la disposición de residuos.
- Reduce el riesgo de formación de agua ácida y lixiviación de metales.

2.2.4. Material de préstamo

El desmonte de mina es un tipo de suelo desecho producto de voladuras de acuerdo al método de explotación usado, que se encuentra en las inmediaciones de la planta de chancado, estas son canteras que presentan gravas graduadas arcillosas con limo. Este material según la clasificación SUCS corresponde GP-GC.

2.2.5. Material mezcla

El material se produce mezclando material de relave con material prestado o de préstamo en la proporción 3R:1P; el tamizado es el proceso básico, y luego el material se agita al menos 3 veces para obtener un material mixto homogéneo con una cierta cantidad de grava y polvo fino. También es importante mencionar la humedad a la que se deben mezclar los dos materiales. Sus resultados deben ser una humedad promedio de 10,5% a 11%, lo cual es bueno para el uso de día, mientras que una humedad promedio por la noche debe estar por debajo de 8,5% a 9,5%. Estos niveles de humedad variarán según el contenido óptimo de humedad de OCH.

2.3. Definición de términos básicos

2.3.1. Aceptación

Acuerdo verbal y/o escrito entre el contratista y el propietario o representante sobre la realización de actividades que cumplan con los requisitos de calidad especificados.

2.3.2. Acción correctiva

Acciones tomadas para eliminar la causa de la anomalía detectada u otra condición indeseable.

2.3.3. Acción preventiva

Acciones tomadas para eliminar la causa de una no conformidad potencial u otra condición potencialmente indeseable.

2.3.4. Aprobación

Aceptación documentada de la oferta.

2.3.5. Aseguramiento de la calidad

Aprobar las funciones de control de calidad para determinar que estas funciones se han realizado correctamente y que el trabajo se está realizando de acuerdo con los planes y especificaciones aprobados.

2.3.6. Auditoria

Un proceso sistemático encaminado a determinar el grado de cumplimiento de los requisitos establecidos al inicio de la obra.

2.3.7. Calibración

Una comparación de instrumentos o equipos calibrados, uno de los cuales cumple con un estándar de precisión reconocido a nivel nacional o reconocido por el fabricante. Se realiza para detectar, correlacionar, comunicar o, por reglamento, prevenir cualquier cambio en la precisión de un instrumento o dispositivo de medición.

2.3.8. Certificación

Formalización de calibración.

2.3.9. Conformidad

Cumplimiento de requisito.

2.3.10. Control de calidad

La parte de la gestión de la calidad que se enfoca en la implementación de requisitos de calidad, pruebas, observaciones y funciones relacionadas que se

llevan a cabo durante la construcción de un proyecto para determinar si el trabajo se lleva a cabo de acuerdo con un plan específicamente aprobado y definido por los procedimientos.

2.3.11. Contratista

La empresa o empresas responsables que contraten con el propietario para realizar actividades en relación con las obras. Esta definición se aplica a cualquier persona que realice dicho trabajo, incluso si no es su función principal.

2.3.12. Contrato

Un acuerdo legal entre un propietario y un contratista para realizar el trabajo que se muestra en los planos y especificaciones del proyecto. Un contrato expresa los derechos y obligaciones de las partes contratantes y su contenido prevalece sobre el contenido en cualquier otro documento y reemplaza cualquier correspondencia o acuerdo preliminar.

2.3.13. Dossier de Calidad

Recopile y compile documentación que respalde la documentación de gestión de calidad en el sitio.

2.3.14. Ensayo

Es un conjunto de pruebas físicas y/o químicas a las que se somete un material para determinar o verificar que cumple con los requisitos de una norma y/o especificación.

2.3.15. Especificaciones

Especificaciones técnicas, nuevas versiones desarrolladas en el proyecto o proporcionadas por el propietario.

2.3.16. Fabricante

La empresa o empresa responsable de la fabricación, tiene como objetivo la entrega de proporcionar la fiabilidad del material o servicio para cumplir con los requisitos del contrato.

2.3.17. Garantía de calidad

Los métodos incluyen medios y acciones diseñadas para asegurar que los materiales o servicios se ajusten a los requisitos contractuales.

2.3.18. Inspección

Los métodos incluyen medios y acciones diseñadas para asegurar que los materiales o servicios se ajusten a los requisitos contractuales.

2.3.19. Norma ASTM

Las Normas ASTM son un conjunto de normas elaboradas por consenso con el objetivo de brindar un concepto de calidad y competitividad aplicada a la investigación, desarrollo y fabricación de productos de diversa índole.

Dichas normas son aplicadas a áreas como la metalurgia, el petróleo y sus derivados como plásticos, pinturas, textiles, el sector de la construcción, el acero y metal, la energía, diversos productos para consumidores finales, productos electrónicos entre otras áreas. Cabe mencionar que son aceptadas a nivel mundial y su proceso de creación es totalmente abierto y transparente.

Estas normas nacieron dentro de la American Society for Testing and Materials (Sociedad Americana para Pruebas y Materiales), organización que consiguió su autonomía en 1902.

- Normas referentes a la construcción: Se componen cerca de 1300 normas que comprenden el sector de la construcción, incluyendo el cemento, albañilería, madera entre otros.

2.3.20. Norma Técnica Peruana (NTP)

Son documentos que establecen las especificaciones o requisitos de calidad para la estandarización de los productos, procesos y servicios.

Las elaboran profesionales que conforman los Comités Técnicos de Normalización (CTN), y lo integran representantes de tres sectores: Productores / Empresa Privada, Consumidores / Entidades Públicas y Técnicos / Academia.

Para la aprobación de una Norma Técnica Peruana cada sector emite un solo voto por consenso y aprueba el proyecto de Norma Técnica Peruana, este ingresa a la etapa de discusión pública por 30 a 90 días y después de este periodo se publica la NTP en el diario oficial El Peruano.

2.3.21. Punto de inspección

El punto o etapa en el ciclo de producción en el que se realiza el control para determinar si el proceso cumple con los requisitos para determinar la aceptabilidad del producto final.

2.3.22. Densidad Máxima Seca

Es aquella densidad de un material seco colocado lo más denso posible en un molde normalizado. Por lo general se determina por ensayos de compactación Proctor.

2.3.23. Proctor Modificado

Es un ensayo que es utilizado en el estudio de compactación de suelos. Es regida por la norma ASTM D 1557.

2.3.24. Cono de arena

Es un ensayo que se realiza en campo realiza una comparación de las densidades secas en obra con las obtenidas en el laboratorio. Es regida por la norma ASTM D 1556.

2.3.25. SUCS

El Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS) es un sistema que se usa en la clasificación de suelos usados en el campo de la ingeniería para describir la textura, el tamaño de las partículas de un suelo.

2.4. Formulación de hipótesis.

2.4.1. Hipótesis general.

Con la evaluación de los ensayos geotécnicos mejora el aseguramiento de la calidad QA/QC en la relavera Esperanza, Chungar 2023.

2.4.2. Hipótesis específicas.

- El ensayo de proctor modificado asegura la calidad QA/QC en la relavera Esperanza, Chungar 2023.
- El ensayo de densidad en campo asegura la calidad QA/QC en la relavera Esperanza, Chungar 2023
- El ensayo de contenido de humedad asegura la calidad QA/QC en la relavera Esperanza, Chungar 2023.
- El ensayo de peso específico asegura la calidad QA/QC en la relavera Esperanza, Chungar 2023.
- El ensayo de límites de consistencia asegura de la calidad QA/QC en la relavera Esperanza, Chungar 2023.
- El ensayo de granulometría asegura la calidad QA/QC en la relavera Esperanza, Chungar 2023.

2.5. Identificación de las variables

2.5.1. Variables independientes.

- Evaluación de los ensayos geotécnicos.

2.5.2. Variables dependientes.

- Aseguramiento de la calidad QA/QC.

2.6. Definición operacional de variables e indicadores.

Tabla 1: Operacionalización de variables

VARIABLE	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES
EVALUACIÓN DE LOS ENSAYOS GEOTÉCNICOS	<p>ENSAYOS GEOTÉCNICOS: Dijo que este es un estudio que tiene como objetivo identificar visualmente el ambiente original de diferentes suelos en el área de estudio</p>	Determinar la evaluación de los ensayos geotécnicos en la relavera.	<p>PRE - TEST: Se determinará la evaluación de los ensayos geotécnicos en la relavera.</p> <p>Experimento: Se determinará la influencia para el aseguramiento de la calidad QA/QC en relaveras.</p> <p>Post - test: Se determinará el aprendizaje obtenido de los ensayos geotécnicos en la relavera.</p>	<p>PRE - TEST: Se demostrará que las propiedades mecánicas y físicas del seguramiento de la calidad QA/QC en relaveras son deficientes en el área de estudio.</p> <p>Experimento: Con la evaluación de los ensayos geotécnicos en la relavera, se demostrará la mejora en sus propiedades físicas y mecánicas de diferentes suelos.</p>
ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD QA/QC.	<p>ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD QA/QC: Definición El aseguramiento de la calidad se entiende como un conjunto de actividades predeterminadas y sistemáticas necesarias para garantizar un nivel aceptable de calidad para una actividad o actividad específica.</p>	El aseguramiento de la calidad QA/QC es cuando se incrementan las propiedades mecánicas y físicas, porque éstas mejoran.		<p>Post - test: Se demostrará que las propiedades físicas y mecánicas del seguramiento de la calidad QA/QC en relaveras la cual obtienen una mejora con respecto al grupo de control.</p>

Fuente: Elaboración propia.

CAPITULO III

METODOLOGÍA Y TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN

3.1. Tipo de investigación.

La Investigación es de tipo hipotético deductivo.

De acuerdo a los propósitos que se persigue:

El Tipo de Investigación será cuasi experimental.

De acuerdo a los datos manipulados en el experimento:

La investigación es de enfoque cuantitativo.

De acuerdo a la Metodología para demostrar la hipótesis:

Esta investigación, se tiene un diseño cuasi experimental

3.2. Nivel de investigación

En lo general el estudio es descriptivo, no experimental y de corte transversal

3.3. Métodos de investigación.

La investigación tiene la metodología científica, por seguir un proceso sistemático.

3.4. Diseño de investigación.

El término "cuasiexperimental" se refiere a un diseño de investigación experimental en el que los sujetos o grupos de sujetos no se asignan al azar. Los diseños cuasiexperimentales más utilizados siguen la misma lógica que los ensayos aleatorios e implican la comparación de grupos de tratamiento y control, (Cuasi experimentos, s. f.)

3.5. Población y muestra.

3.5.1. Población.

La Población para la investigación difiere a las evaluaciones de ensayos geotécnicos para el aseguramiento de la calidad QA/QC en la relavera Esperanza de la compañía minera Chungar S.A.C. del distrito de Huayllay, provincia y departamento de Pasco.

3.5.2. Muestra.

Arias (2012, p. 82) Un conglomerado específico y delimitado que hace referencia a una distribución en una población se define como patrón.

Simplemente, si cada objeto de prueba probado tuviera exactamente la misma singularidad, el tamaño de evidencia requerido sería solo uno; pero como el hecho no aparece, necesitamos un tamaño de muestra mayor a 1 pero menor a la población en estudio, (Borja, 2012).

3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.

3.6.1. Técnicas de recolección de datos.

Las técnicas de recolección de datos son las distintas formas o maneras de obtener la información, y las principales técnicas empleadas en el presente estudio se detallan a continuación:

- Entrevistas con el personal clave del proyecto.

- Análisis documental o de contenido.
- Observación del proceso constructivo.
- Clasificación de archivos.

3.6.2. Instrumentos de recolección de datos.

Los principales instrumentos utilizados para el estudio son los siguientes:

- Entrevista no estructurada.
- Cuadros de registro.
- Guía de análisis documental.
- Guía de observación.
- Técnicas de procesamiento de datos.

3.7. Técnicas de procesamiento y análisis de datos.

Verificar la valides y confiabilidad de los ensayos geotécnicos realizados en el análisis del aseguramiento y control de la calidad como componentes para asegurar la estabilidad física de la relavera Esperanza.

Procesamiento de datos mediante la agrupación y estructuración con el propósito de responder si es factible los ensayos geotécnicos como componentes en el aseguramiento y control de la calidad para asegurar la estabilidad física de la relavera Esperanza.

3.8. Tratamiento estadístico.

El tratamiento de datos se realizará empleando una estadística descriptiva por ser de carácter aplicativo, orientadas al procesamiento de datos de los ensayos geotécnicos que interactúa con la calidad y aseguramiento de la estabilidad física de la relavera Esperanza, y así facilita el ordenamiento, agrupación, comparación y así conocer sus parámetros que las caracterizan.

3.9. Orientación ética filosófica y epistémica

La investigación tiene que respetar las normas éticas dadas por el Vicerrectorado de investigación y las instituciones encargadas de la probidad de las investigaciones.

CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUSION

4.1. Descripción del trabajo de campo

4.1.1. Descripción del Área del Proyecto

La Compañía Minera Chungar S.A.C es una empresa que se dedica a la extracción de minerales polimetálicos. El mineral que extraen es tratado en la planta concentradora y los relaves son filtrados en la planta de filtrado, y son depositados en el depósito de la relavera Esperanza.

La Compañía Minera Chungar S.A.C tiene en sus planes migrar el relave filtrado saliente y el desmonte de mina, al depósito de la relavera Esperanza, mitigando y reduciendo el impacto ambiental de estos materiales.

Ubicación

La relavera Esperanza está ubicado en la parte central del Perú, políticamente pertenece al distrito de Huayllay, provincia de Pasco y departamento Cerro de Pasco, la minera tiene una altitud promedio de 4600

m.s.n.m. Se encuentra en las subcuencas del río San José y río Huascacocha, las cuales drenan al río Mantaro en la variante oriental de los Andes.

- Coordenadas UTM
8780728 N 344654 E, hoja 23 K Ondores / Sistema de coordenadas WGS 84 zona 18S
- Accesibilidad: La accesibilidad a la unidad minera Chungar es por tres rutas:
 - ✓ La primera es por la ruta Lima – Oroya – Cerro de Pasco – Chungar, con una distancia de 328 km y un tiempo de 7 horas.
 - ✓ La segunda es por la ruta Lima – Huaral – Chungar, con una distancia de 225 km y un tiempo de 4 horas.
 - ✓ La tercera es por la ruta Lima – Canta – Chungar, con una distancia de 219 km y un tiempo de 4 horas.

Ilustración 2: Plano de Ubicación de la Zona de Estudio.



Fuente: Google Earth.

Clima

La zona de estudio presenta un clima frígido y seco, típico de Puna, con temperaturas mínimas desde -2°C y máximas de 15°C ; entre los meses de noviembre y marzo se presentan precipitaciones del tipo nevadas y el resto de los meses de abril a octubre soleado por las mañanas y presencia de heladas por las noches.

4.1.2. Recolección de datos del Proyecto

➤ Datos del Proyecto

- **Criterios de diseño**

El proyecto consiste en diseñar un depósito para materiales dispuestos que sea estable para condiciones estáticas y pseudoestáticas. Estos requerimientos se deben cumplir tanto a corto como a largo plazo.

Los criterios de diseño se han basado en los estudios de ingeniería básica ejecutados en el proyecto y proporcionados por Compañía Minera Chungar S.A.C: topografía, geología, hidrología, investigaciones geotécnicas y peligro sísmico.

Los criterios de diseño empleados en la elaboración del “Proyecto de codisposición de relave y desmonte en la relavera Esperanza” fueron los siguientes:

Tabla 2: Criterios de diseño de la relavera Esperanza.

Detalle	Valor	Unidad
Criterios operacionales		
Días de operación por año	365	días
Producción nominal diaria	5,200	TMD
Producción anual	1'872,000	TMD
Relación de relaves/mineral	0.90	adimensional

Detalle	Valor	Unidad
Producción nominal diaria de relaves	4,680	TMD
Corte O/F	60	%
Producción anual de relaves	1'684,800	TMD
Relación de relaves (factor de diseño)	0.60	adimensional
Producción nominal diaria de relave fino	2,808	TMD
Producción anual de relave fino	1'010,880	TMD
Densidad del material codispuesto	2.1	t/m ³
Densidad de los relaves filtrados	1.6	t/m ³
Almacenamiento proyectado en el depósito en la relavera Esperanza	807,905	m ³
Relaves previstos en el depósito	1'292,648	Ton
Relaves totales antes del corte	2'154,413	Ton
Mineral tratado para la capacidad del depósito	2'393,792	TMD
Tiempo de vida del depósito	1.28	años
Humedad de colocación de la mezcla	12.00	%
Proporción de relave en mezcla	75.00	%
Criterios técnicos-normativos		
Sismicidad		
Clasificación de la Presa	Clase Alto	
Tipo de Sismo a utilizar	SMC	
Aceleración horizontal máxima o pico ($a_{m\acute{a}x}$)	0.412	m/s ²
Coeficiente de aceleración sísmica - SMC	0.21	adimensional
Análisis de estabilidad física		
Factor de seguridad mínimo para condiciones estáticas a largo plazo	1.5	
Factor de seguridad mínimo para condiciones pseudoestáticas a largo plazo	1.0	
Hidrología		
Periodo de registro de lluvia	72	horas
Periodo de retorno de máximas avenidas para canal de coronación	200	años
Periodo de retorno de máximas avenidas para canales colectores	100	años

Fuente: Compañía Minera Chungar S.A.C / SRK.

- **Clasificación de la relavera**

El depósito de la relavera Esperanza se clasificó de acuerdo con los lineamientos del boletín técnico “Aplicación de guías de seguridad de presas a presas mineras” publicado en 2014 por la Asociación Canadiense de Presas (CDA 2014). Este boletín complementa las guías de la CDA publicada en 2013 para presas de retención de agua, proporcionando explicación adicional sobre cómo los conceptos descritos en las guías aplican para presas mineras.

Estas guías clasifican las presas considerando las consecuencias ocasionadas por una falla potencial de la presa y, a partir de esta clasificación, recomienda valores para los periodos de retorno de avenidas y sismos que deben ser empleados en el diseño o la evaluación de la estabilidad de presas de relaves.

Las consecuencias son evaluadas por las pérdidas incrementales causadas por la falla en áreas aguas abajo, aguas arriba o en la misma presa. Las pérdidas incrementales se entienden como la diferencia entre las pérdidas totales causadas por la falla y las pérdidas esperadas en condiciones naturales normales sin que ocurra una falla de la presa.

Tabla 3: Clasificación de presa en términos de consecuencia de una falla.

Clase de presa	Riesgo de la población (a)	Incremento de pérdidas		
		Pérdida de vida (b)	Valores ambientales y culturales	Infraestructura y economía
Bajo	Ninguno	0	Pérdida mínima a corto plazo. No hay pérdida a largo plazo.	Pérdidas económicas bajas; área contiene infraestructura o servicios limitados.
Significativo	Solo temporal	No especificado	Ninguna pérdida o deterioro significativo del hábitat de peces o vida silvestre. Pérdida de hábitat marginal solamente. Restauración o compensación en especie altamente posible.	Pérdidas a instalaciones recreativas, estacional. Lugares de trabajo, y de uso poco frecuente. Rutas de transporte.
Alto	Permanente	Menos de 10	Pérdida o deterioro significativo de peces o vida silvestre importantes en el hábitat. Restauración o compensación en especies altamente posible.	Altas pérdidas económicas que afectan infraestructura, transporte público, e instalaciones comerciales.
Muy alto	Permanente	Menos de 100	Pérdida o deterioro significativo de peces o vida silvestre críticos en el hábitat. Restauración o compensación en especie posible pero poco práctico.	Muy altas pérdidas económicas que afectan infraestructura o servicios importantes (por ejemplo, carreteras, instalaciones, industriales, almacenamiento, instalaciones para sustancias peligrosas).
Extremo	Permanente	Más de 100	Gran pérdida de hábitat crítico de peces o vida silvestre. Restauración o compensación en especie imposible.	Pérdidas extremas que causan efectos críticos en infraestructura o servicios (p.e hospital, complejo industrial importante, grandes instalaciones de almacenamiento de sustancias peligrosas).

Fuente: CDA 2014.

(a) Definición de población en riesgo:

Ninguno: no hay ninguna población identificable en riesgo, por lo que no existe ninguna posibilidad de pérdida de vidas que no sea una desventura imprevisible.

Temporal: las personas solo están temporalmente en la zona de inundación de la falla de la presa (por ejemplo, el uso estacional de casas de campo, pasando por las rutas de transporte, participando en actividades recreativas).

Permanente: la población en riesgo generalmente se ubica en la zona de inundación de la falla de la presa (por ejemplo, como residentes permanentes); tres clases de consecuencia (alta, muy alta, extrema) son propuesto para permitir estimaciones más detalladas de la posible pérdida de vidas (para ayudar en la toma de decisiones si se lleva a cabo el análisis apropiado).

(b) Implicaciones por la pérdida de vidas:

Sin especificar: el nivel apropiado de seguridad requiere una presa donde las personas están temporalmente en riesgo depende de la cantidad de personas, el tiempo de exposición, la naturaleza de su actividad y otras condiciones. Una clase más alta podría ser apropiada, dependiendo de los requisitos. Sin embargo, el requisito de inundación de diseño, por ejemplo, podría no ser mayor si la población temporal no es probable que esté presente durante la temporada de inundaciones.

El depósito de material en la relavera Esperanza ha sido evaluado de acuerdo con los criterios de pérdida. En caso de

una ruptura de la presa, el material codispuesto se desplazaría hacia la laguna Yanamachay.

Tabla 4: Clasificación en términos de consecuencia de una falla.

Clase de presa	Riesgo de la población (a)	Incremento de pérdidas		
		Pérdida de vida (b)	Valores ambientales y culturales	Infraestructura y economía
Alto	Permanente	Menos de 10	Pérdida o deterioro significativo de peces o vida silvestre importantes en el hábitat. Restauración o compensación en especies altamente posible.	Altas pérdidas económicas que afectan infraestructura, transporte público, e instalaciones comerciales.

Fuente: SRK.

La clasificación de las consecuencias se clasifica como alto en función de la pérdida de vidas y de las condiciones ambientales y valores culturales; y clasificado como bajo según la infraestructura y la economía. El depósito de material de la relavera Esperanza, se ha clasificado como una estructura de consecuencia alta.

Investigaciones geotécnicas

En el 2019, SRK recopiló investigaciones realizadas en zonas con presencia de materiales similares a los encontrados en la zona de fundación y material depositado en la relavera Esperanza. Dentro de los datos recopilados, se tiene calicatas y sondajes, de los cuales se extrajo muestras para posteriormente ser ensayadas.

Estos trabajos permitieron identificar las unidades geotécnicas presente en el área del proyecto, caracterizando los materiales que conforman la cimentación del depósito de relaves.

En el año 2009, Golder Associates llevó a cabo una campaña de investigaciones como parte del estudio “Ingeniería de detalle para el crecimiento del depósito Animón”, el cual, por su cercanía, posee un suelo de fundación similar. Para estudiar dicho depósito, se realizaron treinta y siete (37) calicatas y dieciséis (16) sondajes, de los cuales se han recopilado veinticuatro (24) calicatas y catorce (14) sondajes, debido a que estas exploraciones cruzan el suelo de cimentación el cual es de interés.

Análogamente, en el año 2015, Golder Associates elaboró el estudio “Ingeniería para el recrecimiento del depósito de relaves Animón” para el cual exploró la zona perimetral de la relavera Animón. En este grupo de exploraciones realizadas se tienen diecinueve (19) calicatas y cuatro (04) sondajes, de los cuales se ha tomado en consideración ocho (08) calicatas y tres (03) sondajes.

Además, SRK en el año 2019 ha llevado a cabo una campaña de investigaciones geotécnicas en la zona Esperanza, en la cual se realizó ocho (08) calicatas, siete (07) muestreos en material de desmonte y diez (10) puntos de prospección geofísica MASW.

Las campañas de investigación se han ejecutado para evaluar las propiedades físicas y mecánicas de los materiales donde se emplaza el depósito de Esperanza, los cuales se utilizarán para caracterizar los materiales conformados en el modelo

geotécnico del depósito proyectado de relaves y desmontes en Esperanza.

Dentro de las investigaciones geotécnicas desarrolladas por las diversas empresas, se ejecutaron los siguientes ensayos geotécnicos:

Ensayo de densidad in situ, mediante el método de cono y arena calibrada (ASTM D1556)

- Ensayos de permeabilidad tipo Lefranc carga constante y variable
- Ensayos de permeabilidad tipo Lugeon
- Análisis granulométrico por tamizado (ASTM D422)
- Límites de Atterberg (ASTM D4318)
- Clasificación SUCS (ASTM D2487)
- Contenido de humedad (ASTM D2216)
- Ensayos de resistencia – triaxial consolidado no drenado (ASTM D4767)
- Consolidación unidimensional (ASTM D2435-80)
- Ensayo de Proctor estándar (ASTM D698)

- **Geología**

La relavera Esperanza se encuentra ubicada en el flanco ESE del anticlinal de Huarón, sobre secuencias del Casapalca inferior, regionalmente se identificaron dos fallas principales, la falla Cometa Huaychao de orientación N-S y falla Llacsacocha de orientación N-S. La falla Cometa Huaychao es paralelo al eje del anticlinal Huarón, se extiende en dirección

N-S hasta alcanzar las laderas al Norte del depósito de relaves Animón y extenderse hacia al Sur por debajo del depósito de relaves y de la laguna Yanamachay, como parte del control estructural regional en cada flanco del anticlinal se tiene las discordancias angulares, las mismas que se encuentran expuestas hacia la parte alta y NE del depósito de desmonte Esperanza.

La relavera Esperanza, en base a las investigaciones ejecutadas por las empresas SRK (2019) y estudios anteriores de la empresa Golder (2009), se determinó que el material de cimentación es de origen fluvioglaciario que alcanza los espesores de 1.0 a 15.0 m aproximadamente y de origen lacustre en horizontes de 0.60 a 0.75 m de espesor intercaladas con los depósitos fluvioglaciares.

El proyecto de la relavera Esperanza, está ubicado en la margen derecha del depósito de relaves Animón y al norte de la laguna Yanamachay. El depósito de materiales codispuestos tiene como lecho de cimentación los depósitos fluvioglaciario y lacustrino y la roca arenisca está de 7 a 10 m de profundidad.

Las unidades litológicas encontradas son Formación Casapalca, depósitos cuaternarios, depósitos del antropoceno y una Unidad Volcánica.

Por debajo de los depósitos antropogénicos y cuaternarios se tiene el basamento rocoso que está conformado por rocas del Casapalca Inferior, constituida por margas rojas y margas con

secuencias de margas grises, que se encuentran entre en una cota promedio de 4580 msnm., cuya profundidad fue aproximada a partir de los ensayos MASW, donde las velocidades de las ondas de corte (V_s) son mayores a 350 m/s, y según la norma técnica peruana de diseño sísmo resistente (E-030 2016) se clasifica como el suelo tipo S2 a S1.

Las perforaciones realizadas por SRK se ejecutaron con el fin de proveer información hidrogeológica acerca del tipo de suelo y roca en el área de estudio, el cual comprende de; gravas limo arcillosas, arcilla arenosa, y basamento de margas. También se obtiene que los niveles de agua subterránea varían entre 19.51 – 44.8 metros, donde se puede concluir que el nivel de agua tiene una dirección Sur Oeste. Entre los materiales ubicados en la zona de estudio se considera que los suelos permeables a semipermeables son las arenas limpias y mezclas de gravas, a arenas muy finas con limos orgánicos e inorgánicos.

El proyecto de la relavera Esperanza, no se ha registrado evidencia de fenómenos de geodinámica externa relevante, pero si se tiene pequeñas escarpas de erosión hacia el Norte y ladera alta del depósito de la relavera Esperanza, las cuales deben ser mitigadas para evitar reptaciones de suelo poco compactados y saturado.

- **Hidrología**

La estación pluviométrica con la que se cuenta con información de precipitación máxima en 24 horas, es la estación Cerro de

Pasco, por encontrarse cerca de la zona del proyecto. Además, esta estación cuenta con una serie de registros a lo largo de un periodo de 69 años (1950 – 2018), la cual es operada por Senamhi.

Para estimar la intensidad a partir de la precipitación máxima en 24 horas. Se usó el modelo de Frederich Bell que permite calcular la lluvia máxima en función del período de retorno, la duración de la tormenta en minutos y la precipitación máxima de una hora de duración y periodo de retorno de 10 años.

Para obtener los hietogramas de precipitación de diseño se utilizó el método del bloque alterno y las distribuciones de tormentas del Servicio de conservación de suelos (SCS) del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos.

- La precipitación total anual en promedio asciende a 798.3 mm
- La precipitación total anual de mayor frecuencia se encuentra en el intervalo de 700 mm y 800 mm.
- De acuerdo con el histograma de precipitaciones mensuales, las precipitaciones totales mensuales menores a 25 mm ocurren con mayor frecuencia. Asimismo, las precipitaciones totales mensuales pueden alcanzar valores mayores a 200 mm, siendo la máxima precipitación total mensual registrada 202.4 mm que corresponde al mes de febrero.

- La mínima precipitación total mensual registrada puede llegar a ser casi nula en los meses de junio, julio y agosto.
- Los registros más altos de precipitación total mensual ocurren durante el periodo comprendido entre los meses de octubre a abril. Para este periodo la precipitación total mensual acumulada asciende a 724.5 mm y la precipitación mensual promedio es 103.5 mm.
- Los registros más bajos de precipitación total mensual ocurren durante el periodo comprendido entre los meses de mayo y setiembre. Para este periodo la precipitación total mensual acumulada asciende a 73.7 mm y la precipitación mensual promedio es 14.7 mm.
- La estimación del caudal de diseño se efectuó en base a la información hidrológica disponible y a la importancia de cada uno de los cursos comprometidos donde se proyectarán las estructuras de drenaje. Se estimaron los caudales de diseño con dos metodologías: Método racional y el método del hidrograma unitario del SCS. Este último se simuló en el software Hec-HMS.
- Considerando que la distribución de la escorrentía superficial en el tiempo está en función de la distribución de la precipitación y del número de curva, se utilizó como herramienta de cálculo computacional, el software HEC-HMS versión 4.2 desarrollado por el U.S. Army Corps of Engineers.

Tabla 5: Caudales máximos (m³/s) para el área de aporte del manejo de aguas de escorrentía superficial.

Descripción	Periodo de retorno (años)							
	2	5	10	25	50	100	200	500
Canal este 1	0.11	0.24	0.33	0.46	0.56	0.65	0.75	0.87
Canal este 2	0.00	0.00	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
Canal este 3	0.21	0.47	0.67	0.92	1.12	1.30	1.50	1.74
Cuneta e acceso	0.04	0.08	0.11	0.15	0.18	0.21	0.24	0.28
Canal colector 1	0.09	0.12	0.14	0.17	0.19	0.21	0.23	0.25
Canal colector 2	0.05	0.07	0.08	0.10	0.11	0.12	0.13	0.14
Canal colector 3	0.09	0.13	0.16	0.18	0.21	0.23	0.25	0.27
Canal existente	0.02	0.04	0.04	0.05	0.06	0.06	0.07	0.07

Fuente: SRK

Tabla 6: Caudales máximos (m³/s) para los canales de manejo de aguas de escorrentía superficial considerando la serie de precipitaciones máximas en 72 horas.

Descripción	Periodo de retorno (años)								
	5	25	50	100	200	500	1000	10000	PMP
Canal este 1	0.00	0.00	0.01	0.01	0.00	0.01	0.02	0.03	0.17
Canal este 2 - T1	0.07	0.25	0.35	0.45	0.57	0.73	0.87	1.38	9.27
Canal este 2 - T2	0.15	0.49	0.68	0.89	1.11	1.44	1.71	2.70	18.29
Cuneta de acceso	0.02	0.07	0.10	0.13	0.16	0.21	0.25	0.39	2.64
Canal colector 1	0.15	0.25	0.29	0.33	0.38	0.44	0.49	0.65	2.35
Canal colector 2	0.18	0.29	0.34	0.32	0.36	0.51	0.57	0.76	2.71
Canal existente	0.04	0.06	0.08	0.09	0.10	0.12	0.13	0.17	0.60

Fuente: SRK

- **Geoquímica**

En el año 2019, SRK realizó ensayos geoquímicos que contiene la interpretación de resultados analíticos de laboratorio correspondientes a materiales provenientes del depósito de desmonte (desmonte de mina), cantera Sirena y relave proveniente del depósito de relaves Animón.

Tabla 7: Relación de muestras evaluadas.

Tipo de material	Código de muestra	Procedencia
Desmante de mina	(M-01/M-02/M-03) DE11	Desmontera (compósito 1)
	(M-01/M-02/M-03) DE12	
	(M-04) DE21	Desmontera (compósito 2)
	(M-04) DE22	
	(M-05/M-06/M-07) DE31	Desmontera (compósito 3)
	(M-05/M-06/M-07) DE32	
Material de cantera	(MC-04/MC-05/MC-06) CS2	Sirena
	(MC-01/MC-02/MC-03) CS1	
Relave	MR-1	Animón
	MR-2	

Fuente: SRK, 2019

Las muestras fueron analizadas por los métodos Conteo Ácido Base (ABA, por sus siglas en inglés), pH en pasta, Generación Neta de Ácido (NAG, por sus siglas en inglés), mineralogía (difracción de rayos X) y Lixiviación a corto plazo (Synthetic Precipitation Leach Procedure, SPLP).

De los resultados del análisis geoquímico se obtuvo que el desmante proveniente de la desmontera presentaba registros de algunas muestras con bajo potencial de drenaje ácido. Por otro lado, el relave corresponde a Materiales Generadores de Acidez.

- **Peligro Sísmico**

Este estudio fue desarrollado bajo métodos probabilísticos y determinísticos, y se consideró específicamente periodos de retorno de 500, 1000 y 2475 años, generando espectros de peligro uniforme para cada uno de estos periodos de retorno.

La “Guía de seguridad de presas de la Asociación Canadiense de Presas (CDA 2013)” recomienda un nivel de aceleración teniendo en consideración la clasificación de la presa.

Tabla 8: Niveles de aceleración sísmica para construcción, operación y fases transitorias.

Clasificación de la presa	Probabilidad anual de excedencia
Bajo	1/100 PAE
Significativo	Entre 1/100 y 1/1000
Alto	1/2475 ⁽¹⁾
Muy Alto	½ entre 1/2475 ⁽¹⁾ y 1/10000 o SMC ⁽²⁾
Extremo	1/10000 o SMC ⁽²⁾

Fuente: CDA 2013

Donde: SMC: Sismo máximo creíble, PAE: Probabilidad anual de excedencia

(1) Este nivel ha sido seleccionado por la consistencia con los niveles de diseño sísmico dados en el código nacional de construcción de Canadá









(2) El SMC no tiene una probabilidad anual de excedencia asociada

El coeficiente sísmico se define como una fracción de la aceleración máxima, comprendida usualmente entre 1/2 y 2/3, y en conformidad con las recomendaciones del estudio de peligro sísmico y las recomendaciones para el cálculo de coeficiente sísmico, el valor del coeficiente sísmico para el sismo máximo creíble resulta aproximadamente igual a 0.21 (1/2 PGA), siendo este valor el utilizado en la presente evaluación.

- **Diseño geotécnico**

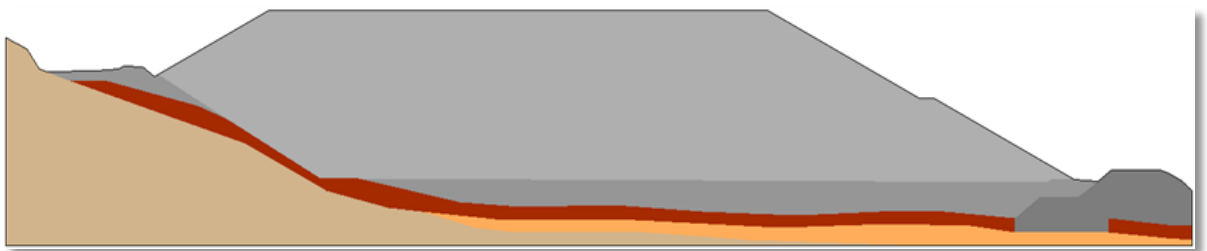
Los materiales que intervienen en el modelo geotécnico de la disposición de relave y desmonte han sido identificados como unidades geotécnicas.

Ilustración 3: Unidades geotécnicas.

Unidad geotécnica	Color
Unidad 01: Roca de fundación	
Unidad 02: Depósito fluvioglacial	
Unidad 03: Arcilla	
Unidad 04: Material de dique	
Unidad 05: Desmonte compactado	
Unidad 06: Desmonte suelto	
Unidad 07: Material mezcla	
Unidad 08: Relave	

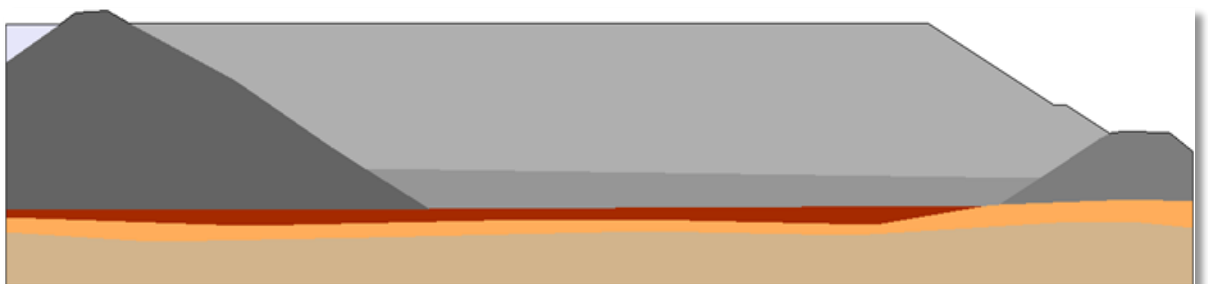
Fuente: SRK

Ilustración 4: Sección A - Cota 4621 msnm.



Fuente: SRK

Ilustración 5: Sección B – Cota 4621 msnm



Fuente: SRK

El análisis de estabilidad de taludes implica determinar el esfuerzo cortante desarrollado a lo largo de la superficie más probable de falla con la resistencia cortante del suelo, determinándose un factor de seguridad que se define como:

$$FS = \frac{\tau_f}{\tau_d}$$

Dónde:

FS: Factor de seguridad

τ_f : Resistencia cortante promedio del suelo

τ_d : Esfuerzo cortante promedio desarrollado a lo largo de la superficie potencial de falla

Para los análisis de estabilidad de taludes, se utilizó el programa de cómputo SLIDE (Rocscience), versión 2018. Este es un programa de análisis de estabilidad de taludes completamente integrado, que permite: (1) desarrollar la geometría del talud interactivamente y (2) definir los tipos y propiedades de los materiales de manera muy amigable con el usuario.

Como hipótesis del análisis se considera que las propiedades de los materiales que conforman las diferentes estructuras analizadas son homogéneas e isotrópicas y que el colapso se produciría como resultado de fallas simultáneas a lo largo de la superficie de deslizamiento. Cada material tiene sus propiedades y características físicas y mecánicas.

Para el análisis pseudo-estático se considera que la masa involucrada en la falla está sometida a una aceleración

horizontal igual a un coeficiente sísmico multiplicado por la aceleración de la gravedad, esto con el objetivo de tomar en cuenta el efecto de las fuerzas inerciales producidas por el terremoto de diseño.

Las propiedades de los materiales que intervendrán en el modelo geotécnico son las siguientes:

Tabla 9: Modelo geotécnico.

Unidad geotécnica	Peso específico (kN/m ³)	Cohesión (kPa)	Ángulo de fricción (°)
Unidad 01: Roca de fundación	22	223	25
Unidad 02: Depósito fluvio-glaciario	18	10	32
Unidad 03: Arcilla	19	5	28
Unidad 04: Material de dique	20	0	40
Unidad 05: Desmonte compactado	20	5	42
Unidad 06: Desmonte suelto	18.5	5	34
Unidad 07: Material mezcla	21	10	33
Unidad 08: Relave	19		

Fuente: Compañía Minera Chungar S.A.C.

En todas las unidades geotécnicas se utilizó el modelo constitutivo Mohr Coulomb (M-C) para realizar los análisis de estabilidad.

En la Tabla 10 se presenta un resumen de los factores de seguridad obtenidos en los análisis de estabilidad física.

Tabla 10: Factores de seguridad de los depósitos de material codispuesto.

Componente	Sección	Estático (k=0.00)	Pseudoestático (k=0.21)
DMC Esperanza a la cota 4621 msnm	A	1.719	1.100
	B	1.823	1.177

Fuente: Compañía Minera Chungar S.A.C.

A partir de los resultados obtenidos en la Tabla 8, se puede concluir que la sección presenta valores de estabilidad física para condiciones estáticas y pseudo estáticas mayores que los recomendados por el CDA y la norma peruana.

- **Manual de Control / Aseguramiento de la Calidad en Trabajos de Movimiento de Tierras**

Generalidades

En esta sección se esbozan los requerimientos de los trabajos relacionados a movimiento de tierras para la ejecución del proyecto. El Contratista ejecutará cada actividad respetando los planos y especificaciones técnicas del proyecto. Los trabajos de movimiento de tierras incluyen, pero no se limitan sólo a ello:

- **Conformación del depósito con material codispuesto (3R:1P), Limpieza**

Consiste en la remoción, transporte y disposición de arbustos, estructuras existentes y escombros.

Remoción (escarpe)

Se debe efectuar la remoción de suelo superficial hasta la profundidad indicada en los planos o como sea instruido, y debe ser lo suficiente para remover toda la basura, humus, materia vegetal, y todo o parte del suelo orgánico. La remoción de suelo debe incluir el transporte y disposición del material removido. El suelo superficial en todas las áreas de préstamo debe ser removido como sea necesario para producir un material de agregado aceptable.

Conformación del depósito (material codispuesto)

Se colocará el material codispuesto (mezcla), la cual va a ser producto de la combinación de relaves con material de préstamo (desmonte de mina o similar) en una proporción en volumen de 3 partes de relaves por 1 parte de material de préstamo.

El material de mezcla será colocado una vez compactada la superficie de fundación, en capas horizontales y uniformes de 0.35 m de espesor máximo compactado, extendiéndolo y distribuyéndolo sobre la zona de terraplén, de acuerdo a los alineamientos y cotas establecidas en los planos del proyecto.

Incluye el proceso de homogeneizado del porcentaje de humedad en el material, mediante el batido de cada capa de relleno. La operación se realizará hasta lograr uniformizar el material y la humedad contenida en él, hasta tener un óptimo contenido de humedad. A continuación, se procederá a compactar dicha capa mediante la utilización de rodillos.

Antes de colocar la siguiente capa de relleno, la supervisión deberá verificar y aprobar la compactación de la capa precedente, luego de lo cual su superficie será escarificada superficialmente para aumentar la adherencia de la capa siguiente.

Antes de iniciar la compactación deberá verificarse que el material de relleno colocado en obra tenga el óptimo contenido de humedad, permitiéndose una tolerancia de $\pm 2\%$. El óptimo

contenido de humedad será obtenido en el laboratorio mediante el ensayo de compactación Proctor Modificado. La humedad deberá mantenerse uniforme en cada capa.

Conformación de material de mezcla

La ampliación del depósito de material codispuesto se dispondrá en 4 fases (Fase A, Fase B, Fase C y Fase D).

El depósito de material codispuesto en las fases B y D se conformará con la mezcla de los relaves y el material de préstamo (desmonte de mina seleccionado) en la proporción de (3:1), eso quiere decir que son tres partes de relave filtrado y una parte de desmonte de mina:

El material mezcla deberá de tener una humedad de 12% en condiciones normales de operación, solo se aceptará una desviación mayor de 2% en la humedad del material mezcla cuando ocurra eventos extraordinarios que debe responder a una desviación de aproximadamente del 5% del proceso operacional.

El relave para la mezcla podrá tener una humedad máxima de 14% antes de iniciar el proceso de mezclado y el desmonte de mina como máximo podrá tener una humedad de 8%, la humedad residual se optimizará con el proceso de conformación llegando al momento de la medición con una humedad promedio de 12%.

En esta partida están incluidos los trabajos de conformación y compactación del material de mezcla, en conformidad con los Planos del Proyecto.

El relleno de estas estructuras estará conformado por una mezcla de relave y material de préstamo en la siguiente proporción en volumen:

- ✓ Relave (3V)
- ✓ Material de Préstamo (1V)

En esta partida están incluidos los trabajos de conformación y compactación del material de mezcla, de conformidad con los Planos del Proyecto.

Conformación de relave filtrado

La ampliación del depósito de material codispuesto se dispondrá en 4 fases (Fase A, Fase B, Fase C y Fase D).

Para las Fases A y C se colocará relave filtrado y material de desmonte de mina en capas, la compactación del relave filtrado se realizará en capas horizontales de 30 cm de espesor del material en estado suelto, tal que por cada tres capas (03) de relave filtrado se colocará una (01) capa de desmonte de mina.

En esta partida están incluidos los trabajos de conformación y compactación del relave filtrado, de conformidad con los Planos del Proyecto.

Teniendo en consideración los análisis requeridos por el cliente, se determinaron los mínimos parámetros que debería de considerarse en el relave filtrado.

La densidad seca debería de ser como mínimo de 1.8 g/cm³ y una humedad máxima de 16%.

Esto responde a los análisis de estabilidad física realizados al proyecto, otro tipo de análisis no son considerados en la presente especificación y este documento se deberá actualizar en cuanto el cliente lo requiera y siempre que se realice otro tipo de análisis más rigurosos.

Conformación de desmonte de mina

La ampliación del depósito de material codispuesto se dispondrá en 4 fases (Fase A, Fase B, Fase C y Fase D).

Para las Fases A y C se colocará relave filtrado y material de desmonte de mina en capas, la compactación del desmonte de mina se realizará en capas horizontales de 30 cm de espesor del material en estado suelto, tal que por cada tres capas (03) de relave filtrado se colocará una (01) capa de desmonte de mina.

En esta partida están incluidos los trabajos de conformación y compactación del desmonte de mina, de conformidad con los Planos del Proyecto.

El desmonte de mina será proveniente de las labores mineras o material de préstamo que presenten características similares.

De acuerdo con los ensayos históricos los desmontes de mina están clasificados según SUCS como grava mal gradada con arcilla limosa y arena (GP-GC).

La compactación del desmonte de mina se realizará en capas horizontales de 30 cm de espesor del material en estado suelto,

tal que por cada tres (03) capas de relave filtrado se colocará una (01) capa de desmonte de mina. El desmonte de mina será densificado en capas horizontales de espesor uniforme mediante el uso de rodillos compactadores vibratorios hasta alcanzar como mínimo el 90% de la máxima densidad seca del ensayo Proctor Modificado, compactado con una humedad correspondiente al 90% de la máxima densidad seca del lado seco del ensayo Proctor Modificado.

Otro requisito que deberá de cumplir el desmonte es que la humedad seleccionada del proctor modificado deberá ser el valor menor de la curva. El desmonte además deberá de tener como máximo un 10% de finos.

La colocación del desmonte de mina se realizará mediante capas horizontales de 30 cm de espesor del material en estado suelto. Por lo que el tamaño máximo de la partícula deberá de ser 6" y en condiciones extraordinarias se podrá aceptar un TM de 8".

El Contratista deberá conducir las operaciones de selección y homogenización de materiales de desmonte de mina o seleccionar los diversos tipos y clasificaciones de materiales requeridos para llevar a cabo la obra. El Contratista efectuará ensayos de Control de Calidad de las muestras extraídas del área de préstamo y determinar así el volumen de material específico existente en las áreas de préstamo.

Una vez preparado el material de relleno, se procederá a su compactación mediante pasadas sucesivas de rodillos lisos vibratorios y autopropulsados, con un peso estático mínimo de 10 toneladas. El número de pasadas del rodillo será determinado en obra y éste deberá contar con la aprobación de la Supervisión.

El traslape lateral de cada pasada del equipo de compactación no debe ser menor de 0.35 m. En los casos en que fuera requerido algún tipo de ensayo especial para el control del contenido de humedad y grado de compactación, éste será acordado con la Supervisión.

Para verificar el grado de compactación se utilizará el ensayo de densidad de campo (Norma ASTM 1556). Se efectuará un ensayo por cada 1000 m² de capa compactada y como mínimo será uno por cada capa.

El Supervisor de CQA/CQC. Para la aprobación de una capa determinada, se controlará el nivel de la plataforma con topografía y esta a su vez determinará si el nivel de la plataforma se mantiene constante.

Por cada capa compactada se realizará un protocolo en donde se verificará la humedad, porcentaje de compactación, las características del material de préstamo, relave y material mezcla, mediante el ensayo proctor modificado y se verificará que los datos de compactación de la capa estén correctamente correlacionados con los de laboratorio, si existiese

discrepancias de proceso se elevará al proyectista para la actualización de las propiedades físicas de los materiales.

Se realizará un protocolo de control por cada metro de altura de relleno compactado, en el cual se verificará la clasificación SUCS, Proctor modificado, densidad y humedad de las capas, así como observaciones importantes de la obra.

Todos los controles deberán ser aprobados por el supervisor, tendrá la conformidad del contratista y visto bueno del propietario si fuera el caso.

Teniendo en consideración las especificaciones a las frecuencias, si los resultados son positivos el Supervisor de CQA/CQC o sus representantes pueden aceptar como aprobada la capa de relleno compactada, caso contrario el Contratista deberá escarificar nuevamente y compactar hasta obtener resultados positivos.

Nota: Está totalmente prohibido ejecutar el proceso de secado de los componentes sobre la plataforma de material codispuesto, así mismo se debe evitar realizar la mezcla (relave-desmonte de mina) sobre la misma.

Conformación de los accesos

Los accesos se han diseñado para atravesar zonas de suelo y roca, por lo cual será necesario que antes de iniciar los trabajos en todos los puntos se realice un desquinche previa autorización del Supervisor.

Se trazará en progresivas el acceso diseñado y se estimara las zonas de almacenamiento temporal de los cortes obtenidos de forma que se tenga una continuidad operativa, estas zonas al término de la construcción deberán quedar libre del material acumulado en forma temporal.

➤ **Contenido del Proyecto**

El proyecto de disposición de relave y desmonte en el depósito de la relavera Esperanza considera las normas y reglamentos que se utilizan para cada tipo de estructuras, donde se ha considerado las siguientes estructuras: nivelación de cimentación, sistema de subdrenaje, codisposición de material de mezcla, caja de paso, construcción de canal de colección y obras de arte e instrumentación geotécnica.

Las consideraciones básicas utilizadas en el diseño de obras civiles fueron los siguientes:

- Asegurar que las obras civiles tengan un margen de diseño apropiado para el riesgo involucrado.
- Maximizar la seguridad.
- Minimizar los riesgos y la vulnerabilidad mediante el uso de tecnología comprobada.
- Minimizar las actividades de construcción y reducción de trabajo en el lugar de la obra.
- Limitar los gastos de capital sin disminuir los estándares de calidad.

Materiales de Construcción

a) Concreto

A menos que se indique lo contrario en los dibujos y/o planos, la resistencia a la compresión de diseño a los 28 días deberá ser las indicadas en la siguiente tabla:

Tabla 11: Resistencia a la Compresión del concreto.

Uso	f'c
Concreto simple	10 Mpa (100 kg/cm ²)
Solados	10 Mpa (100 kg/cm ²)
Canales abiertos	21 Mpa (210 kg/cm ²)
Pozas y cajas colectoras	21 Mpa (210 kg/cm ²)
Canales techados	28 Mpa (280 kg/cm ²)

Fuente: SRK

b) Cemento

ASTM C150, Tipo I para canales de coronación y tipo V para canales de cierre.

c) Acero de refuerzo

Como acero de refuerzo se usarán barras corrugadas ASTM A615, Grado 60. Este acero estará limitado a las siguientes dimensiones:

Tamaño de barra de refuerzo US N°: 4, 6, 8, 10, 11.

d) Geosintéticos

Los materiales que usar serán:

- Geotextil no tejido de 270 gr/m²
- Geomembrana HDPE de 2.0 mm de espesor
- Geonet 5 mm de espesor

Descripción del Proceso de producción y colocación del material codispuesto de relaves y desmonte

Los relaves serán provenientes de la planta de filtrado, el cual se ubica en la zona denominada Plataforma de Apilamiento. Los relaves serán apilados para secado en el área de la planta de filtrado. Luego del proceso de secado, los relaves serán transportados mediante camiones al área del depósito, en donde los relaves serán descargados, esparcidos y luego mezclados con material de préstamo en proporción de tres partes de relave con una de préstamo (desmonte de mina). Para la conformación del depósito, y después de homogenizar la mezcla, esta será compactada hasta alcanzar el 95% del Proctor modificado, para lo cual la humedad máxima de compactación de la mezcla deberá ser del 12% para la mezcla propuesta en el estudio; el cambio de mezcla obligatoriamente genera la necesidad de realizar ensayos de resistencia para verificar si los parámetros geotécnicos se encuentran en el rango del modelo geotécnico.

Para la conformación del depósito, se realizará previamente una nivelación de cimentación, removiendo materiales de baja competencia geotécnica y reemplazándolo por material granular. Además, se impermeabilizará la cimentación con geomembrana, de forma que se aislará este material de la fundación, también se construirá un sistema de subdrenaje y drenaje, los cuales estarán previstos en el manejo de agua de contacto y no contacto. Se ha

proyectado además en el depósito la instalación de instrumentación que se colocaran sobre las estructuras terminadas.

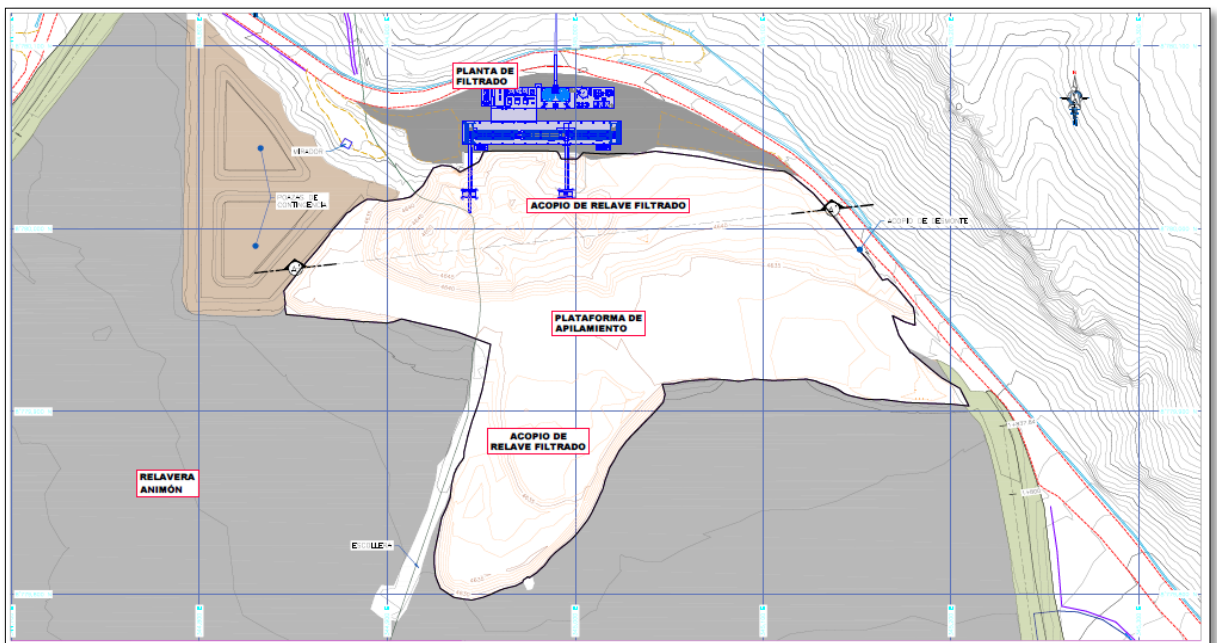
Parámetros claves por controlar durante la operación y niveles permisibles:

- ✓ Contenido mínimo de sólidos a la salida de la planta : 86%;
- ✓ Densidad mínima de compactación : 95% del Proctor
Modificado aprox. 2.10 ton/m³;
- ✓ Humedad máxima de compactación : 12%;
- ✓ Espesor máximo de capa compactada : 0.35 m
- ✓ Espesor promedio de capa compactada : 0.30 m.

Frentes de Trabajo

a) Plataforma de Apilamiento

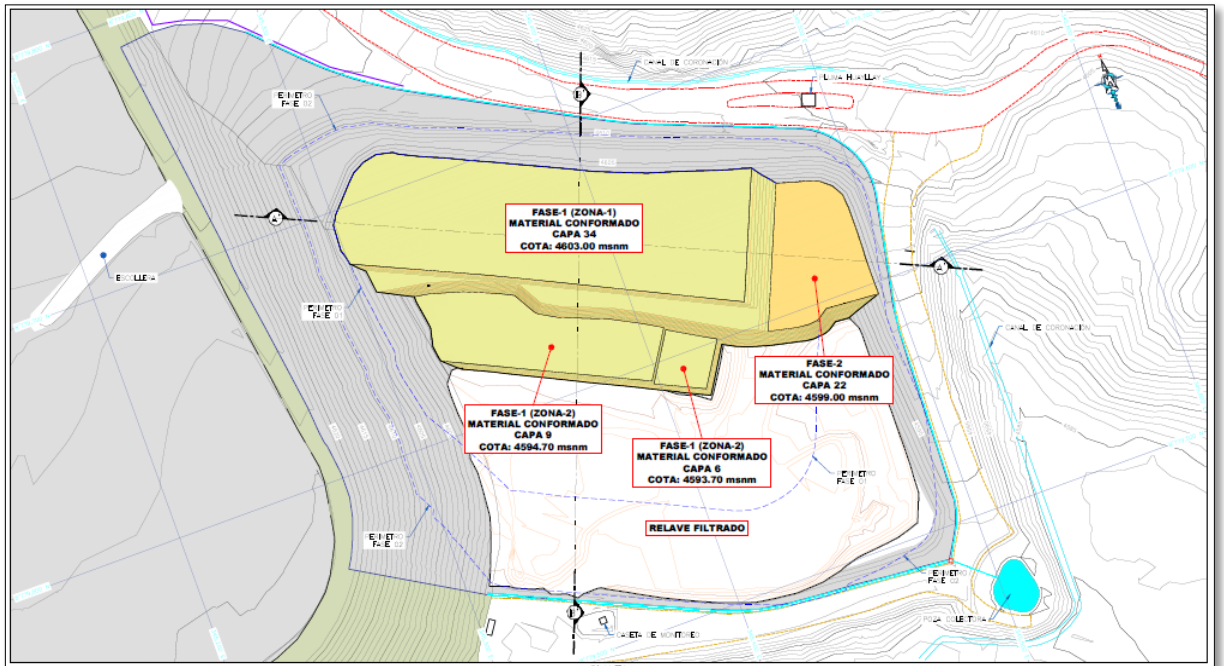
Ilustración 6: Zona denominada Plataforma de Apilamiento.



Fuente: SRK

b) Relavera Esperanza

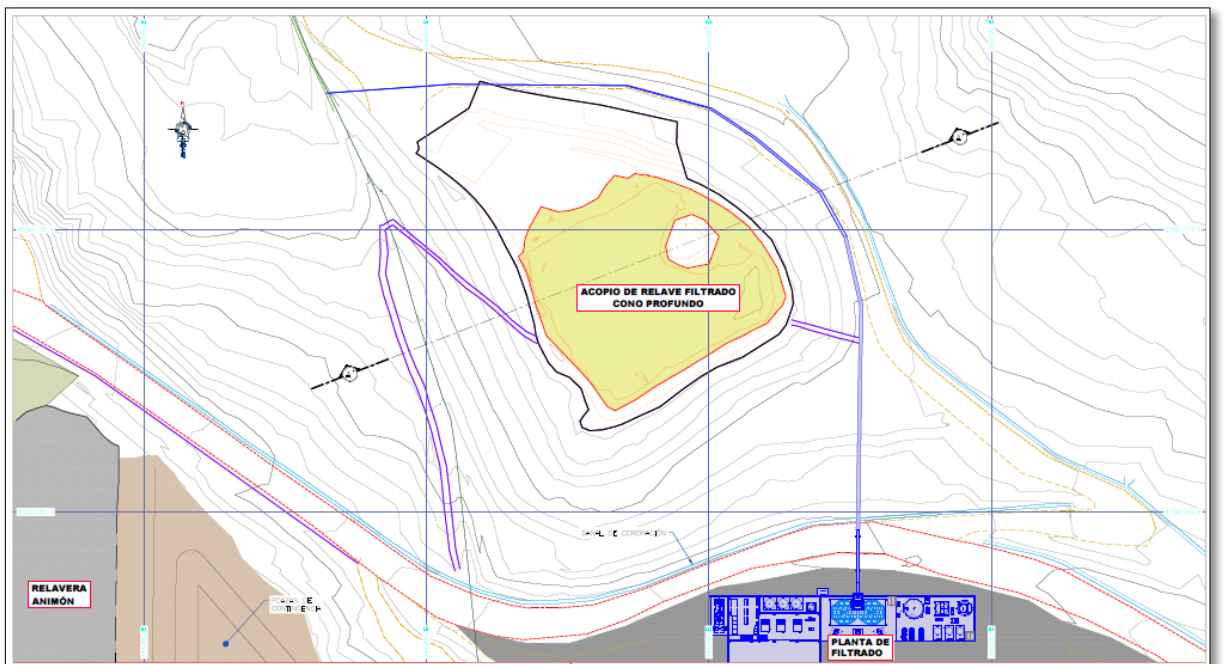
Ilustración 7: Zona denominada Relavera Esperanza.



Fuente: SRK

c) Cono Profundo

Ilustración 8: Zona denominada Cono Profundo.



Fuente: SRK

4.1.3. Desarrollo del proyecto

El área de codisposición de relaves y desmonte está conformada por las siguientes instalaciones:

- Impermeabilización
- Sistema de subdrenaje
- Sistema de drenaje
- Material codispuesto (mezcla de relaves con desmonte de mina)

El depósito de material codispuesto en Esperanza se ha proyectado construir hasta la cota 4637 msnm: 807,905 m³ de mezcla (relaves con desmonte de mina).

Estas instalaciones se muestran en la operación donde se refiere a la puesta en marcha de los componentes del proyecto donde intervienen la operación minera, el proceso constructivo desde el traslado hasta el compactado y su prueba de densidad respectiva.

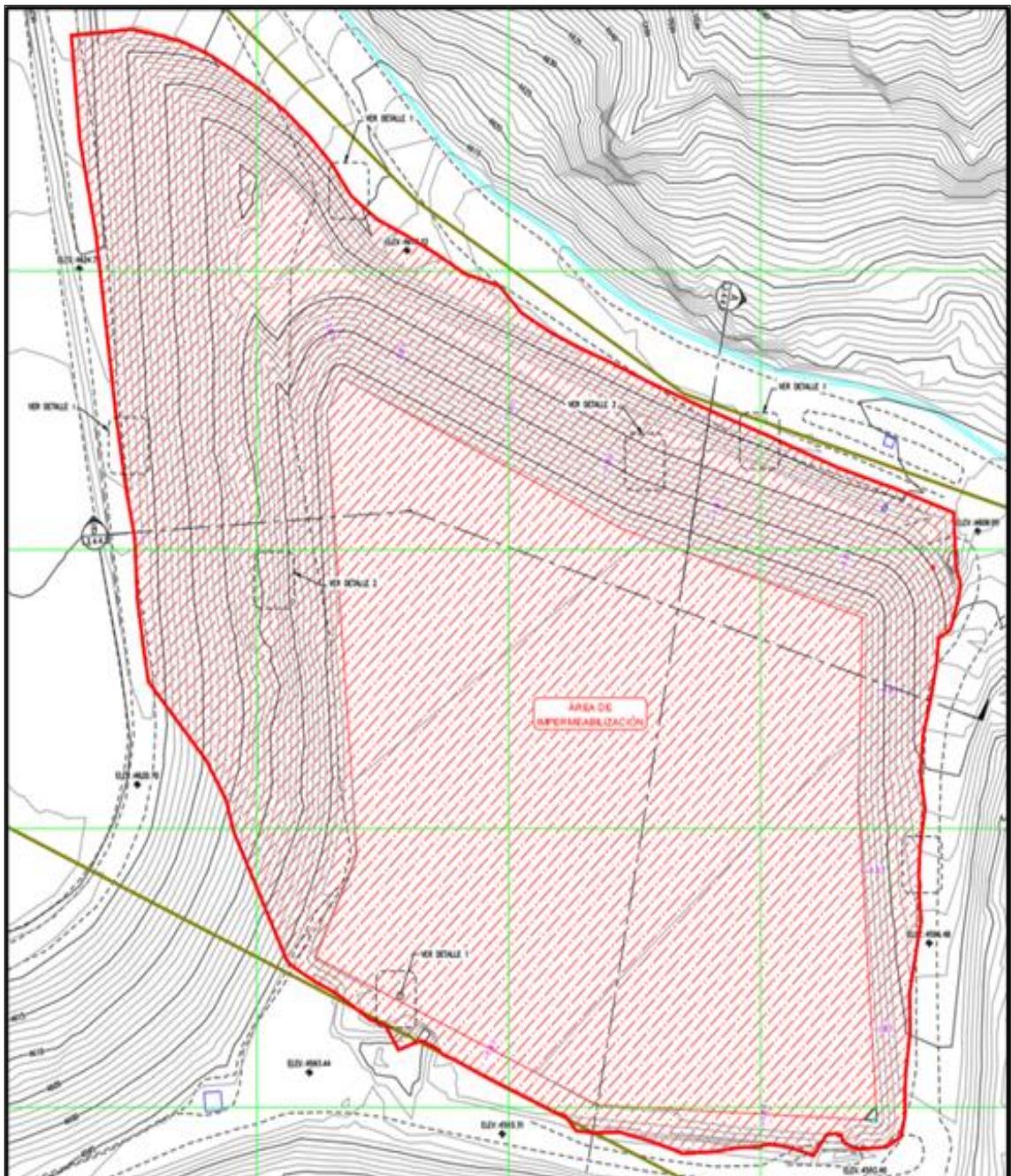
y desarrollan a continuación:

Impermeabilización

Para aislar el material a disponer, se colocará un conjunto de geosintéticos compuestos por una geomembrana HDPE 2mm y un geotextil no tejido de 270 g/m² sobre la superficie de cimentación sobre la cual se proyecta disponer relave y desmonte. Esta protección de geosintéticos evitará fugas de agua hacia el medio ambiente.

- Geomembrana HDPE 2 mm: 54,207 m²
- Geotextil no tejido 270 g/m²: 54,207 m²

Ilustración 9: Área de impermeabilización.



Fuente: SRK

Ilustración 10: Superior Izquierdo: Coneo, carguío y acarreo de material con equipo. Superior derecho: Perfilado de talud con equipo. Inferior izquierdo: Conformación de plataforma para base del vaso de la relavera. Inferior derecho: Compactado de plata



Fuente: Propia.

Ilustración 11: Superior Izquierdo: Coneo, carguío y acarreo de material con equipo. Superior derecho: Perfilado de talud con equipo. Inferior izquierdo: Conformación de plataforma para base del vaso de la relavera. Inferior derecho: Compactado de plataforma para base.



Fuente: Propia

Ilustración 12: Tendido y colocación de geotextil en zona sur de relavera. Superior derecho: Tendido y colocación de geotextil en zona sur de relavera Inferior izquierdo y derecho: Tendido y colocación de geotextil en talud zona este y base de relavera



Fuente: Propia

Ilustración 13: Colocación de geomembrana en base del vaso de relavera. Superior derecho: Tendido y colocación de geomembrana en zona sur de relavera Inferior izquierdo y derecho: Soldadura por fusión de geomembrana desplegada en base de relavera.



Fuente: Propia

Ilustración 14: Vista de la impermeabilización en la etapa final con geomembrana en el depósito de la relavera Esperanza.



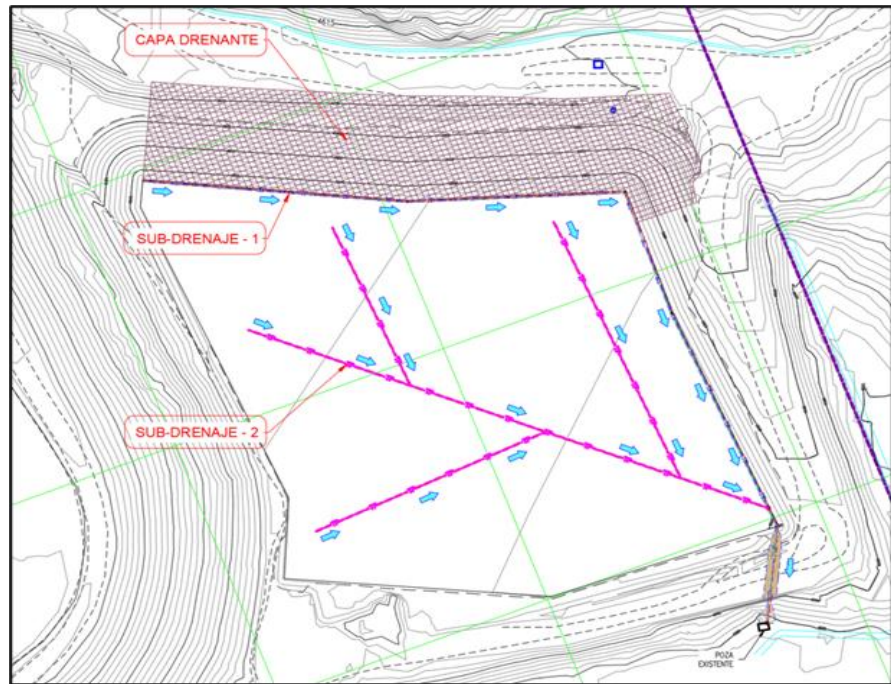
Fuente: Propia

Subdrenaje

El talud norte excavado para el mejoramiento de cimentación se revestirá con geonet biplanar de 5 mm de espesor, para evitar que cualquier flujo ingrese en el depósito proyectado. En la base de la cimentación, se colocará una secuencia de tuberías perforada y no perforada, que conducirán el flujo captado hacia una poza existente en la zona sur del depósito.

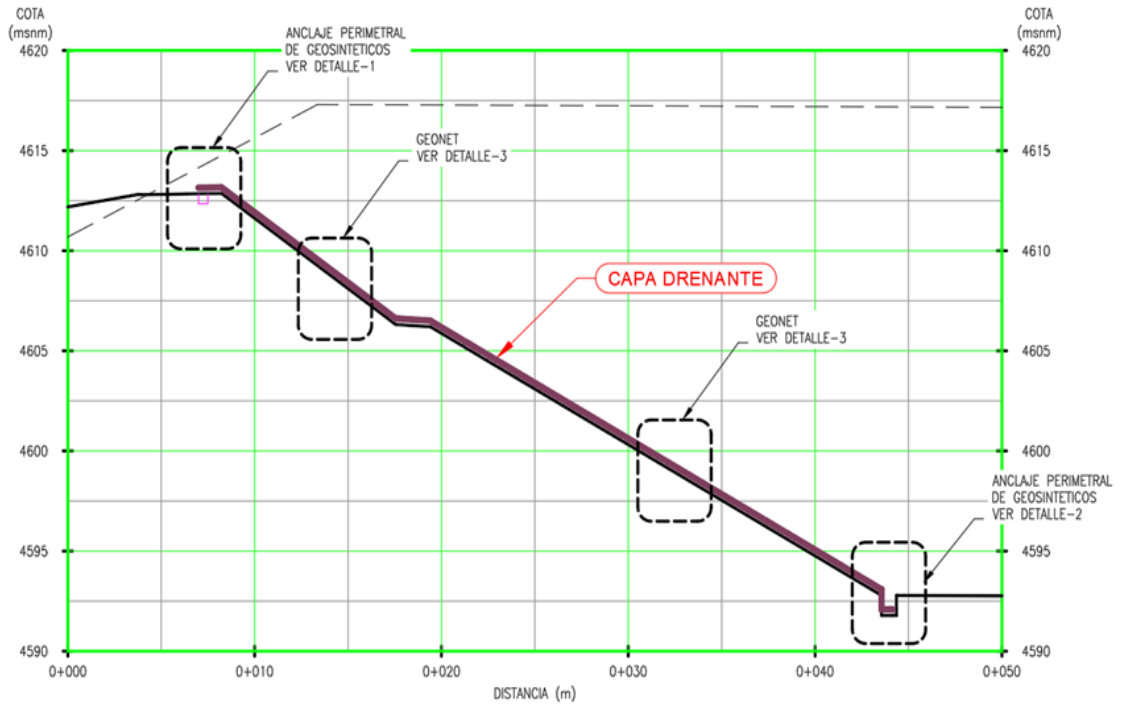
- Geonet biplanar de 5 mm : 8,495 m²
- Zanja de anclaje : 283 m
- Relleno compactado : 71 m³

Ilustración 15: Plano de instalaciones de subdrenaje.



Fuente: SRK

Ilustración 16: Vista en perfil Capa drenante tipo Geonet – Subdrenaje.



Fuente: SRK

Ilustración 17: Excavación de zanja con equipo para colocación del subdrenaje.



Fuente: Propia

Ilustración 18: Colocación e instalación de tubería para el sistema de subdrenaje.



Fuente: Propia

Ilustración 19: Perfilado de talud para colocación de capa drenante.



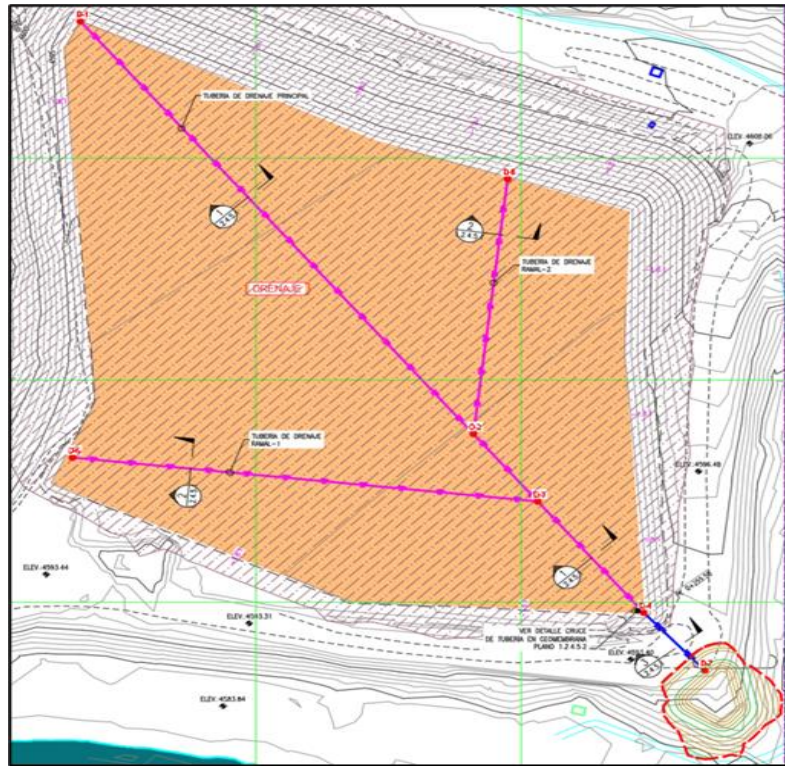
Fuente: Propia

Drenaje

Para evitar la acumulación de agua sobre la superficie impermeabilizada, se ha considerado colocar un sistema de drenaje, compuesto por tuberías perforadas distribuidas. Sobre la impermeabilización, se colocará una secuencia de tuberías perforada y no perforada, que conducirán el flujo captado hacia una poza existente en la zona sur del depósito.

- Tubería corrugada perforada 10": 256 m
- Tubería corrugada perforada 6": 219 m
- Geotextil no tejido 270 g/m²: 227 m²
- Grava drenante: 235 m³
- Zanja de tubería de conducción: 43 m
- Cama de arena: 2 m³
- Material propio: 9 m³

Ilustración 20: Plano general – Drenaje.



Fuente: SRK

Ilustración 21: Rellenado con material arena en la instalación de tubería del sistema de drenaje.



Fuente: Propia

Ilustración 22: Instalación de tubería HDPE perforada y revestida con geotextil, (del colector principal).



Fuente: Propia

Ilustración 23: Instalación e impermeabilización con geomembrana de la poza colectora del sistema de drenaje.



Fuente: Propia

Ilustración 24: Derivación de aguas de contacto a la poza colectora.



Fuente: Propia

Material codispuesto (mezcla de relaves con desmonte de mina)

Depósito de relaves

El área de depósito de relaves será la relavera Esperanza, en un área de 24498 m² o 2.4 Ha, El depósito de material codispuesto Esperanza estará constituido por una estructura principal; la codisposición de relave y desmonte en una proporción de tres (03) partes de relave con una (01) de material de préstamo (desmonte de mina).

La naturaleza de este tipo de material denominado material codispuesto o disposición permite soportar taludes inclinados en su conformación; por esa razón el diseño de este componente ha considerado con un talud de diseño interrampa de 2.4H:1V y talud de banqueta local es de 2H:1V.

Los relaves a emplearse serán provenientes de la Planta de Filtrado. Los relaves serán apilados para secado en el área de la Planta de Filtrado.

El depósito de material codispuesto de relave y desmonte será una operación de carguío de los relaves desde el área de apilamiento en el área de la Planta de Filtrado. Este carguío será mediante un cargador frontal/excavadora y será cargado en camiones de 15m³ de capacidad y con capacidad mínima de llevar carga de 30t. Se estima que la cantidad regular de camiones a utilizar será de 8 y en momentos puntuales se podría requerir de 1 camión adicional. Los relaves cargados en los camiones tendrán una humedad de 16%.

Los relaves tendrán un ciclo de carga-transporte-mezclado-desección-escarificado y compactación de 2 días como mínimo de secado hasta alcanzar un contenido de humedad menor o igual a 14%, se mezclarán los relaves con material de préstamo que ha sido establecido en el estudio. El espesor de capa máximo del depósito después de compactado deberá ser como máximo 0.35m y alcanzará un grado de compactación mínimo de 95% del Proctor modificado o a una densidad seca de compactación de 2.10t/m³ como mínimo y la humedad de compactación deberá ser como máximo 12%. El talud interrampa del depósito será en el orden de 2.4H:1V.

La mezcla de los relaves con el material de préstamo (desmonte de mina) será monitoreada geotécnicamente. Se controlará la densidad, la humedad de compactación y espesor de cada capa.

Se controlará las filtraciones captadas por el sistema de drenaje del depósito de material codispuesto.

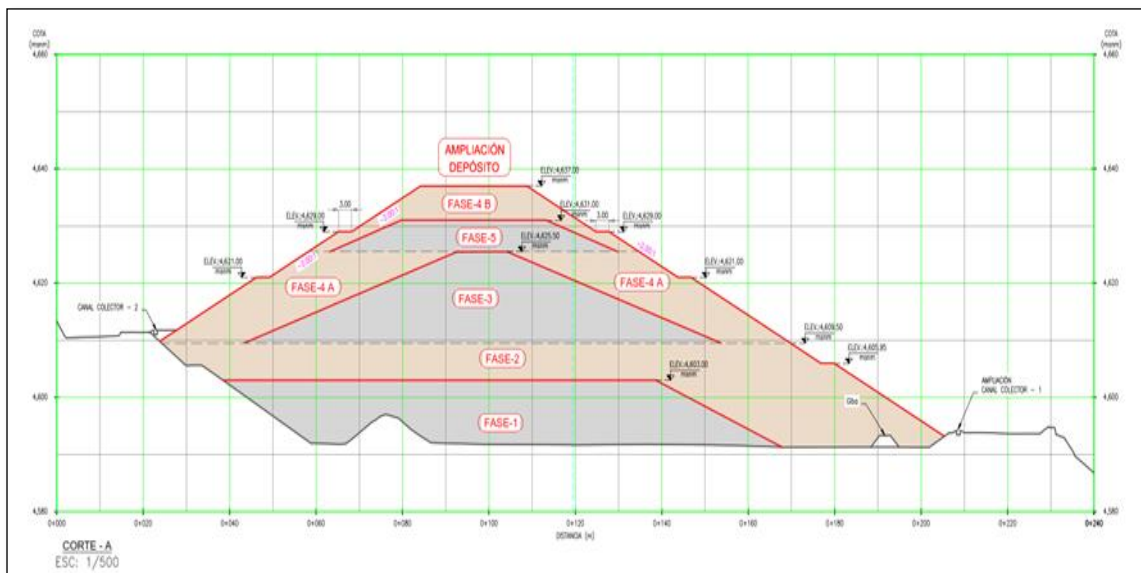
Parámetros clave para controlar durante la operación y niveles permisibles:

- Contenido mínimo de sólidos a la salida de la Planta: 86%

- Densidad mín. de compactación : 95% del Proctor Modificado (aprox 2.10t/m³)
- Humedad máx. de compactación : 12%
- Espesor máx. de compactación : 0.35m
- Espesor promedio de capa compactada : 0.30m
- Proporción de mezcla : 3:1 (relave: desmonte de mina)
- Cota superior : 4,637 msnm
- Ancho de banqueteta : 3 m
- Volumen : 588,719 m³

La ampliación del depósito de material codispuesto se dispondrá en 4 fases (Fase A, Fase B, Fase C y Fase D).

Ilustración 25: Proceso constructivo por etapas.



Fuente: Propia

Filtrado del relave

Comprende al proceso realizado por la Planta de Filtrado, mediante el cual el relave resultante obtendrá una humedad óptima de 16 %. En caso la Planta de filtrado presente alguna contingencia, el relave será evacuado a la Poza de Contingencia, ubicada al lado oeste de la relavera Animón.

Ilustración 26: Planta de filtrado de dos fajas transportadoras.



Fuente: Propia

Traslado o transporte de relave

Se refiere al transporte de relave de la planta de filtrado hacia la cancha de secado en Plataforma de Apilamiento y Cono Profundo, esta se dispondrá de acuerdo a las diferentes áreas, según sus características de humedad y granulometrías. El traslado del relave a las diferentes áreas mencionadas, se realizará mediante volquetes por las rutas actualmente establecidas y los nuevos

accesos. El relave que ha obtenido un OCH de 16% será trasladado hacia el área de cancha de mezclado, para su posterior mezclado y clasificación de OCH.

Ilustración 27: Transporte de relave filtrado con volquete hacia cancha de secado.



Fuente: Propia

Secado de relave

Para secar el relave se realizó de dos maneras; la primera es con un equipo tractor el cual remueve el relave y lo deja en una forma de surcos en una cancha de secado; la segunda es mediante equipo excavadora, este mediante sus cucharas remueve el relave, lo repalea y lo ventea de tal forma que el relave va perdiendo la humedad inicial que tiene 16%, baja a menos o igual que 14% listo para ser mezclado con el material de préstamo.

Ilustración 28: Repaleo y venteado del relave filtrado con equipo excavadora.



Fuente: Propia

Ilustración 29: Secado de relave mediante surcos y removeo con equipo tractor.



Fuente: Propia

Secado de desmonte o material de préstamo

El secado de desmonte proveniente de la explotación minera; se realizó mediante excavadora, el primero mediante su cuchara remueve el relave, lo repalea y lo ventea de tal forma que el desmonte va perdiendo la humedad inicial que tiene de 12%, baja a 8% obteniendo un OCH adecuado.

Ilustración 30: Repaleo y venteado del material de préstamo o desmonte con equipo excavadora.



Fuente: Propia

Acopio y cosechado de relave seco

Este trabajo se realizó con los equipos tractor y excavadora, el tractor acopia el relave seco mediante surcos en capas de 40 a 50 cm de espesor, una vez acopiado el relave seco se vuelve a secar removiendo y dejando en forma de

surcos. La excavadora mayormente acopia relave seco en lugares donde al tractor se le hace un poco complicado maniobrar.

Ilustración 31: Acopio y cosechado de relave filtrado seco en sistemas de surcos con tractor y conos con excavadora.



Fuente: Propia

Mezclado de relave y desmonte

Se realizó mediante la mezcla entre relave seco con un OCH óptimo y de igual manera el desmonte o material de préstamo, con una dosificación de 3:1, luego se dio vueltas o batidas con la excavadora para lograr uniformizar la mezcla, las humedades de ambos materiales en esta etapa son muy importantes ya que, si no se logra llegar a la humedad óptima para colocar, conformar y compactar en la plataforma, se tiene que cortar y volver a repetir el proceso.

Ilustración 32: Mezclado de relave y desmonte en proporción 3 en 1 con equipo excavadora.



Fuente: Propia

Escarificado en plataforma

Es un proceso en el cual se emplearon un tractor oruga y una motoniveladora, el primer equipo con su riper raya la plataforma con una profundidad no mayor de los 8cm, de igual manera la motoniveladora, el escarificado es muy importante porque permite la adherencia entre la capa que fue compactada y la capa que se está conformando.

Ilustración 33: Escarificado de plataforma con equipo motoniveladora y tractor oruga.



Fuente: Propia

Carguío, transporte y descarguío de material mezclado en la plataforma

En esta etapa el material mezclado debe contar con un OCH optimo aprobado por la supervisión y además que no debe tener piedras mayores de 8 pulgadas, ya que esto puede alterar la capa en el proceso de conformación. El descargue del material en plataforma se realizó mediante la guía de un cuadrador y supervisor de campo.

Ilustración 34: Carguío, transporte y descarguío de material mezclado con equipo volquete de 15m³.



Fuente: Propia

Conformación, nivelación en plataforma

La conformación en plataforma se realizó con el tractor y también con una motoniveladora, la nivelación por capa fue de 0.35m de espesor para un posterior compactado reduciendo 5 cm, este procedimiento va de la mano con el control de topografía.

Ilustración 35: Conformación y nivelación en plataforma con equipo motoniveladora y tractor oruga.



Fuente: Propia

Control topográfico

Durante todo el proceso de conformación de plataformas y terraplenes se tiene en cuenta la topografía, se deja plantillas en diferentes puntos para que el tractor se pueda guiar y pueda nivelar y refinar, de igual manera controlar las cotas de las capas de 30 cm y en la realización de planos topográficos de control.

Compactación en plataforma

El compactado en la plataforma se realiza con equipos rodillos de tonelaje 12T, la forma de compactado fue de lado oeste a este de la relavera, para llegar al grado de compactación, se hicieron 6 ciclos en toda la plataforma, 1 ciclo corresponde a ida y vuelta del rodillo, y el rodillo tiene que ir a una velocidad promedio de 5km/h.

Ilustración 36: Compactado de plataforma con equipo rodillo de 12 tn.



Fuente: Propia

Prueba de densidad en campo

Las pruebas de densidad en campo se realizan una vez terminada los ciclos de compactación por el rodillo, para aprobar la capa compactada esta debe tener como mínimo 95% de grado de compactación, por cada 1000 m² corresponde una prueba de densidad.

Ilustración 37: Prueba de densidad en campo - ensayo de cono de arena.



Fuente: Propia

4.2. Presentación, análisis e interpretación de resultados

4.2.1. Ensayos de laboratorio y campo:

Mediante el muestreo de muestras de relave, material de préstamo o desmonte, y mezcla proporción 3:1; extraídas diariamente de las zonas del acopio de relave filtrado seco, del acopio de desmonte y de la zona de mezclado, se determinó las características físico mecánicas del material que será conformado y compactado mediante los ensayos de laboratorio y campo; los ensayos determinaron la clasificación SUCS, el OCH optimo, el grado de compactación; estos se realizaron en el laboratorio de SRK ubicado en la Planta de Filtrado, bajo las normas de la American Society for Testing and materials (A.S.T.M).

Se describe a continuación:

- Análisis granulométrico por tamizado ASTM D-422
- Límites de consistencia ASTM D-4318
- Contenido de humedad ASTM D-2216
- Densidad máxima ASTM D-4253
- Densidad mínima ASTM D-4254
- Peso volumétrico ASTM D-2937
- Peso específico relativo de solidos ASTM D-854
- Ensayo de Proctor Modificado ASTM D-1557
- Ensayos de densidad Método del cono de arena ASTM D-1556

Clasificación de suelos

Los ensayos de laboratorio efectuados a las muestras de los materiales, considerados como representativos para la disposición y compactado de material mezclado en la relavera Esperanza, van a determinar la clasificación de los

materiales según SUCS. En general, los materiales a ser analizados, de acuerdo con la clasificación SUCS, están descritos a continuación:

- MH Limo de alta plasticidad
- ML Limos inorgánicos y arenas finas de baja plasticidad
- CL Arcillas inorgánicas de media plasticidad
- SP Arena mal graduada, arena con grava pocos finos
- SM Arena limosa
- SC Arena arcillosa
- GM Grava limosa
- GS Grava arcillosa
- GP-GM Grava mal graduada- Grava limosa
- GW Grava bien graduada
- SW Arenas bien graduadas
- GC Grava arcillosa

➤ **Ensayos del relave**

Límites de consistencia ASTM D-4318

Para la obtención del límite líquido y plástico, se extrajeron muestras representativas del relave y se analizaron en el laboratorio, se procedió a hallar las humedades de las muestras.

Límite Líquido (LL), Es el mínimo contenido de agua al cual se tiene el comportamiento semilíquido, se determina mediante el ensayo de laboratorio desarrollado por Casagrande.

Límite plástico (LP), es el máximo contenido de agua al cual se comienza a tener comportamiento plástico, se determina en laboratorio mediante el ensayo propuesto por Atterberg.

Ilustración 38: Secado de muestra de relave en el horno.



Fuente: Propia

Ilustración 39: Realización de ensayo para limite líquido con equipo Casagrande.



Fuente: Propia

Ilustración 40: Determinación de número de golpes por Casagrande.



Fuente: Propia



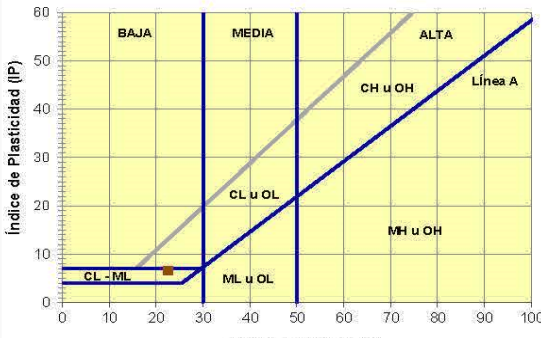
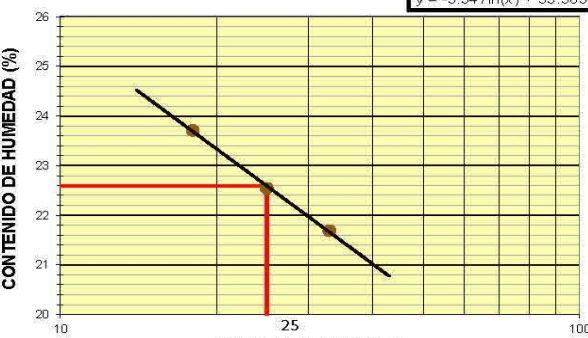
RESULTADOS: Donde el límite líquido se halló para 23 golpes.

Los límites de consistencia resultaron de la siguiente manera:

Límite líquido LL = 23.00

Límite Plástico LP = 16.00

Índice de Plasticidad IP = LL-LP = 7

		REGISTRO DE CONTROL					
		LABORATORIO - CONTROL DE CALIDAD			LAB22-SRK-20S-088-01-C		
		LÍMITES DE CONSISTENCIA (ASTM D4318)			Versión 0		
NOMBRE DEL PROYECTO: Codisposición de relave y desmonte en esperanza							
UBICACIÓN: Huayllay - Cerro de Pasco			N° REGISTRO: LAB23-SRK-M20-C-128				
CLIENTE: Compañía Minera Chungar S.A.C			FECHA DE INFORME: 07 01 2023				
COD. PROYECTO: 20-S-088-01			ENSAYADO POR:				
DATOS DE LA MUESTRA							
MATERIAL: Relave Filtrado / Animon			N° MUESTRA: M-0020				
UBICACIÓN DE MUESTRA: Faja 104			HORA DE MUESTREO: 9:20 a. m.				
N° DE MUESTRA: 1			FECHA MUESTREO: 7 01 2023				
COORDENADAS ESTE: - NORTE: - COTA: -			FECHA DE ENSAYO: 7 01 2023				
LÍMITE LÍQUIDO					MÉTODO DE ENSAYO		
ENSAYO N°	UND	1	2	3			
Recipiente N°	--	9L	11L	12L			
Peso del Recipiente + Suelo Húmedo	(g)	39.43	44.13	38.91			<input checked="" type="checkbox"/> MÉTODO A
Peso del Recipiente + Suelo Seco	(g)	34.80	38.58	33.99			<input type="checkbox"/> VÍA HÚMEDA
Peso de agua	(g)	4.63	5.55	4.92			<input type="checkbox"/> MÉTODO B
Peso del Recipiente	(g)	13.45	13.96	13.24			<input checked="" type="checkbox"/> VÍA SECA
Peso del Suelo Seco	(g)	21.35	24.62	20.75			
Porcentaje de Humedad	(%)	21.69	22.54	23.71			
N° de Golpes	--	33	25	18			
LÍMITE PLÁSTICO					EQUIPO DE PRUEBA EMPLEADO:		
ENSAYO N°	UND	1	2	3			
Recipiente N°	--	12P	14P	--			<input checked="" type="checkbox"/> Manual
Peso del Recipiente + Suelo Húmedo	(g)	20.15	16.93	--			<input type="checkbox"/> Mecánico
Peso del Recipiente + Suelo Seco	(g)	18.59	15.70	--			<input checked="" type="checkbox"/> Enrollado a Mano
Peso de agua	(g)	1.56	1.23	--			<input type="checkbox"/> Enrollado Mecánico
Peso del Recipiente	(g)	8.78	8.08	--			
Peso del Suelo Seco	(g)	9.81	7.62	--			
Porcentaje de Humedad	(%)	15.90	16.14	--			
Promedio Porcentaje de Humedad	(%)	16.02					--
					<input type="checkbox"/> Metal		
					<input checked="" type="checkbox"/> Plástico		
DETERMINACIÓN DE LÍMITE LÍQUIDO					CARTA DE PLASTICIDAD 		
$y = -3.347 \ln(x) + 33.363$							
							
CONSTANTES FÍSICAS DE LA MUESTRA							
LÍMITE LÍQUIDO	23						
LÍMITE PLÁSTICO	16						
INDICE DE PLASTICIDAD	7						
Plasticidad baja							
Descripción de la Muestra: - Arcilla limosa arenosa							
% Retenido Acum. Tamiz N° 40: 5.4 %							
OBSERVACIONES:							
--							
--							
--							

Análisis granulométrico por tamizado ASTM D-422

Se extrajeron muestras representativas del relave de la Planta de Filtrado, para luego someterlos a pruebas de análisis granulométricos, considerando una serie de mallas.

Este ensayo se realizó con la finalidad de lograr una mejor clasificación de tamaño de relave, cabe resaltar que se tendrá en cuenta hasta la malla N° 200, la cual servirá para la clasificación del material grueso y material fino del relave.

Ilustración 41: Mallas que se utilizaron para el ensayo.



Fuente: Propia

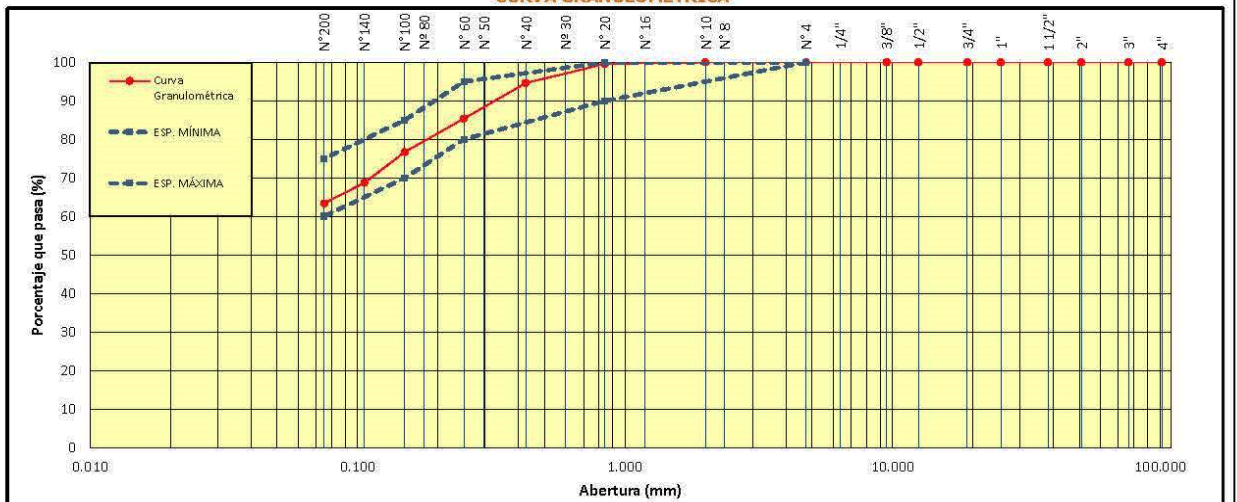
Ilustración 42: Tamizado de ensayo granulométrico.



Fuente: Propia

srk consulting		SISTEMA DE GESTION DE CALIDAD				CHUNGAR		
		LABORATORIO - CONTROL DE CALIDAD				COMPAÑIA MINERA CHUNGAR S.A.C.		
		ANALISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (ASTM D6913)				LAB22-SRK-20S-088-01-A		
						Versión 0		
NOMBRE DEL PROYECTO:		Codisposicion de relave y desmonte en esperanza				N° REGISTRO: LAB22-SRK-M105-A-128		
CLIENTE:		Huayllay - Cerro de Pasco				FECHA DE INFORME: 07 01 2023		
SUPERVISIÓN:		Compañía Minera Chungar S.A.C.				ENSAYADO POR:		
COD. PROYECTO:								
DATOS DE LA MUESTRA								
MATERIAL:		Relave Filtrado / Animon			TURNO: Día		N° MUESTRA: M-1050	
UBICACIÓN DE MUESTRA:		Faja 104		FECHA MUESTREO: 7 01 2023		PESO TOTAL SECO: 601.4 g.		
N° DE MUESTRA		1		HORA DE MUESTREO: 9:20 a. m.		TAMAÑO MÁXIMO: N° 16		
COORDENADAS		ESTE: -		NORTE: -		COTA: -		
TAMIZ (In)	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO	% RETENIDO	% ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIFICACIÓN		DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
						MIN	MAX	
5"	101.600	0.0	0.0	0.0	100.0			
4"	101.600	0.0	0.0	0.0	100.0			
3"	76.200	0.0	0.0	0.0	100.0			
2"	50.800	0.0	0.0	0.0	100.0			
1 1/2"	38.100	0.0	0.0	0.0	100.0			
1"	25.400	0.0	0.0	0.0	100.0			
3/4"	19.050	0.0	0.0	0.0	100.0			
1/2"	12.500	0.0	0.0	0.0	100.0			
3/8"	9.500	0.0	0.0	0.0	100.0			
1/4"	6.350	0.0	0.0	0.0	100.0			
N° 4	4.750	0.0	0.0	0.0	100.0	100	100	
N° 8	2.360	0.0	0.0	0.0	100.0			
N° 10	2.000	0.0	0.0	0.0	100.0			
N° 16	1.190	0.0	0.0	0.0	100.0			
N° 20	0.840	2.5	0.4	0.4	99.6	90	100	Límite Líquido (LL) : 22.5 %
N° 30	0.600	0.0	0.0	0.4	99.6			Límite Plástico (LP) : 16.0 %
N° 40	0.425	30.2	5.0	5.4	94.6			Índice de Plasticidad (IP) : 6.5 %
N° 50	0.297	0.0	0.0	5.4	94.6			
N° 60	0.250	55.1	9.2	14.6	85.4	80	95	
N° 80	0.177	52.1	8.7	23.3	76.7			
N° 100	0.150	0.0	0.0	23.3	76.7	70	85	
N° 140	0.106	49.2	8.0	31.3	68.7			
N° 200	0.075	31.7	5.3	36.6	63.4	60	75	
< N° 200	FONDO	381.6	63.4	100.0				
PORCENTAJE DE BOLONERÍA, GRAVA, ARENA Y FINOS				PESOS DE CORRECCIÓN DE SUELO				
MATERIAL > 3" :		0.0 %		PESO DE SUELO SECO > 3" :		0.0 g.		
GRAVA 3" - N° 4 :		0.0 %		PESO DE SUELO SECO < 3" :		601.4 g.		
ARENA N° 4 - N° 200 :		36.6 %		PESO DE SUELO SECO > 3/4" :		0.0 g.		
FINOS < N° 200 :		63.4 %		PESO DE SUELO SECO < 3/4" :		601.4 g.		
				PESO DE SUELO SECO > N° 4 :		0.0 g.		
				PESO DE SUELO SECO < N° 4 :		601.4 g.		
				PESO DE SUELO SECO TOTAL :		601.4 g.		
OBSERVACIONES:				MUESTRA: Fracción Seca < 3" :		0.0 g.		
La muestra obtenida para el ensayo arroja un contenido de humedad medianamente bajo, y moderado porcentaje pasante la malla n° 200, que nos indica que la muestra				MUESTRA: Fracción Seca < 3/4" :		0.0 g.		
CUMPLE, El mínimo requerido de humedad y el máximo de finos presente.				MUESTRA: Fracción Seca < N° 4 :		601.4 g.		
se ajusta el rango de los usos de acuerdo al mejoramiento del material								

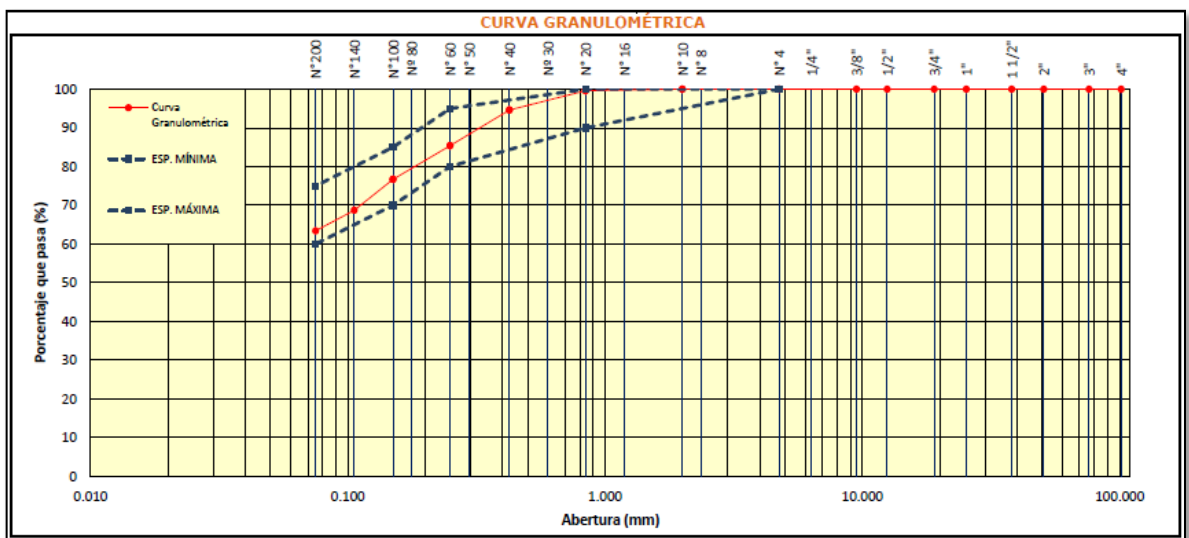
CURVA GRANULOMÉTRICA



Según el resultado del análisis granulométrico del relave, presentó las siguientes características.

PORCENTAJE DE BOLONERÍA, GRAVA, ARENA Y FINOS		
MATERIAL > 3" :	0.0	%
GRAVA 3" - Nº 4 :	0.0	%
ARENA Nº 4 - Nº 200 :	36.6	%
FINOS < Nº 200 :	63.4	%

PLASTICIDAD	
Límite Líquido (LL) :	22.5 %
Límite Plástico (LP) :	16.0 %
Índice de Plasticidad (IP) :	6.5 %
CLASIFICACIÓN	
SUCS	- Arcilla limosa arenosa
CL-ML	
AASHTO	Suelos limosos
A-4(2)	



Resultados:

Según el gráfico que se obtuvo entre el % que pasa vs mallas, la clasificación del relave según el SUCS, resulta un CL-ML, el relave es arcilla limosa arenosa.

Ensayo de Proctor modificado ASTM D-1557

Se aplicó el Método "A", según las características del material.



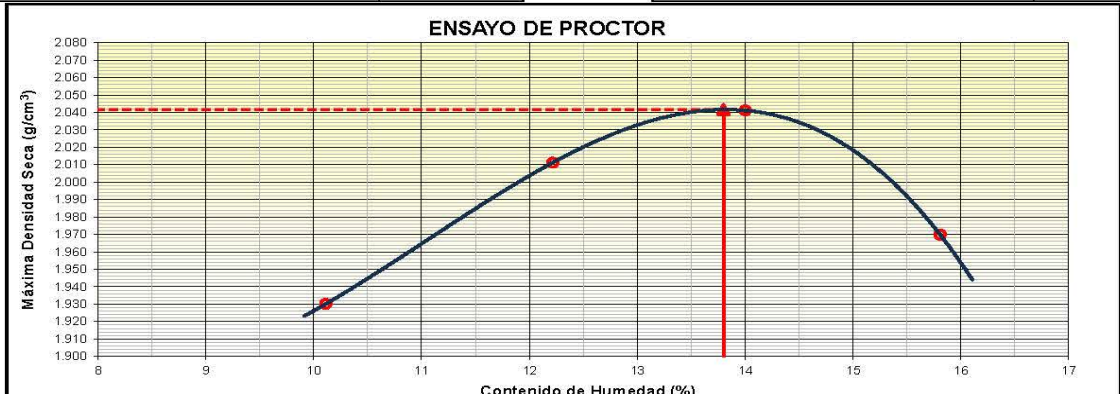
Molde, 4 pulgadas de diámetro (101,6 mm), 3873 g de peso de molde.

Material, se emplea el que pasa por el tamiz N° 4 (4.75 mm).

Cuando el 20% o menos del peso del material es retenido en

el tamiz N° 4

(4.75 mm).

		REGISTRO DE CONTROL					
		LABORATORIO - CONTROL DE CALIDAD				COMPANIA MINERA CHUNGAR S.A.C.	
		ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO (ASTM D1557)				LAB-SRK-20S-088-01-E	
NOMBRE DEL PROYECTO:		Codisposicion de relave y desmonte en esperanza				Versión 0	
CLIENTE:		Huayllay - Cerro de Pasco				N° REGISTRO: LAB-SRK-M1126-E-35	
SUPERVISIÓN:		Compañía Minera Chungar S.A.C				FECHA DE INFO 07 01 2023	
DATOS DE LA MUESTRA							
MATERIAL:		Relave Filtrado / Animon				N° MUESTRA: M-1126	
UBICACIÓN DE MUESTRA:		Faja 104					
N° DE MUESTRA		1					
COORDENADAS		ESTE: -		NORTE: -		COTA: -	
A.- COMPACTACIÓN							
ENSAYO N°	UND	1	2	3	4	5	OBSERVACIÓN
Peso del Suelo + Molde	(g)	5875	5999	6065	6022	--	--
Peso del Molde	(g)	3873	3873	3873	3873	--	--
Peso del Suelo Compactado	(g)	2002	2126	2192	2149	--	--
Volumen del Molde	(cm ³)	942	942	942	942	--	--
Densidad Húmeda	(g/cm ³)	2.125	2.257	2.327	2.281	--	--
B.- HUMEDAD							
Recipiente N°	--	T-08	T-06	T-07	T-10	--	--
Peso del Recipiente + Suelo Húmedo	(g)	987.1	943.3	1011.2	955.7	--	--
Peso del Recipiente + Suelo Seco	(g)	922.1	872.3	920.6	866.1	--	--
Peso del Agua	(g)	65.0	71.0	90.6	89.6	--	--
Peso del Recipiente	(g)	279.3	291.1	273.6	299.3	--	--
Peso de Suelo Seco	(g)	642.8	581.2	647.0	566.8	--	--
Porcentaje de Humedad	(%)	10.1	12.2	14.0	15.8	--	--
Densidad Seca	(g/cm ³)	1.930	2.011	2.041	1.970	--	--
DESCRIPCIÓN DEL ENSAYO		COMPACTACIÓN		CARACTERÍSTICAS DEL MOLDE			
Método	A	N° Capas	5	Peso (g.)	3873	N° MOLDE:	ML-002
Tipo de Molde	4"	N° Golpes	25	Volumen (cm ³)	942	Calib.:	ML-002-2022
RESULTADOS DE PROCTOR				RESULTADOS DE PROCTOR CORREGIDO			
Máxima Densidad Seca (g/cm ³)		2.042		Máxima Densidad Seca Corregido (g/cm ³)			
Óptimo Contenido de Humedad (%)		13.8		Óptimo Contenido Humedad Corregido (%)			
ENSAYO DE PROCTOR							
							
OBSERVACIONES:							
El material ensayado CUMPLE con la densidad seca mínima propuesta, 2.0 g/cm ³							
la densidad obtenida esta por encima de lo requerido.							
CORRECCIÓN POR SOBRETAMAÑO (ASTM D4718)		Aplica? (SI/NO)		NO			
Tamiz que Retiene Sobretamaños (De Acuerdo al Método de Ensayo)		--		Peso Suelo Hum+Tara (g)		--	
Gravedad Especifica Seca de los Sobretamaños, Gm		--		Peso Suelo Seco+Tara (g)		--	
Porcentaje Por Peso de la Fracción Gruesa, P _c (Retenido Acumulado Tamiz --)		--		Peso de Tara (g)		--	
Porcentaje Por Peso de la Fracción Fina, P _f (% Pasante Tamiz --)		--		Peso de Agua (g)		--	
Contenido de Humedad de la Fracción Gruesa, W _c (%)		--		Peso Fracción Gruesa S. (g)		--	
Contenido de Humedad Corregido, CHC (%)		--		Peso Unitario Máximo Seco Corregido (kN/m ³)		--	
Densidad Óptima Seca Corregida, DSC (g/cm ³)		--					

Mediante el ensayo de compactación modificado, se obtuvo lo siguiente:

Óptimo contenido de humedad (OCH) = 13.8%

Máxima densidad seca (MDS) = 2.042g/cm³.

➤ **Ensayos del desmonte**

Límites de consistencia ASTM D-4318

Para la obtención de los límites de consistencia, se extrajeron muestras representativas del material de desmonte y se analizaron en el laboratorio, se procedió a hallar las humedades de las muestras.

Ilustración 43: Secado de material desmonte en horno.



Fuente: Propia


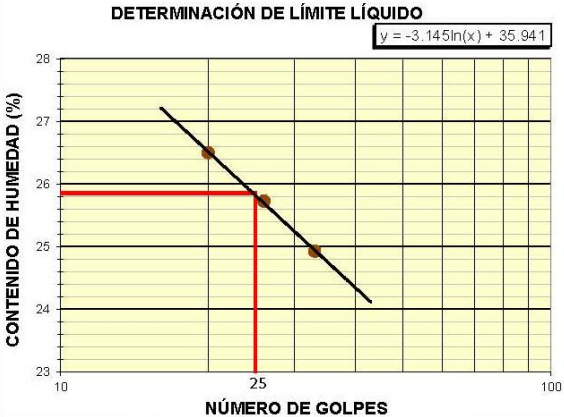
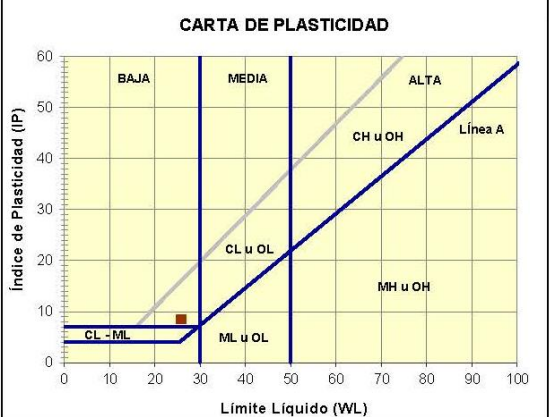
RESULTADOS: Donde el límite líquido se halló para 25 golpes.

Los límites de consistencia resultaron de la siguiente manera:

Límite líquido LL = 26.00

Límite Plástico LP = 17.00

Índice de Plasticidad IP = LL-LP = 8

	REGISTRO DE CONTROL LABORATORIO - CONTROL DE CALIDAD			CHUNGAR COMPAÑÍA MINERA CHUNGAR S.A.C.	
	LIMITES DE CONSISTENCIA (ASTM D4318)			LAB-SRK-20S-088-01-C	
				Versión 0	
NOMBRE DEL PROYECTO: Codisposicion de Relave y Desmonte en Esperanza					
UBICACIÓN: Huayllay - Cerro de Pasco			N° REGISTRO: LAB-SRK-M008-C-8		
CLIENTE: Compañía Minera Chungar S.A.C			FECHA: 10/01/2023		
DATOS DE LA MUESTRA					
MATERIAL: Material de préstamo			N° MUESTRA: M-008		
UBICACIÓN DE MUESTRA: Acopio Frente a laboratorio			TURNO: Día		
CANTERA: -					
COORDENADAS: ESTE: - NORTE: - COTA: -					
LÍMITE LÍQUIDO					
ENSAYO N°	UND	1	2	3	MÉTODO DE ENSAYO <input type="checkbox"/> MÉTODO A <input type="checkbox"/> VÍA HÚMEDA <input type="checkbox"/> MÉTODO B <input checked="" type="checkbox"/> VÍA SECA EQUIPO DE PRUEBA EMPLEADO: <input type="checkbox"/> LÍMITE LÍQUIDO Manual <input type="checkbox"/> Mecánico <input checked="" type="checkbox"/> LÍMITE PLÁSTICO Enrollado a Mano <input type="checkbox"/> Enrollado Mecánico <input checked="" type="checkbox"/> RANURADOR Metal <input type="checkbox"/> Plástico
Recipiente N°	--	10L	11L	8L	
Peso del Recipiente + Suelo Húmedo	(g)	35.22	35.18	36.01	
Peso del Recipiente + Suelo Seco	(g)	30.92	30.85	31.34	
Peso de agua	(g)	4.30	4.33	4.67	
Peso del Recipiente	(g)	13.67	14.02	13.72	
Peso del Suelo Seco	(g)	17.25	16.83	17.62	
Porcentaje de Humedad	(%)	24.93	25.73	26.50	
N° de Golpes	--	33	26	20	
LÍMITE PLÁSTICO					
ENSAYO N°	UND	1	2	3	
Recipiente N°	--	11P	8P	--	
Peso del Recipiente + Suelo Húmedo	(g)	16.11	16.27		
Peso del Recipiente + Suelo Seco	(g)	14.99	14.94		
Peso de agua	(g)	1.12	1.33		
Peso del Recipiente	(g)	8.58	7.25		
Peso del Suelo Seco	(g)	6.41	7.69		
Porcentaje de Humedad	(%)	17.47	17.30		
Promedio Porcentaje de Humedad	(%)	17.38			
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 48%;"> <p style="text-align: center;">DETERMINACIÓN DE LÍMITE LÍQUIDO</p> <p style="text-align: center;">$y = -3.145h(x) + 35.941$</p>  <p style="text-align: center;">NÚMERO DE GOLPES</p> </div> <div style="width: 48%;"> <p style="text-align: center;">CARTA DE PLASTICIDAD</p>  <p style="text-align: center;">Límite Líquido (WL)</p> </div> </div>					
CONSTANTES FÍSICAS DE LA MUESTRA					
LÍMITE LIQUIDO	26				
LÍMITE PLASTICO	17				
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	8				
Plasticidad baja					
Descripción de la Muestra: Grava Arcillosa					
% Retenido Acum. Tamiz N° 40: 66.5 %					
OBSERVACIONES:					
--					
--					
--					
--					

Análisis granulométrico por tamizado ASTM D-422

Se extrajeron muestras representativas del material de préstamo, para luego somerlos a pruebas de análisis granulométricos. Este ensayo se realizó con la finalidad de lograr una mejor clasificación de tamaño

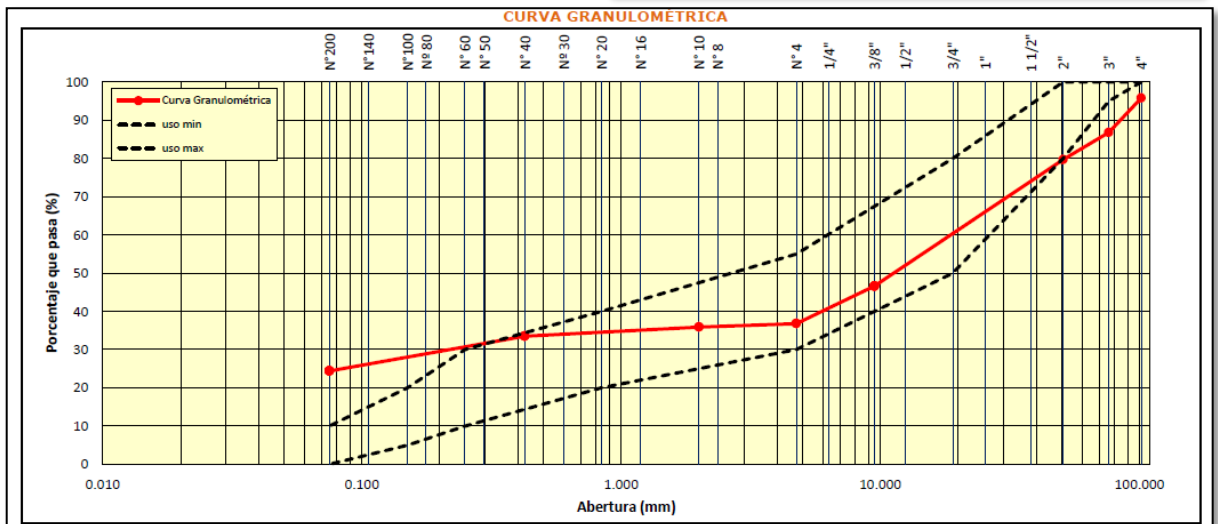
srk consulting		SISTEMA DE GESTION DE CALIDAD LABORATORIO - CONTROL DE CALIDAD						CHUNGAR COMPAÑIA MINERA CHUNGAR S.A.C.	
		ANALISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (ASTM D6913)						LAB-SRK-20S-088-01-A	
								Versión 0	
NOMBRE DEL PROYECTO:		Codisposición de Relave y Desmonte en Esperanza							
CLIENTE:		Huayllay - Cerro de Pasco						N° REGISTRO: LAB-SRK-M008-A-8	
SUPERVISIÓN:		Compañía Minera Chungar S.A.C						FECHA: 10/01/2023	
DATOS DE LA MUESTRA									
MATERIAL:		Material de préstamo				CALICATA:		N° MUESTRA: M-008	
UBICACIÓN DE MUESTRA:		Acopio Frente a laboratorio				PROF:		PESO TOTAL SECO: 50023.0 g.	
CANTERA:		-				TURNO: Día		TAMAÑO MÁXIMO: 5"	
COORDENADAS:		ESTE: -				NORTE: -		COTA: -	
TAMIZ (In)	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO	% RETENIDO	% ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIFICACIÓN		DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	
						MIN	MAX		
5"	101.600	0.0	0.0	0.0	100.0				
4"	101.600	2,115.0	4.2	4.2	95.8	100	100		
3"	76.200	4,502.0	9.0	13.2	86.8	95	100		
2"	50.800	3,541.0	7.1	20.3	79.7	80	100		
1 1/2"	38.100	2,905.0	5.8	26.1	73.9				
1"	25.400	4,122.0	8.2	34.3	65.7				
3/4"	19.050	2,516.0	5.0	39.3	60.7	50	80		
1/2"	12.500	4,360.0	8.7	48.0	52.0				
3/8"	9.500	2,677.0	5.4	53.4	46.6				
1/4"	6.350	0.0	0.0	53.4	46.6				
N° 4	4.750	4,899.0	9.8	63.2	36.8	30	55		
N° 8	2.360	0.0	0.0	63.2	36.8				
N° 10	2.000	22.1	0.9	64.1	35.9				
N° 16	1.190	0.0	0.0	64.1	35.9				
N° 20	0.840	20.2	0.8	64.9	35.1	20	40		
N° 30	0.600	0.0	0.0	64.9	35.1				
N° 40	0.425	40.2	1.6	66.5	33.5				
N° 50	0.297	0.0	0.0	66.5	33.5				
N° 60	0.250	66.0	2.7	69.2	30.8	10	30		
N° 80	0.177	48.2	2.0	71.2	28.8				
N° 100	0.150	0.0	0.0	71.2	28.8	5	20		
N° 140	0.106	70.1	2.9	74.1	25.9				
N° 200	0.075	36.8	1.5	75.6	24.4	0	10		
< N° 200	FONDO	596.4	24.4	100.0					
PORCENTAJE DE BOLONERÍA, GRAVA, ARENA Y FINOS					PESOS DE CORRECCIÓN DE SUELO				
MATERIAL > 3" : 13.2 %					PESO DE SUELO SECO > 3" : 6,617.0 g.				
GRAVA 3" - N° 4 : 50.0 %					PESO DE SUELO SECO < 3" : 11,769.0 g.				
ARENA N° 4 - N° 200 : 12.4 %					PESO DE SUELO SECO > 3/4" : 19,701.0 g.				
FINOS < N° 200 : 24.4 %					PESO DE SUELO SECO < 3/4" : 30,322.0 g.				
OBSERVACIONES:					PESO DE SUELO SECO > N° 4 : 31,637.0 g.				
la granulometria NO CUMPLE con los minimos requeridos para la construccion					PESO DE SUELO SECO < N° 4 : 18,386.0 g.				
					PESO DE SUELO SECO TOTAL : 50,023.0 g.				
					MUESTRA: Fracción Seca < 3" : 0.0 g.				
					MUESTRA: Fracción Seca < 3/4" : 0.0 g.				
					MUESTRA: Fracción Seca < N° 4 : 900.0 g.				
CURVA GRANULOMÉTRICA									

de material de préstamo, cabe resaltar que se tendrá en cuenta hasta *la malla N° 200, la cual servirá para la clasificación del material grueso.

Según el resultado del análisis granulométrico del material de préstamo, presentó las siguientes características.

PORCENTAJE DE BOLONERIA, GRAVA, ARENA Y FINOS		
MATERIAL > 3" :	13.2	%
GRAVA 3" - N° 4 :	50.0	%
ARENA N° 4 - N° 200 :	12.4	%
FINOS < N° 200 :	24.4	%

PLASTICIDAD	
Límite Líquido (LL) :	25.9 %
Límite Plástico (LP) :	17.4 %
Índice de Plasticidad (IP) :	8.5 %
CLASIFICACIÓN	
SUCS	Grava Arcillosa
GC	
AASHTO	Grava y arena, limosos o arcillosos
A-2-4(0)	



Resultados:

Según el gráfico que se obtuvo entre el % que pasa vs mallas, la clasificación del material de préstamo según el SUCS, resulta, grava arcillosa.



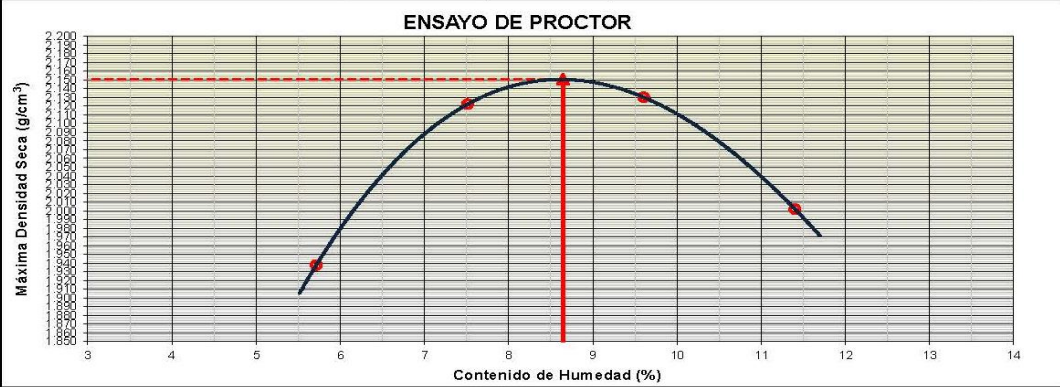
Ensayo de Proctor modificado ASTM D-1557

Se aplicó el Método "A", según las características del material.

Molde, 4 pulgadas de diámetro (101,6 mm), 3873 g de peso de molde.

Material, se emplea el que pasa por el tamiz N° 4 (4.75 mm).

Cuando el 20% o menos del peso del material es retenido en el tamiz N° 4 (4.75 mm).

		REGISTRO DE CONTROL					
		LABORATORIO - CONTROL DE CALIDAD				LAB-SRK-20S-088-01-E	
		ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO (ASTM D1557)				Versión 0	
NOMBRE DEL PROYECTO:		Codisposición de Relave y Desmonte en Esperanza				N° REGISTRO: LAB-SRK-M008-E-8	
CLIENTE:		Huayllay - Cerro de Pasco				FECHA: 10/01/2023	
SUPERVISIÓN:		Compañía Minera Chungar S.A.C					
DATOS DE LA MUESTRA							
MATERIAL:		Material de préstamo				N° MUESTRA: M-008	
UBICACIÓN DE MUESTRA:		Acopio Frente a laboratorio					
CANTERA:		-					
COORDENADAS:		ESTE: -		NORTE: -		COTA: -	
A.- COMPACTACIÓN							
ENSAYO N°	UND	1	2	3	4	5	OBSERVACIÓN
Peso del Suelo + Molde	(g)	10977	11470	11582	11361	--	--
Peso del Molde	(g)	6651	6651	6651	6651	--	--
Peso del Suelo Compactado	(g)	4326	4819	4931	4710	--	--
Volumen del Molde	(cm ³)	2112	2112	2112	2112	--	--
Densidad Húmeda	(g/cm ³)	2.048	2.282	2.335	2.230	--	--
B.- HUMEDAD							
Recipiente N°		T-06	T-05	T-08	T-11	--	--
Peso del Recipiente + Suelo Húmedo	(g)	896.3	912.3	944.6	951.1	--	--
Peso del Recipiente + Suelo Seco	(g)	857.3	862.6	886.3	884.7	--	--
Peso del Agua	(g)	39.0	49.7	58.3	66.4	--	--
Peso del Recipiente	(g)	174.8	201.2	279.1	302.2	--	--
Peso de Suelo Seco	(g)	682.5	661.4	607.2	582.5	--	--
Porcentaje de Humedad	(%)	5.7	7.5	9.6	11.4	--	--
Densidad Seca	(g/cm ³)	1.938	2.122	2.130	2.002	--	--
DESCRIPCIÓN DEL ENSAYO		COMPACTACIÓN		CARACTERÍSTICAS DEL MOLDE			
Método	c	N° Capas	5	Peso (g.)	6651	N° MOLDE:	ML-002
Tipo de Molde	6"	N° Golpes	56	Volumen (cm ³)	2112		
RESULTADOS DE PROCTOR				RESULTADOS DE PROCTOR CORREGIDO			
Máxima Densidad Seca (g/cm ³)		2.151		Máxima Densidad Seca Corregido (g/cm ³)		2.306	
Óptimo Contenido de Humedad (%)		8.6		Óptimo Contenido Humedad Corregido (%)		6.2	
ENSAYO DE PROCTOR							
							
OBSERVACIONES:							
--							
--							
CORRECCIÓN POR SOBRETAMAÑO (ASTM D4718)		Aplica? (SI/NO)	SI				
Tamiz que Retiene Sobretamaños (De Acuerdo al Método de Ensayo)			3/4"	Peso Suelo Hum+Tara (g)	--		
Gravedad Específica Seca de los Sobretamaños, Gm			2.598	Peso Suelo Seco+Tara (g)	--		
Porcentaje Por Peso de la Fracción Gruesa, P _c (Retenido Acumulado Tamiz 3/4")			39.3	Peso de Tara (g)	--		
Porcentaje Por Peso de la Fracción Fina, P _f (% Pasante Tamiz 3/4")			60.7	Peso de Agua (g)	--		
Contenido de Humedad de la Fracción Gruesa, W _c (%)			2.4	Peso Fracción Gruesa S. (g)	--		
Contenido de Humedad Corregido, CHC (%)			6.2	Peso Unitario Máximo Seco Corregido (KN/m ³)	22.6		
Densidad Óptima Seca Corregida, DSC (g/cm ³)			2.306				

Mediante el ensayo de compactación modificado, se obtuvo lo siguiente:

Óptimo contenido de humedad (OCH) = 8.6%

Máxima densidad seca (MDS) = 2.151g/cm³.

Ensayo de corrección por sobre tamaño ASTM D-4718

	REGISTRO DE CONTROL		CHUNGAR																																		
	LABORATORIO - CONTROL DE CALIDAD		COMPAÑÍA MINERA CHUNGAR S.A.C.																																		
	ENSAYO DE CORRECCIÓN POR SOBRETAMAÑO (ASTM D4718)		LAB-SRK-205-088-01-E																																		
		Versión 0																																			
NOMBRE DEL PROYECTO: Codisposición de Relave y Desmonte en Esperanza																																					
CLIENTE: Huayllay - Cerro de Pasco			N° REGISTRO: LAB-SRK-M008-E-8																																		
SUPERVISIÓN: Compañía Minera Chungar S.A.C			FECHA: 10/01/2023																																		
DATOS DE LA MUESTRA																																					
MATERIAL: Material de préstamo			N° MUESTRA: M-008																																		
UBICACIÓN DE MUESTRA: Acopio Frente a laboratorio																																					
CANTERA: -																																					
COORDENADAS:		ESTE: -	NORTE: -	COTA: -																																	
A. CORRECCIÓN PARA EL CONTENIDO DE HUMEDAD: MUESTRA TOTAL																																					
<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 60%;">Pc = Porcentaje Retenido en la Malla 3/4":</td> <td style="text-align: right;">39.3</td> <td style="text-align: right;">%</td> </tr> <tr> <td>Wc= Contenido de Humedad:</td> <td style="text-align: right;">2.4</td> <td style="text-align: right;">%</td> </tr> <tr> <td>Pf = Porcentaje Pasante en la Malla 3/4":</td> <td style="text-align: right;">60.7</td> <td style="text-align: right;">%</td> </tr> <tr> <td>Wf= Óptimo Contenido de Humedad:</td> <td style="text-align: right;">8.6</td> <td style="text-align: right;">%</td> </tr> <tr> <td colspan="3"> </td> </tr> <tr> <td>CHC = [8.6 * 60.7 + (2.4 * 39.3)] / 100</td> <td colspan="2"></td> </tr> <tr> <td>CHC = [(Wf * Pf + (Wc * Pc))] / 100</td> <td colspan="2"></td> </tr> <tr> <td> </td> <td colspan="2"></td> </tr> <tr> <td>CHC = Contenido de Humedad Corregido:</td> <td style="text-align: right;">6.2</td> <td style="text-align: right;">%</td> </tr> </table>					Pc = Porcentaje Retenido en la Malla 3/4":	39.3	%	Wc= Contenido de Humedad:	2.4	%	Pf = Porcentaje Pasante en la Malla 3/4":	60.7	%	Wf= Óptimo Contenido de Humedad:	8.6	%	 			CHC = [8.6 * 60.7 + (2.4 * 39.3)] / 100			CHC = [(Wf * Pf + (Wc * Pc))] / 100			 			CHC = Contenido de Humedad Corregido:	6.2	%						
Pc = Porcentaje Retenido en la Malla 3/4":	39.3	%																																			
Wc= Contenido de Humedad:	2.4	%																																			
Pf = Porcentaje Pasante en la Malla 3/4":	60.7	%																																			
Wf= Óptimo Contenido de Humedad:	8.6	%																																			
CHC = [8.6 * 60.7 + (2.4 * 39.3)] / 100																																					
CHC = [(Wf * Pf + (Wc * Pc))] / 100																																					
CHC = Contenido de Humedad Corregido:	6.2	%																																			
B. CORRECCIÓN PARA LA MÁXIMA DENSIDAD SECA: MUESTRA TOTAL																																					
<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 60%;">DSC = Máxima Densidad Seca Corregida:</td> <td style="text-align: right;">2.306</td> <td style="text-align: right;">g/cm3</td> </tr> <tr> <td>Df = Máxima Densidad Seca (Sin Corregir):</td> <td style="text-align: right;">2.151</td> <td style="text-align: right;">g/cm3</td> </tr> <tr> <td>Gm = Peso Específico de la Grava:</td> <td style="text-align: right;">2.598</td> <td style="text-align: right;">g/cm3</td> </tr> <tr> <td>Dw = Peso Unitario de Agua:</td> <td style="text-align: right;">0.9995</td> <td style="text-align: right;">g/cm3</td> </tr> <tr> <td>Pc = Porcentaje Retenido en la Malla 3/4":</td> <td style="text-align: right;">39.3</td> <td style="text-align: right;">%</td> </tr> <tr> <td>Pf = Porcentaje Pasante en la Malla 3/4":</td> <td style="text-align: right;">60.7</td> <td style="text-align: right;">%</td> </tr> <tr> <td colspan="3"> </td> </tr> <tr> <td>DSC = [100 * (2.151) * (2.598) * (0.99950994)] / [(2.151 * 39.3) + (2.598 * 0.99950994 * 60.7)]</td> <td colspan="2"></td> </tr> <tr> <td>DCS = [100 * (Df) * (Gm) * (Dw)] / [(Df * Pc) + (Gm * Dw * Pf)]</td> <td colspan="2"></td> </tr> <tr> <td> </td> <td colspan="2"></td> </tr> <tr> <td>DSC = Máxima Densidad Seca Corregida:</td> <td style="text-align: right;">2.306</td> <td></td> </tr> </table>					DSC = Máxima Densidad Seca Corregida:	2.306	g/cm3	Df = Máxima Densidad Seca (Sin Corregir):	2.151	g/cm3	Gm = Peso Específico de la Grava:	2.598	g/cm3	Dw = Peso Unitario de Agua:	0.9995	g/cm3	Pc = Porcentaje Retenido en la Malla 3/4":	39.3	%	Pf = Porcentaje Pasante en la Malla 3/4":	60.7	%	 			DSC = [100 * (2.151) * (2.598) * (0.99950994)] / [(2.151 * 39.3) + (2.598 * 0.99950994 * 60.7)]			DCS = [100 * (Df) * (Gm) * (Dw)] / [(Df * Pc) + (Gm * Dw * Pf)]			 			DSC = Máxima Densidad Seca Corregida:	2.306	
DSC = Máxima Densidad Seca Corregida:	2.306	g/cm3																																			
Df = Máxima Densidad Seca (Sin Corregir):	2.151	g/cm3																																			
Gm = Peso Específico de la Grava:	2.598	g/cm3																																			
Dw = Peso Unitario de Agua:	0.9995	g/cm3																																			
Pc = Porcentaje Retenido en la Malla 3/4":	39.3	%																																			
Pf = Porcentaje Pasante en la Malla 3/4":	60.7	%																																			
DSC = [100 * (2.151) * (2.598) * (0.99950994)] / [(2.151 * 39.3) + (2.598 * 0.99950994 * 60.7)]																																					
DCS = [100 * (Df) * (Gm) * (Dw)] / [(Df * Pc) + (Gm * Dw * Pf)]																																					
DSC = Máxima Densidad Seca Corregida:	2.306																																				
C. RESULTADOS DEL ENSAYO:																																					
<table border="1" style="margin: auto; border-collapse: collapse;"> <tr> <th colspan="2" style="text-align: center;">CORRECCIÓN DEL PROCTOR MODIFICADO POR SOBRETAMAÑO</th> </tr> <tr> <td style="width: 70%;">Contenido de Humedad Corregido (%):</td> <td style="text-align: center;">6.2</td> </tr> <tr> <td>Máxima Densidad Seca Corregida (g/cm3):</td> <td style="text-align: center;">2.306</td> </tr> </table>					CORRECCIÓN DEL PROCTOR MODIFICADO POR SOBRETAMAÑO		Contenido de Humedad Corregido (%):	6.2	Máxima Densidad Seca Corregida (g/cm3):	2.306																											
CORRECCIÓN DEL PROCTOR MODIFICADO POR SOBRETAMAÑO																																					
Contenido de Humedad Corregido (%):	6.2																																				
Máxima Densidad Seca Corregida (g/cm3):	2.306																																				

Ensayo de peso específico y absorción del agregado grueso ASTM C-

127

	SISTEMA DE GESTIÓN DE CALIDAD		CHUNGAR		
	LABORATORIO - CONTROL DE CALIDAD		COMPAÑÍA MINERA CHUNGAR S.A.C.		
	PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO GRUESO (ASTM C127)		LAB-SRK-205-088-01-J		
		Versión 0			
NOMBRE DEL PROYECTO: Codisposición de Relave y Desmonte en Esperanza					
CLIENTE: Huayllay - Cerro de Pasco			N° REGISTRO: LAB-SRK-M008-J-8		
SUPERVISIÓN: Compañía Minera Chungar S.A.C			FECHA: 10/01/2023		
DATOS DE LA MUESTRA					
MATERIAL: Material de préstamo			N° MUESTRA: M-008		
UBICACIÓN DE MUESTRA: Acopio Frente a laboratorio					
CANTERA: -					
COORDENADAS:		ESTE: -	NORTE: -	COTA: -	
ENSAYO N°	UND	1	2	PROMEDIO	
Peso del Agregado Saturado Superficial Seco	(g)	5362.0	5289.0	--	
Peso del Agregado Sumergido	(g)	3300.0	3251.0	--	
Temperatura del Agua	(°C)	24.1	24.1	--	
Volumen de Masa + Volumen de Vacíos	(g)	2062.0	2038.0	--	
Peso del Agregado Seco	(g)	5246.0	5180.0	--	
Volumen de Masa	(g)	1946.0	1929.0	--	
Gravedad Específica BULK	(g/cc)	2.544	2.542	2.543	
Gravedad Específica BULK (S.S.S.)	(g/cc)	2.600	2.595	2.598	
Peso Específico Aparente	(g/cc)	2.696	2.685	2.691	
Absorción	(%)	2.21	2.10	2.16	

➤ **Ensayos de material mezclado**

Límites de consistencia ASTM D-4318

Para la obtención de los límites de consistencia, se extrajeron muestras representativas de la mezcla 3R:1P; 3 Relave y 1 de Préstamo y que se analizó en el laboratorio, se procedió a hallar, las humedades de las muestras.


RESULTADOS: Donde el límite líquido se halló para 25 golpes.

Los límites de consistencia resultaron de la siguiente manera:

Límite líquido LL = 23.00

Límite Plástico LP = 17.00

Índice de Plasticidad IP = LL-LP = 7

	REGISTRO DE CONTROL	CHUNGAR <small>COMPAÑIA MINERA CHUNGAR S.A.C.</small>			
	LABORATORIO - CONTROL DE CALIDAD				
	LIMITES DE CONSISTENCIA (ASTM D4318)				
		LAB-SRK-20S-088-01-C			
NOMBRE DEL PROYECTO: Codisposicion de Relave y Desmonte en Esperanza		Versión 0			
UBICACIÓN: Huayllay - Cerro de Pasco	N° REGISTRO: LAB-SRK-M011-C-11				
CLIENTE: Compañía Minera Chungar S.A.C	FECHA: 14/01/2023				
DATOS DE LA MUESTRA					
MATERIAL: Mezcla 3-1 (3 de Relave 1 Material de prestamo)	N° MUESTRA: M-011				
UBICACIÓN DE MUESTRA: Plataforma de mezclado - co disposicion	TURNO: Día				
CANTERA: Material de prestamo / Relave filtrado					
COORDENADAS: ESTE: - NORTE: - COTA: -					
LÍMITE LÍQUIDO					
ENSAYO N°	UND	1	2	3	MÉTODO DE ENSAYO <input checked="" type="checkbox"/> MÉTODO A <input type="checkbox"/> VÍA HÚMEDA <input type="checkbox"/> MÉTODO B <input checked="" type="checkbox"/> VÍA SECA EQUIPO DE PRUEBA EMPLEADO: <input type="checkbox"/> LÍMITE LÍQUIDO <input checked="" type="checkbox"/> Manual <input type="checkbox"/> Mecánico <input checked="" type="checkbox"/> LÍMITE PLÁSTICO <input checked="" type="checkbox"/> Enrollado a Mano <input type="checkbox"/> Enrollado Mecánico <input type="checkbox"/> RANURADOR <input checked="" type="checkbox"/> Metal <input type="checkbox"/> Plástico
Recipiente N°	--	15L	14L	12L	
Peso del Recipiente + Suelo Húmedo	(g)	37.51	37.44	36.62	
Peso del Recipiente + Suelo Seco	(g)	33.27	32.99	32.04	
Peso de agua	(g)	4.24	4.45	4.58	
Peso del Recipiente	(g)	14.60	14.04	13.24	
Peso del Suelo Seco	(g)	18.67	18.95	18.80	
Porcentaje de Humedad	(%)	22.71	23.48	24.36	
N° de Golpes	--	33	25	17	
LÍMITE PLÁSTICO					
ENSAYO N°	UND	1	2	3	
Recipiente N°	--	12P	14P	--	
Peso del Recipiente + Suelo Húmedo	(g)	16.20	16.52		
Peso del Recipiente + Suelo Seco	(g)	15.12	15.30		
Peso de agua	(g)	1.08	1.22		
Peso del Recipiente	(g)	8.78	8.08		
Peso del Suelo Seco	(g)	6.34	7.22		
Porcentaje de Humedad	(%)	17.03	16.90		
Promedio Porcentaje de Humedad	(%)	16.97			

CONSTANTES FÍSICAS DE LA MUESTRA	
LÍMITE LIQUIDO	23
LÍMITE PLASTICO	17
INDICE DE PLASTICIDAD	7
Plasticidad baja	

Descripción de la Muestra: - Arcilla limosa arenosa con grava

% Retenido Acum. Tamiz N° 40: 28.4 %

OBSERVACIONES:

--

--

--

--

Análisis granulométrico por tamizado ASTM D-422

Se extrajo la muestra representativa del material mezclado proporción 3:1, para luego someterlos a pruebas de análisis

srk consulting		SISTEMA DE GESTIÓN DE CALIDAD				CHUNGAR		
		LABORATORIO - CONTROL DE CALIDAD				COMPAÑÍA MINERA CHUNGAR S.A.C.		
		ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (ASTM D6913)				LAB-SRK-20S-088-01-A		
		Versión 0						
NOMBRE DEL PROYECTO:		Codisposición de Relave y Desmonte en Esperanza						
CLIENTE:		Huayllay - Cerro de Pasco				Nº REGISTRO: LAB-SRK-M011-A-11		
SUPERVISIÓN:		Compañía Minera Chungar S.A.C				FECHA: 14/01/2023		
DATOS DE LA MUESTRA								
MATERIAL:		Mezcla 3-1 (3 de Relave 1 Material de prestamo)		CALICATA:		Nº MUESTRA: M-011		
UBICACIÓN DE MUESTRA:		Plataforma de mezclado - co disposicion		PROF:		PESO TOTAL SECO: 51780.0 g.		
CANTERA:		Material de prestamo / Relave filtrado		TURNO: Día		TAMAÑO MÁXIMO: 4"		
COORDENADAS:		ESTE: -		NORTE: -		COTA: -		
TAMIZ (In)	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO	% RETENIDO	% ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIFICACIÓN		DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
						MIN	MAX	
5"	101.600	0.0	0.0	0.0	100.0			
4"	101.600	0.0	0.0	0.0	100.0			--
3"	76.200	2,480.0	4.8	4.8	95.2	95	100	--
2"	50.800	1,830.0	3.5	8.3	91.7			--
1 1/2"	38.100	1,890.0	3.7	12.0	88.0			--
1"	25.400	680.0	1.3	13.3	86.7			--
3/4"	19.050	920.0	1.8	15.1	84.9	75	90	
1/2"	12.500	1,020.0	2.0	17.1	82.9			
3/8"	9.500	580.0	1.1	18.2	81.8			
1/4"	6.350	0.0	0.0	18.2	81.8			
Nº 4	4.750	1,430.0	2.8	21.0	79.0	65	80	
Nº 8	2.360	0.0	0.0	21.0	79.0			
Nº 10	2.000	22.6	2.9	23.9	76.1			
Nº 16	1.190	0.0	0.0	23.9	76.1			
Nº 20	0.840	20.1	2.6	26.5	73.5	55	75	
Nº 30	0.600	0.0	0.0	26.5	73.5			
Nº 40	0.425	14.9	1.9	28.4	71.6			
Nº 50	0.297	0.0	0.0	28.4	71.6			
Nº 60	0.250	25.7	3.3	31.7	68.3	47	70	
Nº 80	0.177	28.0	3.6	35.3	64.7			
Nº 100	0.150	0.0	0.0	35.3	64.7	45	65	
Nº 140	0.106	45.5	5.9	41.2	58.8			
Nº 200	0.075	28.2	3.7	44.9	55.1	40	60	
< Nº 200	FONDO	425.0	55.1	100.0				
PORCENTAJE DE BOLONERÍA, GRAVA, ARENA Y FINOS				PESOS DE CORRECCIÓN DE SUELO				
MATERIAL > 3" :		4.8	%	PESO DE SUELO SECO > 3" :		2,480.0 g.		
GRAVA 3" - Nº 4 :		16.2	%	PESO DE SUELO SECO < 3" :		38,470.0 g.		
ARENA Nº 4 - Nº 200 :		23.9	%	PESO DE SUELO SECO > 3/4" :		7,800.0 g.		
FINOS < Nº 200 :		55.1	%	PESO DE SUELO SECO < 3/4" :		43,980.0 g.		
				PESO DE SUELO SECO > Nº 4 :		10,830.0 g.		
				PESO DE SUELO SECO < Nº 4 :		40,950.0 g.		
				PESO DE SUELO SECO TOTAL :		51,780.0 g.		
				MUESTRA: Fracción Seca < 3" :		0.0 g.		
				MUESTRA: Fracción Seca < 3/4" :		0.0 g.		
				MUESTRA: Fracción Seca < Nº 4 :		610.0 g.		
CURVA GRANULOMÉTRICA								

granulométricos.

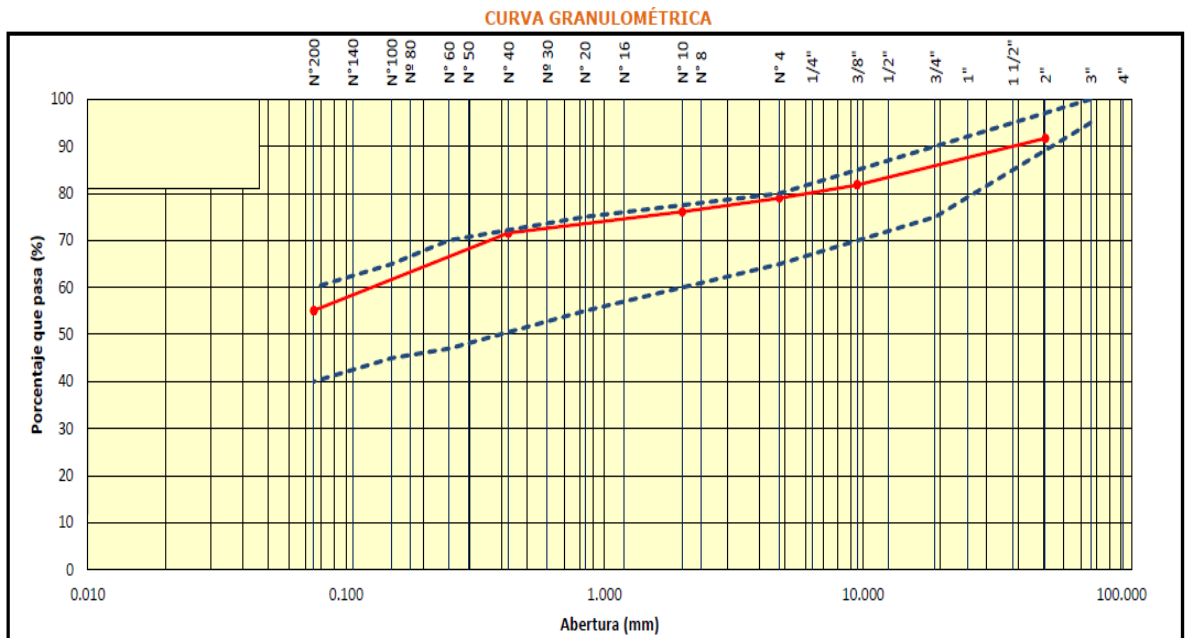
Este ensayo se realizó con la finalidad de lograr una mejor clasificación de tamaño de material mezclado, cabe resaltar que se

tendrá en cuenta hasta la malla N° 200, la cual servirá para la clasificación del material grueso.

Según el resultado del análisis granulométrico del relave, presentó las siguientes características.

PORCENTAJE DE BOLONERIA, GRAVA, ARENA Y FINOS		
MATERIAL > 3" :	4.8	%
GRAVA 3" - N° 4 :	16.2	%
ARENA N° 4 - N° 200 :	23.9	%
FINOS < N° 200 :	55.1	%

PLASTICIDAD	
Límite Líquido (LL) :	23.5 %
Límite Plástico (LP) :	17.0 %
Índice de Plasticidad (IP) :	6.5 %
CLASIFICACIÓN	
SUCS	- Arcilla limosa arenosa con grava
CL-ML	
AASHTO	Suelos limosos
A-4(1)	



Resultados:

Según el gráfico que se obtuvo entre el % que pasa vs mallas, la clasificación del material de préstamo según el SUCS, resulta, arcilla limosa arenosa con grava.


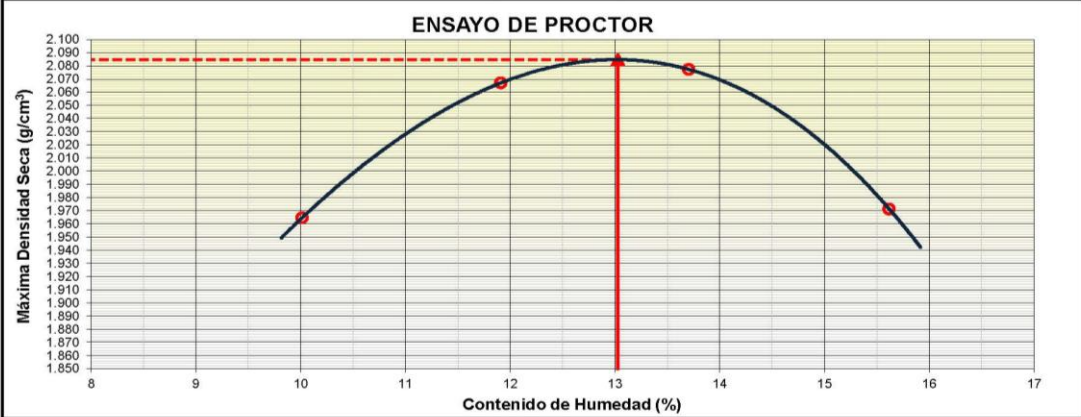
Ensayo de Proctor modificado ASTM D-1557

Se aplicó el Método “A”, según las características del material.

Molde, 4 pulgadas de diámetro (101,6 mm), 3873 g de peso de molde.

Material, se emplea el que pasa por el tamiz N° 4 (4.75 mm).


Cuando el 20% o menos del peso del material es retenido en el tamiz N° 4 (4.75 mm).

		REGISTRO DE CONTROL				CHUNGAR <small>COMPAÑIA MINERA CHUNGAR S.A.C.</small>			
		LABORATORIO - CONTROL DE CALIDAD				LAB-SRK-20S-088-01-E			
		ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO (ASTM D1557)				Versión 0			
NOMBRE DEL PROYECTO:		Codisposicion de Relave y Desmonte en Esperanza							
CLIENTE:		Huayllay - Cerro de Pasco				N° REGISTRO:		LAB-SRK-M011-E-11	
SUPERVISIÓN:		Compañía Minera Chungar S.A.C				FECHA:		14/01/2023	
DATOS DE LA MUESTRA									
MATERIAL:		Mezcla 3-1 (3 de Relave 1 Material de prestamo)					N° MUESTRA:		M-011
UBICACIÓN DE MUESTRA:		Plataforma de mezclada - co disposicion							
CANTERA:		Material de prestamo / Relave filtrado							
COORDENADAS:		ESTE: -		NORTE: -		COTA: -			
A.- COMPACTACIÓN									
ENSAYO N°	UND	1	2	3	4	5	OBSERVACIÓN		
Peso del Suelo + Molde	(g)	5909	6052	6098	6020	--	--		
Peso del Molde	(g)	3873	3873	3873	3873	--	--		
Peso del Suelo Compactado	(g)	2036	2179	2225	2147	--	--		
Volumen del Molde	(cm ³)	942	942	942	942	--	--		
Densidad Húmeda	(g/cm ³)	2.161	2.313	2.362	2.279	--	--		
B.- HUMEDAD									
Recipiente N°	--	T-13	T-07	T-08	T-10	--	--		
Peso del Recipiente + Suelo Húmedo	(g)	880.0	899.4	877.5	909.3	--	--		
Peso del Recipiente + Suelo Seco	(g)	827.1	832.8	805.4	826.9	--	--		
Peso del Agua	(g)	52.9	66.6	72.1	82.4	--	--		
Peso del Recipiente	(g)	298.9	273.6	279.3	299.3	--	--		
Peso de Suelo Seco	(g)	528.2	559.2	526.1	527.6	--	--		
Porcentaje de Humedad	(%)	10.0	11.9	13.7	15.6	--	--		
Densidad Seca	(g/cm ³)	1.965	2.067	2.077	1.971	--	--		
DESCRIPCIÓN DEL ENSAYO		COMPACTACIÓN		CARACTERÍSTICAS DEL MOLDE					
Método	A	N° Capas	5	Peso (g.)	3873	N° MOLDE: ML-001			
Tipo de Molde	4"	N° Golpes	25	Volumen (cm ³)	942				
RESULTADOS DE PROCTOR				RESULTADOS DE PROCTOR CORREGIDO					
Máxima Densidad Seca (g/cm ³)		:		2.085		Máxima Densidad Seca Corregido (g/cm ³)		2.180	
Óptimo Contenido de Humedad (%)		:		13.0		Óptimo Contenido Humedad Corregido (%)		10.6	
ENSAYO DE PROCTOR									
									
OBSERVACIONES:									
--									
--									
CORRECCIÓN POR SOBRETAMAÑO (ASTM D4718)		Aplica? (SI/NO)	SI						
Tamiz que Retiene Sobretamaños (De Acuerdo al Método de Ensayo)			N° 4	Peso Suelo Hum+Tara (g)	--				
Gravedad Específica Seca de los Sobretamaños, Gm			2.632	Peso Suelo Seco+Tara (g)	--				
Porcentaje Por Peso de la Fracción Gruesa, Pc (Retenido Acumulado Tamiz N° 4)			21.0	Peso de Tara (g)	--				
Porcentaje Por Peso de la Fracción Fina, Pf (% Pasante Tamiz N° 4)			79.0	Peso de Agua (g)	--				
Contenido de Humedad de la Fracción Gruesa, Wc (%)			1.4	Peso Fracción Gruesa S. (g)	--				
Contenido de Humedad Corregido, CHC (%)			10.6	Peso Unitario Máximo Seco Corregido (KN/m ³)	21.4				
Densidad Óptima Seca Corregida, DSC (g/cm³)			2.180						

Mediante el ensayo de compactación modificado, se obtuvo lo siguiente:

Óptimo contenido de humedad (OCH) = 13.00%


Máxima densidad seca (MDS) = 2.085 g/cm³.

	REGISTRO DE CONTROL		CHUNGAR <small>COMPAÑÍA MINERA CHUNGAR S.A.C.</small>																							
	LABORATORIO - CONTROL DE CALIDAD		LAB-SRK-20S-088-01-E																							
	ENSAYO DE CORRECCIÓN POR SOBRETAMAÑO (ASTM D4718)		Versión 0																							
NOMBRE DEL PROYECTO: Codisposicion de Relave y Desmonte en Esperanza																										
CLIENTE: Huayllay - Cerro de Pasco			N° REGISTRO: LAB-SRK-M011-E-11																							
SUPERVISIÓN: Compañía Minera Chungar S.A.C			FECHA: 14/01/2023																							
DATOS DE LA MUESTRA																										
MATERIAL: Mezcla 3-1 (3 de Relave 1 Material de prestamo)			N° MUESTRA: M-011																							
UBICACIÓN DE MUESTRA: Plataforma de mezclado - co disposicion																										
CANTERA: Material de prestamo / Relave filtrado																										
COORDENADAS:		ESTE: -	NORTE: -	COTA: -																						
A. CORRECCIÓN PARA EL CONTENIDO DE HUMEDAD: MUESTRA TOTAL																										
<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 60%;">Pc = Porcentaje Retenido en la Malla N° 4 :</td> <td style="text-align: right;">21.0 %</td> </tr> <tr> <td>Wc= Contenido de Humedad:</td> <td style="text-align: right;">1.4 %</td> </tr> <tr> <td>Pf = Porcentaje Pasante en la Malla N° 4 :</td> <td style="text-align: right;">79.0 %</td> </tr> <tr> <td>Wf= Óptimo Contenido de Humedad:</td> <td style="text-align: right;">13.0 %</td> </tr> <tr> <td colspan="2"> </td> </tr> <tr> <td>CHC = [13 * 79 + (1.4 * 21)]/100</td> <td></td> </tr> <tr> <td>CHC = [(Wf * Pf + (Wc * Pc))] / 100</td> <td></td> </tr> <tr> <td> </td> <td></td> </tr> <tr> <td>CHC = Contenido de Humedad Corregido:</td> <td style="text-align: right;">10.6 %</td> </tr> </table>					Pc = Porcentaje Retenido en la Malla N° 4 :	21.0 %	Wc = Contenido de Humedad:	1.4 %	Pf = Porcentaje Pasante en la Malla N° 4 :	79.0 %	Wf = Óptimo Contenido de Humedad:	13.0 %	 		CHC = [13 * 79 + (1.4 * 21)]/100		CHC = [(Wf * Pf + (Wc * Pc))] / 100		 		CHC = Contenido de Humedad Corregido:	10.6 %				
Pc = Porcentaje Retenido en la Malla N° 4 :	21.0 %																									
Wc = Contenido de Humedad:	1.4 %																									
Pf = Porcentaje Pasante en la Malla N° 4 :	79.0 %																									
Wf = Óptimo Contenido de Humedad:	13.0 %																									
CHC = [13 * 79 + (1.4 * 21)]/100																										
CHC = [(Wf * Pf + (Wc * Pc))] / 100																										
CHC = Contenido de Humedad Corregido:	10.6 %																									
B. CORRECCIÓN PARA LA MÁXIMA DENSIDAD SECA: MUESTRA TOTAL																										
<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 60%;">DSC = Máxima Densidad Seca Corregida:</td> <td style="text-align: right;">2.180 g/cm3</td> </tr> <tr> <td>Df = Máxima Densidad Seca (Sin Corregir):</td> <td style="text-align: right;">2.085 g/cm3</td> </tr> <tr> <td>Gm = Peso Específico de la Grava:</td> <td style="text-align: right;">2.632 g/cm3</td> </tr> <tr> <td>Dw = Peso Unitario de Agua:</td> <td style="text-align: right;">0.9995 g/cm3</td> </tr> <tr> <td>Pc = Porcentaje Retenido en la Malla N° 4 :</td> <td style="text-align: right;">21.0 %</td> </tr> <tr> <td>Pf = Porcentaje Pasante en la Malla N° 4 :</td> <td style="text-align: right;">79.0 %</td> </tr> <tr> <td colspan="2"> </td> </tr> <tr> <td>DSC = [100 * (2.085) * (2.632) * (0.99950994)] / [(2.085 * 21) + (2.632 * 0.99950994 * 79)]</td> <td></td> </tr> <tr> <td>DCS = [100 * (Df) * (Gm) * (Dw)] / [(Df * Pc) + (Gm * Dw * Pf)]</td> <td></td> </tr> <tr> <td> </td> <td></td> </tr> <tr> <td>DSC = Máxima Densidad Seca Corregida:</td> <td style="text-align: right;">2.180</td> </tr> </table>					DSC = Máxima Densidad Seca Corregida:	2.180 g/cm3	Df = Máxima Densidad Seca (Sin Corregir):	2.085 g/cm3	Gm = Peso Específico de la Grava:	2.632 g/cm3	Dw = Peso Unitario de Agua:	0.9995 g/cm3	Pc = Porcentaje Retenido en la Malla N° 4 :	21.0 %	Pf = Porcentaje Pasante en la Malla N° 4 :	79.0 %	 		DSC = [100 * (2.085) * (2.632) * (0.99950994)] / [(2.085 * 21) + (2.632 * 0.99950994 * 79)]		DCS = [100 * (Df) * (Gm) * (Dw)] / [(Df * Pc) + (Gm * Dw * Pf)]		 		DSC = Máxima Densidad Seca Corregida:	2.180
DSC = Máxima Densidad Seca Corregida:	2.180 g/cm3																									
Df = Máxima Densidad Seca (Sin Corregir):	2.085 g/cm3																									
Gm = Peso Específico de la Grava:	2.632 g/cm3																									
Dw = Peso Unitario de Agua:	0.9995 g/cm3																									
Pc = Porcentaje Retenido en la Malla N° 4 :	21.0 %																									
Pf = Porcentaje Pasante en la Malla N° 4 :	79.0 %																									
DSC = [100 * (2.085) * (2.632) * (0.99950994)] / [(2.085 * 21) + (2.632 * 0.99950994 * 79)]																										
DCS = [100 * (Df) * (Gm) * (Dw)] / [(Df * Pc) + (Gm * Dw * Pf)]																										
DSC = Máxima Densidad Seca Corregida:	2.180																									
C. RESULTADOS DEL ENSAYO:																										
<table border="1" style="margin: auto;"> <tr> <th colspan="2" style="text-align: center;">CORRECCIÓN DEL PROCTOR MODIFICADO POR SOBRETAMAÑO</th> </tr> <tr> <td style="width: 70%;">Contenido de Humedad Corregido (%):</td> <td style="text-align: center;">10.6</td> </tr> <tr> <td>Máxima Densidad Seca Corregida (g/cm³):</td> <td style="text-align: center;">2.180</td> </tr> </table>					CORRECCIÓN DEL PROCTOR MODIFICADO POR SOBRETAMAÑO		Contenido de Humedad Corregido (%):	10.6	Máxima Densidad Seca Corregida (g/cm ³):	2.180																
CORRECCIÓN DEL PROCTOR MODIFICADO POR SOBRETAMAÑO																										
Contenido de Humedad Corregido (%):	10.6																									
Máxima Densidad Seca Corregida (g/cm ³):	2.180																									
OBSERVACIONES:																										
--																										
--																										
--																										

Ensayo de corrección por sobre tamaño ASTM D-4718

Ensayo de peso específico y absorción del agregado grueso ASTM C-

127

	SISTEMA DE GESTION DE CALIDAD		CHUNGAR	
	LABORATORIO - CONTROL DE CALIDAD		<small>COMPANIA MINERA CHUNGAR S.A.C.</small>	
	PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO GRUESO (ASTM C127)		LAB-SRK-20S-088-01-J	
				Versión 0
NOMBRE DEL PROYECTO: Codisposición de Relave y Desmonte en Esperanza				
CLIENTE: Huayllay - Cerro de Pasco			N° REGISTRO: LAB-SRK-M011-J-11	
SUPERVISIÓN: Compañía Minera Chungar S.A.C			FECHA: 14/01/2023	
DATOS DE LA MUESTRA				
MATERIAL: Mezcla 3-1 (3 de Relave 1 Material de prestamo)			N° MUESTRA: M-011	
UBICACIÓN DE MUESTRA: Plataforma de mezclado - co disposición				
CANTERA: Material de prestamo / Relave filtrado				
COORDENADAS: ESTE: - NORTE: - COTA: -				
ENSAYO N°	UND	1	2	PROMEDIO
Peso del Agregado Saturado Superficial Seco	(g)	5566.0	5601.0	--
Peso del Agregado Sumergido	(g)	3455.0	3469.0	--
Temperatura del Agua	(°C)	24.1	24.1	--
Volumen de Masa + Volumen de Vacíos	(g)	2111.0	2132.0	--
Peso del Agregado Seco	(g)	5468.0	5507.0	--
Volumen de Masa	(g)	2013.0	2038.0	--
Gravedad Específica BULK	(g/cc)	2.590	2.583	2.587
Gravedad Específica BULK (S.S.S.)	(g/cc)	2.637	2.627	2.632
Peso Específico Aparente	(g/cc)	2.716	2.702	2.709
Absorción	(%)	1.79	1.71	1.75
OBSERVACIONES:				
--				
--				
--				
--				
--				
--				
--				

➤ **Ensayos de Densidad de campo**

Método del Cono de Arena ASTM-D 1556

Este ensayo de densidad se aplica en cada capa compactada, se realiza las pruebas una vez que se haya terminado de compactar toda el área, con todas las pasadas de los ciclos de compactación con el rodillo necesarios para llegar al 95% de grado de compactación.

Ensayo de densidad, por método del cono de arena, según el cuadro nos muestra que el resultado final del porcentaje de compactación en los dos ensayos es mayor al 95%. Esto indica que la capa compactada llego al mínimo requerido para ser aprobada y posteriormente, conformar y compactar una capa nueva.

Tabla 12: Densidad de campo

DATOS DE INGRESO DE MUESTRA									MATERIAL QUE CUMPLE	
CODIGO DE DOCUMENTO	ÁREA EN LA QUE SE USO EL MATERIAL - UBICACIÓN	FECHA DE ENSAYO	ETAPA / ZONA	ESPESOR DE LA CAPA	COTA msnm	DENSIDAD HUMEDA	CONTENIDO DE HUMEDAD	DENSIDAD SECA	% DE COMPACTACION	ESTATUS
LAB22-SRK-20S-088-01-CA-025	CAPA 10 - ETAPA 2	7/7/2022	Etapa 2 zona 1	0.30	4595.00	2.342	13.1	2.070733864	96.8	PASA
LAB22-SRK-20S-088-01-CA-026	CAPA 16	7/8/2022	Etapa 1 zona 1	0.30	4597.00	2.301	13.7	2.023746702	95.9	PASA
	CAPA 16	7/8/2022	Etapa 1 zona 1	0.30	4597.00	2.336	12	2.085714286	97.1	PASA
	CAPA 16	7/8/2022	Etapa 1 zona 1	0.30	4597.00	2.242	13.9	1.968393327	92.5	PASA
	CAPA 16	7/8/2022	Etapa 1 zona 1	0.30	4597.00	2.358	12.15	2.102541239	98.1	PASA
	CAPA 16	7/8/2022	Etapa 1 zona 2	0.30	4597.00	2.319	13.2	2.048586572	96.3	PASA
LAB22-SRK-20S-088-01-CA-027	CAPA 16	7/9/2022	Etapa 1 zona 2	0.30	4597.00	2.209	12.4	1.965302491	92.5	PASA
	CAPA 16	7/9/2022	Etapa 1 zona 2	0.30	4597.00	2.233	13.8	1.962214411	92.1	PASA
	CAPA 16	7/9/2022	Etapa 1 zona 2	0.30	4597.00	2.327	13.6	2.048415493	95.1	PASA
LAB22-SRK-20S-088-01-CA-028	CAPA 11 - ETAPA 2	7/9/2022	Etapa 2 zona 1	0.35	4595.35	2.347	13.5	2.06784141	96.45	PASA

Fuente: Elaboración propia

4.2.2. Cálculos y resultados de ensayos de laboratorio

El cálculo de los ensayos se realizó diariamente, estos fueron procesados y analizados aplicando la estadística.

➤ Ensayo de Proctor

Tabla 13: Ensayo Proctor modificado - Relave

Código de la muestra	Fecha Muestreo	Procedencia	Proctor Correg.	
			OCH C (%)	MDS C (g/cm ³)
LAB22-SRK-M1027-Q-33	04/07/22	Faja 104	13.2	2.045
LAB22-SRK-M1081-Q-34	12/07/22	Faja 105	13.1	2.078
LAB22-SRK-M1126-Q-35	21/07/22	Faja 104	13.8	2.042
LAB22-SRK-M1355-Q-41	11/09/22	Faja 105	13.1	2.026
LAB22-SRK-M1372-Q-42	15/09/22	Faja 104	14.2	2.036
LAB22-SRK-M1398-Q-43	21/09/22	Faja 104	13.5	2.044
LAB22-SRK-M1413-Q-44	25/09/22	Faja 105	12.5	2.144
LAB22-SRK-M1182-Q-37	04/08/22	Faja 104	12.9	2.076
LAB22-SRK-M1218-Q-38	11/08/22	Faja 105	14.9	2.032
LAB22-SRK-M1253-Q-39	18/08/22	Faja 104	13.9	2.038
LAB22-SRK-M1286-Q-40	25/08/22	Faja 104	12.1	2.111

Fuente: Elaboración propia

Tabla 14: Ensayo de Proctor modificado material de préstamo

Código de la muestra	Fecha Muestreo	Procedencia	Proctor Correg.	
			OCH C (%)	MDS C (g/cm ³)
LAB-SRK-M001-E-01	06/03/22	Material de Prestamo	4.5	2.458
LAB-SRK-M002-E-02	07/03/22	Material de Prestamo	4.6	2.412
LAB-SRK-M003-E-03	08/03/22	Material de Prestamo	4.4	2.469
LAB-SRK-M004-E-04	08/03/22	Material de Prestamo	3	2.456
LAB-SRK-M005-E-05	09/03/22	Material de Prestamo	4	2.312
LAB-SRK-M006-E-06	10/03/22	Material de Prestamo	4.5	2.302
LAB-SRK-M007-E-07	23/03/22	Material de Prestamo	5.4	2.300

Fuente: Elaboración propia

Tabla 15: Ensayo de Proctor modificado de mezcla de materiales

Código de la muestra	Fecha Muestreo	Procedencia	Proctor Correg.	
			OCH C (%)	MDS C (g/cm ³)
LAB-SRK-M008-E-08	06/07/22	Mezcla 3-1 (3 de Relave 1 Material de préstamo)	10	2.173
LAB-SRK-M009-E-09	10/07/22	Mezcla 3-1 (3 de Relave 1 Material de préstamo)	10	2.173
LAB-SRK-M010-E-10	15/07/22	Mezcla 3-1 (3 de Relave 1 Material de préstamo)	10.7	2.131
LAB-SRK-M011-E-11	24/07/22	Mezcla 3-1 (3 de Relave 1 Material de préstamo)	10.6	2.180
LAB-SRK-M012-E-12	01/08/22	Mezcla 3-1 (3 de Relave 1 Material de préstamo)	11.2	2.150
LAB-SRK-M013-E-13	09/08/22	Mezcla 3-1 (3 de Relave 1 Material de préstamo)	11.6	2.169
LAB-SRK-M014-E-14	16/08/22	Mezcla 3-1 (3 de Relave 1 Material de préstamo)	10.1	2.185
LAB-SRK-M015-E-15	20/08/22	Mezcla 3-1 (3 de Relave 1 Material de préstamo)	10.9	2.167
LAB-SRK-M016-E-16	28/08/22	Mezcla 3-1 (3 de Relave 1 Material de préstamo)	11.4	2.171
LAB-SRK-M017-E-17	01/09/22	Mezcla 3-1 (3 de Relave 1 Material de préstamo)	11	2.202
LAB-SRK-M018-E-18	07/09/22	Mezcla 3-1 (3 de Relave 1 Material de préstamo)	11.2	2.180
LAB-SRK-M019-E-19	12/09/22	Mezcla 3-1 (3 de Relave 1 Material de préstamo)	10.9	2.159
LAB-SRK-M020-E-20	28/09/22	Mezcla 3-1 (3 de Relave 1 Material de préstamo)	10.1	2.166

Fuente: Elaboración propia

➤ **Ensayo de Humedad****Tabla 16:** Ensayo de humedad del relave

CONTENIDOS DE HUMEDAD NATURAL				MATERIAL QUE CUMPLE
FECHA REALIZACIÓN ENSAYO	CÓDIGO		GEOTECNICO	HUMEDAD OPTIMO (SEGÚN ESPECIFICACIÓN)
	REGISTRO	N°	CONT. HUMEDAD (%) GEO	
31/07/2022	LAB22-SRK-M1027-Q-33	M-1301	18.5	14
31/07/2022	LAB22-SRK-M1081-Q-34	M-1302	18.3	14
31/07/2022	LAB22-SRK-M1126-Q-35	M-1303	17.6	14
30/08/2022	LAB22-SRK-M1307-Q-	M-1307	21.1	14
30/08/2022	LAB22-SRK-M1308-Q-	M-1308	20.1	14
30/08/2022	LAB22-SRK-M1309-Q-	M-1309	18.3	14
29/09/2022	LAB22-SRK-M1428-Q-	M-1428	16.6	14
29/09/2022	LAB22-SRK-M1429-Q-	M-1429	16.5	14
29/09/2022	LAB22-SRK-M1430-Q-	M-1430	16.2	14
29/09/2022	LAB22-SRK-M1431-Q-	M-1431	16.1	14

Fuente: Elaboración propia

Tabla 17: Ensayo de humedad del material de préstamo

CONTENIDOS DE HUMEDAD NATURAL				MATERIAL QUE CUMPLE
FECHA REALIZACIÓN ENSAYO	CÓDIGO		GEOTECNICO	HUMEDAD OPTIMO (SEGÚN ESPECIFICACIÓN)
	REGISTRO	N°	CONT. HUMEDAD (%) GEO	
31/07/2022	LAB-SRK-M002-E-02	M-035	8.2	7
31/07/2022	LAB-SRK-M003-E-03	M-036	9.9	7
31/07/2022	LAB-SRK-M004-E-04	M-037	10.4	7
30/08/2022	LAB22-SRK-M052-Q-	M-052	9.6	7
30/08/2022	LAB22-SRK-M053-Q-	M-053	10.7	7
30/08/2022	LAB22-SRK-M054-Q-	M-054	7.9	7
29/09/2022	LAB22-SRK-M063-Q-	M-063	7.9	7
29/09/2022	LAB22-SRK-M064-Q-	M-064	9.0	7
29/09/2022	LAB22-SRK-M065-Q-	M-065	8.9	7

Fuente: Elaboración propia

Tabla 18: Ensayo de humedad de mezcla de materiales

CONTENIDOS DE HUMEDAD NATURAL				MATERIAL QUE CUMPLE
FECHA REALIZACIÓN ENSAYO	CÓDIGO		GEOTECNICO	HUMEDAD OPTIMO (SEGÚN ESPECIFICACIÓN)
	REGISTRO	N°	CONT. HUMEDAD (%) GEO	
31/07/2022	LAB22-SRK-M031-Q-	M-031	12.6	14
31/07/2022	LAB22-SRK-M032-Q-	M-032	14.3	14
31/07/2022	LAB22-SRK-M033-Q-	M-033	14.2	14
30/08/2022	LAB22-SRK-M134-Q-	M-134	13.2	14
30/08/2022	LAB22-SRK-M135-Q-	M-135	15.6	14
30/08/2022	LAB22-SRK-M136-Q-	M-136	13.6	14
29/09/2022	LAB22-SRK-M206-Q-	M-206	16.4	14
29/09/2022	LAB22-SRK-M207-Q-	M-207	16.2	14
29/09/2022	LAB22-SRK-M208-Q-	M-208	16.5	14

Fuente: Elaboración propia

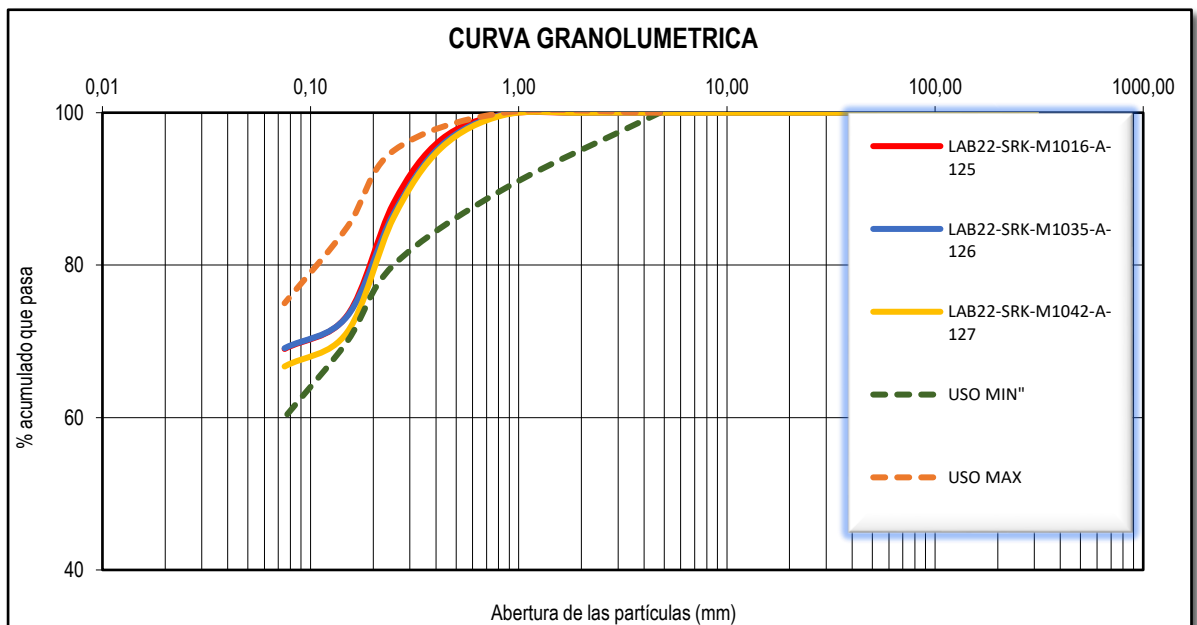
➤ **Ensayo de Granulometria**

Tabla 19: Control de granulometría del relave del mes de julio

Tamiz	Abertura (mm)	Granulometría Global / Acumulado que pasa (%)			Especificación Técnica	
		LAB22-SRK-M1016-A-125	LAB22-SRK-M1035-A-126	LAB22-SRK-M1042-A-127	MIN	MAX
		03/07/22	05/07/22	06/07/22		
Nº 4	4.76	100.0	100.0	100.0	100	100
Nº 10	2.000	100.0	100.0	100.0		
Nº 20	0.850	99.8	99.8	99.7	90	100
Nº 40	0.425	96.5	95.7	95.4		
Nº 60	0.250	88.1	86.7	86.2	80	95
Nº 100	0.150	73.4	73.3	71.2	70	85
Nº 200	0.075	69.0	69.1	66.7	60	75
Límite Líquido		24	24	24	—	
Indice de plasticidad		9	8	8	-	
		CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE		

Fuente: Elaboración propia

Ilustración 44: Control de granulometría del relave del mes de julio



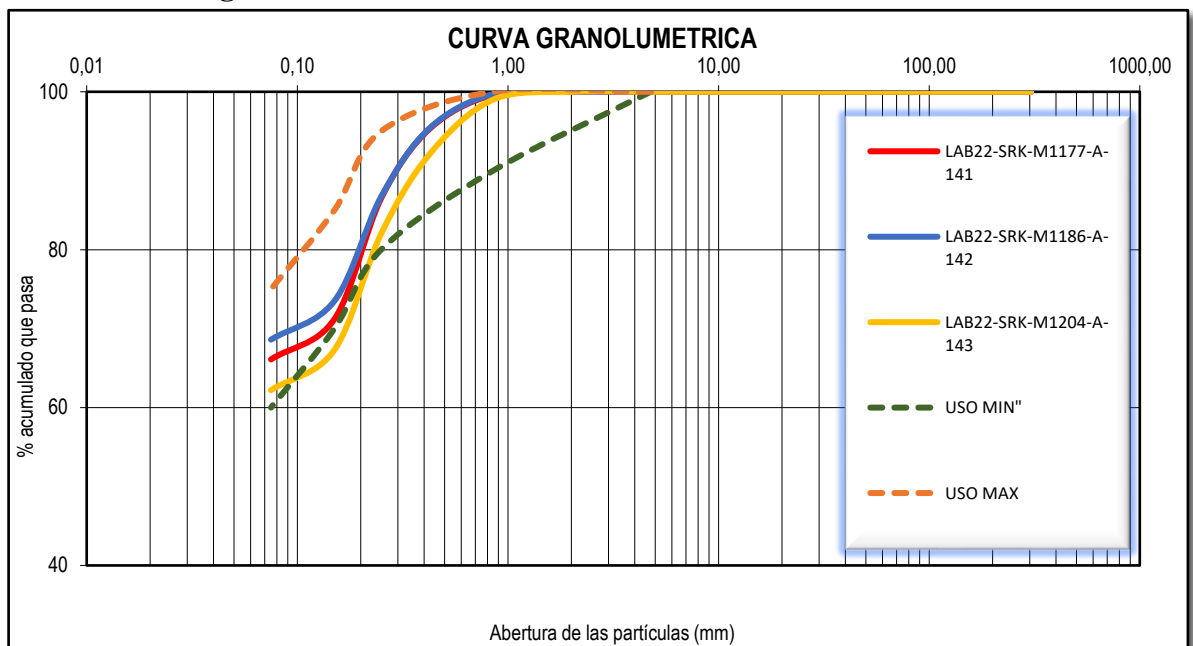
Fuente: Elaboración propia

Tabla 20: Control de granulometría del relave del mes de agosto

Tamiz	Abertura (mm)	Granulometría Global / Acumulado que pasa (%)			Especificación Técnica	
		LAB22-SRK-M1177-A-141	LAB22-SRK-M1186-A-142	LAB22-SRK-M1204-A-143		
		03/08/22	05/08/22	08/08/22	MIN	MAX
Nº 4	4.76	100.0	100.0	100.0	100	100
Nº 10	2.000	100.0	100.0	100.0		
Nº 20	0.850	99.6	99.7	99.0	90	100
Nº 40	0.425	95.3	95.4	92.1		
Nº 60	0.250	86.5	86.7	82.0	80	95
Nº 100	0.150	71.2	73.5	67.3	70	85
Nº 200	0.075	66.1	68.6	62.2	60	75
Límite Líquido		23	23	22	—	
Índice de plasticidad		8	10	7	-	
		CUMPLE	CUMPLE	NO CUMPLE		

Fuente: Elaboración propia

Ilustración 45: Control de granulometría del relave del mes de agosto



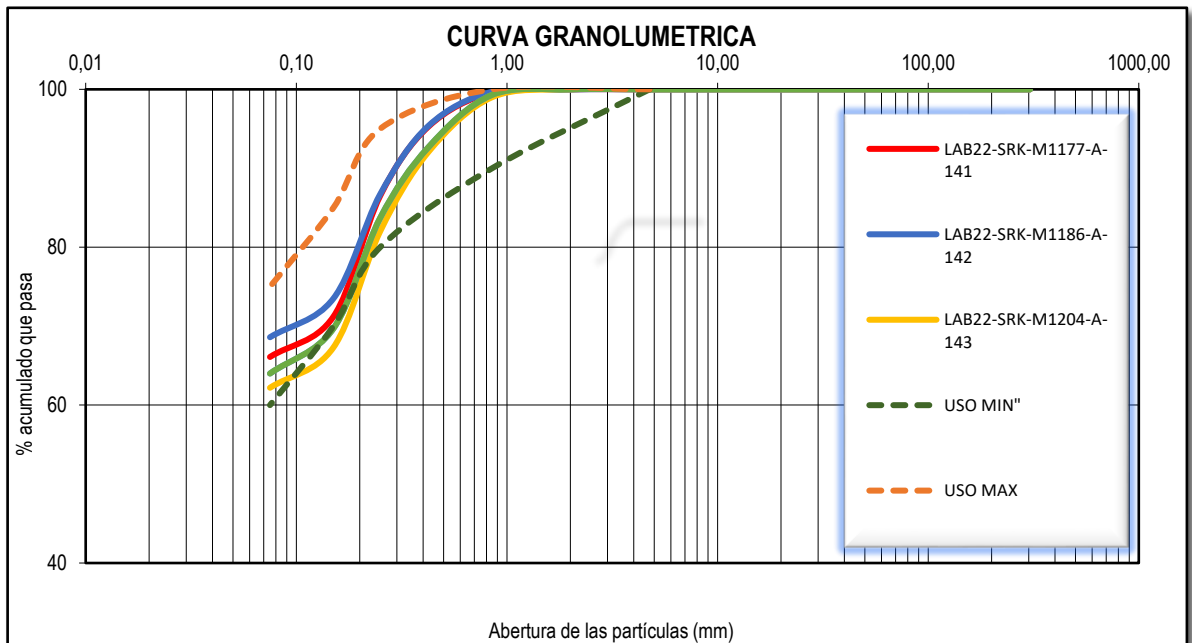
Fuente: Elaboración propia

Tabla 21: Control de granulometría del relave del mes de setiembre

Tamiz	Abertura (mm)	Granulometría Global / Acumulado que pasa (%)			Especificación Técnica	
		LAB22-SRK-M1177-A-141	LAB22-SRK-M1186-A-142	LAB22-SRK-M1204-A-143	MIN	MAX
Nº 4	4.76	100.0	100.0	100.0	100	100
Nº 10	2.000	100.0	100.0	100.0		
Nº 20	0.850	99.6	99.7	99.0	90	100
Nº 40	0.425	95.3	95.4	92.1		
Nº 60	0.250	86.5	86.7	82.0	80	95
Nº 100	0.150	71.2	73.5	67.3	70	85
Nº 200	0.075	66.1	68.6	62.2	60	75
Límite Líquido		23	23	22	—	
Índice de plasticidad		8	10	7	-	
		CUMPLE	CUMPLE	NO CUMPLE		

Fuente: Elaboración propia

Ilustración 46: Control de granulometría del relave del mes de setiembre



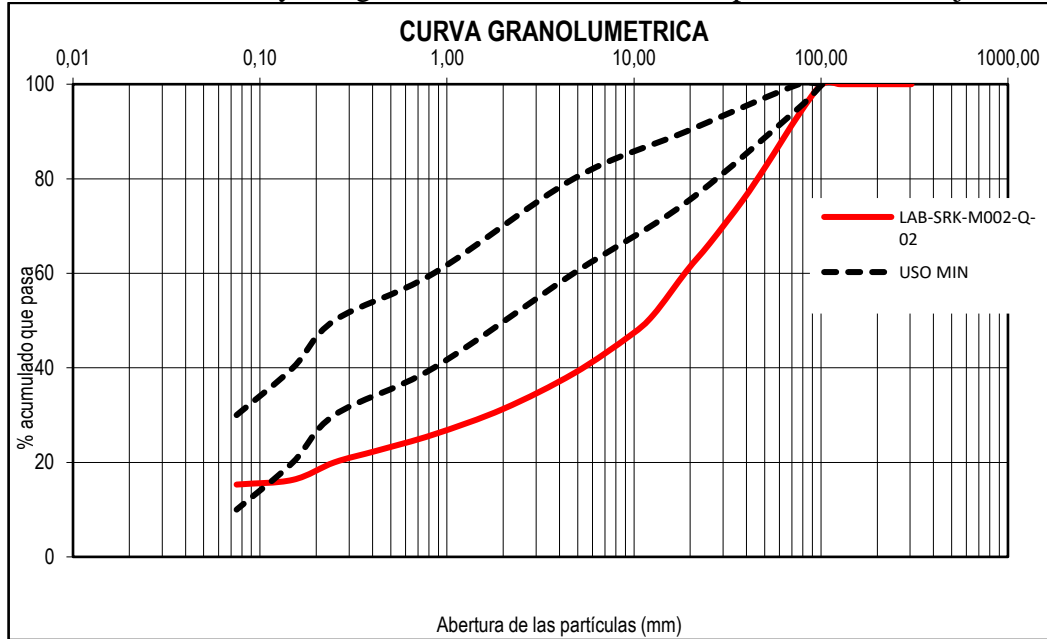
Fuente: Elaboración propia

Tabla 22: Ensayo de granulometría de material de préstamo mes de julio

Tamiz	Abertura (mm)	Granulometría Global / Acumulado que pasa (%)			Especificación Técnica	
		LAB-SRK-M002-Q-02			MIN	MAX
		31/07/2022				
12"	304.80	100.0				
10"	254.00	100.0				
8"	203.20	100.0				
6"	152.40	100.0				
5"	127.00	100.0				
4"	101.60	100.0			100	100
3"	76.20	93.6			95	100
2 "	50.80	82.7				
1 ½ "	38.10	75.4				
1 "	25.40	66.3				
¾ "	19.05	60.4			75	90
½ "	12.70	51.2				
3/8 "	9.53	46.8				
Nº 4	4.76	38.8			60	80
Nº 10	2.000	31.3				
Nº 20	0.850	25.9			40	60
Nº 40	0.425	22.5				
Nº 60	0.250	20.0			30	50
Nº 100	0.150	16.3			20	40
Nº 200	0.075	15.3			10	30
Límite Líquido		27			---	
Índice de plasticidad		8			-	
Condición		NO CUMPLE			---	

Fuente: Elaboración propia

Ilustración 47: Ensayo de granulometría de material de préstamo mes de julio



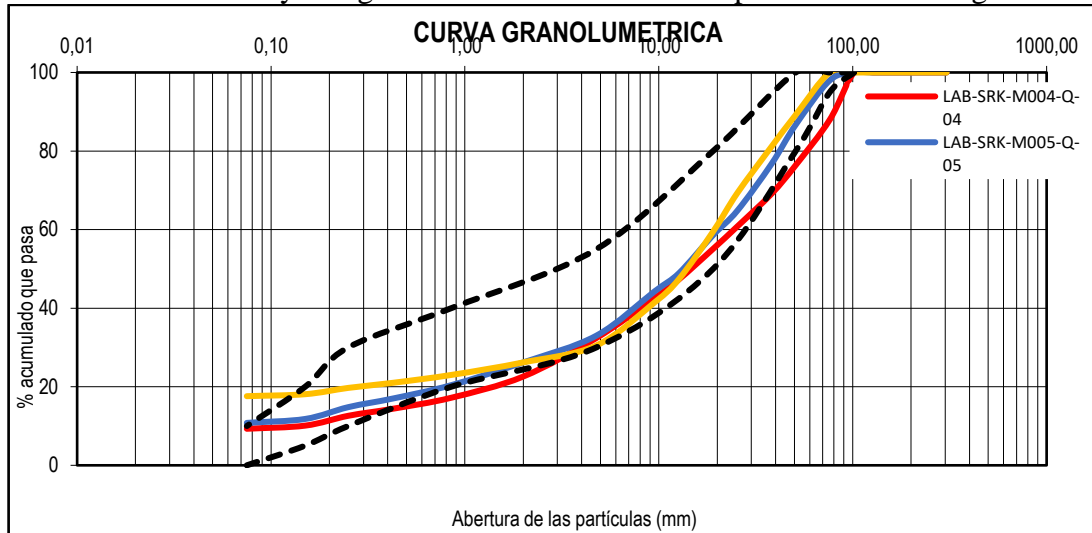
Fuente: Elaboración propia

Tabla 23: Ensayo de granulometría de material de préstamo mes de agosto

amiz	Abertura (mm)	Granulometría Global / Acumulado que pasa (%)			Especificación Técnica	
		LAB-SRK-M004-Q-04	LAB-SRK-M005-Q-05	LAB-SRK-M006-Q-06	MIN	MAX
		10/08/22	10/08/22	10/08/22		
12"	304.80	100.0	100.0	100.0		
10"	254.00	100.0	100.0	100.0		
8"	203.20	100.0	100.0	100.0		
6"	152.40	100.0	100.0	100.0		
5"	127.00	100.0	100.0	100.0		
4"	101.60	100.0	100.0	100.0	100	100
3"	76.20	88.0	98.0	100.0	95	100
2 "	50.80	76.4	86.7	89.2	80	100
1 ½ "	38.10	69.1	76.7	81.1		
1 "	25.40	60.8	64.8	69.3		
¾ "	19.05	55.1	58.6	59.5	50	80
½ "	12.70	47.3	48.9	47.4		
3/8 "	9.53	42.6	44.3	41.5		
Nº 4	4.76	32.4	33.0	30.5	30	55
Nº 10	2.000	22.6	26.2	26.2		
Nº 20	0.850	17.2	20.4	23.0	20	40
Nº 40	0.425	14.4	17.0	21.0		
Nº 60	0.250	12.6	14.8	19.7	10	30
Nº 100	0.150	10.1	11.8	18.1	5	20
Nº 200	0.075	9.3	10.8	17.6	0	10
Límite Líquido		27	25	28		—
Índice de plasticidad		8	8	7		-
Condición		NO CUMPLE	CUMPLE	NO CUMPLE		---

Fuente: Elaboración propia

Ilustración 48: Ensayo de granulometría de material de préstamo mes de agosto



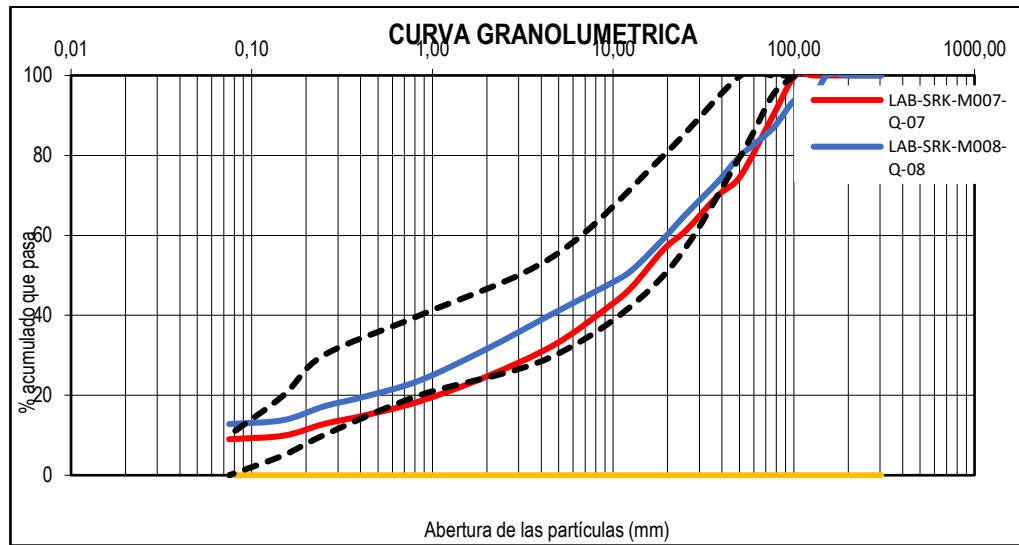
Fuente: Elaboración propia

Tabla 24: Ensayo de granulometría de material de préstamo mes de setiembre

Tamiz	Abertura (mm)	Granulometría Global / Acumulado que pasa (%)			Especificación Técnica	
		LAB-SRK-M007-Q-07	LAB-SRK-M008-Q-08		MIN	MAX
		31/09/2022	31/09/2022			
12"	304.80	100.0	100.0			
10"	254.00	100.0	100.0			
8"	203.20	100.0	100.0			
6"	152.40	100.0	100.0			
5"	127.00	100.0	93.9			
4"	101.60	100.0	93.9		100	100
3"	76.20	89.7	86.7		95	100
2 "	50.80	74.9	80.0			
1 ½ "	38.10	70.0	73.5			
1 "	25.40	61.3	65.4			
¾ "	19.05	56.5	59.2		75	90
½ "	12.70	47.1	51.3			
3/8 "	9.53	42.3	47.8			
Nº 4	4.76	32.7	40.7		60	80
Nº 10	2.000	24.7	31.6			
Nº 20	0.850	18.5	23.7		40	60
Nº 40	0.425	15.0	19.7			
Nº 60	0.250	12.8	17.2		30	50
Nº 100	0.150	9.9	13.8		20	40
Nº 200	0.075	9.0	12.8		10	30
Límite Líquido		26	26			---
Índice de plasticidad		8	9			-
Condición		NO CUMPLE	NO CUMPLE			---

Fuente: Elaboración propia

Ilustración 49: Ensayo de granulometría de material de préstamo mes de setiembre



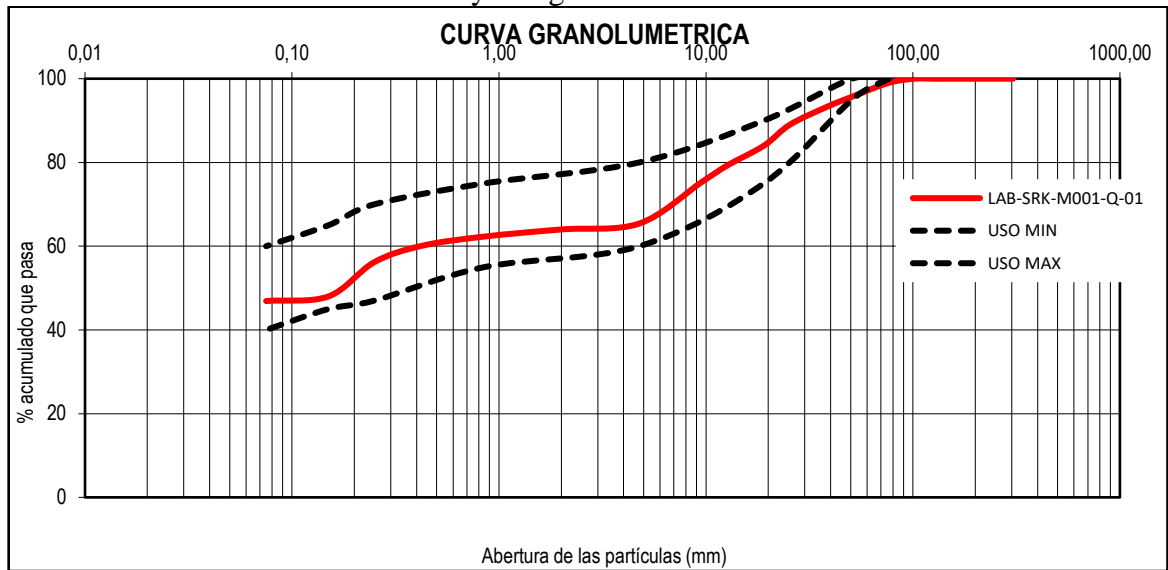
Fuente: Elaboración propia

Tabla 25: Ensayo de granulometría mezcla de materiales

Tamiz	Abertura (mm)	Granulometría Global / Acumulado que pasa (%)			Especificación Técnica	
		LAB-SRK-M001-Q-01			MIN	MAX
		31/09/2022				
12"	304.80	100.0				
10"	254.00	100.0				
8"	203.20	100.0				
6"	152.40	100.0				
5"	127.00	100.0				
4"	101.60	100.0				
3"	76.20	99.0			100	100
2 "	50.80	95.7			95	100
1 ½ "	38.10	93.2				
1 "	25.40	89.0				
¾ "	19.05	84.0			75	90
½ "	12.70	79.3				
3/8 "	9.53	75.3				
Nº 4	4.76	65.4			60	80
Nº 10	2.000	64.0				
Nº 20	0.850	62.3			55	75
Nº 40	0.425	60.1				
Nº 60	0.250	56.2			47	70
Nº 100	0.150	48.0			45	65
Nº 200	0.075	46.9			40	60
Límite Líquido		24			---	
Índice de plasticidad		8			-	
Condición		CUMPLE			---	

Fuente: Elaboración propia

Ilustración 50: Ensayo de granulometría mezcla de materiales



Fuente: Elaboración propia

Comparación De Resultados – Muestras Iniciales Vs Muestras Alteradas.

➤ **Ensayo de Proctor**

Tabla 26: Ensayos de Proctor relaves

MES	OCH C	MDS C
JULIO- AGOSTO - SETIEMBRE	13.38	2.06

Fuente: Elaboración propia

Los resultados que solicita los parámetros son como máxima humedad debe ser 14% y Máxima densidad seca como mínimo es de 1.8 g/cm³; ambos parámetros se cumplen.

Tabla 27: Ensayos de Proctor préstamo

MES	OCH C	MDS C
JULIO- AGOSTO - SETIEMBRE	4.34	2.39

Fuente: Elaboración propia

Los resultados que solicita los parámetros son como máxima humedad debe ser 8% y Máxima densidad seca como mínimo es de 2 g/cm³; ambos parámetros se cumplen.

Tabla 28: Ensayos de Proctor mezcla de materiales

MES	OCH C	MDS C
JULIO- AGOSTO - SETIEMBRE	10.75	2.17

Fuente: Elaboración propia

Los resultados que solicita los parámetros son como máxima humedad debe ser 12% y Máxima densidad seca como mínimo es de 2.0 g/cm³; ambos parámetros se cumplen.

➤ **Ensayos de Humedad**

Tabla 29: Control de humedad del relave

CONTENIDOS DE HUMEDAD NATURAL				MATERIAL QUE CUMPLE
FECHA REALIZACIÓN ENSAYO	CÓDIGO		GEOTECNICO	HUMEDAD OPTIMO (SEGÚN ESPECIFICACIÓN)
	REGISTRO	Nº	CONT. HUMEDAD (%) GEO	
31/072022	LAB22-SRK-M1027-Q-33	M-1301	18.5	14
31/072022	LAB22-SRK-M1081-Q-34	M-1302	18.3	14
31/072022	LAB22-SRK-M1126-Q-35	M-1303	17.6	14
30/08/2022	LAB22-SRK-M1307-Q-	M-1307	21.1	14
30/08/2022	LAB22-SRK-M1308-Q-	M-1308	20.1	14
30/08/2022	LAB22-SRK-M1309-Q-	M-1309	18.3	14
29/09/2022	LAB22-SRK-M1428-Q-	M-1428	16.6	14
29/09/2022	LAB22-SRK-M1429-Q-	M-1429	16.5	14
29/09/2022	LAB22-SRK-M1430-Q-	M-1430	16.2	14
29/09/2022	LAB22-SRK-M1431-Q-	M-1431	16.1	14

Fuente: Elaboración propia

Los resultados promedios son 17.87 % para el contenido de humedad y según especificaciones debe ser 14.

Tabla 30: Control de humedad del material de préstamo.

contenidos de humedad natural				material que cumple
	CÓDIGO		GEOTECNICO	HUMEDAD OPTIMO (SEGÚN ESPECIFICACIÓN)
FECHA REALIZACIÓN ENSAYO	REGISTRO	N°	CONT. HUMEDAD (%) GEO	
31/072022	LAB-SRK-M002-E-02	M-035	8.2	7
31/072022	LAB-SRK-M003-E-03	M-036	9.9	7
31/072022	LAB-SRK-M004-E-04	M-037	10.4	7
30/08/2022	LAB22-SRK-M052-Q-	M-052	9.6	7
30/08/2022	LAB22-SRK-M053-Q-	M-053	10.7	7
30/08/2022	LAB22-SRK-M054-Q-	M-054	7.9	7
29/09/2022	LAB22-SRK-M063-Q-	M-063	7.9	7
29/09/2022	LAB22-SRK-M064-Q-	M-064	9.0	7
29/09/2022	LAB22-SRK-M065-Q-	M-065	8.9	7

Fuente: Elaboración propia

Los resultados promedios son 9.17% para el contenido de humedad y según especificaciones debe ser 7.

Tabla 31: Control de humedad de la mezcla de materiales

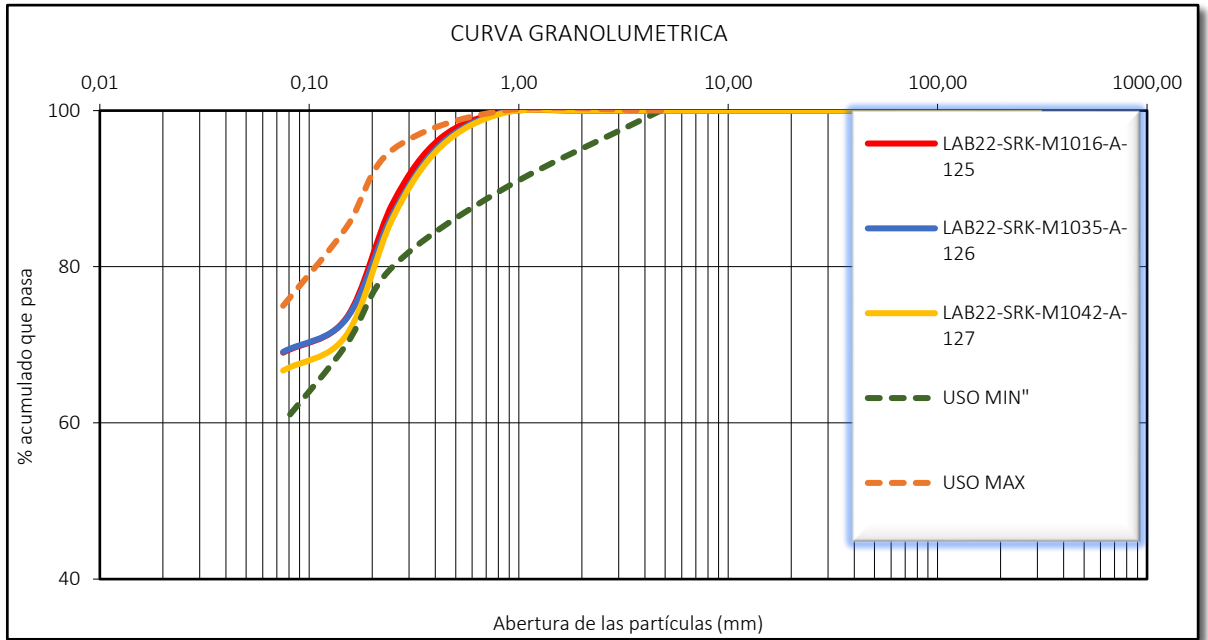
Contenidos de humedad natural				material que cumple
	CÓDIGO		GEOTECNICO	HUMEDAD OPTIMO (SEGÚN ESPECIFICACIÓN)
FECHA REALIZACIÓN ENSAYO	REGISTRO	N°	CONT. HUMEDAD (%) GEO	
31/072022	LAB22-SRK-M031-Q-	M-031	12.6	14
31/072022	LAB22-SRK-M032-Q-	M-032	14.3	14
31/072022	LAB22-SRK-M033-Q-	M-033	14.2	14
30/08/2022	LAB22-SRK-M134-Q-	M-134	13.2	14
30/08/2022	LAB22-SRK-M135-Q-	M-135	15.6	14
30/08/2022	LAB22-SRK-M136-Q-	M-136	13.6	14
29/09/2022	LAB22-SRK-M206-Q-	M-206	16.4	14
29/09/2022	LAB22-SRK-M207-Q-	M-207	16.2	14
29/09/2022	LAB22-SRK-M208-Q-	M-208	16.5	14

Fuente: Elaboración propia

Los resultados promedios son 14.73% para el contenido de humedad y según especificaciones debe ser 14.

➤ **Ensayos Granulometricos**

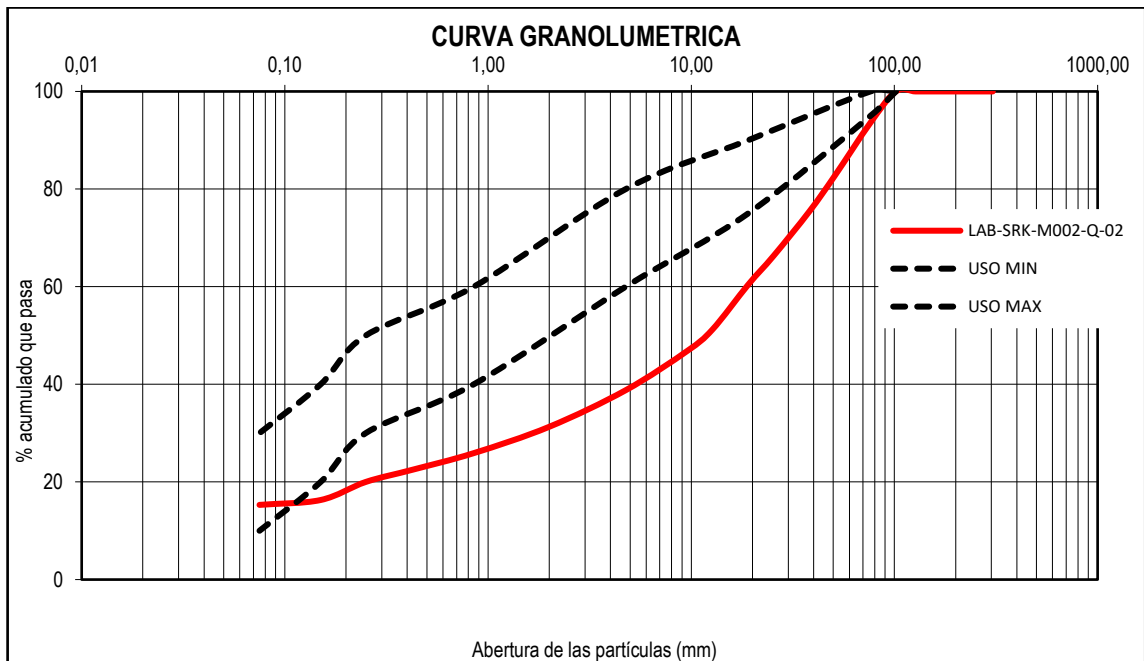
Ilustración 51. Ensayo granulométrico de relave



Fuente: Elaboración propia

La distribución **granulométrica** del relave está acorde a los usos establecidos según norma ASTM.

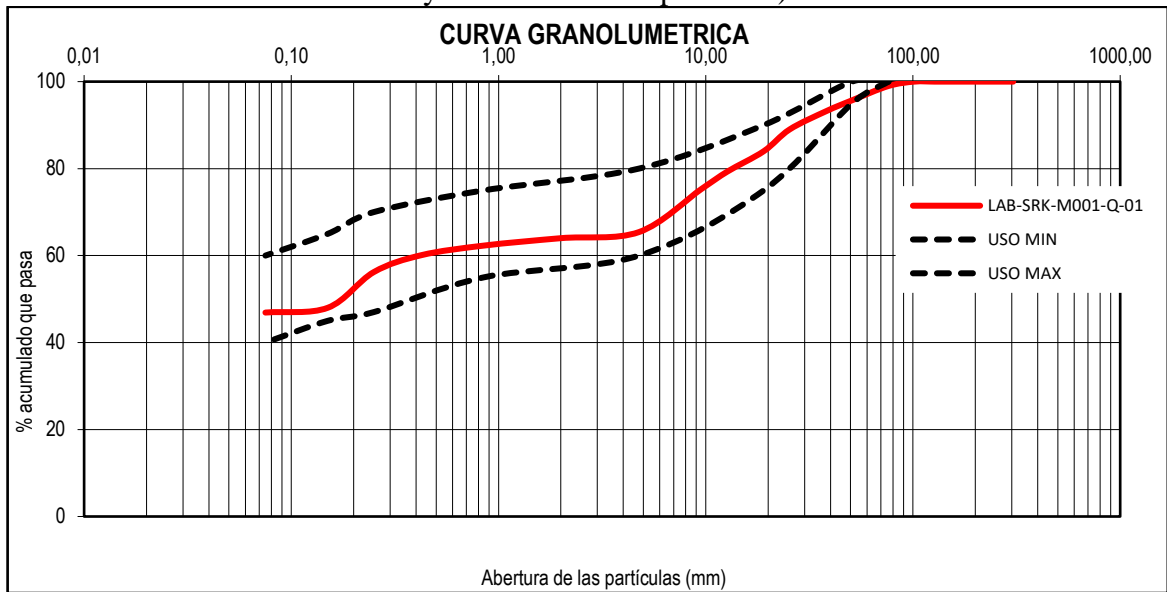
Ilustración 52: Ensayo granulométrico de material de préstamo



Fuente: Elaboración propia

La distribución granulométrica del material de préstamo no está acorde a los usos establecidos según norma ASTM, por tanto, debemos realizar la mezcla con el material de relave en una proporción de 3 de relave y 1 de material de préstamo.

Ilustración 53: Ensayo de granulometría de mezcla de materiales (3 de relave y 1 de material de préstamo)



Fuente: Elaboración propia

La distribución granulométrica de mezcla de materiales está acorde a los usos establecidos según norma ASTM.

4.3. Prueba de Hipótesis

4.3.1. Hipótesis general

Todos los resultados cumplen con los requerimientos mínimos de los ensayos geotécnicos para el aseguramiento de la calidad QA/QC en la relavera Esperanza, Chungar 2023.

4.3.2. Hipótesis específica

- Los resultados del ensayo Proctor modificado en los tres casos cumplen; ensayo de Proctor modificado en relaves la máxima humedad es de 13.38% y máxima densidad seca 2.06 g/cm³ los

resultados que solicita los parámetros son como máxima humedad debe ser 14% y máxima densidad seca como mínimo es de 1.8 g/cm³, los ensayos de Proctor con material préstamo su máxima humedad es de 4.34% y máxima densidad seca 2.39 g/cm³ los resultados que solicita los parámetros son como máxima humedad debe ser 8% y máxima densidad seca como mínimo es de 2 g/cm³ y por último ensayo de Proctor modificado mezcla de materiales su máxima humedad es de 10.75 % y máxima densidad seca 2.17 g/cm³ los resultados que solicita los parámetros son como máxima humedad debe ser 12% y máxima densidad seca como mínimo es de 2.0 g/cm³. Concluyendo que todos los parámetros cumplen.

- El promedio de la densidad de campo es de 2.03 g/cm³ y el porcentaje de compactación llega a 95.29% los resultados que solicita los parámetros son como mínima densidad de campo de 2 g/cm³, así mismo, el mínimo porcentaje de compactación 95%, concluyendo que el ensayo de densidad de campo estudiada es mayor a lo solicitado por lo tanto este si puede brindar el aseguramiento de la calidad QA/QC en la relavera Esperanza, Chungar 2023.
- Los resultados del contenido de humedad en los tres casos cumplen; los resultados promedios para el contenido de humedad en relaves son de 17.87 % y según especificaciones debe ser 14%, los resultados promedios para el contenido de humedad con material de préstamo son de 9.17% y según especificaciones debe ser 7% y los

resultados promedios para el contenido de humedad con mezcla de materiales es de 14.73% según especificaciones debe ser 14%.

- Los resultados del ensayo de granulometría se dan de la siguiente manera; los resultados promedios para el ensayo de granulometría en relaves están acorde a los usos establecidos según norma ASTM, La distribución granulométrica del material de préstamo no está acorde a los usos establecidos según norma ASTM, por tanto, debemos realizar la mezcla con el material de relave en una proporción de 3 de relave y 1 de material de préstamo, por ultimo La distribución granulométrica de mezcla de materiales está acorde a los usos establecidos según norma ASTM.

4.4. Discusión de resultados

El estudio realizado por (Vasquez & Vergara, 2018), en su tesis titulado, Evaluación de las propiedades mecánicas de suelos arcillosos de baja plasticidad mediante el uso del cemento para capa de rodadura en vías terciarias; nos dice la mezcla suelo-cemento con un contenido de humedad de 18% y una máxima densidad seca de 91.1 lb/pie³ para que esta mezcla se comporte de la manera más resistente, en nuestro caso se obtuvo el óptimo con mezcla de materiales de préstamo su máxima humedad es de 10.75 % y máxima densidad seca 2.17 g/cm³.

Según el autor (Ángel Ospina-García et al., 2020) nos hace conocer que en los ensayos de Proctor modificado la humedad óptima para el suelo arcilloso de tipo caolín es de 20.2% y la densidad seca máxima es de 1.59 g/cm³, con dosificaciones de 25% de escoria y 75% de material de caolín, en nuestro caso se obtuvo el óptimo con el ensayo de Proctor modificado mezcla de materiales su máxima humedad es de 10.75 % y máxima densidad seca 2.17 g/cm³.

En un estudio con la adición de cal en proporciones de 1, 2 y 3% se tiene una reducción de los finos que inicialmente estaban en promedio de 61.75%, se llega a la granulometría de 12, 10 y 8%, pero si agregamos nanosilica en diferentes proporciones de 0,5, 1 y 2% se tiene una reducción a 17 y 15% según (Munte et al., 2022), en nuestro caso con la distribución granulométrica del material de préstamo no cumple a los usos establecidos según norma ASTM, por tanto, debemos realizar la mezcla con el material de relave en una proporción de 3 de relave y 1 de material de préstamo.

CONCLUSIONES

- Todos los resultados cumplen con los requerimientos mínimos de los ensayos geotécnicos para el aseguramiento de la calidad QA/QC en la relavera Esperanza, Chungar 2023.
- El ensayo de Proctor modificado en relaves la máxima humedad es de 13.38% y máxima densidad seca 2.06 g/cm³ los resultados que solicita los parámetros son como máxima humedad debe ser 14% y máxima densidad seca como mínimo es de 1.8 g/cm³, los ensayos de Proctor con material préstamo su máxima humedad es de 4.34% y máxima densidad seca 2.39 g/cm³ los resultados que solicita los parámetros son como máxima humedad debe ser 8% y máxima densidad seca como mínimo es de 2 g/cm³ y por último ensayo de Proctor modificado mezcla de materiales su máxima humedad es de 10.75 % y máxima densidad seca 2.17 g/cm³ los resultados que solicita los parámetros son como máxima humedad debe ser 12% y máxima densidad seca como mínimo es de 2.0 g/cm³. Concluyendo que todos los parámetros cumplen. Concluyendo que Los resultados del ensayo Proctor modificado en los tres casos cumplen.
- El promedio de la densidad de campo es de 2.03 g/cm³ y el porcentaje de compactación llega a 95.29% los resultados que solicita los parámetros son como mínima densidad de campo de 2 g/cm³, así mismo, el mínimo porcentaje de compactación 95%, concluyendo que el ensayo de densidad de campo estudiada es mayor a lo solicitado por lo tanto este si puede brindar el aseguramiento de la calidad QA/QC en la relavera Esperanza, Chungar 2023.
- los resultados promedios para el contenido de humedad en relaves son de 17.87 % y según especificaciones debe ser 14%, los resultados promedios para el contenido de humedad con material de préstamo son de 9.17% y según especificaciones debe ser

7% y los resultados promedios para el contenido de humedad con mezcla de materiales es de 14.73% según especificaciones debe ser 14%. Concluyendo que todos los resultados cumplen con lo solicitado en las especificaciones.

- los resultados promedios para el ensayo de granulometría en relaves están acorde a los usos establecidos según norma ASTM, La distribución granulométrica del material de préstamo no está acorde a los usos establecidos según norma ASTM, por tanto, debemos realizar la mezcla con el material de relave en una proporción de 3 de relave y 1 de material de préstamo, por ultimo La distribución granulométrica de mezcla de materiales está acorde a los usos establecidos según norma ASTM. Concluyendo que el ensayo granulométrico en relaves y mezcla de materiales cumple los usos establecidos según norma ASTM y en el ensayo granulométrico con material de préstamo no cumple, deduciendo se debe realizar la mezcla con el material de relave en una proporción de 3 de relave y 1 de material de préstamo.

RECOMENDACIONES

- Para las futuras investigaciones recomiendo usar aditivos para poder mejorar las propiedades físicas y mecánicas para el aseguramiento de la calidad QA/QC en la relavera Esperanza, Chungar.
- Analizar los ensayos geotécnicos con proporciones diferentes del relave, material de préstamo y las mezclas de ambos.
- Realizar el estudio de mecánica de suelos, ya que este permitirá obtener un dictamen de las características y propiedades del suelo.
- Realizar una prueba de laboratorio del estudio de mecánicas, ya que dichos resultados proporcionarán información necesaria para el diseño de futuros proyectos.
- Es necesario realizar los ensayos de granulometría, humedad del suelo, densidad seca y resistencia del suelo para poder diseñar y estabilizar el suelo.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Cuasi experimentos. (s. f.). Recuperado 10 de enero de 2023, de <https://ccp.ucr.ac.cr/cursoweb/242cuas.htm>
- geotecniafacil. (2005). El ensayo CBR de laboratorio ¿Qué es? Y ¿Para qué sirve? En Geotecnia (pp. 1-15).
- HT chema antipolvo V02.2020 (1).pdf. (s. f.). Recuperado 10 de enero de 2023, de [http://www.chema.com.pe/assets/productos/ficha-tecnica/HT%20CHEMA%20ANTIPOLVO%20V02.2020%20\(1\).pdf](http://www.chema.com.pe/assets/productos/ficha-tecnica/HT%20CHEMA%20ANTIPOLVO%20V02.2020%20(1).pdf)
- Huaranga Moreno, F. R., Rodríguez Rodríguez, E. F., Méndez García, E. F., Bernuí Paredes, F., Huaranga Moreno, F. R., Rodríguez Rodríguez, E. F., Méndez García, E. F., & Bernuí Paredes, F. (2021). Especies bioindicadoras de contaminación por relaves mineros en el Sector Samne, La Libertad-Perú, 2021. *Arnaldoa*, 28(3), 633-650. <https://doi.org/10.22497/arnaldoa.283.28310>
- MCA perforaciones. (2022, junio 20). Ensayos Geotécnicos. MCA Perforaciones. <https://mcaperforaciones.com/ensayos-de-campo/>
- minem. (2004). Minería metálica. https://www.minem.gob.pe/minem/archivos/file/DGEE/eficiencia%20energetica/publicaciones/guias/1_%20guia%20mineria%20metalica%20DGEE-1.pdf
- Mudd, & Boger. (2014). Guía minería metálica DGEE. https://www.minem.gob.pe/minem/archivos/file/DGEE/eficiencia%20energetica/publicaciones/guias/1_%20guia%20mineria%20metalica%20DGEE-1.pdf
- Nagaraj. (2005). La proporción de relaves dentro de los minerales. <https://www.minem.gob.pe/minem/archivos/file/Mineria/PUBLICACIONES/LGM/LGM%202019.pdf>

- Rivera, J. F., Aguirre-Guerrero, A., Gutiérrez, R. M. de, & Orobio, A. (2020). Estabilización química de suelos—Materiales convencionales y activados alcalinamente (revisión). *Informador Técnico*, 84(2), Art. 2. <https://doi.org/10.23850/22565035.2530>
- Simón, A. (2021). Aseguramiento y Control de la Calidad (QA/QC) en la Exploración Geológica y Minera. <https://avrconsultores.cl/aseguramiento-y-control-de-la-calidad-qa-qc/>
- SKR Consulting. (1974). Muestreo, Análisis y QA/QC en Exploración de Minerales | SRK. <https://www.srk.com/es/servicios/muestreo-analisis-y-qaqc-en-exploracion>

ANEXOS



METROLOGÍA Y AUTOMATIZACIÓN S.R.L.

METAUT

**CERTIFICADO DE VERIFICACION
LLA-DC-016-22**

Pag. 1 de 1

CLIENTE : SRK CONSULTING (PERU) S.A.

INFORMACION DEL INSTRUMENTO:

EQUIPO DENSIDAD DE CAMPO 6 1/2"

FABRICANTE

TECNICAS CP

MODELO -----

N° SERIE

F. VERIFICACIÓN : 17.07.2022

F. Prox. VERIFICACIÓN : 17.01.2023

INFORMACION DEL INSTRUMENTO PATRON:

Pie de Rey de 300 mm Prec. 0.01 mm Mitutoyo - Japones Mod. CDN-P12" PMX
Serie 0003131 Calibrado FA-0201-2022 - INACAL

La Verificación se realizó por medición directa Siguiendo los parámetros de fabricación indicados según la Norma ASTM D1556-15

MEDICIÓN DEL INSTRUMENTO:

	Lect1 (mm)	Lect2 (mm)	Prom. (mm)
Diam. Interior del Cono	166.68	166.68	166.68
Diam. Exterior del Cono	175.10	175.10	175.10
Altura del cono	143.88	143.87	143.88
	Lect1 (mm)	Lect2 (mm)	Prom. (mm)
Longitud del Plato	306.08	306.07	306.08
Diam Int. Del Plato	163.70	163.70	327.40

Observaciones:

Instrumento se encuentra dentro de los parámetros de fabricación Normados



STALIN OLAZABAL TREJO
INGENIERO ELECTRÓNICO
C.I.P. N° 182685



METROLOGÍA Y AUTOMATIZACIÓN S.R.L.

METAUT

CERTIFICADO DE VERIFICACION
LLA-MTPM-009-22

Pág. 1 de 1

CLIENTE : SRK CONSULTING (PERU) S.A.

INFORMACION DEL INSTRUMENTO:

EQUIPO Martillo Proctor Modificado

FABRICANTE -----

MODELO -----

N° SERIE -----

F. VERIFICACIÓN : 17.07.2022

F. Prox. VERIFICACIÓN : 17.01.2023

INFORMACION DEL INSTRUMENTO PATRON:

Pie de Rey de 300 mm Prec. 0.01 mm Mitutoyo - Japones Mod. CDN-P12" PMX
Serie 0003131 Calibrado FA-0201-2022 - INACAL

La Verificación se realizó por medición directa Siguiendo los parámetros de fabricación
indicados según la Norma ASTM D 1557

MEDICIÓN DEL INSTRUMENTO:

Peso Martillo

Peso Martillo

4535.92

gr.

Peso Normado 4536 +/- 9 gr (10 +/- 0.02 Lbs)

Diametro de la Cara de Impacto del Martillo

Diam.

50.38

mm

Diam. De Cara de impacto del Martillo Normado 50.8 +/- 0.13mm

Caida libre del Martillo

Long.

455.10

mm

Caida libre del Martillo Normado 457.2 +/- 1.6 mm (18" +/- 0.05")

Observaciones:

Instrumento se encuentra dentro de los parámetros de fabricación Normados



STALIN OLAZABAL TREJO

INGENIERO ELECTRÓNICO

C.I.P. N° 182685



CERTIFICADO DE VERIFICACION
LLA-MPM-012-22

Pag. 1 de 1

CLIENTE : SRK CONSULTING (PERU) S.A.

INFORMACION DEL INSTRUMENTO:

EQUIPO Molde Proctor Modificado 6" FABRICANTE -----
MODELO ----- N° SERIE -----

F. VERIFICACIÓN : 17.07.2022

F. Prox. VERIFICACIÓN : 17.01.2023

INFORMACION DEL INSTRUMENTO PATRON:

Pie de Rey de 300 mm Prec. 0.01 mm Mitutoyo - Japones Mod. CDN-P12" PMX
Serie 0003131 Calibrado FA-0201-2022 - INACAL

La Verificación se realizó por medición directa Siguiendo los parámetros de fabricación
indicados según la Norma AASHTO T-180-95

MEDICIÓN DEL INSTRUMENTO:

Diam. Interior Medido

152.30	152.32	152.29	152.30
--------	--------	--------	--------

Diam. Prom.
(mm)

152.30

Diametro Normado 152.4 +/- 0.66 mm (6 +/- 0.026 in)

Altura Medido

115.84	115.95	115.96	115.98
--------	--------	--------	--------

Altura Prom.
(mm)

115.93

Altura Normada 116.43 +/- 0.5 mm (4.584 +/- 0.018 in)

Volumen

2130

 cc

Volumen Especificado 2124 +/- 25 cc

Observaciones:

Instrumento se encuentra dentro de los parámetros de fabricación Normados



STALIN OLAZABAL TREJO
INGENIERO ELECTRÓNICO
C.I.P. N° 182685



CERTIFICADO DE CALIBRACION
LLA-CCG-010-22

CLIENTE : SRK CONSULTING (PERU) S.A.

INFORMACION DEL INSTRUMENTO:

EQUIPO	COPACASAGRANDE
FABRICANTE	----
MODELO	----
TIPO	MECANICO
N° SERIE	500
F. CALIBRACION	17/07/2022
F. PROX. CALIBRACION	17/01/2023

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el sistema internacional de unidades (SI)

La dirección de Metrología custodia, conserva y mantiene los patrones nacionales de las unidades de medida, calibra patrones secundarios, realiza mediciones y certificaciones metrológicas a solicitud de los interesados.

Para la realización del Proceso de calibración del equipo Metaut sigue el procedimiento ASTM D4318-17 "Estándar test methods for liquid limit, plastic limit, Plasticity index of soils".

Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones el usuario está obligado a recalibrar sus instrumentos a intervalos apropiados.

METODO DE CALIBRACION:

La calibración se realizó por comparación directa según los procedimientos de la norma ASTM D4318-17 "Standard Test methods for liquid limit, Plastic limit, Plasticity index of soils"

INSTRUMENTO PATRON:

Pie de Rey de 300 mm Prec. 0.01 mm Mitutoyo - Japones
Mod. CDN-P12" PMX Serie 0003131 Calibrado FA-0201-2022
INACAL

CONDICION AMBIENTAL DE CALIBRACION:

Temperatura de Ambiente	(4.1 +/- 1) °C
Humedad Relativa	(71 +/- 5) %Hr




STALIN OLAZABAL TREJO
INGENIERO ELECTRONICO
C.I.P. N° 182685



CERTIFICADO DE CALIBRACION
LLA-CCG-010-22

APARATO LIMITE LIQUIDO						
Conjunto de la Cazuela						
Dimensiones	A		B		C	
Descripción	Radio de Copa		Espesor de Copa		Profundidad de Copa	
Métrico, mm	54.0		2		27.0	
Tolerancia, mm	1		0.2		1	
Inglés, pulg	2.12		0.078		1.062	
Tolerancia, pulg	0.08		0.004		0.04	
Medidas del equipo	54.5	54.6	2.1	2.1	26.7	26.7

BASE						
Dimensiones	A		K		L	
Descripción	Ancho		Espesor		Largo	
Métrico, mm	125		50		150	
Tolerancia, mm	2		2		2	
Inglés, pulg	4.92		1.97		5.9	
Tolerancia, pulg	0.2		0.2		0.2	
Medidas del equipo	126.79	126.79	51.17	51.17	152.14	152.40

Ranurador - Extremo Curvado						
Dimensiones	K		A		B	
Descripción	Espesor		Borde Cortante		Ancho	
Métrico, mm	10		2		11	
Tolerancia, mm	0.05		0.1		0.2	
Inglés, pulg	0.394		0.079		0.531	
Tolerancia, pulg	0.004		0.004		0.004	
Medidas del equipo	10.0	10.0	2	2	11	11

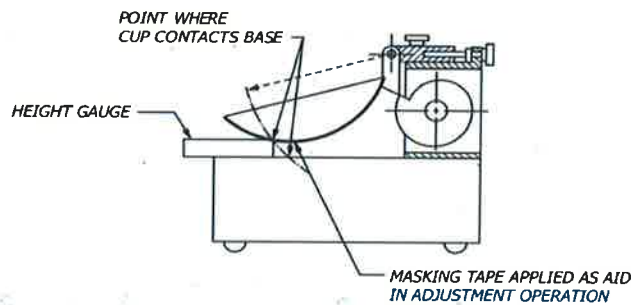
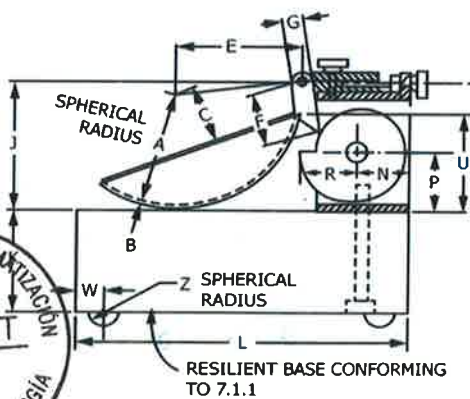


FIG. 2 Adjustment for Height-of-Drop





**CERTIFICADO DE CALIBRACION
LM-BAL-114-22**

CLIENTE : SRK CONSULTING (PERU) S.A.

INFORMACION DEL INSTRUMENTO:

EQUIPO BALANZA DE FUNCIONAMIENTO NO AUTOMATICO

FABRICANTE OHAUS

MODELO NV622

SERIE 8342015025

TIPO ELECTRÓNICA

CAPACIDAD MÁXIMA 620 g

DIVISION DE ESCALA (d) 0,01 g

DIVISION DE VERIF. (e) 0,01 g

CLASE II

F. CALIBRACIÓN 17/07/2022

F. PROX. CALIBRACIÓN * 17/01/2023

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el sistema internacional de unidades (SI)

La dirección de Metrología custodia, conserva y mantiene los patrones nacionales de las unidades de medida, calibra patrones secundarios, realiza mediciones y certificaciones metroológicas a solicitud de los interesados.

Para la realización del Proceso de calibración del equipo METAUT sigue el procedimiento PC-011 Procedimiento para la calibración de balanzas.

Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones el usuario está obligado a recalibrar sus instrumentos a intervalos apropiados

METODO DE CALIBRACION:

La calibración se realizó por comparación directa según PC-011 procedimiento para la Calibración de balanzas de funcionamiento automático Clase I y II SNM-INDECOPI – 4Ta Edición 2010.

TRAZABILIDAD:

03 Pesa de 10 kg, 01 Pesa de 5 kg, 01 Pesa de 2 kg, 01 Jgo. de Pesas de 1 mg. a 1 kg, Clase F₁ certificados LM-C-077-2022, LM-C-151-2022, LM-C-084-2022, PE22-C-0847 Certificados trazables con INACAL-DM.

LUGAR DE LA CALIBRACIÓN:

El servicio de calibración se realizó en las instalaciones del cliente localizado en Huayllay.

CONDICION AMBIENTAL DE CALIBRACIÓN:

ΔT LOCAL (4,1 °C Hasta 4,4 °C)

COEF. DERIVA TEMP. 1x10⁻⁵/°C




STALIN OLAZABAL TREJO
INGENIERO ELECTRÓNICO
C.I.P. N° 182685



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN LM-BAL-114-22

RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN

ENSAYO DE PESAJE

temperatura	Inicial	final
	4.1	4.4

Humedad relativa %	Inicial	final
	71	71

ENSAYO DE PESAJE

Carga L (g)	CRECIENTES			
	l (g)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)
0.1	0.10	0.006	-0.001	
0.5	0.50	0.005	0.000	0.001
1	1.00	0.005	0.000	0.001
5	5.00	0.006	-0.001	0.000
10	10.00	0.006	-0.001	0.000
20	20.00	0.005	0.000	0.001
50	50.00	0.005	0.000	0.001
100	100.00	0.006	-0.001	0.000
200	200.00	0.006	-0.001	0.000
300	300.00	0.006	-0.001	0.000
500	500.00	0.006	-0.002	-0.001
600	600.00	0.006	-0.002	-0.001

l (g)	DECRECIENTES				e.m.p (g)
	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)		
0.50	0.006	-0.001	0.000	0.01	
1.00	0.005	0.000	0.001	0.01	
5.00	0.005	0.000	0.001	0.01	
10.00	0.005	0.000	0.001	0.01	
20.00	0.006	-0.001	0.000	0.01	
50.00	0.006	-0.001	0.000	0.01	
100.00	0.005	0.000	0.001	0.02	
200.00	0.006	-0.001	0.000	0.02	
300.00	0.005	0.000	0.001	0.03	
500.00	0.006	-0.002	-0.001	0.03	
600.00	0.006	-0.002	-0.001	0.03	

Lectura Corregida del Resultado de una pesada : $R_{\text{corregida}} = R - (-1,38 \times 10^{-6})R$

Incertidumbre de una Medición U : $2 \times \sqrt{4,008 \times 10^{-5} + 5,811 \times 10^{-11}R^2}$

- L : Carga Aplicada a la Balanza
- l : Indicación del Instrumento
- U : Incertidumbre Expandida de la Lectura Corregida
- R : Lectura de la balanza posterior a la calibración expresada en (g)
- ΔL : Valor de la Carga Adicional
- E : Error Encontrado
- Eo : Error en Cero
- Ec : Error Corregido

La incertidumbre reportada es la Incertidumbre expandida que resulta de la multiplicación de la Incertidumbre Combinada por el factor de cobertura k=2, para una probabilidad de cobertura aproximada a un nivel de confianza del 95%

Notas y aclaraciones

Se ha asumido un valor de $1,0 \times 10^{-5} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$ como coeficiente de deriva de la balanza por variación de temperatura para la calibración.

se ha colocado una etiqueta de color celeste, con el código de certificado asignado al documento en señal de haber realizado la calibración.

Se colo fecha de proxima calibración a solicitud del cliente a efectos de llevar un control de calidad de la balanza

El intervalo de variación de temperatura donde se ubica la balanza fue considerado de acuerdo a la variación de temperatura registrada durante la calibración

FCC-MET-LM
Rev. 03 - fecha: 01/22





CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN LM-BAL-114-22

RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN

INSPECCION VISUAL

AJUSTE DE CERO	Tiene	ESCALA	No Tiene	PLATAFORMA	No Tiene
OSCILACION LIBRE	Tiene	CURSOR	No Tiene	NIVELACION	Tiene
SISTEMA DE TRABA	No Tiene				

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

Temperatura	Inicial	final	Humedad relativa %	Inicial	final
	4.1	4.4		71.0	71.0

Medición Nro	Carga L1 = 300 g		E (g)
	l (g)	ΔL (g)	
1	300.00	0.006	-0.001
2	300.00	0.005	0.000
3	300.00	0.006	-0.001
4	300.00	0.006	-0.001
5	300.01	0.006	0.009
6	300.01	0.005	0.010
7	300.00	0.006	-0.001
8	300.01	0.005	0.010
9	300.00	0.005	0.000
10	300.00	0.005	0.000

Medición Nro	Carga L2 = 600 g		E (g)
	l (g)	ΔL (g)	
1	600.00	0.006	-0.002
2	600.00	0.005	-0.001
3	600.00	0.006	-0.002
4	600.01	0.005	0.009
5	600.01	0.005	0.009
6	600.00	0.005	-0.001
7	600.00	0.005	-0.001
8	600.01	0.006	0.008
9	600.00	0.006	-0.002
10	600.00	0.006	-0.002

Carga (g)	ΔE Diferencia Maxima (g)	e.m.p. (g)
300.00	0.011	0.02
600.00	0.011	0.03

ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

Temperatura	Inicial	final	Humedad relativa %	Inicial	final
	4.1	4.4		71	71

2	1	5
3		4

Posic. de Carga	Determinación del error Eo				Determinación de error corregido Ec					e.m.p (g)
	Carga Min.	l (g)	ΔL (g)	Eo (g)	Carga L	l (g)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)	
1	0,1 g	0.10	0.006	-0.001	200 g	200.00	0.006	-0.001	0.000	0.02
2		0.10	0.005	0.000		200.00	0.005	0.000	0.000	0.02
3		0.10	0.006	-0.001		200.00	0.005	0.000	0.001	0.02
4		0.10	0.005	0.000		200.00	0.006	-0.001	-0.001	0.02
5		0.10	0.006	-0.001		200.00	0.006	-0.001	0.000	0.02





**CERTIFICADO DE CALIBRACION
LT-HL-017-22**

CLIENTE : SRK CONSULTING (PERU) S.A.

INFORMACION DEL INSTRUMENTO:

EQUIPO	HORNO LABORATORIO
FABRICANTE	PERU TEST
MODELO	PT-H136
N° SERIE	-----
CAPACIDAD	200 Lts
INDICADOR	AUTCOMP
Precisión	0,1°C
Sensor	Tipo J
RANGO	0 - 250 °C
Procedencia	Perú
Tipo de Ventilación	Forzada
Punto de Operación	110 +/- 5°C

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el sistema internacional de unidades (SI)

La dirección de Metrología custodia, conserva y mantiene los patrones nacionales de las unidades de medida, calibra patrones secundarios, realiza mediciones y certificaciones metrológicas a solicitud de los interesados.

Para la realización del Proceso de calibración del equipo Metaut sigue el procedimiento INDECOPI-SNM PC-018.

Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones el usuario está obligado a recalibrar sus instrumentos a intervalos apropiados

UBICACIÓN Laboratorio In Situ Huayllay.

DIA DE LA MEDICION 17/07/2022




STALIN OLAZABAL TREJO
INGENIERO ELECTRÓNICO
C.I.P. N° 182685



**CERTIFICADO DE CALIBRACION
LT-HL-017-22**

Validado por el certificado de calibración N° 1AT-1451-2022

CONDICION AMBIENTAL DE CALIBRACION:

Temperatura de Ambiente (4.1+/- 1) °C
Humedad Relativa (71 +/- 5) °%Hr

INFORMACION DEL INSTRUMENTO:

EQUIPO HORNO LABORATORIO
FABRICANTE PERU TEST
MODELO PT-H136
N° SERIE ----
CAPACIDAD 200 Lts
INDICADOR AUTCOMP
RANGO 0-250 °C

INFORMACION DEL INSTRUMENTO PATRON:

EQUIPO TERMOMETRO CON INDICACION DIGITAL
FABRICANTE FLUKE
MODELO 54 II B
N° SERIE 4673052WS
RANGO -200°C-1372°C
PRECISION 0.1°C
PROC. CAL. Calibración por Comparación siguiendo el procedimiento INDECOPI - SNM-PC-018 "Procedimiento para la calibración o termostatico termostatico





ENSAYOS:

Distribución de la temperatura:

Valor de ensayo a 110°C

Tiempo (mm)	Pirómetro °C	INDICACIONES CORREGIDAS DE CADA TERMOCUPLA ° C										T° Prom. °C	Tmax- Tmin °C
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
0	111.0	110.4	110.3	110.2	110.3	110.4	110.1	110.4	110.2	110.2	110.3	110.3	0.3
2	111.0	110.1	110.2	110.1	110.1	110.3	110.3	110.3	110.2	110.3	110.2	110.2	0.2
4	110.0	110.0	110.4	110.3	110.4	110.4	110.0	110.1	110.1	110.3	110.2	110.2	0.4
6	110.0	110.0	110.3	110.3	110.2	110.3	110.2	110.3	110.5	110.2	110.4	110.3	0.5
8	110.0	110.4	110.3	110.1	110.4	110.3	110.1	110.3	110.1	110.4	110.4	110.3	0.3
10	109.0	110.5	110.5	110.5	110.2	110.4	110.2	110.2	110.1	110.3	110.6	110.4	0.5
12	109.0	110.5	110.6	110.2	110.3	110.3	110.5	110.3	110.2	110.4	110.4	110.4	0.4
14	109.0	110.5	110.4	110.1	110.3	110.2	110.3	110.3	110.2	110.4	110.3	110.3	0.4
16	108.0	110.4	110.3	110.1	110.2	110.3	110.4	110.4	110.1	110.4	110.5	110.3	0.4
18	108.0	110.6	110.7	110.7	110.6	110.7	110.7	110.8	110.4	110.7	110.8	110.7	0.4
20	108.0	110.3	110.3	110.1	110.1	110.0	110.1	110.2	110.0	110.5	110.2	110.2	0.5
22	111.0	110.3	110.3	110.2	109.9	110.1	110.3	110.2	110.1	110.2	110.3	110.2	0.4
24	110.0	110.1	110.3	110.3	110.2	110.0	110.3	110.2	110.0	110.2	110.3	110.2	0.3
26	110.0	110.2	111.3	111.3	111.4	111.3	111.4	111.4	111.2	111.1	111.3	111.2	1.2
28	111.0	110.1	110.2	110.1	110.3	110.0	110.2	110.1	110.0	110.1	110.2	110.1	0.3
30	110.0	110.2	110.0	110.1	110.3	110.1	110.3	110.0	110.1	110.0	110.4	110.2	0.4
32	109.0	110.0	110.1	110.3	110.2	110.3	110.2	110.1	110.6	110.3	110.3	110.2	0.6
34	110.0	110.2	110.2	110.2	110.4	110.1	110.4	110.0	110.0	110.4	110.3	110.2	0.4
36	110.0	110.1	110.3	110.1	110.1	110.0	110.1	110.1	110.0	110.3	110.4	110.2	0.4
38	110.0	110.2	110.4	110.3	110.2	110.1	110.3	110.3	110.3	110.2	110.2	110.3	0.3
40	110.0	110.0	110.3	110.2	110.1	110.0	110.3	110.1	110.0	110.1	110.3	110.1	0.3
42	110.0	110.0	110.4	110.1	110.1	110.1	110.3	110.1	110.1	110.2	110.3	110.2	0.4
44	110.0	110.1	110.4	110.0	110.2	110.1	110.2	110.0	110.0	110.2	110.1	110.1	0.4
46	110.0	110.0	110.2	110.2	110.1	110.3	110.4	110.3	110.2	110.2	110.2	110.2	0.4
48	110.0	110.1	110.4	110.1	110.6	110.1	110.3	110.3	110.1	110.2	110.3	110.3	0.5
50	110.0	110.2	110.2	110.3	110.1	110.3	110.1	110.3	110.0	110.2	110.4	110.2	0.4
T. PROM.	109.8	110.2	110.4	110.2	110.3	110.2	110.3	110.3	110.2	110.3	110.4	110.3	
T. MAX.	111.0	110.6	111.3	111.3	111.4	111.3	111.4	111.4	111.2	111.1	111.3		
T. MIN.	108.0	110.0	110.0	110.0	109.9	110.0	110.0	110.0	110.0	110.0	110.1		

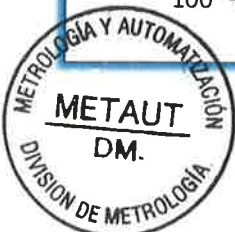
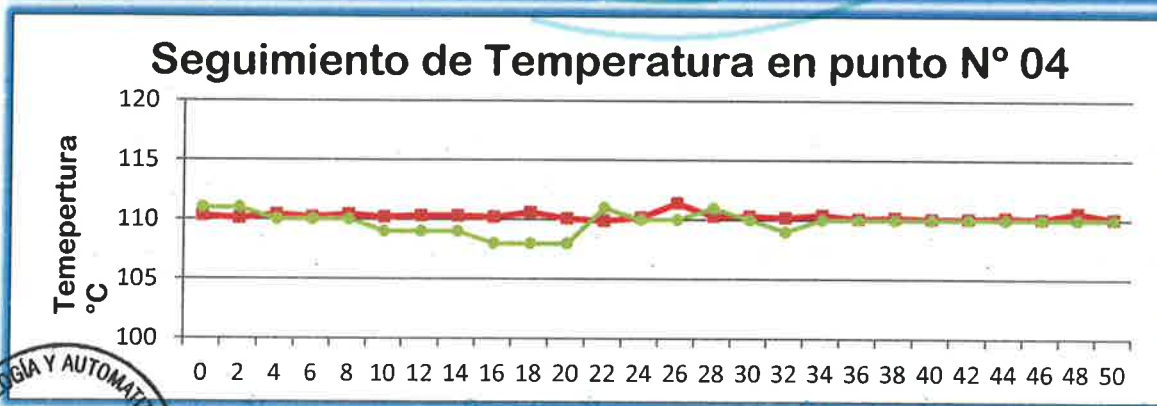
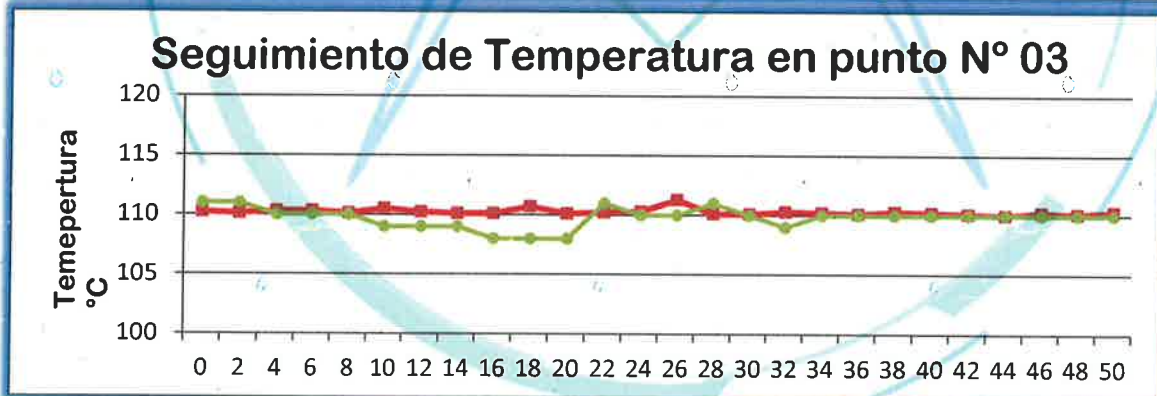
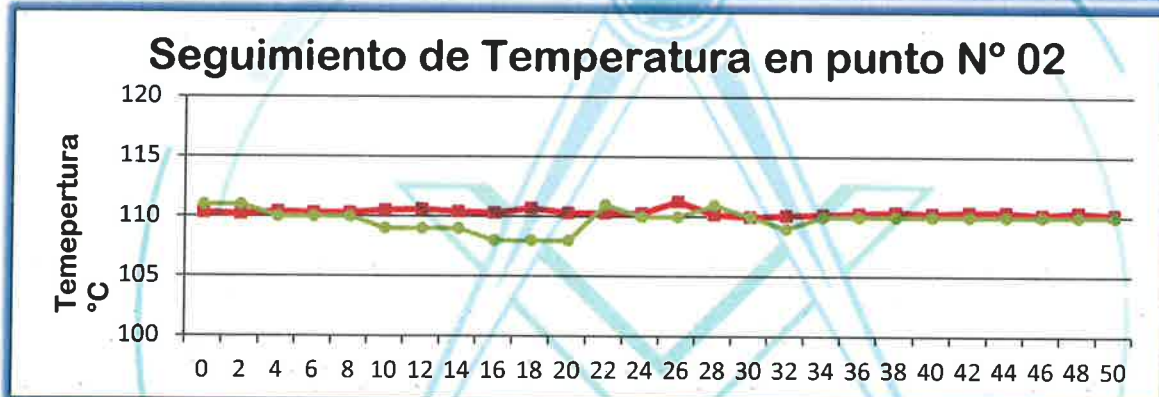
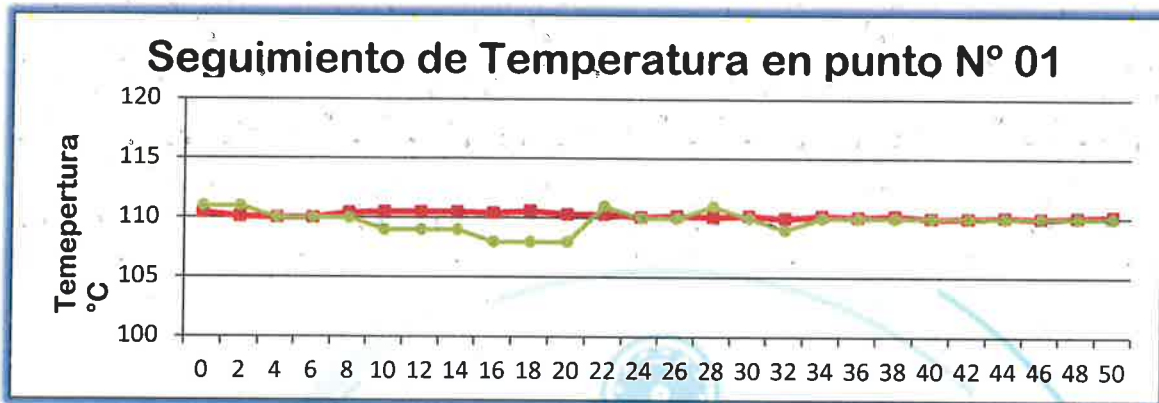
Identificación de Terminología:

- T PROM. Temperatura Promedio durante el ciclo total de toma de datos.
- T MAX. Temperatura Maxima durante el ciclo total la toma de datos.
- T MIN Temperatura Mínima durante el ciclo total la toma de datos.
- T Prom. Temperatura Promedio del total de las Termocuplas durante la toma de datos.
- Tmax-Tmin Diferencia entre la Temperatura Maxima y Minima durante la toma de datos.



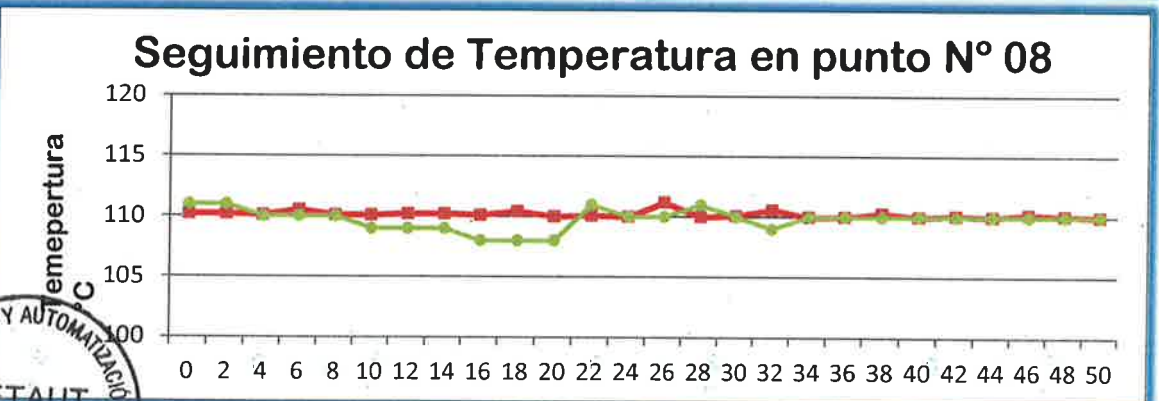
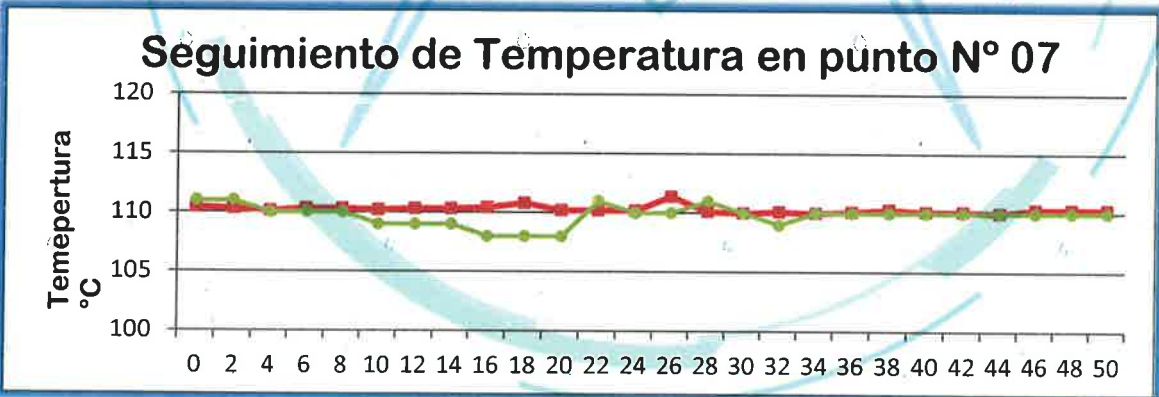
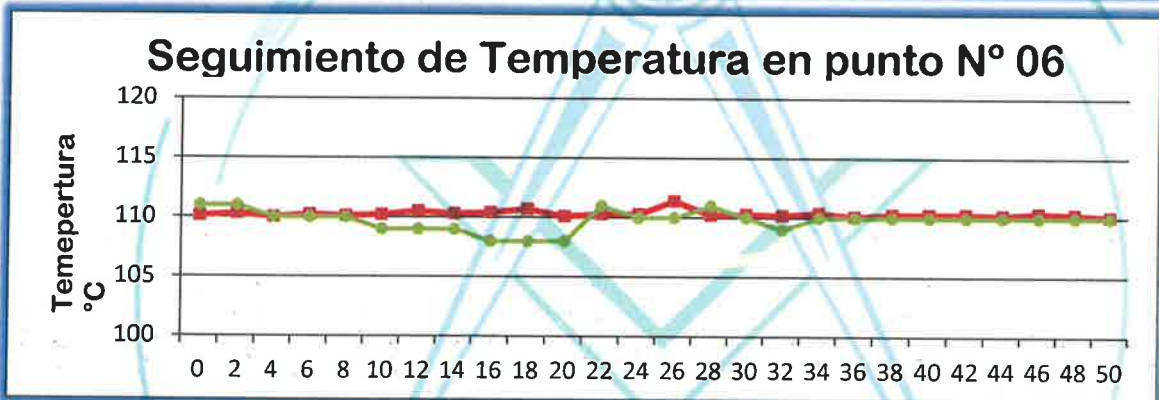
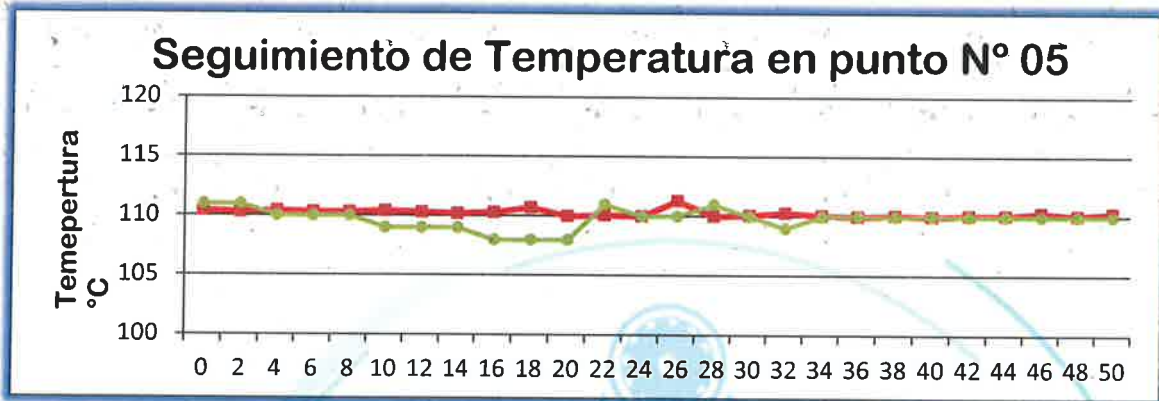


GRAFICOS DEL SEGUIMIENTO DE TEMPERATURAS PARA 110°C



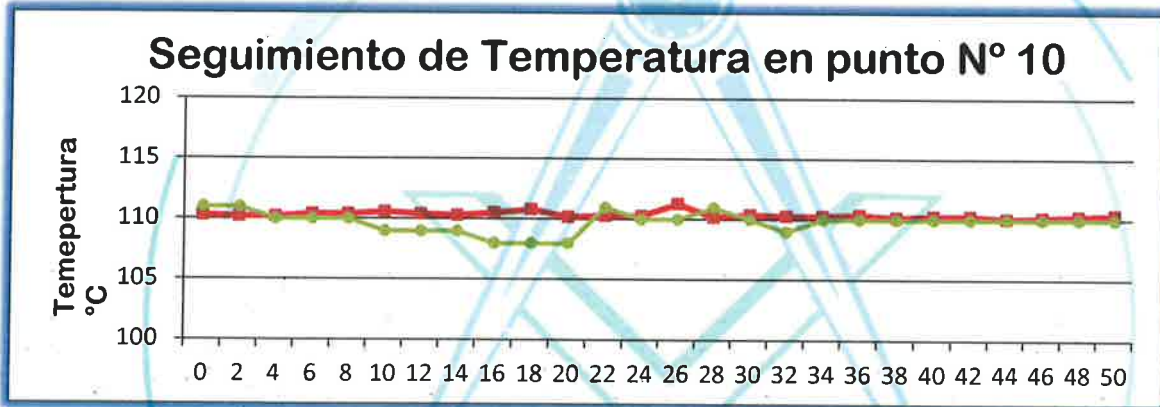
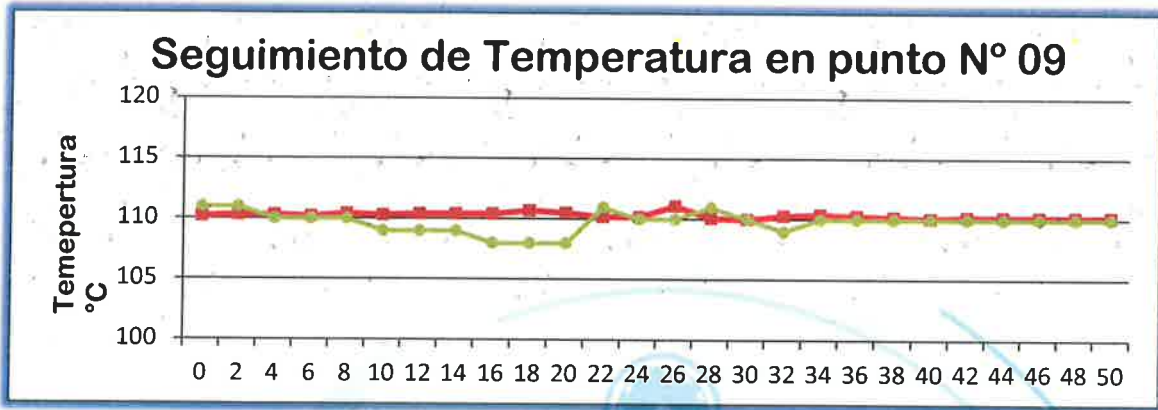


GRAFICOS DEL SEGUIMIENTO DE TEMPERATURAS PARA 110°C

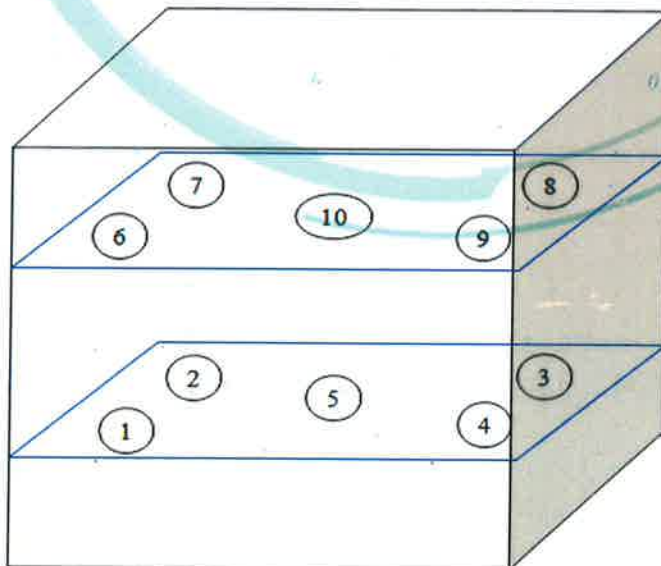


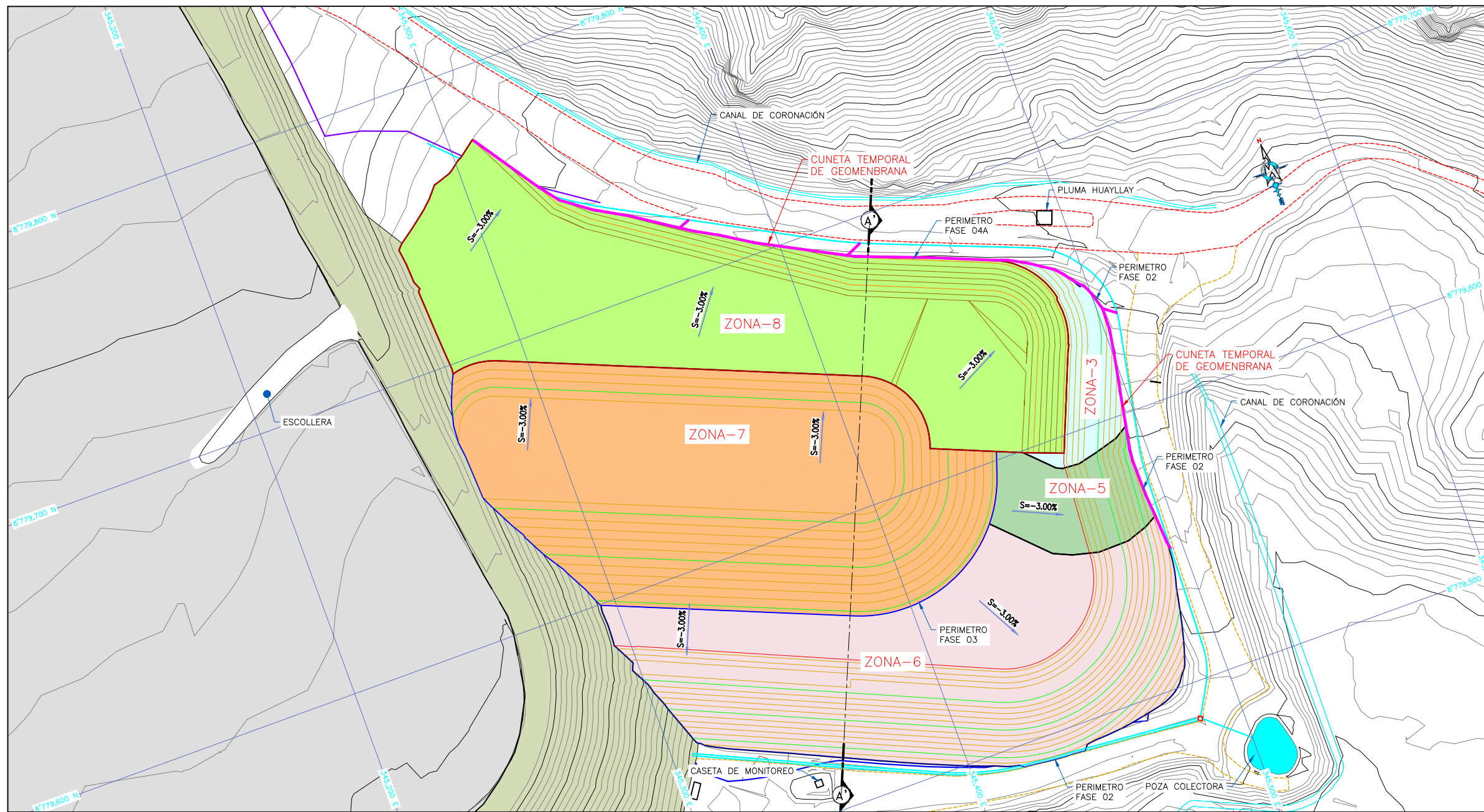


GRAFICOS DEL SEGUIMIENTO DE TEMPERATURAS PARA 110°C

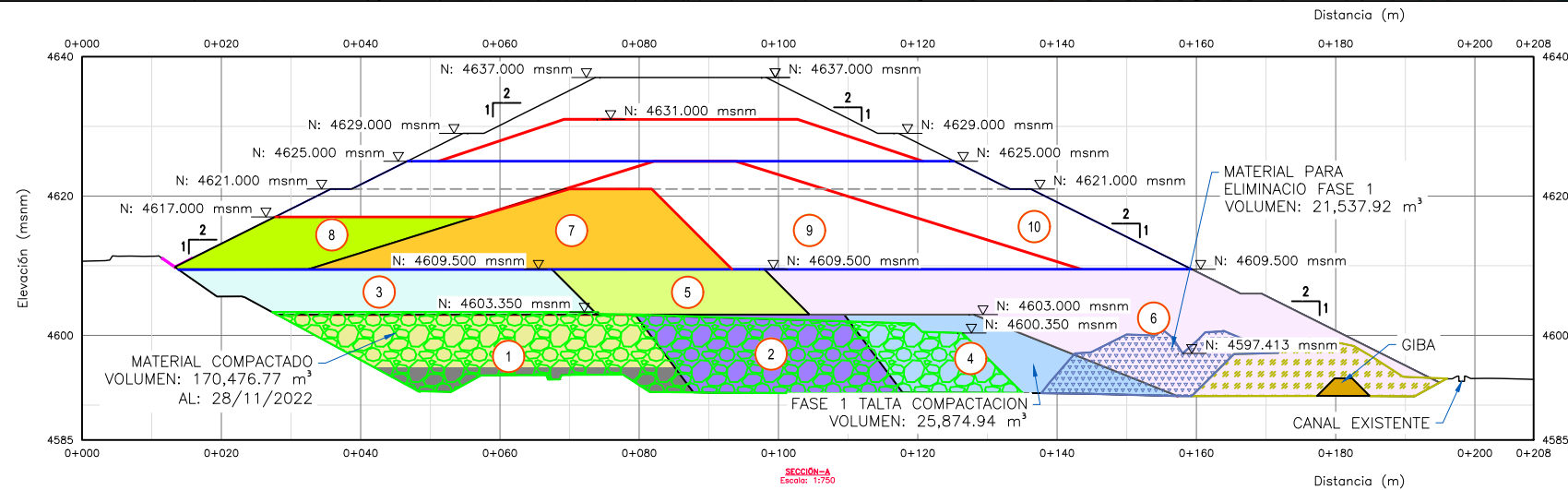


DISTRIBUCIÓN DE LOS SENSORES DE TEMPERATURA





PLANTA
Esc.: 1/750



LEYENDA	
	CURVAS DE NIVEL DE LA SUPERFICIE, TERRENO NATURAL
	CURVAS DE NIVEL DE LA SUPERFICIE, TERRENO ACTUAL
	CUERO DE DIQUE
	ZONA - 1
	ZONA - 2
	ZONA - 3
	ZONA - 4
	ZONA - 5
	ZONA - 6
	ZONA - 7
	ZONA - 8
	AREA EJECUTADA
	POZA COLECTORA
	PERIMETRO DE CODISPOSICION
	CARRERA ANIMON
	CARRERA NACIONAL
	CAMINOS PEATONALES

CUADRO DE METRADOS				
DESCRIPCION	UNIDAD (m3)	METRADO (m3)	TIPO DE MATERIAL	DENSIDAD
ZONA-1	M3	75,600.00	MEZCLA 3:1	1.80
ZONA-2	M3	55,897.20	MEZCLA 3:1	1.80
ZONA-3	M3	84,941.13	MEZCLA 3:1	2.00
ZONA-4	M3	41,396.50	MEZCLA 3:1	1.80
ZONA-5	M3	45,990.20	MEZCLA 3:1	2.00
ZONA-6	M3	190,003.43	MEZCLA 3:1	2.00
ZONA-7	M3	71,137.81	MEZCLA 3:1	1.80
ZONA-8	M3	60,468.64	MEZCLA 3:1	2.00
VOL. TOTAL	M3	616,434.91		

CUADRO DE METRADOS		
DESCRIPCION	UNIDAD (m2)	METRADO (m3)
GEOMENBRANA	M2	746.75
MANTA DE PROTECCION	M2	53,462.50

CUADRO DE VOLUMEN CONFORMADO NOVIEMBRE		
ITEM	DESCRIPCION	VOLUMEN (m³)
1	CAPAS CONFORMADAS	170,476.77
2	FALTA CONFORMACION FASE 1	25,874.94
3	ELIMINACION DE RELAVE	21,537.92

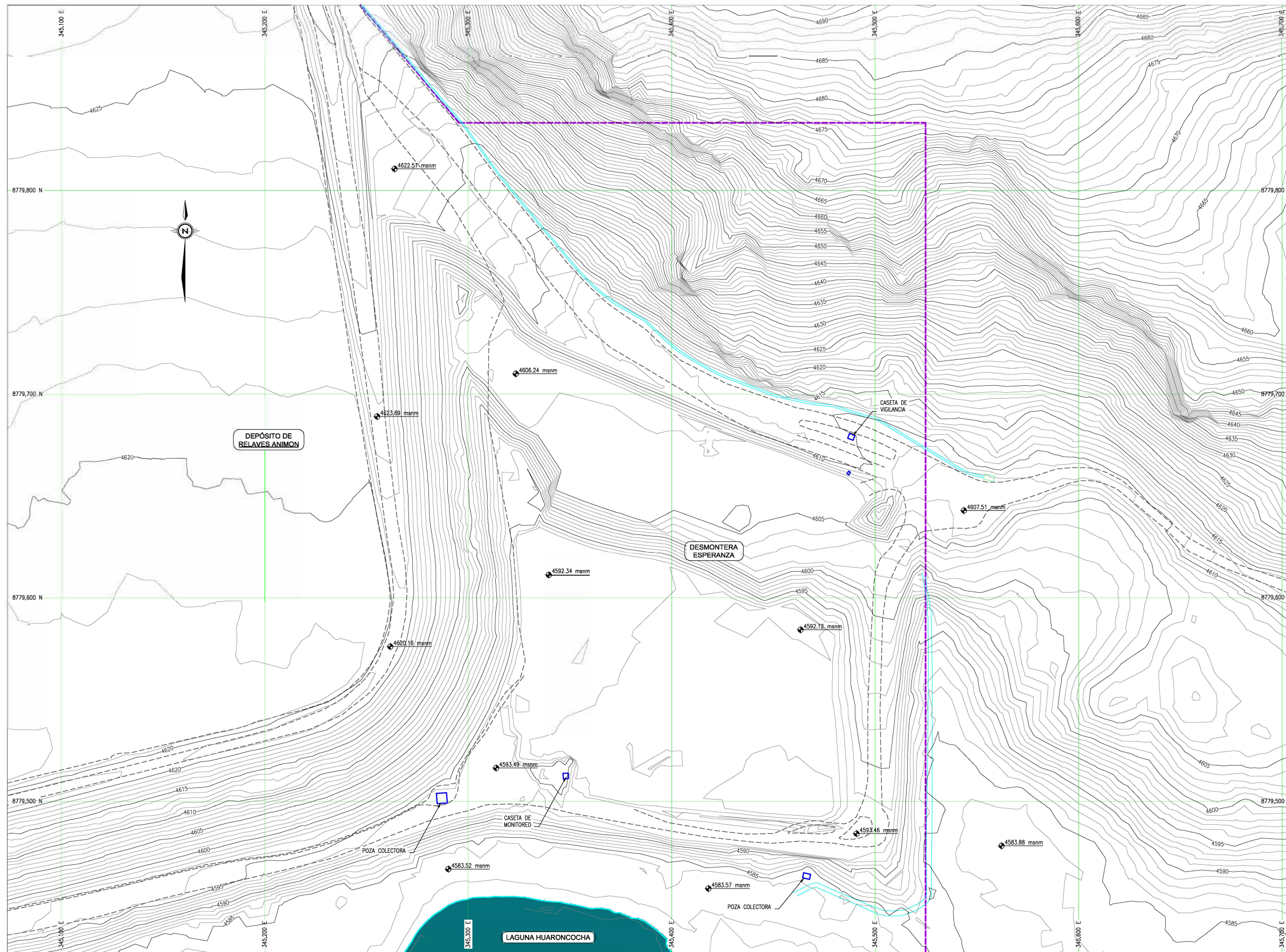
NOTAS GENERALES

1. LAS UNIDADES DE LOS PLANOS SE PRESENTAN EN EL SISTEMA INTERNACIONAL, SALVO OTRA INDICACION.
2. LAS ELEVACIONES ESTÁN REFERIDAS A ALTURAS ORTOMÉTRICAS (msnm).
3. LA BASE TOPOGRÁFICA FUE PROPORCIONADA POR PROYECTOS CHUNGAR.
4. LA CUADRICULA ESTÁ REPRESENTADA EN EL SISTEMA DE COORDENADAS DATUM WGS 84, ZONA 18S

PLANO N°	PLANOS DE REFERENCIA	N. REV.	DESCRIPCION DE LA REVISIÓN	DIS.	DIB.	REV.	APR.	CLIENT.
01-02	FASES DE CONSTRUCCION CORTE							
01-01	FASES DE CONSTRUCCION PLANTA							
		A	EMITIDO PARA REPORTE SEMANAL					

CONSTRUCCION 			SUPERVISION 		
APROBACION	FECHA	FIRMA	NOMBRES	FECHA	FIRMA
CLIENTE: C.M. CHUNGAR			DISEÑADO POR: SRK CONSULTING		
COD. PROY.			PLANO SRK N°:		
			ESCALA: INDICADA		

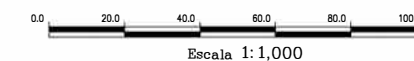
CHUNGAR COMPAÑIA MINERA CHUNGAR S.A.C.		
PROYECTO DE CODISPOSICION DE RELAVE Y DESMONTE ESPERANZA PLANO EN PLANTA Y SECCION PLAN DE TRABAJO EN CODISPOSICION ESPERANZA		
COD. PROY. CLIENTE:	PLANO CLIENTE N°:	REV.:
	MT_CDE_01	A



LEYENDA	
	TOPOGRAFÍA TERRENO EXISTENTE
	SUPERFICIE DE TERRENO ACTUAL
	SUPERFICIE DE TERRENO CORTADO
	ACCESO EXISTENTE
	CERCO
	CANAL EXISTENTE
	LÍMITE DE PROPIEDAD
	CONSTRUCCIÓN EXISTENTE
	QUEBRADA
	RÍO

- NOTAS:**
1. LA ESCALA GRÁFICA MOSTRADA ES PARA EL FORMATO A-1 PARA A-3 CONSIDERAR EL DOBLE.
 2. DIMENSIONES Y NIVELES EN METROS, SALVO INDICADO.
 3. USAR SOLO DIMENSIONES INDICADAS EN LOS PLANOS.
 4. LA TOPOGRAFÍA FUE PROPORCIONADA POR EL CLIENTE EN ENERO DEL 2019, DATUM WGS-84, 18S.

ESCALA GRÁFICA
(EN METROS)



PLANTA
1:1,000

REV.	FECHA	DESCRIPCIÓN	DIBUJADO	DISEÑADO	REVISADO	APROBADO
0		EMITIDO PARA EL CLIENTE		PC		

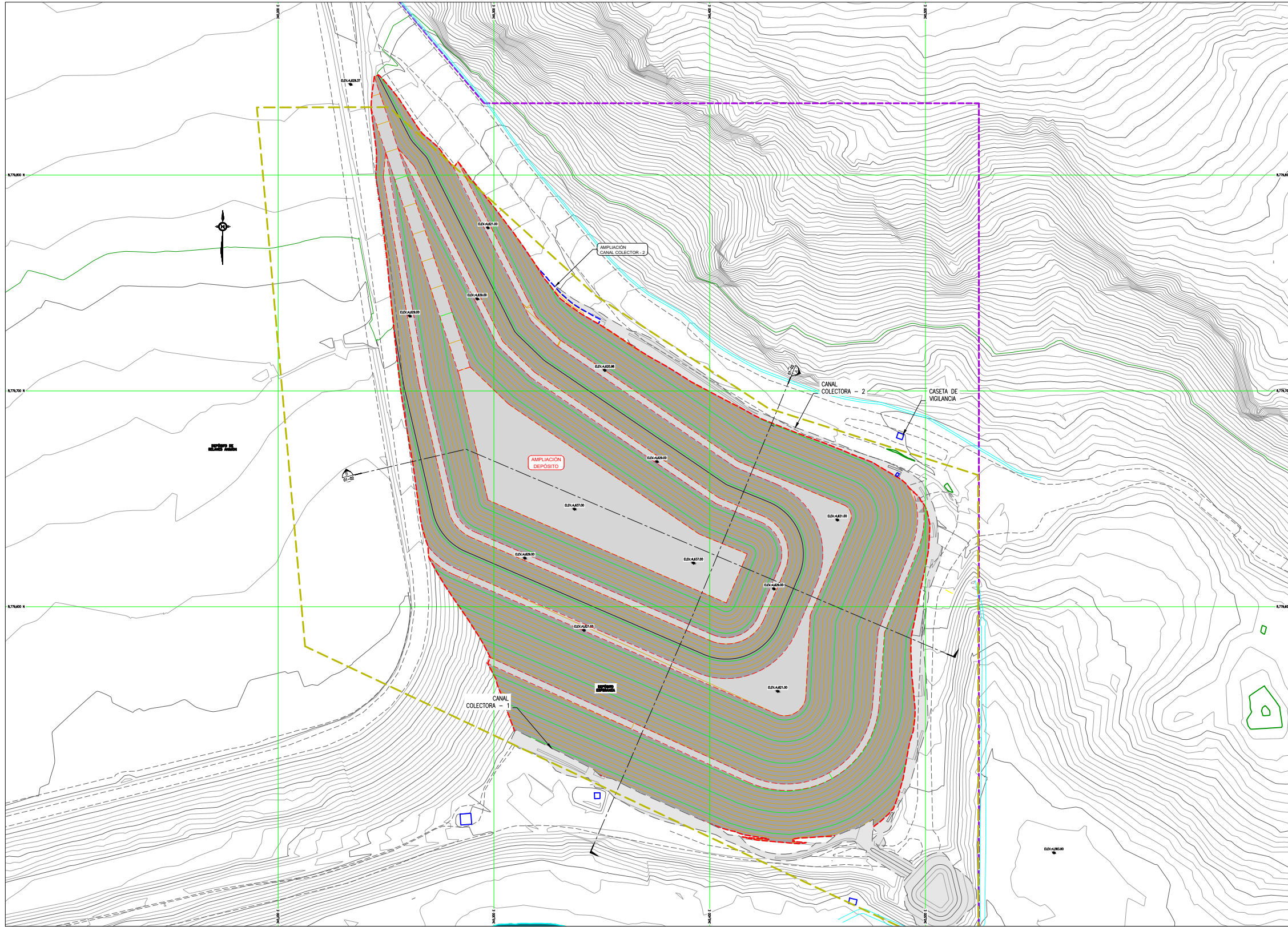
PREPARADO POR:

CLIENTE:
CHUNGAR
COMPAÑÍA MINERA CHUNGAR S A C

PROYECTO:
PROYECTO DE CODISPOSICIÓN DE RELAVE Y DESMONTE EN ESPERANZA

PLANO:
TOPOGRAFÍA Y OBRAS EXISTENTES PLANTA

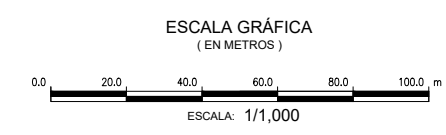
ESCALA: 1 : 1,000 N° PROYECTO: 18-R-007-03 PLANO N°: 1.2.4.1.3 REVISIÓN: 0



LEYENDA

	TOPOGRAFÍA TERRENO EXISTENTE
	TOPOGRAFÍA TERRENO PROYECTADO
	ÁREA DE DEPÓSITO
	PROYECCIÓN ESTRUCTURA-1
	PROYECCIÓN ESTRUCTURA-2
	SUPERFICIE DE TERRENO ACTUAL
	SUPERFICIE DE TERRENO CORTADO
	ACCESO EXISTENTE
	LÍMITE DE PROPIEDAD
	LÍMITE CONSECIÓN
	CERCO
	CANAL EXISTENTE
	CONSTRUCCIÓN EXISTENTE
	QUEBRADA
	RÍO

- NOTAS :**
1. LA ESCALA GRÁFICA MOSTRADA ES PARA EL FORMATO A-1 PARA A-3 CONSIDERAR EL DOBLE.
 2. DIMENSIONES Y NIVELES EN METROS, SALVO INDICADO.
 3. USAR SOLO DIMENSIONES INDICADAS EN LOS PLANOS.
 4. LA TOPOGRAFÍA FUE PROPORCIONADA POR EL CLIENTE EN MAYO DEL 2,021 DATUM WGS 84-19S.
 5. SE TOMA COMO REFERENCIA EL "PROYECTO DE CODISPOSICIÓN DE RELAVE Y DESMORTE EN ESPERANZA" ELABORADO EN SEPTIEMBRE DEL 2,019 PARA EL DISEÑO DE LA AMPLIACIÓN.



PLANTA
ESC: 1/1,000

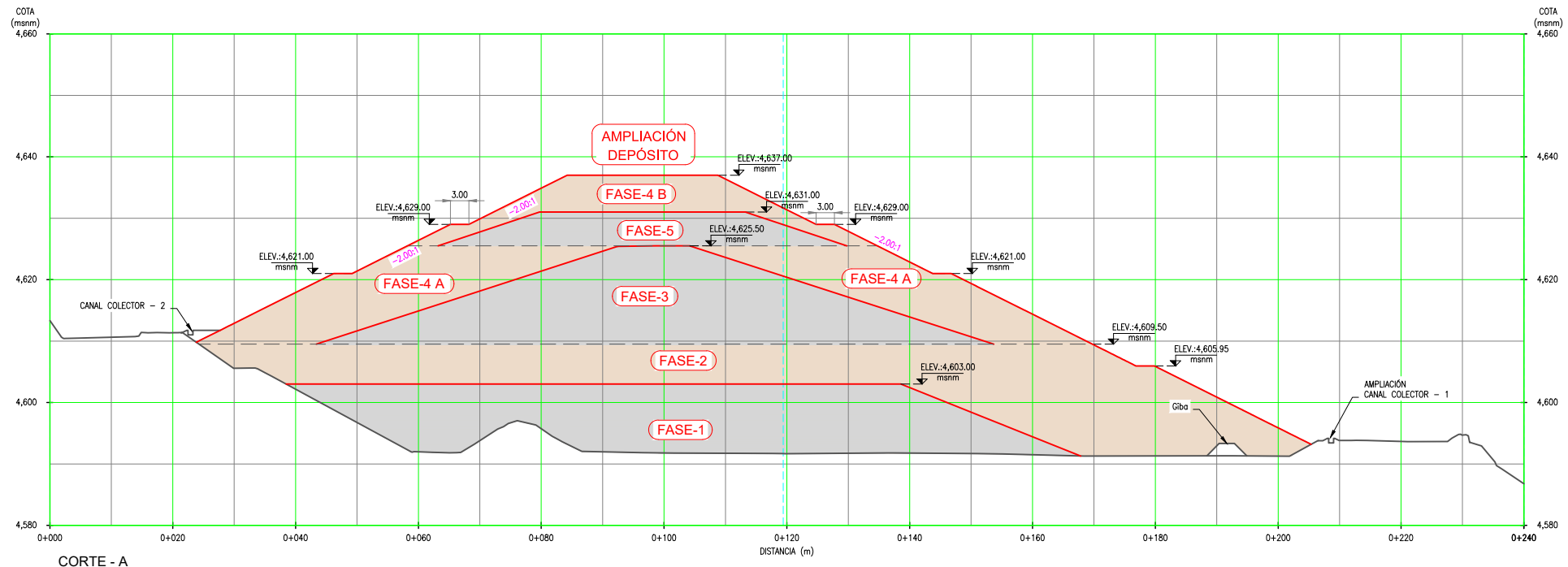
REV.	FECHA	DESCRIPCIÓN	DIBUJADO	DISEÑADO	REVISADO	APROBADO
A	MARZO-22	EMITIDO PARA REVISIÓN INTERNA			PC	

PREPARADO POR:

CLIENTE:

COMPANÍA MINERA CHUNGAR S.A.C.

PROYECTO: PROYECTO DE CODISPOSICIÓN DE RELAVE Y DESMORTE ESPERANZA			
PLANO: FASES DE CONSTRUCCIÓN PLANTA			
ESCALA: 1 / 1,000	N° PROYECTO: 21-R-088-05	PLANO N°: 01-01	REVISIÓN: A

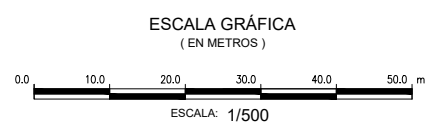


CORTE - A
ESC: 1/500

LEYENDA

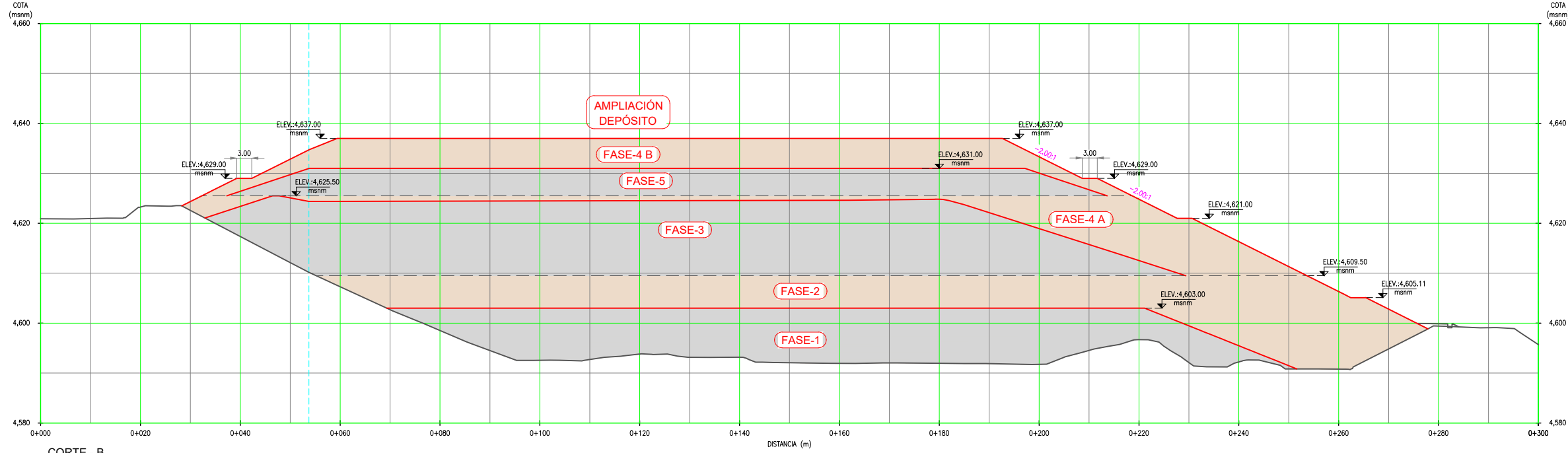
	ÁREA DE DEPÓSITO
	PROYECCIÓN ESTRUCTURA-1
	PROYECCIÓN ESTRUCTURA-2
	SUPERFICIE DE TERRENO ACTUAL
	SUPERFICIE DE TERRENO CORTADO

- NOTAS :**
1. LA ESCALA GRÁFICA MOSTRADA ES PARA EL FORMATO A-1 PARA A-3 CONSIDERAR EL DOBLE.
 2. DIMENSIONES Y NIVELES EN METROS, SALVO INDICADO.
 3. USAR SOLO DIMENSIONES INDICADAS EN LOS PLANOS.
 4. LA TOPOGRAFIA FUE PROPORCIONADA POR EL CLIENTE EN MAYO DEL 2,021 DATUM WGS 84-18S.
 5. SE TOMA COMO REFERENCIA EL "PROYECTO DE CODISPOSICIÓN DE RELAVE Y DESMORTE EN ESPERANZA" ELABORADO EN SEPTIEMBRE DEL 2,019 PARA EL DISEÑO DE LA AMPLIACIÓN.



CUADRO DE VOLÚMENES

ESTRUCTURA	UNIDAD	METRADO	TIPO DE MATERIAL
FASE-1	m3	160,167	RELAVE FILTRADO (Codisposol)
FASE-2	m3	320,050	MEZCLA (Comingling)
FASE-3	m3	148,683	RELAVE FILTRADO (Codisposol)
FASE-4 A	m3	253,220	MEZCLA (Comingling)
FASE-4 B	m3	75,653	MEZCLA (Comingling)
FASE-5	m3	54,213	RELAVE FILTRADO (Codisposol)



CORTE - B
ESC: 1/500

REV.	FECHA	DESCRIPCIÓN	DIBUJADO	DISEÑADO	REVISADO	APROBADO
A	MARZO-22	EMITIDO PARA REVISIÓN INTERNA			PC	

PREPARADO POR:

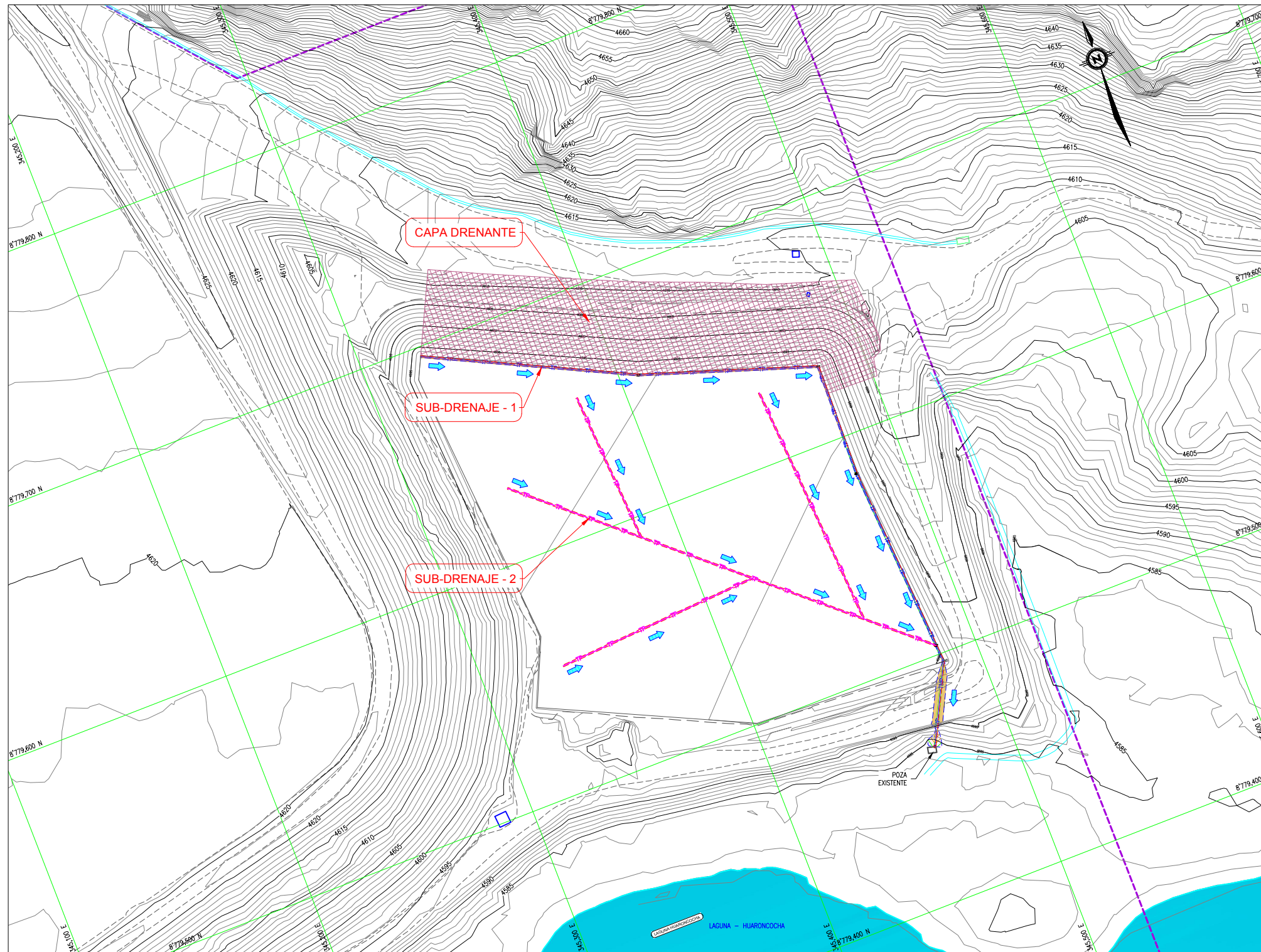
CLIENTE:

COMPANIA MINERA CHUNGAR S.A.C.

PROYECTO: **PROYECTO DE CODISPOSICIÓN DE RELAVE Y DESMORTE ESPERANZA**

PLANO: **FASES DE CONSTRUCCIÓN CORTE**

ESCALA: 1 / 500	N° PROYECTO: 21-R-088-05	PLANO N°: 01-02	REVISIÓN: A
-----------------	--------------------------	-----------------	-------------



LEYENDA

	TOPOGRAFÍA TERRENO EXISTENTE
	ÁREA CAPA DRENANTE
	TUBERÍA PERFORADA
	TUBERÍA NO PERFORADA
	SENTIDO DE FLUJO
	PROYECCIÓN CAPA DRENANTE
	SUPERFICIE DE TERRENO ACTUAL
	SUPERFICIE DE TERRENO CORTADO
	ACCESO EXISTENTE
	CANAL EXISTENTE
	LÍMITE DE PROPIEDAD
	PUNTO DE REPLANTEO

NOTAS :

1. LA ESCALA GRÁFICA MOSTRADA ES PARA EL FORMATO A-1 PARA A-3 CONSIDERAR EL DOBLE.
2. DIMENSIONES Y NIVELES EN METROS, SALVO INDICADO.
3. USAR SOLO DIMENSIONES INDICADAS EN LOS PLANOS.
4. LA TOPOGRAFIA FUE PROPORCIONADA POR EL CLIENTE EN ENERO DEL 2,019, DATUM WGS-84 18S.

PLANTA
1:1,000

ESCALA GRÁFICA
(EN METROS)



Escala 1:1,000

REVISIONES	REV.	FECHA	DESCRIPCIÓN	DIBUJADO	DISEÑADO	REVISADO	APROBADO
0			EMITIDO PARA EL CLIENTE		EC	EC	SRK

PREPARADO POR:



CLIENTE:



PROYECTO:

PROYECTO DE CODISPOSICIÓN DE
RELAVE Y DESMONTE EN ESPERANZA

PLANO:

ARREGLO GENERAL
SISTEMA DE SUB-DRENAJE
PLANTA

ESCALA:

INDICADA

N° PROYECTO:

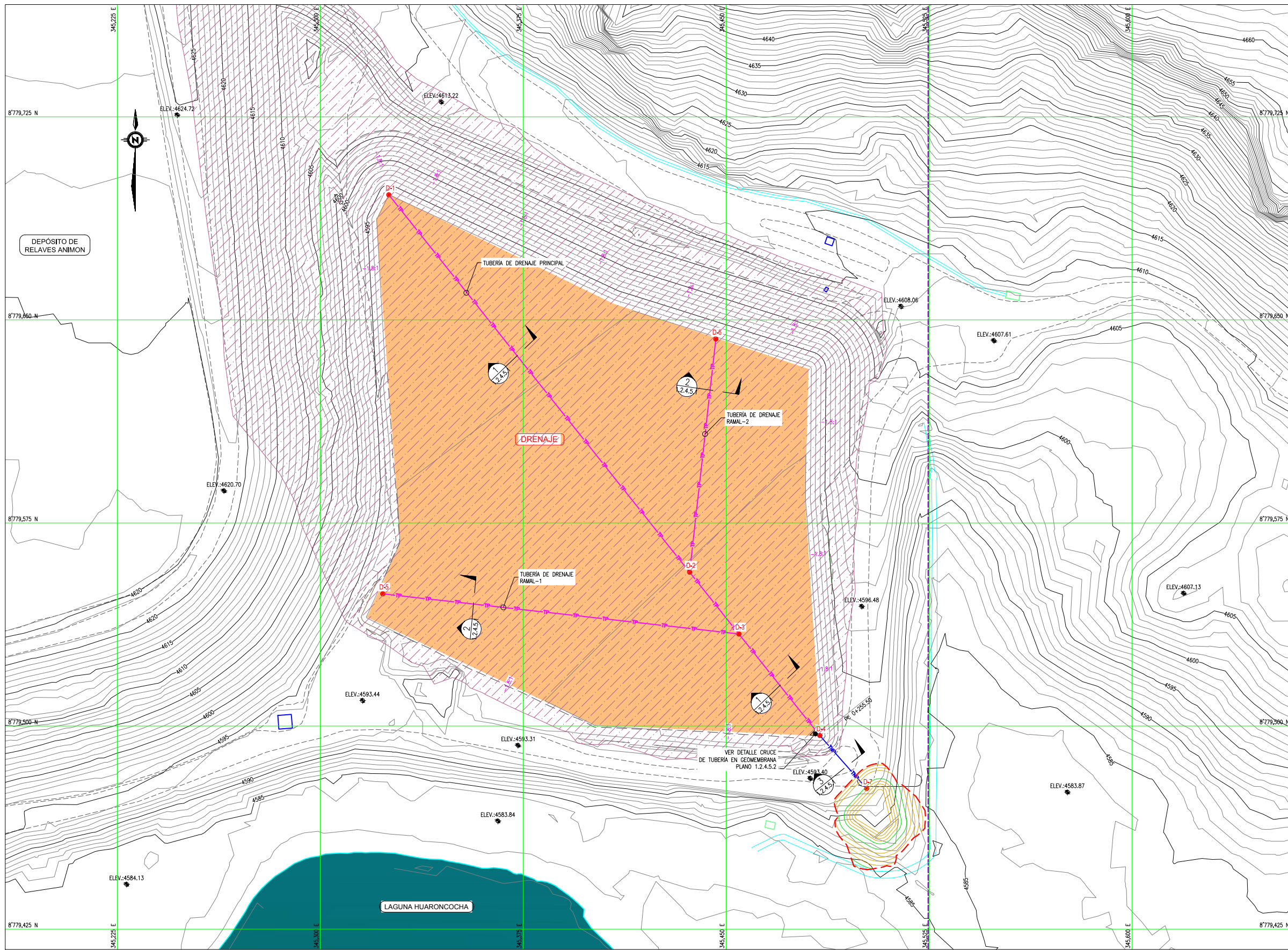
18-R-007-03

PLANO N°:

1.2.4.3.1

REVISIÓN:

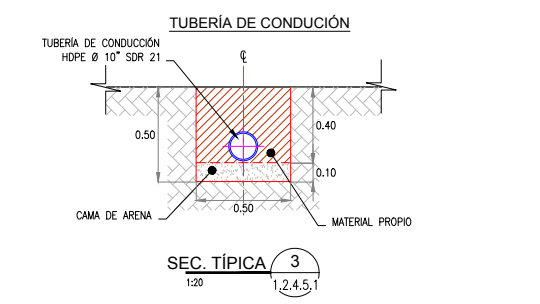
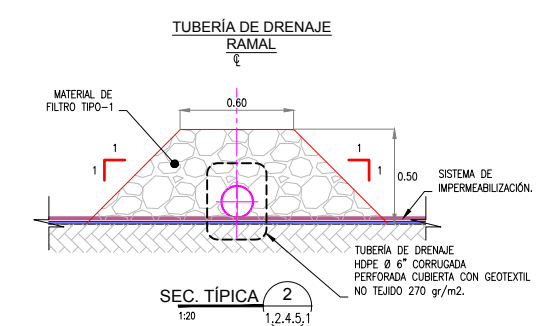
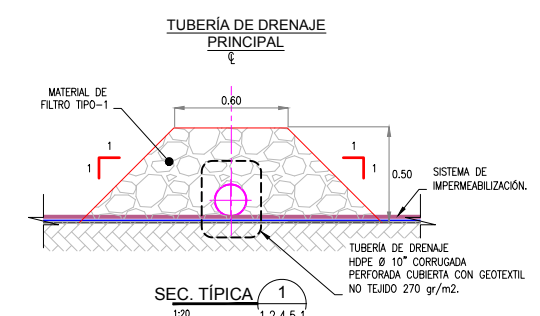
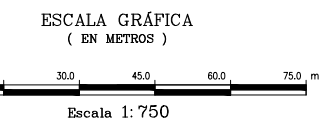
0



LEYENDA

- TOPOGRAFIA TERRENO EXISTENTE
- ÁREA DE IMPERMEABILIZACIÓN
- TUBERÍA NO PERFORADA
- TUBERÍA PERFORADA
- SUPERFICIE DE TERRENO ACTUAL
- ACCESO EXISTENTE
- CANAL EXISTENTE
- LÍMITE DE PROPIEDAD
- CONSTRUCCIÓN EXISTENTE
- PUNTO DE REPLANTEO

- NOTAS :**
- LA ESCALA GRÁFICA MOSTRADA ES PARA EL FORMATO A-1 PARA A-3 CONSIDERAR EL DOBLE.
 - DIMENSIONES Y NIVELES EN METROS, SALVO INDICADO.
 - USAR SOLO DIMENSIONES INDICADAS EN LOS PLANOS.
 - LA TOPOGRAFIA FUE PROPORCIONADA POR EL CLIENTE EN OCTUBRE DEL 2019, DATUM WGS-84, 18S.



PLANTA
1:750

CUADRO DE METRADO

ESTRUCTURA	UNIDAD	METRADO	TIPO DE MATERIAL
TUBERÍA CORRUGADA PERFORADA Ø 10"	ml	256	HDPE
TUBERÍA CORRUGADA PERFORADA Ø 6"	ml	219	HDPE
TUBERÍA SDR 21 Ø 10"	ml	43	HDPE
GEOTEXTIL NO TEJIDO 270 gr/m ² .	m ²	227	HDPE
GRAVA DE DRENAJE	m ³	235	GRAVA
ZANJA DE TUBERÍA DE CONDUCCIÓN	ml	43	PROPIO
CAMA DE ARENA	m ³	2	ARENA
MATERIAL PROPIO	m ³	9	PRESTAMO

REV.	FECHA	DESCRIPCIÓN	DIBUJADO	DISEÑADO	REVISADO	APROBADO
A	OCT.-19	EMITIDO PARA REVISIÓN INTERNA				PC

PREPARADO POR:

CLIENTE:

COMPAÑÍA MINERA CHUNGAR S.A.C.

PROYECTO:

PROYECTO DE CODISPOSICIÓN DE RELAVE Y DESMORTE EN ESPERANZA

PLANO:

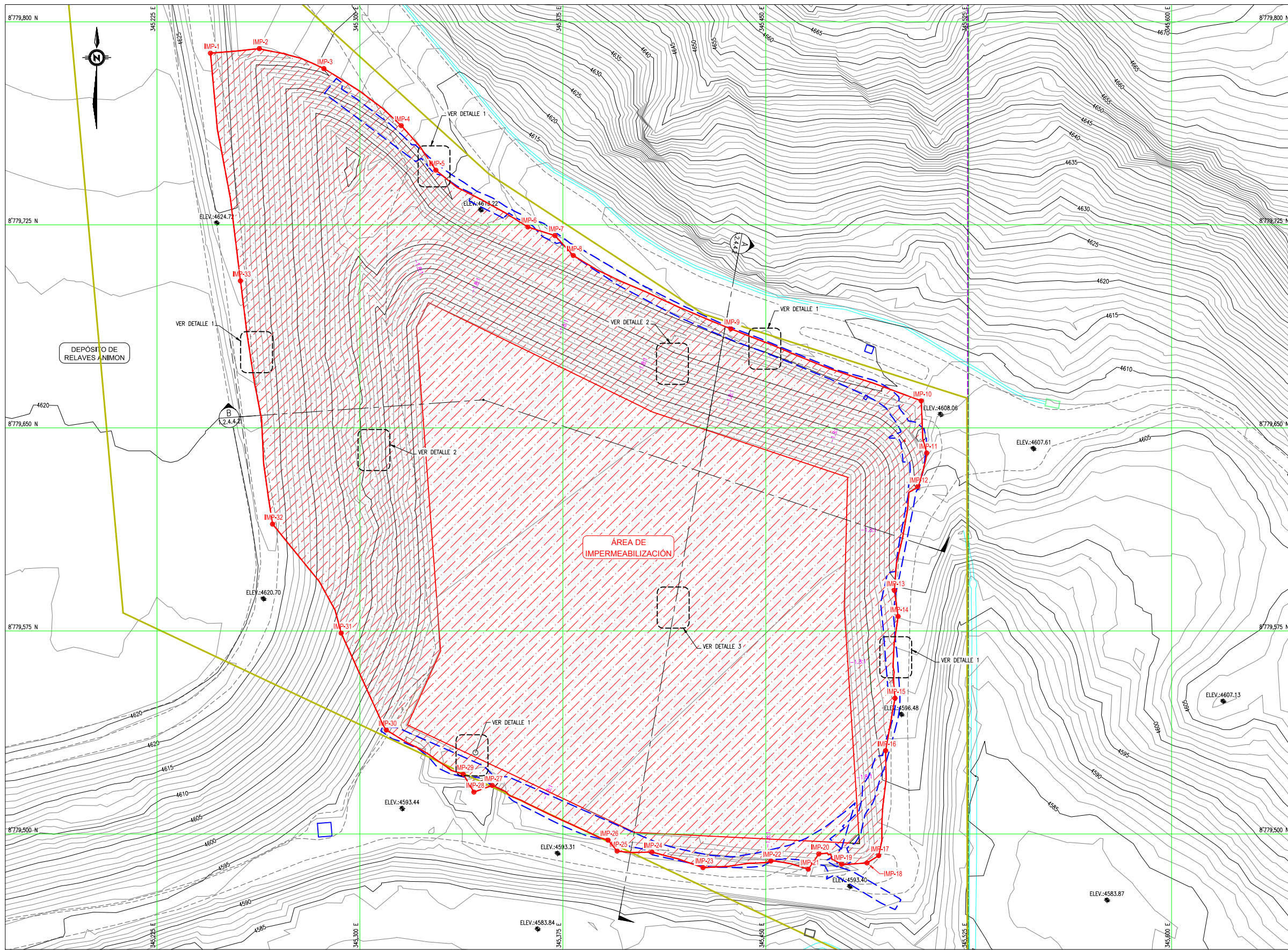
PLANO DE DRENAJE PLANTA

ESCALA: 1 : 750

N° PROYECTO: 18-R-007-03

PLANO N°: 1.2.4.5.1

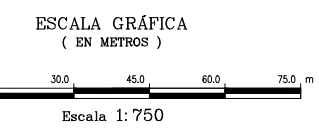
REVISIÓN: A



LEYENDA

	TOPOGRAFIA TERRENO EXISTENTE
	IMPERMEABILIZACIÓN
	SUPERFICIE DE TERRENO ACTUAL
	SUPERFICIE DE TERRENO CORTADO
	ACCESO EXISTENTE
	CANAL EXISTENTE
	CONSTRUCCIÓN EXISTENTE
	QUEBRADA
	RÍO

- NOTAS :**
- LA ESCALA GRÁFICA MOSTRADA ES PARA EL FORMATO A-1 PARA A-3 CONSIDERAR EL DOBLE.
 - DIMENSIONES Y NIVELES EN METROS, SALVO INDICADO.
 - USAR SOLO DIMENSIONES INDICADAS EN LOS PLANOS.
 - LA TOPOGRAFÍA FUE PROPORCIONADA POR EL CLIENTE EN OCTUBRE DEL 2019, DATUM WGS-84, 18S.
 - SE COLOCARÁ LAS PRIMERAS DOS CAPAS DE MATERIAL MEZCLA, CON EL DESMORTE SELECCIONADO DE TAMAÑO MÁXIMO DE 1" PARA NO GENERAR PUNZONAMIENTO EN EL GEOSINTÉTICO.



CUADRO DE METRADOS

ESTRUCTURA	UNIDAD	METRADO
PERIMETRO DE ZANJA DE ANCLAJE	ml	944
ÁREA DE IMPERMEABILIZACIÓN	m ²	54,207

CUADRO DE COORDENADAS PUNTOS DE REPLANTEO

PUNTO	DESCRIPCIÓN	ESTE	NORTE	COTA (msnm)
1	IMP-1	345244.80	8779788.40	4627.19
2	IMP-2	345262.85	8779790.07	4622.42
3	IMP-3	345286.69	8779782.72	4619.85
4	IMP-4	345315.29	8779761.62	4616.47
5	IMP-5	345328.09	8779745.18	4615.58
6	IMP-6	345362.10	8779724.19	4612.70
7	IMP-7	345372.13	8779721.01	4611.50
8	IMP-8	345378.89	8779713.66	4612.35
9	IMP-9	345437.11	8779686.59	4611.42
10	IMP-10	345507.49	8779659.98	4609.56
11	IMP-11	345509.52	8779640.70	4607.58
12	IMP-12	345506.14	8779628.23	4604.71
13	IMP-13	345497.55	8779589.94	4599.55
14	IMP-14	345498.93	8779580.36	4599.04
15	IMP-15	345497.79	8779550.13	4596.84
16	IMP-16	345494.34	8779530.78	4595.69
17	IMP-17	345491.75	8779492.00	4593.63
18	IMP-18	345487.45	8779489.31	4593.51
19	IMP-19	345478.08	8779488.82	4592.63
20	IMP-20	345469.64	8779492.63	4591.00
21	IMP-21	345465.73	8779486.98	4593.19
22	IMP-22	345451.90	8779490.00	4591.07
23	IMP-23	345426.83	8779487.55	4593.02
24	IMP-24	345407.98	8779493.31	4592.62
25	IMP-25	345395.07	8779493.68	4593.00
26	IMP-26	345391.74	8779497.72	4592.08
27	IMP-27	345348.92	8779517.94	4595.92
28	IMP-28	345342.16	8779515.47	4595.86
29	IMP-29	345338.22	8779522.06	4592.12
30	IMP-30	345309.80	8779538.39	4593.86
31	IMP-31	345293.10	8779574.19	4608.26
32	IMP-32	345267.74	8779614.46	4621.19
33	IMP-33	345255.87	8779704.31	4624.29

PLANTA
1:750

REV.	FECHA	DESCRIPCIÓN	DIBUJADO	DISEÑADO	REVISADO	APROBADO
A	OCT.-19	EMITIDO		PC		

PREPARADO POR:

CLIENTE:

COMPAÑÍA MINERA CHUNGAR S.A.C.

PROYECTO:

PROYECTO DE CODISPOSICIÓN DE RELAVE Y DESMORTE EN ESPERANZA

PLANO:

PLANO DE IMPERMEABILIZACIÓN PLANTA

ESCALA:	N° PROYECTO:	PLANO N°:	REVISIÓN:
1 : 750	18-R-007-03	1.2.4.4.1	A

18-R-007-03-Planos Impermeabilización (1:750) - Plano de Impermeabilización

TÍTULO: “Evaluación de los ensayos geotécnicos para el aseguramiento de la calidad QA/QC en la relavera Esperanza, Chungar 2023”

PROBLEMAS	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	DIMENSION	INDICADORES	METODOLOGIA
Problema General	Objetivo General	Hipótesis General	Variable Independiente			METODO DE INVESTIGACIÓN: Hipotético deductivo DISEÑO DE INVESTIGACIÓN: Cuasi - experimental TIPO DE INVESTIGACIÓN: Aplicada ENFOQUE DE INVESTIGACIÓN: Cuantitativo NIVEL DE INVESTIGACIÓN Correlacional
¿En qué medida los ensayos geotécnicos son factibles para el aseguramiento de la calidad QA/QC en la disposición de relave y desmonte en relavera Esperanza, Chungar 2023?	Verificar la influencia en la evaluación de los ensayos geotécnicos para el aseguramiento de la calidad QA/QC en la relavera Esperanza, Chungar 2023.	Con la evaluación de los ensayos geotécnicos mejora el aseguramiento de la calidad QA/QC en la relavera Esperanza, Chungar 2023.	Evaluación de los ensayos geotécnicos.	Dosificación		
Problemas Específicos	Objetivos Específicos	Hipótesis Específicos	Variable Dependiente			
¿En qué medida el ensayo de Proctor Modificado brinda el aseguramiento de la calidad QA/QC en la relavera Esperanza, Chungar 2023?	Determinar el ensayo de Proctor Modificado para el aseguramiento de la calidad QA/QC en la relavera Esperanza, Chungar 2023.	El ensayo de Proctor Modificado asegura la calidad QA/QC en la relavera Esperanza, Chungar 2023.	Aseguramiento de la calidad QA/QC.	Propiedades físicas	Proctor modificado	
					Densidad de campo	
¿En qué medida el ensayo de densidad en campo brinda el aseguramiento de la calidad QA/QC en la relavera Esperanza, Chungar 2023?	Calcular el ensayo de densidad en campo para brindar el aseguramiento de la calidad QA/QC en la relavera Esperanza, Chungar 2023	El ensayo de densidad en campo asegura la calidad QA/QC en la relavera Esperanza, Chungar 2023			Contenido de humedad	
					Granulometría	

¿En qué medida el ensayo de contenido de humedad brinda el aseguramiento de la calidad QA/QC en la relavera Esperanza, Chungar 2023?	Determinar el ensayo de contenido de humedad que brinda el aseguramiento de la calidad QA/QC en la relavera Esperanza, Chungar 2023.	El ensayo de contenido de humedad asegura la calidad QA/QC en la relavera Esperanza, Chungar 2023.				
¿En qué medida el ensayo de peso específico brinda el aseguramiento de la calidad QA/QC en la relavera Esperanza, Chungar 2023?	Determinar el ensayo de peso específico que brinda el aseguramiento de la calidad QA/QC en la relavera Esperanza, Chungar 2023.	El ensayo de peso específico asegura la calidad QA/QC en la relavera Esperanza, Chungar 2023.				
¿En qué medida el ensayo de límites de consistencia brinda el aseguramiento de la calidad QA/QC en la relavera Esperanza, Chungar 2023?	Determinar el ensayo de límites de consistencia que brinda el aseguramiento de la calidad QA/QC en la relavera Esperanza, Chungar 2023.	El ensayo de límites de consistencia asegura de la calidad QA/QC en la relavera Esperanza, Chungar 2023.				
¿En qué medida el ensayo de granulometría brinda el aseguramiento de la calidad QA/QC en la relavera Esperanza, Chungar 2023?	Calcular el ensayo de granulometría para brindar el aseguramiento de la calidad QA/QC en la relavera Esperanza, Chungar 2023.	El ensayo de granulometría asegura la calidad QA/QC en la relavera Esperanza, Chungar 2023.				

FUENTE: Elaboración Propia.

PANEL FOTOGRAFICO



Imagen 01: Muestreo de material de relave filtrado de la zona de Apilamiento en Planta de Filtrado – Chungar.



Imagen 02: Preparación y selección de material mezclado 3:1 para ensayo de proctor modificado en laboratorio.



Imagen 03: Preparación de material relave filtrado para el ensayo de contenido de humedad.



Imagen 04: Cuarteo y selección de material relave filtrado para el ensayo de proctor modificado en laboratorio.



Imagen 05: Selección y preparación del material para el ensayo de límites de consistencia.



Imagen 06: Colocación de muestra en el horno para el secado de material para el ensayo granulométrico.



Imagen 07: Preparación de la serie de mallas para el tamizado de material para el ensayo del análisis granulométrico.



Imagen 08: Señalización y preparación del área para la ejecución del ensayo de densidad en campo – Cono de Arena.



Imagen 09: Realización del ensayo de densidad en campo mediante la prueba del Cono de Arena.



Imagen 10: Determinación de la densidad seca y el grado de compactación de la plataforma compactada para el proceso de liberación.