

UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN

Facultad de Ingeniería Civil, Arquitectura y Geotecnia

Escuela Profesional de Ingeniería Geológica - Geotecnia

**“DISEÑO DE LA CORTINA DE INYECCIÓN PARA IMPERMEABILIZACIÓN
DEL MACIZO ROCOSO FRACTURADO EN PRESA DE RELAVES
CORTADERA – DISTRITO DE TORATA – PROVINCIA
DE MARISCAL NIETO - MOQUEGUA”**

TESIS

Presentada por:

Bach. Carmen Milagros Zuñiga Quispe

Para optar el Título Profesional de:

INGENIERO GEÓLOGO - GEOTÉCNICO

TACNA – PERÚ

2022

UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN – TACNA

Facultad de Ingeniería Civil, Arquitectura y Geotecnia

Escuela Profesional de Ingeniería Geológica – Geotecnia

TESIS

**“DISEÑO DE LA CORTINA DE INYECCION PARA IMPERMEABILIZACION
DEL MACIZO ROCOSO EN PRESA DE RELAVES CORTADERA –
DISTRITO DE TORATA – PROVINCIA DE MARISCAL
NIETO - MOQUEGUA”**

Tesis sustentada y aprobada el 23 de enero del 2023, con el siguiente Jurado:

PRESIDENTE



MSc. Ing. Conrado Gabino Bedoya Jaén

MIEMBRO -SECRETARIO



Mgr. Ing. Fredy Cleto Cabrera Olivera

MIEMBRO



MSc. Ing. César Romero Oscamayta

ASESOR DE TESIS



MSc. Gina Macklina Chambi Tapahuasco

CERTIFICADO DE SIMILITUD

Yo Gina Macklina Chambi Tapahuasco, en mi condición de asesor acreditado por la Resolución de Facultad N° 133-2020-FIAG/UNJBG, y ampliación de plazo con Resolución de Facultad N° 428-2021-FIAG/UNJBG, de la tesis titulado: "DISEÑO DE LA CORTINA DE INYECCION PARA IMPERMEABILIZACION DEL MACIZO ROCOSO FRACTURADO EN PRESA DE RELAVES CORTADERA - DISTRITO DE TORATA – PROVINCIA DE MARISCAL NIETO - MOQUEGUA", presentado por la Bach. CARMEN MILAGROS ZUÑIGA QUISPE, para optar el título de Ingeniero Geólogo – Geotécnico.

Habiendo cumplido con lo establecido en el reglamento de originalidad y de similitud de trabajos de investigación y producción intelectual, considerando que según la revisión, evaluación y análisis realizado a través del software de similitud textual Antiplagio TURNITIN, cuenta con el Nivel de similitud permitido, cuyo porcentaje es de 8%. Por lo que CERTIFICO LA SIMILARIDAD de la tesis titulado: "DISEÑO DE LA CORTINA DE INYECCION PARA IMPERMEABILIZACION DEL MACIZO ROCOSO FRACTURADO EN PRESA DE RELAVES CORTADERA - DISTRITO DE TORATA – PROVINCIA DE MARISCAL NIETO - MOQUEGUA", está de acuerdo al nivel PERMITIDO, para continuar con los trámites correspondientes y para su publicación en el repositorio institucional.

Se emite el presente certificado con fines de continuar con los tramites respectivos para su obtención del título profesional.

Atentamente,



M.Sc. Gina M. CHAMBI TAPAHUASCO
Docente Adscrito a la ESGE



DEDICATORIA

A Dios por ser mi luz a lo largo de mi carrera, darme sabiduría y fortaleza para alcanzar mis metas.

A mis padres Norman y Dominga, por su apoyo y paciencia, son mis eternos consejeros, los amo muchísimo.

A mis hermanos y amigos, por motivarme para iniciar y culminar este proyecto.

AGRADECIMIENTO

A mi universidad y profesores después de años de sacrificios, esfuerzo, dedicación y grandes alegrías.

Al Ing. Fredy Cabrera, Ing. César Romero, Ing. Jonathan Zabaleta y la Ing. Gina Chambi por la revisión y asesoramiento brindado.

Al Ing. Emilio Silva, por la revisión y apoyo en levantamiento de observaciones para concluir esta investigación.

ÍNDICE

DEDICATORIA	iii
AGRADECIMIENTO	iv
ÍNDICE	v
ÍNDICE DE TABLAS	ix
ÍNDICE DE FIGURAS	xi
ÍNDICE DE ANEXOS	xiv
RESUMEN	xv
ABSTRACT	xvi
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I	3
ASPECTOS GENERALES	3
1.1. DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO	3
1.1.1. Ubicación y accesibilidad:	3
1.1.2. Clima.....	5
1.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.	6
1.2.1. Descripción del problema:	6
1.3. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN:	7
1.3.1. Objetivo Principal:	7
1.3.2. Objetivos Específicos:.....	8
1.4. HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN:.....	8

1.4.1. Hipótesis general:.....	8
1.4.2. Hipótesis específicas:.....	8
1.5. JUSTIFICACIÓN:	9
1.6. VARIABLES DE ESTUDIO:.....	10
1.6.1. Identificación de variables:	10
1.6.2. Operacionalización de variables:	10
CAPÍTULO II	12
MARCO TEÓRICO	12
2.1. MARCO GEOLÓGICO Y GEOMORFOLÓGICO	12
2.1.1. Geología regional.....	12
2.1.2. Geología local	16
2.1.3. Geomorfología regional	29
2.1.4. Geomorfología local	32
2.1.5. Geología Estructural	33
2.1.6. Zonas de alteración hidrotermal.....	43
2.1.7. Estudio Hidrogeológico	43
2.2. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN:.....	45
2.3. MARCO CONCEPTUAL.....	47
2.3.1. Presas	47
2.3.2. Consideraciones Geológicas y Geotécnicas.....	53
2.3.3. Clasificación geomecánica.....	56
2.3.4. Ensayo Lugeon.....	59
2.3.5. Consideraciones para el diseño de la cortina de inyección	65
2.3.6. Cortinas de Inyección	71

2.3.7. Equipos	72
2.3.8. Materiales para inyección	73
2.3.9. Diseño de lechada de cemento	74
2.3.10. Ensayos realizados a las lechadas	75
2.3.11. Procedimiento de impermeabilización	77
2.3.12. Criterio de cierre o culminación de los trabajos de inyección	82
CAPÍTULO III.....	84
METODOLOGÍA	84
3.1. CARACTERISTICAS DEL DISEÑO DE INVESTIGACIÓN:	84
3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA.....	84
3.3. PROCEDIMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN:	84
3.3.1. Etapa preliminar	84
3.3.2. Etapa de campo	85
3.3.3. Etapa de gabinete	87
3.4. EQUIPOS, INSUMOS, MATERIALES Y HERRAMIENTAS	87
3.5. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE IMPERMEABILIZACIÓN	90
3.5.1. Fase exploratoria	90
3.5.2. Fase de ejecución de la cortina de inyección	98
3.5.3. Fase de comprobación de la efectividad de la cortina de inyección	120
CAPÍTULO IV	124
ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS	124
4.1. PASO N°01	124
4.1.1. Sondeos exploratorios	124

4.1.2. Análisis Geológico - Estructural	127
4.1.3. Análisis Hidrogeológico	132
4.1.4. Análisis de la Permeabilidad.....	132
4.1.5. Diseño de la cortina de inyección	139
4.2. PASO N°2.....	145
4.2.1. Proceso de la producción	145
4.2.2. Distribución de frecuencias.....	147
4.2.3. Sondajes de Verificación	149
CONCLUSIONES.....	152
RECOMENDACIONES.....	155
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	156

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Matriz de operacionalización de variables:.....	11
Tabla 2. Columna Estratigráfica local.....	28
Tabla 3. Rumbo y manto de las principales familias de fallas	36
Tabla 4. Rumbo y manto de las principales familias de diaclasas	41
Tabla 5. Interpretación de valores de R.Q.D. (Deere, 1963).....	56
Tabla 6. Clasificación geomecánica RMR.....	58
Tabla 7. Clasificación de macizos rocosos en función de la permeabilidad	61
Tabla 8. Clasificación de tomas de lechada	83
Tabla 9. Sondajes de perforación exploratorio	91
Tabla 10. Número de cajas de testigos de perforación.....	92
Tabla 11. Presión máxima manométrica.....	98
Tabla 12. Parámetros de la lechada de inyección.....	101
Tabla 13. Dosificación de cada tipo de mezcla.....	101
Tabla 14. Presiones de Lugeon	107
Tabla 15. Presiones de inyección	111
Tabla 16. Cuadro resumen de sondajes de comprobación	120
Tabla 17. Presión máxima de comprobación de Lugeon	123
Tabla 18. Caracterización geotécnica de la roca en el eje de la cortina	128
Tabla 19. Ensayos de permeabilidad para el estribo derecho	133
Tabla 20. Ensayos de permeabilidad para el cauce.....	134
Tabla 21. Ensayos de permeabilidad para el estribo izquierdo	134
Tabla 22. Resumen de la cantidad de sondeos de perforación.....	143

Tabla 23. Resumen del programa de la cortina de inyección.....	145
Tabla 24. Resumen de sondajes de comprobación.....	150

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación del área del proyecto	3
Figura 2. Delimitación de la cortina de inyección	4
Figura 3. Temperatura y periodo de lluvias	5
Figura 4. Columna estratigráfica regional	15
Figura 5. Miembro Inferior (KsP-sa/an)	18
Figura 6. Miembro Superior (KsP-sa/tb)	19
Figura 7. Unidad Riolita Yarito	21
Figura 8. Granodiorita regional.....	23
Figura 9. Diques monzoníticos	24
Figura 10. Depósitos torrenciales o diluviales	26
Figura 11. Depósitos coluviales.....	27
Figura 12. Unidades geomorfológicas	31
Figura 13. Quebrada Cortadera y Yarito.....	32
Figura 14. Traza de la falla Micalaco	35
Figura 15. Diagrama de densidad de fallas	36
Figura 16. Zona de falla.....	37
Figura 17. Diagrama de roseta de orientaciones	39
Figura 18. Diagrama de densidades de diaclasas.....	40
Figura 19. Afloramiento de rocas riolita Yarito.....	42
Figura 20. Presa de embalse.....	49
Figura 21. Presa de derivación.....	49
Figura 22. Presa vertedero	50

Figura 23. Presa sin vertedero.....	51
Figura 24. Presa de tierra	52
Figura 25. Presa de escollera	53
Figura 26. Propiedades del macizo rocoso	54
Figura 27. Parámetros de clasificación Bieniawski (1989).....	58
Figura 28. Ensayo Lugeon	59
Figura 29. Ensayo Lugeon en un sondeo	61
Figura 30. Patrones de Pruebas Lugeon.....	64
Figura 31. Inyección de una perforación por tramos	70
Figura 32. Perfil esquemático de una cortina de inyección	71
Figura 33. Equipos de inyección.....	73
Figura 34. Diagrama de flujo para el diseño y ejecución de los trabajos de inyección ..	78
Figura 35. Registro de logueo de sondajes	93
Figura 36. Extracción de muestra de perforación	94
Figura 37. Presión efectiva	97
Figura 38. Construcción de plinto.....	100
Figura 39. Instrumentos de laboratorio para los diseños de lechada	102
Figura 40. Máquina Futuro Drill.....	103
Figura 41. Máquina MK-800	103
Figura 42. Máquina SM-14.....	104
Figura 43. Cálculo de la distancia para la presión de Lugeon	106
Figura 44. Proceso de Ensayo Lugeon.....	108
Figura 45. Cálculo de la distancia para la presión de inyección	110

Figura 46. Presión de inyección en el manómetro	113
Figura 47. Proceso de inyección	114
Figura 48. Monitoreo de parámetros de inyección	115
Figura 49. Prueba de viscosidad	116
Figura 50. Prueba de sedimentación	118
Figura 51. Muestras cúbicas de lechada	120
Figura 52. Cálculo de la distancia para la presión máxima de comprobación	122
Figura 53. Geología local del área de estudio	125
Figura 54. Perfil geológico A.....	127
Figura 55. Perfil Geológico-Geotécnico, sección A	129
Figura 56. Orientación de las principales familias de discontinuidades	130
Figura 57. Caja de testigos del sondaje S-COR-08-05A	131
Figura 58. Comparación entre RQD y U.L. S-COR-02 y S-COR-08-09	136
Figura 59. Comparación entre RQD y U.L. S-COR-08-05A y S-COR-01.....	137
Figura 60. Comparación entre RQD y U.L. SCOR-08-10 y SCOR-03	138
Figura 61. Vista en planta de las 3 líneas de inyección	142
Figura 62. Vista de perfil secuencia de inyecciones con 3 líneas	142
Figura 63. Orientación de las perforaciones	144
Figura 64. Producción de la cortina de inyección.....	146
Figura 65. Distribución de frecuencias de todos los sondajes	148
Figura 66. (a)Absorción promedio por sondajes (b)Total de tramos por sondajes	149
Figura 67. Lechada fraguada relleno de fisuras	151

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Ubicación del área del proyecto

Anexo 2. Geología regional

Anexo 3. Geología local del eje de la cortina de inyección

Anexo 4. Registro geotécnico de sondajes de exploración

Anexo 5. Ensayo Lugeon para sondajes de exploración

Anexo 6. Perfil geológico

Anexo 7. Perfil geológico geotécnico

Anexo 8. Plano de diseño de la cortina de inyección

Anexo 9. Vista en planta de la cortina de inyección

Anexo 10. Perfil de absorciones de lechada línea 1

Anexo 11. Perfil de absorciones de lechada línea 2

Anexo 12. Perfil de absorciones de lechada línea 3

Anexo 13. Registro geotécnico de sondajes de comprobación

Anexo 14. Ensayo Lugeon para sondajes de comprobación

RESUMEN

La presente investigación “DISEÑO DE LA CORTINA DE INYECCIÓN PARA LA IMPERMEABILIZACIÓN DEL MACIZO ROCOSO FRACTURADO EN LA PRESA DE RELAVES CORTADERA”, se realizó en el eje de la cortina de inyección, que está ubicada bajo el dique de Arranque de la relavera Cortadera del proyecto minero Quellaveco ubicado a 37 kilómetros al noreste de Moquegua, región de Moquegua, provincia de Mariscal Nieto, distrito de Torata, Perú, con una altitud de 3500 m.s.n.m. El objetivo de la investigación es disminuir la permeabilidad del macizo rocoso fracturado mediante el diseño adecuado de la cortina de inyección en la presa de relaves Cortadera. Se realizó 6 sondajes en la etapa de exploración y en base al análisis geológico geotécnico se caracterizó el macizo rocoso de fracturada a muy fracturada, conformada por litología de andesita y riolita. Además, se realizó pruebas de permeabilidad donde se determinó que la roca es de moderada a altamente permeable. La metodología de la tesis es de tipo aplicada por ende busca disminuir la permeabilidad mediante los criterios de diseño y ejecución de una cortina de inyección en una fundación rocosa para presas. Los resultados obtenidos demuestran que se podrá reducir la permeabilidad del macizo rocoso con permeabilidades menores a 3 unidades Lugeon según el diseño aprobado, lo cual corrobora la efectividad de la cortina de inyección.

Palabras clave: Permeabilidad, macizo rocoso, inyecciones de impermeabilización.

ABSTRACT

The present investigation "DESIGN OF THE INJECTION CURTAIN FOR THE WATERPROOFING OF THE FRACTURED ROCK MASSIF IN THE CORTADERA TAILING DAM", was carried out in the axis of the injection curtain, which is located under the starting dam of the Cortadera tailings dam of the project Quellaveco mining located 37 kilometers northeast of Moquegua, Moquegua region, Mariscal Nieto province, Torata district, Peru, with an altitude of 3500 m.s.n.m. The objective of the research is to decrease the permeability of the fractured rock mass through the proper design of the injection curtain in the Cortadera tailings dam. 6 drillings were carried out in the exploration stage and based on the geological geotechnical analysis, the rock mass was characterized from fractured to highly fractured, made up of andesite and rhyolite lithology. In addition, permeability tests were carried out where it is determined that the rock is moderately to highly permeable. The methodology of the thesis is of the applied type, therefore it seeks to reduce permeability through the criteria of design and execution of an injection curtain in a rocky foundation for dams. The results obtained show that the permeability of the rock mass is reduced with permeabilities less than 3 Lugeon units according to the approved design, which corroborates the effectiveness of the injection curtain.

Keywords: Permeability, rock mass, waterproofing injections.

INTRODUCCIÓN

En nuestro país en los últimos 20 años se ha incrementado progresivamente la construcción de presas de relaves y presas de agua debido a la demanda de recursos hídricos y las inversiones en minería, como se sabe las presas vienen a ser estructuras geotécnicas complejas,

Las cortinas de inyección se utilizan para reducir las filtraciones de agua mediante la inyección de lechada sellando las fracturas del macizo rocoso. Para el diseño de la cortina de impermeabilización se han realizado estudios de terreno, tales como: mapeo geológico, geotécnico, hidrogeológico y ensayos de permeabilidad Lugeon en la roca.

Por lo tanto, la presente investigación da a conocer los criterios del diseño de una cortina de inyección para la impermeabilización del macizo rocoso mediante la ejecución de un programa de inyecciones, la cual consta de la perforación e inyección de pozos primarios, secundarios, terciarios y cuaternarios estos alineados de acuerdo a planos de diseño. Posterior a ello se propone la perforación de los pozos de comprobación realizando ensayos de Lugeon la cual nos definirá la efectividad del tratamiento de impermeabilización del macizo rocoso. Esta investigación se desarrolla en cuatro capítulos.

En el capítulo I se describe aspectos generales como la ubicación del proyecto, planteamiento del problema, hipótesis, justificación, objetivos y alcances.

En el capítulo II se enfatiza el marco teórico conformado por el marco geológico y geomorfológico, asimismo antecedentes del estudio, trabajos anteriores y bases teóricas.

En el capítulo III se desarrolla la metodología que se aplicó para el trabajo de investigación.

En el capítulo IV se analiza y discute los resultados dando respuesta a la hipótesis presentada en la investigación y se finaliza en conclusiones y recomendaciones.

CAPÍTULO I

ASPECTOS GENERALES

1.1. DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

1.1.1. Ubicación y accesibilidad:

La cortina de inyección está ubicada bajo el dique de Arranque, en la relavera Cortadera, distrito Torata, provincia Mariscal Nieto, región Moquegua, a 930 km SE de Lima, se localiza con coordenadas UTM, WGS 84, Zona 19S: 319252,30E – 8097930,61N y 319356,52E – 8097663,96N en la cota de 3036 m.s.n.m. (ver figura 1 y anexo N°01).

Figura 1

Ubicación del área del proyecto



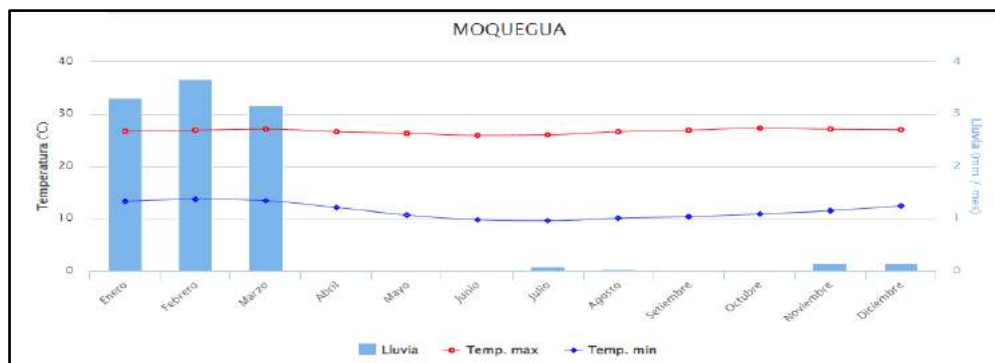
Nota. Se muestra la ubicación y accesibilidad del área de estudio. Fuente: Autoría propia.

1.1.2. Clima

De acuerdo a Senamhi, las condiciones climáticas varían según la altitud. El área de estudio presenta un valor de temperatura más alta de 26,0°C en el mes de octubre y la temperatura más baja extrema de -0,5°C. La temporada de lluvias corresponde entre los meses de diciembre a marzo y periodos de sequía entre abril a noviembre. En el área del proyecto, la precipitación anual media asciende a 170 mm.

Figura 3

Temperatura y periodo de lluvias



Nota. Se muestra temperatura máxima, mínima y periodo de lluvia mensual.

Fuente: <https://www.senamhi.gob.pe/main.php?dp=moquegua&p=pronostico-detalle>

1.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.

1.2.1. Descripción del problema:

La minera Anglo American Quellaveco S.A. (AAQSA) está desarrollando el proyecto Quellaveco para el proceso de explotación del mineral de cobre y molibdeno. Para operar el proyecto es fundamental construir los principales componentes mineros como el tajo de la mina, la chancadora primaria, la planta concentradora en la quebrada Papujune y la relavera en la quebrada Cortadera. Estas obras permiten transportar y distribuir los relaves desde la planta Papujune hasta la quebrada Cortadera, donde se almacenará y recuperará el agua desde la relavera y devolverla a la planta de proceso. Por lo tanto, es importante tener muy presente los riesgos asociados a los depósitos de relaves, en cuanto a los ámbitos técnicos, constructivos, ambientales y legales. Por otro lado, en el sitio de la presa se desarrollaron varias campañas de exploración geotécnica en los años 2008, 2009 y 2018 constituidos por mapeos geológicos geotécnicos, sondajes, calicatas, perfiles sísmicos de refracción y registros piezométricos, con lo cual se llegó a determinar un macizo de roca de fracturado a muy fracturado con permeabilidades de moderada a muy alta, con valores entre 50 a 150 UL ($K=10^{-4} - 10^{-2}$ cm/s), considerando que la roca de cimentación debe tener permeabilidades bajas entre 0 a 3 UL ($K= 10^{-6} - 10^{-5}$ cm/s), entonces para reducir la permeabilidad en la fundación de la presa de tierra y para evitar las filtraciones de estas aguas, es esencial aplicar lechadas de

cemento mediante inyección con el método tradicional y poder crear una cortina de inyección que se lleva a cabo utilizando la técnica de cierre progresivo que va desde los sondajes primarios, secundarios y terciarios hasta los de verificación con esto se logra garantizar la estanqueidad del futuro relave.

1.2.1.1. PROBLEMA GENERAL:

PG: ¿Cómo lograr la impermeabilización del macizo rocoso fracturado en la presa de relaves Cortadera?

1.2.1.2. PROBLEMAS ESPECÍFICOS:

P1: ¿Cuáles son los criterios de diseño de la cortina de inyección en la presa de relaves Cortadera?

P2: ¿De qué manera se comprueba la impermeabilización del macizo rocoso con la cortina de inyección?

1.3. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN:

1.3.1. Objetivo Principal:

Lograr la impermeabilización del macizo rocoso fracturado mediante el diseño adecuado de la cortina de inyección en la presa de relaves Cortadera.

1.3.2. Objetivos Específicos:

- Determinar los criterios de diseño de la cortina de inyección, mediante perforaciones de taladros de exploración.
- Comprobar la impermeabilización del macizo rocoso en el eje de la cortina mediante perforaciones de taladros diamantinos de verificación.
- Obtener el título de Ingeniero Geólogo-Geotécnico.

1.4. HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN:

1.4.1. Hipótesis general:

HG: Mediante el diseño adecuado de la cortina de inyección con lechada de cemento, se logrará la impermeabilización del macizo rocoso fracturado.

1.4.2. Hipótesis específicas:

H1: Con el conocimiento de la geología, las condiciones hidrogeológicas, geomecánicas del macizo rocoso y ejecutando perforaciones de exploración se podrá realizar el diseño de la cortina.

H2: Con la ejecución de taladros diamantinos de verificación se podrá comprobar si las inyecciones de impermeabilización están dentro de los parámetros establecidos para ensayos de permeabilidad, tolerancia de 3 unidades Lugeon.

1.5. JUSTIFICACIÓN:

La presente investigación surge de conocer los criterios de diseño y ejecución de la cortina de inyección en la cimentación de la presa de relaves Cortadera con la finalidad de reducir la permeabilidad de la roca y garantizar la estanqueidad del futuro embalse, además con este estudio se desea instalar el tema en la comunidad científica para estimular la reflexión en el debate sobre los criterios de diseño y construcción de la cortina, a fin de proponer sugerencias que puedan ser un aporte para mejorar el manejo de agua de relaves en mina y en la toma de decisiones de los profesionales a cargo en la construcción de la cortina. Finalmente, puesto que la cortina de inyección es una obra civil muy importante para la presa de relaves se tiene los siguientes puntos de vista:

Aspecto medioambiental:

- Evitar la contaminación de las aguas subterráneas y superficiales debido a las filtraciones de relaves mineros.

Aspecto social:

- Evitar la contaminación de relaves que provoca la presencia de elementos, minerales y metaloides, que originan perturbaciones en la salud humana.

Aspecto económico:

- Ahorro en el consumo de agua, esto con la recuperación del agua de la laguna de clarificación del embalse el cual se procesará la totalidad de sus relaves y así se obtendrá un mayor provecho al incrementar la recuperación del mineral que antes se perdía junto con los relaves.
- Importante reducción de los gastos en los planes de cierre, la cual es reflejo de un adecuado diseño de la cortina de inyección.

1.6. VARIABLES DE ESTUDIO:

1.6.1. Identificación de variables:

1.6.1.1. Variable independiente

- X1: Diseño de la cortina de inyección.

1.6.1.2. Variable dependiente

- Y1: Macizo rocoso impermeabilizado.

1.6.2. Operacionalización de variables:

Tabla 1

Matriz de operacionalización de variables:

Variable	Definición Conceptual	Dimensiones	Indicador	Instrumento Metodológico
<u>Variable Independiente</u> Diseño de la cortina de inyección	La cortina de inyección es una estructura con etapas secuenciales de perforación, denominadas: primaria secundaria, terciaria y sucesivas de acuerdo con el diseño, y va logrando un cierre progresivo por traslape de las inyecciones.	Índice de Calidad de la roca	$\%RQD = \frac{\sum Longitud\ de\ fragmentos \geq 10cm}{longitud\ total\ de\ corrida\ perforada} * 100$	Deere (1963)
		Permeabilidad	1 Lugeon = Absorción de agua de 1 litro por minuto por cada metro de sondeo inyectado a presión constante, realizando el ensayo a 10 bares de presión durante 10 minutos. 1 U.L.=1.3*10 ⁻⁵ cm/s	Bieniawski (1989)
		Geometría de la cortina	Profundidad de las perforaciones (m) Número de líneas de la cortina Orientación de las Perforaciones (°) Separación de Perforaciones (m)	"Especificaciones técnicas del proyecto", "Plan de calidad aprobado" "Planos de diseños aprobados"
<u>Variable dependiente</u> Macizo rocoso Impermeabilizado	El tratamiento de impermeabilización de macizos rocosos son perforaciones que se realizan en tramos de cierta longitud, los cuales se inyectan en forma ascendente o descendente, logrando reducir las pérdidas de agua por filtraciones desde el embalse y evitar cualquier daño a la fundación.	Absorción de lechada de cemento	Absorción=Kilogramo/metro	Especificaciones técnicas del proyecto "Procedimiento Operativo/Calidad de Inyección por JJC-BS"
		Permeabilidad	1 Lugeon = Absorción de agua de 1 litro por minuto por cada metro de sondeo inyectado a presión constante, realizando el ensayo a 10 bares de presión durante 10 minutos. 1 U.L.=1.3*10 ⁻⁵ cm/s	"Procedimiento Operativo de Ensayo Lugeon por JJC-BS"

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. MARCO GEOLÓGICO Y GEOMORFOLÓGICO

2.1.1. Geología regional

El proyecto Quellaveco está ubicado en la franja mineralizada de cobre de baja ley del Perú, como los yacimientos Toquepala y Cuajone, así como también numerosas zonas de alteración hidrotermal. Geológicamente está constituido por rocas volcánicas e intrusivas, de edades desde el Mesozoico hasta el cuaternario reciente. Las unidades más antiguas abarcan desde el Cretácico-Paleógeno (Grupo Toquepala), Paleógeno (Formaciones Sotillo, Moquegua), Neógeno (Formaciones Huaylillas, Milo y Grupo Barroso). Ver anexo N°02, plano geológico regional.

2.1.1.1. Grupo Toquepala: Formación Quellaveco

Este grupo está representado por cuatro formaciones volcánicas y sedimentarias, siendo estas: Huaracane, Ingoya, Paralaque y Quellaveco. La formación Quellaveco aflora en toda el área del proyecto Quellaveco, Bellido y Landa (1965) señalan que comprende un conjunto de 5 unidades volcánicas cuya composición química riolítica abarca más del 80% de toda la secuencia. Esta formación consta de una serie de ciclos volcánicos eruptivos, que contienen riolita en su parte más baja (pórfido Quellaveco) seguidos de flujos andesitas (serie Alta) y de riolita (riolita de

Asana). Se encuentran aflorando en los alrededores del yacimiento Quellaveco (Bellido y Guevara, 1963).

2.1.1.2. Formación Moquegua

Antes denominada formación Moquegua Superior, Adams (1906) indica que está formada por sedimentitas, conformadas por conglomerados polimícticos, con clastos de, guijas y areniscas gruesas, medianamente estratificadas, intercalándose algunos niveles de tobas grises blanquecinos en las secuencias superiores. Los clastos corresponden a andesitas y riolitas e intrusivos dioríticos.

2.1.1.3. Formación Huaylillas

Definido por Wilson y García (1962) consta de una sucesión de rocas volcánicas, principalmente afloramientos de tobas-lapilli, de composición química riolítica a dacíticas de color grises, blanco a rosadas, está compuesta por feldespatos fragmentados, biotitas con escasas hornablendas, fragmentos de pómez y líticos. En el área del proyecto Quellaveco, esta unidad se encuentra en las crestas de las colinas; en este caso, cubriendo gran parte de la zona norte del yacimiento.

La denominada formación Chuntacala ha sido incluida dentro de esta unidad y está compuesta principalmente por tobas, andesitas, riolitas, dacíticas e ignimbritas. Se encuentra limitada en los puntos bajos topográficos como el valle del río Asana y, en Quellaveco, yace sobre la serie intrusiva mineralizada. Además, esta

formación sobreyace disconforme a la formación Moquegua e infrayace a la unidad Millo.

2.1.1.4. Grupo Barroso

Este grupo presenta secuencia de rocas volcánicas de composición andesítica, traquitas y latítica, que se distribuyen en el sector noreste del área del proyecto Quellaveco y está dividida en dos unidades: aglomerados grises andesíticos y secuencia de coladas.

2.1.1.5. Depósitos Cuaternarios

Los depósitos cuaternarios que se encuentran en los bordes del río Asana son de origen aluvial, fluvial y fluvioglacial, entonces los depósitos fluviales son depositadas por los flujos de agua y consisten en la acumulación caótica de clastos de diferentes tamaños y naturaleza (cantos rodados, gravas arenas y limos). Los depósitos fluvioglaciares ocupan las laderas y sectores bajos de los cerros, el fondo de las cabeceras de los valles y las pequeñas depresiones ubicadas a altitudes de 3500 a 4500 m.s.n.m.

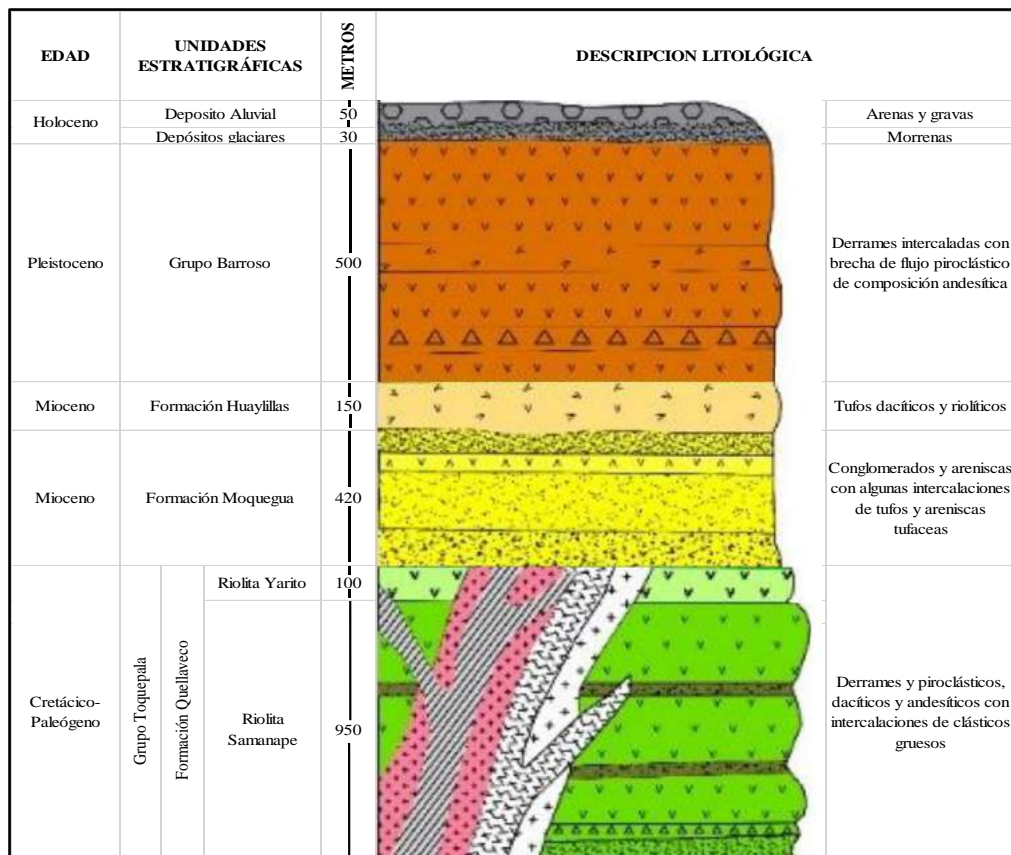
2.1.1.6. Granodiorita Regional

Concierne al stock de Calumbraya - Micalaco; intrusivos de la parte céntrica que se relacionan componiendo un afloramiento casi anular; florece en el nacimiento de la quebrada Charaque y en los alrededores de lo que actualmente es el yacimiento

Quellaveco. En el caso de Quellaveco, la granodiorita intruye a unidades del grupo Toquepala. Los componentes mineralógicos son: plagioclasa, cristales granulares con un espesor de 2,00 mm a 1,00 cm, ortosa con granos finos a gruesos. Otro componente es el cuarzo, a veces ausente y presente; la hornablenda siempre existe en una proporción regular a abundante de 3,00 a 4,00 mm de largo, y la biotita se presenta a veces en forma de láminas pequeñas.

Figura 4

Columna estratigráfica regional



Fuente: Bellido (1972)

2.1.2. Geología local

La información obtenida en las diversas campañas de años anteriores realizadas al área de la relavera Cortadera, confirman que está constituida principalmente por afloramientos de roca de origen volcánico, además de rocas intrusivas con diversos grados de meteorización. En el área existen numerosas zonas de falla y de alteración hidrotermal, con abundantes contenidos de arcilla y de roca fracturada.

2.1.2.1. Unidades de roca

La geología local comprende a unidades de roca que están constituidas por la formación Quellaveco (dividido en dos unidades Riolita Samanape y Riolita Yarito), la formación Huaylillas y rocas intrusivas. Cuyas edades se ubican entre el Cretácico-Paleógeno y Neógeno.

Estas rocas han sido intruidas por un plutón granodiorítico de edad Cretácico-Paleógeno tardía el cual, a su vez, fue intruido, en zonas de debilidad estructural, por stocks de pórfidos de composición cuarzo monzonítica. La presa de relaves Cortadera se emplazará en rocas volcánicas de composición riolítica levemente meteorizadas.

➤ Riolita Samanape

Antes denominada Serie Alta constituye el miembro intermedio de la formación Quellaveco, el de mayor extensión, aflorando en las minas Cuajone, Quellaveco y

Toquepala. Estas rocas afloran en la parte central de la zona de estudio, formando una franja de orientación NW-SE compuesta por coladas de lava y brechas piroclásticas de diversa composición, la Riolita Samanape está dividido en dos unidades:

Miembro Inferior (KsP-sa/an)

Conformado por rocas de composición andesítica, se disponen en una franja con orientación aproximada norte-sur, principalmente al norte de la quebrada Cortadera. El contacto inferior con la Granodiorita Regional, es irregular, mientras que el techo se hunde discordantemente bajo los estratos de composición dacítica. Corresponden a potentes estratos (ver figura 5) compuestos por rocas de color gris oscuro, de textura porfírica, con fenocristales de feldespatos inmersos en una matriz afanítica constituida por vidrio volcánico y microlitos de plagioclasa. Las brechas piroclásticas están constituidas por fragmentos angulosos de hasta 50,00 cm de diámetro inmersos en una matriz afanítica. Estas rocas presentan un fuerte grado de silicificación lo que les confiere una resistencia elevada. En la ladera derecha de la quebrada Cortadera, aguas arriba de la confluencia con la quebrada Yarito, se encuentran afloramientos de este tipo de roca intensamente fracturados, incluso con zonas de alteración hidrotermal y fallas.

Figura 5

Miembro Inferior (KsP-sa/an)



Nota. Se aprecia afloramientos del Miembro Inferior conformadas por rocas de composición andesítica, perteneciente a la unidad Riolita Samanape. Fuente: Área de geología AAQ.

Miembro Superior (KsP-sa/tb)

Conformado por rocas de composición Riolítica, se ubican al noreste de la quebrada Yarito y al sur de la quebrada Cortadera, su base está en contacto discordante o por falla con las rocas de composición andesítica. El techo de este nivel estaría en contacto por falla con la Riolita Yarito en la ladera norte del cerro Yarito. Las rocas son de color gris claro rosáceo con una leve coloración superficial rojiza, poseen textura porfírica, con fenocristales de cuarzo y feldespato inmersos en una matriz afanítica constituida principalmente por cuarzo. Se trata de rocas de

alta resistencia a la compresión uniaxial y levemente meteorizadas (ver figura 6), pero con un alto grado de fracturamiento en superficie (frecuencia de fracturas mayor a 5-10ff/m), fracturas que, además, se encuentran abiertas en los fondos de las quebradas. El grado de meteorización es bajo, con sólo pátinas de óxidos en la superficie de ruptura. Los contactos entre estos niveles son discordantes, aunque en terreno no es claramente visible la estratificación de cada uno de ellos. La disposición de la secuencia es inclinada hacia el suroeste.

Figura 6

Miembro Superior (KsP-sa/tb)



Nota. Se aprecia afloramientos del Miembro Superior conformadas por rocas de composición riolítica, perteneciente a la unidad Riolita Samanape. Fuente: Área de geología AAQ.

➤ ***Riolita Yarito (KsP-ti/ri)***

La Riolita Yarito constituye el miembro superior de la formación Quellaveco. En el área de estudio los afloramientos forman una franja que abarca el cordón del cerro Yarito y la continuación de este al noreste de la quebrada Cortadera. Sobreyace discordantemente a los depósitos de la Riolita Samanape. La presa se fundará íntegramente en esta unidad.

Está compuesta por derrames riolíticos, estratificada en bancos medianos a gruesos. En la superficie se ve fresco, de color gris a gris claro, a veces un poco rosado o morado; después de la intemperie, es amarillo pálido, beige o blanco y marrón rojizo (ver figura 7); posee textura porfírica con fenocristales de feldespatos de 0,50 cm de ancho, muy caolinizados y con algunos granos alterados de hornblenda. Las rocas son frescas a levemente meteorizadas, duras y su superficie muestra numerosas oquedades dejadas por minerales que se han desprendido o disueltos como lo sugiere Bellido (1979). Los estratos están orientados en dirección NW con un leve manteo hacia el sur. Existen zonas que en superficie presentan un fuerte grado de fracturamiento, con frecuencia de fracturas mayores a 5-10 ff/m.

Figura 7

Unidad Riolita Yarito



Nota. Se observa afloramientos de roca perteneciente a la unidad Riolita Yarito.

Fuente: Área de geología.

➤ ***Formación Huaylillas (Nm-hu)***

Esta unidad estratigráfica, también llamada Volcánico Huaylillas, fue descrita originalmente como una sucesión volcánica preparada básicamente por tobas y secundariamente por derrames lávicos ácidos, blanco y rosado.

En el área del proyecto estos depósitos se ubican en la cima del cerro Pampa Tolar formando una meseta de forma alargada en la dirección EW. Desde el punto de vista litológico consisten, fundamentalmente, en tobas dacíticas y riolíticas de colores blanco grisáceo, gris blanquecino y rosado; siendo pardo rojizas a pardo amarillentas cuando están meteorizadas. En términos generales, están compuestas

por feldespatos que forman la masa principal de la toba. Las tobas se disgregan por meteorización originando una arena gruesa. En el área de trabajo, estas rocas corresponden a tobas de grano grueso, porosas, relativamente friables.

Estructuralmente las tobas de la formación Huaylillas se muestran en bancos gruesos cuya posición varía desde la horizontal hasta inclinaciones de 15° al sur. La edad de esta formación es el Mioceno perteneciente al Neógeno.

➤ ***Rocas intrusivas***

Las unidades que afloran son rocas intrusivas plutónicas del Batolito de la Costa, de más antiguas a más recientes. Los únicos intrusivos aflorantes en el área de relaves Cortadera, corresponden a la Granodiorita Regional y a los Diques Monzoníticos.

Granodiorita Regional (KTi-gd)

Constituye la principal roca huésped de la mineralización y tiene una amplia distribución en el área del proyecto, con características de un plutón de composición granodiorítica y diorítica de hornblenda y biotita, holocristalino, equigranular, de grano medio a grueso y ocasionalmente con textura porfírica. Las variaciones en el tamaño de los minerales son de medio a grueso y en la composición son graduales, sugiriendo un mecanismo de diferenciación magmática bien marcado.

En superficie presenta una coloración gris rojiza y a veces gris verdosa oscura, con las plagioclasas tabulares caolinizadas; las hornblendas se hallan débilmente cloritizadas por la alteración supérgena. En el extremo noreste del área esta roca intruye a depósitos de la Riolita Samanape y se encuentra superficialmente meteorizada (ver figura 8), presentando una baja resistencia a la compresión simple (estimada). Al suroeste del área de estudio intruye a la Riolita Yarito; en esta zona los afloramientos se presentan levemente meteorizados con una baja frecuencia de fracturas (menor a 3 ff/m) y con una alta resistencia a la compresión simple (estimada).

Figura 8

Granodiorita regional



Nota. Se observa afloramientos de granodiorita regional en quebrada de extremo noreste del área de estudio, se observa fuertemente meteorizada. Fuente: Área de geología AAQ.

Diques Monzoníticos

Se designa con este nombre a un conjunto de intrusiones menores, tabulares, de composición monzonítica. En terreno no fue posible definir a qué cuerpo intrusivo mayor está asociada (Pórfido Temprano, Intermedio o Tardío). Tienen textura porfírica con fenocristales de plagioclasa, en una matriz microgranular constituida por ortoclasa, cuarzo y biotita. Los diques reconocidos poseen hasta 5m de potencia e intruyen a la Granodiorita Regional en el extremo noreste del área (ver figura 9).

Figura 9

Diques monzoníticos



Nota. Se aprecia afloramientos de dique de composición monzonítica intruyendo a rocas de la Granodiorita Regional. Fuente: Área de geología AAQ.

2.1.2.2. Unidades de suelo

Cubriendo parcialmente las rocas antes descritas se reconocen sedimentos o depósitos de suelos, de edad cuaternaria: depósitos torrenciales, coluviales y fluviales.

➤ Depósitos Torrenciales o Diluviales (Qh-di)

Estos depósitos se han originado por erosión y depositación de materiales asociados a flujos detríticos y escurrimiento espasmódico (torrencial) a través de las quebradas, fenómeno típico de régimen árido y semi-árido. Están constituidos principalmente por gravas, cantos rodados y bloques con diámetros máximos mayores a 1,00 m, subangulosos a redondeados, inmersos en una matriz de arena y finos. Constituyen principalmente conos de deyección y niveles aterrazados, caracterizándose por tener una compacidad media a alta, y una cohesión elevada producto de la trabazón mecánica entre los clastos y del contenido de finos presente.

En mayor cantidad estos depósitos se encuentran en la confluencia de las quebradas menores con la quebrada Cortadera, tanto al noreste como al suroeste de la presa (ver figura 10). Según Bellido (1979), estos depósitos se originaron en un tiempo de abundantes escorrentías superficiales por el derretimiento de los glaciares que cubrían la Cordillera Occidental.

Figura 10

Depósitos torrenciales o diluviales



Nota. Corte de depósitos diluviales provenientes de quebrada afluyente de la quebrada cortadera. Fuente: Área de geología AAQ.

➤ *Depósitos Coluviales (Qh-co)*

Son depósitos detríticos que cubren las laderas de los cordones de cerros, derivados de la meteorización de los afloramientos de roca. Tienden a desplazarse lentamente, principalmente por efecto de la gravedad, de las lluvias y del derretimiento de nieve. En el área de estudio estos depósitos son abundantes, debido al intenso fracturamiento de las rocas del sector y a los efectos de la meteorización. Están constituidos por gravas, bolones y bloques de más de 1,00 m de diámetro, generalmente angulosos, con bajo contenido de finos. Se ubican en la base de las

laderas de mayor pendiente, las cuales se encuentran en el sitio donde se dispondrá la presa, tal como se ve en la figura 11.

Figura 11

Depósitos coluviales



Nota. Se observa depósitos coluviales acumulados en la base de la quebrada cortadera. Fuente: Área de geología AAQ.

En el costado derecho de la quebrada Cortadera existe un nivel de depósitos coluviales con alto contenido de ceniza volcánica, el cual posee un espesor de 10,00 m, reconocido en el sondaje SCOR08-09.

➤ *Depósitos Fluviales (Qh-fl)*

Estos depósitos se encuentran principalmente en la planicie aluvial de la quebrada Cortadera y en menor proporción rellenando la quebrada Yarito. Están constituidos por bolones, gravas y arenas principalmente, con un bajo contenido de finos, además se encuentran en proceso de transporte y depositación por los cursos de agua, formando niveles de terrazas y sectores de playas.

Tabla 2

Columna Estratigráfica local

Sistema	Serie	Unidad Estratigráfica	Símbolo	Descripción	
Cuaternario	Holoceno	Depósitos Diluviales	Qh-di	Gravas, cantos rodados y bloques.	
		Deposito Fluviales	Qh-fl	Bloques, bolones, gravas y arenas en general limpias.	
		Depósitos Coluviales	Qh-co	Bloques, bolones y gravas, angulosas, con menor cantidad de arena y finos.	
Neógeno	Mioceno	Formación Huaylillas	Nm-hu	Tobas-lapilli, de composición riolítica, de color gris blanquecinas a pardo claro.	
Cretácico Paleógeno	Superior a paleoceno	Grupo Toquepala Formación Quellaveco Riolita Samanape	Riolita Yarito	KsP-ya/ri	Lavas porfíricas de color gris claro, a veces algo rosadas a violeta, matriz fina, silificadas. Roca de alta resistencia, levemente meteorizada, superficialmente fracturada.
			Miembro Superior	KsP-sa/tb	Tobas-lapilli, de composición riolítica, de color gris claro rosáceo con una leve coloración rojiza, muy duras competentes, levemente meteorizadas, fracturadas en superficie
			Miembro Inferior	KsP-sa/an	Lavas de composición andesítica, porfírica, de color gris oscuro, muy duras, competentes; meteorización limitada a pátinas gris amarillento; debil a medianamente fracturadas.
Rocas Ígneas					
Cretácico	Superior	Granodiorita Regional	KTi-gd	Roca de alta resistencia, color gris claro, levemente meteorizada y poco fracturada. Sólo en el extremo norte del área se encuentra completamente meteorizada en superficie.	

Nota. Se muestra la columna estratigráfica donde se cimentará la Presa de Relaves

2.1.3. Geomorfología regional

INGEMMET (1979), la Carta Geológica Nacional hoja 35–u, cuadrángulo de Moquegua, describen tres unidades geomorfológicas (ver figura 12), como son:

2.1.3.1. Llanura Costanera

Es llano y árido compuesto por depósitos clásticos semi - consolidados de la formación Moquegua. La formación está ampliamente cubierta por un delgado manto aluvial de edad cuaternaria. La formación Moquegua constituye básicamente la llanura costera, que se cree que es el resultado del llenado de las cuencas longitudinales que existen en la Cadena Costera y el Pie de los Andes.

Está disectada por muchas quebradas profundas y secas, y el cañón principal se extiende hacia el suroeste. La parte plana entre dos quebradas adyacentes se llama “Pampas”.

2.1.3.2. Flanco Andino

Región conformada por rocas volcánicas y rocas intrusivas. En conjunto, presenta topografía abrupta y disectada, de una pendiente respectivamente suave en las pampas costeras a otra pendiente bastante empinada en las partes inferior y frontal de los flancos andinos. En el sureste del valle de Moquegua, los cambios de pendiente siguen la ruta NOSE; y en el noreste del mismo valle, las estribaciones

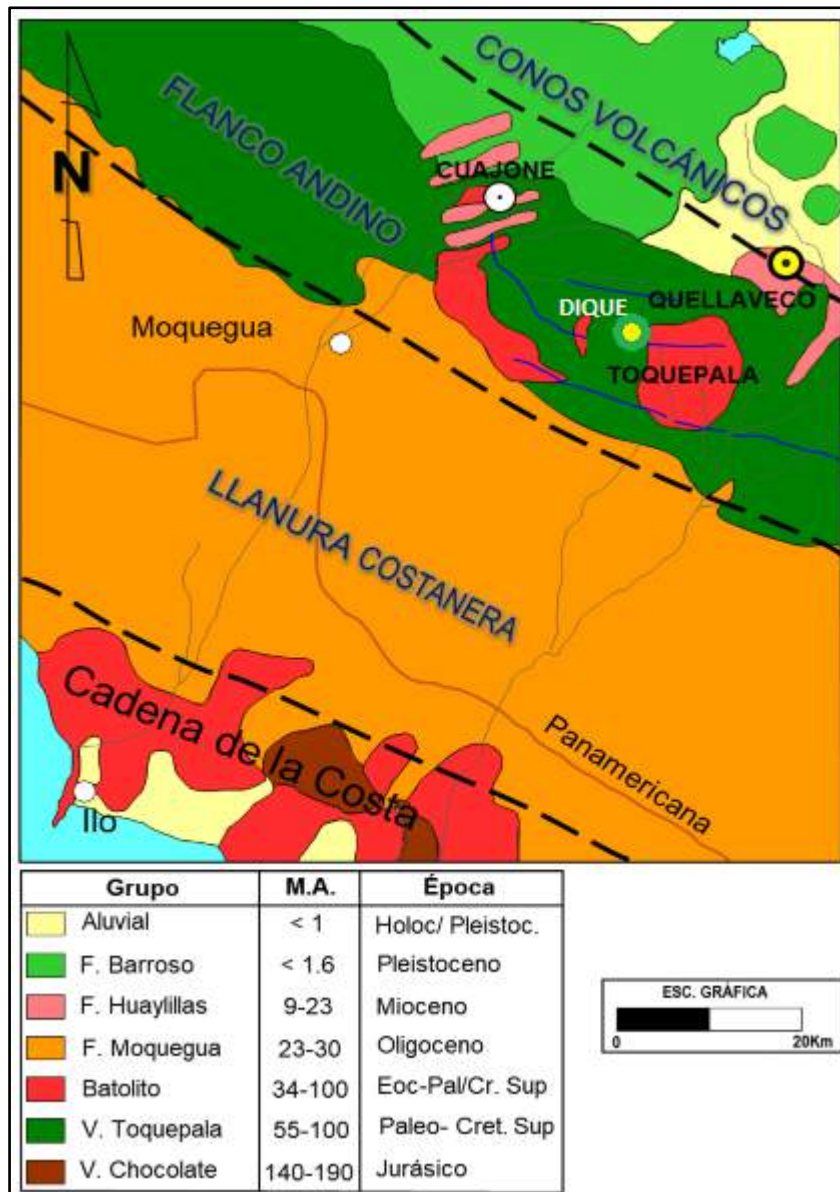
de los andes acaban en una escarpa dirección este-oeste, como los cerros Estuquiña, Los Ángeles y Huaracane, vistos de frente.

2.1.3.3. Cadena de Conos Volcánicos

Al sur hay una faja montañosa desarrollada por una serie de conos volcánicos, la cual llamamos cadena de conos volcánicos. El ancho de la cadena de volcanes es de 20,00 a 30,00 kilómetros. Con dirección noroeste-sureste; en parte, coincide con la división continental, y en la mayoría de las áreas se encuentra un poco más al oeste de esta línea. Toda la cadena de conos volcánicos se vio afectado por los glaciares cuaternarios. Las características morfológicas de erosión de los glaciares, como superficies rayadas, circos, diques de morrena y crestas afiladas, son frecuentes en los flancos de los volcanes.

Figura 12

Unidades geomorfológicas



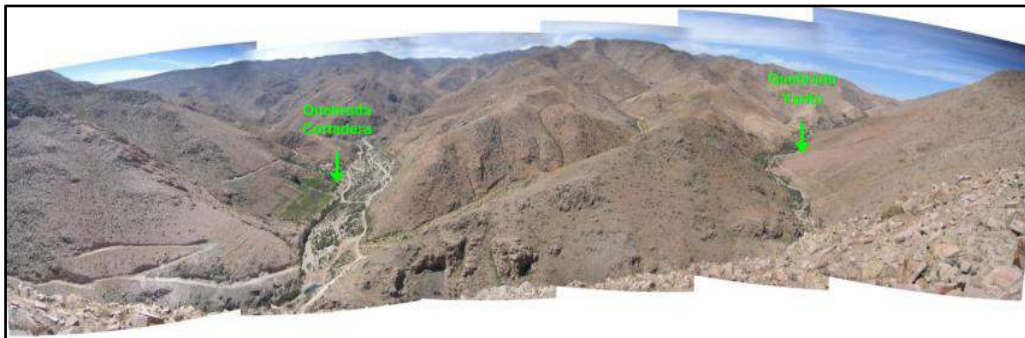
Nota. Se muestra las unidades geomorfológicas de los yacimientos del sur del Perú. Fuente: Presentación evolución yacimiento de Cuajone.

2.1.4. Geomorfología local

El área donde se ubica la cortina de impermeabilización de la presa Cortaderas se ubica en la unidad geomorfológica que Bellido (1979) definió como Flanco Andino, la cual está caracterizada por una topografía abrupta bastante disectada (ver figura 13), conformada por rocas volcánicas y macizos intrusivos.

Figura 13

Quebrada Cortadera y Yarito



Nota. Vista de la quebrada Cortadera y Yarito, aguas arriba de la confluencia.

Fuente: Autoría propia.

En el extremo noreste donde aflora la Granodiorita Regional, la geomorfología está controlada por las características litológicas del cuerpo intrusivo, observándose en general un relieve relativamente suave, constituido por cerros generalmente redondeados, modelados por la erosión en rocas fuertemente meteorizadas que se comportan morfológicamente como materiales blandos. Las pendientes en este sector varían aproximadamente entre 11° y 40°, los sectores más empinados se

reconocen en la ladera norte del valle del estero Cortadera, como consecuencia de la mayor dureza y resistencia de las rocas intrusivas del sector. El cauce de la quebrada Cortadera tiene una pendiente de 4%.

En el resto del área se observa un relieve irregular con abundantes quebradas menores, afluentes de la quebrada Cortadera, donde predominan los afloramientos de rocas volcánicas de la Riolita Samanape y de la Riolita Yarito, las que son más duras y resistentes, por lo que el relieve es más abrupto y la quebrada cortadera tiene una pendiente promedio mayor a 30°. En el caso de la quebrada Cortadera, se observa un fondo de valle más amplio, el cual posee hasta 120,00 m de ancho, aguas arriba de su confluencia con la quebrada Yarito. En esta quebrada adicionalmente se encuentran niveles de terrazas adosados a sus costados, utilizados como terreno de cultivo.

2.1.5. Geología Estructural

Según la información obtenida de los diversos estudios anteriores en la relavera Cortadera, fueron mapeadas las fallas y diaclasas que afectan los diferentes afloramientos de rocas del sector.

2.1.5.1. Fallas mayores

El área de estudio está fuertemente influenciada por las estructuras de larga corrida formadas por los lineamientos de rumbo N 45° W, pertenecientes a las fallas

regionales Incapuquio, Micalaco y el lineamiento Cuajone – Quellaveco. En efecto, se observa que la orientación de la quebrada Yarito estaría controlada por la falla Micalaco. Las fallas que constituyen este sistema regional son del tipo transcurrente y al interceptarse con otras menores, generalmente perpendiculares, han creado zonas de debilidad estructural que han permitido el emplazamiento de intrusivos. La falla Incapuquio posee una tasa de desplazamiento de 2,00 mm/año.

Tal como se mencionó precedentemente, en el área influenciada del proyecto Quellaveco, las fallas tienen un rumbo generalizado NW – SE; es así como se disponen las fallas Incapuquio, Micalaco, Quellaveco – Cuajone y Salveani. El otro sistema principal es E – W, cuyos ejemplos son las Fallas Asana, Moisés y Capillune; el último sistema principal, pero de menor ocurrencia es el NE – SW, representado por la falla Cortadera.

La principal falla de la zona corresponde a la falla Micalaco, la cual tiene una orientación $N66^{\circ}W \pm 10^{\circ}$ y es la expresión más septentrional del sistema de Fallas Incapuquio. Se ubica cercana a la base de la quebrada Yarito (ver figura 14), la cual tendría una traza controlada por esta falla. La falla Micalaco se extiende desde las inmediaciones del pueblo Micalaco hacia el NO cruzando la quebrada Toquepala, lugar conocido como la boca de la mina, y continua hasta la quebrada Cortadera. Dicha falla es normal, considerada activa y presenta una tasa de desplazamiento de 0,20 mm/año.

Figura 14

Traza de la falla Micalaco



Nota. Se observa la ladera del cerro Yarito, donde se ubica la traza de la falla Micalaco. Fuente: Autoría propia.

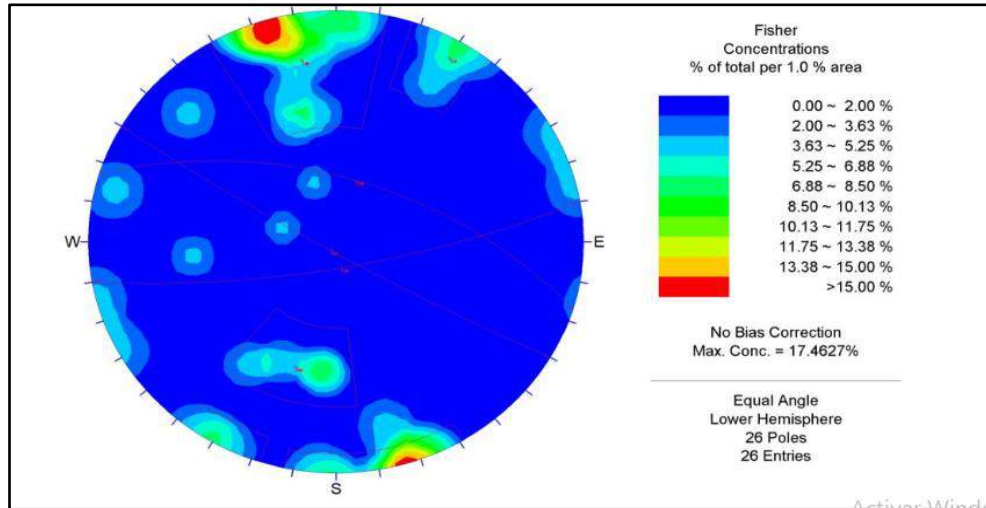
Con respecto a la falla Cortadera su traza de desarrollaría a lo largo de la quebrada Cortadera, tendría un rumbo variable entre N50°E y N70°E, con manteos desde 70° a 90° al SE. Se estima el ancho de la falla cortadera entre 5,00 m y 10,00 m a partir de lo reconocido en superficie y en testigos de sondajes.

2.1.5.2. Fallas menores

Las fallas menores corresponden a estructuras generalmente subverticales con espesores de 0,30-1,50 m, que poseen normalmente rellenos de arcilla y óxidos. Estas estructuras presentan en general una faja de alteración hidrotermal de un par metros, en los cuales se encuentra la roca intensamente fracturada. Se observa en la figura 15 el análisis gráfico de los registros de las orientaciones de estas fallas.

Figura 15

Diagrama de densidad de fallas



Nota. Se aprecia diagrama de densidad de fallas menores reconocidas. Fuente: Área de QAQC

Los rumbos y manteos de las distintas familias de fallas obtenidas de la figura 15, se revelan en la tabla 3.

Tabla 3

Rumbo y manteo de las principales familias de fallas

Familia	Rumbo (Rango)	Manteo (Rango)
1	N71°-91°E	55°-90°S
2	N94°-124°E	57°-65°N
3	N63°-14°W	Subvertical

Fuente: Área de QAQC

De la tabla 3, se observa que la principal familia de fallas tiene una orientación ENE con manteos desde 55° a 90°. Esta puede ser asociada a la falla Cortadera; en efecto gran parte de las estructuras reconocidas se ubican en la ladera sur de la quebrada, parcialmente alineadas con la traza de la falla (ver figura 16). Las fallas reconocidas poseen rellenos de arcilla, cuarzo y salbanda, con espesores variables entre 0,3 m y 1,5 m.

Figura 16

Zona de falla



Nota. Zona de falla con dirección ENE, en afloramientos de rocas de composición andesítica. Fuente: Autoría propia

En la ladera noroeste del cerro Yarito (500 m. al suroeste del sondaje S-COR-03), se encuentra una familia de estructuras con rellenos de arcilla y brecha de falla de espesores variables entre 20,00 y 50,00 cm, con orientación $N60^{\circ}-70^{\circ}E$ y manteos variables entre 30° y 60° ; estas fracturas estarían asociadas a la principal familia de fallas obtenido del análisis de estructuras geológicas, aunque 1,00 Km al sur de la quebrada Yarito, no fue reconocida expresión superficial. Estas estructuras geológicas serían las responsables del intenso fracturamiento del macizo rocoso, reconocido superficialmente y en profundidad en el estribo izquierdo de la presa, el cual tendría una buena conductividad hidráulica asociada a la existencia de una serie de zonas de falla distribuidas regularmente en la ladera.

La orientación de la segunda y tercera familia de fallas, indica que pueden estar asociadas a la falla Micalaco, sin embargo, su distribución no siempre es cercana a la probable traza de esa falla. Las características de estas fracturas son similares a las descritas anteriormente, reconociéndose en ellas rellenos de arcilla y brecha de falla de hasta 1,50 m de espesor.

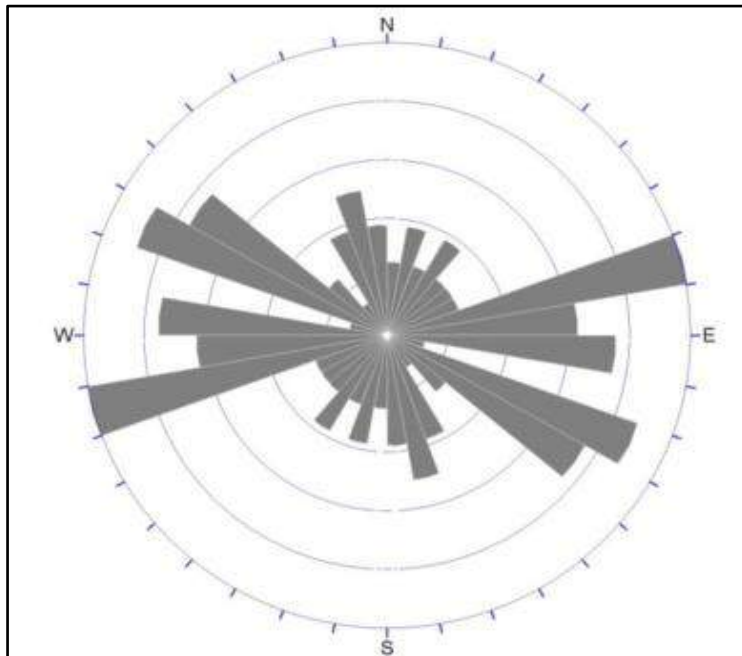
2.1.5.3. Diaclasas

Según el análisis estadístico, se obtienen las orientaciones principales de las diferentes familias de diaclasas presentes en los afloramientos situados en el área de estudio. De la figura 17 se aprecia que la orientación principal corresponde a las familias de diaclasas con rumbo ENE, la cual posee el mayor número de

estructuras. Adicionalmente, la segunda orientación de importancia visualizada, corresponde a la familia con rumbos variables de N50°W a N70°W.

Figura 17

Diagrama de roseta de orientaciones



Nota. Se muestra diagrama de roseta de orientaciones de familias principales de diaclasas. Fuente: Área de QAQC

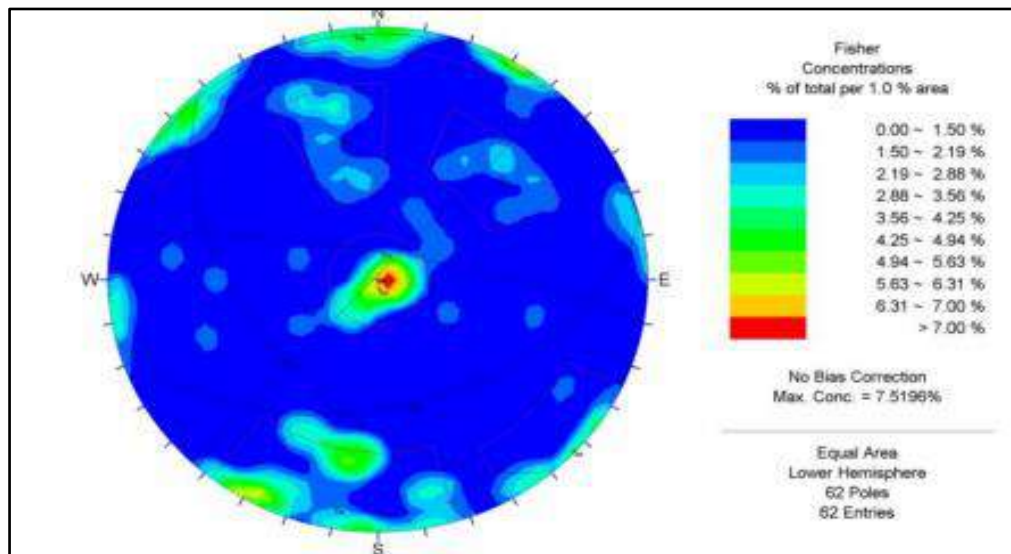
Para identificar y determinar el rumbo y manteo de las principales familias de diaclasas presentes en afloramientos ubicados en el área de estudio, se tiene el diagrama de densidades de polos de las diaclasas (ver figura 18). Las orientaciones obtenidas se muestran en la tabla 4, se tiene que la principal familia de diaclasas

(familia 1), posee una disposición subhorizontal, inclinada hacia el norte y sur hasta en 12°.

En los afloramientos de rocas se registró para esta familia una frecuencia de fracturas variable entre 1 y 10 fracturas por metro (ff/m), con un promedio de 4 ff/m. Calificada como fracturada a muy fracturada.

Figura 18

Diagrama de densidades de diaclasas



Nota. Se muestra diagrama de densidades de diaclasas presentes en afloramientos ubicados en el área. Fuente: Área de QAQC

Tabla 4*Rumbo y manto de las principales familias de diaclasas*

Familia	Rumbo (Rango)	Manto (Rango)
1	Subhorizontal inclinada hacia el norte y sur	3° y 12°
2	N50°-90°W	54°-90°N
3	N30°-60E	70°-90°N/70°-90°S
4	N63°-84°E	43°-69°S
5	N27°-60°W	40°-60°S

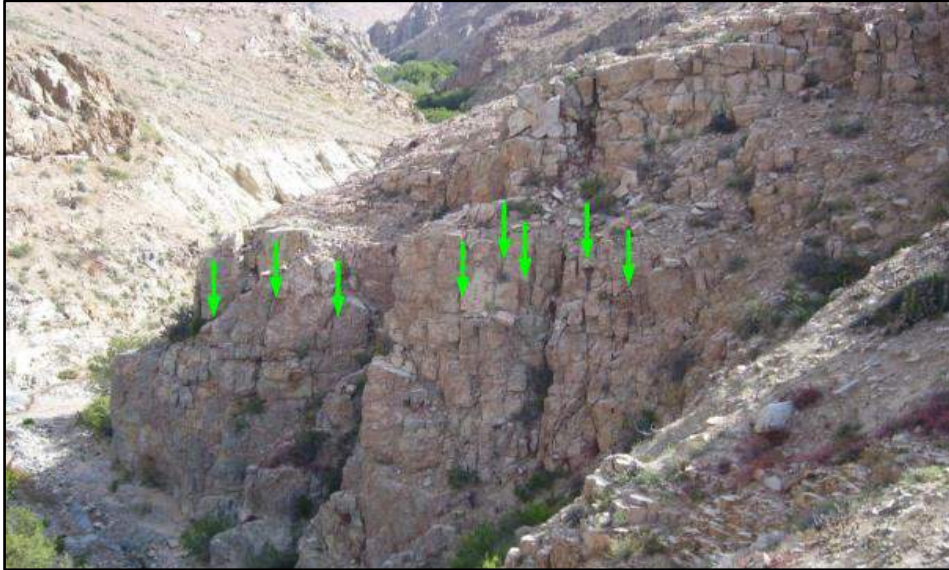
Fuente: Área de QAQC

En general las diaclasas son planas y lisas, superficialmente abiertas. En los afloramientos de granodiorita meteorizada las diaclasas poseen rellenos menores a 5,00 mm de arcilla y óxidos.

De la tabla 4 se desprende que la segunda familia posee un rumbo aproximadamente WNW a EW, con manteos entre 54° y 90° hacia el N; la frecuencia de fracturas fluctúa entre 1 y 10ff/m con una media de 4ff/m, calificada como fracturada a muy fracturada. Al igual que la familia 1, las discontinuidades son planas y lisas, abiertas en superficie y en ocasiones con pátinas óxidos. La familia 3 posee orientación NNE a ENE, con manteos subverticales con dirección norte y sur. La frecuencia de estas diaclasas varía entre 1 y 6 ff/m, con un promedio de 4 ff/m, calificada como fracturada. Esta familia, posee una orientación subparalela al eje de la quebrada (ver figura 19).

Figura 19

Afloramiento de rocas riolita Yarito



Nota. Se observa afloramiento de rocas riolita Yarito afectada por una familia de diaclasas de orientación subparalela al eje de la quebrada Cortadera, indicada con flechas. Fuente: Área de geología AAQ.

Las familias 4 y 5 poseen orientaciones similares a las fallas Cortadera y Micalaco respectivamente. La familia 4 posee gran importancia en la zona donde se ubicará el estribo izquierdo de la presa, ya que existen sectores donde se encuentran estructuras de largo corrida (>50,00 m) con una alta frecuencia, principalmente en los bordes de las fallas reconocidas en este sector. La familia 5 es reconocida en gran parte de los afloramientos presentes en el área donde se fundará la presa. Esta familia posee frecuencias de fractura variables entre 1 y 9

ff/m, con un promedio de 3ff/m, calificada como fracturada a muy fracturada, además corresponden a diaclasas planas y lisas, sin rellenos ni pátinas.

2.1.6. Zonas de alteración hidrotermal

En el espacio de estudio existen extensas zonas de alteración hidrotermal asociadas a la intrusión de cuerpos plutónicos y a fallas. Estas zonas se caracterizan por el reemplazo de los minerales primarios constituyentes de los diferentes tipos de rocas y, ocasionalmente, por la degradación de sus propiedades mecánicas.

La principal zona de alteración hidrotermal se encuentra en la quebrada Yarito en la traza de la falla Micalaco, fuera del área donde se fundará la presa. En la ladera noroeste de la quebrada Cortadera, aguas arriba de la confluencia con la quebrada Yarito, existe una zona de intenso fallamiento con estructuras de orientación NE a EW ($N45^{\circ}$ - 90° E), que presenta zonas de alteración hidrotermal de tipo argílica, fundamentalmente en rellenos de falla y en las franjas de alteración de estas. La roca en este sector posee pobres propiedades geotécnicas, principalmente baja resistencia a la compresión simple estimada (0,00-1,00 Mpa).

2.1.7. Estudio Hidrogeológico

Se tomaron los valores de la conductividad hidráulica y de localización del nivel freático de los sondajes de exploración.

En el estribo derecho formado por depósito coluvial de espesor 13,80 m y subyacen rocas andesíticas. Hasta los 10,00 m de profundidad se estimó una alta conductividad hidráulica del orden 10^{-2} cm/s y presentó tramos donde no fue posible saturar el pozo y alcanzar la presión requerida. En términos de RQD su calidad es de regular a buena. En la zona de cauce formado por depósitos fluviales de espesor 5,50 m y subyacen rocas andesíticas. Su calidad de la roca es de mala a muy mala calidad, se hace más notorio bajo los 40,00 m. de profundidad donde se reconoce una zona de falla que se extiende por el lecho del valle $RQD < 25\%$ con un nivel freático 0,70 m.

En el estribo izquierdo formado por depósitos coluviales de espesor 5,00 m y subyacen rocas de composición riolíticas y andesíticas. Se encuentra con un grado importante de fracturamiento $RQD < 25\%$ hasta los 30,00 m. de profundidad y bajo los 30 m una calidad del macizo rocoso $RQD > 60\%$ y bajas admisiones de agua. Así se definió para la cortina de inyección las profundidades de las perforaciones.

A partir de los registros piezométricos disponibles de las dos unidades hidrogeológicas correspondientes a la unidad cuaternaria y a la roca volcánica fracturada, es posible establecer que el flujo regional del agua subterránea en la zona de estudio se desarrolla paralelo a la quebrada Cortadera, lo cual significa que tiene una dirección suroeste. El registro temporal de niveles piezométricos

observados en varios piezómetros indica que la elevación de los niveles se produce por las recargas puntuales que se producen durante los inviernos altioplánicos.

El balance hídrico estimado mensual de la zona de estudio ha permitido calcular que en la zona de la quebrada Cortadera la recarga es de 0,80 m³/s, cuya recarga efectiva se produce durante uno o dos meses del invierno altioplánico.

2.2. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN:

Empresas Públicas de Medellín (2012) describió en su revista la Central Hidroeléctrica Porce III que la presa es alta y de tipo CFRD, compuesto por esquisto, esquisto de cuarzo grafito y esquisto de cuarzoso. Tratamiento por inyección de la cimentación de la presa principal con cara de hormigón, sus estribos izquierdo y derecho y la zona central del valle de Porce. El propósito del tratamiento por inyección en la base de la presa es rellenar discontinuidades abiertas, zonas de cizallamiento, zona de falla u otras características geológicas encontradas. También es necesario reducir la conductividad hidráulica en el macizo rocoso.

Extremera, Santos, Muñoz y Espejo (2015) analizaron la presa de Las Fitas la Huesca, España, que es una presa del tipo núcleo de arcilla hecha de materiales sueltos. El principal problema de esta zona es la filtración debajo de la base de la presa, que puede tener un impacto en la erosión interna de la propia base. Luego de detalladas actividades de ingeniería geológica y geotécnica, aportando datos sobre la deformabilidad, dispersión y composición química de los materiales de

cimentación, se decidió utilizar pantallas de cemento bentonita para reducir su conductividad hidráulica.

Rimachi (2016) en su trabajo “Represa Pumamayo aplicando Método GIN a una pantalla impermeable” describió que la represa es del tipo CFRD y esta situada en distrito Macusani, provincia de Carabaya, región Puno, altitud de 4,450 m.s.n.m. En la presa se encontraron números de permeabilidad perjudiciales en la cimentación, lo que significó una gran cantidad de pérdidas de agua y riesgos de almacenamiento estructural. Ante el problema de permeabilidad de la Represa Pumamayo, se recomienda desarrollar una actividad de inyección de lechada en el eje de la cimentación para lograr el mejor valor de permeabilidad. La inyección impermeable de la presa se realiza según el estándar del método de inyección GIN, porque este método es técnica y económicamente efectivo.

Arrellano (2014) en su tesis “Investigación Geotécnica Construcción de la Presa Tinkiccocha-Apurímac” describió que la represa Tinkiccocha ubicada en distrito Huaccana, provincia Chincheros, región Apurímac obtuvo los resultados de exploración subterránea de refracción sísmica y sondeos de perforación diamantina en suelo de tipo arenoso compuesto principalmente de cuarzo, pedazos de roca granítica de 5,00 cm de diámetro. El ensayo tipo Lefranc, clasifica el suelo como permeable, la permeabilidad obtenida en el suelo de la fundación de la presa, es de $1E-4$ cm/s, por lo que el volumen de inyección debe ser moderado.

Wilson y Dreese (1997) en su artículo Diseño de Cortina de Inyección para Presas menciona que las variables que el diseñador necesita establecer son la profundidad de la cortina, el ancho y la permeabilidad de la zona inyectada, la ubicación de la cortina, la orientación y el espaciamiento inicial de la perforación y la elección de métodos de inyección en tramos ascendentes o descendentes.

2.3. MARCO CONCEPTUAL.

2.3.1. Presas

Bureau of Reclamation (2008) refiere que la represas, diques o presas son muros colocados en lugares específicos en cauces de cursos de agua naturales para almacenar el caudal que transporta los cursos de agua. El diseño del muro debe poder soportar la fuerza generada por la presión del agua, evitar filtración en su estructura y la superficie de contacto entre estructura y terreno natural cercano.

2.3.1.1. Elementos principales de una presa

De acuerdo a Bureau of Reclamation (2008) los elementos que componen una presa son:

-Caras o taludes: las principales 2 zonas regularmente verticales que acortan el cuerpo de la presa, aguas arriba, en contacto con el agua, y aguas abajo.

-Corona: Zona que delimita la parte superior de la presa. Proyectada por un camino transitable y otras no.

-Estribos: laterales de la pared que están en contacto con el cierre sobre la cual se apoyan.

-La cimentación: es la parte inferior de la presa donde se puede transmitir la carga al suelo, incluyendo la carga generada por la presión hidrostática y la carga generada por el propio peso de la estructura.

-Compuertas: Son periféricos automáticos diseñados para regularizar el flujo de agua.

-Descarga de fondo: mantiene el caudal ecológico aguas abajo.

2.3.1.2. Clasificación de presas

Como plantea Bureau of Reclamation (2008) clasifica las presas de la siguiente manera:

A. Clasificación de acuerdo con su uso

- De embalse son fabricadas en periodos de abundancia como estacional y anual para almacenamiento de agua (ver figura 20). Se clasifican de acuerdo al uso que se vaya hacer como: represa para abastecer, producción de una central hidroeléctrica, de regadíos, etc.

Figura 20

Presa de embalse



Fuente: <https://www.wikipresas.org/tipos/presas-de-materiales-sueltos/>

- **De derivación** se fabrican para poder trasladar el agua en canales u otro tipo.

Esta presa es única para regadío, usos municipales o industriales, trasvases de agua, en la figura 21 se observa una presa con una tubería de derivación.

Figura 21

Presa de derivación



Fuente: <http://armandoeog.blogspot.com/2013/06/todos-somos-responsables-de-la.html>

- **De retención** se fabrican para disminución de efecto de avenidas y regulación de crecidas.

- **De relaves** son estructuras que se utilizan para retener sólidos sueltos y líquidos residuales, que son productos de la operación minera, y se almacenan en vasos para decantar. Suelen ser de menor tamaño que las presas de almacenamiento de agua.

B. Clasificación por sus Características Hidráulicas

- **Presas vertedero** pueden verter el agua almacenada por la corona. Deben estar hechos de materia que no erosione el flujo del agua cuando se vierte. Materiales utilizados: hormigón, acero, mampostería (ver figura 22).

Figura 22

Presa vertedero

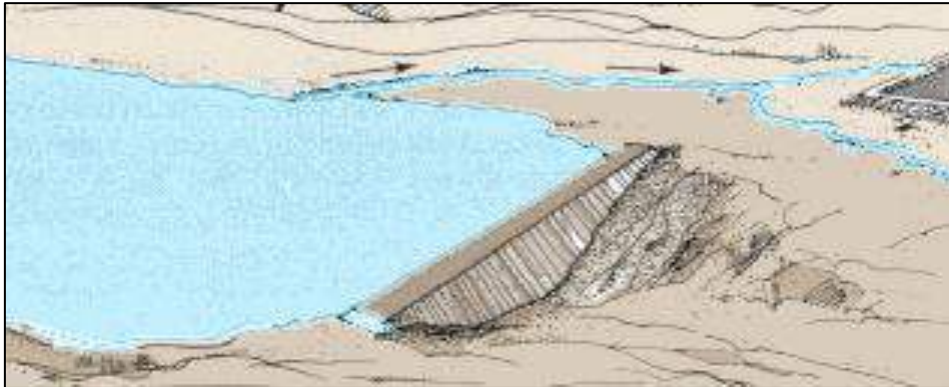


Fuente:https://es.wikipedia.org/wiki/Vertedero_hidraulico

- **Presas sin vertedero** son las que se construyen para que no se vierta por la corona (ver figura 23).

Figura 23

Presa sin vertedero



Fuente:<https://www.fao.org/fishery/docs>

C. Clasificación según los materiales

- **Presa de tierra** es la más común, ya que el material se utiliza en su estado natural y su proceso de construcción es mínimo. Sus requerimientos de fundación son menos rigurosos que otras. La mayor parte o todo el volumen de relleno consiste en material de suelo fino y estos materiales pueden contener grava como máximo. Estas presas tienen la ventaja de adaptarse fácil a la fundación del terreno natural (ver figura 24). Los materiales utilizados para el relleno deben cumplir las siguientes condiciones:

- Fuerte resistencia al corte.
- Suficiente impermeabilidad.
- No contiene sustancias solubles como sal y caliza.

- No presentar material orgánico
- Cuando el material está seco, no debe presentar grietas que promuevan fugas.

Figura 24

Presa de tierra



Fuente:<https://ingenieriacivil.tutorialesaldia.com/tipos-de-presas-y-criterios-de-seleccion/>

- **Presa de escollera** para asegurar la estabilidad se construyen con rocas de varios tamaños y posee una cortina de impermeabilización. La cortina puede ser de un manto de tierra en aguas arriba, losas de hormigón, láminas de hormigón asfáltico, etc.

Figura 25

Presa de escollera



Fuente:<https://www.wikipresas.org/tipos/presas-de-materiales-sueltos/>

- **Presa de gravedad de hormigón** son la mejor elección en zonas donde hay fundación en roca suficientemente buena. Cuenta con aliviadero y estas presas pueden ser una planta curva o recta.

2.3.2. Consideraciones Geológicas y Geotécnicas

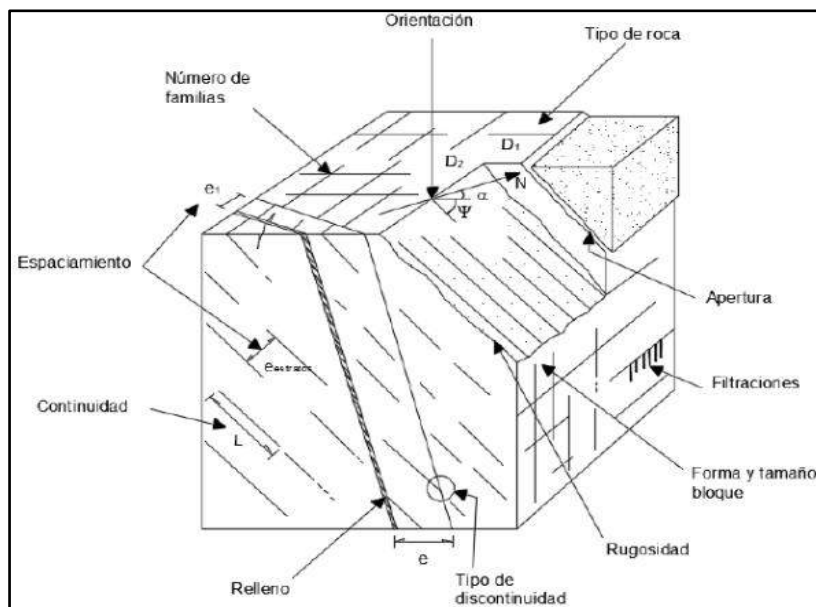
2.3.2.1. Investigaciones geológicas

Rico y Gutiérrez (2019) en su documento de inyección utilizado para el tratamiento de macizos rocosos en ingeniería geotécnica mencionó que la inyección se usa generalmente para reducir la filtración en el macizo rocoso, sellando o bloqueando discontinuidades y el paso de flujo de agua donde se apoya o construye obras civiles. Debido a esta situación, es necesario investigar la geología del sitio

saber su litología, propiedades de la roca y que comienza con un mapeo geológico regional y local, además de investigar estudios anteriores. En síntesis, las diversas características de los tipos de rocas, afectarán las condiciones de inyección por génesis, litología y estructura., por ende, los principales factores geológicos a considerar son: estructuras geológicas, especialmente discontinuidades, fallas, juntas, zonas de cizalla y zonas de rocas muy alteradas (ver figura 26). Estas características (rugosidad, apertura, relleno, etc.) definen el diseño, el proceso del programa de inyección y el diseño de mezcla.

Figura 26

Propiedades del macizo rocoso



Nota. Se muestra un diagrama ilustrativo de las propiedades del macizo rocoso.

Fuente: Adaptado de “Foundations on rock”, Wyllie, Duncan C. (2005).

Entonces para diseñar una cortina de inyección es fundamental conocer las características del macizo rocoso, por ende, se realizan sondajes de investigación con recuperación de testigos, estas muestras de roca nos permiten conocer sus características como: separación entre juntas abiertas, abertura de las fisuras, inclinación y buzamiento de las fisuras, solidez del macizo rocoso, presencia de roca ígnea intrusiva y metamórfica, presencia de roca ígnea volcánica y rocas kársticas.

2.3.2.2. Investigaciones geotécnicas:

Rico y Gutiérrez (2019) sostienen que para comprender el tratamiento de impermeabilización con inyecciones se debe realizar exploración directa e indirecta. En la primera etapa, se investiga y revisa la información secundaria a partir de los datos disponibles de mapas geológicos, fotografía aérea, fotointerpretación, sondajes, etc. Con las características mencionadas, se debe alistar un estudio geotécnico que incluya estudios geofísicos, geológico, perforaciones y pruebas de permeabilidad in situ, a fin de tener un modelo geológico y geotécnico adecuado de las características de la masa rocosa. También se requiere realizar el estudio hidrogeológico como saber filtraciones, condiciones de flujo y gradiente hidráulico.

2.3.3. Clasificación geomecánica

Se define al macizo rocoso como un medio discontinuo, muy complejo y un comportamiento geomecánico que es estudiado y clasificado en función de sus características para diversas aplicaciones.

2.3.3.1. Índice de la calidad de la roca R.Q.D.

Osinermin (2017), en su guía indica que el R.Q.D. es un sistema comúnmente utilizado para caracterizar la competencia de macizos rocosos. La calidad de la roca designa un nivel porcentual al macizo de roca, más competente 100%, menos competente 0%. Los valores de R.Q.D. se observa en la siguiente tabla:

Tabla 5

Interpretación de valores de R.Q.D. (Deere, 1963)

Descripción del índice de calidad de roca	Valor de RQD
Muy mala	0-25
Mala	25-50
Regular	50-75
Buena	75-90
Muy buena	90-100

Fuente: Osinermin (2017)

➤ **Clasificación de Deere**

Fue desarrollado por Deere (1963) mencionó que la calidad de la roca R.Q.D. se puede determinar de fragmentos de rocas mayores a 10,00 cm recuperados de testigos obtenidos de perforación con sistema diamantino y se basa en la siguiente ecuación:

$$\%RQD = \frac{\sum(\text{longitud de fragmentos} \geq 10 \text{ cm})}{\text{Longitud total de corrida perforada}} \times 100$$

2.3.3.2. Clasificación geomécanica de Bieniawski (RMR)

Este sistema resulta de la sumatoria de porcentajes de cinco factores, Bieniawski (1989) considera cinco factores para la clasificación:

- Resistencia de la roca inalterada (compresión uniaxial)
- R.Q.D.
- Los espacios entre diaclasas.
- Características de diaclasas (continuidad, abertura, rugosidad, relleno en fisuras, estado de las paredes).
- Condiciones del agua subterránea es decir la hidrogeología.

Estos parámetros se calculan y se obtiene el R.M.R., resultan valores numéricos de 0 a 100 en clases de I a V:

Tabla 6

Clasificación geomecánica RMR

Descripción	RMR	Clase
Roca muy buena	81-100	I
Roca buena	61-80	II
Roca regular	41-60	III
Roca mala	21-40	IV
Roca muy mala	<20	V

Fuente: Bieniawski (1976)

➤ **Parámetros de clasificación RMR (1989)**

Figura 27

Parámetros de clasificación Bieniawski (1989)

1	Resistencia de la roca inalterada	Indice de carga puntual	>8 Mpa	4 - 8 Mpa	2 - 4 Mpa	1 - 2 Mpa	Para estos rangos bajos es preferible utilizar las pruebas de UCS		
		Resistencia a la compresión uniaxial	>200 Mpa	100 - 200 Mpa	50 - 100 Mpa	25 - 50Mpa	10 - 25 Mpa	3 - 10 Mpa	1 - 3 Mpa
2	Valoración		15	12	7	4	2	1	0
	Calidad de testigo perforado (RQD)		90 - 100%	75 - 90%	50 - 75%	25 - 50%	< 25%		
3	Valoración		20	17	13	8	3		
	Espaciamiento de fracturas		>3 m	1 - 3 m	0.3 - 1 m	50 - 300 mm	< 50 mm		
4	Valoración		30	25	20	10	5		
	Condición de juntas		Superficie muy rugosas Sin continuidad Sin separación Paredes de roca dura	Superficies algo rugosas Separación < 1mm Paredes de roca dura	Superficies algo rugosas Separación < 1mm Paredes de roca	Superficies pulidas o relleno < 5 mm o juntas abiertas 1 - 5 mm	Relleno Blando > 5 mm o juntas abiertas > 5 mm Fisuras continuas		
5	Valoración		25	20	12	6	0		
	Agua Subterránea	Cantidad de Infiltración, por 10 m de longitud de tunel	Ninguna		< 25 lt/min	25 - 125 lt/min	> 125 lt/min		
		Ratio: presión del agua en las juntas / esfuerzo principal mayor	0		0.0 - 0.2	0.2 - 0.5	> 0.5		
		Condiciones generales	Totalmente seco		Solo húmedo	Ligera presión de agua	Serios Problemas de agua		
Valoración		10		7	4	0			

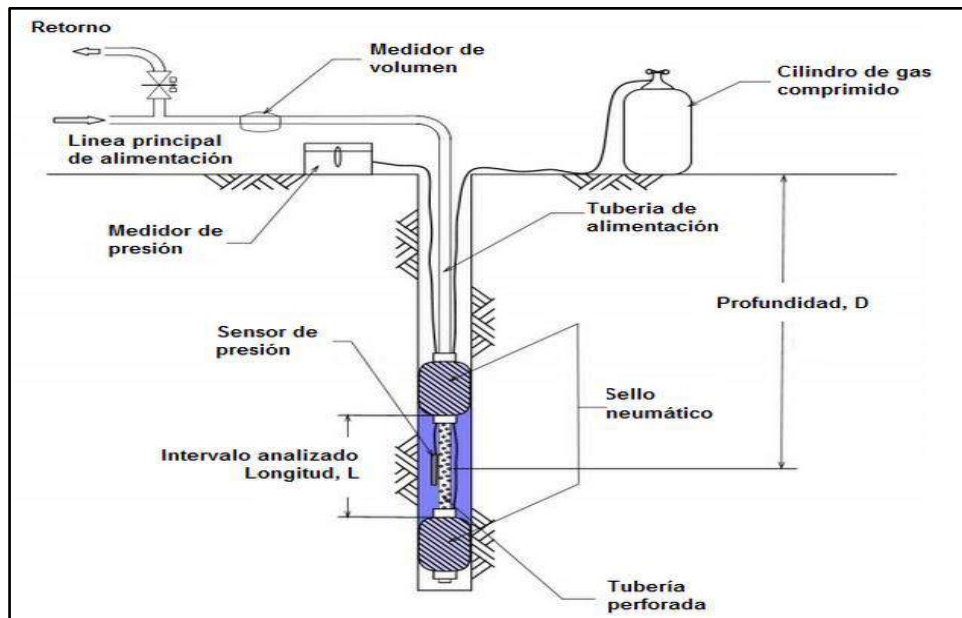
Nota. Se muestra los parámetros de clasificación Bieniawski (1989).

2.3.4. Ensayo Lugeon

Maurice Lugeon en 1933 realizó el ensayo de agua para determinar la permeabilidad del macizo rocoso y se mide en unidad Lugeon (UL). Para el diseño de la cortina y las actividades de inyección, es fundamental conocer la permeabilidad, la prueba Lugeon consiste en inyectar agua al pozo en 5 estadíos durante 10 minutos a diferentes presiones según la profundidad del tramo a ensayar (ver figura 28).

Figura 28

Ensayo Lugeon



Nota. Se muestra un esquema del ensayo Lugeon. Fuente: “Lugeon test interpretation, revisited”, Quiñones, Camilo. (2010).

Weaver y Bruce (2007) plantean que en las actividades de inyección para la estimación de la permeabilidad se divide en tres tipos: fase de exploración (fase de diseño); aquellas realizadas durante el tratamiento de inyección, antes de la inyección en el sitio; y pruebas realizadas como verificación después de la inyección del macizo. La unidad para medir la permeabilidad es en unidades Lugeon que se expresa:

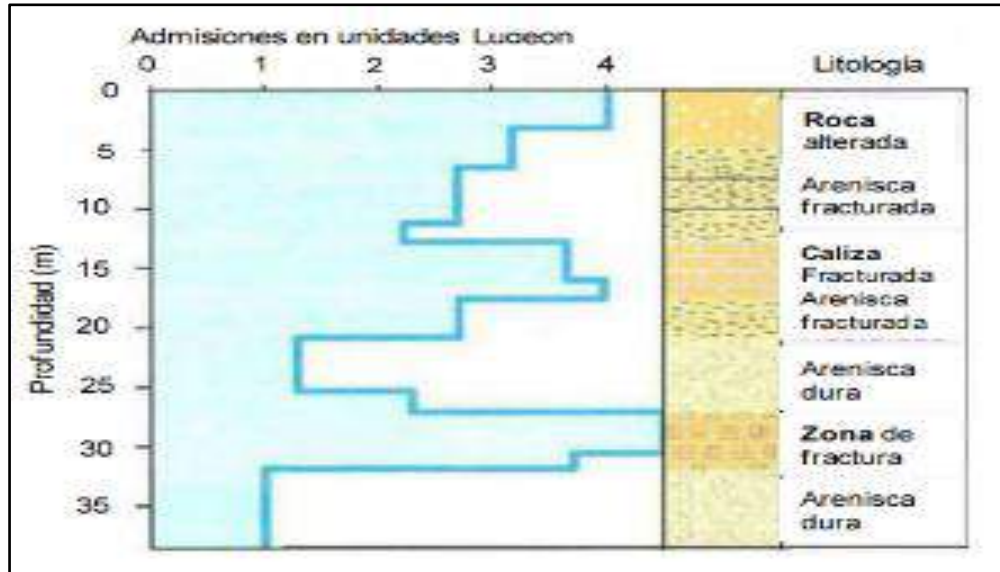
$$1 \text{ UL} = 1 \text{ litro/m/minuto a una presión de 10 bares}$$

$$1,3 \times 10^{-5} (\text{cm/s}) = 1 \text{ Lugeon}$$

En la figura 29 se muestra un ejemplo en base a la profundidad, y en la tabla 7 según la permeabilidad incluye la clasificación de los tipos de macizos rocosos.

Figura 29

Ensayo Lugeon en un sondeo



Nota. Se muestra un ejemplo de representación de Ensayo Lugeon en un sondeo.

Fuente: Gonzáles (2002).

Tabla 7

Clasificación de macizos rocosos en función de la permeabilidad

Tipo de macizo	Unidades Lugeon	Presión (Kg/cm ²)
Muy impermeable	0-1	10
Prácticamente impermeable	1-3	10
Permeable	>3	10
	1.5-6	5
Muy permeable	>3	10
	>6	5

Fuente: Olalla y Sopeña (1991)

Weaver and Bruce (2007) consideró que si el valor de permeabilidad es superior o igual a 10^{-3} cm/s bajo presión baja, no es necesario realizar la prueba a presión alta.

Littlejohn (1992) sugirió que para rocas blandas se debería usar un rango de presión de 2-4-6-4-2 bar, y un rango de presión de 10-20-40-20-10 bar para roca dura. El intervalo entre inyecciones es de 5-10 minutos y tramo entre 3-5m.

Houlsby (1976, 1990) señaló el uso de cinco etapas de presión:

Durante 10 minutos se aplica A-B-C-B-A. Para cada estadio analizó los resultados y muestra un modelo para cada ensayo. Señaló que se pueden dar cinco requisitos principales y se detallan los tipos de flujos en la figura 19:

-Laminar, un flujo suave en las fracturas finas indica Lugeon con valor similar para cada estadio de presión. Como valor final Lugeon indica utilizar cualquiera de los valores obtenidos de 5 o promediarlos.

-Turbulento, mientras aumenta la presión presenta valores simétricos decrecientes y señala a través de fracturas gruesas un flujo rápido.

-Dilatación, aquí la presión máxima pertenece al valor Lugeon más alto.

-Erosión, en el proceso de la prueba los valores lugeon aumentan.

-Relleno, incluso si baja la presión, el valor Lugeon aumentará.

Ewert (2003), utilizó información de proyectos de años anteriores y realizó un estudio de comparación, donde propone relacionar el valor U.L. y la probabilidad de inyectar la roca:

-El valor entre 1-5 UL significa roca que no se inyecta.

-Un valor entre 5-10 UL se inyecta según evaluación de la roca insitu.

-Un valor superior a 10 UL significa roca que se inyecta.

Houlsby (1990), señaló que las rocas con permeabilidad superior a 10 UL deben inyectarse.

Figura 30

Patrones de Pruebas Lugeon

HV CONSTRUCCIONES S.A.		PATRONES TIPOS DE RESULTADOS DE PRUEBAS LUGEON (HOULSBY 1976)				
TIPO DE FLUJO	ESTADIOS 10°c/u	PRESIONES DE PRUEBA MAX. RELATIVA (APROX.)	PATRONES LUGEON CALCULADOS PAR CADA 10" PATRON GENERALIZADO	CARACTERISTICAS DE LOS PATRONES E INTERPRETACION	VALOR A USAR COMO "K" DEL ENSAYO	CURVA DE INTERPRETACION
FLUJO LAMINAR	1° 2° 3° 4° 5°			LOS 5 VALORES LUGEON SON APROXIMADAMENTE IGUALES	SE USA EL PROMEDIO DE LOS 5 VALORES	
FLUJO TURBULENTO	1° 2° 3° 4° 5°			EL VALOR LUGEON MAS BAJO OCURRE EN LA PRESION MAXIMA	SE USA EL VALOR LUGEON PARA LA PRESION MAXIMA	
FLUJO DILATACION	1° 2° 3° 4° 5°			EL VALOR LUGEON MAS ALTO OCURRE EN LA PRESION MAXIMA	SE USA LOS VALORES LUGEON PARA LAS PRESIONES MINIMAS y/o MEDIAS	
FLUJO EROSION	1° 2° 3° 4° 5°			LOS VALORES LUGEON AUMENTAN EN EL PROCESO DE LA PRUEBA (POR CAMBIOS EN EL MEDIO ROCOSO)	SE USA EL VALOR LUGEON MAS ALTO	
FLUJO RELLENO	1° 2° 3° 4° 5°			LOS LUGEONES DECRETEN EN EL PROCESO DE LA PRUEBA. (LOS VACIOS SON GRADUALMENTE RELLENADOS)	SE USA EL VALOR LUGEON MAS BAJO	

1,0 U.L.=1,3x10⁻⁵cm./seg (C.A. HOULSBY, 1976)

Nota. se aprecia los patrones de pruebas Lugeon. Fuente: Modificado de HOULSBY (1976).

2.3.5. Consideraciones para el diseño de la cortina de inyección

Wilson y Dreese (1997) en su artículo Diseño de Cortina de Inyección para Presas menciona que las variables que el diseñador necesita establecer después de obtener la información geológica del sitio, son la ubicación de la cortina, profundidad de la cortina, el ancho y la permeabilidad de la zona inyectada, la orientación y la selección de métodos de inyección en tramos ascendentes o descendentes y el espaciamiento inicial de las perforaciones.

Ubicación de la Cortina

La ubicación final de la cortina de inyección será establecida por el diseñador de acuerdo con el tipo y la configuración de la presa, la distribución de presión en la base de la presa, si aplica, las distribuciones de presión dentro de los terraplenes, los factores de programa y de secuencia de la construcción total, y la consideración del acceso para reparaciones futuras.

Profundidad de la Cortina

La profundidad de la cortina de inyección está en su mayor parte controlada por la geología del sitio. Como se describió anteriormente, si hay una zona de la fundación con una permeabilidad menor a 1×10^{-5} cm/s (1 UL), casi siempre la misma será adecuada para el límite de la cortina de inyección y, en cualquier caso,

roca con ese tipo de permeabilidad es virtualmente imposible de inyectar utilizando métodos normales. Dependiendo del proyecto específico, puede ser bastante aceptable finalizar la cortina en una zona de roca con permeabilidad de 1×10^{-4} cm/s (8 UL).

Ancho de la Zona Inyectada

El ancho mínimo requerido de la cortina de inyección es determinado por medio del análisis de infiltración de la presa y su fundación. El ancho de la cortina de inyección es controlado por el número de líneas de inyección que son empleadas. Aumentar el ancho reducirá los valores de filtración y los gradientes de presión. Si éste se aumenta al agregar más líneas también aumentará el nivel de certeza de que se evitarán los vacíos o las ventanas, que se logrará la permeabilidad de diseño para la cortina y que aumentará la durabilidad. Sin embargo, el agregar líneas genera tiempo y costos sustanciales para la construcción.

La lechada no penetra uniformemente en las fracturas de la roca. La distancia de penetración es controlada por el tamaño de la fractura, la fórmula de la lechada, las presiones de inyección y las técnicas de inyección en el campo. La lechada recorrerá largas distancias en fracturas anchas y muy cortas distancias en las angostas. Si las líneas de la cortina están muy separadas, el efecto de las líneas múltiples puede ser prácticamente nulo.

Con base en resultados típicos de cierre para cortinas de inyección simples, se puede asumir que el ancho efectivo de inyección para cada línea de la cortina está en el orden de 5 a 10 pies (1,50 a 3,00 m). Se pueden utilizar cinco pies con seguridad excepto en circunstancias inusuales. Una prueba de campo puede ser necesaria si es razonable emplear 10 pies.

Permeabilidad de la Zona Inyectada

El diseñador debe determinar en forma realista la permeabilidad que se puede lograr en el área inyectada y aplicar esos valores en su análisis. Los factores que afectan los valores reales han sido discutidos anteriormente. Al comparar las cortinas de inyección de múltiples líneas con las cortinas de una línea, puede resultar apropiado asignar diferentes permeabilidades a las áreas inyectadas, particularmente si la cortina de líneas múltiples es construida en una secuencia en la cual la línea media es inyectada de último. En dicho caso, es razonable esperar que la inyección sea más minuciosa y que la permeabilidad del área inyectada sea menor que para una cortina de una línea. Generalmente, al considerar todos los factores, el diseñador usualmente asumirá una permeabilidad del área inyectada entre 1×10^{-5} cm/s (1UL) y 1×10^{-4} cm/s (8UL).

Orientación de las Perforaciones

La ubicación de los barrenos para inyección se determinará según la geología del sitio. Los estudios geológicos del área deben ser suficientes para identificar

claramente los sistemas primarios de fractura y las perforaciones deberán ser orientadas para interceptar el mayor número de fracturas. Cuando se utilizan cortinas de líneas múltiples, las orientaciones de las perforaciones son a veces alteradas para tratar los sistemas de fractura secundarios más efectivamente.

Separación Inicial de las Perforaciones

La mayoría de construcciones de cortinas de inyección para presas se lleva a cabo utilizando la técnica de cierre progresivo, en la cual se realizan las perforaciones de inyección adicionales y se inyectan entre las perforaciones que han sido previamente realizadas e inyectadas, hasta que la prueba de agua a presión y las aceptaciones de lechada muestren que se logró el cierre a lo largo de la línea de la cortina. Las primeras series de barrenos a perforar e inyectar, llamados perforaciones primarias, deben estar suficientemente separadas de manera que sus interconexiones no sean inyectadas. Generalmente, un espaciamiento de perforaciones primarias de 20 a 80 pies (6,00 a 24,00 m) resulta conveniente. Una separación de 40 pies (12,00 m) funciona adecuadamente en la mayoría de situaciones. Las siguientes series de perforaciones, llamadas secundarias, terciarias y cuaternarias serán llevadas a cabo mediante la técnica de cierre progresivo, hasta que se demuestre que se ha logrado el cierre en la línea de la cortina. Normalmente, el espacio final de la perforación a lo largo de la cortina será en intervalos de 5 a 10 pies (1,50 a 3,00 m).

Presión de Inyección

El diseñador debe tener criterio ingenieril y experiencia en tratamientos de impermeabilización, para escoger la presión de inyección, dicha presión está relacionada a la resistencia de la roca, y es un factor importante que influye en la absorción de lechada, por lo tanto se toma en cuenta dos consideraciones: primero, cuando se utiliza presión muy alta, donde la mezcla de lechada penetra fracturas y a la vez viaja indebidamente generando hidrofracturamiento, lavado del relleno en fracturas, levantamiento en la cimentación, indicando costos elevados; segundo cuando se utiliza presión muy baja, la mezcla de lechada no llega a sellar y llenar del todo las fracturas, por ende la cortina de inyección no reduciría la permeabilidad y las filtraciones, ocasionando un costo adicional elevado para corregir la situación.

Método de Inyección

Rico y Gutiérrez (2019) en su documento “Para obras geotécnicas Método de inyección para tratamiento del macizo rocoso”, describió que los pozos pueden inyectarse según el método de progresiones descendente o ascendente.

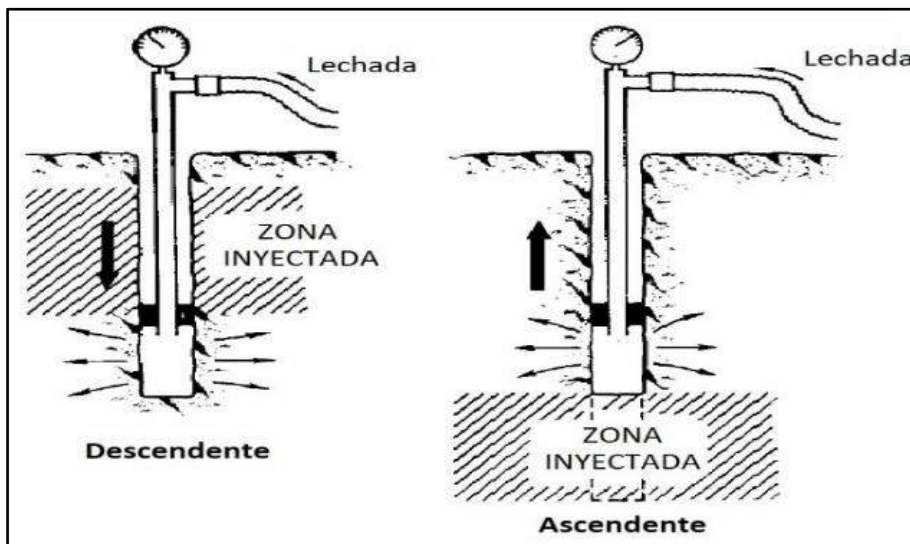
Cuando el terreno donde se perfora el pozo está muy fisurado y las paredes del pozo son inestables, se aplica el método de inyección descendente. Se realiza de arriba a abajo, se perfora e inyecta una etapa de inyección a la vez. Luego de perforada e inyectada la primera etapa, la mezcla inyectada se le deja fraguar lo suficientemente en la masa rocosa, para seguir perforando a una etapa inferior, en

la etapa inyectada se vuelve a reperfurar y así progresivamente hasta llegar a la profundidad de diseño (ver figura 31).

El método de inyección ascendente implica perforar la masa rocosa hasta la profundidad máxima (diseño) y luego enjuagar el pozo hasta que no salgan partículas de cemento. Posteriormente, el packer se coloca en el tramo y se inyecta hasta alcanzar la presión de rechazo. Después continúa al siguiente tramo superior y así progresivamente hasta la superficie (ver figura 31).

Figura 31

Inyección de una perforación por tramos



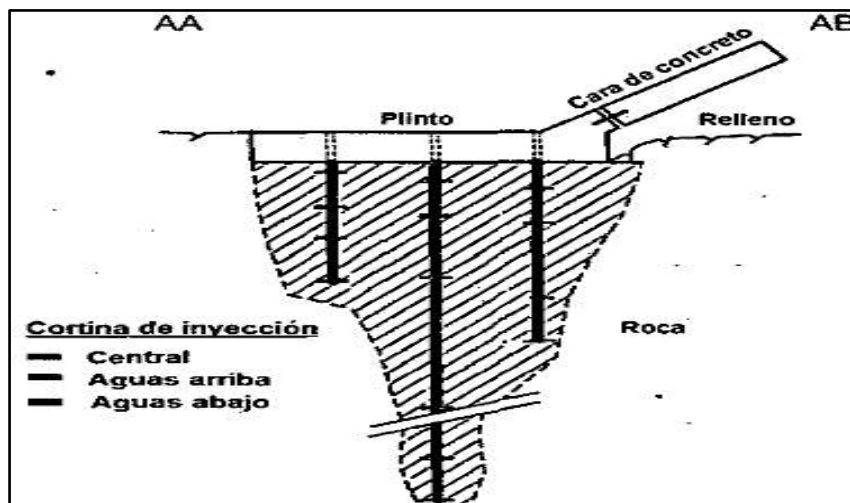
Nota. Se muestra la inyección de una perforación por tramos. Fuente: Cambefort (1968)

2.3.6. Cortinas de Inyección

Las cortinas de inyección son estructuras que forman un único tratamiento para mejorar las condiciones del macizo rocoso y rellenar las discontinuidades, según Houslby recomienda que los espacios entre filas deben ser entre 1,00 a 1,50 m o más cerca, de igual forma tener cuidado en los espacios de las filas para evitar aglomeración de las perforaciones, en este sentido es esencial la planificación cuidadosa de los trabajos para minimizar los retrasos. Se sugiere cerrar e inyectar primero las filas exteriores y culminar con la fila interior de la cortina, esto permite una inyección adecuada en la cimentación sellando las discontinuidades.

Figura 32

Perfil esquemático de una cortina de inyección



Nota. Perfil esquemático AA (aguas arriba) – AB (aguas abajo) donde se muestra el modelo de la cortina de inyección. Fuente: Lombardi 2003.

2.3.7. Equipos

Para un tratamiento óptimo de la cortina y ejecución de los procedimientos de perforación e inyección se deben seleccionar los equipos apropiados según el macizo rocoso a tratar.

Equipos de perforación

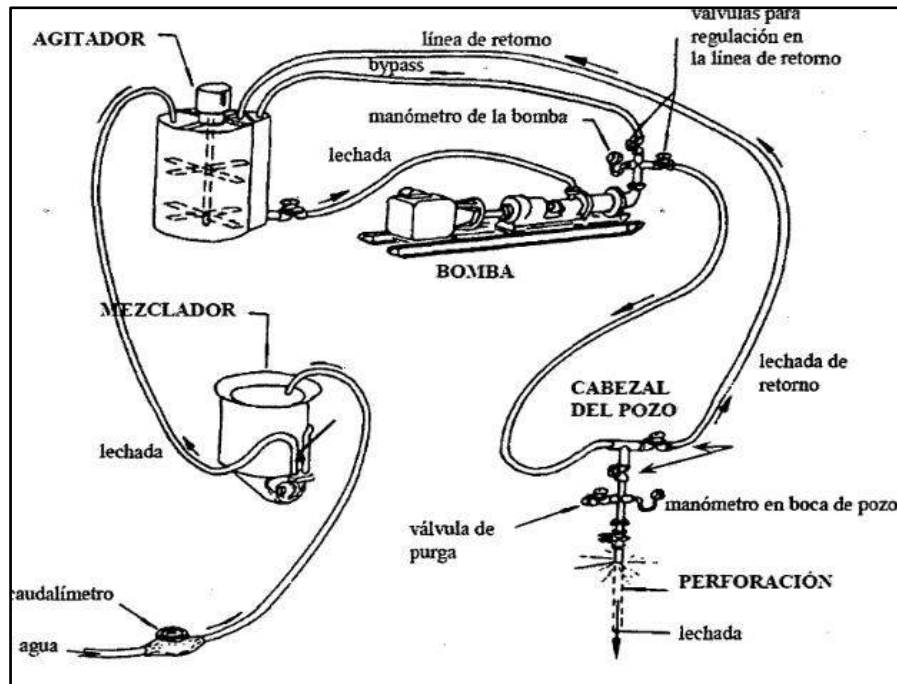
Para los tratamientos de impermeabilización los equipos de perforación se escogerán según el diámetro, profundidad, inclinación, número y ubicación de las perforaciones y condiciones del macizo rocoso, por lo tanto, los trabajos de perforación se realizan mediante el método de perforación a rotación con recuperación de testigos y la perforación a rotopercusión, esta última es más rápida y económica que la perforación a rotación, siempre y cuando no se tenga altas desviaciones en la perforación.

Equipos de inyección

Estos equipos de inyección básicos se utilizan para mezclar y movilizar la mezcla de inyección en el sitio donde se realizará el tratamiento, por medio de mezcladoras, agitadores, bombas y plantas de inyección. En el sitio de inyección se utilizan cabezales de inyección, manómetros, empaques y sistemas de control de inyección para controlar que el procedimiento de inyección se realice adecuadamente.

Figura 33

Equipos de inyección



Nota. Equipos de inyección utilizados en el proceso de inyección.

2.3.8. Materiales para inyección

Para los tratamientos de impermeabilización los materiales utilizados se clasifican según sus propiedades reológicas, definen la garantía de un tratamiento exitoso, estas propiedades son importantes porque las mezclas utilizadas son fluidos no newtonianos que requieren esfuerzos de desplazamiento mayores a los fluidos newtonianos. A continuación, los siguientes materiales que conforman la mezcla de lechada:

- Agua: usualmente se utiliza agua potable que deberá estar libre de impurezas y sólidos en suspensión, se sugiere la temperatura del agua no sea menor a 4°C ni mayor a 24°C y con un PH de 7 de ± 1 , el agua cumple la norma NTP 400.042-2001.
- Cemento: según la norma ASTM C-451 el tipo de cemento a usar depende del tamaño de las fisuras a tratar, los mas usados son el cemento Portland y cemento ultra fino.
- Bentonita: debe cumplir ciertas condiciones como límite líquido mayor que 250 (ASTM D4318), índice de plasticidad mayor que 200 (ASTM D4318).
- Aditivos: se utiliza un aditivo, ya sea plastificador, incorporador de aire, acelerador de fraguado del cemento u otro tipo cualquiera, para reducir el agua de exudación, reducir su viscosidad y mejorar su penetrabilidad.

2.3.9. Diseño de lechada de cemento

José (1980) argumenta que las lechadas son una mezcla de material cementante y agua, con o sin agregados. Se inyectan en diferentes medios para consolidar o impermeabilizar cuerpos porosos y permeables. Además, a menudo se utilizan como rellenos entre perforaciones y anclajes, entre la placa base de la estructura y la cimentación. Otras aplicaciones típicas son en inyección de cables tensados y en

estructuras de concreto post-tensado. Con el fin de cambiar las propiedades de lechada en aplicaciones más específicas, a menudo, se utilizan varios aditivos incorporadores de aire, aceleradores, retardadores y agentes anti contracción que mejoran la trabajabilidad.

La lechada debe cumplir con los siguientes requisitos:

1. Buena fluidez fácil colocación y asegura un llenado completo.
2. No se retrae debajo de placas o en la perforación.
3. Controla el sangrado y la expansión, para asegurar la adhesión y transferencia de la carga.
4. Alta resistencia mecánica.
5. Resistencia térmica.
6. Sustancias resistentes a la corrosión
7. Fácil de aplicar.

2.3.10. Ensayos realizados a las lechadas

En las pruebas de mezclas de lechada de cemento, se puede mencionar lo siguiente:

➤ **Sedimentación**

Según la norma ASTM WK28156 se realiza la prueba con una probeta de 1000ml. Se dice lechada estable donde se muestra en dos horas una sedimentación menor del 5% de agua clara, en la zona superior de una probeta graduada.

➤ **Fluidez**

La norma ASTM C939 expresa que el ensayo se realiza con una jarra y cono Marsh, que consiste en un recipiente tronco-cónico invertido con un diámetro superior de 152,4 mm y una altura de 304,8 mm. Una malla tapa la mitad de la parte superior.

➤ **Densidad**

A partir de la norma ASTM D4380 menciona que se utiliza la balanza de lodos para hallar la densidad de la mezcla, que consta de un brazo apoyado a un pivote, posee una copa con tapa, un cursor móvil y un contrapeso. Revisar que el instrumento en su totalidad esté libre de sucio para resultados precisos.

➤ **Resistencia a la compresión de probetas cúbicas**

La norma ASTM C109 indica de la cantidad de agua que posea la mezcla va depender la resistencia, es decir, la relación agua/cemento, así como del tipo de aditivos que influirán en resistencia de la lechada. La resistencia se medirá en cubos

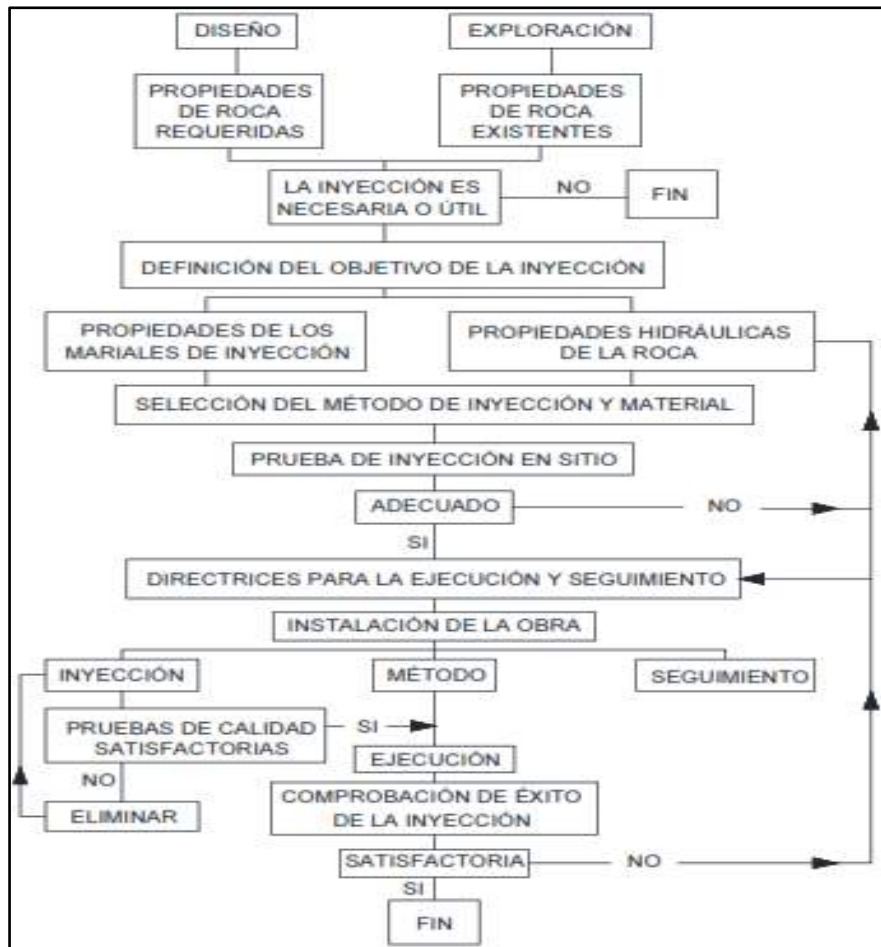
con una longitud de lado de 50,00 mm a los 3, 7 y 28 días. Según la norma, las muestras se curaran hasta el momento del ensayo.

2.3.11. Procedimiento de impermeabilización

Hernandez (2013), destaca que, a la hora de realizar un procedimiento de inyección en roca, se debe entender la finalidad de un programa de inyección, las características de la masa rocosa a inyectar, las características del material utilizado para inyectar la mezcla y el equipo de perforación e inyección a utilizar. Es importante considerar las características geotécnicas y el estudio hidrogeológico del sitio y si las rocas son aptas para el tratamiento por inyección. Además, es fundamental saber las presiones de inyección, el espaciamiento y la longitud de los taladros, por esta razón, siempre se solicita pruebas para el programa de inyección para su análisis y óptimo diseño de la cortina, la figura 34 muestra las pautas de diseño y ejecución. La inyección de roca implica rellenar las discontinuidades y debido a esto se usa una solución hecha de cemento, también se usa una solución química o una inyección de resina. Básicamente, la inyección en roca consigue reducir satisfactoriamente la permeabilidad. La mayor parte de la inyección de roca está relacionada con túneles y presas.

Figura 34

Diagrama de flujo para el diseño y ejecución de los trabajos de inyección



Nota. Diagrama de flujo para el diseño y ejecución de los trabajos de inyección.

Fuente: R. Widmann (1994).

Arteaga (1985), expone las cortinas o pantallas de impermeabilización, están conformadas por las inyecciones de una sucesión de perforaciones, colocadas en una línea o en forma paralela varias líneas, bajo el corazón impermeable, alcanzan

profundidades que dependen principalmente de las características geológicas de la zona de estudio y la carga de la presa. Por lo general, se acepta que la profundidad de la pantalla sea del orden de la mitad de la carga hidráulica, a menos que existan otras causas como zonas fuertemente fracturadas en algún empotramiento o presencia de contactos permeables a gran profundidad se aconseja desviarse de esta regla.

En pocas palabras Arteaga (1985) dijo que la profundidad, la dirección y espaciado de cada taladro, dependerá de la roca mostrada en la excavación de la cimentación, producto de las pruebas de agua. Se mostrará número de orden a ejecutarse de los taladros, las cantidades de agua y cemento usada en la lechada, presión a utilizar en la inyección.

Dal et al. (2005), dijo el número de filas que se usan típicamente serán tres. Las filas deben de taladrarse e inyectarse en el orden siguiente primero aguas abajo, segundo aguas arriba y la tercera de cierre. No se iniciará el taladro e inyección de la segunda y tercera fila en los estribos hasta que se hayan completado todas las inyecciones en los metros de la fila precedente. Entre las secciones y, las operaciones de taladrado e inyección de las filas precedentes se harán al menos a metros de distancia.

Deben de taladrarse e inyectarse barrenos intermedios a lo largo de la longitud total de la fila de la inyección, con el espaciado final que sea necesario para cerrar

la pantalla. Donde sea posible, cada taladro para inyectar, debe de ser taladrado en toda su longitud e inyectado en etapas desde el fondo a la superficie.

2.3.11.1. Perforación de pozos para inyección

Marsal (1979) plantea que se deben perforar pozos en los puntos designados según las instrucciones. La ubicación, dirección y secuencia de perforación, así como la profundidad de cada taladro son valores aproximados y serán revisados durante la perforación, prueba e inyección. Sin embargo, se espera que las perforaciones no excedan de metros. Los pozos deben perforarse con una barrena de rotación. Está prohibido utilizar grasa o lubricante en la barrena u orificio, excepto en la parte de la barrena utilizada para colocar el tubo de inyección. Los equipos de taladrado y las técnicas usadas, deben de ser las que minimicen las causas que producen agujeros en la barrena o se haga excesivamente grande.

2.3.11.2. Inyección

El seguimiento del proceso de inyección consiste en lo siguiente:

- ✓ Verificación del buen lavado de los taladros a inyectar, de lo contrario se tendrá un falso rechazo de inyección.

- ✓ Control riguroso de la calidad de los materiales para la inyección, cemento, agua y aditivo. El cemento, se controlará estrictamente revisando la fecha de vencimiento, su almacenamiento y la protección al

medio ambiente.

- ✓ El agua usada para la inyección debe ser la misma utilizada en el diseño de mezcla. De manera visual, el agua será transparente sin presencia de turbidez, así también se debe controlar la calidad de pH.
- ✓ Se debe calibrar el registro y la computadora de la central de inyecciones, verificando el caudal y la presión. Este proceso se debe realizar cada vez que se mueva de su lugar (inyecciones en desnivel).
- ✓ Se controla que los parámetros físicos de cada mezcla estén dentro del rango permitido de cada tipo de mezcla inyectada. Los ensayos realizados son: sedimentación, fluidez, densidad y cohesión. Estos ensayos se deben realizar periódicamente.

Durante el proceso de la inyección se debe llevar un minucioso control de calidad, observando el comportamiento durante la inyección de la lechada. Se debe monitorear la inyección en tiempo real mediante una computadora y la inyección de la lechada de cemento en los tramos se recomienda realizar como mínimo 10 minutos. Se debe realizar los ensayos de calidad en cada cambio de dosificación de la lechada para verificar el cumplimiento de los parámetros. De igual manera, se debe controlar el diseño de mezcla (resistencia alcanzada), con muestreos de probetas. La integridad y la calidad de un programa de inyección comienzan con una planificación adecuada antes de la inyección y un conocimiento claro del








procedimiento de inyección. Si la inyección no es adecuadamente planificada, y hay poco o ninguna supervisión de la inyección, es muy probable que la cortina no sea de buena calidad, ya que probablemente no cumpla con las especificaciones técnicas de inyección y los requerimientos de diseño.

2.3.12. Criterio de cierre o culminación de los trabajos de inyección

El criterio de cierre se ejecuta al finalizar los procedimientos de inyección y es elemental saber si fue óptima la inyección de lechada. Se tiene dos criterios:

- Criterio de permeabilidad: de acuerdo con Holsby (1977) sugiere realizar el criterio de cierre con el ensayo Lugeon:
 - Si el ensayo Lugeon resulta menor a 1UL, para presas mayores a 30,00 m de altura, no requiere inyección.
 - Si el ensayo Lugeon resulta menor a 3UL, para presas menores a 30,00 m de altura, no requiere inyección.
- Criterio de toma (absorción de lechada): Como señala Deere (1982) el criterio de toma es fundamentado en los registros de las absorciones de lechada, mejor dicho, la cantidad de lechada absorbida en la roca por metro de perforación de inyección (kg/m).

Tabla 8*Clasificación de tomas de lechada*

TOMA DE LECHADA (kg/m)		
Color	Rango	Clasificación
	0 - 12,50	Muy baja
	12,50 – 25,00	Baja
	25,00 – 50,00	Moderadamente baja
	50,00 – 100,00	Moderada
	100,00 – 200,00	Moderadamente alta
	200,00 – 400,00	Alta
	>400,00	Muy alta

Nota. Se muestra los rangos de valores de absorciones de lechada en kg por metro. Fuente: Deere (1982)

Para terminar Deere recomienda esto: si la absorción de lechada es mayor que los límites permisibles en taladros secundarios, será necesario taladros terciarios, y si la absorción de lechada es mayor que los límites permisibles en taladros terciarios, se exigirá taladros cuaternarios y así sucesivamente.

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA

3.1. CARACTERÍSTICAS DEL DISEÑO DE INVESTIGACIÓN:

- Tipo: El tipo de indagación del presente proyecto es APLICADA.
- Método: será INVESTIGACIÓN CUANTITATIVA.
- Diseño: El diseño del presente proyecto será EXPERIMENTAL.

3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA

Población está establecida por el macizo rocoso del área de la relavera Cortadera.

La muestra será en el eje de la cortina de inyección bajo la presa de relaves.

3.3. PROCEDIMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN:

3.3.1. Etapa preliminar

Se realiza la recopilación y análisis de los siguientes antecedentes:

- Informe geológico geotécnico N°MQ10-03-RE-4210-CE8301: Área diques depósito de relaves Cortadera.
- Especificaciones técnicas de inyecciones N°MQ11-03-TE-4220-CE0301.

- Memoria explicativa de la geología del cuadrángulo de Moquegua, hoja 35-u, INGEMMET.
- Neotectónica, evolución del relieve y peligro sísmico en la región Moquegua, Boletín Serie C, INGEMMET.

Se realizó investigación teórica: permeabilidad de la roca, características geomecánicas, métodos y técnicas de inyección, criterios de diseño de la cortina de inyección, equipos de perforación e inyección y todos los aspectos relacionados con las actividades de inyección.

3.3.2. Etapa de campo

3.3.2.1. Fase exploratoria

- Levantamiento geológico local en el eje de la cortina de inyección, reconociendo las principales unidades litológicas y afloramientos en la zona.
- Perforación de 6 sondajes de exploración.
- Logueo de las muestras recuperadas en las perforaciones con sistema diamantino.
- Ejecución de ensayo de permeabilidad Lugeon.

3.3.2.2. Fase de ejecución de la cortina de inyección

- Levantamiento topográfico en el eje de la cortina de inyección, ubicación de sondajes para perforación e inyección.
- Diseño de mezclas.
- Perforación de sondajes de orden primarios, secundarios, terciarios y cuaternarios.
- Ejecución de ensayo de permeabilidad Lugeon.
- Logueo de las muestras recuperadas.
- Ejecución del programa de inyecciones de lechada, según las presiones de inyección.
- Control de lechadas de inyección.

3.3.2.3. Fase de comprobación de la efectividad de la cortina de inyección

- Levantamiento topográfico para la ubicación de 2 sondajes de comprobación.
- Perforación de 2 sondajes de comprobación.
- Ejecución de ensayo de permeabilidad Lugeon.
- Logueo de las muestras recuperadas.

3.3.3. Etapa de gabinete

- Análisis y discusión de los criterios de diseño de la cortina de inyección
- Análisis de los valores de permeabilidad y la calidad de la roca.
- Elaboración de corte geológico – geotécnico.
- Presentación de cuadros resúmenes de sondajes de exploración, ensayo Lugeon y RQD.
- Discusión de resultados de la ejecución de la cortina de inyección, a través de gráficos estadísticos.

3.4. EQUIPOS, INSUMOS, MATERIALES Y HERRAMIENTAS

Los equipos son los siguientes:

- Mezcladora de alta turbulencia
- Agitador de Retención de Lechada
- Bomba de Inyección tipo Moyno
- Bomba de Agua Bean Royal
- Grupo Electrónico de 100 Kw
- Pre calentadores de agua
- Enrollador de mangueras Joshep

- Obturadores inflamables
- Obturadores Mecánicos
- Radios transmisores manuales

Equipos de laboratorio para control de calidad de mezclas:

- Cono de Marsh
- Cronómetro
- Probetas graduadas de 1000 ml
- Baldes de plástico de 20 litros con tapas y graduadas
- Probetas 2x2 pulgadas – moldes cilíndricos
- Termómetro digital
- Medidor de Ph

Equipos de medición son los siguientes:

- Registrador Spice asistido por computadora
- Manómetros calibrados
- Caudalímetros calibrados

- Sonda piezométrica
- Cuadro de válvulas reguladoras

Insumos para inyección son los siguientes:

- Agua
- Cemento
- Bentonita
- Aditivos (Previa autorización del Cliente y QA)
- Botella de nitrógeno

Los materiales son los siguientes:

- Estanque de 30 m³ para almacenar agua
- Mangueras de alta presión de Ø 1”.
- Manguera para obturar de Ø ¼”
- Válvulas, niples, codos, tees,

3.5. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE IMPERMEABILIZACIÓN

3.5.1. Fase exploratoria

3.5.1.1. Sondajes de exploración

La perforación se ha efectuado con el método rotativo con sistema wireline con extracción de testigos de diámetro HQ. Se utilizó el equipo de perforación SOILMEC SM14. Los testigos se obtuvieron a intervalos que no excedan los 1,50m.

Antes de iniciar la perforación, al tubo interior se instala 2 linternas de acero de la línea de perforación a utilizar HQ3, se introduce dentro de la línea de perforación y se inicia con la perforación. Culminado la perforación del tramo requerido, con el pescador se inicia la extracción del tubo interior con la muestra. El tubo interior es colocado sobre un caballete, se retira el pescador, y se procede a conectar el extractor de muestra HQ3 al tubo interior, para la expulsión de la muestra con presión de agua.

Después de extraer el tubo portatestigo del pozo, se saca cuidadosamente el testigo de su interior, colocándolo en una canaleta prevista. Luego se procede a su inspección visual, limpieza, ordenado de las estructuras y a medir de forma precisa la recuperación obtenida.

El testigo debe ser colocado en cajas porta testigos. Las cajas son guardadas en una zona segura, cerca de la plataforma de perforación, hasta que sean logueadas en campo por el supervisor a cargo. Una vez culminado el logueo en campo, en coordinación con la supervisión, las cajas son trasladadas a una zona de almacén, para su respectiva toma fotográfica. A continuación, se detalla los 6 sondajes de exploración:

Tabla 9

Sondajes de perforación exploratorio

Sondaje	Profundidad (m)	Inclinación
S-COR-02	41,00	90°
S-COR-08-09	75,00	44°
S-COR-08-05A	63,30	90°
S-COR-01	20,00	90°
S-COR-08-10A	60,00	42°
S-COR-03	37,00	90°

Nota. Se muestra los sondajes de exploración, según profundidad e inclinación

Los tramos de todos los taladros, de perforación de testigos exploratorios, fueron sometidos a ensayos de presión de agua (ver anexo N°04).

3.5.1.2. Registro de logueos de sondajes

Los testigos de roca obtenidas de la perforación, fueron extraídas con presión de agua, de forma que no provoque roturas mecánicas, estas muestras fueron colocadas

en las cajas porta testigo, donde es codificada a través de un taco, cada corrida de muestra recuperada fue colocada en forma progresiva de izquierda a derecha, identificando su longitud en metros. A continuación, se detalla el número de cajas empleada por cada sondaje ejecutado:

Tabla 10

Número de cajas de testigos de perforación

Sondaje	N° de cajas
S-COR-02	10
S-COR-08-09	21
S-COR-08-05A	17
S-COR-01	5
S-COR-08-10A	16
S-COR-03	9

Nota. Se aprecia la cantidad de cajas por cada sondaje de perforación exploratorio

Una vez ordenadas las cajas de testigos, se procedió a realizar el logueo geotécnico de los testigos donde se considera: resistencia, meteorización, RQD, RMR, FF/m (frecuencia de fracturas), como se puede apreciar en el anexo 4. Se utiliza la clasificación geomecánica de Bieniaswski 1989 donde se utilizaron las tablas de I.S.M.R.

Figura 35

Registro de logueo de sondajes



Nota. Se aprecia el logueo geotécnico de los testigos de perforación del sondaje SCOR-08-09.

Las cajas fueron correctamente identificadas, los tramos de perforación correctamente indicados. Las cajas fueron fotografiadas en alta resolución, claramente identificadas, con una escala métrica y otra de color, antes que sean transportados al lugar de almacenamiento.

Figura 36

Extracción de muestra de perforación



Nota. Se aprecia roca volcánica andesita, muestra extraída del sondaje SCOR-08-05A.

3.5.1.3. Ensayo Lugeon

Las pruebas de agua tipo Lugeon se realiza habitualmente en los estudios de obras hidráulicas que involucran a macizos de roca. Su aplicación requiere el conocimiento de las presiones que intervienen en la prueba y la resistencia del macizo rocoso.

Para esta campaña de exploración se explica el procedimiento de ensayo Lugeon y las presiones utilizadas fueron proporcionadas por la supervisión del proyecto.

El ensayo se realizó inyectando agua a un tramo corto del taladro de perforación, confinando con obturadores de packer simple. Durante el ensayo se registra el caudal que ingresa a las fracturas de la roca en el tramo obturado a una presión predeterminada y constante. En este sentido, el agua es impulsada con una bomba desde una fuente y conducida al tramo de ensayo mediante una tubería con su frente de descarga en el interior del bulbo de ensayo. Durante el ensayo se procura mantener estables el gasto de agua y la presión. El caudal se determina mediante lecturas en un caudalímetro a intervalos de tiempo regularmente cada minuto, usualmente 10 lecturas y en diferentes estadios, en ciclos ascendentes y descendentes, mencionar que los niveles dependen de la admisión de agua de la roca.

Las absorciones registradas en cada uno de los niveles de presión que intervienen es representada en gráficas de barras. Donde a través de esas gráficas se interpreta la respuesta de las discontinuidades al flujo de agua y el comportamiento de los rellenos.

➤ Las presiones en el ensayo y la presión efectiva

$$P_{efectiva} = P_{manométrica} + \frac{(H + H_m)}{10} - P_{carga}$$

$P_{efectiva}$: Presión que actúa en el tramo de ensayo, en bares. Se define como la suma algebraica de la presión manométrica, la altura y las pérdidas de carga.

$P_{manométrica}$: Presión que se mide con un manómetro instalado delante del caudalímetro, se mide en bares.

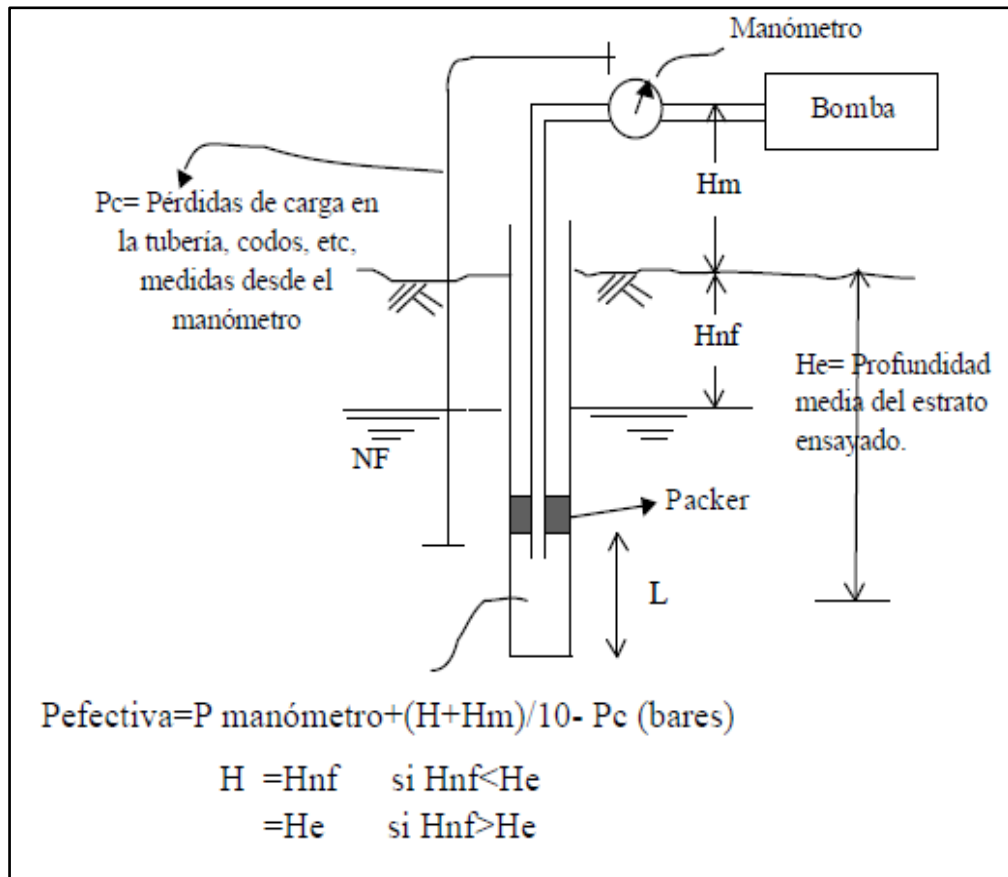
H : Corresponde al nivel freático (H_{nf}) o a la profundidad media del tramo ensayado (H_e). Entonces $H=H_{nf}$ si $H_{nf}<H_e$ o $H=H_e$ si $H_{nf}>H_e$.

H_m : Altura del manómetro, en metros.

P_{carga} : Pérdida de carga se origina en la disminución de la velocidad del agua por las rugosidades en la pared interna de la línea de conducción, y en la contracción del flujo en los cambios de dirección y en las reducciones de diámetro en la línea de conducción. No obstante que la pérdida de carga incide significativamente en la presión efectiva cuando el gasto de agua en el ensayo es grande, en gran parte de los proyectos es ignorado. Se mide en bares.

Figura 37

Presión efectiva



Nota. Se muestra el esquema del ensayo Lugeon para determinar la presión efectiva.

- Consideración para la estimación de la presión máxima manométrica para cada estadio

Para cada estadio de presión, el ensayo consiste en bombear la cantidad de agua que sea necesaria para mantener constante la presión en la zona de ensayo. Esta presión

es incrementada en cada nivel en forma ascendente, hasta llegar a la presión máxima ya establecida. Una vez ésta es alcanzada, la presión del agua debe ser reducida pasando por las mismas presiones de los estados anteriores de forma descendente.

Se presenta la tabla 11 para las presiones máximas:

Tabla 11

Presión máxima manométrica

Estadío 1	Estadío 2	Estadío 3	Estadío 4	Estadío 5
Bajo	Medio	Máximo	Medio	Bajo
0,50*PMáx	0,75*PMáx	PMáx	0,75*PMáx	0,50*PMáx

Luego de obtener la presión efectiva se procede a calcular la permeabilidad en el tramo ensayado:

$$U.L. = \text{Toma de agua}(\text{litros/metro/minuto} * \frac{10 \text{ bar}}{\text{Presión efectiva}})$$

3.5.2. Fase de ejecución de la cortina de inyección

3.5.2.1. Limpieza en el eje de la cortina de inyección

La roca en el eje fue limpiada, eliminando material suelto y partículas de roca alterada. Se realizó la limpieza con agua y aire a presión, a excepción de zonas de roca sometidas a ablandamiento por el agua, solamente se usó aire comprimido. Las

formas de limpieza usadas, incluye los chorros de agua y aire, o empleando otras herramientas, deben asegurar una limpieza óptima del macizo rocoso.

3.5.2.2. Sellado de grietas con mortero

Luego de la limpieza de la roca en el eje de la cortina, todas las fracturas quedaron expuestas. Si existen fisuras con apertura de 10,00 cm a más se profundiza la limpieza por un mínimo de 0,50 m. Realizada la limpieza en el terreno antes de la colocación de la loza de concreto (plinto), se rellenan las fracturas con una mezcla de concreto fino (mortero) y durante el vaciado se verifica que no queden vacíos.

3.5.2.3. Construcción de loza de concreto (Plinto)

Una loza de concreto era necesaria a lo largo del eje de la cortina. El Plinto tiene una dimensión mínima de 7,00 metros de ancho y 0,25 metros de espesor, y se puso en la superficie del macizo rocoso a lo largo del eje de la cortina de inyección. Para no perforar loza de concreto se colocó tuberías de reservación donde se ubican los taladros. Este concreto utilizado tuvo una resistencia de 3000 psi a los 28 días.

Figura 38

Construcción de plinto



Nota. Se aprecia la construcción de la loza de concreto en el eje de la cortina de inyección.

3.5.2.4. Diseño de mezcla para las lechadas de inyección

A partir de ensayos iniciales se determinó y validó las dosificaciones de lechada que cumplan con los requerimientos de las especificaciones técnicas ver tabla 12.

Tabla 12*Parámetros de la lechada de inyección*

Tipo de lechada	Componentes	Viscosidad (seg.)	Resistencia (7 días- kg/cm²)
I	Agua – Bentonita - Cemento	31-33	>10
II	Agua – Bentonita - Cemento	44-47	>15
III	Agua – Bentonita - Cemento	60-65	>15
IV	Agua – Bentonita - Cemento	90-95	>20

Nota. Se muestra los parámetros de la lechada de inyección según especificación técnica del proyecto.

Para el diseño de mezcla se tomaron en cuenta las siguientes características físicas de la lechada de cemento como son la sedimentación y fluidez. Para el diseño de mezcla se realizaron 16 ensayos de diseño de lechada. Luego de un análisis de la fluidez y resistencia de las mezclas se escogió 4 mezclas para cada tipo de muestra. Los diseños que cumplen los parámetros según especificaciones técnicas se observan en la siguiente tabla 13 indicando la dosificación para 90 lts de lechada.

Tabla 13*Dosificación de cada tipo de mezcla*

Número de Prueba	Fecha de Prueba	Tipo de Mezcla	C:A	Agua (lt)	Cem. (kg)	Bentonita (kg)	T. Mez. (°C)	Hora Prep.	Sedimentación			Fluidez seg.
									H. Inicio	H. Final	%	
3	2019-03-30	I	0,8	70,00	55,80	0,720	31,00	12:42	12:47	14:47	3,00	32,72
8	2019-03-31	II	0,9	68,00	60,80	1,755	26,70	8:31	8:36	10:36	1,00	45,58
12	2019-03-31	III	0,8	69,00	55,30	2,475	32,20	12:57	13:02	15:02	0,00	64,00
13	2019-04-10	IV	0,8	69,00	55,00	3,420	29,30	18:05	18:10	20:10	1,00	91,74

Figura 39

Instrumentos de laboratorio para los diseños de lechada



Nota. Se muestra los instrumentos utilizados para los diseños de lechada.

3.5.2.5. Perforación rotopercusiva

Para estas inyecciones se realizaron perforaciones rotopercusivas con máquina Futuro Drill, MK-800 y MC-600 montada sobre orugas, las profundidades de perforación difieren según el tipo de inyección y según planos (ver figura 40).

Figura 40

Máquina Futuro Drill



Nota. Se muestra perforación rotoperkusiva, con máquina Futuro Drill.

Figura 41

Máquina MK-800



Nota. Se muestra perforación rotoperkusiva, con máquina MK-800.

3.5.2.6. Perforación rotativa

Para continuar con la evaluación de las características geomecánicas de la roca a través de los testigos de perforación, se ejecutaron 5 perforaciones superprimarias con recuperación de muestras en la línea 1. Se evaluó las características geomecánicas de los testigos y se compararon con los obtenidos anteriormente, se analizaron los parámetros de RQD, recuperación de muestras y presencia de cemento rellenado en las fracturas.

Figura 42

Máquina SM-14



Nota. Se muestra perforación diamantina con recuperación de testigo, con máquina SM-14.

3.5.2.7. Ensayo Lugeon

Luego de la perforación se realiza el ensayo Lugeon en un tramo de 3,00 m, es decir, inyectándolas a medida que se van perforando. El primer tramo tendrá una longitud de 1,00 m.

En estas perforaciones, se realizarán pruebas de permeabilidad tipo Lugeon continuos en los tramos en roca, con sólo una presión durante 15 minutos. La presión máxima a aplicar en el tramo ensayado quedará definida de acuerdo a la siguiente expresión:

$$P_{lugeon} = 0.5 * H$$

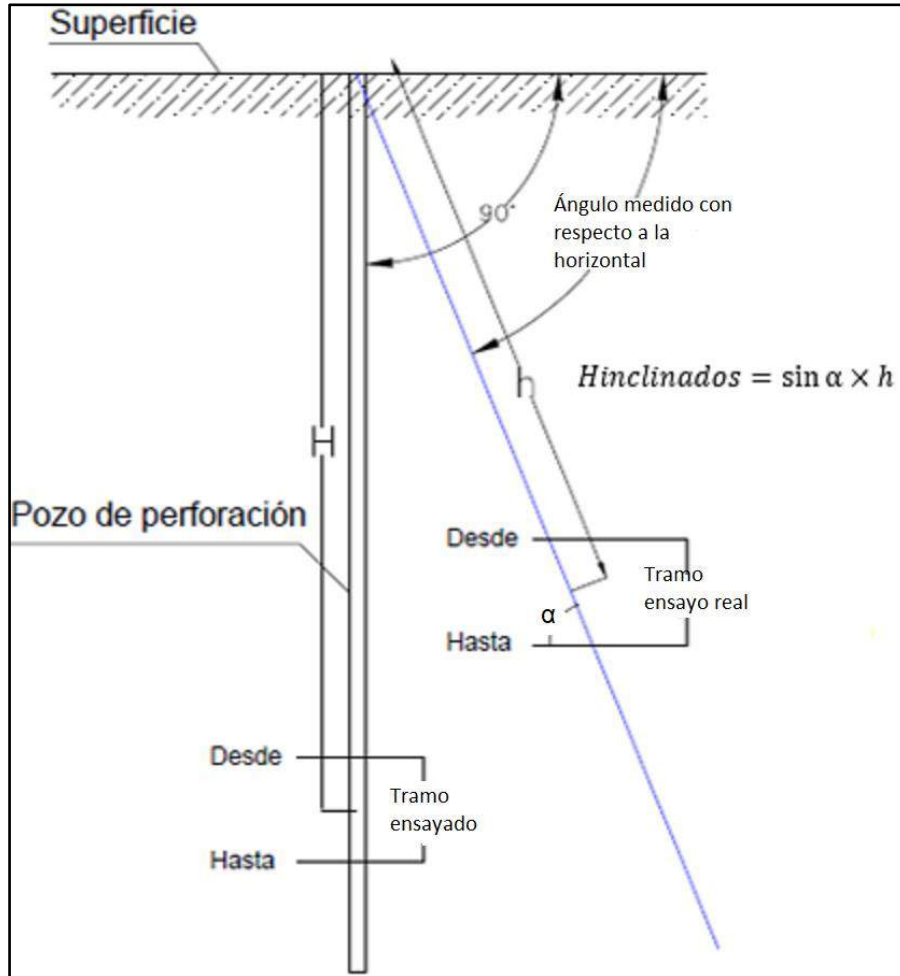
P_{lugeon} : Presión máxima para la ejecución de prueba Lugeon en perforaciones primarias, en kg/cm². Esta presión no podrá ser superior a 10 kg/cm² medida en el manómetro.

H: Distancia desde el centro del tramo de inyección a la superficie libre más cercana, en m.

Si la permeabilidad resultante es igual o inferior a 1 Lugeon, se podrá continuar de inmediato la perforación del siguiente tramo; en caso contrario, se deberá inyectar, utilizando un obturador simple para aislar el tramo. En la primera cámara de inyección (de longitud 1,00 m) y en las perforaciones primarias sin recuperación de testigos, no se realizarán ensayos de permeabilidad.

Figura 43

Cálculo de la distancia para la presión de Lugeon



Nota. Se observa distancia desde el centro del tramo de inyección a la superficie libre más cercana.

Tabla 14*Presiones de Lugeon*

Tramo de ensayo (m)		Presión máx. para sondajes de 70° de inclinación (bar)
Desde	Hasta	
0,00	1,00	1,50
1,00	4,00	1,17
4,00	7,00	2,58
7,00	10,00	3,99
10,00	13,00	5,40
13,00	16,00	6,81
16,00	19,00	8,22
19,00	22,00	9,63
22,00	25,00	11,04
25,00	28,00	12,45
28,00	31,00	13,86
31,00	34,00	15,27
34,00	37,00	16,68
37,00	40,00	18,09
40,00	42,50	19,38
42,50	45,00	20,56

Nota: Se muestra el cálculo de la presión máxima de Lugeon para sondajes inclinados de 70°.

Figura 44

Proceso de Ensayo Lugeon



Nota. Se observa toma de datos de caudal en el ensayo. Lugeon.

3.5.2.8. Verificación y lavado de taladros

Después de terminar la perforación, con el equipo réflex se verificó que la dirección del sondaje cumpla según los planos. La profundidad del sondaje se verificó con la longitud de la manguera de 1” que se instala en pozo para la inyección marcada cada metro lo cual permite comprobar si el pozo presenta derrumbe o partículas extrañas y de ser necesario se procedió a realizar el lavado del taladro con agua a presión hasta obtener un reflujo claro. El lavado de los taladros fue una de las tareas rutinarias para todas las perforaciones en roca. Entonces terminado y lavado de taladros se tapó de inmediato con tapones hechos

de madera, para así proteger el pozo de partículas u objetos que sean perjudicial para la inyección de la lechada.

3.5.2.9. Presión de inyección

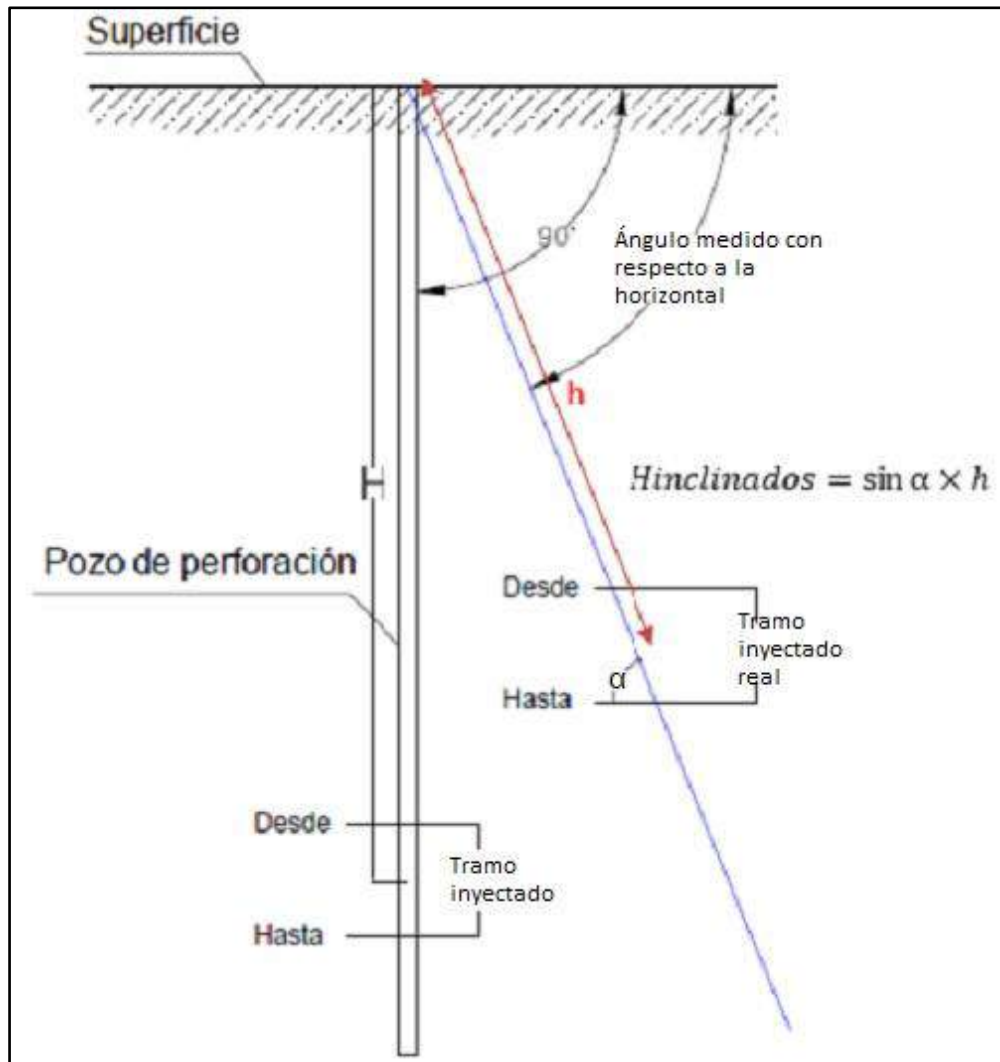
La presión de inyección corresponde a la presión máxima que se puede aplicar en el proceso de inyección cuando la admisión de lechada ha descendido hasta un valor mínimo y se puede definir por la siguiente expresión:

$$P_{inyección} = 2 + 0.5 * H$$

En el tramo de inyección superficial (de longitud de 1,00 m) se aplicará una presión máxima de 1,50 bares.

Figura 45

Cálculo de la distancia para la presión de inyección



Nota. Distancia desde el centro del tramo de inyección a la superficie libre más cercana.

Tabla 15*Presiones de inyección*

Tramo de ensayo (m)		Presión de inyección para sondajes de 90° y 70° de inclinación (bar)	
Desde	Hasta		
0,00	1,00	1,50	1,50
1,00	4,00	3,25	3,17
4,00	7,00	4,75	4,58
7,00	10,00	6,25	5,99
10,00	13,00	7,75	7,40
13,00	16,00	9,25	8,81
16,00	19,00	10,75	10,22
19,00	22,00	12,25	11,63
22,00	25,00	13,75	13,04
25,00	28,00	15,25	14,45
28,00	31,00	16,75	15,86
31,00	34,00	18,25	17,27
34,00	37,00	19,75	18,68
37,00	40,00	21,25	20,09
40,00	42,50	22,63	21,38
42,50	45,00	23,88	22,56

Nota. Se muestra el cálculo de la presión máxima de inyección para sondajes verticales e inclinados.

3.5.2.10. Inyecciones de lechada de cemento

Se ejecutaron de inmediato después de perforado y lavado el pozo. Para el programa de inyecciones se realizaron tres líneas de inyección, primero se ejecutó la línea de inyección 1 (aguas abajo) y luego la línea de inyección 2 (aguas arriba), se finaliza con la línea de inyección 3 (línea central). La localización y longitud de

las perforaciones fueron indicadas según los planos respectivos. Las perforaciones primarias separadas por un máximo de 12,00 metros, las perforaciones secundarias ubicadas a media distancia entre dos primarias (a 6,00 metros de estas) y las perforaciones terciarias, situadas a media distancia entre primarias y secundarias (un espaciamiento de 3,00 metros de estas).

Las inyecciones en el eje de la cortina se ejecutaron por tramos ascendentes de 3,00 a 5,00 metros y para las perforaciones con recuperación de testigo o inestabilidad del pozo se ejecutaron inyecciones por tramos descendentes. Antes de dar inicio al proceso de inyección, se introdujo agua para saturar las fisuras de las paredes del pozo por vertido de agua por gravedad.

La presión de inyección corresponde a la presión aplicado al tramo de inyección durante todo el proceso, el rango de variación de la presión de inyección va desde un mínimo hasta la presión de rechazo. La presión de inyección se midió en el manómetro que está instalado en el atril cerca al pozo ver figura 46.

Figura 46

Presión de inyección en el manómetro



Nota. Se aprecia la medición de presión del manómetro en boca de taladro.

En el proceso de inyección la admisión de lechada se mantenía igual a 5 litros por minuto durante 5 minutos para la presión definida como de rechazo. La inyección se llevó a cabo aplicando la presión de rechazo que es la presión máxima cuando la admisión de lechada ha descendido a un valor mínimo, con un caudal de inyección entre 5 a 25 litros por minuto.

Figura 47

Proceso de inyección



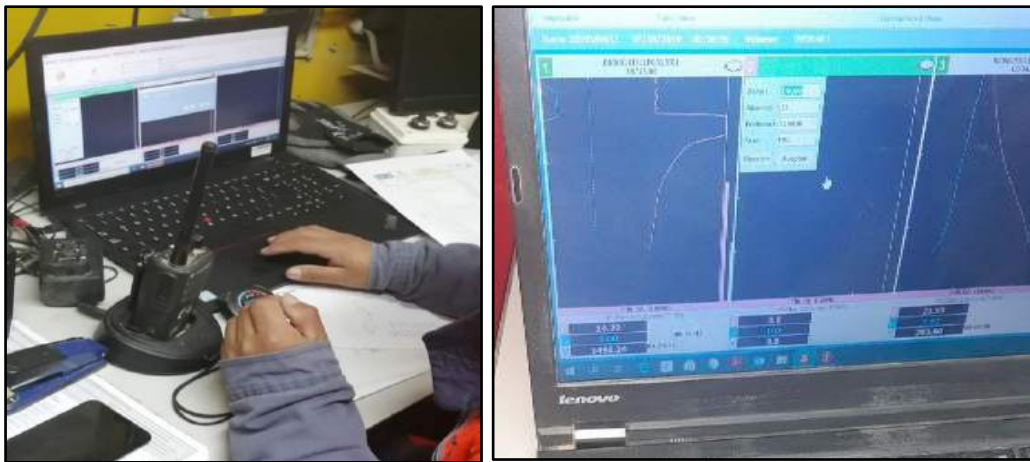
Nota. Se observa el proceso de inyección junto al atril que consta del flujómetro, manómetro y el registrador.

Las inyecciones se iniciaron inyectando 100 litros de lechada de lubricación. Luego se continuó con la lechada más fluida y si levanta presión se continuó hasta el rechazo. Cuando se inyectó 200 litros y no levanto presión, fue necesario ir cambiando a una lechada más viscosa hasta lograr el rechazo o hasta entregar un volumen máximo de 500 litros por metro de longitud de inyección. En estos casos se detuvo la inyección y se esperó 24 horas para continuar la inyección.

El registro de las inyecciones se controló mediante el sistema SPICE en tiempo real, un sistema donde monitorea los parámetros de la inyección como la presión, el caudal y volumen ver figura 48.

Figura 48

Monitoreo de parámetros de inyección



Nota. Se realiza el monitoreo de la presión, caudal y volumen en tiempo real durante el proceso de inyección.

3.5.2.11. Control de calidad de las lechadas

Durante el proceso de inyección se realizarán los siguientes ensayos de mezcla:

➤ **Prueba de Viscosidad**

La resistencia al movimiento de fluidos es una medida cuantitativa. Se utiliza para este ensayo el cono de marsh. Descripción del proceso:

1. Coloque el embudo en posición vertical, tape el orificio con un dedo y vierta la muestra de lodo.

2. Retira rápidamente el dedo del orificio y simultáneamente poner a contar el cronometro, para medir el tiempo requerido, el cual el lodo llena la jarra graduada hasta la marca indicada de un cuarto de galón (946 ml).

3. Registrar y ajustar la lectura del cronometro al segundo entero más próximo en el protocolo de control de central de lodos, esta es la viscosidad obtenida con el embudo Marsh, según los parámetros indicados en la EE.TT.

Figura 49

Prueba de viscosidad



Nota. Se realiza el control de la viscosidad midiendo el tiempo en segundo de la mezcla I.

➤ **Sedimentación ASTM C940**

La mezcla de cemento es considerada estable con factor de sedimentación máxima de 5%. A continuación, se describe el procedimiento

1. Colocar la probeta graduada transparente sobre una superficie plana y uniforme, a una altura suficiente, que permita ver las mediciones sin dificultad.

2. Verter la lechada a la probeta hasta completar los 1000 ml indicados en la probeta. Se debe asegurar que la lechada quede exactamente en la marca para un correcto ensayo.

3. Se codificará sobre la probeta con una cinta masking en el cual se debe colocar el nombre de la mezcla, hora de inicio de ensayo y hora a la que se debe leer el porcentaje de sedimentación (120 minutos). Registrar esta lectura en el registro de calidad de mezclas.

4. Luego de realizar la lectura se procede a desechar la lechada en la poza de sedimentación y se lava la probeta.

Figura 50

Prueba de sedimentación



Nota. Se realiza el control de la sedimentación de la lechada en probetas de 1000ml.

➤ **Resistencia a Compresión - ASTM C109:**

Procedimiento para la toma de muestras de probeta, curado y rotura de probetas.

✓ Se usa moldes cúbicos de 2" x 2". Este molde por su espesor es indeformable, no es absorbente y no reacciona con el cemento.

✓ Se rellena los moldes de lechada de cemento mediante una jarra sin manipular o mover de ubicación de los moldes.

✓ Para compactar la mezcla vertida en el molde se usa una varilla, se da golpes laterales alrededor del molde uniformemente (8 golpes), los golpes deben realizarse con la misma intensidad en todos los moldes, manteniendo la ubicación de los moldes (no desplazarlos durante la compactación).

✓ Se codifica sobre el molde mediante una cinta masking tape con los siguientes datos: código de probeta, fecha de moldeo, dosificación, turno,

Procedencia (sondaje y tramo, estribo).

✓ Se mantiene las probetas en la misma ubicación hasta su traslado a la poza de curado.

✓ Se coordina con el laboratorio, previo al traslado de las probetas para el curado.

✓ El traslado para el curado de la prueba se realiza entre 12 y 16 horas de su moldeo.

✓ El desmolde se realiza cerca a la poza de curado previo al curado. Se desmoldea con mucho cuidado, sobre una mesa nivelada. Como prevención se debe extender un paño absorbente como medida de control para amortiguar algún golpe o contacto rígido de la probeta con la mesa.

✓ Para la rotura de pruebas se retira los especímenes del agua a los 7 días.

Figura 51

Muestras cúbicas de lechada



Nota. Se muestra probetas cúbicas de lechada para ensayo de resistencia a la compresión.

3.5.3. Fase de comprobación de la efectividad de la cortina de inyección

3.5.3.1. Perforación rotativa

Para definir la efectividad de las inyecciones, se realiza 2 perforaciones de comprobación, perforaciones con recuperación continua de testigos.

Tabla 16

Cuadro resumen de sondajes de comprobación

Sondajes comprobatorios/ (progresiva)	Profundidad (m)	Inclinación
L3-V001 (Prog.0+424.00)	45,00	90°
L3-V002 (Prog.0+523.07)	30,00	90°

Fuente: Autoría propia

3.5.3.2. Ensayo Lugeon

En estas perforaciones, se realizarán pruebas de permeabilidad tipo Lugeon continuos en tramos de 3,00 m en roca, para este ensayo se aplicará 3 estadios de presión durante 15 minutos. La presión máxima a aplicar en el tramo ensayado quedará definida de acuerdo a la siguiente expresión:

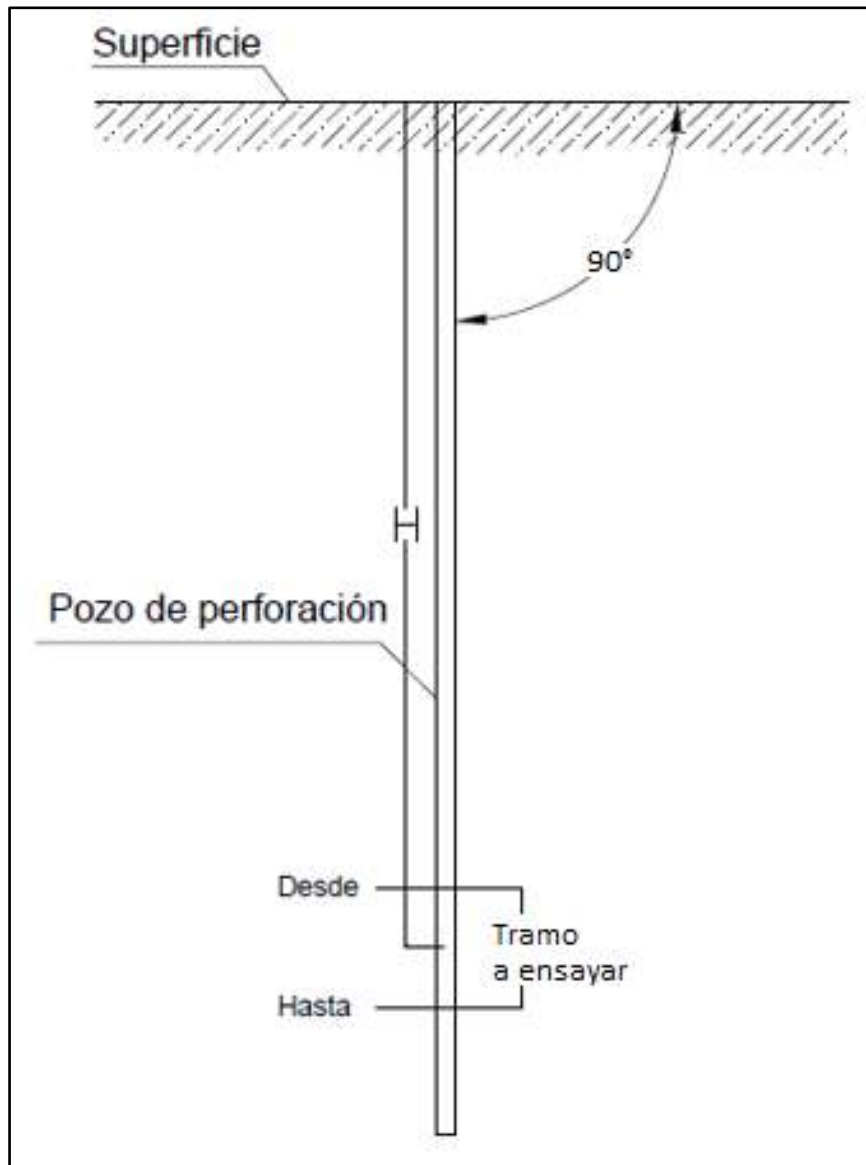
$$P_{m\acute{a}x\ Comprobaci\acute{o}n} = 0.2 * H \quad (bar)$$

H: Distancia desde el centro del tramo de inyección a la superficie libre más cercana, en m.

La permeabilidad máxima no podrá ser superior a 10 bares medida en el manómetro.

Figura 52

Cálculo de la distancia para la presión máxima de comprobación



Nota. Distancia desde el centro del tramo de inyección a la superficie libre más cercana.

Tabla 17

Presión máxima de comprobación de Lugeon

Tramo de Ensayo (m)		Presión de Lugeon para sondajes de 90° (bar)
Desde	Hasta	
0,00	1,00	1,50
1,00	4,00	0,50
4,00	7,00	1,10
7,00	10,00	1,70
10,00	13,00	2,30
13,00	16,00	2,90
16,00	19,00	3,50
19,00	22,00	4,10
22,00	25,00	4,70
25,00	28,00	5,30
28,00	31,00	5,90
31,00	34,00	6,50
34,00	37,00	7,10
37,00	40,00	7,70
40,00	42,50	8,25
42,50	45,00	8,75

Nota. Se muestra el cálculo de la presión máxima de comprobación para el ensayo Lugeon.

CAPÍTULO IV

ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Para la impermeabilización de la cimentación de la presa de relaves Cortadera se ha realizado el diseño y ejecución de la cortina de inyección, la cortina posee 332,00 m de longitud a lo largo del eje de la presa. Para el tratamiento de impermeabilización se puede separar en dos pasos:

4.1. PASO N°01

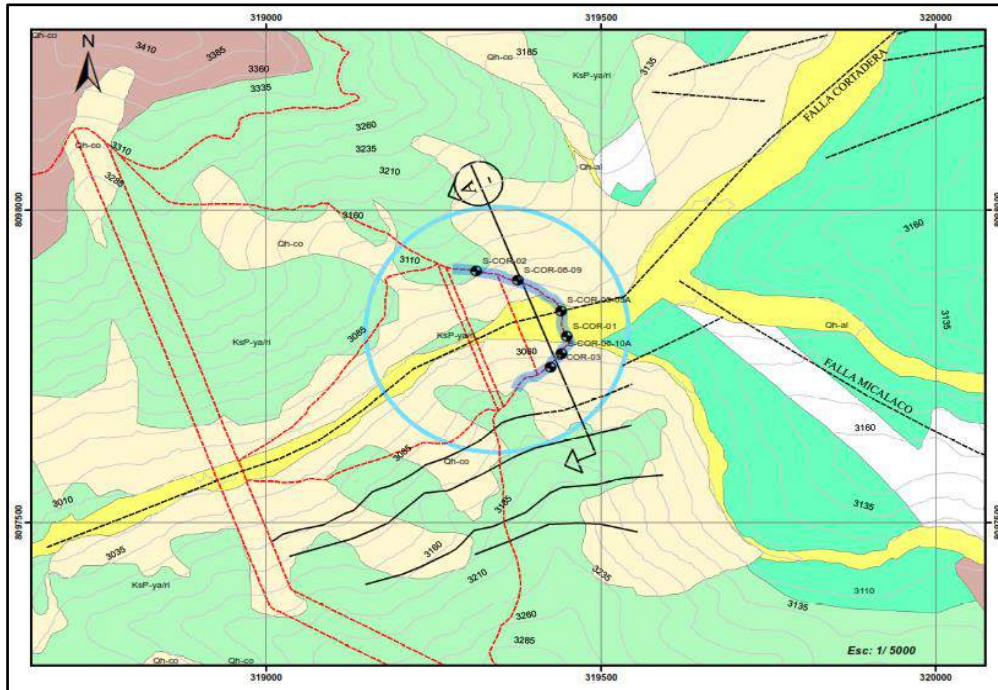
Se describe los criterios de diseño de la cortina de inyección, a partir de los estudios realizados en años anteriores en distintas campañas, se recopila la información existente de la investigación geológica e hidrogeológica del macizo, mediante sondeos exploratorios y mapeo superficial. Asimismo, se realizó registro de logueos y pruebas de ensayo Lugeon.

4.1.1. Sondeos exploratorios

Se desprende que la presa de relaves se asentará sobre rocas volcánicas, correspondientes a andesitas de la formación Riolita Samanape y Riolita Yarito, las cuales pertenecen a la formación Quellaveco, ver figura 53 y anexo 3.

Figura 53

Geología local del área de estudio



Nota. Se muestra geología local de la cortina de inyección con las litologías.

Fuente: Área de geología

En la descripción de las litologías presente en la geología local de la cortina de inyección, dice:

- KsP-ya/ri: Riolita Yarito, roca de alta resistencia, color gris claro, a veces rosadas a violeta, levemente meteorizada, superficialmente fracturada.
- KsP-sa/tb: Roca de composición riolítica, de color gris claro rosáceo con

una leve coloración rojiza, muy duras competentes, levemente meteorizadas, fracturadas en superficie.

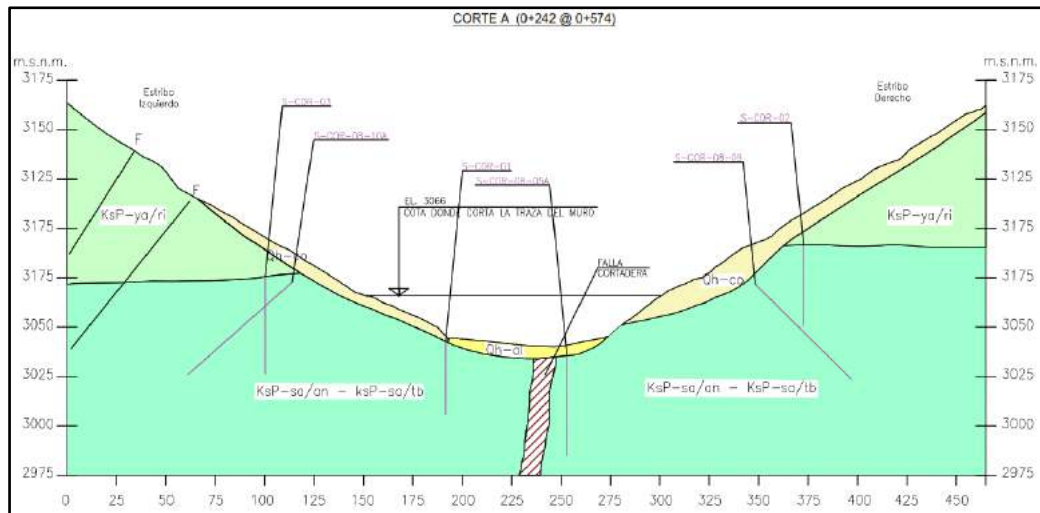
- KsP-sa/an: Lavas Andesíticas, de color gris oscuro, muy duras, competentes, meteorización leve, débil a medianamente fracturadas.

Esta afirmación se subraya porque, permite asegurar que no existen condicionamientos litológicos que dominen el patrón de fracturamiento del macizo rocoso. Además, todo el conjunto se presenta con características similares.

De acuerdo a las 6 perforaciones realizadas a lo largo del macizo rocoso en el eje de la cortina, se desprende que el sector del cauce está constituido por depósitos fluviales (Qh-al) a los cuales subyacen rocas de composición andesítica pertenecientes a la formación Riolita Samanape. El estribo derecho de la presa queda sobre depósitos coluviales de hasta 13,80 m de espesor, bajo los cuales se reconoce una roca de composición andesítica. A su vez, el estribo izquierdo se apoya sobre depósitos coluviales con espesores de hasta 5m, bajo los cuales se encontró contacto litológico entre rocas de composición riolítica y andesíticas, ver figura 54 y anexo 6.

Figura 54

Perfil geológico A



Nota. Se muestra perfil geológico. Fuente: Área Geología

4.1.2. Análisis Geológico - Estructural

Según la información analizada, el área de la relavera Cortadera se encuentra en la unidad geomorfológica llamado Flanco Andino, la cual está caracterizada por una topografía abrupta bastante disectada, conformada por rocas volcánicas del cretácico superior a paleoceno, estas rocas han sido intruidas por un Plutón granodiorítico de edad cretácico superior tardía.

Analizando la tabla 18 del Informe Geológico-Geotécnico (MQ-10-03-RE-4210-CE8310), donde se muestra la caracterización geotécnica de la roca en la zona de la presa.

Tabla 18*Caracterización geotécnica de la roca en el eje de la cortina*

Roca	Grado de Fracturamiento	Unidad Geotécnica	Resistencia a la compresión (MPa)	Conductividad hidráulica, K (cm/seg)
Riolita Samanape (kti-qsa) y Riolita Yarito (Kti-qy)	Triturada a fuertemente fracturada	U-1b	>50	$1 \times 10^{-2} - 1 \times 10^{-3}$
	Fracturada	U-2	50 – 100	$9 \times 10^{-4} - 5 \times 10^{-5}$
	Fracturada a masiva	U-3	50 – 250	$< 5 \times 10^{-5}$
Granodiorita	Meteorizada y fracturada	U-1b	25 – 100	$5 \times 10^{-3} - 5 \times 10^{-4}$
	Fracturada a Masiva	U-3	50 – 250	$< 1 \times 10^{-5}$

Fuente: Área de geología

Notoriamente se aprecia, que el patrón de fracturamiento es el que gobierna las características del macizo rocoso independientemente de su litología. Por esto es de suma importancia el estudio de discontinuidades, porque estas son las que regirán el comportamiento del macizo.

Por otra parte, en cuanto a la geología estructural, la principal falla del sitio corresponde a la falla Micalaco, la cual tiene una orientación $N66^{\circ}W \pm 10^{\circ}$, el tipo de falla es normal y su último desplazamiento habría sido en el holoceno, por lo que se considera una falla activa. De acuerdo a la información de sondajes de exploración, se ha encontrado que no poseen las características de la zona de falla

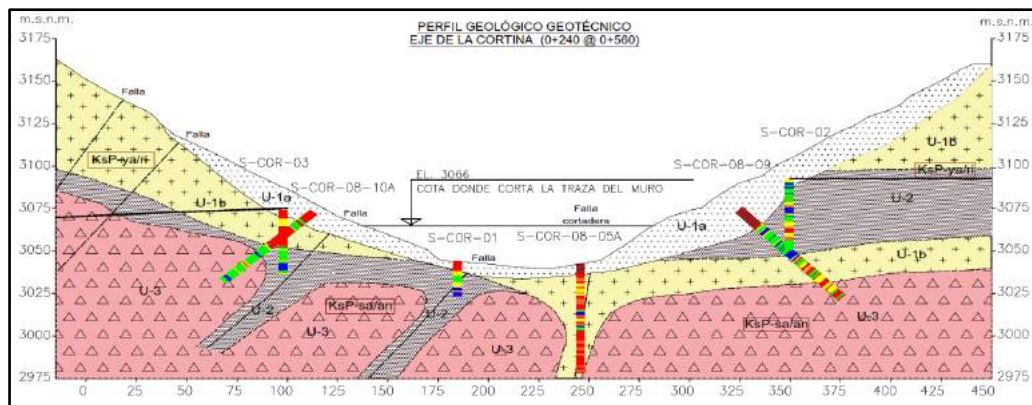
Micalaco al sureste de la quebrada Cortadera, por lo que los tramos fracturados encontrados pueden estar asociados al sistema de falla Cortadera.

Con respecto a la falla Cortadera su traza se desarrolla principalmente a lo largo de la quebrada Cortadera, tendría un rumbo variable entre N50°E y N70°E, con buzamiento desde 70° a 90° al sureste. En terreno se observan contactos litológicos posiblemente desplazados y zonas de falla con dirección E-NE de aproximadamente 5,00 m de espesor, con relleno de arcilla y salbanda.

En el Sondaje SCOR-08-05A se observan niveles de salbanda de falla y roca triturada desde los 53,00 m y 38,00 m de profundidad. Se estima que el ancho de la falla Cortadera es de 5,00 a 10,00 m, a partir de lo reconocido en superficie y en testigos de sondajes, ver figura 55 y anexo y anexo 7.

Figura 55

Perfil Geológico-Geotécnico, sección A

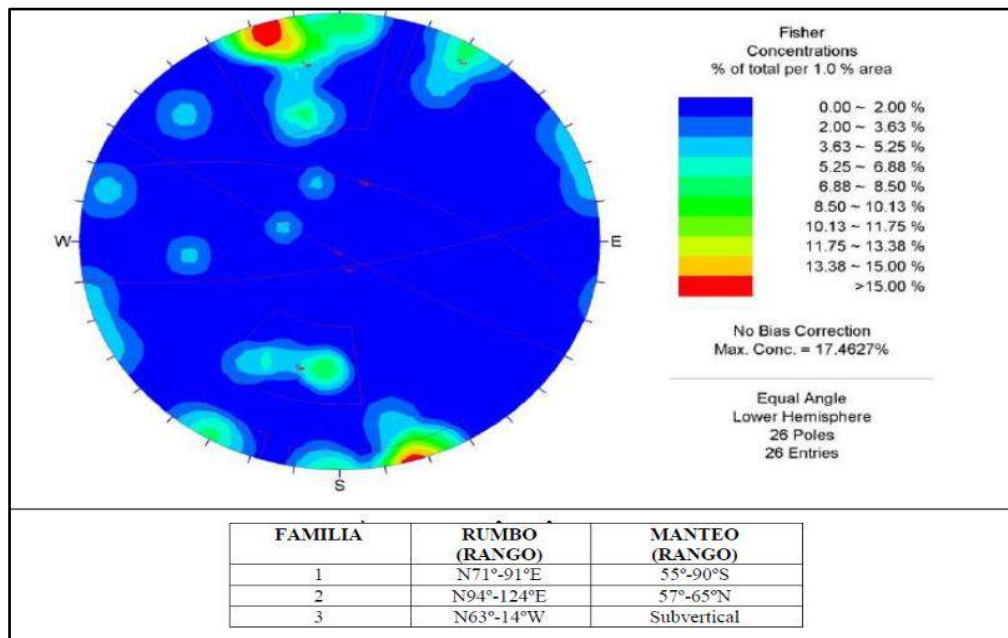


Nota. Se muestra corte geológico-geotécnico. Fuente: Autoría Propia

La orientación de las principales familias de discontinuidades, en la zona se refleja en el gráfico de Fisher y la figura 56.

Figura 56

Orientación de las principales familias de discontinuidades



Nota. Se muestra diagrama de Fisher de fallas menores. Fuente: AAQ

Con respecto al juego de discontinuidades que claramente, como se observa en el diagrama de Fisher, corresponde a la familia de falla la Cortadera, el informe MQ10-03-RE-4210-CE8301 sostiene: “Las fallas menores corresponden a estructuras generalmente subverticales con espesores de 0,30-1,50 m, que poseen normalmente rellenos de arcilla y óxidos. Estas estructuras presentan en general una

faja de alteración hidrotermal de un par metros, en los cuales se encuentra la roca intensamente fracturada.”

Se desprende que el sistema de falla Cortadera es el principal vector que gobierna el comportamiento estructural, por ende, es el condicionamiento que regirá las características del macizo rocoso (conductividad hidráulica, resistencia, alteración, etc). Este tipo de situaciones se observa en varios testigos de roca obtenida en obra, donde se aprecia presencia de fallas intensamente meteorizadas y con presencia de arcillas y óxidos, ver la siguiente figura 56.

Figura 57

Caja de testigos del sondaje S-COR-08-05A



Nota. Se muestra zonas de alto fracturamiento con presencia de arcillas y óxidos, este sondaje pertenece a la zona del cauce de la cortina. Fuente: Área Geología

Este juego de fallas subverticales paralelas a la falla La Cortadera representan un factor intrínseco para todo el macizo rocoso y explican las variaciones de RQD en pocos metros.

4.1.3. Análisis Hidrogeológico

Según los sondajes de exploración, los cuales muestran estudios puntuales realizados en el eje de la cortina y tomando en cuenta los datos del ensayo Lugeon, se aprecia un nivel freático para cada zona:

Estribo derecho: se encontró un nivel freático próximo a los 17,00 m.

Cauce: se encontró un nivel freático próximo a 1,00 m.

Estribo izquierdo: no se encontró nivel freático.

La zona de estudio presenta dos unidades hidrogeológicas correspondientes a la unidad cuaternaria y a la roca volcánica fracturada, es posible establecer que el flujo regional del agua subterránea se desarrolla paralelo a la quebrada Cortadera, es decir que tiene una dirección suroeste.

4.1.4. Análisis de la Permeabilidad

La tabla N°19 resume los ensayos de permeabilidad efectuados en el eje de la cortina de acuerdo a los principios de Houlby. A continuación, se detallan por

tramos y también constituyen el anexo N°06 ensayos Lugeon para sondeos de exploración.

Tabla 19

Ensayos de permeabilidad para el estribo derecho

Ubicación	Sondaje	Desde (m)	Hasta (m)	Unidad Lugeon (UL)	Coefficiente de permeabilidad K (cm/s)
Estribo Derecho	S-COR-02	4,00	8,00	188,20	2,45E-03
		8,00	13,00	45,77	5,95E-04
		13,00	18,00	29,02	3,77E-04
		18,00	23,00	63,27	8,23E-04
		23,00	28,00	36,00	4,68E-04
		28,00	33,00	41,75	5,43E-04
		33,00	38,00	41,78	5,43E-04
		38,00	41,00	62,13	8,08E-04
	S-COR-08-09	20,00	25,00	68,81	8,95E-04
		25,00	30,00	69,00	8,97E-04
		30,00	35,80	69,91	9,09E-04
		35,80	40,80	65,79	8,55E-04
		40,80	45,70	90,97	1,18E-03
		47,00	50,70	235,05	3,06E-03
50,70		55,70	94,54	1,23E-03	
55,70		60,70	57,93	7,53E-04	
60,70	65,70	38,53	5,01E-04		
65,70	70,70	31,17	4,05E-04		
70,70	75,00	0,34	4,42E-06		

Tabla 20*Ensayos de permeabilidad para el cauce*

Ubicación	Sondaje	Desde (m)	Hasta (m)	Unidad Lugeon (UL)	Coefficiente de permeabilidad K (cm/s)
Cauce	S-COR-08-05A	17,30	21,30	65,33	8,49E-04
		21,30	26,30	83,08	1,08E-03
		26,30	31,30	61,05	7,94E-04
		31,30	36,30	50,47	6,56E-04
		36,30	41,30	92,88	1,21E-03
		41,30	46,30	54,88	7,13E-04
		46,30	51,30	75,08	9,76E-04
		53,30	56,30	52,58	6,84E-04
	56,30	61,30	35,21	4,58E-04	
	S-COR-01	6,65	11,65	9,71	1,26E-04
11,65		16,65	11,69	1,52E-04	
17,00		20,00	11,75	1,53E-04	

Tabla 21*Ensayos de permeabilidad para el estribo izquierdo*

Ubicación	Sondaje	Desde (m)	Hasta (m)	Unidad Lugeon (UL)	Coefficiente de permeabilidad K (cm/s)
Estribo Izquierdo	S-COR-08-10A	10,00	15,00	157,86	2,05E-03
		15,00	17,40	267,39	3,48E-03
		17,40	20,40	179,11	2,33E-03
		20,40	23,40	88,37	1,15E-03
		23,40	26,40	166,30	2,16E-03
		26,40	29,40	131,48	1,71E-03
		29,40	35,00	2,09	2,72E-05
		35,00	40,00	0,29	3,77E-06
		40,00	45,00	2,22	2,89E-05
		45,00	50,00	0,04	5,20E-07
	50,00	55,00	0,22	2,86E-06	
	55,00	60,00	0,11	1,43E-06	
	S-COR-03	7,45	11,45	141,01	1,83E-03
		22,60	26,60	2,43	3,16E-05
27,00		32,00	3,34	4,34E-05	
32,00		37,00	10,31	1,34E-04	

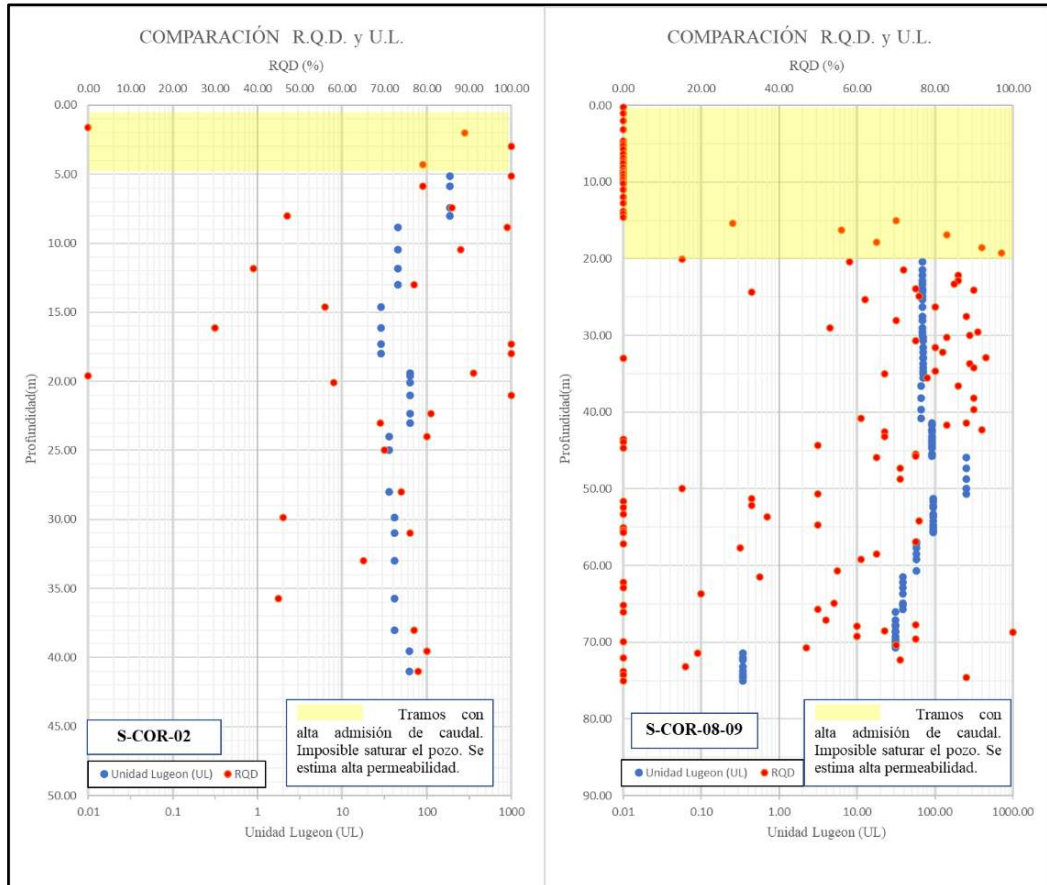
Según los sondeos de investigación y los ensayos Lugeon, a una profundidad entre 20,00 y 70,00 m se ha determinado un macizo rocoso con zonas altamente fracturadas y de altas admisiones de agua. Una descripción más detallada de cada sector se indica a continuación.

Estribo derecho: según lo observado en los sondajes S-COR-02, S-COR-08-09, la calidad del macizo rocoso es de regular a buena, sin embargo, presenta intercalaciones de roca mala a muy mala geotécnicamente $RQD < 50\%$. En los primeros 10,00 m de profundidad se estima una alta permeabilidad aproximadamente de 150 UL (conductividad hidráulica de 10^{-2} cm/s). En profundidad, si bien la calidad del macizo rocoso mejora, las zonas fracturadas y la abertura de las discontinuidades, generan vías de alta admisión de agua, obteniendo como resultado una permeabilidad entre 50 y 100 UL (equivale a 10^{-3} cm/s y 10^{-4} cm/s). También presenta tramos en los cuales no fue posible saturar el pozo, ni alcanzar las presiones requeridas por el ensayo, es indicador de gran cantidad de fracturas y aberturas, es altamente permeable. Se detectó un nivel freático próximo a los 17 m.

Se compara resultados de RQD y ensayos Lugeon ver figura 58.

Figura 58

Comparación entre RQD y U.L. S-COR-02 y S-COR-08-09



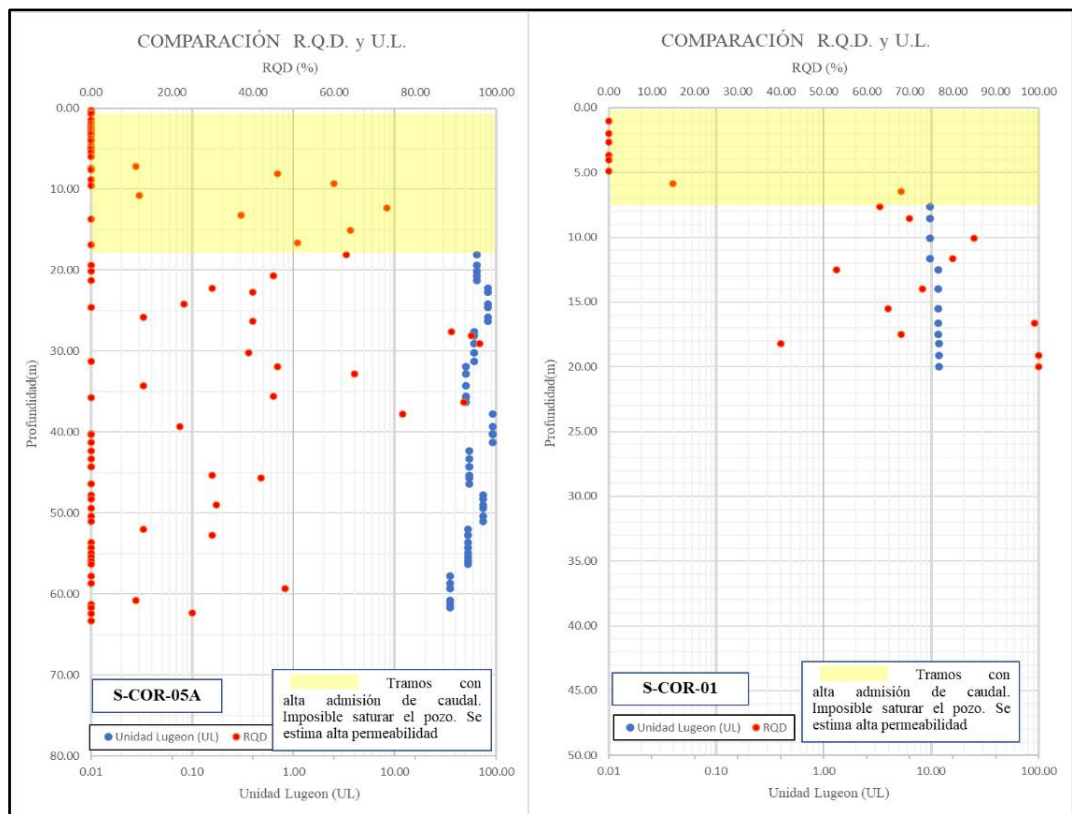
Nota. Se muestra variación del RQD y permeabilidad en los sondajes S-COR-02 y S-COR-08-09 (escala en orden inverso para facilitar comprensión). Estribo derecho de la presa de relaves. Fuente: Autoría propia

Cauce: en los sondajes S-COR-08-05A, S-COR-01, predominan las zonas de mala a muy mala calidad geotécnica (valores de RQD<40%). Esta situación se hace más notoria bajo los 40,00 m de profundidad, en donde se reconoce una zona de

falla que se extiende por el lecho del cauce, que presenta una muy mala calidad geotécnica ($RQD < 25\%$). Se aprecia una alta permeabilidad aproximadamente de 50 a 100 UL (equivale a 10^{-3} cm/s y 10^{-4} cm/s). Para este sondaje se detectó un nivel freático próximo a los 1,00 m, de acuerdo a los niveles medidos durante la realización de los ensayos hidráulicos (ver figura 59).

Figura 59

Comparación entre RQD y U.L. S-COR-08-05A y S-COR-01

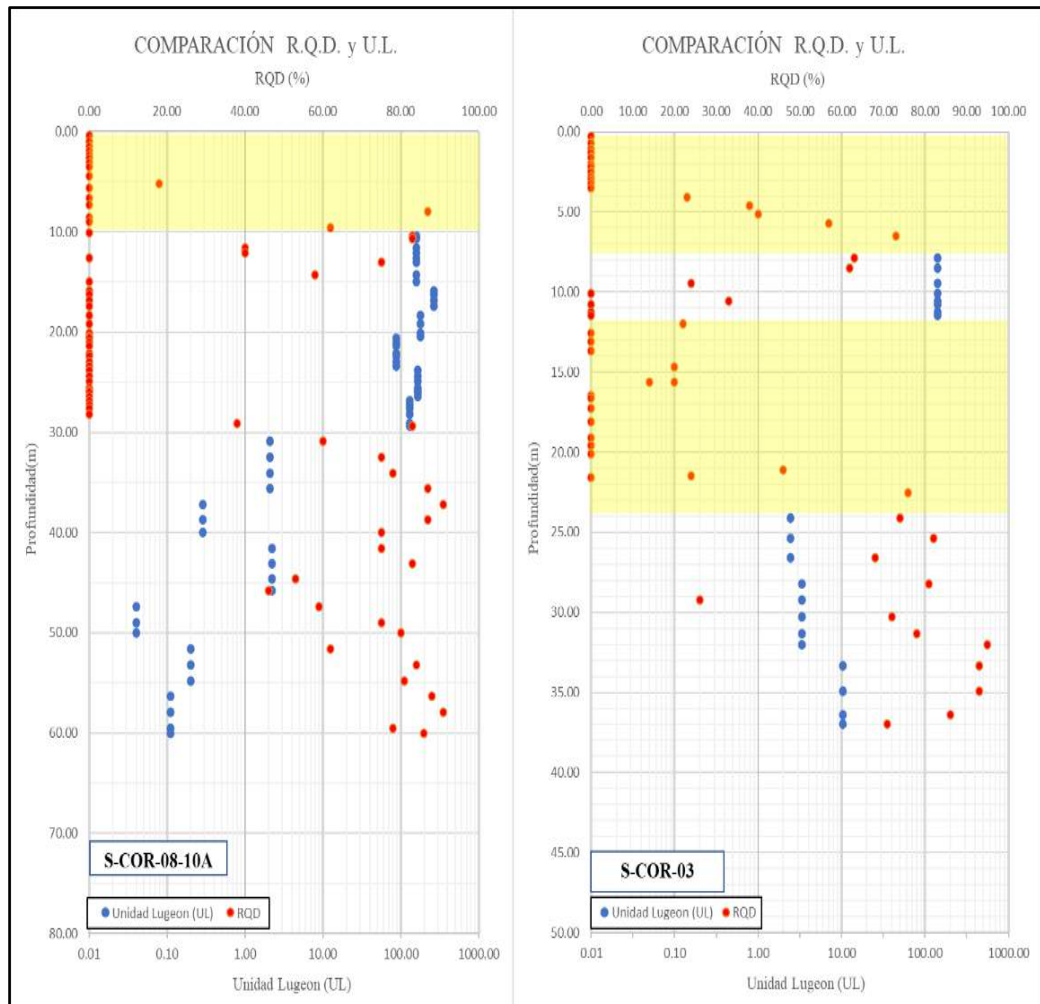


Nota: Se muestra la variación del RQD y la permeabilidad en los sondajes S-COR-08-05A y S-COR-01 (escala en orden inverso para facilitar compresión). Cauce de la presa de relaves. Fuente: Autoría propia.

Estribo Izquierdo: De acuerdo al sondaje S-COR-08-10A, S-COR-03, se aprecia que la roca de composición andesítica presenta un alto grado de fracturamiento hasta los 30 m de profundidad. Se observa que hasta los 20m en el sondaje SCOR-03 y hasta los 30m en el sondaje SCOR-08-10A posee una alta admisión de agua, una alta permeabilidad aproximadamente de 100 a 180 UL (equivale a 10^{-2} cm/s). En el sondaje SCOR-08-10A se puede observar que bajo los 30 m la calidad del macizo rocoso mejora, alcanzado valores de RQD mayores a 60% y bajas admisiones de agua es decir valores de permeabilidad entre 0,1 a 2 UL (conductividad hidráulica varían entre 10^{-7} cm/s y 10^{-5} cm/s). En el caso del sondaje SCOR-03 los valores de permeabilidad se encuentran entre 1 a 10 UL (conductividad hidráulica varían entre 10^{-5} cm/s y 10^{-3} cm/s), ver figura 60.

Figura 60

Comparación entre RQD y U.L. SCOR-08-10 y SCOR-03



Nota. Se muestra la variación del RQD y la permeabilidad en los sondajes S-COR-08-10A y S-COR-03 (escala en orden inverso para facilitar comprensión). Estribo izquierdo de la presa de relaves. Fuente: Autoría propia

4.1.5. Diseño de la cortina de inyección

Se ha realizado con la información de los resultados de los sondeos de exploración, como los ensayos de permeabilidad y los registros de logueo, como

resistencia, alteración de la roca y grado de fracturamiento. A continuación, se define el siguiente diseño geométrico para la cortina de inyección:

Profundidad de las perforaciones:

De acuerdo a los registros de logeo del macizo rocoso y los ensayos de permeabilidad, se define para la cortina profundidades variables entre 30,00 y 45,00 m, dicho de otra manera, se tiene espesores de 30 y 45 metros de roca fracturada a muy fracturada, además en algunos tramos se ha profundizado la longitud de acuerdo al criterio del diseñador. Se tiene las siguientes profundidades para las 3 líneas de la cortina.

Línea 1: con perforaciones de 30 y 45 m de profundidad.

Línea 2: con perforaciones de 30 y 45 m de profundidad.

Línea 3: con perforaciones de 30 y 45 m de profundidad.

Número de líneas de la cortina de inyección:

Teniendo en cuenta la geología estructural, se detecta una zona de falla que atraviesa el eje de la cortina, por lo tanto, se define tres líneas de inyección para

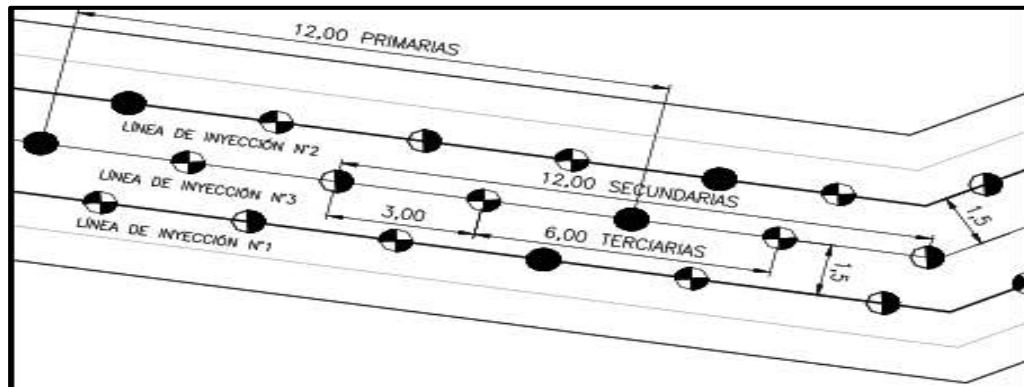
cerrar en lo posible todas las fracturas con lechada y crear una pantalla o cortina impermeable, ubicando la original en el centro (considerándose como Línea 3), con perforaciones situadas a 1,5 m entre cada línea.

Para tratar la zona de falla se inyectó siguiendo las reglas del cierre progresivo: primero las perforaciones de la línea de aguas abajo o línea 1, luego las perforaciones de la línea de agua arriba o línea 2, terminando con la línea central o línea 3.

Dentro de los criterios de perforación, se contempló la ejecución de al menos tres tipos de perforaciones: Las perforaciones primarias, que estarán separadas por un máximo de 12 metros. Las perforaciones secundarias, serán a media distancia entre dos primarias (ubicadas a 6 metros de estas). Las perforaciones terciarias, serán a media distancia entre primarias y secundarias (con un espaciamiento máximo de 3 metros de estas). Ver figura 61 y anexo 8.

Figura 61

Vista en planta de las 3 líneas de inyección

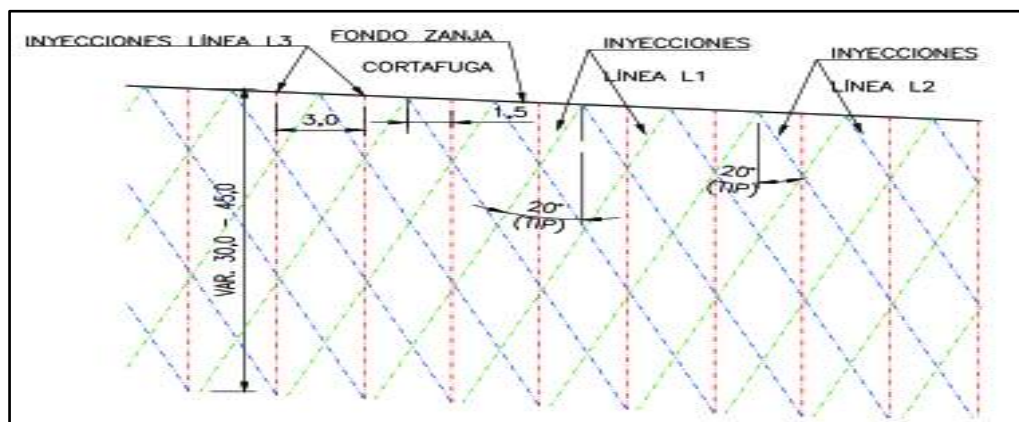


Nota. Se muestra vista en planta de las 3 líneas de inyección.

Se proyectó 3 líneas por debajo de una losa de concreto denominado plinto de espesor de 30cm. La distribución de los taladros fue con una separación de 3m. ver figura 62.

Figura 62

Vista de perfil secuencia de inyecciones con 3 líneas



Nota. Secuencia de inyecciones con 3 líneas. Fuente: Especificaciones Técnicas

Houlsby (1990), señaló que la inyección comienza con perforación primarias (P), secundaria (S), terciaria (T) y cuaternaria (Q). Tenemos la siguiente tabla:

Tabla 22

Resumen de la cantidad de sondeos de perforación

Área	RESUMEN DE PERFORACIÓN									
	Primarios		Secundarios		Terciarios		Cuaternarios		Comprobación	
	Cantidad	Longitud (m)	Cantidad	Longitud (m)	Cantidad	Longitud (m)	Cantidad	Longitud (m)	Cantidad	Longitud (m)
Estribo derecho	24	940	25	1015	49	1960	4	77	-	-
Cauce	43	1865	42	1800	85	3645	-	-	2	72
Estribo izquierdo	20	720	21	735	40	1425	8	249	-	-
TOTAL	87	3525	88	3550	174	7030	12	326	2	72

Nota. Resumen de la cantidad de sondeos y metros perforados para sondajes primarios, secundarios, terciarios, cuaternarios y de comprobación.

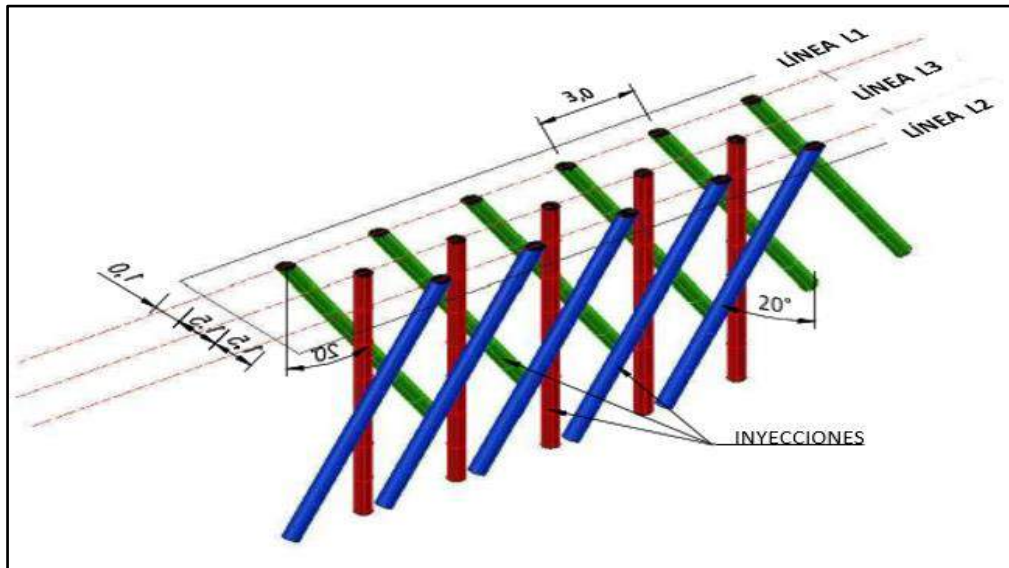
Orientación de las perforaciones:

A través de la información obtenida de los estereogramas de las familias principales de diaclasas y tomando en cuenta la geología del sitio y la distribución de las discontinuidades (diaclasas y fallas). Se observaron estructuras de fallas menores generalmente subverticales y estructuras de diaclasas aproximadamente subhorizontales. Entonces tomando en cuenta la orientación de las discontinuidades se busca la mejor orientación de las perforaciones de tal manera que atraviese la mayor cantidad de fracturas: para aguas abajo la línea 1 se ejecutó perforación con un ángulo de inclinación de 70° con la horizontal mirando hacia el estribo derecho y aguas arriba en la línea 2 se realizó perforación con ángulo de inclinación de 70°

con la horizontal mirando hacia el estribo izquierdo; se realizaron perforaciones verticales en la línea 3 central (ver figura 63 y anexo 8).

Figura 63

Orientación de las perforaciones



Nota. Se muestra la vista en 3D de las orientaciones de perforación para línea 1, 2 y 3.

Obteniendo las orientaciones de las perforaciones para cada línea de la cortina, se aprecia una cortina entrelazada entre las 3 líneas, haciendo de esta estructura ingenieril una cortina más efectiva.

4.2. PASO N°2

Su finalidad verificar la impermeabilización del macizo rocoso en el eje de la cortina de inyección por lo que se elabora cuadros resúmenes en base a los valores del programa de inyecciones y la ejecución de taladros de verificación.

4.2.1. Proceso de la producción

El programa de la cortina de inyección se inició en mayo del 2019 y se culminaron hasta la cota 3082 en enero del 2020. Las inyecciones de impermeabilización tienen por objetivo reducir las filtraciones que se presentan en la roca mediante el sellado de las discontinuidades. Para la impermeabilización del eje de la presa se perforaron 363 sondajes, haciendo un total de aproximadamente 14503,00 metros ver tabla 23.

Tabla 23

Resumen del programa de la cortina de inyección

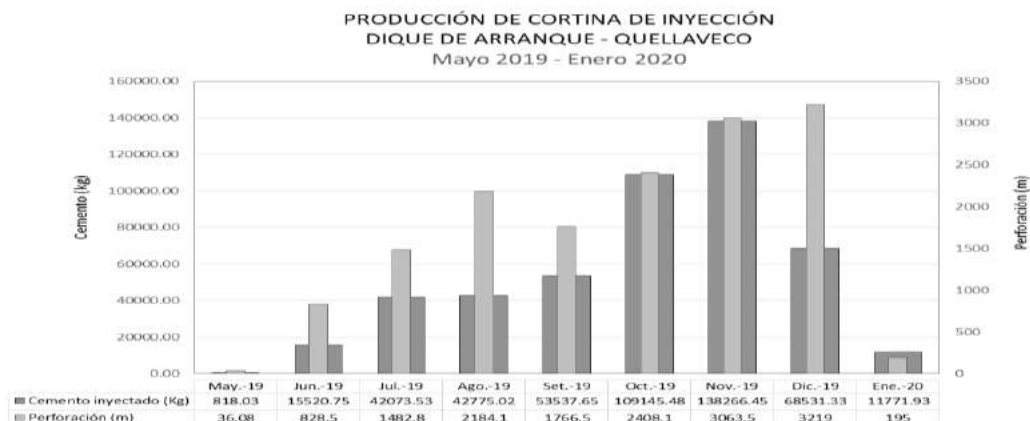
Sondajes	N° Taladros	Longitud perforado (m)	Cemento inyectado (kg)
Primario	87	3525,00	206164,99
Secundario	88	3550,00	138405,72
Terciario	174	7030,00	129815,70
Cuaternario	12	326,00	8207,62
Verificación	2	72,00	624,09
Total	363	14503,00	483218,12

Según la tabla 23 el cemento inyectado en los sondajes primarios es mayor que los secundarios. Se realizó una segunda etapa de inyecciones cuaternarias ya que las inyecciones primarias, secundarias y terciarias no fueron suficientes. Se culminó con la ejecución de 2 taladros de comprobación.

Para zonas de falla las perforaciones e inyecciones se realizaron por tramos descendentes, siguiendo las reglas del cierre progresivo iniciando las perforaciones de la línea 1, continúa las perforaciones de la línea 2, terminando con la línea 3, ver figura 64 se observa la producción total de la perforación y el cemento inyectado por mes.

Figura 64

Producción de la cortina de inyección



Nota. Se muestra la producción de la cortina de inyección, es decir la cantidad de cemento inyectado y el total de metros perforados por mes. Fuente: Autoría propia

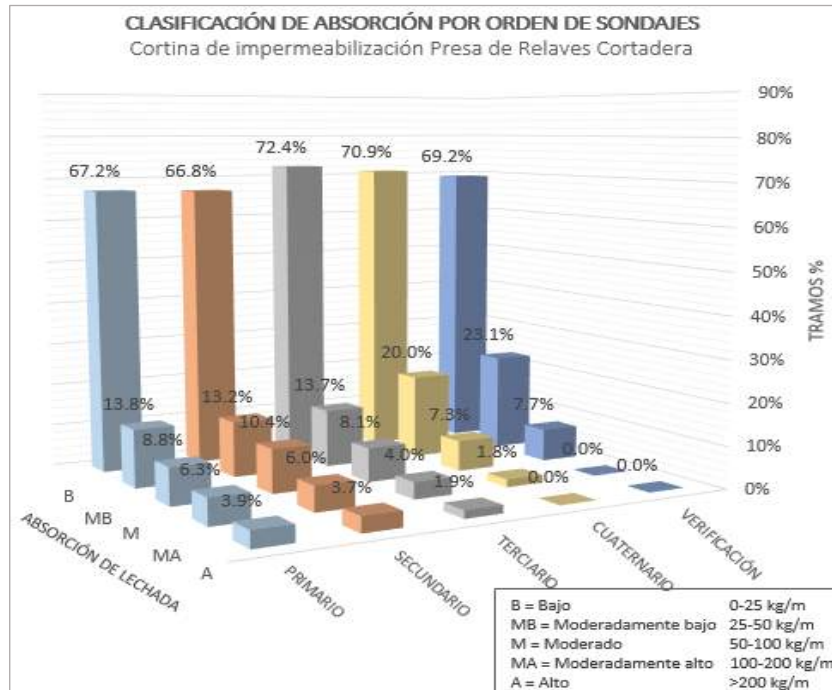
4.2.2. Distribución de frecuencias

Para evaluar la absorción de cada parte, se utiliza un histograma de frecuencia para el análisis estadístico. En la figura 65 se puede ver la clasificación de las absorciones por tramos de los taladros P, S, T, Q y de verificación.

Según las observaciones en promedio las absorciones de lechada son 2% alta, 4% moderadamente alta, 8% moderado, 17% moderadamente baja y el 69% baja. Además, se observa el resumen de todos los sondajes, donde el promedio de absorciones bajas es el 70%, lo cual indica que se ha reducido eficientemente la permeabilidad del macizo rocoso en el eje de la cortina hasta la cota 3082, ver anexos 10, 11 y 12.

Figura 65

Distribución de frecuencias de todos los sondeos



Nota. Se muestra la distribución de frecuencias de todos los sondeos.

Fuente: Autoría propia

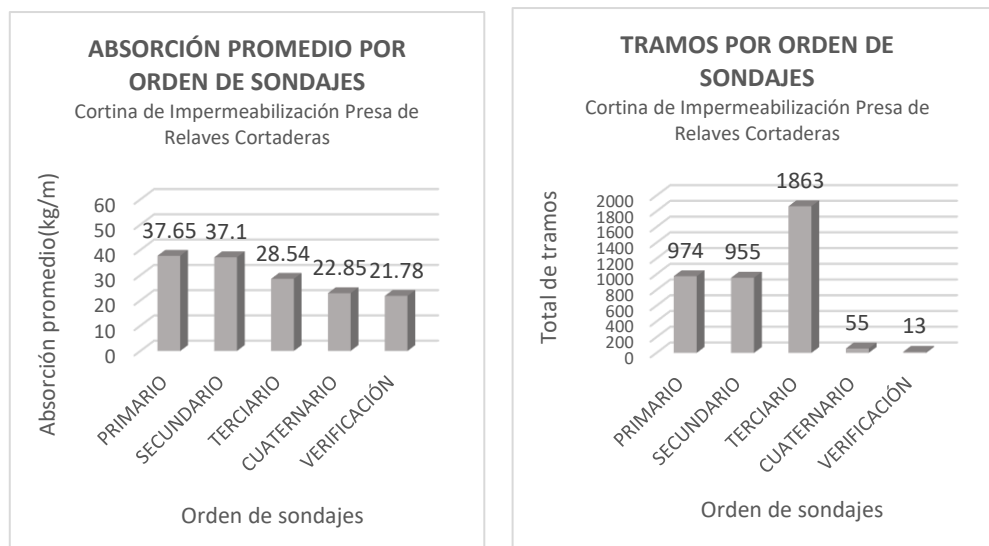
Por otro lado, la figura 66 (a) muestra la absorción promedio de lechada del sondaje primario, secundario, terciario, cuaternario y de verificación; el sondaje terciario posee un valor promedio de absorción de 28,54 kg/m, calificada como moderadamente baja, y esto significa que se a obtenido admisiones altas en algunos tramos puntuales, por eso, se ha ejecutado los sondajes cuaternarios con un valor promedio de absorción de 22,85 Kg/m, calificada como bajo, y así se finaliza el cierre de la cortina de inyección.

La figura 66 (b) muestra el total de tramos por sondajes, siendo el sondaje terciario con mayor cantidad de tramos, los sondajes cuaternarios y de verificación en menor cantidad.

Figura 66

(a) Absorción promedio por sondajes

(b) Total de tramos por sondajes



Nota. Se muestra (a) Absorción promedio por sondajes, izquierda, (b) Total de tramos por sondajes, derecha. Fuente: Autoría propia

4.2.3. Sondajes de Verificación

Comprobar si las inyecciones de impermeabilización están dentro de los parámetros establecidos para ensayos de permeabilidad, se realizó 2 sondajes de verificación, se tuvo como máxima tolerancia 3 UL. Se tiene la siguiente tabla:

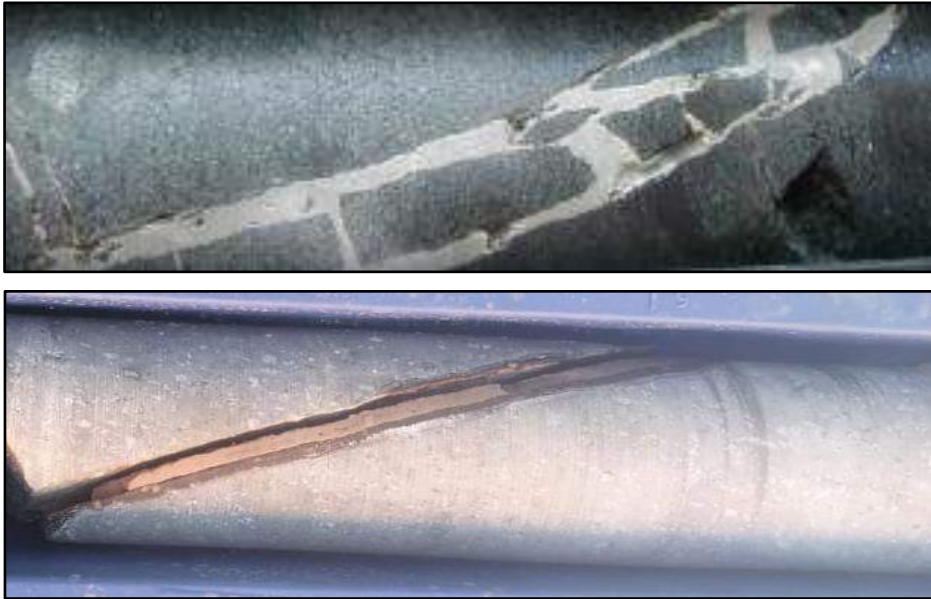
Tabla 24*Resumen de sondajes de comprobación*

Sondaje	Desde (m)	Hasta (m)	Unidad Lugeon (UL)	Coefficiente de permeabilidad K (cm/s)
L3-V001	3,00	8,00	1,33	1,73E-05
	8,00	13,00	0,84	1,09E-05
	13,00	18,00	2,49	3,24E-05
	18,00	23,00	0,52	6,71E-06
	23,00	28,00	0,00	0,00E+00
	28,00	33,00	0,00	0,00E+00
	33,00	38,00	0,00	0,00E+00
	38,00	43,00	0,00	0,00E+00
	43,00	45,00	0,00	0,00E+00
L3-V002	0,00	5,00	2,88	3,74E-05
	5,00	10,00	1,06	1,38E-05
	10,00	15,00	0,28	3,64E-06
	15,00	20,00	0,00	0,00E+00
	20,00	25,00	0,80	1,04E-05
	25,00	30,00	0,76	9,88E-06

Con las inyecciones cuaternarias, última etapa de inyecciones, se logró alcanzar permeabilidades menores a 3 UL. En los sondeos de verificación, los registros litológicos presentan un alto porcentaje de su RQD, mejorando las características de la roca en el eje de la cortina. Las perforaciones de control ejecutadas luego de finalizadas las tareas de inyección arrojaron como resultado la efectiva pantalla de impermeabilización observándose en las fracturas de la roca lechada fraguada, ver figura 67.

Figura 67

Lechada fraguada rellenando fisuras



Nota. Se aprecia el control de la inyección. Lechada fraguada rellenando fisuras en testigo de perforación. Fuente: Autoría propia

CONCLUSIONES

- El área de la relavera se encuentra en la unidad geomorfológica Flanco Andino, conformada por rocas volcánicas y macizos intrusivos con diversos grados de meteorización. Las unidades de suelo están constituidas por depósitos diluviales, coluviales y fluviales, estos últimos dispuestos en la base de la quebrada.
- En el estribo derecho de la cortina, en los sondajes S-COR-02, S-COR-08-09, valores de conductividad hidráulica entre 10^{-2} cm/s y 10^{-4} cm/s los primeros 40 a 70 m perforados respectivamente, los que se asocian a los tramos con mayor fracturamiento. En profundidad, la calidad del macizo mejora, pero las zonas fracturadas y la abertura de las discontinuidades, generan vías de alta admisión de agua.
- En el estribo izquierdo de la cortina, en los sondajes S-COR-10A, S-COR-03, se observan niveles de roca triturada con altos valores de conductividad hidráulica (10^{-2} cm/s), de diferentes espesores hasta los 30,00 m de profundidad, lo cual lo asocia a la existencia de una serie de fallas, la cual se encuentra intensamente fracturada.
- La zona de cauce queda apoyada sobre andesitas de la Riolita Samanape y Riolita Yarito. La principal falla de la zona corresponde a la falla Micalaco, la cual tiene una orientación $N66^{\circ}W \pm 10^{\circ}$. El tipo de falla es normal y su último

desplazamiento habría ocurrido en el Holoceno, por lo que es considerada una falla activa. La segunda falla que atraviesa la cortina de inyección en la zona del cauce es la falla Cortadera, el cual se desarrolla fundamentalmente a lo largo de la quebrada Cortadera.

- Superficialmente en el terreno se observan los contactos litológicos, en los testigos de sondajes se reconoció la falla Cortadera bajo los 40m de profundidad y se ha estimado que esta falla posee 10m de espesor, además en el proceso de ejecución de la cortina en dicha zona hubo cierta admisión de lechada donde el consumo de lechada fue mayor y esto se debe a una zona de alto fracturamiento.
- Se diseñaron 3 líneas de inyección donde se ejecutó primero la línea 1, luego la línea 2 y finalmente la línea central. Se diseñaron 4 tipos de perforaciones: perforación para inyección primaria que están separadas cada 12,00 m, perforaciones secundarias que están a media distancia entre dos primarias ubicado a 6m. de estas, perforaciones terciarias se encuentran entre primarias y secundarias con una distancia de 3,00 m. y perforaciones cuaternarias con un espaciamiento máximo de 1,50 m.
- Para la ejecución de las inyecciones se realizó por el método tradicional y para finalizar los trabajos de inyección se solicitó perforaciones cuaternarias adicionales para así obtener valores de absorción promedio menores a 25 Kg/m.

- Finalmente se logró impermeabilizar el macizo rocoso en el eje de la cortina, obteniendo permeabilidades por debajo de 3 Unidades Lugeon, homogenizando sus condiciones mecánicas e hidráulicas del macizo rocoso.
- Obtener el título de Ingeniero Geólogo-Geotécnico mediante la presente tesis de investigación.

RECOMENDACIONES

- Diversos autores tienen valores y formas de referencia para un diseño de la cortina y para llevar a cabo un buen diseño de cortina de inyección, se sugiere principalmente conocer la condición geológica y geotécnica que deben complementarse con métodos de exploración geofísica y métodos de exploración del subsuelo.
- Según el macizo rocoso a tratar se deben escoger los equipos apropiados para ejecutar las perforaciones e inyecciones, para un tratamiento efectivo en tiempo y costos.
- En caso de perforar pozos con estratos de roca inestable que no permitan un adecuado avance, se sugiere utilizar aditivos de perforación previa validación de la supervisión o realizar tramos de inyección en progresión descendente.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- INGEMMET (1979). *Geología - Cuadrángulo de Moquegua* (35u),13-20
- Arteaga, T. R. E. (1 985). *Normas y Criterios Generales que rigen el proyecto de un Bordo de Almacenamiento*. Depto. de Irrigación, UACH., Chapingo, México.
- Arrellano, J. (2014). *Estudio Geotécnico para la construcción de la presa Tinkiccocha Apurimac - Perú* (tesis de bachillerato). Universidad Nacional del Altiplano, Puno-Perú.
- Bieniawski, Z. T. (1989). *Engineering rock mass classifications*, New York.
- Bureau Of Reclamation, U. S. (1970). *Proyecto de Presas Pequeñas* Madrid: Dossat.
- Bureau Of Reclamatiom Et Al., (2008). *Diseño de pequeñas presas*, Ediciones Española Madrid- España.
- Colpos, (1980). *Manual para proyectos de pequeñas obras hidráulicas para riego y abrevadero*” Tomo II. Editorial Limusa-Wiley - México.

- Dal- Re., R. Ayura, F., García A.I., Martínez, V., Cañas, I., Gallego, E, de los Santos, R., (2005). *Pequeños Embalses de uso agrícola*. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid.
- Deere, U. & Lombardi, G. (1985). *Grout slurries thick or thin. Issued in dam grouting – ASCE convention, Denver*.
- Empresas Públicas de Medellín (2019). *Descripción de las obras construcción de la presa de Porce III*. Revista de obras públicas.
- Ewert, F. (1985). *Rock grouting with emphasis on dam sites*. Springer-Verlag. Berlin, Germany.
- Ewert, F. (2003). *Discussion of rock type related criteria for curtain grouting*. Proceedings of the third international conference on grouting and ground improvement, ASCE special publication, No. 120.
- Extremera, P. J., Santos, A., Muñoz, J., & Espejo , F. (2015). *Mejora y corrección de la impermeabilización en el cimientado de la presa de las fitas*. Área de Biblioteca, Archivo y Publicaciones de la Universidad de Cádiz. Huesca - España
- Gamarra, T. (2014). *Tipos de presas*. Obtenido de Academia.edu: https://www.academia.edu/8981172/Tipos_de_presas-tania

Giraldo Betancourt, J. S. (2014). *Operación óptima de una cadena de plantas hidráulicas de generación con embalses*. Obtenido de <http://repositorio.utp.edu.co/dspace/bitstream/11059/4922/1/6213121G516.pdf>

Hernández, P. (2013). *Evaluación del método GIN (número de intensidad de inyectado) en inyección de pantallas de impermeabilización en macizos rocosos*(tesis de maestría). Universidad Nacional Autónoma de México. México.

Houlsby, A. (1990). *Construction and design of cement grouting: a guide to grouting in rock foundations*. John Wiley and Sons, Inc. New York.

Instituto Español del Cemento y sus Aplicaciones, I. (2012). *Presas de hormigón*. Obtenido de Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos: <http://www.ciccp.es>

José a. Jimenez salas, et al. (1 980). *Geotecnia y Cimientos II*. Editorial Rueda, Madrid – España.

Littejohn, G. (1992). *Report on session 2: Consolidation grouting. Grouting in the ground, Conference proceedings*. Institution of civil enginners, London. p.183-192.

Lugeon, M. (1933). *Barrages et Geologie Dunod, Paris*. Marsal,

NORMA IRAM 10 531, (1 992). Instituto Argentino de Racionalización de Materiales. Método de determinación de la permeabilidad "in situ" por la técnica Lefranc.- Editorial hemisferio Sur –Argentina.

Osinergmin (2017). *Guía de criterios geomecánicos para diseño, construcción, supervisión y cierre de labores subterráneas.* Lima - Perú.

Rico, A., & Gutiérrez, R. (2019). *Metodologías de inyección para tratamientos de macizos rocosos para obra geotécnicas.* Escuela colombiana de ingeniería Julio Garabito.

Rimachi, E. (2016). *Aplicación del Método GIN para la pantalla de impermeabilización de la Presa Pupamayo-distrito de Macusani-provincia de Carabaya-departamento de Puno* (tesis de bachillerato). Arequipa - Perú.

Weaver, K., & Bruce, D. (2007). *Dam Foundation Grouting, revised and expanded.* ASCE. press. 473 p.

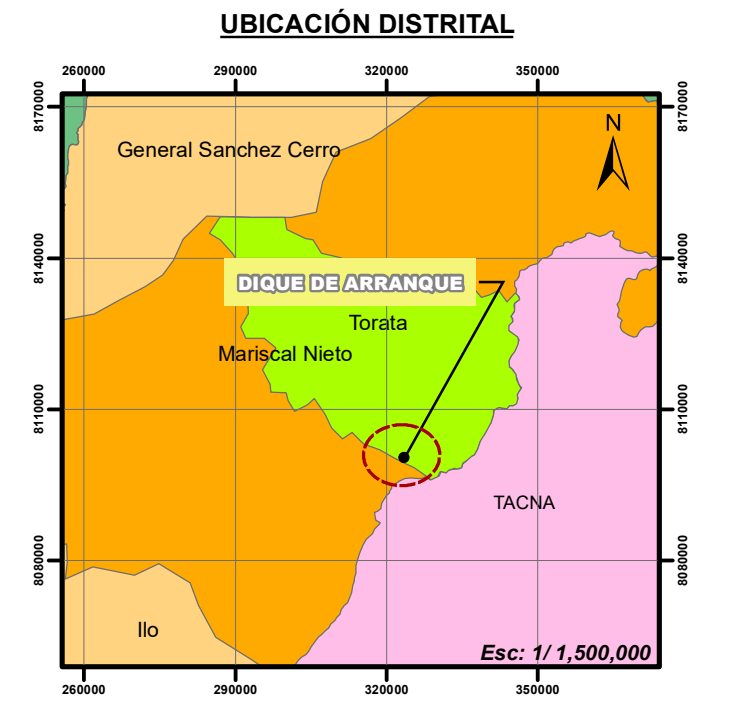
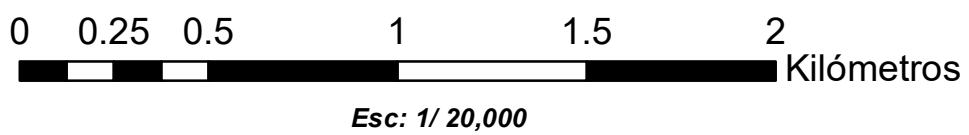
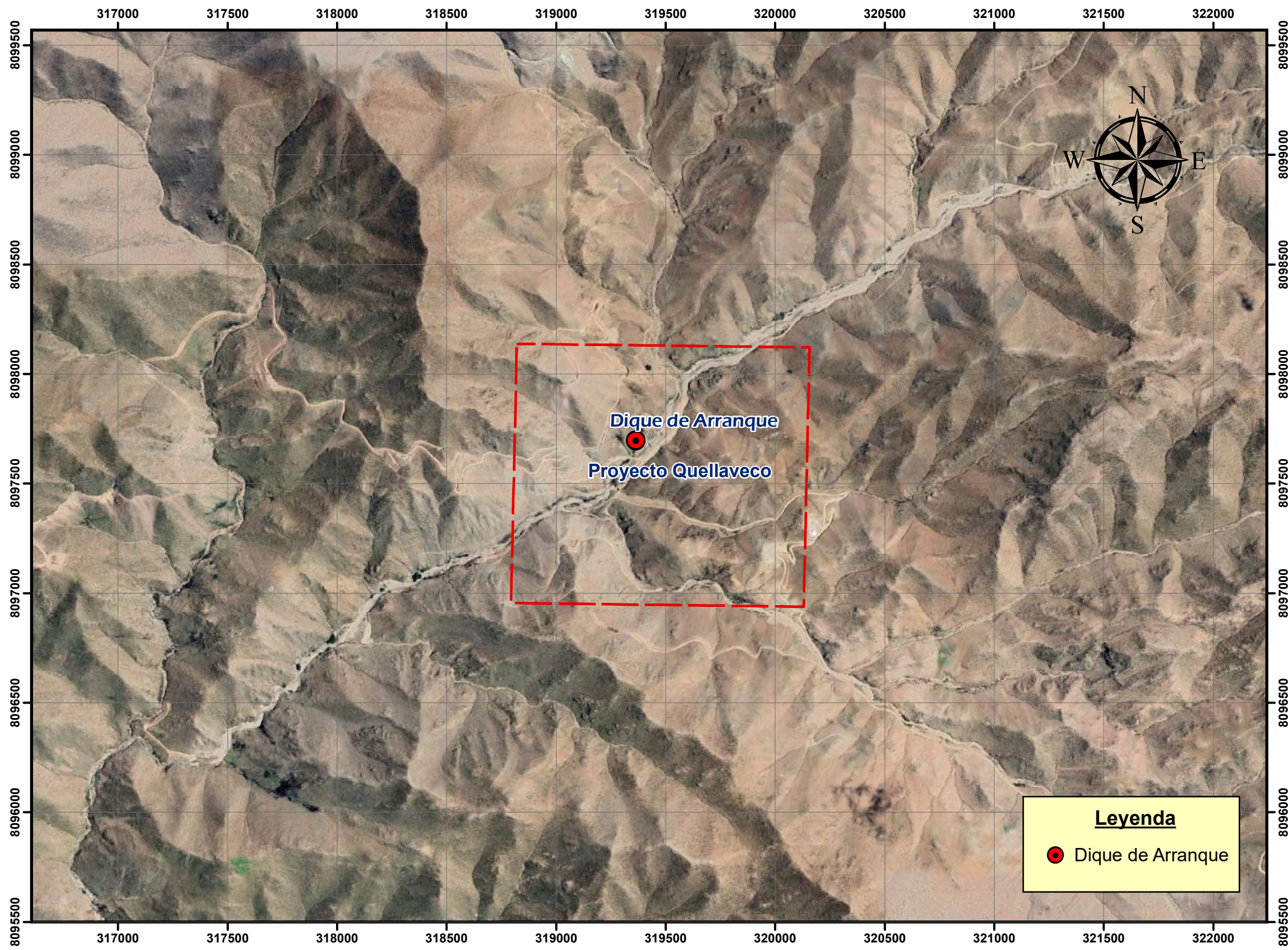
Wilson, D., & Dreese, T. (1997). *Diseño de cortina de inyección para presas.* association of state dam safety officials annual conference.

Wilson, J. y García, W. (1962). *Geología del Cuadrángulo de Moquegua* (Hoja 35-u), Boletín 15 serie A: Carta Geológica Nacional, 61-65.

ANEXOS

ANEXO 1

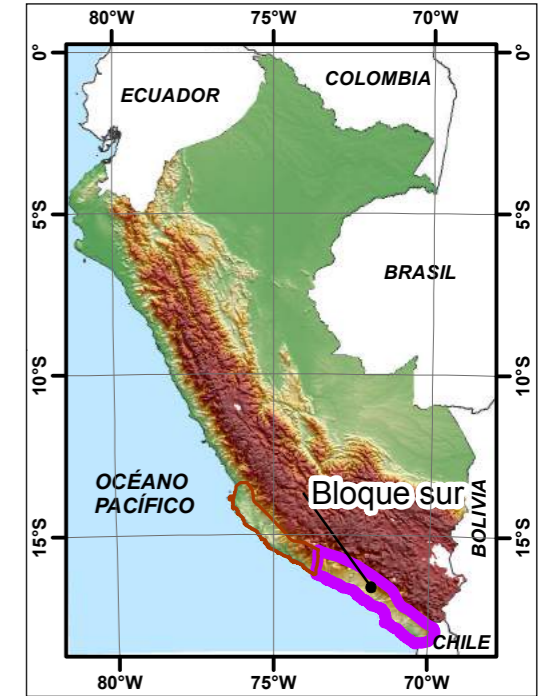
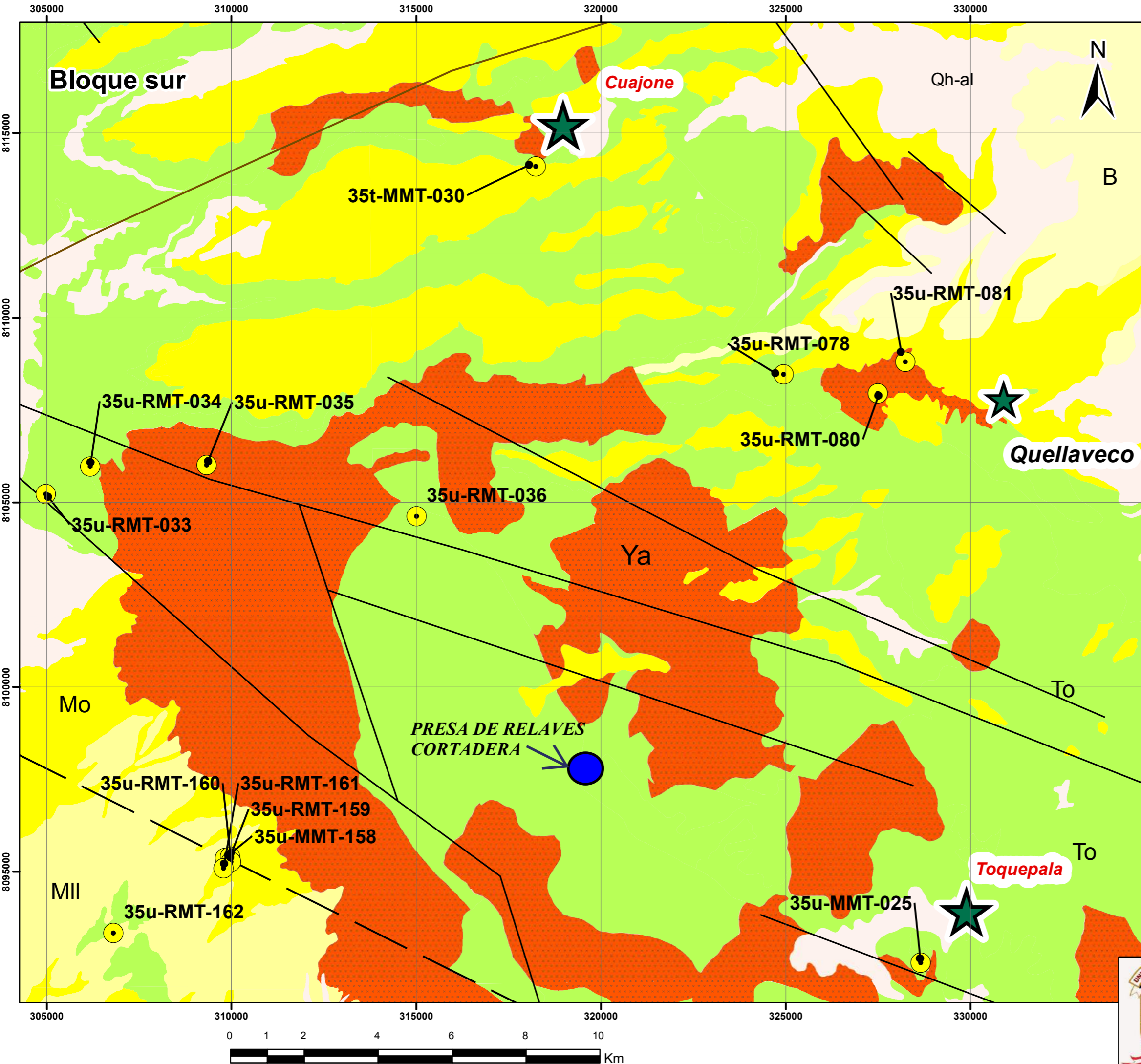
UBICACIÓN DEL ÁREA DEL PROYECTO



Proyecto:			
DIQUE DE ARRANQUE - PROYECTO QUELLAVECO			
Nombre del Plano:			
PLANO DE UBICACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO			
Departamento:	Provincia:	Distrito:	N° de Plano:
MOQUEGUA	MARISCAL NIETO	TORATA	&
Datum: Proyección WGS84, Zona 19S	Escala: Indicada	Fecha: AGOSTO, 2020	

ANEXO 2

GEOLOGÍA REGIONAL



LEYENDA

Qh-al	Depósitos aluviales
B	Grupo Barroso
MII	Formación Millo
Mo	Formación Moquegua
To	Grupo Toquepala
UNIDADES INTRUSIVAS	
Ya	Superunidad Yarabamba

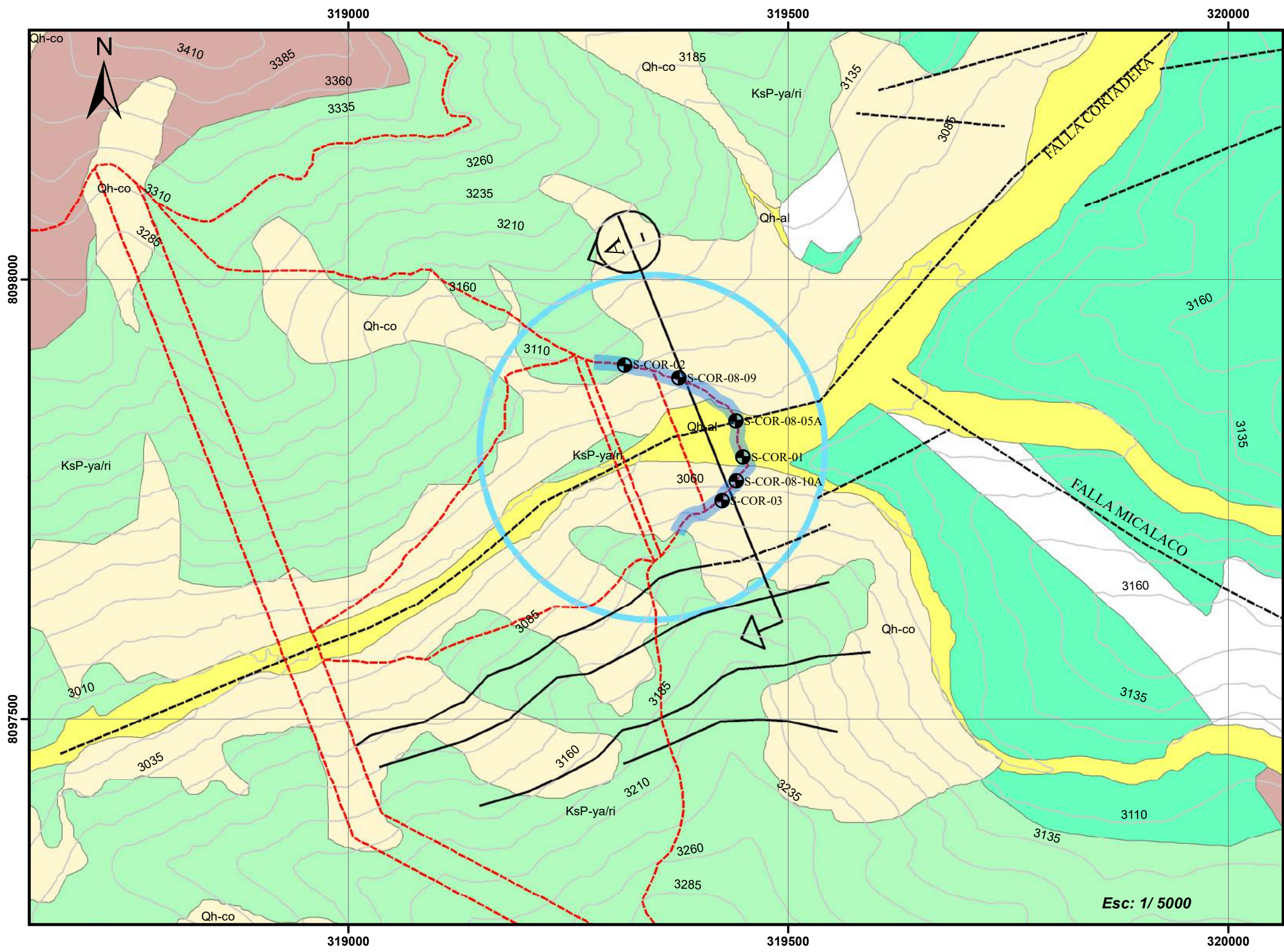
Símbolos

	Área de estudio		Lineamientos NE/EO
	Muestra de roca		Lineamientos NO
	Pórfidos de Cu-Mo		Lineamientos inferidos
	Presa de relaves Cortadera	ESTADO DE LA UNIDAD MINERA	
		Proyecto	
		Operación	

	UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL, ARQUITECTURA Y GEOTECNIA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA GEOLOGICA-GEOTECNIA		
	PLANO GEOLÓGICO REGIONAL		
	MAPA N° 2	NOMBRE: C.ZUÑIGA	FUENTE: INGEMMET
	ESCALA 1:100 000	FECHA OCTUBRE 2021	PROYECCIÓN WGS 84

ANEXO 3

GEOLOGÍA LOCAL DEL EJE DE LA CORTINA DE INYECCION



LEYENDA

CUATERNARIO

- Qh-al Bloques, bolones, gravas y arenas en general limpias.
- Qh-co Bloques, bolones y gravas, angulosas, con menor cantidad de arena y finos.

CRETÁCICO SUPERIOR A PALEOCENO

Riolita Yarito

- KsP-ya/ri Lavas porfíricas de color gris claro, a veces algo rosadas a violeta, matriz fina, silificadas. Roca de alta resistencia, levemente meteorizada, superficialmente fracturada.

Riolita Samanape

- Kti-sa/an Lavas de composición andesítica, porfírica, de color gris oscuro, muy duras, competentes; meteorización limitada a pátinas gris amarillento; debil a medianamente fracturadas.

- KsP-sa/tb Tobas-lapilli, de composición riolítica, de color gris claro rosáceo con una leve coloración rojiza, muy duras competentes, levemente meteorizadas, fracturadas en superficie.

CRETÁCICO SUPERIOR

- Kti-gd Granodiorita regional, roca de alta resistencia, color gris claro, levemente meteorizada y poco fracturada. Sólo en el extremo norte del área se encuentra completamente meteorizada en superficie.
- AH Zona de alteración hidrotermal



UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL, ARQUITECTURA Y GEOTECNIA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA GEOLÓGICA - GEOTECNIA

TESIS: PLANO GEOLÓGICO DEL EJE DE LA CORTINA DE INYECCION		ANEXO: 3
TÍTULO: DISEÑO DE LA CORTINA DE INYECCIÓN PARA IMPERMEABILIZACIÓN DEL MACIZO ROCOSO FRACTURADO EN PRESA DE RELAVES CORTADERA		Dep. :Moquegua Prov. :Mrcal. Nieto Dist. :Torata Sect. :Quellaveco
FUENTE: GEOLOGÍA - AAQSA	ESCALA: INDICADA	PRESENTADO POR: C. ZUÑIGA
	FECHA: FEBRERO 2020	DATUM: WGS84, Zona 19s

CUADRO DE COORDENADAS DE SONDAJES DE EXPLORACIÓN

SONDAJE	ESTE	NORTE
SCOR-02	8097911,80	319316,40
SCOR-08-09	8097900,70	319355,30
SCOR-08-05A	897848,70	319427,70
SCOR-01	8097815,40	319492,90
SCOR-03	8097720,30	319500,30
SCOR-08-10A	8097734,60	319497,30

SIMBOLOGÍA

- Falla cubierta estimada
- - - - - Traza presa de relaves
- Falla
- ⊕ Corte Geológico
- ⊕ Sonda de exploración
- ▬ Eje de la cortina de inyección

ANEXO 4

REGISTRO GEOTÉCNICO DE SONDAJES DE EXPLORACIÓN

REGISTRO DE PERFORACION

SONDEO N° S-COR-02

TIPO DE PERFORACION: ROTATORIA COTA : 3.091.990 PROYECTO : QUELLAVECO
 FECHA DE INICIO : 03 - 07 - 99 DIRE. / INCLINACION : -90° UBICACION : PRESA CORTADERA
 FECHA DE TERMINO : 06 - 07 - 99 PROF. FINAL : 41.00 m. COORDENADAS: N 8° 097,911.760 E 319,316.38

DIAMETRO DE PERFOR.	DIAMETRO DE REVEST. CEMENTACION.	NIVEL FREATICO	PROF. FECHA	RETORNO AGUA DE PERFORACION %	RECUPERACION DE MUESTRA		PROFUNDIDAD m.	PERFIL GEOLOGICO	DESCRIPCION	(F) GRADO DE FRACTURAMIENTO	(W) GRADO DE METEORIZACION	(D) GRADO DE DUREZA	PARAMETROS DE ROCA				PARAMETROS DE SUELO		
					RQD	REC (%)							PRUEBAS LUGEON				N° FRACTURAS	SPT (N)	PERMEABILIDAD (cm /seg)
					ABSORCION l / m / min.														
													0.1	1.0	10.0	100.0			
HQ ³	HW			90%			0		0.00 - 1.40 suelo coluvial formado por bloques rocosos angulosos, en matriz limo arcillosa, cantos y gravas mayormente traquiandesiticas.								01		
							1.60										04		1.11 x 10 ⁻⁴
							2.00		1.40 - 10.25 contacto erosional, traquiandesita gris, matriz fina, fresca, resistente, con plagioclasas, y feldespato potásico, la roca se presenta masiva, con superficies de corte frescas, planares y rugosas, con rellenos de óxidos de Mn y Fe.								01		
							3.00										03		
							4.30										01		
							5.15										02		2.45 x 10 ⁻³
							5.85												
							7.45										02		
							8.00										02		
							8.85										00		
							10										02		5.95 x 10 ⁻⁴
							10.45		10.25 - 11.20 fractura longitudinal con relleno de arcillas.										
							11.85		11.30 - 11.40 pequeña cavidad en forma de drusa con cristales de cuarzo y ortosa y dendritas de óxido de Mn negro.								04		
							13.00		11.10 - 13.15 traquiandesita masiva, grano fino con plagioclasas y feldespatos, los planos de fracturamiento presentan pátinas de óxidos de Fe y Mn en forma de dendritas, tramos fracturados entre 13.80 a 14.30; 14.50 a 15.10; 15.30 a 16.15								03		
							14.60										03		
							15												
							16.15		16.15 - 19.05 traquiandesita masiva, fresca, resistente, fracturas subverticales.								15		3.80 x 10 ⁻⁴
							17.30										00		
							18.00										00		
							19.40		19.05 - 20.15 tramo fracturado								02		
							20.15		20.15 - 22.80 traquiandesita masiva, fresca, resistente.								05		
							21.00										03		8.22 x 10 ⁻⁴
							22.35										02		
							23.00		22.80 - 23.00 tramo fracturado								07		
							24.00		23.00 - 27.70 traquiandesita masiva, fresca, resistente, color gris claro, con superficies de fractura planares, algo rugosas, con pátinas de óxidos de Mn y Fe, con magnetita en matriz.								03		
							25										03		4.68 x 10 ⁻⁴
							28.00		27.70 - 28.40 fractura longitudinal abierta con relleno arcilloso y pátinas de óxido de Fe y Mn.								12		
							29.85		28.40 - 28.55 tramo fracturado								10		
							30		28.55 - 35.25 tramo con fracturas longitudinales abiertas, rugosas con relleno de arcillas y pátinas de óxido de Mn y Fe.								03		5.38 x 10 ⁻⁴
							31.00												
							33.00										06		
							35												
							35.75										09		5.43 x 10 ⁻⁴
							38.00		37.50 - 41.00 traquiandesita resistente, con fracturas longitudinales cerradas, a los 39.40 vetilla de cuarzo de 5 mm.								04		
							39.55										03		8.10 x 10 ⁻⁴
							40										02		
							45												

PARAMETROS DE ROCA	GRADO DE FRACTURAMIENTO (ISRM, 1978)			GRADO DE METEORIZACION (ISRM, 1980)		GRADO DE DUREZA (ISRM, 1978)			SIMBOLOGIA Y LEYENDA	
	GRADO	CALIFICACION	ESPACIAMIENTO DE FRACTURAS	GRADO	CALIFICACION	GRADO	CALIFICACION	RANGO APROX. DE RESISTENCIA (MPa)		
	F1	MASIVA	>2.0 m	W1	FRESCA (SANA)	D-0	EXTREMADAMENTE DEBIL	0.25 - 1.0	○ ○ ○ ○ ○ DEPOSITO COLUVIAL	
F2	POCO FRACTURADA	0.6 - 2.0 m	W2	LIGERAMENTE METEORIZADA	D-1	MUY DEBIL	1.0 - 5.0	△ △ △ △ △ ROCA TRAQUIANDESITA		
F3	FRACTURADA	0.2 - 0.6 m	W3	MODERADAMENTE METEORIZADA	D-2	DEBIL	5.0 - 25.0	— FRACTURAS		
F4	MUY FRACTURADA	0.06 - 0.2 m	W4	INTENSAMENTE METEORIZADA	D-3	MODERADAMENTE RESISTENTE	25.0 - 50.0	— ALTERACION		
F5	TRITURADA	< 0.06 m	W5	COMPLETAMENTE METEORIZADA	D-4	RESISTENTE	50.0 - 100.0	— FALLA GEOLOGICA		
					D-5	MUY RESISTENTE	100.0 - 250.0			
					D-6	EXTREMADAMENTE RESISTENTE	> 250.0			

OBSERVACIONES: Se instaló piezómetro.

APROBADO POR : H.C.F. ELABORADO POR : L.R.E./D.H.P. HOJA

SUPERVISION S. BACHY PERU S.A. 1 de 1

REGISTRO GEOTECNICO DE SONDAJES



Sondaje N° : SCOR-08-09	Azimut: 0	Hoja N°: 1 de 13
Coordenadas :	Inclinación: -90	Fecha: 23-11-2009
Mapeados por : CZE	Cota Collar:	Longitud teórico / Real : 75.00 / 75.00

Tramo N°		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Intervalo	Desde (m)	0.00	0.30	1.10	2.00	3.15	4.65	5.00	5.30	5.70	6.30
	Hasta (m)	0.30	1.10	2.00	3.15	4.65	5.00	5.30	5.70	6.30	6.90
Largo de Perforación	(m)	0.30	0.80	0.90	1.15	1.50	0.35	0.30	0.40	0.60	0.60
mentos deroca su	(m)	0.15	0.35	0.40	0.15	0.40	0.20	0.15	0.35	0.55	0.50
Recuperación	%	50	44	44	13	27	57	50	87	92	83
Total Trozos >10 cm	(cm)	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
RQD	(%)	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Litología	Depósito conformado por material Limo - Arenoso de color gris parduzco, suelto con inclusiones de grava y fargmentos líticos polimícticos y heterométricos, sub-angulosos a sub-redondeados										
Resistencia a la compresión de la matriz											
Espaciamento discontinuidades [mm]	(mm)										
Alteración de las paredes de discontinuidad											
Coefficiente de rugosidad de la discontinuidad	JRC										
Resistencia a la compresión de las paredes de las discontinuidades	JCS										
Descripción del Tramo	De 0.00 a 12.80 mts										
Tipo Relleno											
Espesor / Abertura Medio	(mm)										
Meteorización											
N° Sistemas en el Tramo											
FF/m											
Tipo de Fracturas (Diaclasas, Fallas, Estratificación, venillas, etc)											
Numero de Fracturas											
Abiertas											
Cerradas											
N° Discontinuidad	Jn										

OBSERVACIONES GENERALES :

INDICE DE METEORIZACION	
W 1	Inalterada fresco
W 2	Ligeramente meteorizada
W 3	Moderadamente meteorizada
W 4	Altamente meteorizada
W 5	Completamente meteorizada
W 6	Suelo residual

Numero de Discontinuidades	
Masiva	0.5
Un sistema de discontinuidades	2
Un sistema de discontinuidades + una aislada	3
Dos sistema de discontinuidades	4
Dos sistema de discontinuidades + una aislada	6
Tres sistema de discontinuidades	9
Tres sistema de discontinuidades + una aislada	12
Cuatro sistema de discontinuidades	15
Roca triturada	20

RESISTENCIA ESTIMADA [Mpa]		
R 6	Extremadamente Dura	> 250
R 5	Muy Dura	100 - 250
R 4	Dura	50 - 100
R 3	Moderadamente Dura	25 - 50
R 2	Blanda	5 - 25
R 1	Muy Blanda	1 - 5
R 0	Extremadamente Blanda	0.25 - 1

REGISTRO GEOTECNICO DE SONDAJES

Sondaje N° : SCOR-08-09	Azimut: 0	Hoja N°: 2 de 13
Coordenadas :	Inclinación: -90	Fecha: 23-11-2009
Mapeados por : CZE	Cota Collar:	Longitud teórico / Real : 75.00 / 75.00

Tramo N°		11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Intervalo Desde (m)	6.90	7.30	7.60	8.10	8.50	8.80	9.00	9.30	9.70	10.00	
Hasta (m)	7.30	7.60	8.10	8.50	8.80	9.00	9.30	9.70	10.00	10.20	
Largo de Perforación (m)	0.40	0.30	0.50	0.40	0.30	0.20	0.30	0.40	0.30	0.20	
Largo Recuperado (m)	0.35	0.25	0.45	0.35	0.25	0.15	0.25	0.35	0.25	0.15	
Recuperación (%)	88	83	90	87	83	75	83	88	83	75	
Total Trozos >10 cm (cm)	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
RQD (%)	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	

Litología	Depósito conformado por material Limo - Arenoso de color gris parduzco, suelto con inclusiones de grava y fargmentos líticos polimícticos y heterométricos, sub-angulosos a sub-redondeados										
Resistencia a la compresión de la matriz											
Espaciamento discontinuidades [mm] (mm)											
Alteración de las paredes de discontinuidad											
Coefficiente de rugosidad de la discontinuidad JRC											
Resistencia a la compresión de las paredes de las discontinuidades JCS											
Descripción del Tramo	De 0.00 a 12.80 mts										
Tipo Relleno											
Espesor / Abertura Medio (mm)											
Meteorización											
N° Sistemas en el Tramo											
FF/m											
Tipo de Fracturas (Diaclasas, Fallas, Estratificación, venillas, etc)											
Numero de Fracturas											
Abiertas											
Cerradas											
N° Discontinuidad Jn											

OBSERVACIONES GENERALES :

INDICE DE METEORIZACION	
W 1	Inalterada fresco
W 2	Ligeramente meteorizada
W 3	Moderadamente meteorizada
W 4	Altamente meteorizada
W 5	Completamente meteorizada
W 6	Suelo residual

Numero de Discontinuidades	
Masiva	0.5
Un sistema de discontinuidades	2
Un sistema de discontinuidades + una aislada	3
Dos sistema de discontinuidades	4
Dos sistema de discontinuidades + una aislada	6
Tres sistema de discontinuidades	9
Tres sistema de discontinuidades + una aislada	12
Cuatro sistema de discontinuidades	15
Roca triturada	20

RESISTENCIA ESTIMADA [Mpa]		
R 6	Extremadamente Dura	> 250
R 5	Muy Dura	100 - 250
R 4	Dura	50 - 100
R 3	Moderadamente Dura	25 - 50
R 2	Blanda	5 - 25
R 1	Muy Blanda	1 - 5
R 0	Extremadamente Blanda	0.25 - 1

REGISTRO GEOTECNICO DE SONDAJES



Sondaje N° : SCOR-08-09		Azimut: 0				Hoja N°: 3 de 13						
Coordenadas :		Inclinación: -90				Fecha: 23-11-2009						
Mapeados por : CZE		Cota Collar:				Longitud teórico / Real : 75.00 / 75.00						
Tramo N°		21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	
Intervalo	Desde (m)	10.20	11.00	12.00	12.80	13.80	14.20	14.60	15.00	15.40	16.30	
	Hasta (m)	11.00	12.00	12.80	13.80	14.20	14.60	15.00	15.40	16.30	16.90	
Largo de Perforación	(m)	0.80	1.00	0.80	1.00	0.40	0.40	0.40	0.40	0.90	0.60	
Largo Recuperado	(m)	0.75	0.95	0.60	0.40	0.35	0.35	0.35	0.35	0.85	0.55	
Recuperación	%	94	95	75	40	88	87	87	87	94	92	
Total Trozos >10 cm	(cm)	--	--	--	--	--	--	0.28	0.11	0.50	0.50	
RQD	(%)	--	--	--	--	--	--	70	28	56	83	
Litología	Depósito conformado por material Limo - Arenoso de color gris parduzco, suelto con inclusiones de grava y fargmentos líticos polimícticos y heterométricos, sub-angulosos a sub-redondeados				Roca volcánica - Andesita - de color gris-pardo oscuro, con brillo pardo mate, de textura porfirítica, de grano fino, con feno cristales de feldespatos y plagioclasas. La roca se presenta fragmentada y/o triturada			Roca volcánica - Andesita - de color gris-pardo oscuro, con brillo pardo mate, de textura porfirítica, de grano fino. La roca se caracteriza como poco fracturada a fracturada, ligeramente meteorizada y de resistencia moderadamente dura a dura.				
Resistencia a la compresión de la matriz								R3				
Espaciamiento discontinuidades [mm]	(mm)					< 60			< 60 - 200		10 - 200	60 - 200
Alteración de las paredes de discontinuidad								W1				
Coefficiente de rugosidad de la discontinuidad	JRC								0 - 2, 4 - 6	4 - 6, 6 - 8	0 - 2, 4 - 6, 6 - 8	4 - 6, 6 - 8
Resistencia a la compresión de las paredes de las discontinuidades	JCS								R2			
Descripción del Tramo	De 0.00 a 12.80 mts				De 12.80 a 14.60 mts			De 14.60 a 23.90 mts				
Tipo Relleno								Oxid	Oxid	Oxid	Oxid	
Espesor / Abertura Medio	(mm)								1	1	1	1
Meteorización								W2				
N° Sistemas en el Tramo								2	2 + 1	1 + 1	2	
FF/m					> 20			7 - 8		5 - 6		
Tipo de Fracturas (Diaclasas, Fallas, Estratificación, venillas, etc)								J	J	J	J	
Numero de Fracturas					Roca fragmentada / triturada			4	3 - 4	5	5 - 4	
Abiertas												
Cerradas												
N° Discontinuidad	Jn					20			4	6	3	4
OBSERVACIONES GENERALES :												

INDICE DE METEORIZACION	
W 1	Inalterada fresco
W 2	Ligeramente meteorizada
W 3	Moderadamente meteorizada
W 4	Altamente meteorizada
W 5	Completamente meteorizada
W 6	Suelo residual

Numero de Discontinuidades	
Masiva	0.5
Un sistema de discontinuidades	2
Un sistema de discontinuidades + una aislada	3
Dos sistema de discontinuidades	4
Dos sistema de discontinuidades + una aislada	6
Tres sistema de discontinuidades	9
Tres sistema de discontinuidades + una aislada	12
Cuatro sistema de discontinuidades	15
Roca triturada	20

RESISTENCIA ESTIMADA [Mpa]		
R 6	Extremadamente Dura	> 250
R 5	Muy Dura	100 - 250
R 4	Dura	50 - 100
R 3	Moderadamente Dura	25 - 50
R 2	Blanda	5 - 25
R 1	Muy Blanda	1 - 5
R 0	Extremadamente Blanda	0.25 - 1

REGISTRO GEOTECNICO DE SONDAJES

Sondaje N° : SCOR-08-09		Azimut: 0				Hoja N°: 4 de 13					
Coordenadas :		Inclinación: -90				Fecha: 23-11-2009					
Mapeados por : CZE		Cota Collar:				Longitud teórico / Real : 75.00 / 75.00					
Tramo N°		31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
Intervalo	Desde (m)	16.90	17.90	18.55	19.25	20.05	20.45	21.50	22.20	22.90	23.30
	Hasta (m)	17.90	18.55	19.25	20.05	20.45	21.50	22.20	22.90	23.30	23.90
Largo de Perforación	(m)	1.00	0.65	0.70	0.80	0.40	1.05	0.70	0.70	0.40	0.60
Largo Recuperado	(m)	0.95	0.60	0.65	0.65	0.35	0.95	0.65	0.65	0.35	0.55
Recuperación	%	95	92	93	81	88	90	93	93	87	92
Total Trozos >10 cm	(cm)	0.65	0.6	0.68	0.12	0.23	0.76	0.6	0.6	0.34	0.45
RQD	(%)	65	92	97	15	58	72	86	86	85	75
Litología	Roca Volcánica - Andesita - de color gris pardo oscuro, con brillo pardo marrón mate, presenta textura porfírica, de grano fino. La roca se presenta poco fracturada a fracturada, ligeramente meteorizada, de resistencia moderadamente dura a dura										
Resistencia a la compresión de la matriz	R 3										
Espaciamiento discontinuidades [mm]	(mm)	60 - 200	200 - 600	200 - 600		60 - 200	200 - 600	200 - 600	200 - 600		
Alteración de las paredes de discontinuidad	W2										
Coefficiente de rugosidad de la discontinuidad	JRC	0 - 2	0 - 2, 4 - 6, 6 - 8	0 - 2	0 - 2, 4 - 6		0 - 2, 4 - 6		0 - 2, 6 - 8	6 - 8	0 - 2, 6 - 8
Resistencia a la compresión de las paredes de las discontinuidades	JCS	R 2			R 2	R 2	R 2	R 2			
Descripción del Tramo	De 14.60 a 23.90 mts										
Tipo Relleno		Oxid	Oxid	Oxid	Oxid	Oxid	Oxid	Oxid	Oxid	Oxid	Oxid
Espesor / Abertura Medio	(mm)	1			1	1	1	1	1	1	1
Meteorización	W 2										
N° Sistemas en el Tramo		1 + 1	1 + 1	1	2	1	1	1 + 1	1	1 + 1	2
FF/m		3	2 - 3		5 - 7		4	6		6	
Tipo de Fracturas (Diaclasas, Fallas, Estratificación, venillas, etc)		J	J	J	J	J	J	J	J	J	J
Numero de Fracturas		7	5	3	5	2	4	3	3	3	43
Abiertas											
Cerradas											
N° Discontinuidad	Jn	3	3	2	4	2	2	3	2	3	4
OBSERVACIONES GENERALES :											

INDICE DE METEORIZACION	
W 1	Inalterada fresco
W 2	Ligeramente meteorizada
W 3	Moderadamente meteorizada
W 4	Altamente meteorizada
W 5	Completamente meteorizada
W 6	Suelo residual

Numero de Discontinuidades	
Masiva	0.5
Un sistema de discontinuidades	2
Un sistema de discontinuidades + una aislada	3
Dos sistema de discontinuidades	4
Dos sistema de discontinuidades + una aislada	6
Tres sistema de discontinuidades	9
Tres sistema de discontinuidades + una aislada	12
Cuatro sistema de discontinuidades	15
Roca triturada	20

RESISTENCIA ESTIMADA [Mpa]		
R 6	Extremadamente Dura	> 250
R 5	Muy Dura	100 - 250
R 4	Dura	50 - 100
R 3	Moderadamente Dura	25 - 50
R 2	Blanda	5 - 25
R 1	Muy Blanda	1 - 5
R 0	Extremadamente Blanda	0.25 - 1

REGISTRO GEOTECNICO DE SONDAJES

Sondaje N° : SCOR-08-09		Azimut: 0				Hoja N°: 5 de 13					
Coordenadas :		Inclinación: -90				Fecha: 23-11-2009					
Mapeados por : CZE		Cota Collar:				Longitud teórico / Real : 75.00 / 75.00					
Tramo N°		41	42	43	44	45	46	47	48	49	50
Intervalo	Desde (m)	23.90	24.10	24.40	24.90	25.30	26.30	27.50	28.10	29.00	29.55
	Hasta (m)	24.10	24.40	24.90	25.30	26.30	27.50	28.10	29.00	29.55	30.00
Largo de Perforación	(m)	0.20	0.30	0.50	0.40	1.00	1.20	0.60	0.90	0.55	0.45
Largo Recuperado	(m)	0.15	0.25	0.45	0.35	0.95	1.15	0.55	0.85	0.50	0.40
Recuperación	%	75	83	90	87	95	96	92	94	91	89
Total Trozos >10 cm	(cm)	0.18	0.1	0.38	0.25	0.8	1.05	0.42	0.48	0.5	0.4
RQD	(%)	90	33	76	62	80	88	70	53	91	89
Litología	Roca Volcánica - Andesita - de color gris pardo oscuro, con brillo pardo marrón mate, presenta textura porfirítica. La roca se presenta muy fracturada.				Roca Volcánica - Andesita - de color gris pardo oscuro, con brillo pardo marrón mate, presenta textura porfirítica, de grano fino. La roca se presenta masiva poco fracturada, ligeramente meteorizada, de resistencia moderadamente dura a dura						
Resistencia a la compresión de la matriz		R 4	R 4	R 4	R 4	R3			R4	R 3	
Espaciamiento discontinuidades [mm]	(mm)	60 - 200	60 - 200	60 - 200	200 - 600	200 - 600	200 - 600		600 - 2000		
Alteración de las paredes de discontinuidad		W 2	W 2	W 2	W 2	W 2	W 2				
Coefficiente de rugosidad de la discontinuidad	JRC			6 - 8, 8 - 10	4 - 6	0 - 2, 4 - 6	4 - 6	6 - 8	4 - 6	4 - 6	8 - 10
Resistencia a la compresión de las paredes de las discontinuidades	JCS			R 4			R 2	R 2			
Descripción del Tramo		De 23.90 a 24.90 mts			De 24.90 a 43.20 mts						
Tipo Relleno		Oxid	Oxid	Oxid	Oxid	Oxid	Oxid	Oxid	Oxid + Pirolusita	Oxid	Oxid
Espesor / Abertura Medio	(mm)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Meteorización		W 2	W 2	W 2	W 2						
N° Sistemas en el Tramo		1 + 1	1 + 1	2	1 + 1	2 + 1	2	2	1 + 1	1 + 1	1 + 1
FF/m		11			4		4	8		6	
Tipo de Fracturas (Diaclasas, Fallas, Estratificación, venillas, etc)		J	J	J	J	J	J	J	J	J	J
Numero de Fracturas		3	3	5	3	4	4	3	5	4	2
Abiertas											
Cerradas											
N° Discontinuidad	Jn	3	3	4	3	6	4	4	3	3	2
OBSERVACIONES GENERALES :											

INDICE DE METEORIZACION	
W 1	Inalterada fresco
W 2	Ligeramente meteorizada
W 3	Moderadamente meteorizada
W 4	Altamente meteorizada
W 5	Completamente meteorizada
W 6	Suelo residual

Numero de Discontinuidades	
Masiva	0,5
Un sistema de discontinuidades	2
Un sistema de discontinuidades + una aislada	3
Dos sistema de discontinuidades	4
Dos sistema de discontinuidades + una aislada	6
Tres sistema de discontinuidades	9
Tres sistema de discontinuidades + una aislada	12
Cuatro sistema de discontinuidades	15
Roca triturada	20

RESISTENCIA ESTIMADA [Mpa]		
R 6	Extremadamente Dura	> 250
R 5	Muy Dura	100 - 250
R 4	Dura	50 - 100
R 3	Moderadamente Dura	25 - 50
R 2	Blanda	5 - 25
R 1	Muy Blanda	1 - 5
R 0	Extremadamente Blanda	0,25 - 1

REGISTRO GEOTECNICO DE SONDAJES



Sondaje Nº : SCOR-08-09		Azimut: 0				Hoja Nº: 6 de 13					
Coordenadas :		Inclinación: -90				Fecha: 23-11-2009					
Mapeados por : CZE		Cota Collar:				Longitud teórico / Real: 75.00 / 75.00					
Tramo Nº		51	52	53	54	55	56	57	58	59	60
Intervalo	Desde (m)	30.00	30.30	30.70	31.60	32.20	32.90	33.00	33.70	34.20	34.70
	Hasta (m)	30.30	30.70	31.60	32.20	32.90	33.00	33.70	34.20	34.70	35.00
Largo de Perforación	(m)	0.30	0.40	0.90	0.60	0.70	0.10	0.70	0.50	0.50	0.30
Largo Recuperado	(m)	0.25	0.35	0.85	0.55	0.65	0.10	0.65	0.50	0.45	0.25
Recuperación	%	83	88	94	92	93	100	93	100	90	83
Total Trozos >10 cm	(cm)	0.25	0.3	0.72	0.49	0.65	0	0.62	0.45	0.4	0.2
RQD	(%)	83	75	80	82	93	0	89	90	80	67
Litología	Roca Volcánica - Andesita - de color gris pardo oscuro, con brillo pardo marrón mate, presenta textura porfírica, de grano fino. La roca se presenta masiva poco fracturada, ligeramente meteorizada, de resistencia moderadamente dura a dura										
Resistencia a la compresión de la matriz	R 4										
Espaciamiento discontinuidades [mm]	(mm)	200 - 600		100 - 400	100 - 400	200 - 600	200 - 600				
Alteración de las paredes de discontinuidad		W 2	W 2		W 2	W2	W2				
Coefficiente de rugosidad de la discontinuidad	JRC	6 - 8	6 - 8	0 - 2, 2 - 4	2 - 4	0 - 2, 2 - 4	0 - 2	0 - 2, 2 - 4	0 - 2		
Resistencia a la compresión de las paredes de las discontinuidades	JCS	R 2	R 2		R 2	R 2	R 2				
Descripción del Tramo	De 24.90 a 43.20 mts										
Tipo Relleno		Oxid	Oxid	Epídota + Pírolusita	Oxid	Oxid	Oxid	Oxs/Propílica	Oxid		
Espesor / Abertura Medio	(mm)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Meteorización	W 2										
Nº Sistemas en el Tramo		1	1	2	1 + 1	1	1	2	1 + 1	1	
FF/m		7			5		3		6		
Tipo de Fracturas (Diaclasas, Fallas, Estratificación, venillas, etc)		J	J	J	J	J	J	J	J	J	J
Numero de Fracturas		1	2	5	2	3	2	4	2	1	
Abiertas											
Cerradas											
Nº Discontinuidad	Jn	3	2	4	3	2	2	4	3	2	
OBSERVACIONES GENERALES :											

INDICE DE METEORIZACION	
W 1	Inalterada fresco
W 2	Ligeramente meteorizada
W 3	Moderadamente meteorizada
W 4	Altamente meteorizada
W 5	Completamente meteorizada
W 6	Suelo residual

Numero de Discontinuidades	
Masiva	0.5
Un sistema de discontinuidades	2
Un sistema de discontinuidades + una aislada	3
Dos sistema de discontinuidades	4
Dos sistema de discontinuidades + una aislada	6
Tres sistema de discontinuidades	9
Tres sistema de discontinuidades + una aislada	12
Cuatro sistema de discontinuidades	15
Roca triturada	20

RESISTENCIA ESTIMADA [Mpa]		
R 6	Extremadamente Dura	> 250
R 5	Muy Dura	100 - 250
R 4	Dura	50 - 100
R 3	Moderadamente Dura	25 - 50
R 2	Blanda	5 - 25
R 1	Muy Blanda	1 - 5
R 0	Extremadamente Blanda	0.25 - 1

REGISTRO GEOTECNICO DE SONDAJES

Sondaje N° : SCOR-08-09	Azimut: 0	Hoja N°: 7 de 13
Coordenadas :	Inclinación: -90	Fecha: 23-11-2009
Mapeados por : CZE	Cota Collar:	Longitud teórico / Real : 75.00 / 75.00

Tramo N°		61	62	63	64	65	66	67	68	69	70
Intervalo Desde (m)		35.00	35.55	36.60	38.15	39.70	40.80	41.40	41.70	42.30	42.60
Hasta (m)		35.55	36.60	38.15	39.70	40.80	41.40	41.70	42.30	42.60	43.20
Largo de Perforación (m)		0.55	1.05	1.55	1.55	1.10	0.60	0.30	0.60	0.30	0.60
Largo Recuperado (m)		0.50	1.00	1.45	1.45	1.05	0.55	0.25	0.55	0.25	0.55
Recuperación (%)		91	95	94	94	95	92	83	92	83	92
Total Trozos >10 cm (cm)		0.43	0.90	1.40	1.40	0.67	0.53	0.25	0.55	0.20	0.40
RQD (%)		78	86	90	90	61	88	83	92	67	67

Litología: Roca Volcánica - Andesita - de color gris pardo oscuro, con brillo pardo marrón mate, presenta textura porfírica, de grano fino. La roca se presenta masiva poco fracturada, ligeramente meteorizada, de resistencia moderadamente dura a dura

Resistencia a la compresión de la matriz	de 35.00 a 43.20 m. R3										
Espaciamiento discontinuidades [mm] (mm)	10 - 200	200 - 600	300 - 1000	600 - 1000	600 - 1000	600 - 800	600 - 800	600 - 800	600 - 800	600 - 800	200 - 400
Alteración de las paredes de discontinuidad	W 2	W 2	W2			W 2	W 2	W2	W 2	W2	W2
Coefficiente de rugosidad de la discontinuidad JRC	2 - 4	2 - 4	2 - 4	0 - 2, 6 - 8	0 - 2	0 - 2	4 - 6	4 - 6	4 - 6	4 - 6	2 - 4
Resistencia a la compresión de las paredes de las discontinuidades JCS	R 3					R 3	R 3	R 3	R 3	R 3	R 2
Descripción del Tramo	De 24.90 a 43.20 mts										
Tipo Relleno	Oxid	Oxid	Oxid + Propilica	Oxid + Calc	Oxid	Oxid	Oxid	Oxid	Oxid	Oxid	Propilica
Espesor / Abertura Medio (mm)	1 - 2	1	1	1 - 3	1	1	1	1	1	1	1 - 2
Meteorizacion	W 2										
N° Sistemas en el Tramo	1 + 1	1 + 1	1 + 1	2 + 1	1 + 1	1	1	2	2	2	
FF/m	3		4	6	4	5			5	1	
Tipo de Fracturas (Diaclasas, Fallas, Estratificación, venillas, etc)	J	J	J	J	J	J	J	J	J	J	J
Numero de Fracturas	3	3	6	6 - 8	4	3	2	4	1	4	
Abiertas								1		1	
Cerradas											
N° Discontinuidad Jn	3	3	3	6	2	2	2	4	4	4	

OBSERVACIONES GENERALES :

INDICE DE METEORIZACION	
W 1	Inalterada fresco
W 2	Ligeramente meteorizada
W 3	Moderadamente meteorizada
W 4	Altamente meteorizada
W 5	Completamente meteorizada
W 6	Suelo residual

Numero de Discontinuidades	
Masiva	0.5
Un sistema de discontinuidades	2
Un sistema de discontinuidades + una aislada	3
Dos sistema de discontinuidades	4
Dos sistema de discontinuidades + una aislada	6
Tres sistema de discontinuidades	9
Tres sistema de discontinuidades + una aislada	12
Cuatro sistema de discontinuidades	15
Roca triturada	20

RESISTENCIA ESTIMADA [Mpa]		
R 6	Extremadamente Dura	> 250
R 5	Muy Dura	100 - 250
R 4	Dura	50 - 100
R 3	Moderadamente Dura	25 - 50
R 2	Blanda	5 - 25
R 1	Muy Blanda	1 - 5
R 0	Extremadamente Blanda	0.25 - 1

REGISTRO GEOTECNICO DE SONDAJES



Sondaje N° : SCOR-08-09	Azimut: 0	Hoja N°: 8 de 13
Coordenadas :	Inclinación: -90	Fecha: 23-11-2009
Mapeados por : CZE	Cota Collar:	Longitud teórico / Real : 75.00 / 75.00

Tramo N°	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80
Intervalo Desde (m)	43.20	43.50	43.90	44.30	44.70	45.50	45.70	45.90	47.30	48.70
Hasta (m)	43.50	43.90	44.30	44.70	45.50	45.70	45.90	47.30	48.70	50.00
Largo de Perforación (m)	0.30	0.40	0.40	0.40	0.80	0.20	0.20	1.40	1.40	1.30
Largo Recuperado (m)	0.25	0.35	0.40	0.35	0.75	0.20	0.15	1.35	1.30	1.30
Recuperación (%)	83	88	100	87	94	100	75	96	93	100
Total Trozos >10 cm (cm)	-.-	-.-	0.20	-.-	0.60	0.15	0.13	1.00	1.00	0.20
RQD (%)	-.-	-.-	50	-.-	75	75	65	71	71	15

Litología	Roca volcánica - Andesita - fargmentada y/o triturada		Roca volcánica - Andesita - de color gris-pardo oscuro, con brillo pardo mate, de textura porfirítica, de grano fino, con fenocristales de feldespatos y plagioclasas. La roca se caracteriza como fracturada, ligeramente meteorizada y de resistecia dura.							Descripción continua en el siguiente tramo
Resistencia a la compresión de la matriz	R 3	R 3	R 4	R 4	R 4	R 4	R 4	R 4	R 4	R 4
Espaciamiento discontinuidades [mm] (mm)	< 60		200 - 600	200 - 400	200 - 600	150 - 600	200 - 600	200 - 1000	600 - 1500	100 - 400
Alteración de las paredes de discontinuidad	W 2	W 2	W 2	W 1 / W 2	W 2	W 1	W 1	W 1	W 1	W 2
Coefficiente de rugosidad de la discontinuidad JRC	2 - 4	2 - 4		4 - 6	8 - 10	4 - 6	4 - 6	8 - 10	8 - 10	4 - 6
Resistencia a la compresión de las paredes de las discontinuidades JCS	R 3	R 3		R 4	R 2	R 2	R 2	R 2	R 2	R 2
Descripción del Tramo	De 43.20 a 43.90 mts		De 43.90 a 48.70 mts							De 48.70 a 62.20 mts
Tipo Relleno			Oxid	Oxid	Oxid	Oxid	Oxid	Oxid	Oxid	Oxid
Espesor / Abertura Medio (mm)			1	1	1	1	1	1	1	1
Meteorizacion	W 2	W 2	W 2	W 2	W 2	W 2	W 2	W 2	W 2	W 2
N° Sistemas en el Tramo			1	2	1 + 1	1	1	1 + 1	1 + 1	2 + 1
FF/m	> 20		5 - 6		4			4	3	7
Tipo de Fracturas (Diaclasas, Fallas, Estratificación, venillas, etc)			J	J	J	J	J	J	J	J
Numero de Fracturas	Muy fracturada / fragmentada		2	3 - 4	2	1	1	4 - 5	3 - 4	9
Abiertas										
Cerradas										
N° Discontinuidad Jn	20		2	4	3	2	2	3	3	6

OBSERVACIONES GENERALES :

INDICE DE METEORIZACION	
W 1	Inalterada fresco
W 2	Ligeramente meteorizada
W 3	Moderadamente meteorizada
W 4	Altamente meteorizada
W 5	Completamente meteorizada
W 6	Suelo residual

Numero de Discontinuidades	
Masiva	0.5
Un sistema de discontinuidades	2
Un sistema de discontinuidades + una aislada	3
Dos sistema de discontinuidades	4
Dos sistema de discontinuidades + una aislada	6
Tres sistema de discontinuidades	9
Tres sistema de discontinuidades + una aislada	12
Cuatro sistema de discontinuidades	15
Roca triturada	20

RESISTENCIA ESTIMADA [Mpa]		
R 6	Extremadamente Dura	> 250
R 5	Muy Dura	100 - 250
R 4	Dura	50 - 100
R 3	Moderadamente Dura	25 - 50
R 2	Blanda	5 - 25
R 1	Muy Blanda	1 - 5
R 0	Extremadamente Blanda	0.25 - 1

REGISTRO GEOTECNICO DE SONDAJES



Sondaje N° : SCOR-08-09		Azimut: 0				Hoja N°: 9 de 13					
Coordenadas :		Inclinación: -90				Fecha: 23-11-2009					
Mapeados por : CZE		Cota Collar:				Longitud teórico / Real : 75.00 / 75.00					
Tramo N°		81	82	83	84	85	86	87	88	89	90
Intervalo	Desde (m)	50.00	50.70	51.30	51.60	52.20	52.40	53.30	53.70	54.20	54.70
	Hasta (m)	50.70	51.30	51.60	52.20	52.40	53.30	53.70	54.20	54.70	55.10
Largo de Perforación	(m)	0.70	0.60	0.30	0.60	0.20	0.90	0.40	0.50	0.50	0.40
Largo Recuperado	(m)	0.65	0.55	0.25	0.60	0.15	0.90	0.35	0.45	0.45	0.35
Recuperación	%	93	92	83	100	75	100	87	90	90	88
Total Trozos >10 cm	(cm)	0.35	0.2	-.-	0.20	-.-	-.-	0.15	0.38	0.25	-.-
RQD	(%)	50	33	-.-	33	-.-	-.-	37	76	50	-.-
Litología	Roca volcánica - Andesita - de color gris-pardo oscuro, con brillo pardo mate, presenta textura porfirítica, de grano fino. La roca se presenta muy fracturada, ligeramente meteorizada, con resistencia moderadamente dura a dura.										
Resistencia a la compresión de la matriz	R 3										
Espaciamiento discontinuidades [mm]	(mm)	200 - 600			60 - 200	60 - 200	60 - 200	60 - 200	60 - 200	60 - 200	60 - 200
Alteración de las paredes de discontinuidad	W 2										
Coefficiente de rugosidad de la discontinuidad	JRC	6 - 8	6 - 8	4 - 6	8 - 10	8 - 10	8 - 10	8 - 10	6 - 8	10 - 12	4 - 6, 8 - 10
Resistencia a la compresión de las paredes de las discontinuidades	JCS	R 4	R 4	R 4							
Descripción del Tramo	De 48.70 a 62.20 mts										
Tipo Relleno		Oxid	Oxid	Oxid	Oxid	Oxid	Oxid + Arc	Oxid	Oxid	Oxid	Pirolusita + Oxid
Espesor / Abertura Medio	(mm)	1	1	1	1	1	1 - 2	1	1	1	1
Meteorización		W 2	W 2	W 2							
N° Sistemas en el Tramo		1 + 1	2	2	1 + 1	1	2 + 1	2	1 + 1	2	1 + 1
FF/m		5			8		10		9		
Tipo de Fracturas (Diaclasas, Fallas, Estratificación, venillas, etc)		J	J	J	J	J	J	J	J	J	J
Numero de Fracturas		3 - 4	2	3	4	1	10 - 12	3	3	3	4
Abiertas											
Cerradas											
N° Discontinuidad	Jn	3	4	4	3	2	6	4	3	4	3
OBSERVACIONES GENERALES :											

INDICE DE METEORIZACION	
W 1	Inalterada fresco
W 2	Ligeramente meteorizada
W 3	Moderadamente meteorizada
W 4	Altamente meteorizada
W 5	Completamente meteorizada
W 6	Suelo residual

Numero de Discontinuidades	
Masiva	0.5
Un sistema de discontinuidades	2
Un sistema de discontinuidades + una aislada	3
Dos sistema de discontinuidades	4
Dos sistema de discontinuidades + una aislada	6
Tres sistema de discontinuidades	9
Tres sistema de discontinuidades + una aislada	12
Cuatro sistema de discontinuidades	15
Roca triturada	20

RESISTENCIA ESTIMADA [Mpa]		
R 6	Extremadamente Dura	> 250
R 5	Muy Dura	100 - 250
R 4	Dura	50 - 100
R 3	Moderadamente Dura	25 - 50
R 2	Blanda	5 - 25
R 1	Muy Blanda	1 - 5
R 0	Extremadamente Blanda	0.25 - 1

REGISTRO GEOTECNICO DE SONDAJES



Sondaje N° : SCOR-08-09		Azimut: 0				Hoja N°: 10 de 13					
Coordenadas :		Inclinación: -90				Fecha: 23-11-2009					
Mapeados por : CZE		Cota Collar:				Longitud teórico / Real: 75.00 / 75.00					
Tramo N°		91	92	93	94	95	96	97	98	99	100
Intervalo	Desde (m)	55.10	55.44	55.70	56.90	57.20	57.70	58.50	59.20	60.70	61.50
	Hasta (m)	55.44	55.70	56.90	57.20	57.70	58.50	59.20	60.70	61.50	62.20
Largo de Perforación	(m)	0.34	0.26	1.20	0.30	0.50	0.80	0.70	1.50	0.80	0.70
Largo Recuperado	(m)	0.25	0.25	1.10	0.25	0.45	0.75	0.65	1.40	0.75	0.65
Recuperación	%	73	98	92	83	90	94	93	93	94	93
Total Trozos >10 cm	(cm)	--	--	0.90	--	0.15	0.52	0.43	0.83	0.28	--
RQD	(%)	--	--	75	--	30	65	61	55	35	--
Litología	Roca volcánica - Andesita - de color gris-pardo oscuro, con brillo pardo mate, presenta textura porfirítica, de grano fino. La roca se presenta muy fracturada, ligeramente meteorizada, con resistencia moderadamente dura a dura.										
Resistencia a la compresión de la matriz		R 3			R 4				R 3		
Espaciamiento discontinuidades [mm]	(mm)	200 - 600		200 - 600	200 - 400	200 - 600		200 - 600	200 - 400	60 - 200	60 - 200
Alteración de las paredes de discontinuidad		W 2		W 2							
Coefficiente de rugosidad de la discontinuidad	JRC	4 - 6		4 - 6 / 6 - 8	4 - 6	4 - 6	10 - 12	4 - 6	4 - 6	10 - 12	6 - 8
Resistencia a la compresión de las paredes de las discontinuidades	JCS	R 3		R 3							
Descripción del Tramo	De 48.70 a 62.20 mts										
Tipo Relleno		Oxid + Pirolusita		Oxid	Oxid	Oxid	Oxid	Oxid	Oxid	Oxid	Oxid + Arc
Espesor / Abertura Medio	(mm)	1		1	1	1	1	1	1	1	1 - 3
Meteorización	de 55.10 a 62.20 m. W2										
N° Sistemas en el Tramo		1		2	1	1	2	2	2	1 + 1	2 + 1
FF/m		1		5	6		7			5	12
Tipo de Fracturas (Diaclasas, Fallas, Estratificación, venillas, etc)		D		J	J	J	J	J	J	J	J
Numero de Fracturas		1		5	2	4	4	3	7	4	8 - 9
Abiertas											
Cerradas											
N° Discontinuidad	Jn	2		4	2	2	4	4	4	3	6
OBSERVACIONES GENERALES :											

INDICE DE METEORIZACION	
W 1	Inalterada fresco
W 2	Ligeramente meteorizada
W 3	Moderadamente meteorizada
W 4	Altamente meteorizada
W 5	Completamente meteorizada
W 6	Suelo residual

Numero de Discontinuidades	
Masiva	0.5
Un sistema de discontinuidades	2
Un sistema de discontinuidades + una aislada	3
Dos sistema de discontinuidades	4
Dos sistema de discontinuidades + una aislada	6
Tres sistema de discontinuidades	9
Tres sistema de discontinuidades + una aislada	12
Cuatro sistema de discontinuidades	15
Roca triturada	20

RESISTENCIA ESTIMADA [Mpa]		
R 6	Extremadamente Dura	> 250
R 5	Muy Dura	100 - 250
R 4	Dura	50 - 100
R 3	Moderadamente Dura	25 - 50
R 2	Blanda	5 - 25
R 1	Muy Blanda	1 - 5
R 0	Extremadamente Blanda	0.25 - 1

REGISTRO GEOTECNICO DE SONDAJES

Sondaje Nº : SCOR-08-09		Azimut: 0				Hoja Nº: 11 de 13					
Coordenadas :		Inclinación: -90				Fecha: 23-11-2009					
Mapeados por : CZE		Cota Collar:				Longitud teórico / Real : 75.00 / 75.00					
Tramo N°		101	102	103	104	105	106	107	108	109	110
Intervalo	Desde (m)	62.20	62.90	63.70	64.90	65.20	65.70	66.10	67.10	67.70	67.90
	Hasta (m)	62.90	63.70	64.90	65.20	65.70	66.10	67.10	67.70	67.90	68.50
Largo de Perforación	(m)	0.70	0.80	1.20	0.30	0.50	0.40	1.00	0.60	0.20	0.60
Largo Recuperado	(m)	0.65	0.75	1.15	0.25	0.45	0.30	0.95	0.55	0.15	0.55
Recuperación	%	93	94	96	83	90	75	95	92	75	92
Total Trozos >10 cm	(m)	-.-	0.16	0.65	-.-	0.25	-.-	0.52	0.45	0.12	0.4
RQD	(%)	-.-	20	54	-.-	50	-.-	52	75	60	67
Litología	Roca volcánica - Andesita - de color gris-pardo oscuro, con brillo pardo mate, presenta textura porfirítica, de grano fino. La roca se presenta muy fragmentada. Roca volcánica - Andesita - de color gris-pardo oscuro, con brillo pardo mate, presenta textura porfirítica, de grano fino. La roca se presenta muy fracturada, ligeramente alterada, con resistencia moderadamente dura a dura. En el tramo 66.30 - 66.60 se encuentra afectado por falla tectónica.										
Resistencia a la compresión de la matriz	R 3										
Espaciamiento discontinuidades [mm]	(mm)	< 60	60 - 200	60 - 200	60 - 200	60 - 200	60 - 200	60 - 200	60 - 100	60 - 400	
Alteración de las paredes de discontinuidad	W 2										
Coefficiente de rugosidad de la discontinuidad	JRC		6 - 8	6 - 8	4 - 6	2 - 4	6 - 8	6 - 8	8 - 10		
Resistencia a la compresión de las paredes de las discontinuidades	JCS		R 2								R 2
Descripción del Tramo	De 62.20 a 63.70 mts		De 63.70 a 70.70 mts								
Tipo Relleno			Oxid	Oxid	Oxid + Arc	Oxid	Oxid + Arc	Oxid	Oxid	Oxid + Arc	
Espesor / Abertura Medio	(mm)		1	1	1 - 3	1	1 - 5	1	1	1 - 3	
Meteorización	W 2										
N° Sistemas en el Tramo		> 20	2 + 1	2	2 + 1	2	2 + 1	1 + 1	2	2	
FF/m			7	14			5	10			
Tipo de Fracturas (Diaclasas, Fallas, Estratificación, venillas, etc)			J	J	J	J	J / D	J	J	J / D	
Numero de Fracturas	Roca fragmentada		7 - 9	4	6	3	5	3	3	6	
Abiertas											
Cerradas											
N° Discontinuidad	Jn	20	6	4	6	4	6	3	4	4	
OBSERVACIONES GENERALES :											

INDICE DE METEORIZACION	
W 1	Inalterada fresco
W 2	Ligeramente meteorizada
W 3	Moderadamente meteorizada
W 4	Altamente meteorizada
W 5	Completamente meteorizada
W 6	Suelo residual

Numero de Discontinuidades	
Masiva	0.5
Un sistema de discontinuidades	2
Un sistema de discontinuidades + una aislada	3
Dos sistema de discontinuidades	4
Dos sistema de discontinuidades + una aislada	6
Tres sistema de discontinuidades	9
Tres sistema de discontinuidades + una aislada	12
Cuatro sistema de discontinuidades	15
Roca triturada	20

RESISTENCIA ESTIMADA [Mpa]		
R 6	Extremadamente Dura	> 250
R 5	Muy Dura	100 - 250
R 4	Dura	50 - 100
R 3	Moderadamente Dura	25 - 50
R 2	Blanda	5 - 25
R 1	Muy Blanda	1 - 5
R 0	Extremadamente Blanda	0.25 - 1

REGISTRO GEOTECNICO DE SONDAJES



Sondaje Nº : SCOR-08-09		Azimut: 0					Hoja Nº: 12 de 13				
Coordenadas :		Inclinación: -90					Fecha: 23-11-2009				
Mapeados por : CZE		Cota Collar:					Longitud teórico / Real : 75.00 / 75.00				
		111	112	113	114	115	116	117	118	119	120
Intervalo	Desde (m)	68.50	68.70	69.20	69.60	69.90	70.40	70.70	71.40	72.00	72.35
	Hasta (m)	68.70	69.20	69.60	69.90	70.40	70.70	71.40	72.00	72.35	73.20
Largo de Perforación	(m)	0.20	0.50	0.40	0.30	0.50	0.30	0.70	0.60	0.35	0.85
Largo Recuperado	(m)	0.20	0.45	0.35	0.25	0.45	0.25	0.65	0.55	0.30	0.80
Recuperación	%	100	90	88	83	90	83	93	92	86	94
Total Trozos >10 cm	(cm)	0.20	0.30	0.30	-.	0.35	0.14	0.13	-.	0.25	0.14
RQD	(%)	100	60	75	-.	70	47	19	-.	71	16
Litología	Roca volcánica - Andesita - de color gris-pardo oscuro, con brillo pardo mate, presenta textura porfírica, de grano fino. La roca se presenta muy fracturada, ligeramente alterada, con resistencia moderadamente dura a dura.					Roca volcánica - Andesita - de color gris-pardo oscuro, de textura porfírica, de grano fino. La roca se presenta fragmentada.			Roca volcánica - Andesita - de color gris-pardo oscuro, de textura porfírica. Se caracteriza como muy fracturada, poco alterada y dura.		
Resistencia a la compresión de la matriz	R 3										
Espaciamiento discontinuidades [mm]	(mm)	60 - 200	60 - 200	60 - 200	60 - 80	60 - 100	60 - 100	< 60		60 - 100	60 - 100
Alteración de las paredes de discontinuidad		W 2	W 2	W 2	W 2	W 2			W 2		
Coefficiente de rugosidad de la discontinuidad	JRC	8 - 10	8 - 10	6 - 8	6 - 8	6 - 8	4 - 6			8-Jun	6-Apr
Resistencia a la compresión de las paredes de las discontinuidades	JCS	R2	R2			R2				R 4	
Descripción del Tramo	De 63.70 a 70.70 mts					De 70.70 a 72.00 mts			De 72.00 a 73.20 mts		
Tipo Relleno		Oxid	Oxid	Oxid	Oxid	Oxid	Oxid			Oxid	Oxid
Espesor / Abertura Medio	(mm)	1	1	1	1	1	1			1 - 3	1
Meteorización	W 2										
Nº Sistemas en el Tramo		1 + 1	2 + 1	2	2	2	2			2	2
FF/m		10			12			> 20		8	
Tipo de Fracturas (Diaclasas, Fallas, Estratificación, venillas, etc)		J	J	J		J	J			J	J
Numero de Fracturas		2	4	5	5	4	4	Roca fragmentada		4	4
Abiertas		1		1	1		1			2	2
Cerradas											
Nº Discontinuidad	Jn	3	6	4	4	4	4	20		4	4
OBSERVACIONES GENERALES :											

INDICE DE METEORIZACION	
W 1	Inalterada fresco
W 2	Ligeramente meteorizada
W 3	Moderadamente meteorizada
W 4	Altamente meteorizada
W 5	Completamente meteorizada
W 6	Suelo residual

Numero de Discontinuidades	
Masiva	0.5
Un sistema de discontinuidades	2
Un sistema de discontinuidades + una aislada	3
Dos sistema de discontinuidades	4
Dos sistema de discontinuidades + una aislada	6
Tres sistema de discontinuidades	9
Tres sistema de discontinuidades + una aislada	12
Cuatro sistema de discontinuidades	15
Roca triturada	20

RESISTENCIA ESTIMADA [Mpa]		
R 6	Extremadamente Dura	> 250
R 5	Muy Dura	100 - 250
R 4	Dura	50 - 100
R 3	Moderadamente Dura	25 - 50
R 2	Blanda	5 - 25
R 1	Muy Blanda	1 - 5
R 0	Extremadamente Blanda	0.25 - 1

REGISTRO GEOTECNICO DE SONDAJES



Sondaje N°: SCOR-08-09	Azimut: 0	Hoja N°: 13 de 13
Coordenadas:	Inclinación: -90	Fecha: 23-11-2009
Mapeados por: CZE	Cota Collar:	Longitud teórico / Real: 75.00 / 75.00

Tramo N°	121	desítica gris p	123	124	
Intervalo	Desde (m)	73.20	73.80	74.20	74.60
	Hasta (m)	73.80	74.20	74.60	75.00
Largo de Perforación	(m)	0.60	0.40	0.40	0.40
Largo Recuperado	(m)	0.55	0.35	0.35	0.35
Recuperación	%	92	87	88	87
Total Trozos >10 cm	(cm)	-.-	-.-	0.35	-.-
RQD	(%)	-.-	-.-	88	-.-
Litología	Roca Volcánica - Andesita - de color gris pardo oscuro, con brillo pardo mate, la roca se presenta fragmentada y/o triturada.		Roca Volcánica - Andesita - de color gris pardo oscuro, con brillo pardo mate, la roca se presenta muy fracturada, poco alterada y de resistencia dura.		
Resistencia a la compresión de la matriz	R 4				
Espaciamiento discontinuidades [mm]	(mm)	< 60	60 - 200	60 - 100	
Alteración de las paredes de discontinuidad			W 2	W 2	
Coefficiente de rugosidad de la discontinuidad	JRC		10 - 12	4 - 6	
Resistencia a la compresión de las paredes de las discontinuidades	JCS		R 4	R 4	
Descripción del Tramo		De 73.20 a 74.20 mts	De 74.20 a 75.00 mts		
Tipo Relleno			Oxid	Oxid	
Espesor / Abertura Medio	(mm)		1	1	
Meteorización			W 2	W 2	
N° Sistemas en el Tramo			2	2	
FF/m		> 20	9		
Tipo de Fracturas (Diaclasas, Fallas, Estratificación, venillas, etc)			J	J	
Numero de Fracturas		Roca fragmentada	4	5	
Abiertas					
Cerradas					
N° Discontinuidad	Jn	20	4	4	

OBSERVACIONES GENERALES :

INDICE DE METEORIZACION	
W 1	Inalterada fresco
W 2	Ligeramente meteorizada
W 3	Moderadamente meteorizada
W 4	Altamente meteorizada
W 5	Completamente meteorizada
W 6	Suelo residual

Numero de Discontinuidades	
Masiva	0.5
Un sistema de discontinuidades	2
Un sistema de discontinuidades + una aislada	3
Dos sistema de discontinuidades	4
Dos sistema de discontinuidades + una aislada	6
Tres sistema de discontinuidades	9
Tres sistema de discontinuidades + una aislada	12
Cuatro sistema de discontinuidades	15
Roca triturada	20

RESISTENCIA ESTIMADA [Mpa]		
R 6	Extremadamente Dura	> 250
R 5	Muy Dura	100 - 250
R 4	Dura	50 - 100
R 3	Moderadamente Dura	25 - 50
R 2	Blanda	5 - 25
R 1	Muy Blanda	1 - 5
R 0	Extremadamente Blanda	0.25 - 1

REGISTRO GEOTECNICO DE SONDAJES



Sondaje Nº : SCOR - 08 - 05	Azímüt : _____	Hoja Nº : 1 de 9
Coordenadas : _____	Inclinación : _____	Fecha : 19-Nov-09
Registrado por : Ing° Carlos Zeballos E.	Cota Collar : _____	Longitud teórico / Real : 63.30 / 63.30

Tramo Nº :		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Intervalo	Desde (m)	0.00	0.30	0.50	0.70	1.40	1.90	2.20	2.50	2.70	3.00
	Hasta (m)	0.30	0.50	0.70	1.40	1.90	2.20	2.50	2.70	3.00	3.20
Largo de Perforación	(m)	0.30	0.20	0.20	0.70	0.50	0.30	0.30	0.20	0.30	0.20
Largo Recuperado	(m)	0.05	0.15	0.15	0.60	0.45	0.25	0.25	0.15	0.25	0.10
Recuperación	%	17	75	75	86	90	83	83	75	83	50
Total Trozos >10 cm	(m)	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
RQD	(%)	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Litología Depósito conformado por suelo limo arenoso de color gris amarillento, medianamente consistente, con inclusiones de grava sub angulosa y fragmentos líticos sub angulosos de naturaleza andesítica.

Resistencia a la compresión de la matriz											
Espaciamiento discontinuidades (mm)											
Alteración de las paredes de discontinuidad											
Coefficiente de rugosidad de la discontinuidad JRC											
Resistencia a la compresión de las paredes de las discontinuidades JCS											

Descripción del Tramo m De 0.0 a 5.0 mts

Tipo Relleno											
Espesor / Abertura Medio (mm)											
Meteorización											
N° Sistemas en el Tramo											
FF/m											
Tipo de Fracturas (Diaclasas, Fallas, Estratificación, venillas, etc)											
Numero de Fracturas											
Abiertas											
Cerradas											
N° Discontinuidad Jn											

OBSERVACIONES GENERALES :

INDICE DE METEORIZACION	
W 1	Inalterada, fresca
W 2	Ligeramente meteorizada
W 3	Moderadamente meteorizada
W 4	Altamente meteorizada
W 5	Completamente meteorizada
W 6	Suelo residual

NUMERO DE DISCONTINUIDADES (Jn)	
Masiva	0.5
Un sistema de discontinuidades	2
Un sistema de discontinuidades + una aislada	3
Dos sistemas de discontinuidades	4
Dos sistemas de discontinuidades + una aislada	6
Tres sistemas de discontinuidades	9
Tres sistemas de discontinuidades + una aislada	12
Cuatro sistemas de discontinuidades	15
Roca triturada	20

CLASE	ESPACIAMIENTO ENTRE FRACTURAS (mm)	FRACT / METRO	GRADO DE FRACTURAMIENTO
F 1	> 2,000	1	Masivo
F 2	600 - 2,000	2 - 5	Poco fracturado
F 3	200 - 600	6 - 10	Fracturado
F 4	60 - 200	11 - 20	Muy fracturado
F 5	< 60	> 20	Fragmentado - Triturado

RESISTENCIA ESTIMADA (Mpa)		
R 6	Extremadamente dura	> 250
R 5	Muy dura	100 - 250
R 4	Dura	50 - 100
R 3	Moderadamente dura	25 - 50
R 2	Blanda	5 - 25
R 1	Muy blanda	1 - 5
R 0	Extremadamente blanda	0.25 - 1

REGISTRO GEOTECNICO DE SONDAJES



Sondaje N° : SCOR - 08 - 05	Azimut :	Hoja N° : 2 de 9
Coordenadas :	Inclinación :	Fecha : 19-Nov-09
Registrado por : Ing° Carlos Zeballos E.	Cota Collar :	Longitud teórico / Real : 63.30 / 63.30

Tramo N° :	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Intervalo Desde (m)	3.20	3.70	4.00	4.40	4.70	4.90	5.00	5.40	6.00	7.20
Hasta (m)	3.70	4.00	4.40	4.70	4.90	5.00	5.40	6.00	7.20	7.40
Largo de Perforación (m)	0.50	0.30	0.40	0.30	0.20	0.10	0.40	0.60	1.20	0.20
Largo Recuperado (m)	0.40	0.25	0.35	0.25	0.15	0.05	0.35	0.35	1.10	0.15
Recuperación %	80	83	87	83	75	50	87	58	92	75
Total Trozos >10 cm (m)	-.-	-.-	-.-	-.-	-.-	-.-	-.-	-.-	0.13	-.-
RQD (%)	-.-	-.-	-.-	-.-	-.-	-.-	-.-	-.-	11	-.-

Litología	Depósito conformado por suelo limo arenoso de color gris amarillento, medianamente consistente, con inclusiones de grava sub angulosa y fragmentos líticos sub angulosos de naturaleza andesítica.	Roca Volcánica - Andesita - de color gris verdosa oscura con brillo opaco, de textura porfirítica y grano fino. Presenta alteración hidrotermal. La roca se presenta ligeramente meteorizada, moderadamente dura y fracturada.
-----------	--	--

Resistencia a la compresión de la matriz				
Espaciamiento discontinuidades (mm)			< 60	
Alteración de las paredes de discontinuidad				
Coefficiente de rugosidad de la discontinuidad JRC				
Resistencia a la compresión de las paredes de las discontinuidades JCS				
Descripción del Tramo m	De 0.0 a 5.0 mts		De 5.0 a 10.80 mts	
Tipo Relleno				
Espesor / Abertura Medio (mm)				
Meteorización				
N° Sistemas en el Tramo				
FF/m			> 20	
Tipo de Fracturas (Diaclasas, Fallas, Estratificación, venillas, etc)				
Numero de Fracturas			ROCA FRAGMENTADA	
Abiertas				
Cerradas				
N° Discontinuidad Jn			20	

OBSERVACIONES GENERALES :

INDICE DE METEORIZACION	
W 1	Inalterada, fresca
W 2	Ligeramente meteorizada
W 3	Moderadamente meteorizada
W 4	Altamente meteorizada
W 5	Completamente meteorizada
W 6	Suelo residual

NUMERO DE DISCONTINUIDADES (Jn)	
Masiva	0.5
Un sistema de discontinuidades	2
Un sistema de discontinuidades + una aislada	3
Dos sistemas de discontinuidades	4
Dos sistemas de discontinuidades + una aislada	6
Tres sistemas de discontinuidades	9
Tres sistemas de discontinuidades + una aislada	12
Cuatro sistemas de discontinuidades	15
Roca triturada	20

CLASE	ESPACIAMIENTO ENTRE FRACTURAS (mm)	FRACT / METRO	GRADO DE FRACTURAMIENTO
F 1	> 2,000	1	Masivo
F 2	600 - 2,000	2 - 5	Poco fracturado
F 3	200 - 600	6 - 10	Fracturado
F 4	60 - 200	11 - 20	Muy fracturado
F 5	< 60	> 20	Fragmentado - Triturado

RESISTENCIA ESTIMADA (Mpa)		
R 6	Extremadamente dura	> 250
R 5	Muy dura	100 - 250
R 4	Dura	50 - 100
R 3	Moderadamente dura	25 - 50
R 2	Blanda	5 - 25
R 1	Muy blanda	1 - 5
R 0	Extremadamente blanda	0.25 - 1

REGISTRO GEOTECNICO DE SONDAJES



Sondaje Nº : SCOR - 08 - 05	Azimut :	Hoja Nº : 3 de 9
Coordenadas :	Inclinación :	Fecha : 19-Nov-09
Registrado por : Ing° Carlos Zeballos E.	Cota Collar :	Longitud teórico / Real : 63.30 / 63.30

Tramo Nº :	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
Intervalo Desde (m)	7.40	7.60	8.10	8.80	9.30	9.55	10.80	12.30	13.20	13.70
Hasta (m)	7.60	8.10	8.80	9.30	9.55	10.80	12.30	13.20	13.70	15.10
Largo de Perforación (m)	0.20	0.50	0.70	0.50	0.25	1.25	1.50	0.90	0.50	1.40
Largo Recuperado (m)	0.15	0.45	0.13	0.45	0.20	1.20	1.45	0.85	0.45	1.25
Recuperación %	75	90	19	90	80	96	97	94	90	89
Total Trozos >10 cm (m)	--	0.23	--	0.30	--	0.15	1.10	0.33	--	0.89
RQD (%)	--	46	--	60	--	12	73	37	--	64

Litología	Roca Volcánica - Andesita - de color gris verdosa oscura con brillo opaco, de textura porfírica y grano fino. Presenta alteración hidrotermal. La roca se presenta ligeramente meteorizada, moderadamente dura y fracturada.	A partir de 9.75 mts - Brecha volcánica, de color gris verdosa, con brillos marrón claro, con clastos subredondeados de naturaleza andesítica y traquítica, englobados en matriz soportada.
-----------	--	---

Resistencia a la compresión de la matriz										
Espaciamiento discontinuidades (mm)	< 60						50 - 200	50 - 200	< 60	60 - 200
Alteración de las paredes de discontinuidad							W 3	W 3		W 3
Coefficiente de rugosidad de la discontinuidad JRC										
Resistencia a la compresión de las paredes de las discontinuidades JCS										
Descripción del Tramo m	De 5.0 a 10.80 mts						De 10.80 a 12.30 m	De 12.30 a 13.70 mts		De 13.70 a 16.85 m
Tipo Relleno							Ox + Pat. Arc			Ox + Pat. Arc
Espesor / Abertura Medio (mm)							1 - 2	1 - 3		1 - 3
Meteorización										
N° Sistemas en el Tramo							2 + 1	3		2 + 1
FF/m	> 20						12	20	> 20	8
Tipo de Fracturas (Diaclasas, Fallas, Estratificación, venillas, etc)							J	J		J
Numero de Fracturas	ROCA FRAGMENTADA						12 - 15	16 - 18	FRAGMENTADA	8 - 10
Abiertas										
Cerradas										
N° Discontinuidad Jn	20						6	9	20	

OBSERVACIONES GENERALES :

INDICE DE METEORIZACION	
W 1	Inalterada, fresca
W 2	Ligeramente meteorizada
W 3	Moderadamente meteorizada
W 4	Altamente meteorizada
W 5	Completamente meteorizada
W 6	Suelo residual

NUMERO DE DISCONTINUIDADES (Jn)	
Masiva	0.5
Un sistema de discontinuidades	2
Un sistema de discontinuidades + una aislada	3
Dos sistemas de discontinuidades	4
Dos sistemas de discontinuidades + una aislada	6
Tres sistemas de discontinuidades	9
Tres sistemas de discontinuidades + una aislada	12
Cuatro sistemas de discontinuidades	15
Roca triturada	20

CLASE	ESPACIAMIENTO ENTRE FRACTURAS (mm)	FRACT / METRO	GRADO DE FRACTURAMIENTO
F 1	> 2,000	1	Masivo
F 2	600 - 2,000	2 - 5	Poco fracturado
F 3	200 - 600	6 - 10	Fracturado
F 4	60 - 200	11 - 20	Muy fracturado
F 5	< 60	> 20	Fragmentado - Triturado

RESISTENCIA ESTIMADA (Mpa)		
R 6	Extremadamente dura	> 250
R 5	Muy dura	100 - 250
R 4	Dura	50 - 100
R 3	Moderadamente dura	25 - 50
R 2	Blanda	5 - 25
R 1	Muy blanda	1 - 5
R 0	Extremadamente blanda	0.25 - 1

REGISTRO GEOTECNICO DE SONDAJES



Sondaje N° : SCOR - 08 - 05	Azimut :	Hoja N° : 4 de 9
Coordenadas :	Inclinación :	Fecha : 19-Nov-09
Registrado por : Ing° Carlos Zeballos E.	Cota Collar :	Longitud teórico / Real : 63.30 / 63.30

Tramo N° :	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
Intervalo Desde (m)	15.10	16.60	16.85	18.10	19.40	20.10	20.70	21.30	22.20	22.70
Hasta (m)	16.60	16.85	18.10	19.40	20.10	20.70	21.30	22.20	22.70	24.20
Largo de Perforación (m)	1.50	0.25	1.25	1.30	0.70	0.60	0.60	0.90	0.50	1.50
Largo Recuperado (m)	1.45	0.20	1.15	1.25	0.60	0.55	0.50	0.80	0.45	1.35
Recuperación %	97	80	92	96	86	92	83	89	90	90
Total Trozos >10 cm (m)	0.76	--	0.79	--	--	0.27	--	0.27	0.20	0.34
RQD (%)	51	--	63	--	--	45	--	30	40	23

Litología Continúa la Brecha volcánica, con características litológicas, texturales y de alteración, similares al tramo anterior. Roca volcánica - Andesita - de color gris verdosa con brillo gris claro, de textura afanítica de grano fino. La roca se presenta fragmentada.

Resistencia a la compresión de la matriz										
Espaciamiento discontinuidades (mm)	50 - 400	50 - 100	70 - 350	< 60						
Alteración de las paredes de discontinuidad	W 3	W 4	W 3							
Coefficiente de rugosidad de la discontinuidad JRC										
Resistencia a la compresión de las paredes de las discontinuidades JCS										
Descripción del Tramo m	De 13.70 a 16.85 m		De 16.85 a 18.10		De 18.10 a 24.60 mts.					
Tipo Relleno	Ox + Pat. Arc		Ox + Pat. Arc.							
Espesor / Abertura Medio (mm)	1 - 2	1 - 3	1 - 2							
Meteorización										
N° Sistemas en el Tramo	2 + 1	2	2 + 1							
FF/m	12		10	> 20						
Tipo de Fracturas (Diaclasas, Fallas, Estratificación, venillas, etc)	J	J	J							
Numero de Fracturas	12 - 15	3	10 - 12	ROCA FRAGMENTADA						
Abiertas										
Cerradas										
N° Discontinuidad Jn	6	4	6	20						

OBSERVACIONES GENERALES :

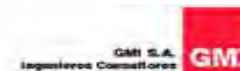
INDICE DE METEORIZACION	
W 1	Inalterada, fresca
W 2	Ligeramente meteorizada
W 3	Moderadamente meteorizada
W 4	Altamente meteorizada
W 5	Completamente meteorizada
W 6	Suelo residual

NUMERO DE DISCONTINUIDADES (Jn)	
Masiva	0.5
Un sistema de discontinuidades	2
Un sistema de discontinuidades + una aislada	3
Dos sistemas de discontinuidades	4
Dos sistemas de discontinuidades + una aislada	6
Tres sistemas de discontinuidades	9
Tres sistemas de discontinuidades + una aislada	12
Cuatro sistemas de discontinuidades	15
Roca triturada	20

CLASE	ESPACIAMIENTO ENTRE FRACTURAS (mm)	FRACT / METRO	GRADO DE FRACTURAMIENTO
F 1	> 2,000	1	Masivo
F 2	600 - 2,000	2 - 5	Poco fracturado
F 3	200 - 600	6 - 10	Fracturado
F 4	60 - 200	11 - 20	Muy fracturado
F 5	< 60	> 20	Fragmentado - Triturado

RESISTENCIA ESTIMADA (Mpa)		
R 6	Extremadamente dura	> 250
R 5	Muy dura	100 - 250
R 4	Dura	50 - 100
R 3	Moderadamente dura	25 - 50
R 2	Blanda	5 - 25
R 1	Muy blanda	1 - 5
R 0	Extremadamente blanda	0.25 - 1

REGISTRO GEOTECNICO DE SONDAJES



Sondaje Nº :	SCOR - 08 - 05	Azimut :		Hoja Nº :	5 de 9
Coordenadas :		Inclinación :		Fecha :	19-Nov-09
Registrado por :	Ing° Carlos Zeballos E.	Cota Collar :		Longitud teórico / Real :	63.30 / 63.30

Tramo Nº :		41	42	43	44	45	46	47	48	49	50
Intervalo Desde (m)		24.20	24.60	25.80	26.30	27.60	28.10	29.10	30.20	31.30	31.95
Intervalo Hasta (m)		24.60	25.80	26.30	27.60	28.10	29.10	30.20	31.30	31.95	32.80
Largo de Perforación (m)		0.40	1.20	0.50	1.30	0.50	1.00	1.10	1.10	0.65	0.85
Largo Recuperado (m)		0.35	1.15	0.50	1.25	0.45	0.95	0.75	1.04	0.60	0.80
Recuperación %		87	96	100	96	90	95	68	95	92	94
Total Trozos >10 cm (m)		--	0.16	0.20	1.16	0.47	0.96	0.43	--	0.30	0.55
RQD (%)		--	13	40	89	94	96	39	--	46	65

Litología		Roca volcánica - Andesita - de color gris verdosa con brillo gris claro, de textura afanítica de grano fino. La roca se presenta farcturada a muy farcturada.					Roca volcánica - Andesita - de color rosáceo con brillo rosáceo opaco, con presencia de alteración hidrotermal. La roca se presenta fragmentada				
Resistencia a la compresión de la matriz											
Espaciamiento discontinuidades (mm)		< 60	50 - 200	50 - 100	200 - 600	600	800	< 60			50 - 200
Alteración de las paredes de discontinuidad			W 3	W 2							W 3
Coefficiente de rugosidad de la discontinuidad JRC											
Resistencia a la compresión de las paredes de las discontinuidades JCS											
Descripción del Tramo m		De 18.10 a 24.60 m	De 24.60 a 29.10 mts				De 29.10 a 31.95 mts			De 31.95 a 37.80	
Tipo Relleno			Arc	Pat. Arc.						Ox + Pat. Arc.	
Espesor / Abertura Medio (mm)			1 - 2	1						1	
Meteorización											
N° Sistemas en el Tramo			2 + 1	1						2	
FF/m		> 20	10	3	1		> 20			10	
Tipo de Fracturas (Diaclasas, Fallas, Estratificación, venillas, etc)			J	J	J	J				J	
Numero de Fracturas		FRAGMENTADA	10 - 12	10	3 - 4	1	ROCA FRAGMENTADA			10 - 12	
Abiertas											
Cerradas											
N° Discontinuidad Jn		20	6	2			20			4	

OBSERVACIONES GENERALES :

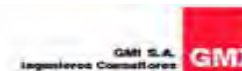
INDICE DE METEORIZACION	
W 1	Inalterada, fresca
W 2	Ligeramente meteorizada
W 3	Moderadamente meteorizada
W 4	Altamente meteorizada
W 5	Completamente meteorizada
W 6	Suelo residual

NUMERO DE DISCONTINUIDADES (Jn)	
Masiva	0.5
Un sistema de discontinuidades	2
Un sistema de discontinuidades + una aislada	3
Dos sistemas de discontinuidades	4
Dos sistemas de discontinuidades + una aislada	6
Tres sistemas de discontinuidades	9
Tres sistemas de discontinuidades + una aislada	12
Cuatro sistemas de discontinuidades	15
Roca triturada	20

CLASE	ESPACIAMIENTO ENTRE FRACTURAS (mm)	FRACT / METRO	GRADO DE FRACTURAMIENTO
F 1	> 2,000	1	Masivo
F 2	600 - 2,000	2 - 5	Poco fracturado
F 3	200 - 600	6 - 10	Fracturado
F 4	60 - 200	11 - 20	Muy fracturado
F 5	< 60	> 20	Fragmentado - Triturado

RESISTENCIA ESTIMADA (Mpa)		
R 6	Extremadamente dura	> 250
R 5	Muy dura	100 - 250
R 4	Dura	50 - 100
R 3	Moderadamente dura	25 - 50
R 2	Blanda	5 - 25
R 1	Muy blanda	1 - 5
R 0	Extremadamente blanda	0.25 - 1

REGISTRO GEOTECNICO DE SONDAJES



Sondaje N° : SCOR - 08 - 05	Azimut :	Hoja N° : 6 de 9
Coordenadas :	Inclinación :	Fecha : 19-Nov-09
Registrado por : Ing° Carlos Zeballos E.	Cota Collar :	Longitud teórico / Real : 63.30 / 63.30

Tramo N° :	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60
Intervalo Desde (m)	32.80	34.30	35.60	35.70	36.30	37.80	39.30	40.20	40.30	41.30
Hasta (m)	34.30	35.60	35.70	36.30	37.80	39.30	40.20	40.30	41.30	42.30
Largo de Perforación (m)	1.50	1.30	0.10	0.60	1.50	1.50	0.90	0.10	1.00	1.00
Largo Recuperado (m)	1.45	0.95	0.10	0.55	1.45	1.20	0.40	0.05	0.46	0.65
Recuperación %	97	73	100	92	97	80	44	50	46	65
Total Trozos >10 cm (m)	0.19	0.58	--	0.55	1.15	0.33	--	--	--	--
RQD (%)	13	45	--	92	77	22	--	--	--	--
Litología	Continua la roca volcánica andesítica de similares características que el tramo anterior.		De 34.50 a 37.17, Traquiandesita, de color gris marrón con brillo marrón opaco, de textura porfírica. Presenta alteración hidrotermal.			De 37.10 - 38.95 m, Brecha volcánica de matriz soportada.		Roca volcánica - Andesita - de color gris verdosa con brillo gris marrón claro, de textura porfírica de grano fino. Presenta alteración hidrotermal.		Brecha tectónica (brecha de falla)
Resistencia a la compresión de la matriz										
Espaciamiento discontinuidades (mm)	50 - 150	200			150 - 200	100 - 250				
Alteración de las paredes de discontinuidad	W 3									
Coefficiente de rugosidad de la discontinuidad JRC										
Resistencia a la compresión de las paredes de las discontinuidades JCS										
Descripción del Tramo m	De 32.80 a 37.80 mts.					De 37.80 a 63.30 mts.				
Tipo Relleno	Ox + Arc.	Ox		Pat. Arc.	Arc. + FR					
Espesor / Abertura Medio (mm)	1 - 3	1			1 - 5					
Meteorización										
N° Sistemas en el Tramo	2 + 1	1 + 1	1	1 + 1	2 + 1					
FF/m	10	7 - 9								
Tipo de Fracturas (Diaclasas, Fallas, Estratificación, venillas, etc)	J	J	J	J	J / D					
Numero de Fracturas	12	6 - 8	1	5	10 - 12	ROCA COMPLETAMENTE ALTERADA Y METEORIZADA, BLANDA DE BAJA RESISTENCIA				
Abiertas										
Cerradas										
N° Discontinuidad Jn	6	3	2	3	6					

OBSERVACIONES GENERALES :

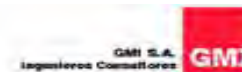
INDICE DE METEORIZACION	
W 1	Inalterada, fresca
W 2	Ligeramente meteorizada
W 3	Moderadamente meteorizada
W 4	Altamente meteorizada
W 5	Completamente meteorizada
W 6	Suelo residual

NUMERO DE DISCONTINUIDADES (Jn)	
Masiva	0.5
Un sistema de discontinuidades	2
Un sistema de discontinuidades + una aislada	3
Dos sistemas de discontinuidades	4
Dos sistemas de discontinuidades + una aislada	6
Tres sistemas de discontinuidades	9
Tres sistemas de discontinuidades + una aislada	12
Cuatro sistemas de discontinuidades	15
Roca triturada	20

CLASE	ESPACIAMIENTO ENTRE FRACTURAS (mm)	FRACT / METRO	GRADO DE FRACTURAMIENTO
F 1	> 2,000	1	Masivo
F 2	600 - 2,000	2 - 5	Poco fracturado
F 3	200 - 600	6 - 10	Fracturado
F 4	60 - 200	11 - 20	Muy fracturado
F 5	< 60	> 20	Fragmentado - Triturado

RESISTENCIA ESTIMADA (Mpa)		
R 6	Extremadamente dura	> 250
R 5	Muy dura	100 - 250
R 4	Dura	50 - 100
R 3	Moderadamente dura	25 - 50
R 2	Blanda	5 - 25
R 1	Muy blanda	1 - 5
R 0	Extremadamente blanda	0.25 - 1

REGISTRO GEOTECNICO DE SONDAJES



Sondaje N° : SCOR - 08 - 05	Azimut :	Hoja N° : 7 de 9
Coordenadas :	Inclinación :	Fecha : 19-Nov-09
Registrado por : Ing° Carlos Zeballos E.	Cota Collar :	Longitud teórico / Real : 63.30 / 63.30

Tramo N° :	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70
Intervalo Desde (m)	42.30	43.30	44.30	45.30	45.70	46.40	47.80	48.30	49.00	49.40
Hasta (m)	43.30	44.30	45.30	45.70	46.40	47.80	48.30	49.00	49.40	50.40
Largo de Perforación (m)	1.00	1.00	1.00	0.40	0.70	1.40	0.50	0.70	0.40	1.00
Largo Recuperado (m)	0.73	0.79	0.49	0.35	0.60	0.30	0.10	0.65	0.35	0.70
Recuperación %	73	79	49	87	86	21	20	93	88	70
Total Trozos >10 cm (m)	--	--	0.3	0.17	--	--	--	0.22	--	--
RQD (%)	--	--	30	42	--	--	--	31	--	--

Litología Brecha tectónica (brecha de falla) de color gris rosáceo, con clastos angulosos de naturaleza andesítica y traquítica, englobados en una matriz soportada. Se caracteriza por su baja resistencia, material blando. Se presentan tramos aislados de fragmentos rocosos.

Resistencia a la compresión de la matriz										
Espaciamiento discontinuidades (mm)										
Alteración de las paredes de discontinuidad										
Coefficiente de rugosidad de la discontinuidad JRC										
Resistencia a la compresión de las paredes de las discontinuidades JCS										
Descripción del Tramo m	De 37.80 a 63.30 m ts.									
Tipo Relleno										
Espesor / Abertura Medio (mm)										
Meteorización										
N° Sistemas en el Tramo										
FF/m										
Tipo de Fracturas (Diaclasas, Fallas, Estratificación, venillas, etc)										
Numero de Fracturas	ROCA COMPLETAMENTE ALTERADA Y METEORIZADA, BLANDA DE BAJA RESISTENCIA									
Abiertas										
Cerradas										
N° Discontinuidad Jn										

OBSERVACIONES GENERALES :

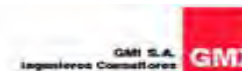
INDICE DE METEORIZACION	
W 1	Inalterada, fresca
W 2	Ligeramente meteorizada
W 3	Moderadamente meteorizada
W 4	Altamente meteorizada
W 5	Completamente meteorizada
W 6	Suelo residual

NUMERO DE DISCONTINUIDADES (Jn)	
Masiva	0.5
Un sistema de discontinuidades	2
Un sistema de discontinuidades + una aislada	3
Dos sistemas de discontinuidades	4
Dos sistemas de discontinuidades + una aislada	6
Tres sistemas de discontinuidades	9
Tres sistemas de discontinuidades + una aislada	12
Cuatro sistemas de discontinuidades	15
Roca triturada	20

CLASE	ESPACIAMIENTO ENTRE FRACTURAS (mm)	FRACT / METRO	GRADO DE FRACTURAMIENTO
F 1	> 2,000	1	Masivo
F 2	600 - 2,000	2 - 5	Poco fracturado
F 3	200 - 600	6 - 10	Fracturado
F 4	60 - 200	11 - 20	Muy fracturado
F 5	< 60	> 20	Fragmentado - Triturado

RESISTENCIA ESTIMADA (Mpa)		
R 6	Extremadamente dura	> 250
R 5	Muy dura	100 - 250
R 4	Dura	50 - 100
R 3	Moderadamente dura	25 - 50
R 2	Blanda	5 - 25
R 1	Muy blanda	1 - 5
R 0	Extremadamente blanda	0.25 - 1

REGISTRO GEOTECNICO DE SONDAJES



Sondaje Nº : <i>SCOR - 08 - 05</i>	Azimut :	Hoja Nº : <i>8 de 9</i>
Coordenadas :	Inclinación :	Fecha : <i>19-Nov-09</i>
Registrado por : <i>Ing° Carlos Zeballos E.</i>	Cota Collar :	Longitud teórico / Real : <i>63.30 / 63.30</i>

Tramo Nº :		71	72	73	74	75	76	77	78	79	80
Intervalo	Desde (m)	50.40	51.00	52.00	52.70	53.60	54.30	54.95	55.40	55.90	56.30
	Hasta (m)	51.00	52.00	52.70	53.60	54.30	54.95	55.40	55.90	56.30	57.80
Largo de Perforación	(m)	0.60	1.00	0.70	0.90	0.70	0.65	0.45	0.50	0.40	1.50
Largo Recuperado	(m)	0.40	0.68	0.60	0.85	0.65	0.60	0.40	0.45	0.35	1.45
Recuperación	%	67	68	86	94	93	92	89	90	88	97
Total Trozos >10 cm	(m)	--	0.13	0.21	--	--	--	--	--	--	--
RQD	(%)	--	13	30	--	--	--	--	--	--	--

Litología Brecha tectónica (brecha de falla) de color gris rosáceo, con clastos angulosos de naturaleza andesítica y traquítica, englobados en una matriz soportada. Se caracteriza por su baja resistencia, material blando. Se presentan tramos aislados de fragmentos rocosos.

Resistencia a la compresión de la matriz											
Espaciamiento discontinuidades	(mm)										
Alteración de las paredes de discontinuidad											
Coefficiente de rugosidad de la discontinuidad	JRC										
Resistencia a la compresión de las paredes de las discontinuidades	JCS										
Descripción del Tramo	m	De 37.80 a 63.30 m ts.									
Tipo Relleno											
Espesor / Abertura Medio	(mm)										
Meteorización											
N° Sistemas en el Tramo											
FF/m											
Tipo de Fracturas (Diaclasas, Fallas, Estratificación, venillas, etc)											
Numero de Fracturas		ROCA COMPLETAMENTE ALTERADA Y METEORIZADA, BLANDA DE BAJA RESISTENCIA									
Abiertas											
Cerradas											
N° Discontinuidad	Jn										

OBSERVACIONES GENERALES :

INDICE DE METEORIZACION	
W 1	Inalterada, fresca
W 2	Ligeramente meteorizada
W 3	Moderadamente meteorizada
W 4	Altamente meteorizada
W 5	Completamente meteorizada
W 6	Suelo residual

NUMERO DE DISCONTINUIDADES (Jn)	
Masiva	0.5
Un sistema de discontinuidades	2
Un sistema de discontinuidades + una aislada	3
Dos sistemas de discontinuidades	4
Dos sistemas de discontinuidades + una aislada	6
Tres sistemas de discontinuidades	9
Tres sistemas de discontinuidades + una aislada	12
Cuatro sistemas de discontinuidades	15
Roca triturada	20

CLASE	ESPACIAMIENTO ENTRE FRACTURAS (mm)	FRACT / METRO	GRADO DE FRACTURAMIENTO
F 1	> 2,000	1	Masivo
F 2	600 - 2,000	2 - 5	Poco fracturado
F 3	200 - 600	6 - 10	Fracturado
F 4	60 - 200	11 - 20	Muy fracturado
F 5	< 60	> 20	Fragmentado - Triturado

RESISTENCIA ESTIMADA (Mpa)		
R 6	Extremadamente dura	> 250
R 5	Muy dura	100 - 250
R 4	Dura	50 - 100
R 3	Moderadamente dura	25 - 50
R 2	Blanda	5 - 25
R 1	Muy blanda	1 - 5
R 0	Extremadamente blanda	0.25 - 1

REGISTRO GEOTECNICO DE SONDAJES



Sondaje N° : <i>SCOR - 08 - 05</i>	Azimut :	Hoja N° : <i>9 de 9</i>
Coordenadas :	Inclinación :	Fecha : <i>19-Nov-09</i>
Registrado por : <i>Ing° Carlos Zeballos E.</i>	Cota Collar :	Longitud teórico / Real : <i>63.30 / 63.30</i>

Tramo N° :	71	72	73	74	75	76	77	78
Intervalo Desde (m)	57.80	58.65	59.30	60.80	61.30	61.70	62.30	62.45
Hasta (m)	58.65	59.30	60.80	61.30	61.70	62.30	62.45	63.30
Largo de Perforación (m)	0.85	0.65	1.50	0.50	0.40	0.60	0.15	0.85
Largo Recuperado (m)	0.80	0.60	1.35	0.38	0.35	0.55	0.10	0.80
Recuperación %	94	92	90	76	87	92	67	94
Total Trozos >10 cm (m)	--	0.31	0.16	--	--	0.15	--	--
RQD (%)	--	48	11	--	--	25	--	--

Litología Brecha tectónica (brecha de falla) de color gris rosáceo, con clastos angulosos de naturaleza andesítica y traquítica, englobados en una matriz soportada. Se caracteriza por su baja resistencia, material blando. Se presentan tramos aislados de fragmentos rocosos.

Resistencia a la compresión de la matriz								
Espaciamiento discontinuidades (mm)								
Alteración de las paredes de discontinuidad								
Coefficiente de rugosidad de la discontinuidad JRC								
Resistencia a la compresión de las paredes de las discontinuidades JCS								
Descripción del Tramo m	De 37.80 a 63.30 m ts.							
Tipo Relleno								
Espesor / Abertura Medio (mm)								
Meteorización								
N° Sistemas en el Tramo								
FF/m								
Tipo de Fracturas (Diaclasas, Fallas, Estratificación, venillas, etc)								
Numero de Fracturas	ROCA COMPLETAMENTE ALTERADA Y METEORIZADA, BLANDA DE BAJA RESISTENCIA							
Abiertas								
Cerradas								
N° Discontinuidad Jn								

OBSERVACIONES GENERALES :

INDICE DE METEORIZACION	
W 1	Inalterada, fresca
W 2	Ligeramente meteorizada
W 3	Moderadamente meteorizada
W 4	Altamente meteorizada
W 5	Completamente meteorizada
W 6	Suelo residual

NUMERO DE DISCONTINUIDADES (Jn)	
Masiva	0.5
Un sistema de discontinuidades	2
Un sistema de discontinuidades + una aislada	3
Dos sistemas de discontinuidades	4
Dos sistemas de discontinuidades + una aislada	6
Tres sistemas de discontinuidades	9
Tres sistemas de discontinuidades + una aislada	12
Cuatro sistemas de discontinuidades	15
Roca triturada	20

CLASE	ESPACIAMIENTO ENTRE FRACTURAS (mm)	FRACT / METRO	GRADO DE FRACTURAMIENTO
F 1	> 2,000	1	Masivo
F 2	600 - 2,000	2 - 5	Poco fracturado
F 3	200 - 600	6 - 10	Fracturado
F 4	60 - 200	11 - 20	Muy fracturado
F 5	< 60	> 20	Fragmentado - Triturado

RESISTENCIA ESTIMADA (Mpa)		
R 6	Extremadamente dura	> 250
R 5	Muy dura	100 - 250
R 4	Dura	50 - 100
R 3	Moderadamente dura	25 - 50
R 2	Blanda	5 - 25
R 1	Muy blanda	1 - 5
R 0	Extremadamente blanda	0.25 - 1

REGISTRO GEOTECNICO DE SONDAJES



Sondaje Nº : SCOR-08-10		Azimut: 0				Hoja Nº: 1 de 8					
Coordenadas :		Inclinación: -90				Fecha: 24-11-2009					
Mapeados por : CZE		Cota Collar:				Longitud teórico / Real: 60.00 / 60.00 m.					
Tramo Nº		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Intervalo	Desde (m)	0.00	0.40	1.00	1.50	1.90	2.30	2.70	3.10	3.50	4.40
	Hasta (m)	0.40	1.00	1.50	1.90	2.30	2.70	3.10	3.50	4.40	5.20
Largo de Perforación	(m)	0.40	0.60	0.50	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.90	0.80
Largo Recuperado	(m)	0.25	0.35	0.20	0.20	0.20	0.20	0.25	0.30	0.60	0.60
Recuperación	%	63	58	40	50	50	50	63	75	67	75
Total Trozos >10 cm	(m)	--	--	--	--	--	--	--	--	--	0.14
RQD	(%)	--	--	--	--	--	--	--	--	--	18
Litología	Fragmentos sub-angulosos de roca volcánica triturada										
Resistencia a la compresión de la matriz											
Espaciamiento discontinuidades [mm]	(mm)										
Alteración de las paredes de discontinuidad											
Coeficiente de rugosidad de la discontinuidad	JRC										
Resistencia a la compresión de las paredes de las discontinuidades	JCS										
Descripción del Tramo	De 0.00 a 7.30 mts										
Tipo Relleno											
Espesor / Abertura Medio	(mm)										
Meteorización											
Nº Sistemas en el Tramo											
FF/m											
Tipo de Fracturas (Diaclasas, Fallas, Estratificación, venillas, etc)											
Numero de Fracturas	Roca fragmentada - triturada										
Abiertas											
Cerradas											
Nº Discontinuidad	Jn										
OBSERVACIONES GENERALES :											

INDICE DE METEORIZACION	
W 1	Inalterada fresco
W 2	Ligeramente meteorizada
W 3	Moderadamente meteorizada
W 4	Altamente meteorizada
W 5	Completamente meteorizada
W 6	Suelo residual

Numero de Discontinuidades	
Masiva	0.5
Un sistema de discontinuidades	2
Un sistema de discontinuidades + una aislada	3
Dos sistema de discontinuidades	4
Dos sistema de discontinuidades + una aislada	6
Tres sistema de discontinuidades	9
Tres sistema de discontinuidades + una aislada	12
Cuatro sistema de discontinuidades	15
Roca triturada	20

RESISTENCIA ESTIMADA [Mpa]		
R 6	Extremadamente Dura	> 250
R 5	Muy Dura	100 - 250
R 4	Dura	50 - 100
R 3	Moderadamente Dura	25 - 50
R 2	Blanda	5 - 25
R 1	Muy Blanda	1 - 5
R 0	Extremadamente Blanda	0.25 - 1

REGISTRO GEOTECNICO DE SONDAJES



Sondaje Nº : SCOR-08-10		Azimut: 0				Hoja Nº: 2 de 8					
Coordenadas :		Inclinación: -90				Fecha: 24-11-2009					
Mapeados por : CZE		Cota Collar:				Longitud teórico / Real: 60.00 / 60.00 m.					
Tramo Nº		11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Intervalo	Desde (m)	5.20	5.60	6.60	7.30	8.00	8.60	9.00	9.60	10.10	10.40
	Hasta (m)	5.60	6.60	7.30	8.00	8.60	9.00	9.60	10.10	10.40	10.70
Largo de Perforación	(m)	0.40	1.00	0.70	0.70	0.60	0.40	0.60	0.50	0.30	0.30
Largo Recuperado	(m)	0.20	0.45	0.45	0.65	0.45	0.20	0.50	0.45	0.25	0.25
Recuperación	%	50	45	64	93	75	50	83	90	83	83
Total Trozos >10 cm	(m)	--	--	--	0.61	--	--	0.37	--	0.25	0.25
RQD	(%)	--	--	--	87	--	--	62	--	83	83
Litología	Fragmentos sub-angulosos de roca volcánica triturada		Roca Volcánica - Andesita - de color pardo negruzco, con brillo pardo mate de textura porfirítica fluidal, de grano fino. Ligera a moderadamente meteorizada, poco fracturada y resistente.								
Resistencia a la compresión de la matriz			R 3	R 3	R 3						
Espaciamiento discontinuidades [mm]	(mm)		60 - 200	60 - 200	60 - 200	60 - 200	60 - 200	60 - 200	60 - 200	100 - 600	
Alteración de las paredes de discontinuidad			W 2	W 3	W 2	W 2	W 3	W 3	W 3	W 2	
Coeficiente de rugosidad de la discontinuidad	JRC		2 - 4, 4 - 6		8 - 10	0 - 2, 4 - 6				2 - 4	
Resistencia a la compresión de las paredes de las discontinuidades	JCS		R 3	R 3	R2	R 3 / R 2	R 3	R 3	R 3	R2	
Descripción del Tramo		De 0.00 a 7.30 mts			De 7.30 a 14.30 mts						
Tipo Relleno			Oxid	Oxid	Oxid	Oxid	Oxid	Oxid	Oxid	Oxid	
Espesor / Abertura Medio	(mm)		1	1	1	1	1 - 3	1	1	1	
Meteorización			W 2	W 2	W 2	W 2	W 2	W 2	W 2	W 2	
Nº Sistemas en el Tramo			2 + 1	2	1	2	2	1	1	1 + 1	
FF/m			8	3	3	3	8 - 9	8 - 9	8 - 9	1	
Tipo de Fracturas (Diaclasas, Fallas, Estratificación, venillas, etc)			J	J	J	J	J	J	J	J	
Numero de Fracturas		Roca fragmento / triturada		6 - 8	2	1	4	4	1	2	
Abiertas											
Cerradas											
Nº Discontinuidad	Jn		6	4	3	4	4	4	2	3	
OBSERVACIONES GENERALES :											

INDICE DE METEORIZACION	
W 1	Inalterada fresco
W 2	Ligeramente meteorizada
W 3	Moderadamente meteorizada
W 4	Altamente meteorizada
W 5	Completamente meteorizada
W 6	Suelo residual

Numero de Discontinuidades	
Masiva	0.5
Un sistema de discontinuidades	2
Un sistema de discontinuidades + una aislada	3
Dos sistema de discontinuidades	4
Dos sistema de discontinuidades + una aislada	6
Tres sistema de discontinuidades	9
Tres sistema de discontinuidades + una aislada	12
Cuatro sistema de discontinuidades	15
Roca triturada	20

RESISTENCIA ESTIMADA [Mpa]		
R 6	Extremadamente Dura	> 250
R 5	Muy Dura	100 - 250
R 4	Dura	50 - 100
R 3	Moderadamente Dura	25 - 50
R 2	Blanda	5 - 25
R 1	Muy Blanda	1 - 5
R 0	Extremadamente Blanda	0.25 - 1

REGISTRO GEOTECNICO DE SONDAJES

Sondaje Nº : SCOR-08-10		Azimut: 0					Hoja Nº: 3 de 8				
Coordenadas :		Inclinación: -90					Fecha: 24-11-2009				
Mapeados por : CZE		Cota Collar:					Longitud teórico / Real: 60.00 / 60.00 m.				
Tramo Nº		21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
Intervalo	Desde (m)	10.70	11.60	12.10	12.60	13.00	14.30	15.00	15.90	16.20	16.80
	Hasta (m)	11.60	12.10	12.60	13.00	14.30	15.00	15.90	16.20	16.80	17.40
Largo de Perforación	(m)	0.90	0.50	0.50	0.40	1.30	0.70	0.90	0.30	0.60	0.60
Largo Recuperado	(m)	0.55	0.35	0.45	0.35	0.90	0.65	0.80	0.20	0.45	0.45
Recuperación	%	61	70	90	87	69	93	89	67	75	75
Total Trozos >10 cm	(m)	0.36	0.20	--	0.30	0.75	--	--	--	--	--
RQD	(%)	40	40	--	75	58	--	--	--	--	--
Litología	Roca Volcánica - Andesita, de color pardo negruzco, brillo pardo mate, textura porfirítica. La roca se presenta de ligera a moderadamente alterada y poco fracturada. Del tramo 14.30 hasta 28.20 la roca se presenta fragmentada y/o triturada.										
Resistencia a la compresión de la matriz	R 3					R1					
Espaciamiento discontinuidades [mm]	(mm)	60 - 600	60 - 600	60 - 200	200 - 600	200 - 600	< 60				
Alteración de las paredes de discontinuidad		W 2	W 2	W 3	W 2	W 2					
Coefficiente de rugosidad de la discontinuidad	JRC	6 - 8	6 - 8	8 - 10	4 - 6	0 - 2, 6 - 8, 4 - 6					
Resistencia a la compresión de las paredes de las discontinuidades	JCS	R2	R 3 / R 4		R 3	R 3					
Descripción del Tramo	De 7.30 a 14.30 mts					De 14.30 a 28.20 mts					
Tipo Relleno		Oxid	Oxid	Oxid	Oxid	Oxid					
Espesor / Abertura Medio	(mm)	1	1	1 - 3	1	1					
Meteorización		W 2			W 2	W 2					
Nº Sistemas en el Tramo		2	2	2 + 1	2 + 1	2					
FF/m		6 - 8		18 - 20		5 - 6	> 20				
Tipo de Fracturas (Diaclasas, Fallas, Estratificación, venillas, etc)		J	J	J	J	J					
Numero de Fracturas		4 - 5	2	18 - 20	6	5 - 6	Roca fragmentada / triturada.				
Abiertas		1									
Cerradas											
Nº Discontinuidad	Jn	4	4	6	6	4	20				
OBSERVACIONES GENERALES :											

INDICE DE METEORIZACION	
W 1	Inalterada fresco
W 2	Ligeramente meteorizada
W 3	Moderadamente meteorizada
W 4	Altamente meteorizada
W 5	Completamente meteorizada
W 6	Suelo residual

Numero de Discontinuidades	
Masiva	0.5
Un sistema de discontinuidades	2
Un sistema de discontinuidades + una aislada	3
Dos sistema de discontinuidades	4
Dos sistema de discontinuidades + una aislada	6
Tres sistema de discontinuidades	9
Tres sistema de discontinuidades + una aislada	12
Cuatro sistema de discontinuidades	15
Roca triturada	20

RESISTENCIA ESTIMADA [Mpa]		
R 6	Extremadamente Dura	> 250
R 5	Muy Dura	100 - 250
R 4	Dura	50 - 100
R 3	Moderadamente Dura	25 - 50
R 2	Blanda	5 - 25
R 1	Muy Blanda	1 - 5
R 0	Extremadamente Blanda	0.25 - 1

REGISTRO GEOTECNICO DE SONDAJES

Sondaje Nº : SCOR-08-10		Azimut: 0				Hoja Nº: 4 de 8					
Coordenadas :		Inclinación: -90				Fecha: 24-11-2009					
Mapeados por : CZE		Cota Collar:				Longitud teórico / Real: 60.00 / 60.00 m.					
Tramo Nº		31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
Intervalo	Desde (m)	17.40	18.30	19.20	20.10	20.40	20.60	21.00	21.40	22.10	22.40
	Hasta (m)	18.30	19.20	20.10	20.40	20.60	21.00	21.40	22.10	22.40	23.00
Largo de Perforación	(m)	0.90	0.90	0.90	0.30	0.20	0.40	0.40	0.70	0.30	0.60
Largo Recuperado	(m)	0.45	0.85	0.80	0.25	0.15	0.35	0.35	0.60	0.25	0.40
Recuperación	%	50	94	89	83	75	88	88	86	83	67
Total Trozos >10 cm	(m)	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
RQD	(%)	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
Litología	Roca Volcánica - Andesita, de color pardo negruzco, se presenta fragmentada y/o triturada.										
Resistencia a la compresión de la matriz											
Espaciamiento discontinuidades [mm]	(mm)	< 60									
Alteración de las paredes de discontinuidad											
Coefficiente de rugosidad de la discontinuidad	JRC										
Resistencia a la compresión de las paredes de las discontinuidades	JCS										
Descripción del Tramo	De 14.30 a 28.20 mts										
Tipo Relleno											
Espesor / Abertura Medio	(mm)										
Meteorización											
Nº Sistemas en el Tramo	> 20										
FF/m											
Tipo de Fracturas (Diaclasas, Fallas, Estratificación, venillas, etc)											
Numero de Fracturas	Roca fragmentada / triturada										
Abiertas											
Cerradas											
Nº Discontinuidad	Jn	20									
OBSERVACIONES GENERALES :											

INDICE DE METEORIZACION	
W 1	Inalterada fresco
W 2	Ligeramente meteorizada
W 3	Moderadamente meteorizada
W 4	Altamente meteorizada
W 5	Completamente meteorizada
W 6	Suelo residual

Numero de Discontinuidades	
Masiva	0.5
Un sistema de discontinuidades	2
Un sistema de discontinuidades + una aislada	3
Dos sistema de discontinuidades	4
Dos sistema de discontinuidades + una aislada	6
Tres sistema de discontinuidades	9
Tres sistema de discontinuidades + una aislada	12
Cuatro sistema de discontinuidades	15
Roca triturada	20

RESISTENCIA ESTIMADA [Mpa]		
R 6	Extremadamente Dura	> 250
R 5	Muy Dura	100 - 250
R 4	Dura	50 - 100
R 3	Moderadamente Dura	25 - 50
R 2	Blanda	5 - 25
R 1	Muy Blanda	1 - 5
R 0	Extremadamente Blanda	0.25 - 1

REGISTRO GEOTECNICO DE SONDAJES



Sondaje Nº : SCOR-08-10		Azimut: 0				Hoja Nº: 5 de 8					
Coordenadas :		Inclinación: -90				Fecha: 24-11-2009					
Mapeados por : CZE		Cota Collar:				Longitud teórico / Real: 60.00 / 60.00 m.					
Tramo Nº		41	42	43	44	45	46	47	48	49	50
Intervalo	Desde (m)	23.00	23.40	23.80	24.40	24.90	25.60	25.80	26.00	26.40	26.80
	Hasta (m)	23.40	23.80	24.40	24.90	25.60	25.80	26.00	26.40	26.80	27.30
Largo de Perforación	(m)	0.40	0.40	0.60	0.50	0.70	0.20	0.20	0.40	0.40	0.50
Largo Recuperado	(m)	0.30	0.20	0.30	0.30	0.55	0.20	0.15	0.35	0.30	0.40
Recuperación	%	75	50	50	60	79	100	75	88	75	80
Total Trozos >10 cm	(m)	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
RQD	(%)	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
Litología	Roca Volcánica - Andesita, de color pardo negruzco, se presenta fragmentada y/o triturada.										
Resistencia a la compresión de la matriz											
Espaciamiento discontinuidades [mm]	(mm)	< 60									
Alteración de las paredes de discontinuidad											
Coeficiente de rugosidad de la discontinuidad	JRC										
Resistencia a la compresión de las paredes de las discontinuidades	JCS										
Descripción del Tramo	De 14.30 a 28.20 mts										
Tipo Relleno											
Espesor / Abertura Medio	(mm)										
Meteorización											
Nº Sistemas en el Tramo											
FF/m	> 20										
Tipo de Fracturas (Diaclasas, Fallas, Estratificación, venillas, etc)											
Numero de Fracturas	Roca fragmentada - triturada										
Abiertas											
Cerradas											
Nº Discontinuidad	Jn	20									
OBSERVACIONES GENERALES :											

INDICE DE METEORIZACION	
W 1	Inalterada fresco
W 2	Ligeramente meteorizada
W 3	Moderadamente meteorizada
W 4	Altamente meteorizada
W 5	Completamente meteorizada
W 6	Suelo residual

Numero de Discontinuidades	
Masiva	0.5
Un sistema de discontinuidades	2
Un sistema de discontinuidades + una aislada	3
Dos sistema de discontinuidades	4
Dos sistema de discontinuidades + una aislada	6
Tres sistema de discontinuidades	9
Tres sistema de discontinuidades + una aislada	12
Cuatro sistema de discontinuidades	15
Roca triturada	20

RESISTENCIA ESTIMADA [Mpa]		
R 6	Extremadamente Dura	> 250
R 5	Muy Dura	100 - 250
R 4	Dura	50 - 100
R 3	Moderadamente Dura	25 - 50
R 2	Blanda	5 - 25
R 1	Muy Blanda	1 - 5
R 0	Extremadamente Blanda	0.25 - 1

REGISTRO GEOTECNICO DE SONDAJES

Sondaje N°: SCOR-08-10		Azimut: 0				Hoja N°: 6 de 8					
Coordenadas:		Inclinación: -90				Fecha: 24-11-2009					
Mapeados por: CZE		Cota Collar:				Longitud teórico / Real: 60.00 / 60.00 m.					
Tramo N°		51	52	53	54	55	56	57	58	59	60
Intervalo	Desde (m)	27.30	27.60	28.20	29.10	29.40	30.90	32.50	34.10	35.60	37.20
	Hasta (m)	27.60	28.20	29.10	29.40	30.90	32.50	34.10	35.60	37.20	38.70
Largo de Perforación	(m)	0.30	0.60	0.90	0.30	1.50	1.60	1.60	1.50	1.60	1.50
Largo Recuperado	(m)	0.20	0.50	0.85	0.30	1.45	1.55	1.50	1.40	1.55	1.40
Recuperación	%	67	83	94	100	97	97	94	93	97	93
Total Trozos >10 cm	(m)	--	--	0.34	0.25	0.90	1.20	1.25	1.30	1.45	1.30
RQD	(%)	--	--	38	83	60	75	78	87	91	87
Litología	Descripción igual al tramo anterior	Roca Volcánica - Andesita - de color gris pardo oscuro, con brillo pardo mate, de textura porfirítica, de grano fino, presenta alteración hidrotermal pervasiva. La roca se presenta fracturada y poco meteorizada y de resistencia dura a muy dura.									
Resistencia a la compresión de la matriz			R 3	R 3	R 3	R 3					
Espaciamiento discontinuidades [mm]	(mm)	< 60	60 - 100	60 - 300	100 - 600	2 +	200 - 600	200 - 600	200 - 600	200 - 600	
Alteración de las paredes de discontinuidad			W 3	W 3	W 2						
Coefficiente de rugosidad de la discontinuidad	JRC		4 - 6	4 - 6	4 - 6, 8 - 10, 10 - 12	6 - 8	6 - 8, 8 - 10	8 - 10, 6 - 8	8 - 10	4 - 6, 2 - 4, 0 - 2	
Resistencia a la compresión de las paredes de las discontinuidades	JCS		R 3	R 3	R 3	R 3					
Descripción del Tramo		De 14.30 a 28.20 mts	De 28.20 a 60.00 mts								
Tipo Relleno			Oxid	Oxid	Oxid	Oxid	Oxid	Oxid	Oxid	Oxid	
Espesor / Abertura Medio	(mm)		1 - 3	1	1	1	1	1	1	1	
Meteorización			W 2								
N° Sistemas en el Tramo			2 + 1	2	2 + 1	2 + 1	2 + 1	2	1 + 1	1 + 1	
FF/m		> 20	8 - 10	1	8 - 10	8	6	3	2	5	
Tipo de Fracturas (Diaclasas, Fallas, Estratificación, venillas, etc)			J	J	J	J	J	J	J	J	
Numero de Fracturas		Roca fragmentada - triturada	8 - 10	4	10 - 12	8 - 10	6 - 8	3 - 4	4	5 - 7	
Abiertas											
Cerradas											
N° Discontinuidad	Jn		6	4	6	6	6	4	3	3	
OBSERVACIONES GENERALES :											

INDICE DE METEORIZACION	
W 1	Inalterada fresco
W 2	Ligeramente meteorizada
W 3	Moderadamente meteorizada
W 4	Altamente meteorizada
W 5	Completamente meteorizada
W 6	Suelo residual

Numero de Discontinuidades	
Masiva	0.5
Un sistema de discontinuidades	2
Un sistema de discontinuidades + una aislada	3
Dos sistema de discontinuidades	4
Dos sistema de discontinuidades + una aislada	6
Tres sistema de discontinuidades	9
Tres sistema de discontinuidades + una aislada	12
Cuatro sistema de discontinuidades	15
Roca triturada	20

RESISTENCIA ESTIMADA (Mpa)		
R 6	Extremadamente Dura	> 250
R 5	Muy Dura	100 - 250
R 4	Dura	50 - 100
R 3	Moderadamente Dura	25 - 50
R 2	Blanda	5 - 25
R 1	Muy Blanda	1 - 5
R 0	Extremadamente Blanda	0.25 - 1

REGISTRO GEOTECNICO DE SONDAJES

Sondaje Nº : SCOR-08-10		Azimut: 0				Hoja Nº: 7 de 8					
Coordenadas :		Inclinación: -90				Fecha: 24-11-2009					
Mapeados por : CZE		Cota Collar:				Longitud teórico / Real: 60.00 / 60.00 m.					
Tramo Nº		61	62	63	64	65	66	67	68	69	70
Intervalo	Desde (m)	38.70	40.00	41.60	43.10	44.60	45.80	47.40	49.00	50.00	51.60
	Hasta (m)	40.00	41.60	43.10	44.60	45.80	47.40	49.00	50.00	51.60	53.20
Largo de Perforación	(m)	1.30	1.60	1.50	1.50	1.20	1.60	1.60	1.00	1.60	1.60
Largo Recuperado	(m)	1.25	1.55	1.45	1.45	1.15	1.55	1.55	0.95	1.55	1.55
Recuperación	%	96	97	97	97	96	97	97	95	97	97
Total Trozos >10 cm	(cm)	0.98	1.20	1.25	0.80	0.55	0.94	1.20	0.80	1.00	1.35
RQD	(%)	75	75	83	53	46	59	75	80	62	84
Litología	Brecha volcánica de matriz soportada que engloba clastos subangulosos a subredondeados de naturaleza andesítica, color pardo verdoso oscuro, brillo pardo mate, con ligera alteración pervasiva selecta, roca poco fracturada y poco meteorizada, roca de resistencia dura a muy dura.										
Resistencia a la compresión de la matriz	R 3										
Espaciamiento discontinuidades [mm]	(mm)	100 - 400	200 - 600	200 - 600	60 - 200	60 - 200	60 - 200	100 - 300	200 - 600	160 - 200	
Alteración de las paredes de discontinuidad		W 2	W 2	W 2							
Coefficiente de rugosidad de la discontinuidad	JRC	0 - 2, 2 - 4, 4 - 6, 8 - 10	0 - 2, 6 - 8, 4 - 6	6 - 8	2 - 4, 4 - 6, 8 - 10	0 - 2, 2 - 4, 6 - 8	4 - 6, 6 - 8, 8 - 10, 10 - 12	4 - 6, 6 - 8, 10 - 12	2 - 4, 6 - 8	0 - 2, 2 - 4	0 - 2
Resistencia a la compresión de las paredes de las discontinuidades	JCS	R 2	R 2								
Descripción del Tramo	De 28.20 a 60.00 mts										
Tipo Relleno		Oxid	Oxid	Oxid	Oxid				Oxid		
Espesor / Abertura Medio	(mm)	1	1	1	1						
Meteorización		W 2	W 2	W 2	W 2						
Nº Sistemas en el Tramo		2 + 1	2	2	2 + 1	2	2 + 1	2 + 1	1 + 1	1 + 1	2
FF/m		8	5	6	6	6	8	8	8	4	6
Tipo de Fracturas (Diaclasas, Fallas, Estratificación, venillas, etc)		J	J	J	J	J	J	J	J	J	J
Numero de Fracturas		8 - 10	5 - 7	6 - 8	6 - 8	6 - 7	10 - 12	10 - 12	8	4 - 5	8 - 10
Abiertas											
Cerradas											
Nº Discontinuidad	Jn	6	4	4	6	4	6	6	3	3	4
OBSERVACIONES GENERALES :											

INDICE DE METEORIZACION	
W 1	Inalterada fresco
W 2	Ligeramente meteorizada
W 3	Moderadamente meteorizada
W 4	Altamente meteorizada
W 5	Completamente meteorizada
W 6	Suelo residual

Numero de Discontinuidades	
Masiva	0.5
Un sistema de discontinuidades	2
Un sistema de discontinuidades + una aislada	3
Dos sistema de discontinuidades	4
Dos sistema de discontinuidades + una aislada	6
Tres sistema de discontinuidades	9
Tres sistema de discontinuidades + una aislada	12
Cuatro sistema de discontinuidades	15
Roca triturada	20

RESISTENCIA ESTIMADA [Mpa]		
R 6	Extremadamente Dura	> 250
R 5	Muy Dura	100 - 250
R 4	Dura	50 - 100
R 3	Moderadamente Dura	25 - 50
R 2	Blanda	5 - 25
R 1	Muy Blanda	1 - 5
R 0	Extremadamente Blanda	0.25 - 1

REGISTRO GEOTECNICO DE SONDAJES

Sondaje Nº : SCOR-08-10		Azimut: 0				Hoja Nº: 8 de 8	
Coordenadas :		Inclinación: -90				Fecha: 24-11-2009	
Mapeados por : CZE		Cota Collar:				Longitud teórico / Real: 60.00 / 60.00 m.	
Tramo Nº		71	72	73	74	75	
Intervalo	Desde (m)	53.20	54.80	56.30	57.90	59.50	
	Hasta (m)	54.80	56.30	57.90	59.50	60.00	
Largo de Perforación	(m)	1.60	1.50	1.60	1.60	0.50	
Largo Recuperado	(m)	1.50	1.45	1.50	1.40	0.45	
Recuperación	%	94	97	94	87	90	
Total Trozos >10 cm	(m)	1.30	1.32	1.45	1.25	0.43	
RQD	(%)	81	88	91	78	86	
Litología	Descripción igual al tramo anterior						
Resistencia a la compresión de la matriz	R 3						
Espaciamiento discontinuidades [mm]	(mm)	600 - 1000	600 - 2000			600 - 2000	
Alteración de las paredes de discontinuidad		W2	W 2			W 2	
Coefficiente de rugosidad de la discontinuidad	JRC	0 - 2	6 - 8	8 - 10	6 - 8	6 - 8	
Resistencia a la compresión de las paredes de las discontinuidades	JCS	R5	R 2				
Descripción del Tramo	De 28.20 a 60.00 mts						
Tipo Relleno	propillica						
Espesor / Abertura Medio	(mm)	1					
Meteorización		W 2	W 2				
Nº Sistemas en el Tramo		1 + 1	1 + 1	1	1 + 1	1	
FF/m		4	6	4	5	2	
Tipo de Fracturas (Diaclasas, Fallas, Estratificación, venillas, etc)		J	J	J	J	J	
Numero de Fracturas		6	6 - 8	4 - 5	6	2	
Abiertas							
Cerradas					2		
Nº Discontinuidad	Jn	3	3	2	3	2	
OBSERVACIONES GENERALES :							

INDICE DE METEORIZACION	
W 1	Inalterada fresco
W 2	Ligeramente meteorizada
W 3	Moderadamente meteorizada
W 4	Altamente meteorizada
W 5	Completamente meteorizada
W 6	Suelo residual

Numero de Discontinuidades	
Masiva	0.5
Un sistema de discontinuidades	2
Un sistema de discontinuidades + una aislada	3
Dos sistema de discontinuidades	4
Dos sistema de discontinuidades + una aislada	6
Tres sistema de discontinuidades	9
Tres sistema de discontinuidades + una aislada	12
Cuatro sistema de discontinuidades	15
Roca triturada	20

RESISTENCIA ESTIMADA [Mpa]		
R 6	Extremadamente Dura	> 250
R 5	Muy Dura	100 - 250
R 4	Dura	50 - 100
R 3	Moderadamente Dura	25 - 50
R 2	Blanda	5 - 25
R 1	Muy Blanda	1 - 5
R 0	Extremadamente Blanda	0.25 - 1

REGISTRO DE PERFORACION

SONDEO N°S-COR-03

TIPO DE PERFORACION: ROTATORIA COTA: 3,074.080 PROYECTO: QUELLAVECO
 FECHA DE INICIO: 22-06-99 DIRE. /INCLINACION: 90° UBICACION: PRESA CORTADERA
 FECHA DE TERMINO: 02-07-99 PROF. FINAL: 37.00 m COORDENADAS: N 8' 097.720 27 E 319,500 28

DIAMETRO DE PERFORACION	DIAMETRO DE REVEST. CEMENTACION	NIVEL FREATICO PROF. FECHA	RETORNO AGUA DE PERFORACION %	RECUPERACION DE MUESTRA % RQD REC (%)	PROFUNDIDAD m.	PERFIL GEOLOGICO	DESCRIPCION	PARAMETROS DE ROCA				PARAMETROS DE SUELO						
								(F) GRADO DE FRACTURAMIENTO	(W) GRADO DE METEORIZACION	(D) GRADO DE DUREZA	UL PE Kg/cm ²	PRUEBAS LUGEON				N° FRACTURAS	SPT (N)	PERMEABILIDAD (cm /seg)
												ABSORCION l / m / min						
								0.1	1.0	10.0	100.0							
10"	HW	SECO 02/07/99	40%	00/60	0.30	▲ ▲	0.00 - 3.00 depósito coluvial formado por roca fracturada sub angular de naturaleza volcánica de diferente tamaño en matriz limo arcillosa suelta, seca, formando escombros de ladera, en general los fragmentos son traqueandesíticos	4					SUELO	08	1.30 x 10 ⁻¹			
				00/63	0.70											▲ ▲	3.25 - 9.20 contacto erosional roca volcánica traqueandesita gris oscura, grano fino con feidspatos de 2 a 4 mm, presenta pequeños bandeamientos apreciables por el cambio de coloración (aspecto textural), roca es fracturada, ligera meteorización, resistente, los planos de fracturamiento abierto tienen relleno de arcilla y pátinas de óxidos de Fe y Mn (formando dendritas negras) asimismo clorita	4
10"	NW	SIN RETORNO		23/83	4.10	▲ ▲	9.20 - 20.10 idem al anterior con fracturas longitudinales 30%, y ángulos de 65° a 45° el 70%, los planos de fracturamiento con pátinas de óxidos y dendritas negras de Mn, son suaves y planares	3	2	5			10	14	1.83 x 10 ⁻³			
				38/96	4.60	▲ ▲										20.10 - 20.65 roca alterada con sericitización, color blanquecino, débil, disgregable	4	1
10"				40/94	5.15	▲ ▲	20.65 - 21.40 roca fracturada, moderadamente meteorizada y resistente	5					10	12				
				57/100	5.70	▲ ▲										21.40 - 26.50 traqueandesita gris oscura, grano fino, ligeramente meteorizada, se observa bandeamientos con cambios de coloración, los planos de fracturamiento son mayores al 70%, con superficies rugosas y pátinas de óxidos a manera de películas	5	
10"				73/94	6.50	▲ ▲	26.50 - 29.40 traqueandesitas con fracturas longitudinales abiertas, con relleno de arcillas y óxidos de Fe y Mn, ligera meteorización, fracturada, muy resistente, superficies de fracturas planares y suaves	4	3	4-3			10	14	1.20 x 10 ⁻²			
				63/100	7.85	▲ ▲										29.40 - 37.00 traqueandesita masiva, fresca, muy resistente, de color gris oscuro, grano fino, los planos de fracturamiento con superficies planas, ligeramente rugosas, con pátinas muy finas de óxidos de Fe.	5	
10"				62/95	8.50	▲ ▲		5					10	14				
				24/89	9.45	▲ ▲										46/80	21.10	▲ ▲
10"				00/92	10.10	▲ ▲		5					10	14				
				33/100	10.55	▲ ▲										24/80	21.50	▲ ▲
10"				00/71	10.80	▲ ▲		5					10	14				
				00/96	11.25	▲ ▲										76/100	22.55	▲ ▲
10"				00/80	11.45	▲ ▲		5					10	14				
				22/76	12.00	▲ ▲										74/97	24.10	▲ ▲
10"				00/60	12.55	▲ ▲		5					10	14				
				00/91	13.10	▲ ▲										82/100	25.40	▲ ▲
10"				00/90	13.65	▲ ▲		5					10	14				
				20/80	14.65	▲ ▲										68/98	26.60	▲ ▲
10"				20/75	15.65	▲ ▲		5					10	14				
				14/50	16.45	▲ ▲										81/93	28.20	▲ ▲
10"				00/100	16.60	▲ ▲		5					10	14				
				00/53	17.25	▲ ▲										26/100	29.20	▲ ▲
10"				00/35	18.10	▲ ▲		5					10	14				
				00/50	19.10	▲ ▲										72/100	30.30	▲ ▲
10"				00/30	19.60	▲ ▲		5					10	14				
				00/60	20.10	▲ ▲										78/100	31.35	▲ ▲
10"				46/80	21.10	▲ ▲		5					10	14				
				24/80	21.50	▲ ▲										95/97	32.00	▲ ▲
10"				00/60	21.60	▲ ▲		5					10	14				
				76/100	22.55	▲ ▲										93/96	33.35	▲ ▲
10"				74/97	24.10	▲ ▲		5					10	14				
				82/100	25.40	▲ ▲										93/97	34.90	▲ ▲
10"				68/98	26.60	▲ ▲		5					10	14				
				81/93	28.20	▲ ▲										86/99	36.40	▲ ▲
10"				26/100	29.20	▲ ▲		5					10	14				
				72/100	30.30	▲ ▲										71/92		▲ ▲
10"				72/100	30.30	▲ ▲		5					10	14				
				78/100	31.35	▲ ▲												▲ ▲
10"				95/97	32.00	▲ ▲		5					10	14				
				93/96	33.35	▲ ▲												▲ ▲
10"				93/97	34.90	▲ ▲		5					10	14				
				86/99	36.40	▲ ▲												▲ ▲
10"				71/92		▲ ▲		5					10	14				
						▲ ▲												▲ ▲

GRADO DE FRACTURAMIENTO (ISRM, 1978)			GRADO DE METEORIZACION (ISRM, 1980)		GRADO DE DUREZA (ISRM, 1978)		SIMBOLOGIA Y LEYENDA	
GRADO	CALIFICACION	ESPACIAMIENTO DE FRACTURAS	GRADO	CALIFICACION	GRADO	CALIFICACION	RANGO APROX DE RESISTENCIA (MPa)	
F1	MASIVA	>2.0 m	W1	FRESCA (SANA)	D-0	EXTREMADAMENTE DEBIL	0.25 - 1.0	○ ○ ○ ○
F2	POCO FRACTURADA	0.6 - 2.0 m	W2	LIGERAMENTE METEORIZADA	D-1	MUY DEBIL	1.0 - 5.0	▲ ▲ ▲
F3	FRACTURADA	0.2 - 0.6 m	W3	MODERADAMENTE METEORIZADA	D-2	DEBIL	5.0 - 25.0	▲ ▲
F4	MUY FRACTURADA	0.06 - 0.2 m	W4	INTENSAMENTE METEORIZADA	D-3	MODERADAMENTE RESISTENTE	25.0 - 50.0	▲ ▲
F5	TRITURADA	< 0.06 m	W5	COMPLETAMENTE METEORIZADA	D-4	RESISTENTE	50.0 - 100.0	—
					D-5	MUY RESISTENTE	100.0 - 250.0	—
					D-6	EXTREMADAMENTE RESISTENTE	> 250.0	—

OBSERVACIONES: _____

APROBADO POR : H.C.F. ELABORADO POR : L.R.E./D.H.P. HOJA

SUPERVISION S. BACHY PERU S.A 1 de 1

ANEXO 5

ENSAYO LUGEON PARA
SONDAJES DE EXPLORACIÓN

REGISTRO DE ENSAYOS LUGEON MEJORADO

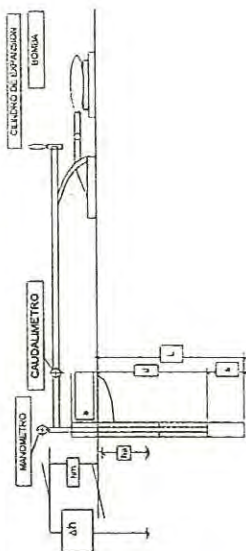
PROYECTO: MINERA QUELLAVECO SONDEO N° S.COR - 2
 UBICACION: CORTADERA
 ENSAYO N°: 1
 TRAMO ENSAYO DE: 4.00 A 8.00

FECHA: 03/07/1999

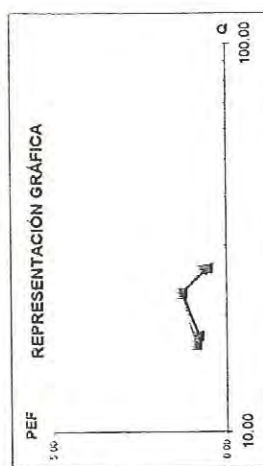
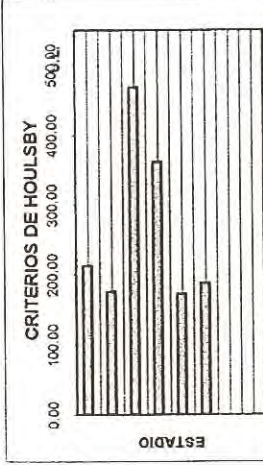
L = LONGITUD DE PERFORACIÓN (m)
 i = INCLINACION DE PERF. C/HORIZONTAL (°)
 Δh = CARGA HIDRÁULICA = SENI * h(m)
 s = LONGITUD TRAMO DE ENSAYO (m)
 DIAMETRO DE BULBO ENSAYO (cm)

h_m = DISTANCIA DEL MANOMETRO (m)
 a = SOBRIANTE DEL REVESTIMIENTO (m)
 ha = DISTANCIA NIVEL FREÁTICO (m)
 Δh = LONG. COLUMNA DE AGUA (m)
 d = DISTANCIA OBTURADOR (m)

PM = PRESION MANOMETRICA (Kg/cm²)
 PEF = PRESION EFECTIVA (Kg/cm²)
 Δp = PERDIDA DE CARGA (Kg/cm²)
 q = CAUDAL DE CARGA (l/min)
 Q = ABSORCION DE AGUA (l/m²/min)
 U.L. = UNIDAD LUGEON (1/m²/min a 10 Kg/cm² de PEF)



T (min)	PM = 1		PM = 2		PM = 3		PM = 3		PM = 2		PM = 1	
	Hidrom (l)	q (l/min)	Hidrom (l)	q (l/min)	Hidrom (l)	q (l/min)	Hidrom (l)	q (l/min)	Hidrom (l)	q (l/min)	Hidrom (l)	q (l/min)
0.00	307730	70	308600	91	310700	105	310700	105	311870	91	313070	65
1.00	307800	72	308691	91	309755	105	310805	105	311961	91	313135	65
2.00	307872	71	308782	91	309860	105	310909	104	312052	91	313202	67
3.00	307943	71	308874	92	309965	105	311014	105	312143	91	313270	68
4.00	308014	71	308965	91	310072	107	311118	104	312234	91	313336	68
5.00	308085	71	309056	91	310177	105	311222	104	312324	90	313403	65
6.00	308155	70	309148	92	310282	105	311327	105	312414	90	313470	67
7.00	308226	70	309240	92	310387	105	311432	105	312505	91	313538	68
8.00	308296	71	309332	92	310492	105	311536	104	312595	90	313605	67
9.00	308367	71	309424	92	310595	103	311640	104	312686	91	313672	67
10.00	308438	71	309516	92	310700	105	311743	103	312776	90	313740	68
q (l/min)		70.80		91.60		105.00		104.30		90.60		67.00
Q (l/m ² /min)		17.70		22.90		26.25		26.07		22.65		16.75
Δp (Kg/cm ²)		0.91		1.45		3.18		3.02		1.43		0.85
Δh/10 (kg/cm ²)		0.740		0.740		0.740		0.740		0.740		0.740
PEF (Kg/cm ²)		0.83		1.30		0.56		0.72		1.31		0.89
U.L.		213.25		176.15		468.75		362.08		172.90		188.20



UNIDADES LUGEON

UL 188.20

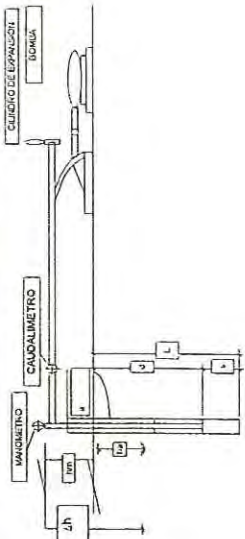
OBSERVACIONES: Flujo de dilatación

SOLETANCHE BACHY PERÚ SA

EMPACAMBIOS EN PAQUETES, LOMAS, CAJAS, MAQUINOS Y TIPOLOGOS DE TUBERIAS

REGISTRO DE ENSAYOS LUGEON MEJORADO

PROYECTO: MINERA QUELLAVECO SONDEO N° S.COR.-02
 UBICACION: CORTADERA
 ENSAYO N°: 2
 TRAMO ENSAYO DE: 8.00 A 13.00

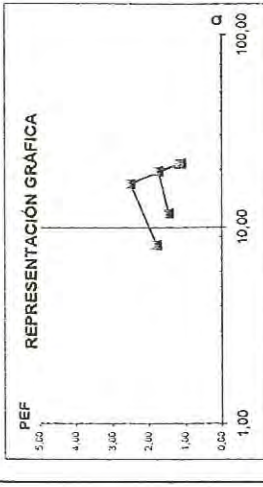


L = LONGITUD DE PERFORACION (m)
 I = INCLINACION DE PERF. C/HORIZONTAL (°)
 Δh = CARGA HIDRAULICA = SENI * h(m)
 s = LONGITUD TRAMO DE ENSAYO (m)
 DIAMETRO DE BULBO ENSAYO (cm)

hm = DISTANCIA DEL MANOMETRO (m)
 a = SOBRIANTE DEL REVESTIMIENTO (m)
 ha = DISTANCIA NIVEL FREATICO (m)
 Δh = LONG. COLUMNA DE AGUA (m)
 d = DISTANCIA OBTURADOR (m)

PM = PRESION MANOMETRICA (Kg/cm2)
 PEF = PRESION EFECTIVA (Kg/cm2)
 Δp = PERDIDA DE CARGA (Kg/cm2)
 q = CAUDAL DE CARGA (l/min)
 Q = ABSORCION DE AGUA (l/m/min)
 U.L. = UNIDAD LUGEON (1/m/min a 10 Kg/cm2 de PEF)

T (min)	PM =		2.5		3.5		3.5		PM =		2.5		3.5		PM =		1		PM =			
	Hidrom (l)	q (l/min)	Hidrom (l)	q (l/min)	Hidrom (l)	q (l/min)	Hidrom (l)	q (l/min)	Hidrom (l)	q (l/min)	Hidrom (l)	q (l/min)	Hidrom (l)	q (l/min)	Hidrom (l)	q (l/min)	Hidrom (l)	q (l/min)	Hidrom (l)	q (l/min)		
0.00	314585	40	315200	84	316370	104	317439	106	318510	99	319040	67	319400	57	319458	58	319516	58	319574	58	319632	58
1.00	314625	40	315284	84	316474	106	317545	106	318609	99	319107	67	319400	57	319458	58	319516	58	319574	58	319632	58
2.00	314665	40	315368	84	316580	106	317653	108	318707	98	319171	64	319400	57	319458	58	319516	58	319574	58	319632	58
3.00	314707	42	315451	83	316685	105	317759	106	318804	97	319233	62	319400	57	319458	58	319516	58	319574	58	319632	58
4.00	314748	41	315536	85	316792	107	317866	107	318902	98	319288	55	319400	57	319458	58	319516	58	319574	58	319632	58
5.00	314788	44	315619	83	316901	109	317973	107	319000	98	319343	55	319400	57	319458	58	319516	58	319574	58	319632	58
6.00	314829	41	315703	84	317008	107	318080	107	319098	98	319400	57	319400	57	319458	58	319516	58	319574	58	319632	58
7.00	314871	42	315788	85	317116	108	318187	107	319195	97	319458	58	319400	57	319458	58	319516	58	319574	58	319632	58
8.00	314912	40	315872	84	317224	108	318293	106	319292	97	319516	58	319400	57	319458	58	319516	58	319574	58	319632	58
9.00	314952	40	315955	83	317332	108	318400	107	319390	98	319574	58	319400	57	319458	58	319516	58	319574	58	319632	58
10.00	314993	41	316039	84	317439	107	318506	106	319488	98	319632	58	319400	57	319458	58	319516	58	319574	58	319632	58
q (l/min)	40.80		83.90		106.90		106.70		97.80		59.20		59.20		58		58		58		58	
Q (l/m/min)	8.16		16.78		21.38		21.34		19.56		11.84		11.84		58		58		58		58	
Δp (Kg/cm2)	0.40		1.16		3.58		3.52		1.94		0.72		0.72		58		58		58		58	
Δh/10(kg/cm2)	1.200		1.200		1.200		1.200		1.200		1.200		1.200		58		58		58		58	
PEF (Kg/cm2)	1.80		2.54		1.12		1.18		1.76		1.48		1.48		58		58		58		58	
U.L.	45.33		66.06		190.89		180.84		111.14		80.00		80.00		58		58		58		58	

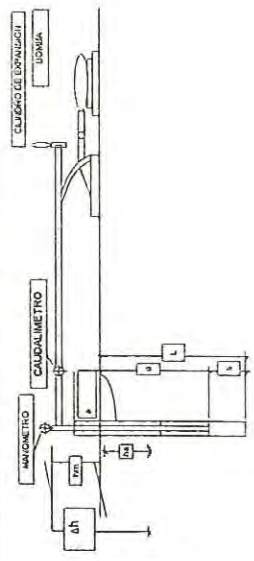


UNIDADES LUGEON
 OBSERVACIONES: Flujo de dilatacion

UL
 45.77

REGISTRO DE ENSAYOS LUGEON MEJORADO

PROYECTO MINERA QUELLAVECO SONDEO N° S.COR. -02 **ENSAYO N°** 3
UBICACION CORTADERA **FECHA** 04/07/1999 **TRAMO ENSAYO DE** 13,00 **A** 18,00

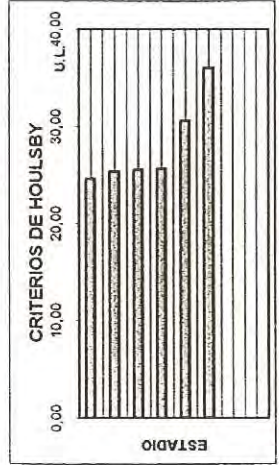
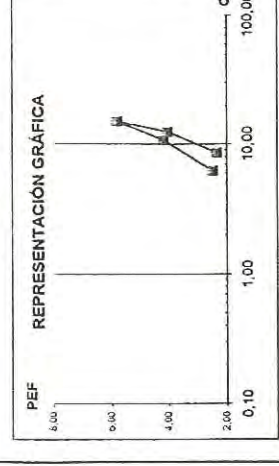


hm = DISTANCIA DEL MANOMETRO (m) 2,00
a = SOBRECARGA DEL REVESTIMIENTO (m) 0,87
ha = DISTANCIA NIVEL FREATICO (m) SECO
Δh = LONG. COLUMNA DE AGUA (m) 17,50
d = DISTANCIA OBTURADOR (m) 13,00

PM = PRESION MANOMETRICA (Kg/cm²)
PEF = PRESION EFECTIVA (Kg/cm²)
Δp = PERDIDA DE CARGA (Kg/cm²)
q = CAUDAL DE CARGA (l/min)
Q = ABSORCION DE AGUA (l/m²/min)
U.L. = UNIDAD LUGEON (1/m²/min a 10 Kg/cm² de PEF)

L = LONGITUD DE PERFORACION (m) 18,00
i = INCLINACION DE PERF. C/HORIZONTAL (°) 90°
Δh = CARGA HIDRAULICA = SENI * h(m)
s = LONGITUD TRAMO DE ENSAYO (m) 5,00
d = DIAMETRO DE BULBO ENSAYO (cm) NCS

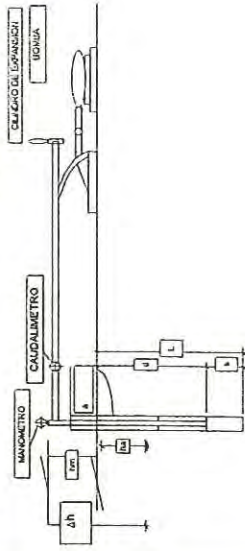
T (min)	PM = 1		PM = 3		PM = 5		PM = 7		PM = 9		PM = 11		PM = 13		PM = 15		PM = 17		PM = 19	
	Hidrom (l)	q (l/min)	Hidrom (l)	q (l/min)	Hidrom (l)	q (l/min)	Hidrom (l)	q (l/min)	Hidrom (l)	q (l/min)	Hidrom (l)	q (l/min)	Hidrom (l)	q (l/min)	Hidrom (l)	q (l/min)	Hidrom (l)	q (l/min)	Hidrom (l)	q (l/min)
0,00	319780	320120	320710	321457	321457	322250	322910	322910	322910	322910	322910	322910	322910	322910	322910	322910	322910	322910	322910	322910
1,00	319808	320174	320785	321531	321531	322312	322953	322953	322953	322953	322953	322953	322953	322953	322953	322953	322953	322953	322953	322953
2,00	319838	320226	320859	321606	321606	322375	322996	322996	322996	322996	322996	322996	322996	322996	322996	322996	322996	322996	322996	322996
3,00	319868	320278	320934	321681	321681	322438	323039	323039	323039	323039	323039	323039	323039	323039	323039	323039	323039	323039	323039	323039
4,00	319899	320331	321008	321756	321756	322500	323081	323081	323081	323081	323081	323081	323081	323081	323081	323081	323081	323081	323081	323081
5,00	319930	320384	321083	321832	321832	322583	323124	323124	323124	323124	323124	323124	323124	323124	323124	323124	323124	323124	323124	323124
6,00	319962	320437	321158	321906	321906	322626	323167	323167	323167	323167	323167	323167	323167	323167	323167	323167	323167	323167	323167	323167
7,00	319994	320490	321233	321981	321981	322688	323209	323209	323209	323209	323209	323209	323209	323209	323209	323209	323209	323209	323209	323209
8,00	320026	320544	321308	322056	322056	322750	323252	323252	323252	323252	323252	323252	323252	323252	323252	323252	323252	323252	323252	323252
9,00	320058	320599	321382	322132	322132	322813	323295	323295	323295	323295	323295	323295	323295	323295	323295	323295	323295	323295	323295	323295
10,00	320090	320655	321457	322206	322206	322875	323337	323337	323337	323337	323337	323337	323337	323337	323337	323337	323337	323337	323337	323337
q (l/min)	31,00	31,00	31,00	31,00	31,00	31,00	31,00	31,00	31,00	31,00	31,00	31,00	31,00	31,00	31,00	31,00	31,00	31,00	31,00	31,00
Q (l/m ² /min)	6,20	6,20	6,20	6,20	6,20	6,20	6,20	6,20	6,20	6,20	6,20	6,20	6,20	6,20	6,20	6,20	6,20	6,20	6,20	6,20
Δp (Kg/cm ²)	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23
Δh/100 (kg/cm ²)	1,750	1,750	1,750	1,750	1,750	1,750	1,750	1,750	1,750	1,750	1,750	1,750	1,750	1,750	1,750	1,750	1,750	1,750	1,750	1,750
PEF (Kg/cm ²)	2,52	2,52	2,52	2,52	2,52	2,52	2,52	2,52	2,52	2,52	2,52	2,52	2,52	2,52	2,52	2,52	2,52	2,52	2,52	2,52
U.L.	24,60	24,60	24,60	24,60	24,60	24,60	24,60	24,60	24,60	24,60	24,60	24,60	24,60	24,60	24,60	24,60	24,60	24,60	24,60	24,60



UNIDADES LUGEON 29,02

OBSERVACIONES:
 Flujo Laminar
 Agua de perforación inicial 10.92 m.
 Agua de perforación final 12.30 m.

UL



REGISTRO DE ENSAYOS LUGEON MEJORADO

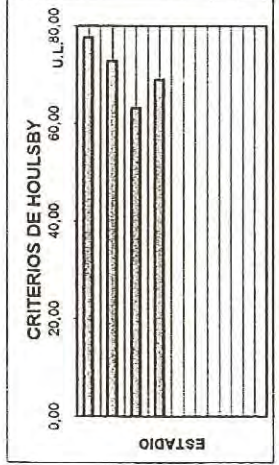
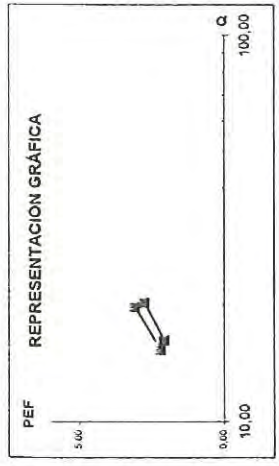
PROYECTO: MINERA QUELLAVECO SONDEO N° S.COR. - 02
 UBICACIÓN: CORTADERA
 ENSAYO N°: 4
 TRAMO ENSAYO DE: 18,00 A 23,00
 FECHA: 04/07/1999

hm = DISTANCIA DEL MANOMETRO (m) 1,30
 a = SOBRIANTE DEL REVESTIMIENTO (m) 0,70
 ha = DISTANCIA NIVEL FREÁTICO (m) SECO
 Δh = LONG. COLUMNA DE AGUA (m) 21,80
 d = DISTANCIA OBTURADOR (m) 18,00

L = LONGITUD DE PERFORACIÓN (m) 23,00
 i = INCLINACIÓN DE PERF. C/HORIZONTAL (*) 90°
 Δh = CARGA HIDRÁULICA = SENI * h (m)
 s = LONGITUD TRAMO DE ENSAYO (m) 5,00
 DIAMETRO DE BULBO ENSAYO (cm) NQ3

PM = PRESION MANOMETRICA (Kg/cm2)
 PEF = PRESION EFECTIVA (Kg/cm2)
 Δp = PERDIDA DE CARGA (Kg/cm2)
 q = CAUDAL DE CARGA (l/min)
 Q = ABSORCION DE AGUA (l/min a 10 Kg/cm2 de PEF)
 U.L. = UNIDAD LUGEON (1 l/min a 10 Kg/cm2 de PEF)

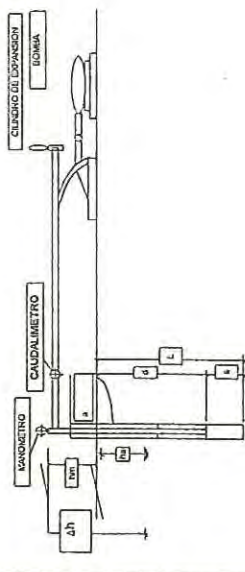
T (min)	PM = 1		PM = 3		PM = 1		PM = 3		PM = 1		PM = 3	
	Hidrom (l)	q (l/min)	Hidrom (l)	q (l/min)	Hidrom (l)	q (l/min)	Hidrom (l)	q (l/min)	Hidrom (l)	q (l/min)	Hidrom (l)	q (l/min)
0,00	324080	80	324970	104	327030	77						
1,00	324160	81	325074	104	327107	77						
2,00	324241	81	325178	104	327183	76						
3,00	324322	81	325282	104	327260	77						
4,00	324403	81	325384	102	327337	77						
5,00	324484	81	325484	100	327413	76						
6,00	324566	82	325584	100	327490	77						
7,00	324647	81	325684	100	327566	76						
8,00	324729	82	325784	100	327643	77						
9,00	324810	81	325884	100	327720	77						
10,00	324891	81	325983	99	327796	76						
q (l/min)	81,10		101,30		98,70							
Q (l/min)	16,22		20,26		19,74							
Δp (Kg/cm2)	1,09		2,40		2,06							
Δh/10 (Kg/cm2)	2,180		2,180		2,180							
PEF (Kg/cm2)	2,09		2,78		3,12							
U.L.	77,61		72,88		63,27							



UNIDADES LUGEON

63,27 **UL**

OBSERVACIONES:
 Flujo turbulento
 Agua de perforación inicial 22,22 m.



REGISTRO DE ENSAYOS LUGEON MEJORADO

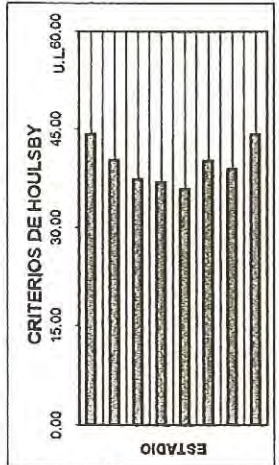
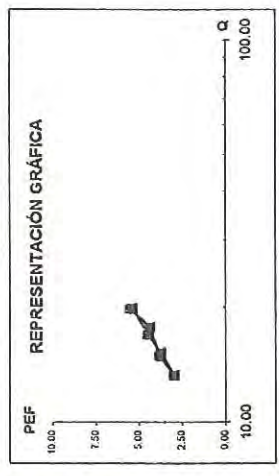
PROYECTO: MINERA QUELLAVECO SONDEO N° S.COR. - 02
 UBICACION: CORTADERA
 ENSAYO N°: 5
 TRAMO ENSAYO DE: 23.00 A 28.00

FECHA: 05/07/1999
 L = LONGITUD DE PERFORACIÓN (m) 28.00
 i = INCLINACIÓN DE PERF. C/HORIZONTAL (°) 90°
 Δh = CARGA HIDRÁULICA = SENI * h(m)
 s = LONGITUD TRAMO DE ENSAYO (m) 5.00
 DIAMETRO DE BULBO ENSAYO (cm) NQ3

hm = DISTANCIA DEL MANOMETRO (m) 1.92
 a = SOBRANTE DEL REVESTIMIENTO (m) 1.40
 ha = DISTANCIA NIVEL FREÁTICO (m) SECO
 Δh = LONG. COLUMNA DE AGUA (m) 27.42
 d = DISTANCIA OBTURADOR (m) 23.00

PM = PRESION MANOMETRICA (Kg/cm2)
 PEF = PRESION EFECTIVA (Kg/cm2)
 Δp = PERDIDA DE CARGA (Kg/cm2)
 q = CAUDAL DE CARGA (l/min)
 Q = ABSORCION DE AGUA (l/m/min)
 U.L. = UNIDAD LUGEON (l/m/min a 10 Kg/cm2 de PEF)

T (min)	PM = Hidrom (l)	q (l/min)	PM = Hidrom (l)	q (l/min)	PM = Hidrom (l)	q (l/min)	PM = Hidrom (l)	q (l/min)	PM = Hidrom (l)	q (l/min)	PM = Hidrom (l)	q (l/min)
0.00	330620	67	331350	77	332180	86	333170	100	334166	100	335210	84
1.00	330687	66	331427	76	332266	85	333270	99	334266	99	335294	80
2.00	330753	67	331503	77	332351	86	333370	99	334365	99	335374	74
3.00	330820	67	331580	77	332437	86	333469	99	334464	99	335464	90
4.00	330887	67	331656	76	332522	85	333569	100	334563	99	335554	90
5.00	330953	66	331732	76	332606	84	333668	99	334662	99	335645	89
6.00	331019	66	331809	77	332692	86	333768	100	334762	100	335736	87
7.00	331085	66	331885	76	332776	86	333868	100	334860	98	335827	91
8.00	331152	67	331961	76	332860	84	333967	99	334959	99	335917	90
9.00	331219	67	332037	76	332945	85	334067	100	335058	99	336007	90
10.00	331285	66	332113	76	333030	85	334166	99	335159	101	336096	89
q (l/m/min)	66.50	76.30	76.30	85.00	99.60	99.60	99.30	86.00	86.00	86.00	86.00	86.00
Δp (Kg/cm2)	13.30	15.26	15.26	17.00	19.92	19.92	19.86	17.72	17.72	17.72	17.72	17.72
Δh/10 (Kg/cm2)	0.74	0.96	0.96	1.20	2.29	2.29	2.16	1.34	1.34	1.34	1.34	1.34
PEF (Kg/cm2)	2.740	2.740	2.740	2.740	5.45	5.45	5.58	2.740	2.740	2.740	2.740	2.740
U.L.	3.00	3.78	3.78	3.74	36.95	36.95	36.00	36.00	36.00	36.00	36.00	36.00
q (l/min)	44.33	40.37	40.37	37.44	36.95	36.95	36.00	36.00	36.00	36.00	36.00	36.00

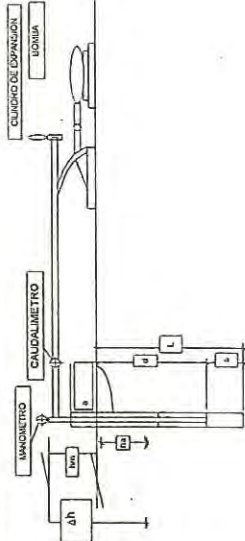


UNIDADES LUGEON
 OBSERVACIONES:
 Flujo turbulento
 Prof. De agua de perforación 28.00

UL
 36.00

REGISTRO DE ENSAYOS LUGEON MEJORADO

PROYECTO: MINERA QUELLAVECO SONDEO N° S.COR. - 02
 UBICACION: CORTADERA
 ENSAYO N°: 6
 FECHA: 05/07/1999
 TRAMO ENSAYO DE: 28.00 A 33.00

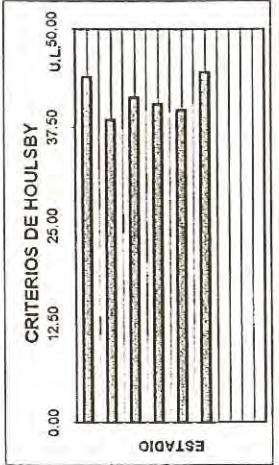
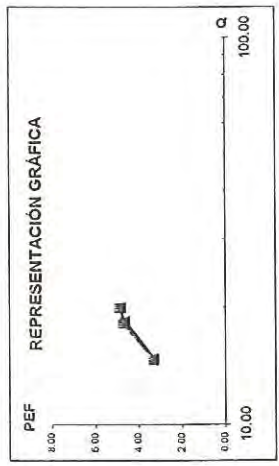


hm = DISTANCIA DEL MANOMETRO (m) 2.06
 a = SOBANTE DEL REVESTIMIENTO (m) 1.11
 ha = DISTANCIA NIVEL FREATICO (m) SECO
 Δh = LONG. COLUMNA DE AGUA (m) 32.56
 d = DISTANCIA OBTURADOR (m) 28.00

L = LONGITUD DE PERFORACION (m) 33.00
 i = INCLINACION DE PERF. C/HORIZONTAL (°) 90°
 Δh = CARGA HIDRAULICA = SENI * h (m)
 s = LONGITUD TRAMO DE ENSAYO (m) 5.00
 DIAMETRO DE BULBO ENSAYO (cm) NO3

PM = PRESION MANOMETRICA (Kg/cm2)
 PEF = PRESION EFECTIVA (Kg/cm2)
 Δp = PERDIDA DE CARGA (Kg/cm2)
 q = CAUDAL DE CARGA (l/min)
 Q = ABSORCION DE AGUA (l/m/min)
 U.L. = UNIDAD LUGEON (l/m/min a 10 Kg/cm2 de PEF)

T (min)	PM =		3		4		4		3		1		PM =	
	Hidrom (l)	q (l/min)	Hidrom (l)	q (l/min)	Hidrom (l)	q (l/min)	Hidrom (l)	q (l/min)	Hidrom (l)	q (l/min)	Hidrom (l)	q (l/min)	Hidrom (l)	q (l/min)
0.00	338580	74	339420	92	340500	100	341510	101	342660	94	343700	74		
1.00	338654	74	339512	91	340600	100	341611	101	342754	92	343849	75		
2.00	338728	74	339603	91	340702	102	341711	101	342846	92	343923	74		
3.00	338803	75	339696	93	340803	101	341812	101	342940	94	343998	75		
4.00	338876	73	339787	91	340905	102	341913	101	343033	93	343998	75		
5.00	338949	73	339880	93	341006	101	342013	100	343125	92	344072	74		
6.00	339023	74	339971	91	341106	100	342113	100	343218	93	344146	74		
7.00	339097	74	340062	91	341207	101	342214	101	343310	92	344220	74		
8.00	339170	73	340154	92	341309	102	342314	100	343403	93	344295	75		
9.00	339245	75	340245	91	341409	100	342414	100	343496	93	344370	75		
10.00	339319	74	340337	92	341510	101	342514	100	343590	94	344444	74		
q (l/min)	73.90		91.70		101.00		100.40		93.00		74.10			
Q (l/m/min)	14.78		18.34		20.20		20.08		18.60		14.88			
Δp (Kg/cm2)	0.90		1.50		2.38		2.30		1.58		0.92			
Δh/10(kg/cm2)	3.260		3.260		3.260		3.260		3.260		3.260			
PEF (Kg/cm2)	3.36		4.76		4.88		4.96		4.68		3.34			
U.L.	43.99		38.53		41.39		40.48		39.74		44.55			



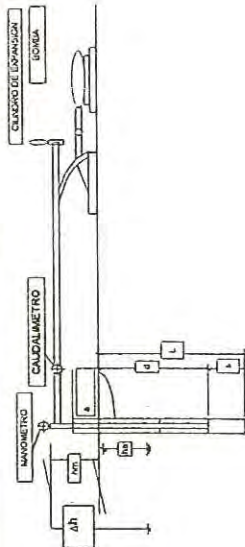
UNIDADES LUGEON

OBSERVACIONES:
 Flujo laminar
 solamente se llugo a la P.M. De 4kg/cm2 por la mucha
 abrasión

41.75 **UL**

SOLETANCHE BACHY PERÚ S.A.

EMPRESA DE INGENIERIA, DISEÑO MECÁNICO Y TALLERES COTILDOR



REGISTRO DE ENSAYOS LUGEON MEJORADO

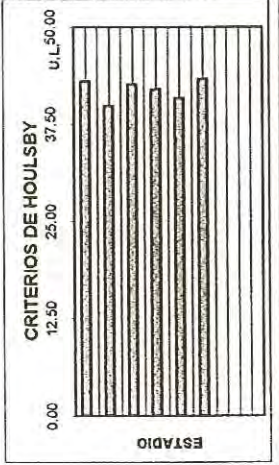
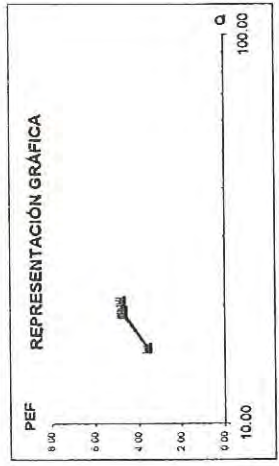
PROYECTO: MINERA QUELLAVECO SONDEO N° S.COR. - 02
 UBICACION: CORTADERA
 ENSAYO N°: 7
 TRAMO ENSAYO DE: 33.00 A 38.00
 FECHA: 06/07/1999

hm = DISTANCIA DEL MANOMETRO (m) 0.95
 a = SOBRIANTE DEL REVESTIMIENTO (m) 0.78
 ha = DISTANCIA NIVEL FREÁTICO (m) SECO
 Δh = LONG. COLUMNA DE AGUA (m) 36.45
 d = DISTANCIA OBTURADOR (m) 33.00

L = LONGITUD DE PERFORACIÓN (m) 38.00
 i = INCLINACION DE PERF. C/HORIZONTAL (°) 90°
 Δh = CARGA HIDRÁULICA = SENI * h(m)
 s = LONGITUD TRAMO DE ENSAYO (m) 5.00
 DIAMETRO DE BULBO ENSAYO (cm) NQ

PM = PRESION MANOMETRICA (Kg/cm2)
 PEF = PRESION EFECTIVA (Kg/cm2)
 Δp = PERDIDA DE CARGA (Kg/cm2)
 q = CAUDAL DE CARGA (l/min)
 Q = ABSORCION DE AGUA (l/m/min)
 U.L. = UNIDAD LUGEON (1/m/min a 10 Kg/cm2 de PEF)

T (min)	PM = 1		PM = 3		PM = 4		PM = 4		PM = 3		PM = 1		PM =	
	Hidrom (l)	q (l/min)	Hidrom (l)	q (l/min)	Hidrom (l)	q (l/min)	Hidrom (l)	q (l/min)	Hidrom (l)	q (l/min)	Hidrom (l)	q (l/min)	Hidrom (l)	q (l/min)
0.00	346080		346980		348190		349223		350360		351420			
1.00	346158	78	347076	96	348294	104	349326	103	350458	98	351498	78		
2.00	346237	79	347171	95	348397	103	349427.5	101.5	350556	98	351576	78		
3.00	346315	78	347266	95	348500	103	349530	102.5	350655	99	351655	79		
4.00	346393	78	347362	96	348604	104	349633	103	350751	96	351733	78		
5.00	346470	77	347458	96	348707	103	349736.5	103.5	350848	97	351811	78		
6.00	346549	79	347554	96	348810	103	349839	102.5	350946	98	351890	79		
7.00	346627	78	347651	97	348914	104	349942	103	351045	99	351968	78		
8.00	346705	78	347746	95	349017	103	350045	103	351142	97	352047	79		
9.00	346789	84	347843	97	349120	103	350148	103	351240	98	352126	79		
10.00	346862	73	347938	95	349223	103	350251	103	351337	97	352205	79		
q (l/min)		78.20		95.80		103.30		102.80		97.70		78.50		
Q (l/m/min)		15.64		19.16		20.66		20.56		19.54		15.70		
Δp (Kg/cm2)		1.01		1.78		2.80		2.78		1.86		1.02		
Δh/100 (kg/cm2)		3.640		3.640		3.640		3.640		3.640		3.640		
PEF (Kg/cm2)		3.63		4.80		4.84		4.86		4.78		3.62		
U.L.		43.08		39.92		42.68		42.04		40.87		43.37		



UNIDADES LUGEON

41.78

OBSERVACIONES:
 Flujo laminar
 Agua de perforación inicial 30.50
 Agua de perforación final seco

SOLETANCHE BACHY PERÚ SA
 LABORATORIO DE ENsayOS DE MATERIALES Y HERRAMIENTAS DE MINERÍA

REGISTRO DE ENSAYOS LUGEON MEJORADO

PROYECTO: MINERA QUELLAVECO SONDEO N° S.COR. - 02
 UBICACION: CORTADERA
 ENSAYO N°: 8
 TRAMO ENSAYO DE: 38,00 A 41,00

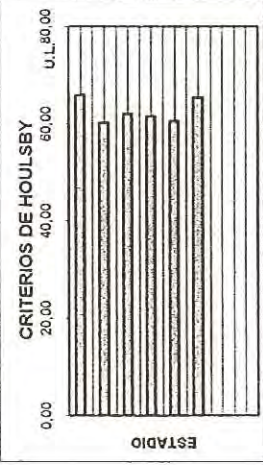
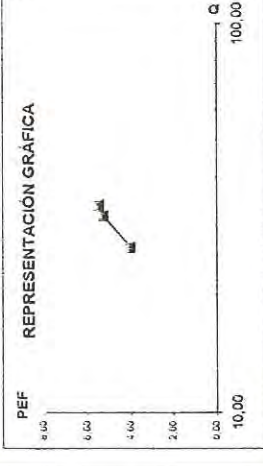
FECHA: 06/07/1999



- h_m = DISTANCIA DEL MANOMETRO (m)
- a = SOBRIANTE DEL REVESTIMIENTO (m)
- h_a = DISTANCIA NIVEL FREÁTICO (m)
- Δh = LONG. COLUMNA DE AGUA (m)
- d = DISTANCIA OBTURADOR (m)
- PM = PRESION MANOMETRICA (Kg/cm²)
- PEF = PRESION EFECTIVA (Kg/cm²)
- Δp = PERDIDA DE CARGA (Kg/cm²)
- q = CAUDAL DE CARGA (l/min)
- Q = ABSORCION DE AGUA (l/m²/min)
- U.L. = UNIDAD LUGEON (1/m²/min a 10 Kg/cm² de PEF)

T (min)	PM =	PM =	PM =	PM =	PM =	PM =	PM =	
	Hidrom (l)	q (l/min)	Hidrom (l)	q (l/min)	Hidrom (l)	q (l/min)	Hidrom (l)	
0,00	352560	79	353500	96	354670	102	355694	101
1,00	352639	80	353596	97	354772	102	355795	102
2,00	352719	80	353693	97	354874	102	355897	102
3,00	352799	80	353790	97	354977	103	355999	102
4,00	352878	79	353886	96	355080	103	356101	102
5,00	352958	80	353982	96	355182	102	356203	102
6,00	353038	80	354077	95	355285	103	356306	103
7,00	353118	80	354173	96	355387	102	356407	103
8,00	353196	79	354268	95	355489	102	356509	102
9,00	353277	81	354364	96	355591	102	356611	102
10,00	353357	80	354458	94	355694	103	356713	102
q (l/min)		79,70		95,80		101,90		96,20
Q (l/m ² /min)		26,56		31,93		33,96		32,06
Δp (Kg/cm ²)		1,07		1,80		2,59		1,81
Δh/10((kg/cm ²)		4,100		4,100		4,100		4,100
PEF (Kg/cm ²)		4,03		5,30		5,51		5,29
U.L.		65,91		60,24		62,05		61,63

1	3	4	4	3	1	1	
PM =	PM =	PM =	PM =	PM =	PM =	PM =	
Hidrom (l)	q (l/min)	Hidrom (l)	q (l/min)	Hidrom (l)	q (l/min)	Hidrom (l)	
357940	80	356820	96	355694	101	357940	80
358020	79	356916	96	355795	102	358020	79
358099	80	357012	96	355897	102	358099	80
358179	80	357108	96	355999	102	358179	80
358258	79	357204	96	356101	102	358258	79
358337	79	357301	97	356203	102	358337	79
358417	80	357397	96	356306	103	358417	80
358496	79	357493	96	356407	103	358496	79
358576	80	357589	96	356509	102	358576	80
358656	80	357686	97	356611	102	358656	80
358735	79	357782	96	356713	102	358735	79
79,50		96,20		101,90		79,50	
26,50		32,06		33,96		26,50	
1,05		1,81		2,59		1,05	
4,100		4,100		4,100		4,100	
4,05		5,29		5,51		4,05	
65,43		60,62		61,63		65,43	

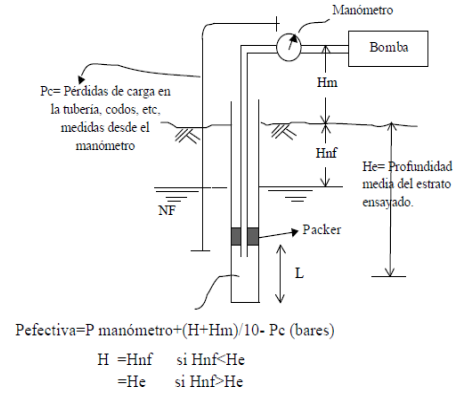


UNIDADES LUGEON
 OBSERVACIONES:
 Promediar los valores para las presiones máximas
 Flujo turbulento
 Agua de perforación inicial 30.50

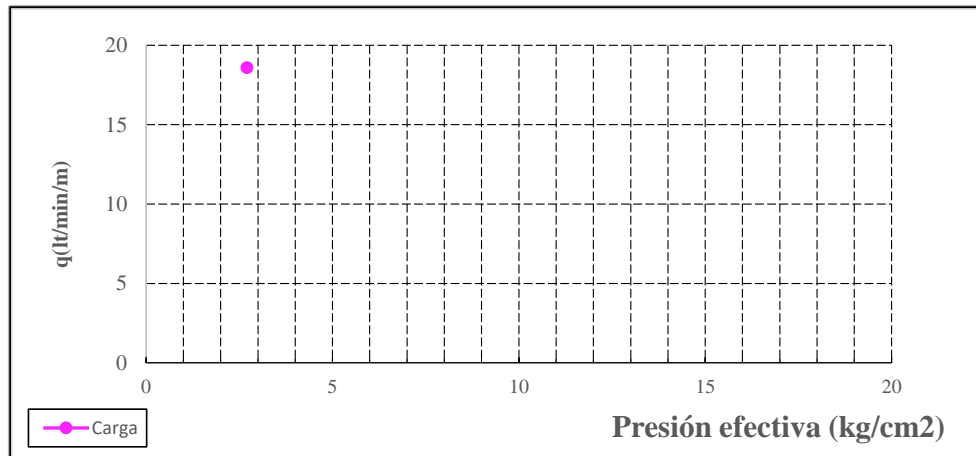
UL
 62,13

ENSAYO LUGEON MEJORADO

Proyecto QUELLAVECO
 Ubicación Depositos de Relaves
 Sondaje S-COR-08-09
 Ensayo N° 1
 Fecha 05/09/08
 Altura Manómetro 1.00 m
 Tramo Desde 20.00 m
 Hasta 25.00 m
 Nivel Napa(Hnf) 17.23 m
 Profundidad Media (He) 22.50 m
 Longitud Ensayo(L) 5.00 m



Presión manóm (kg/cm ²)	1.00							
Tiempo (s)	600.00							
Admisión (l)	930.00							
Caudal (l/min)	93.00							
q (l/min/m)	18.60							
Pérdida (kg/cm ²)	0.120							
P. Efectiva (kg/cm ²)	2.70							
Permeabilidad (Lugeon)	68.81							



Coefficiente de permeabilidad	--	(Lugeon)
	--	(cm/s)

Observaciones: Condiciones de la roca no permiten levantar mas de 1.0 kg/cm² presión

ENSAYO LUGEON MEJORADO

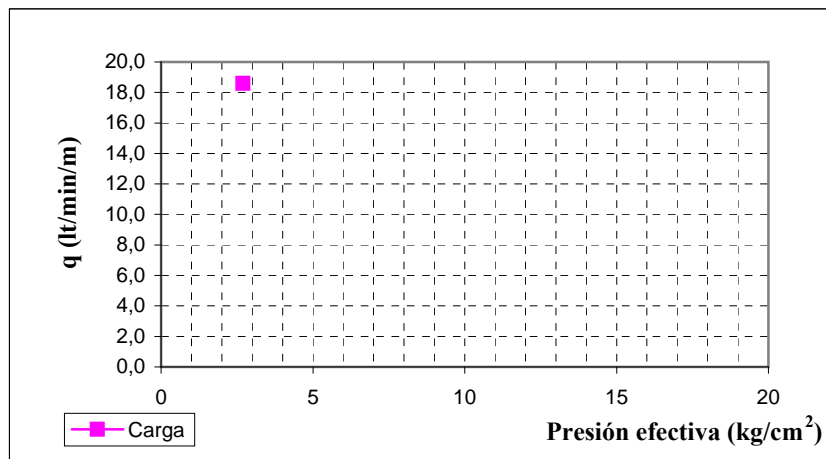
Proyecto: QUELLAVECO
 Ubicación: Depósito de Relaves
 Cortadera
 Sondaje: S-COR-08-09
 Ensayo N°: 2
 Fecha: 06/09/08
 Altura Manómetro (Hm): 1,00 m
Tramo Desde 25,00 m
 Hasta 30,00 m
 Nivel Napa (Hnf): 17,16 m
 Profundidad Media (He): 19,10 m
 Longitud Ensayo (L): 5,00 m



$$P_{\text{Efectiva}} = P_{\text{manómetro}} + (H + H_m) / 10 - P_c \text{ (bares)}$$

$$\begin{aligned}
 H &= H_{nf} && \text{si } H_{nf} < H_e \\
 &= H_e && \text{si } H_{nf} > H_e
 \end{aligned}$$

Presión manóm (kg/cm ²)	1,00								
Tiempo (s)	600								
Admisión (l)	930								
Caudal (l/min)	93,00								
q (l/min/m)	18,60								
Pérdida (kg/cm ²)	0,120								
P. Efectiva (kg/cm ²)	2,70								
Permeabilidad (Lugeon)	69,00								

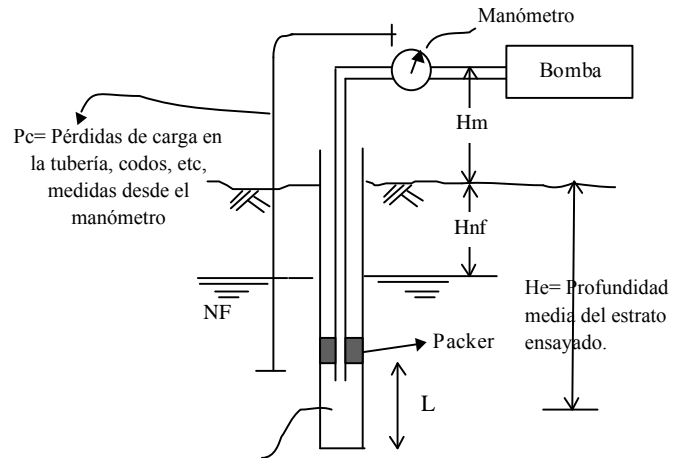


Coeficiente de permeabilidad: -- (Lugeon)
 -- (cm/s)

Observaciones: Condiciones de la roca no permiten levantar presión.

ENSAYO LUGEON MEJORADO

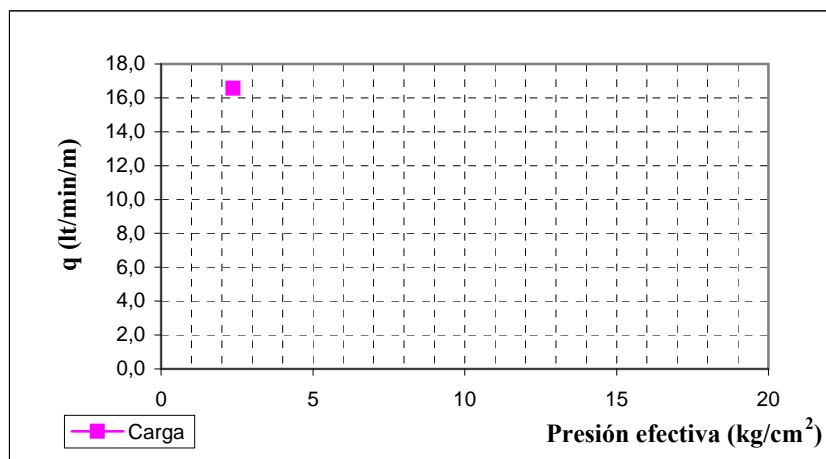
Proyecto: QUELLAVECO
 Ubicación: Depósito de Relaves
 Cortadera
 Sondaje: S-COR-08-09
 Ensayo N°: 3
 Fecha: 07/09/08
 Altura Manómetro (Hm): 1,00 m
Tramo Desde 30,00 m
 Hasta 35,00 m
 Nivel Napa (Hnf): 18,76 m
 Profundidad Media (He): 22,58 m
 Longitud Ensayo (L): 5,00 m



$$P_{\text{Efectiva}} = P_{\text{manómetro}} + (H + H_m) / 10 - P_c \text{ (bares)}$$

$$\begin{aligned}
 H &= H_{nf} && \text{si } H_{nf} < H_e \\
 &= H_e && \text{si } H_{nf} > H_e
 \end{aligned}$$

Presión manóm (kg/cm ²)	0,50								
Tiempo (s)	600								
Admisión (l)	828								
Caudal (l/min)	82,80								
q (l/min/m)	16,56								
Pérdida (kg/cm ²)	0,107								
P. Efectiva (kg/cm ²)	2,37								
Permeabilidad (Lugeon)	69,91								

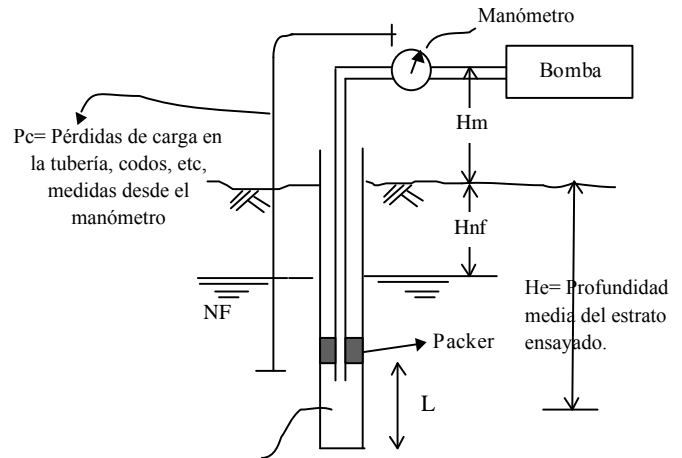


Coeficiente de permeabilidad: -- (Lugeon)
 -- (cm/s)

Observaciones: Condiciones de la roca no permiten levantar presión sobre 0,5 kg/cm².

ENSAYO LUGEON MEJORADO

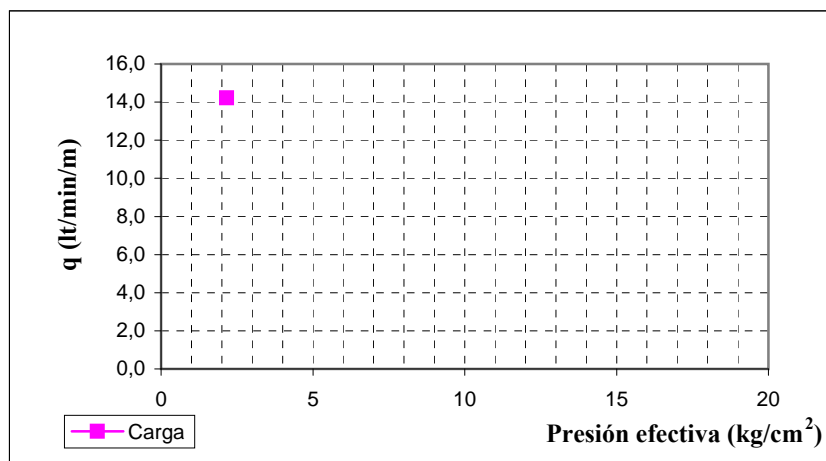
Proyecto: QUELLAVECO
 Ubicación: Depósito de Relaves
 Cortadera
 Sondaje: S-COR-08-09
 Ensayo N°: 4
 Fecha: 07/09/08
 Altura Manómetro (Hm): 1,00 m
Tramo Desde: 35,80 m
 Hasta: 40,80 m
 Nivel Napa (Hnf): 16,53 m
 Profundidad Media (He): 26,61 m
 Longitud Ensayo (L): 5,00 m



$$P_{\text{Efectiva}} = P_{\text{manómetro}} + (H + H_m) / 10 - P_c \text{ (bares)}$$

$$\begin{aligned}
 H &= H_{nf} && \text{si } H_{nf} < H_e \\
 &= H_e && \text{si } H_{nf} > H_e
 \end{aligned}$$

Presión manóm (kg/cm ²)	0,50								
Tiempo (s)	600								
Admisión (l)	711								
Caudal (l/min)	71,10								
q (l/min/m)	14,22								
Pérdida (kg/cm ²)	0,092								
P. Efectiva (kg/cm ²)	2,16								
Permeabilidad (Lugeon)	65,79								

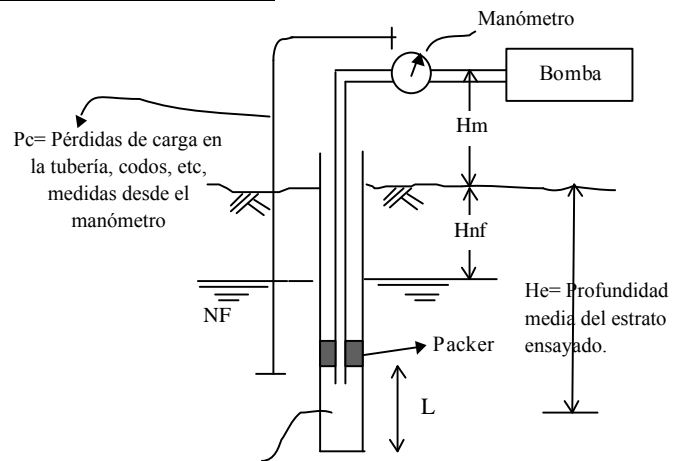


Coeficiente de permeabilidad: -- (Lugeon)
 -- (cm/s)

Observaciones: Condiciones de la roca no permiten levantar presión sobre 0,5 kg/cm².

ENSAYO LUGEON MEJORADO

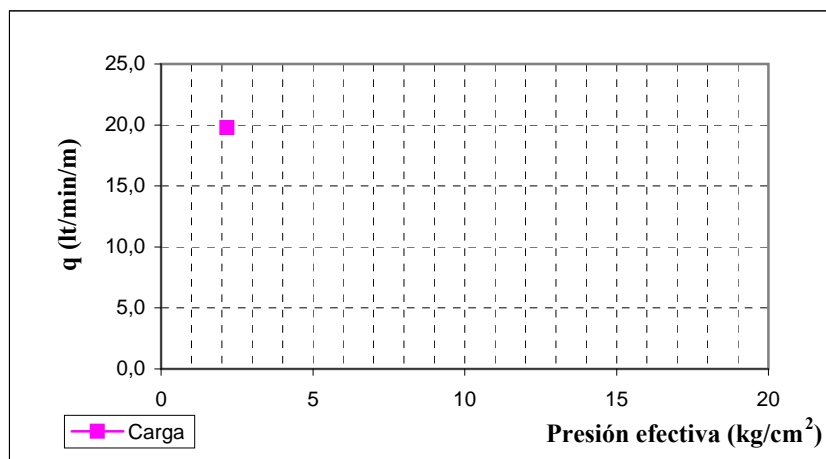
Proyecto: QUELLAVECO
 Ubicación: Depósito de Relaves
 Cortadera
 Sondaje: S-COR-08-09
 Ensayo N°: 5
 Fecha: 08/09/08
 Altura Manómetro (Hm): 1,00 m
Tramo Desde: 40,70 m
 Hasta: 45,70 m
 Nivel Napa (Hnf): 17,02 m
 Profundidad Media (He): 30,01 m
 Longitud Ensayo (L): 5,00 m



$$P_{\text{Efectiva}} = P_{\text{manómetro}} + (H + H_m) / 10 - P_c \text{ (bares)}$$

$$\begin{aligned}
 H &= H_{nf} && \text{si } H_{nf} < H_e \\
 &= H_e && \text{si } H_{nf} > H_e
 \end{aligned}$$

Presión manóm (kg/cm ²)	0,50								
Tiempo (s)	600								
Admisión (l)	989								
Caudal (l/min)	98,90								
q (l/min/m)	19,78								
Pérdida (kg/cm ²)	0,128								
P. Efectiva (kg/cm ²)	2,17								
Permeabilidad (Lugeon)	90,97								

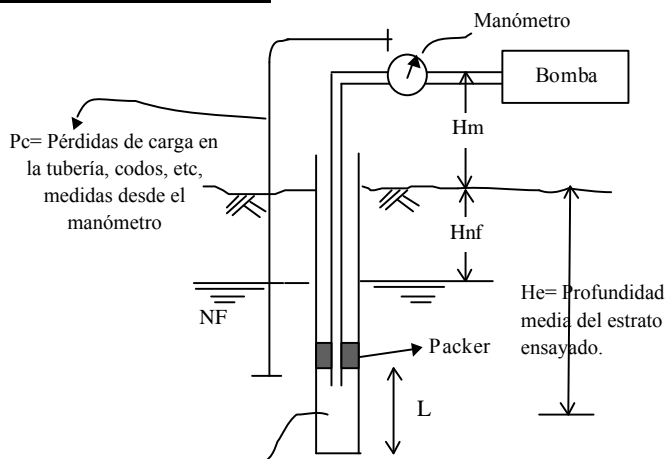


Coeficiente de permeabilidad: -- (Lugeon)
 -- (cm/s)

Observaciones: Condiciones de la roca no permiten levantar presión sobre 0,5 kg/cm².

ENSAYO LUGEON MEJORADO

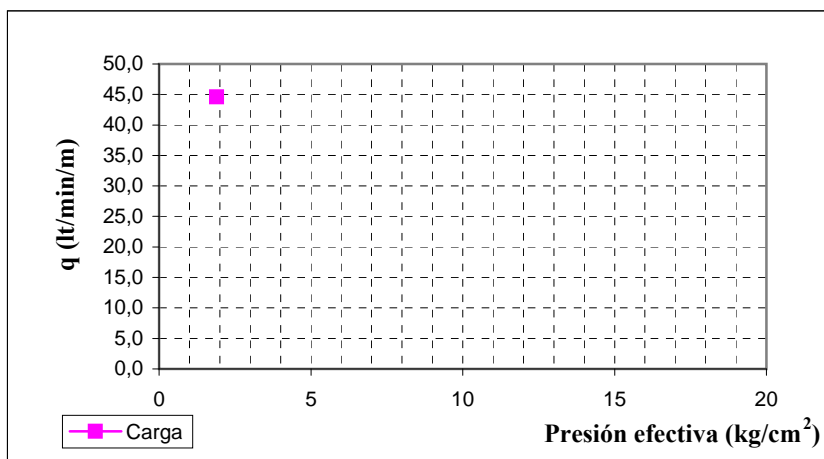
Proyecto: QUELLAVECO
 Ubicación: Depósito de Relaves
 Cortadera
 Sondaje: S-COR-08-09
 Ensayo N°: 6
 Fecha: 08/09/08
 Altura Manómetro (Hm): 1,00 m
Tramo Desde 47,00 m
 Hasta 50,70 m
 Nivel Napa (Hnf): 17,30 m
 Profundidad Media (He): 33,93 m
 Longitud Ensayo (L): 3,70 m



$$P_{\text{Efectiva}} = P_{\text{manómetro}} + (H + H_m) / 10 - P_c \text{ (bares)}$$

$$\begin{aligned}
 H &= H_{nf} && \text{si } H_{nf} < H_e \\
 &= H_e && \text{si } H_{nf} > H_e
 \end{aligned}$$

Presión manóm (kg/cm ²)	0,50								
Tiempo (s)	600								
Admisión (l)	1650								
Caudal (l/min)	165,00								
q (l/min/m)	44,59								
Pérdida (kg/cm ²)	0,432								
P. Efectiva (kg/cm ²)	1,90								
Permeabilidad (Lugeon)	235,05								

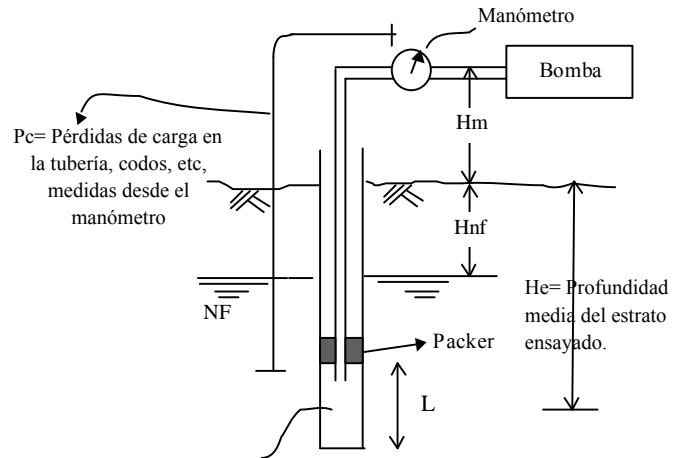


Coeficiente de permeabilidad: -- (Lugeon)
 -- (cm/s)

Observaciones: Condiciones de la roca no permiten levantar presión sobre 0,5 kg/cm².

ENSAYO LUGEON MEJORADO

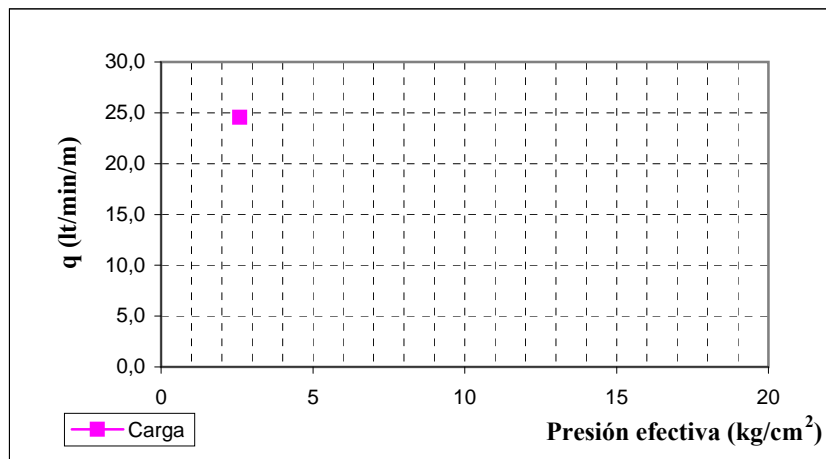
Proyecto: QUELLAVECO
 Ubicación: Depósito de Relaves
 Cortadera
 Sondaje: S-COR-08-09
 Ensayo N°: 7
 Fecha: 08/09/08
 Altura Manómetro (Hm): 1,00 m
Tramo Desde 50,70 m
 Hasta 55,70 m
 Nivel Napa (Hnf): 16,95 m
 Profundidad Media (He): 36,96 m
 Longitud Ensayo (L): 5,00 m



$$P_{\text{Efectiva}} = P_{\text{manómetro}} + (H + H_m) / 10 - P_c \text{ (bares)}$$

$$\begin{aligned}
 H &= H_{nf} && \text{si } H_{nf} < H_e \\
 &= H_e && \text{si } H_{nf} > H_e
 \end{aligned}$$

Presión manóm (kg/cm ²)	1,00								
Tiempo (s)	600								
Admisión (l)	1227								
Caudal (l/min)	122,70								
q (l/min/m)	24,54								
Pérdida (kg/cm ²)	0,199								
P. Efectiva (kg/cm ²)	2,60								
Permeabilidad (Lugeon)	94,54								

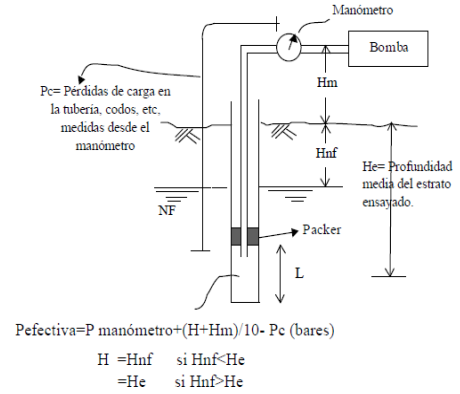


Coeficiente de permeabilidad: -- (Lugeon)
 -- (cm/s)

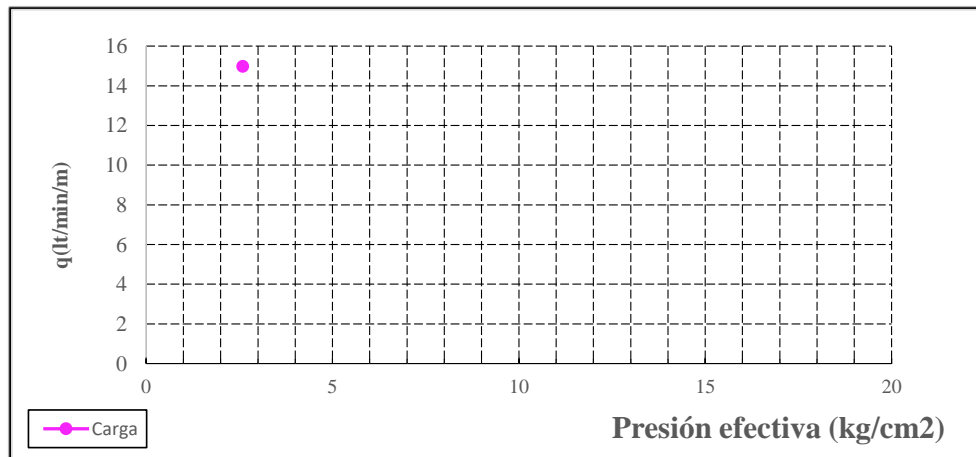
Observaciones: Condiciones de la roca no permiten levantar presión sobre 1,0 kg/cm².

ENSAYO LUGEON MEJORADO

Proyecto QUELLAVECO
 Ubicación Depositos de Relaves
 Sondaje S-COR-08-09
 Ensayo N° 7A
 Fecha 09/09/08
 Altura Manómetro 0.90 m
 Tramo Desde 55.70 m
 Hasta 60.70 m
 Nivel Napa(Hnf) 15.00 m
 Profundidad Media (He) 58.20 m
 Longitud Ensayo(L) 5.00 m



Presión manóm (kg/cm2)	1.00							
Tiempo (s)	600.00							
Admisión (l)	749.00							
Caudal (l/min)	74.90							
q (l/min/m)	14.98							
Pérdida (kg/cm2)	0.004							
P. Efectiva (kg/cm2)	2.59							
Permeabilidad (Lugeon)	57.93							

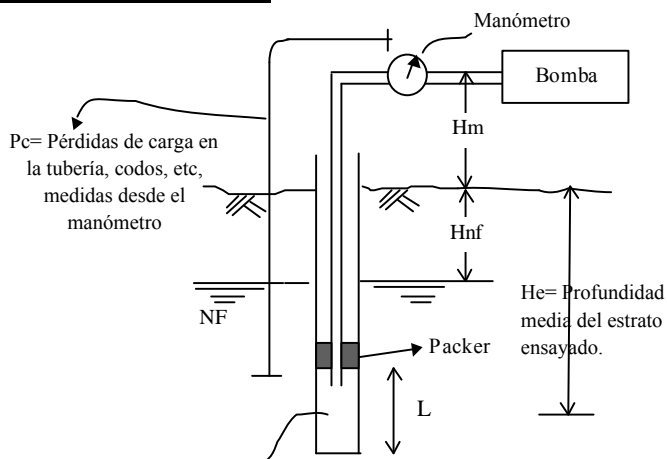


Coefficiente de permeabilidad	--	(Lugeon)
	--	(cm/s)

Observaciones: Condiciones de la roca no permiten levantar mas de 1.0kg/cm2 presión

ENSAYO LUGEON MEJORADO

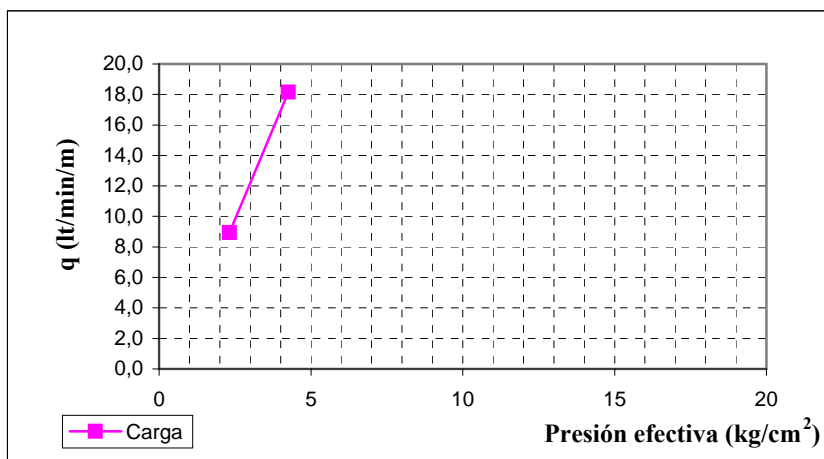
Proyecto: QUELLAVECO
 Ubicación: Depósito de Relaves
 Cortadera
 Sondaje: S-COR-08-09
 Ensayo N°: 8
 Fecha: 11/09/08
 Altura Manómetro (Hm): 1,00 m
Tramo Desde 60,70 m
 Hasta 65,70 m
 Nivel Napa (Hnf): 12,78 m
 Profundidad Media (He): 43,90 m
 Longitud Ensayo (L): 5,00 m



$$P_{\text{efectiva}} = P_{\text{manómetro}} + (H + H_m) / 10 - P_c \text{ (bares)}$$

$$\begin{aligned}
 H &= H_{nf} && \text{si } H_{nf} < H_e \\
 &= H_e && \text{si } H_{nf} > H_e
 \end{aligned}$$

Presión manóm (kg/cm ²)	1,00	3,00							
Tiempo (s)	600	600							
Admisión (l)	447	908							
Caudal (l/min)	44,70	90,80							
q (l/min/m)	8,94	18,16							
Pérdida (kg/cm ²)	0,058	0,117							
P. Efectiva (kg/cm ²)	2,32	4,26							
Permeabilidad (Lugeon)	38,53	42,62							

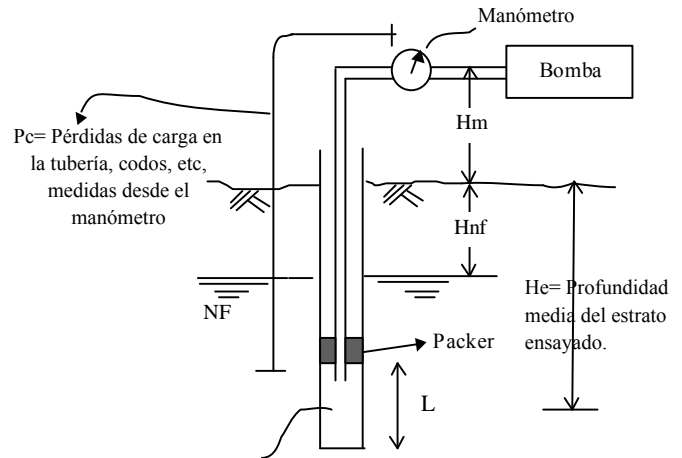


Coeficiente de permeabilidad: ##### (Lugeon)
 ##### (cm/s)

Observaciones: Condiciones de la roca no permiten levantar presión sobre 3,0 kg/cm².

ENSAYO LUGEON MEJORADO

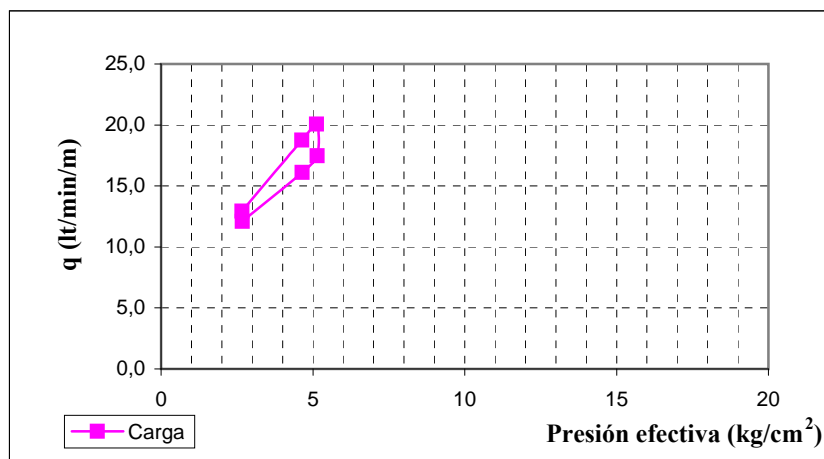
Proyecto: QUELLAVECO
 Ubicación: Depósito de Relaves
 Cortadera
 Sondaje: S-COR-08-09
 Ensayo N°: 9
 Fecha: 12/09/08
 Altura Manómetro (Hm): 1,00 m
 Tramo: Desde 65,70 m hasta 70,70 m
 Nivel Napa (Hnf): 16,53 m
 Profundidad Media (He): 47,38 m
 Longitud Ensayo (L): 5,00 m



$$P_{\text{efectiva}} = P_{\text{manómetro}} + (H + H_m) / 10 - P_c \text{ (bares)}$$

$$\begin{aligned}
 H &= H_{nf} && \text{si } H_{nf} < H_e \\
 &= H_e && \text{si } H_{nf} > H_e
 \end{aligned}$$

Presión manóm (kg/cm ²)	1,00	3,00	3,50	3,50	3,00	1,00			
Tiempo (s)	600	600	600	600	600	600			
Admisión (l)	604,8	806	874	1003,2	938	646,8			
Caudal (l/min)	60,48	80,60	87,40	100,32	93,80	64,68			
q (l/min/m)	12,10	16,12	17,48	20,06	18,76	12,94			
Pérdida (kg/cm ²)	0,078	0,104	0,113	0,129	0,121	0,083			
P. Efectiva (kg/cm ²)	2,68	4,65	5,14	5,12	4,63	2,67			
Permeabilidad (Lugeon)	45,21	34,67	34,00	39,16	40,50	48,45			

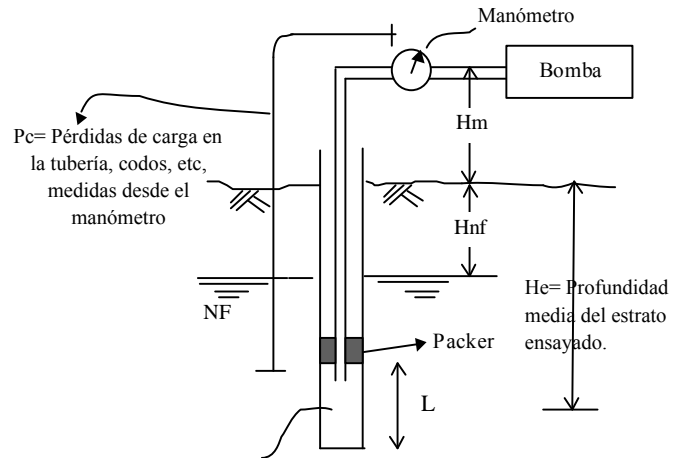


Coeficiente de permeabilidad: 31,17 (Lugeon)
 3,1E-04 (cm/s)

Observaciones: Condiciones de la roca no permiten levantar presión sobre 3,5 kg/cm². Flujo desarrollado del tipo laminar.

ENSAYO LUGEON MEJORADO

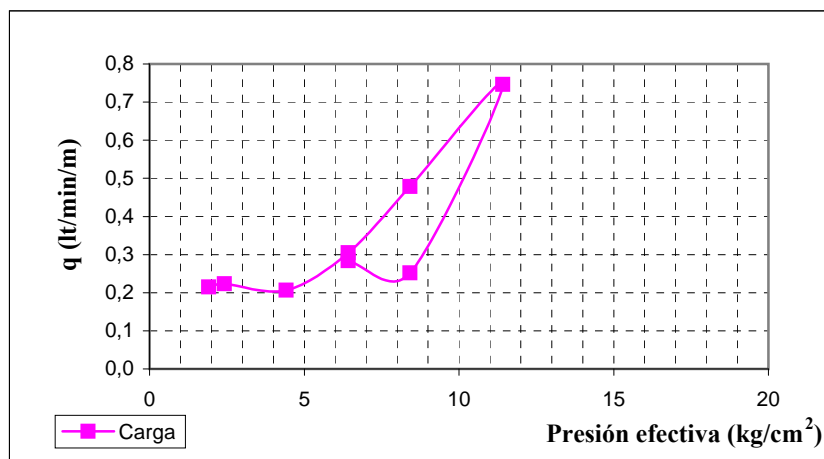
Proyecto: QUELLAVECO
 Ubicación: Depósito de Relaves
 Cortadera
 Sondaje: S-COR-08-09
 Ensayo N°: 10
 Fecha: 14/09/08
 Altura Manómetro (Hm): 1,00 m
Tramo Desde 69,00 m
 Hasta 75,00 m
 Nivel Napa (Hnf): 13,20 m
 Profundidad Media (He): 50,02 m
 Longitud Ensayo (L): 6,00 m



$$P_{\text{efectiva}} = P_{\text{manómetro}} + (H + H_m) / 10 - P_c \text{ (bares)}$$

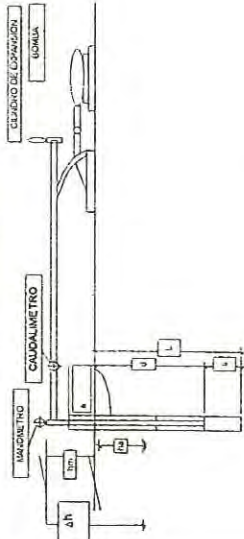
$$\begin{aligned}
 H &= H_{nf} && \text{si } H_{nf} < H_e \\
 &= H_e && \text{si } H_{nf} > H_e
 \end{aligned}$$

Presión manóm (kg/cm ²)	0,50	1,00	3,00	5,00	7,00	10,00	7,00	5,00	3,00
Tiempo (s)	600	600	600	600	600	600	600	600	600
Admisión (l)	12,9	13,4	12,4	18,3	28,7	44,8	15,1	17	11
Caudal (l/min)	1,29	1,34	1,24	1,83	2,87	4,48	1,51	1,70	1,10
q (l/min/m)	0,22	0,22	0,21	0,31	0,48	0,75	0,25	0,28	0,18
Pérdida (kg/cm ²)	0,002	0,002	0,002	0,002	0,004	0,006	0,002	0,002	0,001
P. Efectiva (kg/cm ²)	1,92	2,42	4,42	6,42	8,42	11,41	8,42	6,42	4,42
Permeabilidad (Lugeon)	1,12	0,92	0,47	0,48	0,57	0,65	0,30	0,44	0,41



Coeficiente de permeabilidad: 0,34 (Lugeon)
 3,4E-06 (cm/s)

Observaciones: Condiciones de flujo indican rellenado de grietas o fisuras.



REGISTRO DE ENSAYOS LUGEON MEJORADO

PROYECTO: MINERA QUELLAVECO ISONDEO N° S.COR. - 03
 UBICACION: CORTADERA

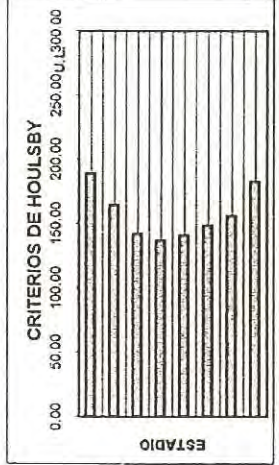
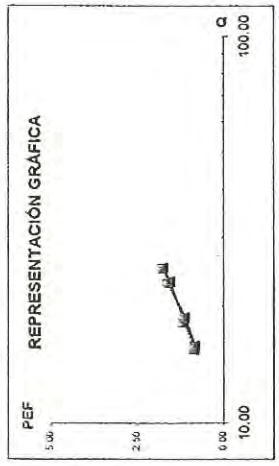
ENSAJO N°: 1
 TRAMO ENSAYO DE: 7.45 A 11.45

hm = DISTANCIA DEL MANOMETRO (m) 1.75
 a = SOBRIANTE DEL REVESTIMIENTO (m) 0.55
 ha = DISTANCIA NIVEL FREATICO (m) SECO
 Δh = LONG. COLUMNA DE AGUA (m) 11.20
 d = DISTANCIA OBTURADOR (m) 7.45

L = LONGITUD DE PERFORACION (m) 11.45
 i = INCLINACION DE PERF. C/HORIZONTAL (°) 90°
 Δh = CARGA HIDRAULICA = SENI * h(m)
 s = LONGITUD TRAMO DE ENSAYO (m)
 DIAMETRO DE BULBO ENSAYO (cm) NQ3

PM = PRESION MANOMETRICA (Kg/cm2)
 PEF = PERDIDA EFECTIVA (Kg/cm2)
 Δp = PERDIDA DE CARGA (Kg/cm2)
 q = CAUDAL DE CARGA (l/min)
 Q = ABSORCION DE AGUA (l/m/min)
 U.L. = UNIDAD LUGEON (1/m/min a 10 Kg/cm2 de PEF)

T (min)	PM = 0.5		PM = 1		PM = 2		PM = 3		PM = 3		PM = 2		PM = 1		PM = 0.5	
	Hidrom (l)	q (l/min)	Hidrom (l)	q (l/min)	Hidrom (l)	q (l/min)	Hidrom (l)	q (l/min)	Hidrom (l)	q (l/min)	Hidrom (l)	q (l/min)	Hidrom (l)	q (l/min)	Hidrom (l)	q (l/min)
0.00	288500	64	289260	74	290250	92	291360	102	292366	100	293950	93	294960	73	295770	62
1.00	288564	65	289334	75	290342	91	291482	100	292486	102	294043	92	295033	73	295832	62
2.00	288629	64	289409	74	290433	92	291582	100	292588	102	294135	93	295106	73	295894	62
3.00	288693	62	289483	75	290525	93	291682	100	292688	100	294228	93	295179	73	295956	62
4.00	288755	64	289558	75	290618	93	291782	100	292788	100	294321	93	295251	72	296019	63
5.00	288819	63	289633	75	290710	92	291883	101	292889	101	294414	93	295325	74	296081	62
6.00	288882	62	289708	75	290802	92	291983	100	292989	100	294507	93	295398	73	296143	62
7.00	288944	62	289783	75	290894	92	292083	100	293089	100	294600	93	295472	74	296205	62
8.00	289007	63	289857	74	290986	92	292185	102	293190	101	294692	92	295544	72	296267	62
9.00	289071	64	289933	76	291079	93	292285	100	293290	100	294785	92	295617	73	296329	62
10.00	289134	63	290010	77	291171	92	292386	101	293390	100	294878	93	295691	74	296392	63
q (l/min)	63.40		75.00		92.10		100.60		100.40		92.80		73.10		62.20	
Q (l/m/min)	15.85		18.75		23.02		25.15		25.10		23.20		18.28		15.55	
Δp (Kg/cm2)	0.78		0.98		1.50		2.36		2.34		1.56		0.95		0.77	
Δh/10(Kg/cm2)	1.120		1.120		1.120		1.120		1.120		1.120		1.120		1.120	
PEF (Kg/cm2)	0.84		1.14		1.62		1.76		1.78		1.56		1.17		0.85	
U.L.	188.69		164.47		142.10		136.68		141.01		148.72		156.15		182.94	

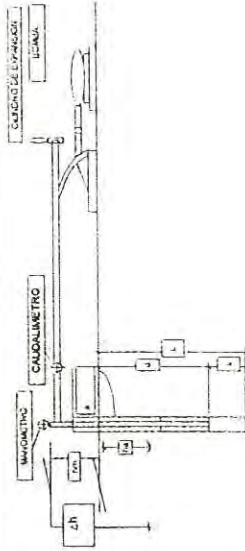


UNIDADES: LUGEON
 OBSERVACIONES: Flujo turbulento

UL
 141.01

REGISTRO DE ENSAYOS LUGEON MEJORADO

PROYECTO: MINERA QUELLAVECO (SONDEO N° S.COR. -03) ENSAYO N° 2
 UBICACIÓN: CORTADERA FECHA: 01/07/1999 TRAMO ENSAYO DE: 22.60 A 26.60

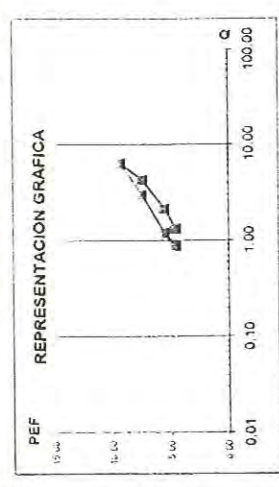
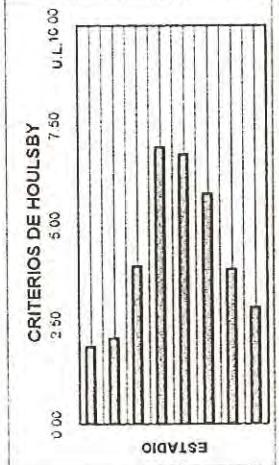


h_m = DISTANCIA DEL MANOMETRO (m) 1.34
 a = SOBRIANTE DEL REVESTIMIENTO (m) 0.82
 h_a = DISTANCIA NIVEL FREÁTICO (m) SECO
 Δ h = LONG. COLUMNA DE AGUA (m) 25.94
 d = DISTANCIA OBTURADOR (m) 22.60

L = LONGITUD DE PERFORACION (m) 26.60
 i = INCLINACION DE PERF. C/HORIZONTAL (°) 50°
 Δ h = CARGA HIDRAULICA = SENI · h (m)
 s = LONGITUD TRAMO DE ENSAYO (m) 4.00
 d = DIAMETRO DE BULBO ENSAYO (cm) NQ3

PM = PRESION MANOMETRICA (Kg/cm²)
 PEF = PRESION EFECTIVA (Kg/cm²)
 Δ p = PERDIDA DE CARGA (Kg/cm²)
 q = CAUDAL DE CARGA (l/min)
 Q = ABSORCION DE AGUA (l/min/min)
 U.L. = UNIDAD LUGEON (l/min/min a 10 Kg/cm² de PEF)

T (min)	PM = 1	PM = 2	PM = 3	PM = 4	PM = 5	PM = 6	PM = 7	PM = 8	PM = 9	PM = 10	PM = 11	PM = 12	PM = 13	PM = 14	PM = 15	PM = 16	PM = 17	PM = 18	PM = 19	PM = 20	
	Hidrom (l)	q (l/min)	Hidrom (l)	q (l/min)	Hidrom (l)	q (l/min)	Hidrom (l)	q (l/min)	Hidrom (l)	q (l/min)	Hidrom (l)	q (l/min)	Hidrom (l)	q (l/min)	Hidrom (l)	q (l/min)	Hidrom (l)	q (l/min)	Hidrom (l)	q (l/min)	
0.00	299141	4	299183	6	299250	13.5	299420	26.5	299632.0	25.5	299707.5	25.5	299978.0	18	300159	9	300245	5.5	300245	5.5	
1.00	299145	4	299189	5.5	299276	12.5	299473	26.5	299733.5	26	299733.5	26	299955.5	17.5	300188	9	300256	5.5	300256	5.5	
2.00	299149	4	299194.5	5.5	299287.5	11.5	299499	26	299759.0	25.5	299759.0	25.5	299985.5	18	300177	9	300262	6	300262	6	
3.00	299153	4	299200	5.5	299287.5	11.5	299499	26	299759.0	25.5	299759.0	25.5	299985.5	17.5	300185.5	8.5	300267	5	300267	5	
4.00	299157	4	299204.5	4.5	299300	12.5	299525.5	26.5	299784.0	25	299784.0	25	299985.5	17.5	300194.5	9	300272.5	5.5	300272.5	5.5	
5.00	299161	4	299209.5	5	299311.5	11.5	299551.5	26	299810.0	26	299810.0	26	299985.5	17	300203	8.5	300278	5.5	300278	5.5	
6.00	299164.5	3.5	299214	4.5	299323.5	12	299577.5	26	299835.0	25	299835.0	25	299985.5	17.5	300212	9	300283.5	5.5	300283.5	5.5	
7.00	299167.5	3	299218.5	4.5	299335	11.5	299603.5	26.5	299861.0	26	299861.0	26	299985.5	17.5	300220.5	8.5	300288.5	5	300288.5	5	
8.00	299170.5	3	299223	4.5	299346.5	11.5	299630	26.5	299886.5	25.5	299886.5	25.5	299985.5	17	300229	8.5	300293.5	5	300293.5	5	
9.00	299173.5	3	299227	4	299358.5	12	299655.5	25.5	299912.0	25.5	299912.0	25.5	299937.5	17	300237	8	300298.5	5	300298.5	5	
10.00	299176.5	3	299231.5	4.5	299370	11.5	299682	26.5	299937.5	25.5	299937.5	25.5	300134.5	17	300237	8	300298.5	5	300298.5	5	
q (l/min)		3.55		4.85		12.00		26.20		25.55		25.55		17.40		4.35		17.40		17.40	
Q (l/min/min)		0.89		1.21		3.00		6.55		6.39		6.39		4.35		0.38		4.35		4.35	
Δ p (Kg/cm ²)		0.00		0.00		0.02		0.17		0.16		0.16		0.05		0.00		0.05		0.00	
Δ h/10 (Kg/cm ²)		2.594		2.594		2.594		2.594		2.594		2.594		2.594		2.594		2.594		2.594	
PEF (Kg/cm ²)		4.59		5.59		7.57		9.42		9.43		9.43		7.51		5.79		7.51		5.79	
U.L.		1.94		2.16		3.96		6.95		6.78		6.78		3.88		3.88		3.88		3.88	



UNIDADES LUGEON
 OBSERVACIONES
 Flujo de dilatación
 Agua de perforación inicial 1.4 43 m.
 Agua de perforación final 13.52 m.

UL
 2.43

REGISTRO DE ENSAYOS LUGEON MEJORADO

PROYECTO: MINERA QUELLAVECO SONDEO N° 3
 UBICACION: CORTADERA
 FECHA: 02/07/1999

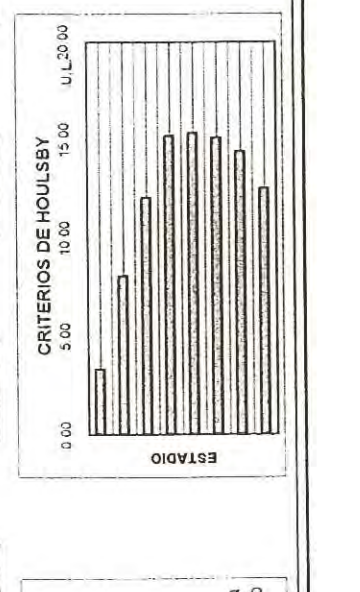
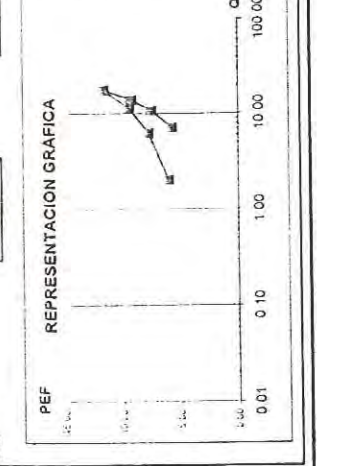
ENSAYO N°: 3
 TRAMO ENSAYO DE: A
 27.00 32.00



hm = DISTANCIA DEL MANOMETRO (m)
 a = SOBRANTE DEL REVESTIMIENTO (m)
 ha = DISTANCIA NIVEL FREATICO (m)
 Δh = LONG. COLUMNA DE AGUA (m)
 d = DISTANCIA OBTURADOR (m)

PM = PRESION MANOMETRICA (Kg/cm2)
 PEF = PRESION EFECTIVA (Kg/cm2)
 Δp = PERDIDA DE CARGA (Kg/cm2)
 q = CAUDAL DE CARGA (l/min)
 Q = ABSORCION DE AGUA (l/m/min)
 U.L. = UNIDAD LUGEON (1l/m/min a 10 Kg/cm2 de PEF)

T (min)	PM = 3		PM = 5		PM = 7		PM = 10		PM = 10		PM = 5		PM = 3	
	Hidrom (l)	q (l/min)	Hidrom (l)	q (l/min)	Hidrom (l)	q (l/min)	Hidrom (l)	q (l/min)	Hidrom (l)	q (l/min)	Hidrom (l)	q (l/min)	Hidrom (l)	q (l/min)
0.00	300322	300446	300830	301420	302309	303300	304091	304600	304628	28	304628	28	304600	3
1.00	300329	300476	300888	301510	302398	303367	304091	304628	304663	35	304663	35	304663	35
2.00	300336	300506	300945	301598	302487	303437	304143	304699	304699	36	304699	36	304699	36
3.00	300343	300536	301002	301686	302576	303508	304198	304736	304736	37	304736	37	304736	37
4.00	300352	300567	301060	301775	302666	303579	304253	304772	304772	36	304772	36	304772	36
5.00	300361.5	300599	301117	301864	302756	303649	304308	304808	304808	36	304808	36	304808	36
6.00	300372	300632	301174	301953	302846	303719	304363	304845	304845	37	304845	37	304845	37
7.00	300384	300665	301231	302042	302936	303790	304418	304883	304883	38	304883	38	304883	38
8.00	300396.5	300699	301288	302131	303027	303861	304473	304923	304923	40	304923	40	304923	40
9.00	300410	300730	301346	302220	303117	303931	304528	304962	304962	39	304962	39	304962	39
10.00	300423.5	300762	301403	302309	303207	304001	304583	304962	304962	36.20	304962	36.20	304962	36.20
q (l/min)		31.60	57.30	88.90	17.96	17.96	14.02	10.86	7.24					
Q (l/m/min)		6.32	11.46	17.78	1.40	1.40	0.80	0.54	0.29					
Δp (Kg/cm2)		0.23	0.59	1.38	3.066	3.066	3.070	3.070	3.066					
Δh/10 (kg/cm2)		3.070	9.48	11.69	11.67	11.67	9.27	7.53	5.78					
PEF (Kg/cm2)		7.84	12.09	15.21	15.39	15.39	15.12	14.42	12.59					
U.L.		3.34	8.06	8.06	8.06	8.06	8.06	8.06	8.06					



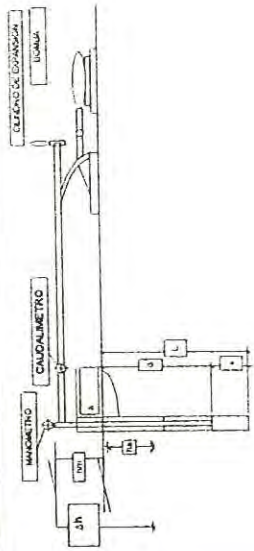
UNIDADES LUGEON

OBSERVACIONES:
 Flujo de dilatación
 Agua de perforación inicial 12.85 m.
 Agua de perforación final 11.04 m.

UL
3.34

REGISTRO DE ENSAYOS LUGEON MEJORADO

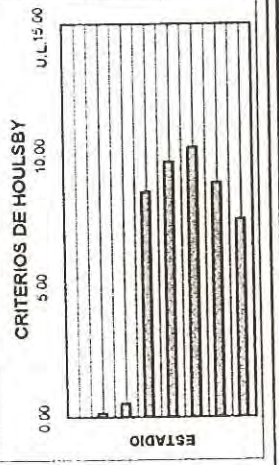
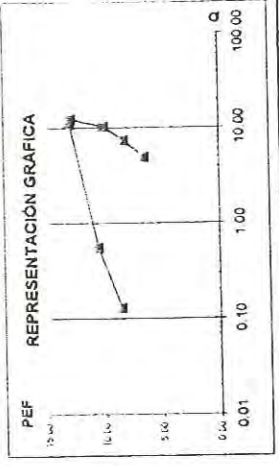
PROYECTO	MINERA QUELLAVECO	SONDEO N°	S.COR. - 03
UBICACION	CORTADERA	FECHA	02/07/1999
ENSAYO N°	4	TRAMO ENSAYO DE	32.00 A 37.00
L	LONGITUD DE PERFORACION (m)		37.00
i	INCLINACION DE PERF. C/HORIZONTAL (°)		90°
Δh	CARGA HIDRAULICA = SEM * h(m)		
s	LONGITUD TRAMO DE ENSAYO (m)		5.00
d	DIAMETRO DE BULBO ENSAYO (cm)		NO3



h_m = DISTANCIA DEL MANOMETRO (m) 2.20
 a = SOBRANTE DEL REVESTIMIENTO (m) 1.75
 h_a = DISTANCIA NIVEL FREATICO (m) SECO
 Δh = LONG. COLUMNA DE AGUA (m) 36.70
 d = DISTANCIA OBTURADOR (m) 32.00

PM = PRESION MANOMETRICA (Kg/cm²)
 PEF = PRESION EFECTIVA (Kg/cm²)
 Δp = PERDIDA DE CARGA (Kg/cm²)
 q = CAUDAL DE CARGA (l/min)
 Q = ABSORCION DE AGUA (l/m²/min)
 U.L. = UNIDAD LUGEON (l/m²/min a 10 Kg/cm² de PEF)

T (min)	PM = 3		PM = 5		PM = 7		PM = 10		PM = 10		PM = 7		PM = 5		PM = 3	
	Hidrom (l)	q (l/min)	Hidrom (l)	q (l/min)	Hidrom (l)	q (l/min)	Hidrom (l)	q (l/min)	Hidrom (l)	q (l/min)	Hidrom (l)	q (l/min)	Hidrom (l)	q (l/min)	Hidrom (l)	q (l/min)
0.00	304978		304970		304981		305040		305598		306280		306830		307230	
1.00			304971.5	1.5	304983.5	2.5	305081	41	305655	57	306332	52	306861	31	307253	23
2.00			304972.5	0.5	304986	2.5	305136	55	305713	58	306383	51	306892	31	307278	25
3.00	SIN		304973.5	0.5	304989	3	305194	62	305771	58	306435	52	306935	43	307302	24
4.00	ADMISION		304974.5	0.5	304991.5	2.5	305251	57	305828	57	306487	52	306976	41	307327	25
5.00			304975.5	0.5	304994	2.5	305310	59	305886	58	306539	52	307015	39	307352	25
6.00			304976.5	0.5	304999	2.5	305367	57	305952	66	306591	52	307053	38	307377	25
7.00			304977.5	0.5	305002	2.5	305425	58	306021	69	306643	52	307091	38	307402	25
8.00			304978.5	0.5	305004	2	305483	58	306089	68	306695	52	307128	37	307427	25
9.00			304979.5	0.5	305009	5	305540	57	306157	68	306746	51	307165	37	307453	28
10.00			304976.5	1	305009	5	305598	58	306226	69	306798	52	307203	38	307477	24
Q (l/m ² /min)			0.00	0.65	2.80	0.56	11.16	12.56	12.56	10.36	10.36	7.46	7.46	4.94	4.94	0.12
Δp (Kg/cm ²)			0.00	0.13	0.56	0.00	0.68	0.78	0.78	0.62	0.62	0.33	0.33	0.12	0.12	0.12
Δh/10 (Kg/cm ²)			0.00	0.00	0.00	0.00	3.670	3.670	3.670	3.670	3.670	3.670	3.670	3.670	3.670	3.670
PEF (Kg/cm ²)			6.67	8.67	10.67	12.99	12.99	12.99	12.99	10.05	10.05	8.34	8.34	6.55	6.55	6.55
U.L.			0.00	0.15	0.52	0.52	8.59	9.74	9.74	9.74	10.31	10.31	8.94	8.94	7.54	7.54



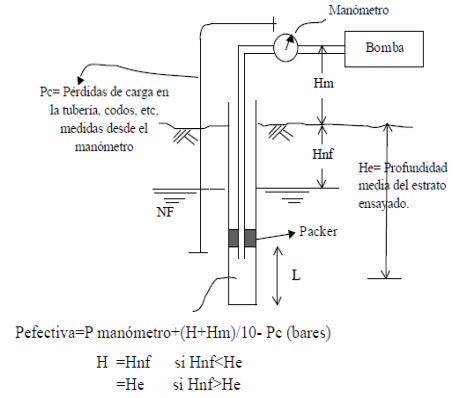
UNIDADES LUGEON

OBSERVACIONES
 Flujo erosión
 LUGEON más alto
 Agua de perforación inicial 12.48 m.

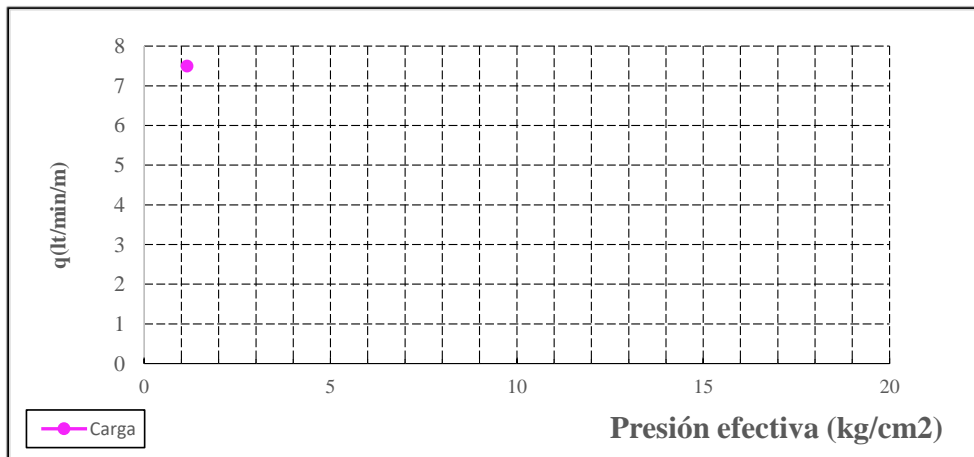
UL
 10.31

ENSAYO LUGEON MEJORADO

Proyecto QUELLAVECO
 Ubicación Depositos de Relaves
 Sondaje S-COR-08-05A
 Ensayo N° 1
 Fecha 20/07/08
 Altura Manómetro 0.90 m
 Tramo Desde 17.30 m
 Hasta 21.30 m
 Nivel Napa(Hnf) 0.60 m
 Profundidad Media (He) 19.30 m
 Longitud Ensayo(L) 4.00 m



Presión manóm (kg/cm ²)	1.00							
Tiempo (s)	600.00							
Admisión (l)	300.00							
Caudal (l/min)	30.00							
q (l/min/m)	7.50							
Pérdida (kg/cm ²)	0.002							
P. Efectiva (kg/cm ²)	1.15							
Permeabilidad (Lugeon)	65.33							

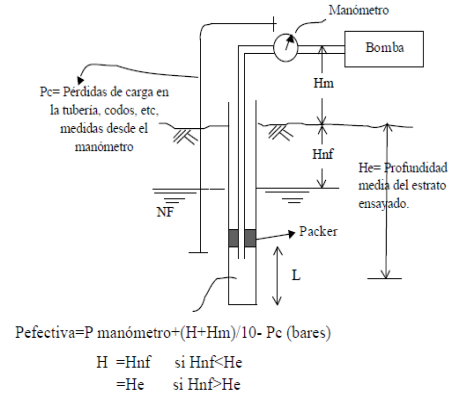


Coeficiente de permeabilidad -- (Lugeon)
 -- (cm/s)

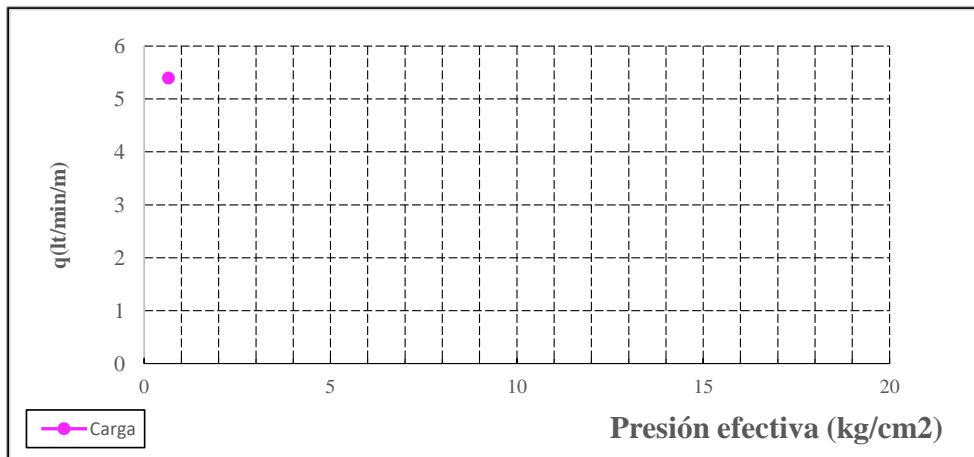
Observaciones: Condiciones de la roca no permiten levantar mas de 0.5kg/cm² presión

ENSAYO LUGEON MEJORADO

Proyecto QUELLAVECO
 Ubicación Depositos de Relaves
 Sondaje S-COR-08-05A
 Ensayo N° 2
 Fecha 20/07/08
 Altura Manómetro 0.90 m
 Tramo Desde 21.30 m
 Hasta 26.30 m
 Nivel Napa(Hnf) 0.60 m
 Profundidad Media (He) 23.80 m
 Longitud Ensayo(L) 5.00 m



Presión manóm (kg/cm2)	0.50							
Tiempo (s)	600.00							
Admisión (l)	270.00							
Caudal (l/min)	27.00							
q (l/min/m)	5.40							
Pérdida (kg/cm2)	0.000							
P. Efectiva (kg/cm2)	0.65							
Permeabilidad (Lugeon)	83.08							

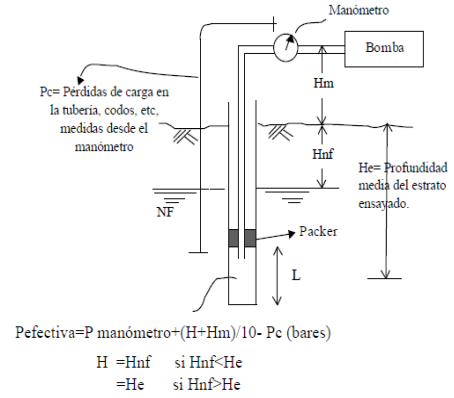


Coeficiente de permeabilidad -- (Lugeon)
 -- (cm/s)

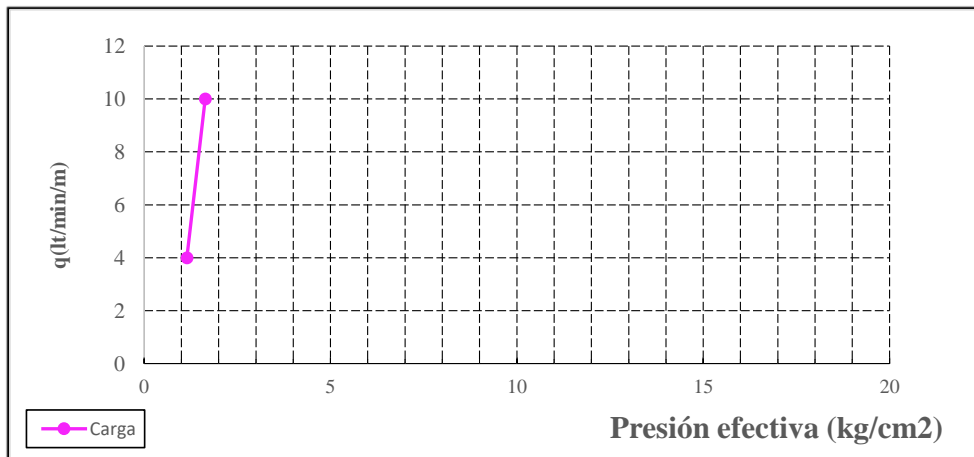
Observaciones: Condiciones de la roca no permiten levantar mas de 0.5kg/cm2 presión

ENSAYO LUGEON MEJORADO

Proyecto QUELLAVECO
 Ubicación Depositos de Relaves
 Sondaje S-COR-08-05A
 Ensayo N° 3
 Fecha 20/07/08
 Altura Manómetro 0.90 m
 Tramo Desde 26.30 m
 Hasta 31.30 m
 Nivel Napa(Hnf) 0.60 m
 Profundidad Media (He) 28.80 m
 Longitud Ensayo(L) 5.00 m



Presión manóm (kg/cm ²)	1.00	1.50						
Tiempo (s)	600.00	600.00						
Admisión (l)	200.00	500.00						
Caudal (l/min)	20.00	50.00						
q (l/min/m)	4.00	10.00						
Pérdida (kg/cm ²)	0.004	0.012						
P. Efectiva (kg/cm ²)	1.15	1.64						
Permeabilidad (Lugeon)	34.90	61.05						

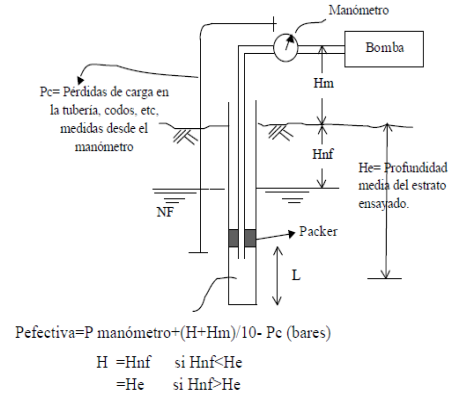


Coeficiente de permeabilidad -- (Lugeon)
 -- (cm/s)

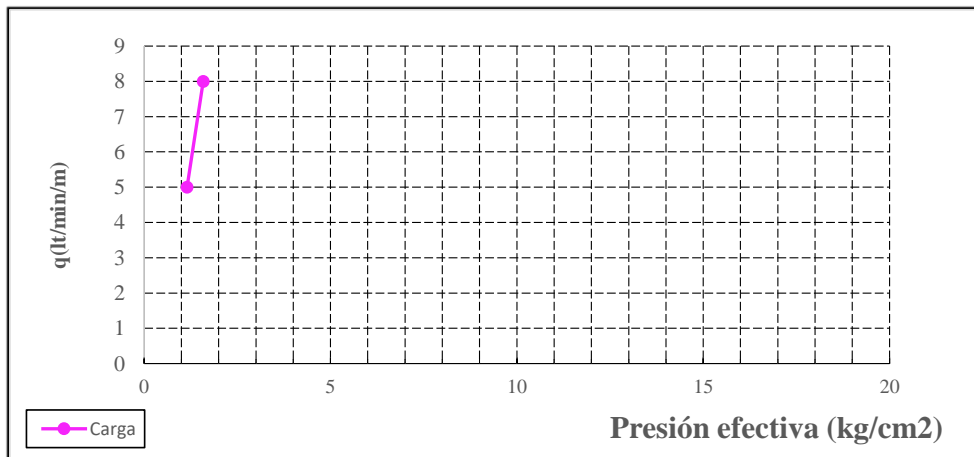
Observaciones: Condiciones de la roca no permiten levantar mas de 1.5kg/cm² presión

ENSAYO LUGEON MEJORADO

Proyecto QUELLAVECO
 Ubicación Depositos de Relaves
 Sondaje S-COR-08-05A
 Ensayo N° 4
 Fecha 21/07/08
 Altura Manómetro 0.90 m
 Tramo Desde 31.30 m
 Hasta 36.30 m
 Nivel Napa(Hnf) 0.65 m
 Profundidad Media (He) 33.80 m
 Longitud Ensayo(L) 5.00 m



Presión manóm (kg/cm2)	1.00	1.50						
Tiempo (s)	600.00	600.00						
Admisión (l)	250.00	400.00						
Caudal (l/min)	25.00	40.00						
q (l/min/m)	5.00	8.00						
Pérdida (kg/cm2)	0.004	0.070						
P. Efectiva (kg/cm2)	1.15	1.59						
Permeabilidad (Lugeon)	43.44	50.47						

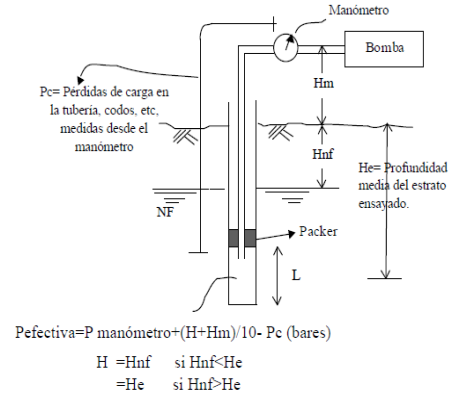


Coeficiente de permeabilidad -- (Lugeon)
 -- (cm/s)

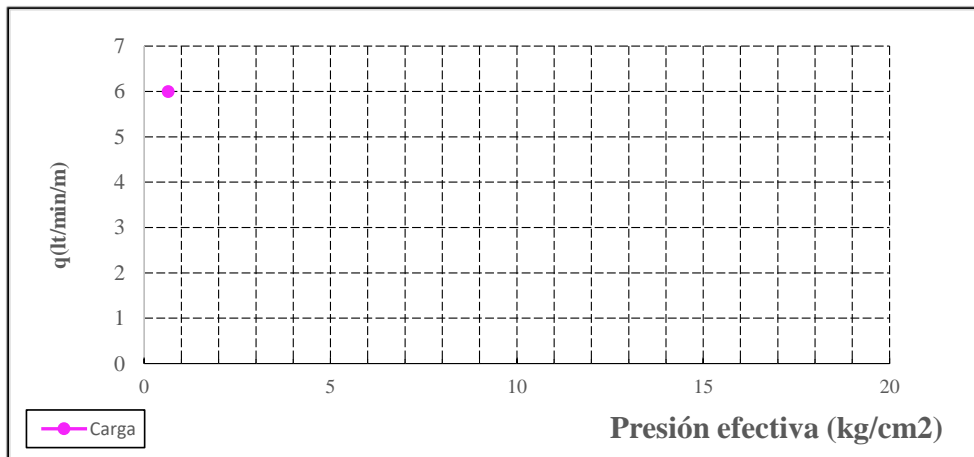
Observaciones: Condiciones de la roca no permiten levantar mas de 1.5kg/cm2 presión

ENSAYO LUGEON MEJORADO

Proyecto QUELLAVECO
 Ubicación Depositos de Relaves
 Sondaje S-COR-08-05A
 Ensayo N° 5
 Fecha 22/07/08
 Altura Manómetro 0.90 m
 Tramo Desde 36.30 m
 Hasta 41.30 m
 Nivel Napa(Hnf) 0.60 m
 Profundidad Media (He) 38.80 m
 Longitud Ensayo(L) 5.00 m



Presión manóm (kg/cm2)	0.50							
Tiempo (s)	600.00							
Admisión (l)	300.00							
Caudal (l/min)	30.00							
q (l/min/m)	6.00							
Pérdida (kg/cm2)	0.004							
P. Efectiva (kg/cm2)	0.65							
Permeabilidad (Lugeon)	92.88							

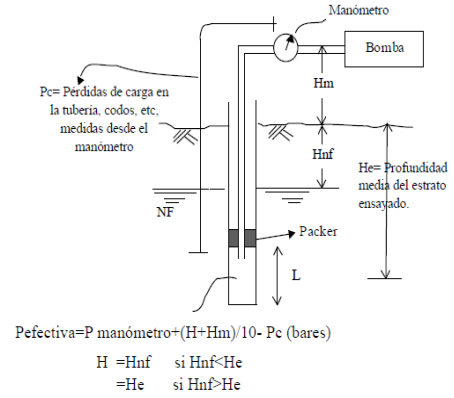


Coeficiente de permeabilidad -- (Lugeon)
 -- (cm/s)

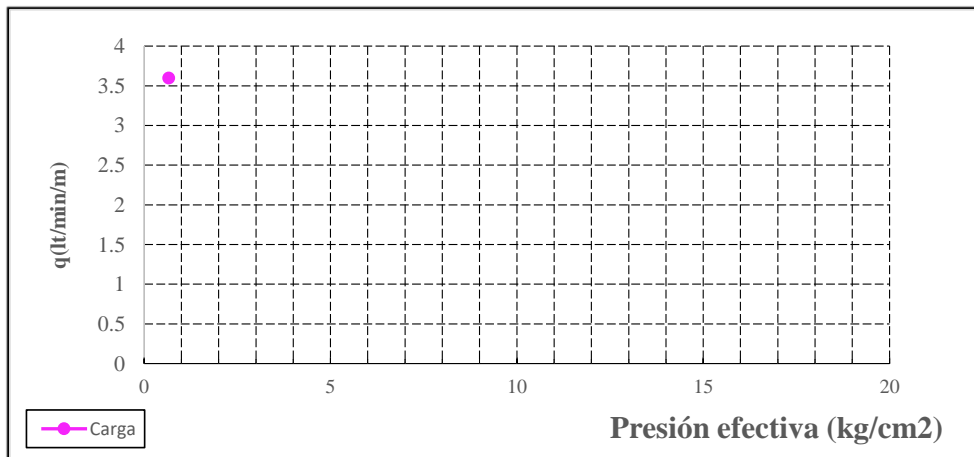
Observaciones: Condiciones de la roca no permiten levantar mas de 0.5kg/cm2 presión

ENSAYO LUGEON MEJORADO

Proyecto QUELLAVECO
 Ubicación Depositos de Relaves
 Sondaje S-COR-08-05A
 Ensayo N° 6
 Fecha 23/07/08
 Altura Manómetro 0.90 m
 Tramo Desde 41.30 m
 Hasta 46.30 m
 Nivel Napa(Hnf) 0.70 m
 Profundidad Media (He) 43.80 m
 Longitud Ensayo(L) 5.00 m



Presión manóm (kg/cm ²)	0.50							
Tiempo (s)	600.00							
Admisión (l)	180.00							
Caudal (l/min)	18.00							
q (l/min/m)	3.60							
Pérdida (kg/cm ²)	0.004							
P. Efectiva (kg/cm ²)	0.66							
Permeabilidad (Lugeon)	54.88							

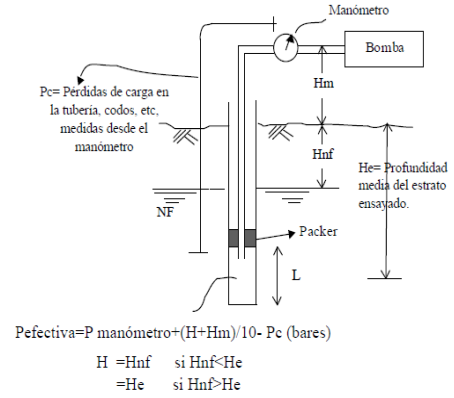


Coeficiente de permeabilidad -- (Lugeon)
 -- (cm/s)

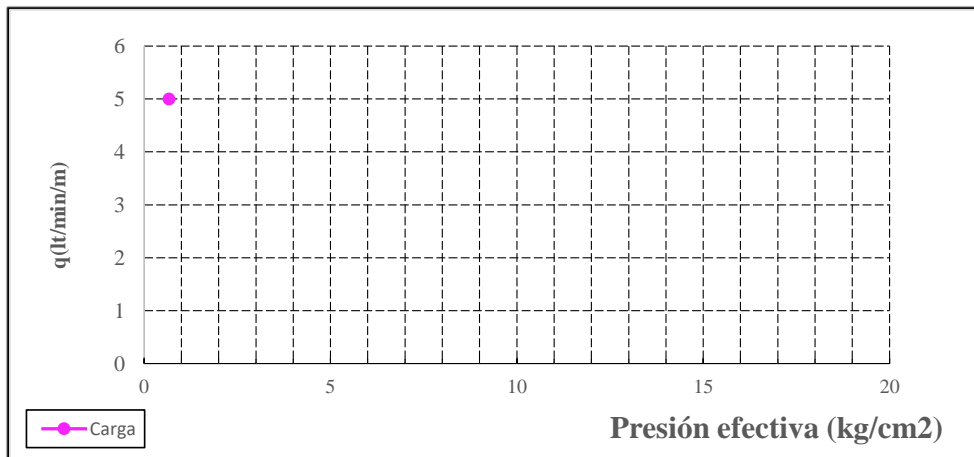
Observaciones: Condiciones de la roca no permiten levantar mas de 0.5kg/cm² presión

ENSAYO LUGEON MEJORADO

Proyecto QUELLAVECO
 Ubicación Depositos de Relaves
 Sondaje S-COR-08-05A
 Ensayo N° 7
 Fecha 23/07/08
 Altura Manómetro 0.90 m
 Tramo Desde 46.30 m
 Hasta 51.30 m
 Nivel Napa(Hnf) 0.80 m
 Profundidad Media (He) 48.80 m
 Longitud Ensayo(L) 5.00 m



Presión manóm (kg/cm ²)	0.50							
Tiempo (s)	600.00							
Admisión (l)	250.00							
Caudal (l/min)	25.00							
q (l/min/m)	5.00							
Pérdida (kg/cm ²)	0.004							
P. Efectiva (kg/cm ²)	0.67							
Permeabilidad (Lugeon)	75.08							

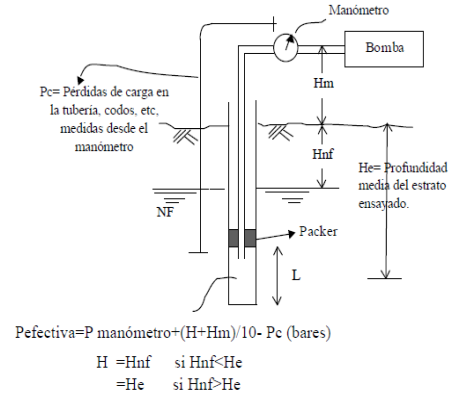


Coeficiente de permeabilidad -- (Lugeon)
 -- (cm/s)

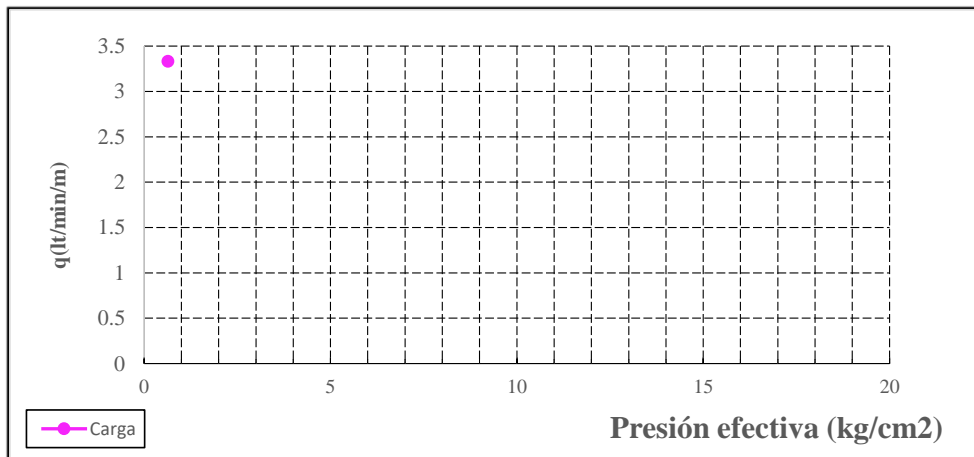
Observaciones: Condiciones de la roca no permiten levantar mas de 0.5kg/cm² presión

ENSAYO LUGEON MEJORADO

Proyecto QUELLAVECO
 Ubicación Depositos de Relaves
 Sondaje S-COR-08-05A
 Ensayo N° 8
 Fecha 22/07/08
 Altura Manómetro 0.90 m
 Tramo Desde 53.30 m
 Hasta 56.30 m
 Nivel Napa(Hnf) 0.50 m
 Profundidad Media (He) 54.80 m
 Longitud Ensayo(L) 3.00 m



Presión manóm (kg/cm2)	0.50							
Tiempo (s)	600.00							
Admisión (l)	100.00							
Caudal (l/min)	10.00							
q (l/min/m)	3.33							
Pérdida (kg/cm2)	0.006							
P. Efectiva (kg/cm2)	0.63							
Permeabilidad (Lugeon)	52.58							

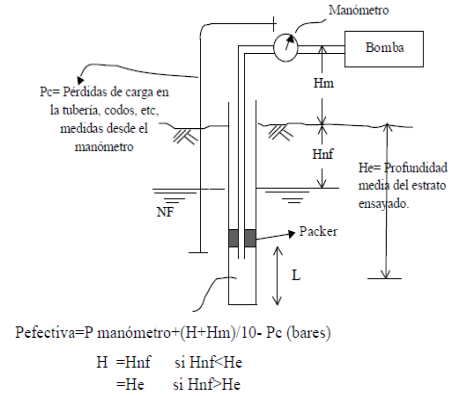


Coeficiente de permeabilidad -- (Lugeon)
 -- (cm/s)

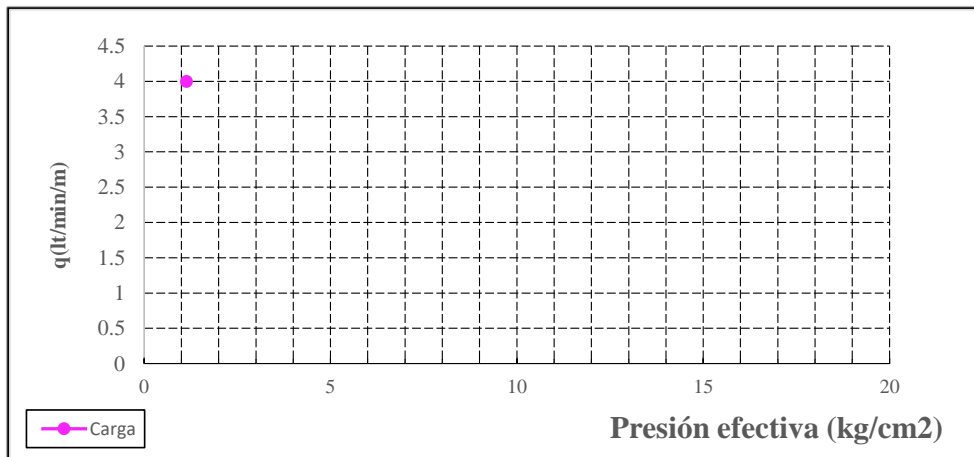
Observaciones: Condiciones de la roca no permiten levantar mas de 0.5kg/cm2 presión

ENSAYO LUGEON MEJORADO

Proyecto QUELLAVECO
 Ubicación Depositos de Relaves
 Sondaje S-COR-08-05A
 Ensayo N° 9
 Fecha 24/07/08
 Altura Manómetro 0.90 m
 Tramo Desde 56.30 m
 Hasta 61.30 m
 Nivel Napa(Hnf) 0.50 m
 Profundidad Media (He) 58.80 m
 Longitud Ensayo(L) 5.00 m



Presión manóm (kg/cm ²)	1.00							
Tiempo (s)	600.00							
Admisión (l)	200.00							
Caudal (l/min)	20.00							
q (l/min/m)	4.00							
Pérdida (kg/cm ²)	0.004							
P. Efectiva (kg/cm ²)	1.14							
Permeabilidad (Lugeon)	35.21							

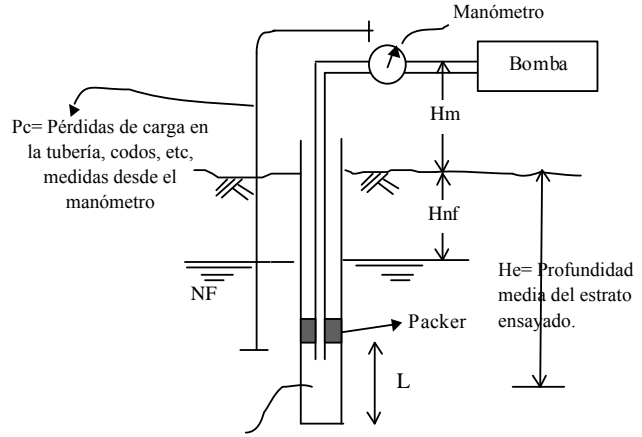


Coeficiente de permeabilidad -- (Lugeon)
 -- (cm/s)

Observaciones: Condiciones de la roca no permiten levantar mas de 1.0kg/cm² presión

ENSAYO LUGEON MEJORADO

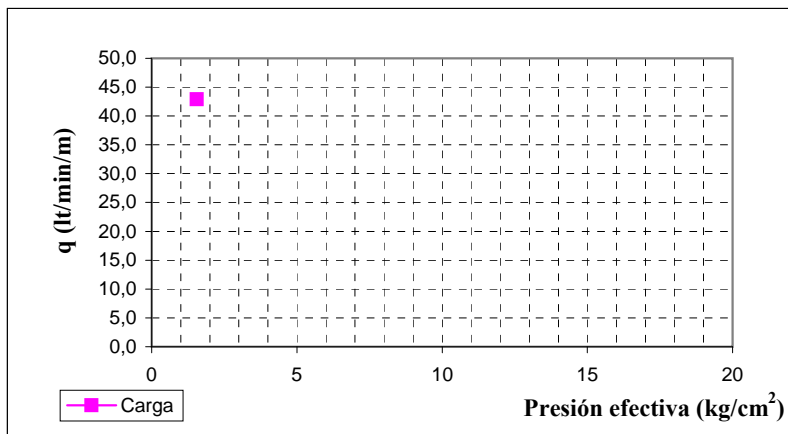
Proyecto: QUELLAVECO
 Ubicación: Depósito de Relaves
 Cortadera
 Sondaje: S-COR-08-10
 Ensayo N°: 1
 Fecha: 21/09/08
 Altura Manómetro (Hm): 1,00 m
 Tramo: Desde 15,00 m hasta 17,40 m
 Nivel Napa (Hnf): m
 Profundidad Media (He): 10,84 m
 Longitud Ensayo (L): 2,40 m



$$P_{\text{efectiva}} = P_{\text{manómetro}} + (H + H_m) / 10 - P_c \text{ (bares)}$$

$$\begin{aligned}
 H &= H_{nf} && \text{si } H_{nf} < H_e \\
 &= H_e && \text{si } H_{nf} > H_e
 \end{aligned}$$

Presión manóm (kg/cm ²)	0,50								
Tiempo (s)	600								
Admisión (l)	1029								
Caudal (l/min)	102,90								
q (l/min/m)	42,88								
Pérdida (kg/cm ²)	0,133								
P. Efectiva (kg/cm ²)	1,55								
Permeabilidad (Lugeon)	276,39								

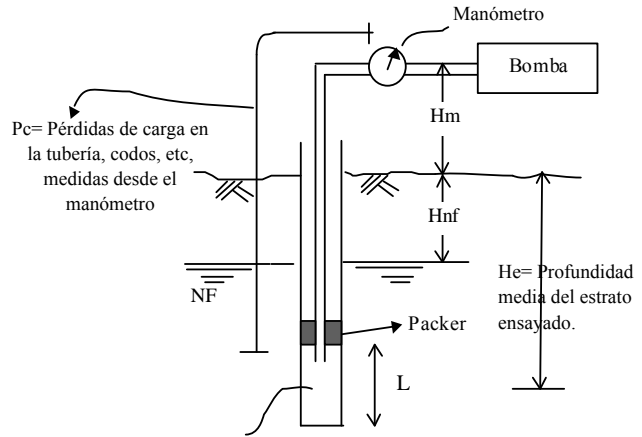


Coeficiente de permeabilidad: -- (Lugeon)
 -- (cm/s)

Observaciones: Condiciones de la roca no permiten levantar más de 0,5 kg/cm² de presión.

ENSAYO LUGEON MEJORADO

Proyecto: QUELLAVECO
 Ubicación: Depósito de Relaves
 Cortadera: Cortadera
 Sondaje: S-COR-08-10
 Ensayo N°: 3
 Fecha: 23/09/08
 Altura Manómetro (Hm): 1,00 m
 Tramo: Desde 17,40 m hasta 20,40 m
 Nivel Napa (Hnf): m
 Profundidad Media (He): 12,65 m
 Longitud Ensayo (L): 3,00 m

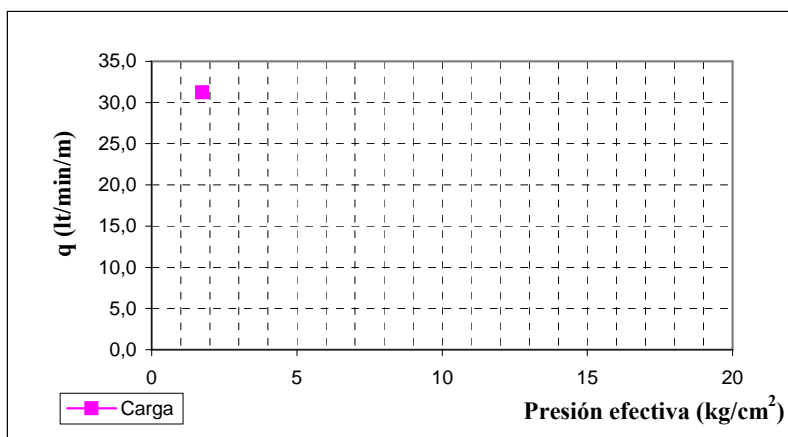


$$P_{\text{Efectiva}} = P_{\text{manómetro}} + (H + H_m) / 10 - P_c \text{ (bares)}$$

$$H = H_{nf} \quad \text{si } H_{nf} < H_e$$

$$= H_e \quad \text{si } H_{nf} > H_e$$

Presión manóm (kg/cm ²)	0,50								
Tiempo (s)	600								
Admisión (l)	937								
Caudal (l/min)	93,70								
q (l/min/m)	31,23								
Pérdida (kg/cm ²)	0,121								
P. Efectiva (kg/cm ²)	1,74								
Permeabilidad (Lugeon)	179,11								

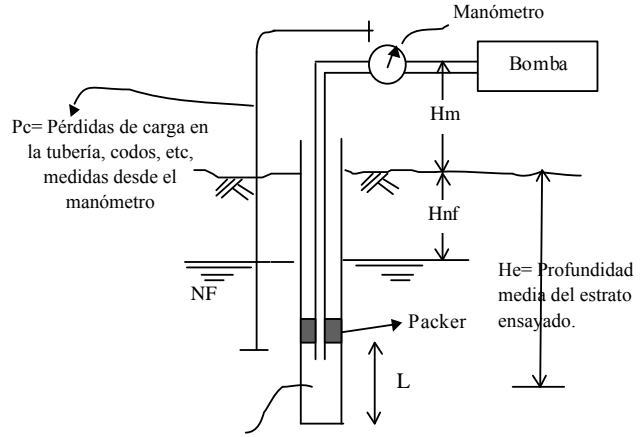


Coefficiente de permeabilidad: -- (Lugeon)
 -- (cm/s)

Observaciones: Condiciones de la roca no permiten levantar más de 0,5 kg/cm² de presión.

ENSAYO LUGEON MEJORADO

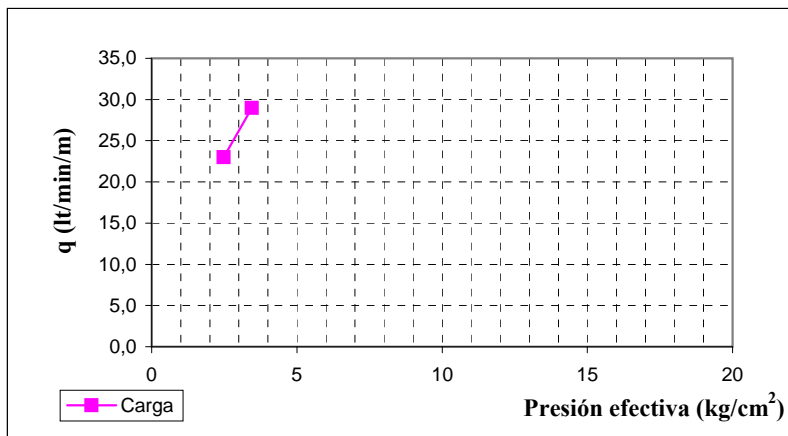
Proyecto: QUELLAVECO
 Ubicación: Depósito de Relaves
 Cortadera: Cortadera
 Sondaje: S-COR-08-10
 Ensayo N°: 4
 Fecha: 26/09/08
 Altura Manómetro (Hm): 1,00 m
 Tramo: Desde 20,40 m hasta 23,40 m
 Nivel Napa (Hnf): m
 Profundidad Media (He): 14,65 m
 Longitud Ensayo (L): 3,00 m



$$P_{\text{efectiva}} = P_{\text{manómetro}} + (H + H_m) / 10 - P_c \text{ (bares)}$$

$$\begin{aligned}
 H &= H_{nf} && \text{si } H_{nf} < H_e \\
 &= H_e && \text{si } H_{nf} > H_e
 \end{aligned}$$

Presión manóm (kg/cm ²)	1,00	2,00							
Tiempo (s)	600	600							
Admisión (l)	689,7	869,2							
Caudal (l/min)	68,97	86,92							
q (l/min/m)	22,99	28,97							
Pérdida (kg/cm ²)	0,089	0,112							
P. Efectiva (kg/cm ²)	2,48	3,45							
Permeabilidad (Lugeon)	92,84	83,90							

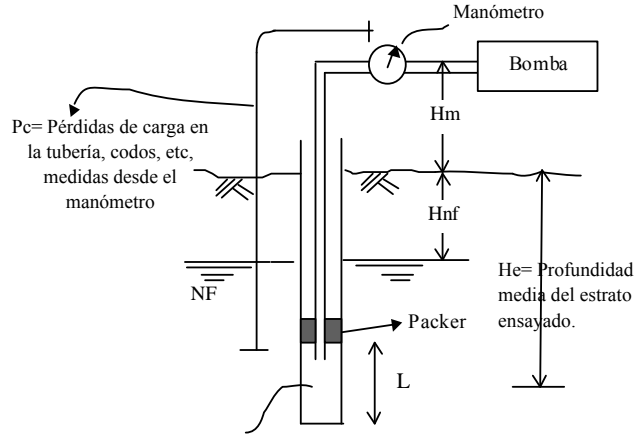


Coeficiente de permeabilidad: -- (Lugeon)
 -- (cm/s)

Observaciones: Condiciones de la roca no permiten levantar más de 2 kg/cm² de presión.

ENSAYO LUGEON MEJORADO

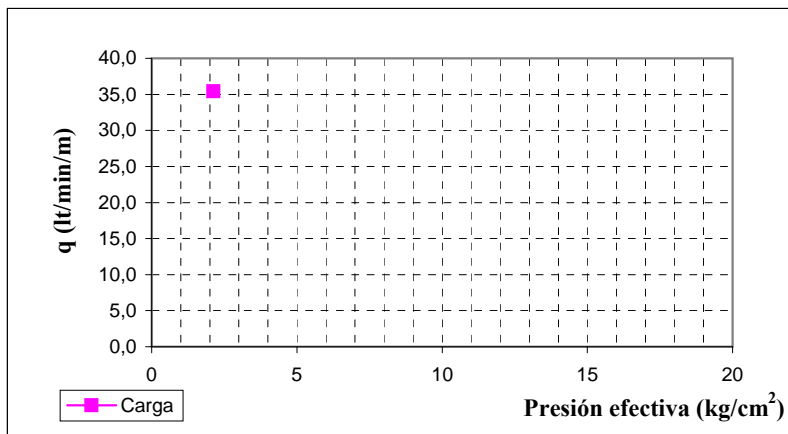
Proyecto: QUELLAVECO
 Ubicación: Depósito de Relaves
 Cortadera
 Sondaje: S-COR-08-10
 Ensayo N°: 5
 Fecha: 27/09/08
 Altura Manómetro (Hm): 1,00 m
 Tramo: Desde 23,40 m hasta 26,40 m
 Nivel Napa (Hnf): m
 Profundidad Media (He): 16,66 m
 Longitud Ensayo (L): 3,00 m



$$P_{\text{efectiva}} = P_{\text{manómetro}} + (H + H_m) / 10 - P_c \text{ (bares)}$$

$$\begin{aligned}
 H &= H_{nf} && \text{si } H_{nf} < H_e \\
 &= H_e && \text{si } H_{nf} > H_e
 \end{aligned}$$

Presión manóm (kg/cm ²)	0,50								
Tiempo (s)	600								
Admisión (l)	1062,2								
Caudal (l/min)	106,22								
q (l/min/m)	35,41								
Pérdida (kg/cm ²)	0,137								
P. Efectiva (kg/cm ²)	2,13								
Permeabilidad (Lugeon)	166,30								

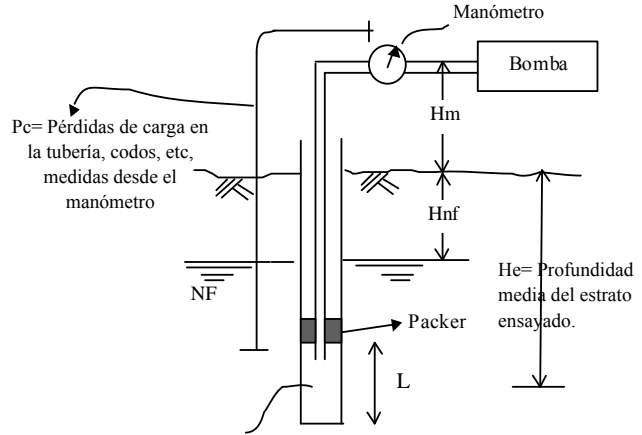


Coeficiente de permeabilidad: -- (Lugeon)
 -- (cm/s)

Observaciones: Condiciones de la roca no permiten levantar más de 0,5 kg/cm² de presión.

ENSAYO LUGEON MEJORADO

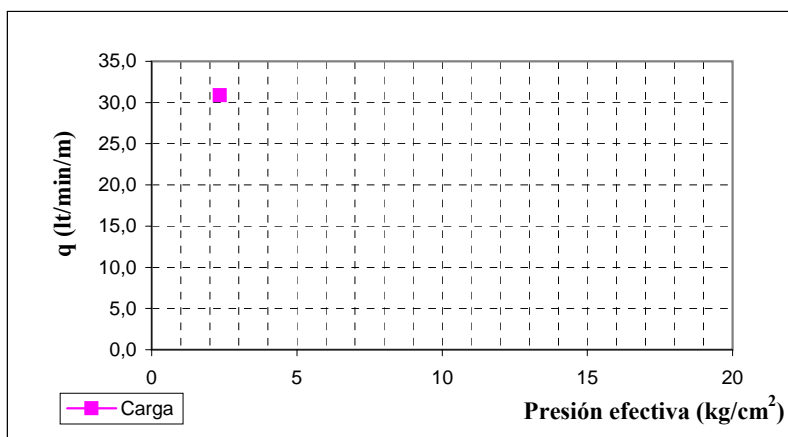
Proyecto: QUELLAVECO
 Ubicación: Depósito de Relaves
 Cortadera: Cortadera
 Sondaje: S-COR-08-10
 Ensayo N°: 6
 Fecha: 27/09/08
 Altura Manómetro (Hm): 1,00 m
 Tramo: Desde 26,40 m hasta 29,40 m
 Nivel Napa (Hnf): m
 Profundidad Media (He): 18,67 m
 Longitud Ensayo (L): 3,00 m



$$P_{\text{efectiva}} = P_{\text{manómetro}} + (H + H_m) / 10 - P_c \text{ (bares)}$$

$$\begin{aligned}
 H &= H_{nf} && \text{si } H_{nf} < H_e \\
 &= H_e && \text{si } H_{nf} > H_e
 \end{aligned}$$

Presión manóm (kg/cm ²)	0,50								
Tiempo (s)	600								
Admisión (l)	925,9								
Caudal (l/min)	92,59								
q (l/min/m)	30,86								
Pérdida (kg/cm ²)	0,119								
P. Efectiva (kg/cm ²)	2,35								
Permeabilidad (Lugeon)	131,48								

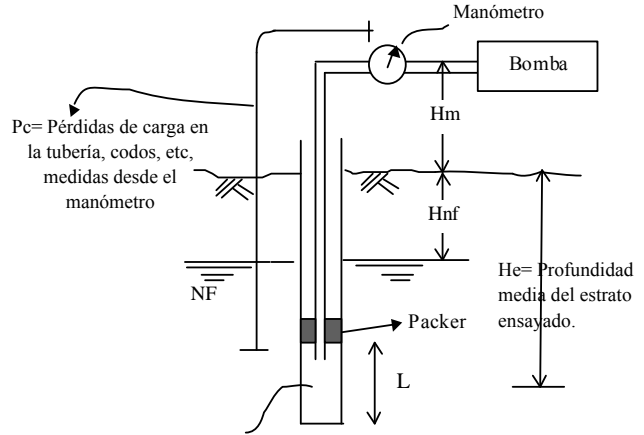


Coeficiente de permeabilidad: -- (Lugeon)
 -- (cm/s)

Observaciones: Condiciones de la roca no permiten levantar más de 0,5 kg/cm² de presión.

ENSAYO LUGEON MEJORADO

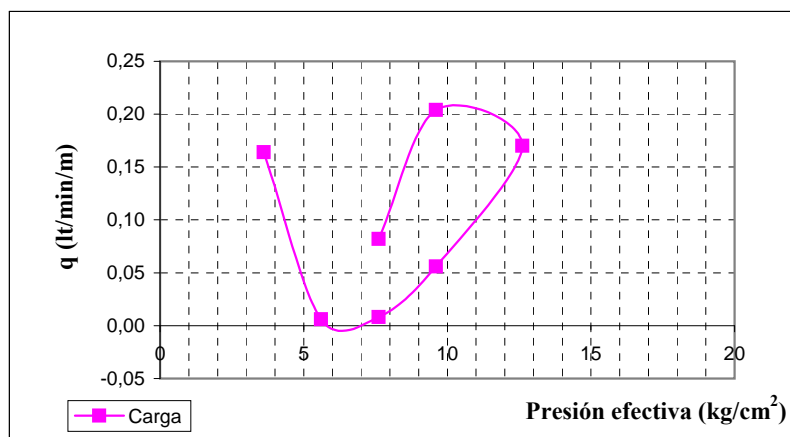
Proyecto: QUELLAVECO
 Ubicación: Depósito de Relaves
 Cortadera: Cortadera
 Sondaje: S-COR-08-10A
 Ensayo N°: 7
 Fecha: 13/10/08
 Altura Manómetro (Hm): 1,00 m
 Tramo: Desde 35,00 m hasta 40,00 m
 Nivel Napa (Hnf): m
 Profundidad Media (He): 25,09 m
 Longitud Ensayo (L): 5,00 m



$$P_{\text{efectiva}} = P_{\text{manómetro}} + (H + H_m) / 10 - P_c \text{ (bares)}$$

$$\begin{aligned}
 H &= H_{nf} && \text{si } H_{nf} < H_e \\
 &= H_e && \text{si } H_{nf} > H_e
 \end{aligned}$$

Presión manóm (kg/cm ²)	1,00	3,00	5,00	7,00	10,00	7,00	5,00		
Tiempo (s)	600	600	600	600	600	600	600		
Admisión (l)	8,2	0,3	0,4	2,8	8,5	10,2	4,1		
Caudal (l/min)	0,82	0,03	0,04	0,28	0,85	1,02	0,41		
q (l/min/m)	0,16	0,01	0,01	0,06	0,17	0,20	0,08		
Pérdida (kg/cm ²)	0,001	0,000	0,000	0,000	0,001	0,001	0,001		
P. Efectiva (kg/cm ²)	3,61	5,61	7,61	9,61	12,61	9,61	7,61		
Permeabilidad (Lugeon)	0,45	0,01	0,01	0,06	0,13	0,21	0,11		

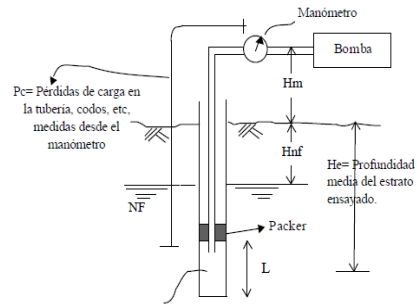


Coeficiente de permeabilidad: 0,29 (Lugeon)
 2,9E-06 (cm/s)

Observaciones: Tipo de flujo indeterminado.

ENSAYO LUGEON MEJORADO

Proyecto	QUELLAVECO		
Ubicación	Depositos de Relaves		
Sondaje	S-COR-08-10A		
Ensayo N°	7A		
Fecha	14/10/08		
Altura Manometro	1.00	m	
Tramo	Desde	40.00	m
	Hasta	45.00	m
Nivel Napa(Hnf)			m
Profundidad Media (He)		42.50	m
Longitud Ensayo(L)		5.00	m

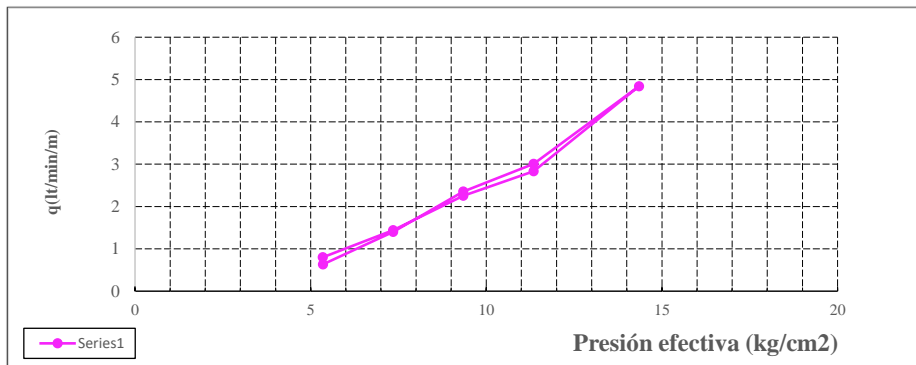


$$P_{\text{efectiva}} = P_{\text{manómetro}} + (H + H_m) / 10 - P_c \text{ (bares)}$$

$$H = H_{nf} \quad \text{si } H_{nf} < H_e$$

$$= H_e \quad \text{si } H_{nf} > H_e$$

Presión manóm (kg/cm2)	1.00	3.00	5.00	7.00	10.00	7.00	5.00	3.00	1.00
Tiempo (s)	600.00	600.00	600.00	600.00	600.00	600.00	600.00	600.00	600.00
Admisión (l)	31.67	70.00	117.67	150.33	242.00	141.67	112.67	72.00	40.00
Caudal (l/min)	3.17	7.00	11.77	15.03	24.20	14.17	11.27	7.20	4.00
q (l/min/m)	0.63	1.40	2.35	3.01	4.84	2.83	2.25	1.44	0.80
Pérdida (kg/cm2)	0.001	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004
P. Efectiva (kg/cm2)	5.35	7.35	9.35	11.35	14.35	11.35	9.35	7.35	5.35
Permeabilidad (Lugeon)	1.18	1.91	2.52	2.65	3.37	2.50	2.41	1.96	1.50

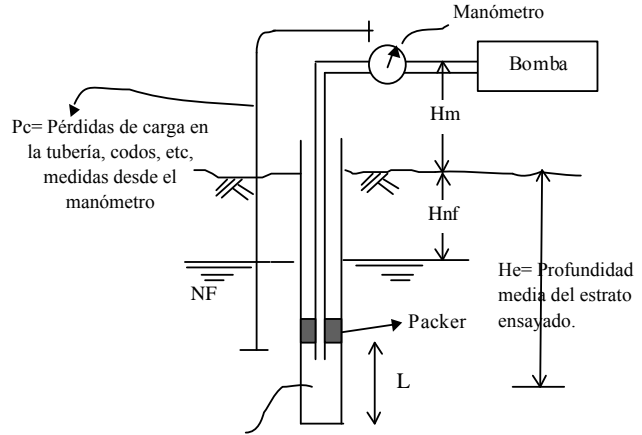


Coefficiente de permeabilidad	2.22	(Lugeon)
	2.89E-05	(cm/s)

Observaciones: Flujo Laminar

ENSAYO LUGEON MEJORADO

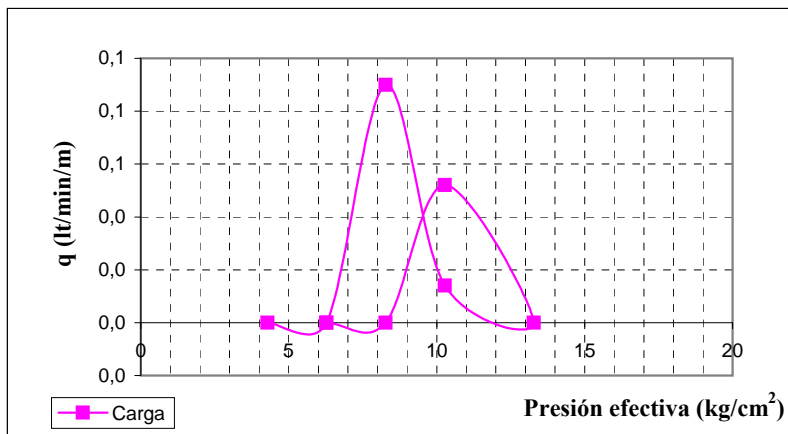
Proyecto: QUELLAVECO
 Ubicación: Depósito de Relaves
 Cortadera: Cortadera
 Sondaje: S-COR-08-10A
 Ensayo N°: 8
 Fecha: 14/10/08
 Altura Manómetro (Hm): 1,00 m
 Tramo: Desde 45,00 m hasta 50,00 m
 Nivel Napa (Hnf): m
 Profundidad Media (He): 31,78 m
 Longitud Ensayo (L): 5,00 m



$$P_{\text{efectiva}} = P_{\text{manómetro}} + (H + H_m) / 10 - P_c \text{ (bares)}$$

$$\begin{aligned}
 H &= H_{nf} && \text{si } H_{nf} < H_e \\
 &= H_e && \text{si } H_{nf} > H_e
 \end{aligned}$$

Presión manóm (kg/cm ²)	1,00	3,00	5,00	7,00	10,00	7,00	5,00	3,00	1,00
Tiempo (s)	600	600	600	600	600	600	600	600	600
Admisión (l)	0	0	4,5	0,7	0	2,6	0	0	0
Caudal (l/min)	0,00	0,00	0,45	0,07	0,00	0,26	0,00	0,00	0,00
q (l/min/m)	0,00	0,00	0,09	0,01	0,00	0,05	0,00	0,00	0,00
Pérdida (kg/cm ²)	0,000	0,000	0,001	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
P. Efectiva (kg/cm ²)	4,28	6,28	8,28	10,28	13,28	10,28	8,28	6,28	4,28
Permeabilidad (Lugeon)	0,00	0,00	0,11	0,01	0,00	0,05	0,00	0,00	0,00

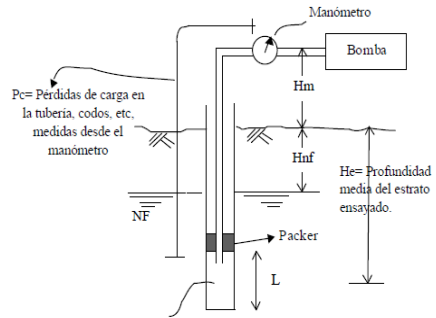


Coeficiente de permeabilidad: 0,04 (Lugeon)
 4,4E-07 (cm/s)

Observaciones:

ENSAYO LUGEON MEJORADO

Proyecto	QUELLAVECO	
Ubicación	Depositos de Relaves	
Sondaje	S-COR-08-10A	
Ensayo N°	8A	
Fecha	15/10/08	
Altura Manómetro		1.00 m
Tramo	Desde	50.00 m
	Hasta	55.00 m
Nivel Napa(Hnf)		m
Profundidad Media (He)		52.50 m
Longitud Ensayo(L)		5.00 m

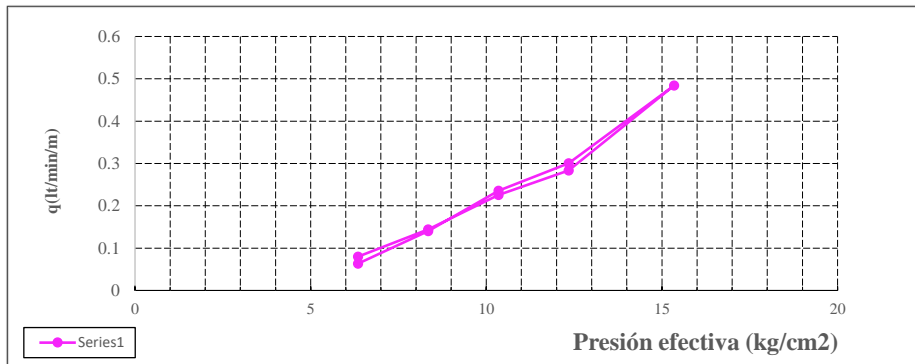


$$P_{\text{efectiva}} = P_{\text{manómetro}} + (H + H_m) / 10 - P_c \text{ (bares)}$$

$$H = H_{nf} \quad \text{si } H_{nf} < H_e$$

$$= H_e \quad \text{si } H_{nf} > H_e$$

Presión manóm (kg/cm ²)	1.00	3.00	5.00	7.00	10.00	7.00	5.00	3.00	1.00
Tiempo (s)	600.00	600.00	600.00	600.00	600.00	600.00	600.00	600.00	600.00
Admisión (l)	3.17	7.00	11.77	15.03	24.20	14.17	11.27	7.20	4.00
Caudal (l/min)	0.32	0.70	1.18	1.50	2.42	1.42	1.13	0.72	0.40
q (l/min/m)	0.06	0.14	0.24	0.30	0.48	0.28	0.23	0.14	0.08
Pérdida (kg/cm ²)	0.001	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004
P. Efectiva (kg/cm ²)	6.35	8.35	10.35	12.35	15.35	12.35	10.35	8.35	6.35
Permeabilidad (Lugeon)	0.10	0.17	0.23	0.24	0.32	0.23	0.22	0.17	0.13

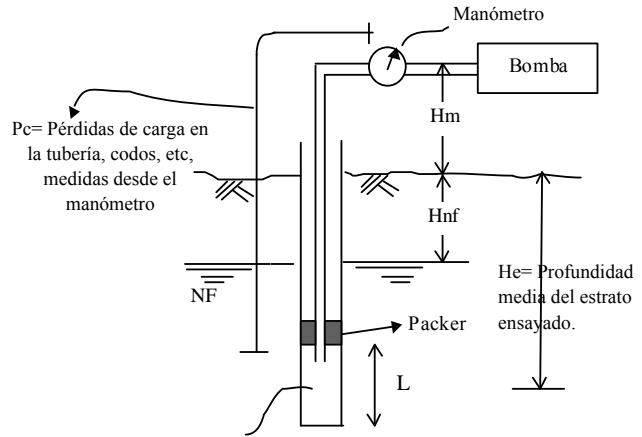


Coefficiente de permeabilidad	0.20	(Lugeon)
	2.60E-06	(cm/s)

Observaciones: Flujo Laminar

ENSAYO LUGEON MEJORADO

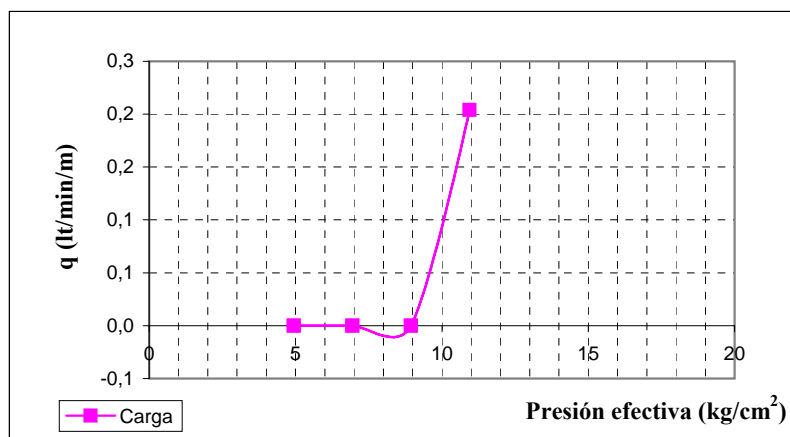
Proyecto: QUELLAVECO
 Ubicación: Depósito de Relaves
 Cortadera: Cortadera
 Sondaje: S-COR-08-10A
 Ensayo N°: 9
 Fecha: 15/10/08
 Altura Manómetro (Hm): 1,00 m
 Tramo: Desde 55,00 m hasta 60,00 m
 Nivel Napa (Hnf): m
 Profundidad Media (He): 38,48 m
 Longitud Ensayo (L): 5,00 m



$$P_{\text{efectiva}} = P_{\text{manómetro}} + (H + H_m) / 10 - P_c \text{ (bares)}$$

$$\begin{aligned}
 H &= H_{nf} && \text{si } H_{nf} < H_e \\
 &= H_e && \text{si } H_{nf} > H_e
 \end{aligned}$$

Presión manóm (kg/cm ²)	1,00	3,00	5,00	7,00	5,00	3,00	1,00		
Tiempo (s)	300	300	300	300	300	300	300		
Admisión (l)	0	0	0	5,1	0	0	0		
Caudal (l/min)	0,00	0,00	0,00	1,02	0,00	0,00	0,00		
q (l/min/m)	0,00	0,00	0,00	0,20	0,00	0,00	0,00		
Pérdida (kg/cm ²)	0,000	0,000	0,000	0,001	0,000	0,000	0,000		
P. Efectiva (kg/cm ²)	4,95	6,95	8,95	10,95	8,95	6,95	4,95		
Permeabilidad (Lugeon)	0,00	0,00	0,00	0,19	0,00	0,00	0,00		

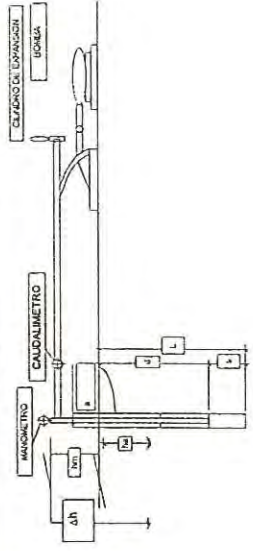


Coeficiente de permeabilidad: 0,11 (Lugeon)
 1,1E-06 (cm/s)

Observaciones:

REGISTRO DE ENSAYOS LUGEON MEJORADO

PROYECTO: MINERA QUELLAVECO SONDEO N° S.COR. - 01
 UBICACIÓN: CORTADERA
 ENSAYO N°: 1
 TRAMO ENSAYO DE: 6.65 A 11.65
 FECHA: 17/06/1999

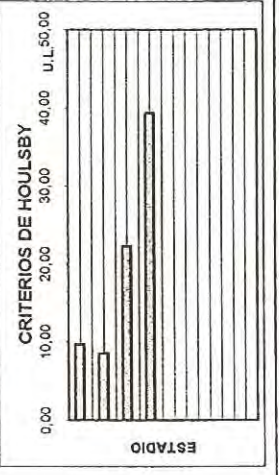
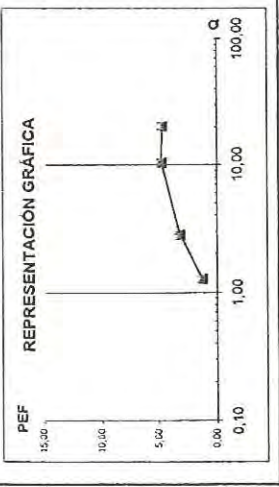


L = LONGITUD DE PERFORACIÓN (m) 11.65
 i = INCLINACIÓN DE PERF. CHORIZONTAL (°) 90°
 Δh = CARGA HIDRAULICA = SENI * h (m)
 s = LONGITUD TRAMO DE ENSAYO (m) 5.00
 DIAMETRO DE BULBO ENSAYO (cm) NC33

hm = DISTANCIA DEL MANOMETRO (m) 1.37
 a = SOBRIANTE DEL REVESTIMIENTO (m) 1.15
 ha = DISTANCIA NIVEL FREATICO (m) 1.60
 Δh = LONG. COLUMNA DE AGUA (m) 2.97
 d = DISTANCIA OBTURADOR (m) 6.65

PM = PRESION MANOMETRICA (Kg/cm2)
 PEF = PRESION EFECTIVA (Kg/cm2)
 Δp = PERDIDA DE CARGA (Kg/CM2)
 q = CAUDAL DE CARGA (l/min)
 Q = ABSORCION DE AGUA (l/m/min)
 U.L. = UNIDAD LUGEON (l/m/min a 10 Kg/Cm2 de PEF)

T (min)	PM = 1 Hidrom (l)	q (l/min)	PM = 3 Hidrom (l)	q (l/min)	PM = 5 Hidrom (l)	q (l/min)	PM = 7 Hidrom (l)	q (l/min)	PM = 7 Hidrom (l)	q (l/min)	PM = 5 Hidrom (l)	q (l/min)	PM = 3 Hidrom (l)	q (l/min)	PM = 1 Hidrom (l)	q (l/min)
0,00	276350		276440		276610		277260									
1,00	276356	6	276455	15	276644	34	277360	100								
2,00	276362	6	276470	16	276682	38	277461	101								
3,00	276368,5	6,5	276483	13	276726	44	277563	102								
4,00	276375	6,5	276497	14	276776	50	277661	98								
5,00	276381,5	6,5	276511	14	276829	53	277766	105								
6,00	276388	6,5	276525	14	276886	57										
7,00	276394	6	276539	14	276948	62										
8,00	276400,5	6,5	276553	14	277010	62										
9,00	276407	6,5	276567	14	277072	62										
10,00	276413	6	276581	14	277133	61										
q (l/min)		6,30		14,10		52,30		101,20								
Q (l/m/min)		1,26		2,82		10,40		20,24								
Δp (Kg/cm2)		0,00		0,04		0,50		2,56								
Δhr/10 (kg/cm2)		0,297		0,290		0,290		0,290								
PEF (Kg/cm2)		1,30		3,25		4,79		4,73								
U.L.		9,71		6,60		22,33		39,34								

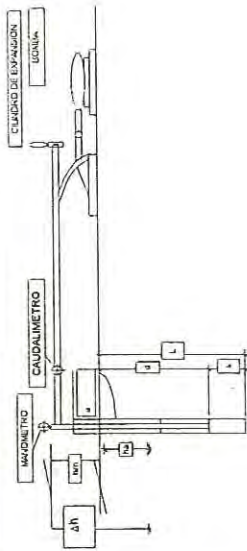


UNIDADES LUGEON
 OBSERVACIONES:
 A una P.M. 7 kg/cm2 la quinta lectura
 Flujo dilatación

UL
 9,71

SOLETANGCHE BACHY PERÚ S.A.

ESPECIALISTAS EN MAQUINARIAS, SONDEOS Y TUBERÍAS DE PETRÓLEO



REGISTRO DE ENSAYOS LUGEON MEJORADO

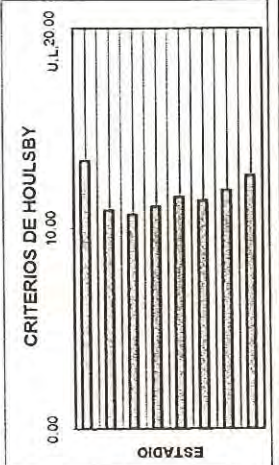
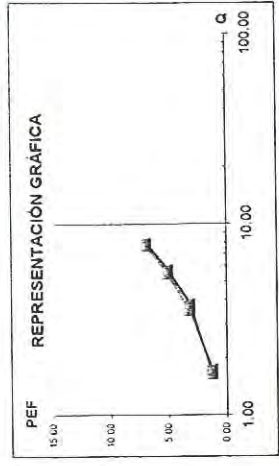
PROYECTO: MINERA QUELLAVECO SONDEO N° S.COR. - 01
 UBICACION: CORTADERA
 FECHA: 17/06/1999
 ENSAYO N°: 2
 TRAMO ENSAYO DE: 11.65 A 16.65

hm = DISTANCIA DEL MANOMETRO (m) 1.40
 a = SOBANTE DEL REVESTIMIENTO (m) 0.75
 ha = DISTANCIA NIVEL FREATICO (m) 1.60
 Δh = LONG. COLUMNA DE AGUA (m) 3.00
 d = DISTANCIA OBTURADOR (m) 11.65

L = LONGITUD DE PERFORACION (m) 16.65
 i = INCLINACION DE PERF. CHORIZONTAL (°) 90°
 Δh = CARGA HIDRAULICA = SENI * h(m)
 s = LONGITUD TRAMO DE ENSAYO (m) 5.00
 DIAMETRO DE BULBO ENSAYO (cm) NQ3

PM = PRESION MANOMETRICA (Kg/cm2)
 PEF = PRESION EFECTIVA (Kg/cm2)
 Δp = PERDIDA DE CARGA (Kg/cm2)
 q = CAUDAL DE CARGA (l/min)
 Q = ABSORCION DE AGUA (l/m/min)
 U.L. = UNIDAD LUGEON (1/m/min a 10 Kg/cm2 de PEF)

T (min)	PM = 1		PM = 3		PM = 5		PM = 7		PM = 7		PM = 5		PM = 3		PM = 1	
	Hidrom (l)	q (l/min)	Hidrom (l)	q (l/min)	Hidrom (l)	q (l/min)	Hidrom (l)	q (l/min)	Hidrom (l)	q (l/min)	Hidrom (l)	q (l/min)	Hidrom (l)	q (l/min)	Hidrom (l)	q (l/min)
0.00	277820	8.5	277942	18	278160	31	278520	37	278905.0	41	279390	29	279770	18.5	279970	6.5
1.00	277828.5	8.5	277960	17.5	278191	31	278557	36	278946.0	38	279419	29	279807.5	19	279984	7.5
2.00	277837	8.5	277977.5	16.5	278222	27	278630	37	279024.0	40	279476	28	279827	19.5	279992	8
3.00	277845.5	8.5	277994	19	278249	27	278666	36	279063.5	39.5	279504	28	279846	19	280000	8
4.00	277854	8.5	278013	17	278276	26	278706	40	279104.0	39.5	279536	32	279865	19	280008.5	8.5
5.00	277863	9	278030	18	278302	27	278745	39	279144.0	40	279565	28.5	279884	19	280017	8.5
6.00	277872	9	278048	17	278329	27	278785	40	279184.0	40	279593	28.5	279903	19	280025.5	8.5
7.00	277881	9	278065	18	278356	26	278825	40	279224.0	40	279622	29	279922.5	19.5	280034	8.5
8.00	277889.5	8.5	278083	17	278382	26	278865	40	279263.5	39.5	279651	29	279941.5	19	280043	9
9.00	277898.5	9	278100	18	278408	26	278905	40	279304.5	41	279680	29	279961	19.5	280052	9
10.00	277907	8.5	278118	18	278434	26	278905	40	279304.5	41	279680	29	279961	19.5	280052	9
q (l/min)	8.70	17.60	17.60	17.60	17.60	17.60	17.60	17.60	17.60	17.60	17.60	17.60	17.60	17.60	17.60	17.60
Q (Kg/cm2)	3.52	5.48	5.48	5.48	5.48	5.48	5.48	5.48	5.48	5.48	5.48	5.48	5.48	5.48	5.48	5.48
Δp (Kg/cm2)	0.00	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08
Δh/100 (Kg/cm2)	0.300	0.290	0.290	0.290	0.290	0.290	0.290	0.290	0.290	0.290	0.290	0.290	0.290	0.290	0.290	0.290
PEF (Kg/cm2)	1.30	3.21	3.21	3.21	3.21	3.21	3.21	3.21	3.21	3.21	3.21	3.21	3.21	3.21	3.21	3.21
U.L.	13.38	10.89	10.70	10.70	10.70	10.70	10.70	10.70	10.70	10.70	10.70	10.70	10.70	10.70	10.70	10.70

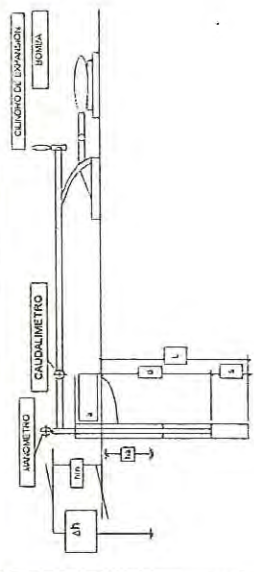


UNIDADES: LUGEON
 OBSERVACIONES: Flujo laminar

11.69

REGISTRO DE ENSAYOS LUGEON MEJORADO

PROYECTO: MINERA QUELLAVECO **SONDEO N°:** S.COR. - 01 **ENSAYO N°:** 3
UBICACIÓN: CORTADERA **FECHA:** 18/06/1999 **TRAMO ENSAYO DE:** 17.00 A 20.00

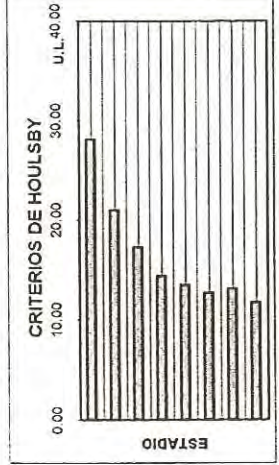
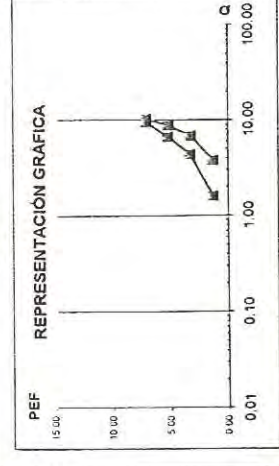


nm = DISTANCIA DEL MANOMETRO (m) 2.10
a = SOBRESTANTE DEL REVESTIMIENTO (m) 1.50
ha = DISTANCIA NIVEL FREATICO (m) 1.60
Δ h = LONG. COLUMNA DE AGUA (m) 3.56
d = DISTANCIA OBTURADOR (m) 17.00

L = LONGITUD DE PERFORACIÓN (m) 20.00
i = INCLINACIÓN DE PERF. C/HORIZONTAL (°) 90°
Δ h = CARGA HIDRAÚLICA = SENI * h(m)
s = LONGITUD TRAMO DE ENSAYO (m) 3.00
d = DIAMETRO DE BULBO ENSAYO (cm) NQ3

PM = PRESION MANOMETRICA (Kg/cm2)
PEF = PRESION EFECTIVA (Kg/cm2)
Δ p = PERDIDA DE CARGA (Kg/cm2)
q = CAUDAL DE CARGA (l/min)
Q = ABSORCION DE AGUA (l/m/min)
U.L. = UNIDAD LUGEON (1/m/min a 10 Kg/cm2 de PEF)

T (min)	PM = 1		PM = 3		PM = 5		PM = 7		PM = 7		PM = 5		PM = 3		PM = 1	
	Hidrom (l)	q (l/min)	Hidrom (l)	q (l/min)	Hidrom (l)	q (l/min)	Hidrom (l)	q (l/min)	Hidrom (l)	q (l/min)	Hidrom (l)	q (l/min)	Hidrom (l)	q (l/min)	Hidrom (l)	q (l/min)
0.00	280210	11	280360	21.5	280690	29.5	281230	32	281540	29	281980	20	282190	13	282352	4
1.00	280221	11.5	280381.5	21.5	280719.5	28.5	281262	32	281569	29	282000	20	282203	13	282356	4
2.00	280232.5	12	280403	21.5	280748	28	281294	32	281598	29	282020	20	282216.5	13.5	282360	4
3.00	280244.5	12	280424	21	280776	28	281325.5	31.5	281627	29	282041	20.5	282229.5	13	282364	4
4.00	280256.5	12	280445	21	280803	27	281357.5	32	281656	29	282061	20	282243	13.5	282368.5	4.5
5.00	280268	11.5	280466	21	280830	26.5	281389	31.5	281685	29	282081	20.5	282256.5	13.5	282373.5	5
6.00	280280	12	280487	21	280855	25.5	281420.5	31.5	281715	29.5	282101	20	282270	13.5	282378.5	5
7.00	280291.5	11.5	280507	20	280881	26	281452	31.5	281744	29	282122	20.5	282283	13	282384	5.5
8.00	280303	11.5	280526.5	19.5	280907	26	281481	29	281773	29	282142	20	282296.5	13.5	282389.5	5.5
9.00	280314	11	280546.5	20	280933	26	281510	29	281802	29	282162	20.5	282309.5	13	282395	5.5
10.00	280325	11	280566.5	20	280956	26	281540	30	281830.5	29	282182	20	282322	12.5	282400.5	5.5
q (l/min)	11.50		20.65		26.06		31.00		29.05		20.20		6.73		15.20	4.85
Q (l/m/min)	3.83		6.88		8.87		10.33		9.68		0.20		0.11		4.40	1.62
Δp (Kg/cm2)	0.01		0.10		0.18		0.23		0.20		0.360		0.360		0.04	0.00
Δh/10 (kg/cm2)	0.360		0.360		0.360		0.360		0.360		0.360		0.360		0.360	0.360
PEF (Kg/cm2)	1.35		3.26		5.18		7.13		7.16		5.25		3.32		1.36	1.36
U.L.	28.16		21.03		17.31		14.42		13.51		12.74		13.13		11.75	11.75

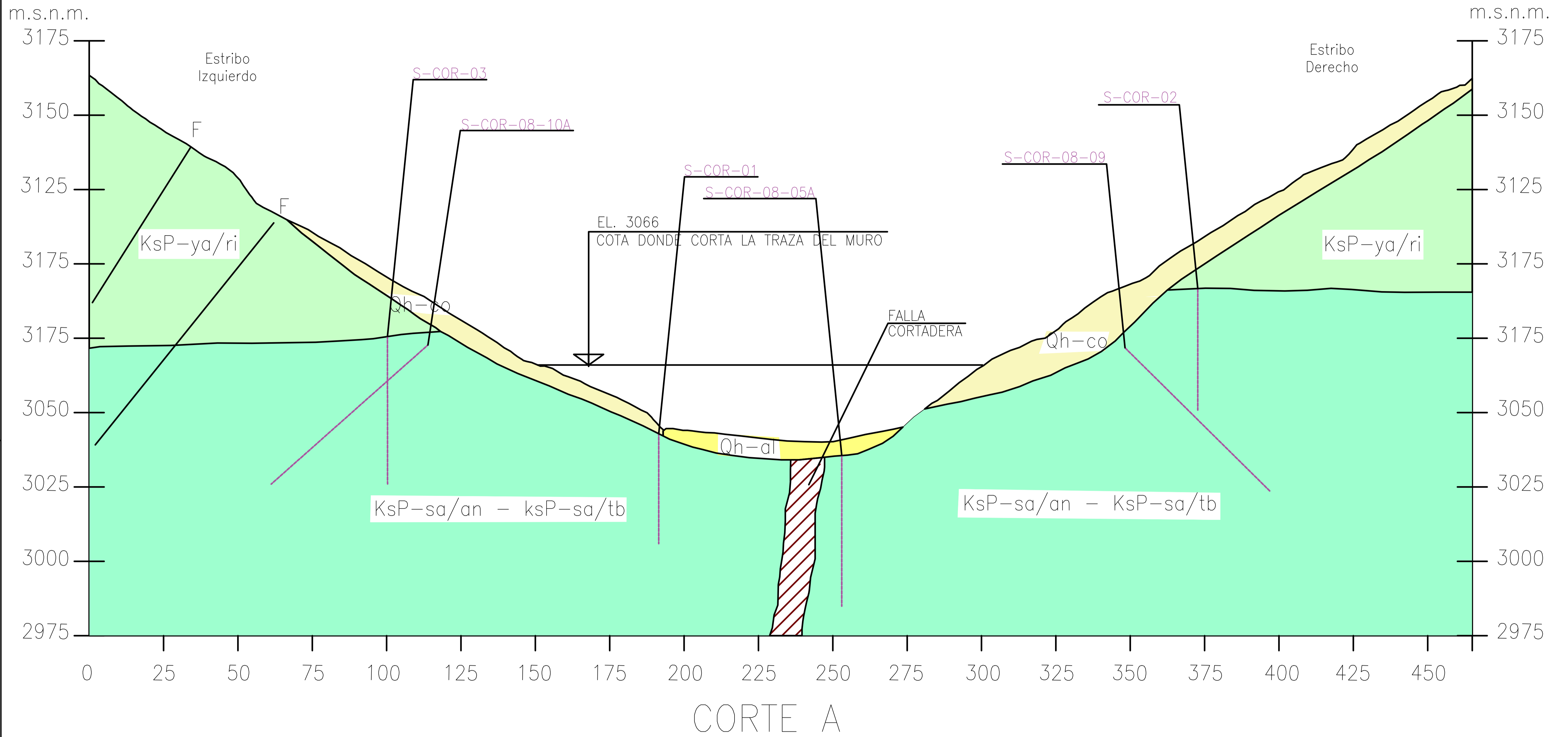


UNIDADES: LUGEON
OBSERVACIONES: Flujo de relleno
UL: 11.75 1.53×10^{-4}

ANEXO 6

PERFIL GEOLÓGICO

CORTE A (0+242 @ 0+574)



KsP-sa/an - ksP-sa/tb

KsP-sa/an - ksP-sa/tb

CORTE A

CUADRO DE RESUMEN SONDEOS 2008-2009					
PERFORACIÓN	PROGRESIVA	LONGITUD	INCLINACIÓN	COTA INICIAL	COTA FINAL
S-COR-02	0+275	41.00 m	90°	3089.70	3048.70
S-COR-08-09	0+310	75.00 m	44°	3075.06	3021.05
S-COR-08-05A	0+417	63.30 m	90°	3044.53	2981.23
S-COR-01	0+450	20.00 m	90°	3045.00	3025.00
S-COR-08-10A	0+520	60.00 m	42°	3079.30	3034.71
S-COR-03	0+545	37.00 m	90°	3090.56	3053.56

LEYENDA

CUATERNARIO

- Qh-al Depósitos Fluviales: bloques, bolones, gravas y arenas en general limpias
- Qh-co Depósitos Coluviales: bloques, bolones y gravas, angulosas, con menor cantidad de arena y finos. Restringidos al área del fundación del muro

CRETÁCICO SUPERIOR A PALEOCENO

- Kti-ay Riolita Yarito, roca de alta resistencia, color gris claro, a veces algo rosadas a violeta, levemente meteorizada, superficialmente fracturada
- KsP-sa/an / KsP-sa/tb Lavas andesíticas, color gris oscuro, muy duras, competentes; meteorización limitada a pátinas gris amarillento; débil a medianamente fracturadas

SIMBOLOGÍA	
[Red line]	FALLA
[Red dashed line]	FALLA CORTADERA
[Blue dashed line]	NIVEL FREÁTICO
[Black dashed line]	CONTACTO GEOLÓGICO
[Purple dashed line]	SONDEO GEOLÓGICO

REVISIONES					
N°	FECHA	DESCRIPCIÓN	DIBUJO	REVISADO	APROBADO
01	04/2021	PLANO DE SECCIÓN GEOLÓGICA	CZ		

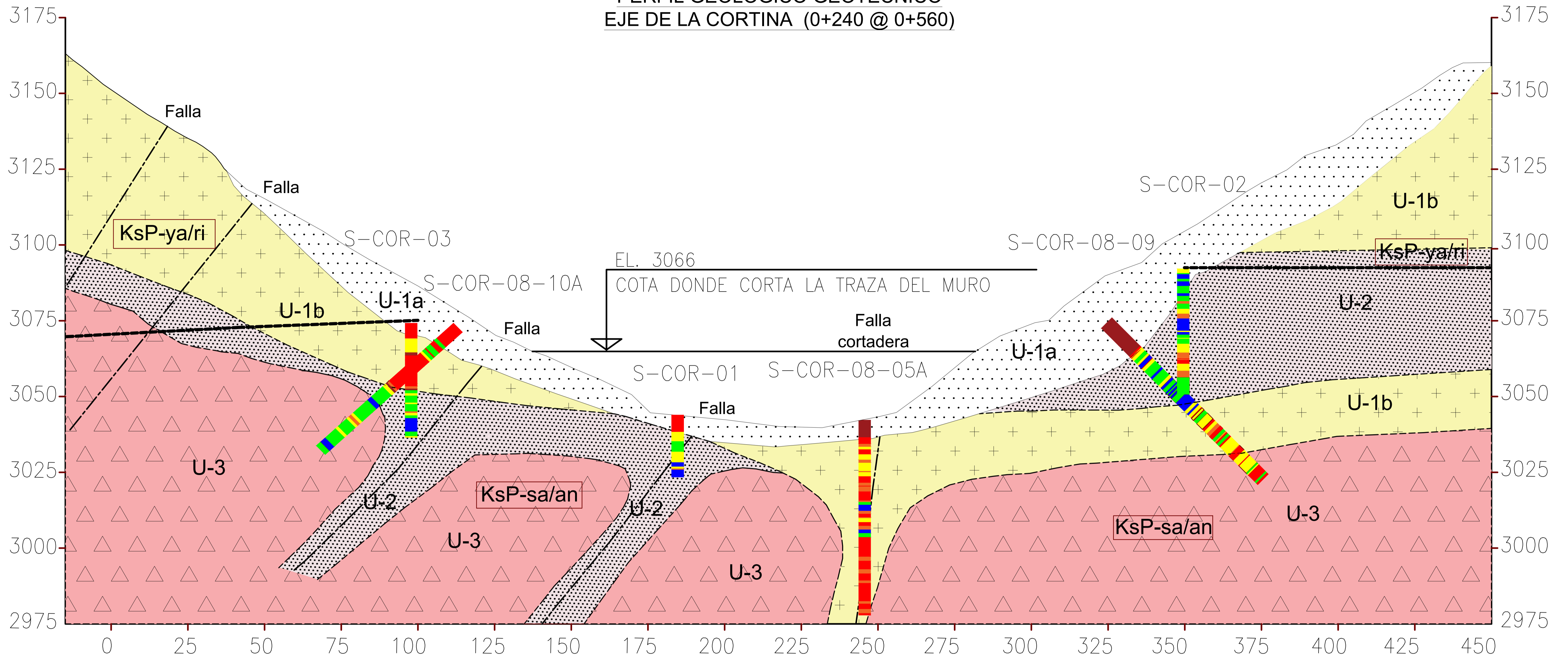
ANEXO 7

PERFIL GEOLÓGICO- GEOTÉCNICO

m.s.n.m.

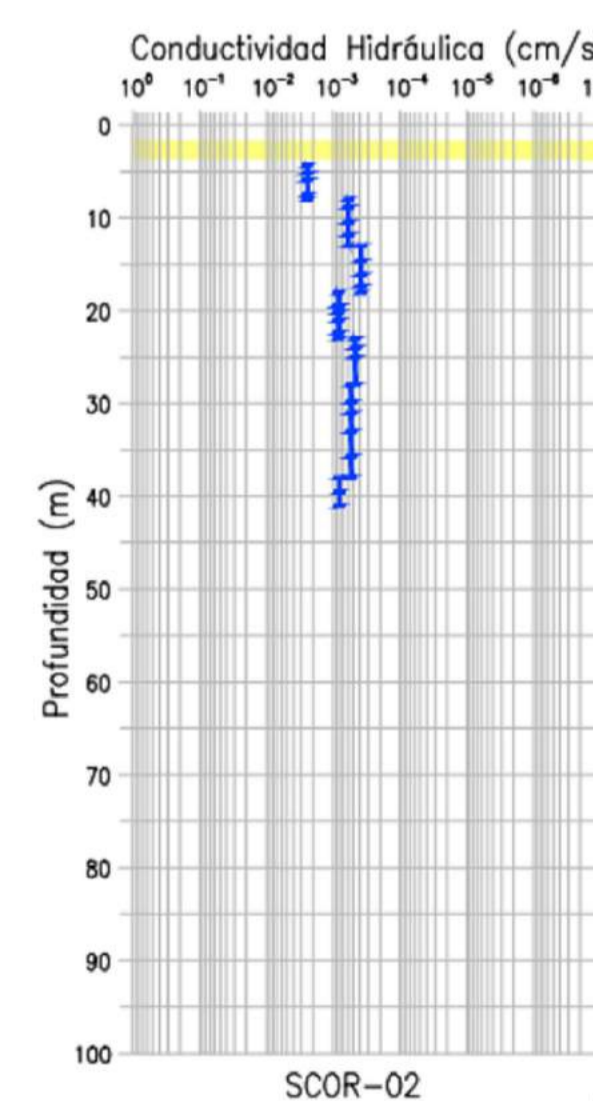
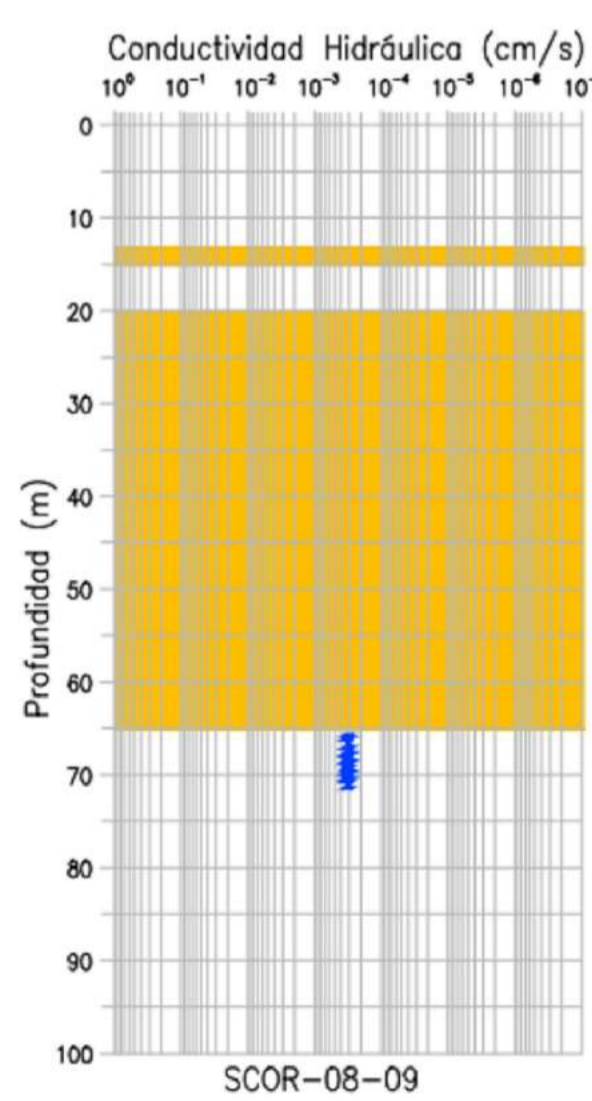
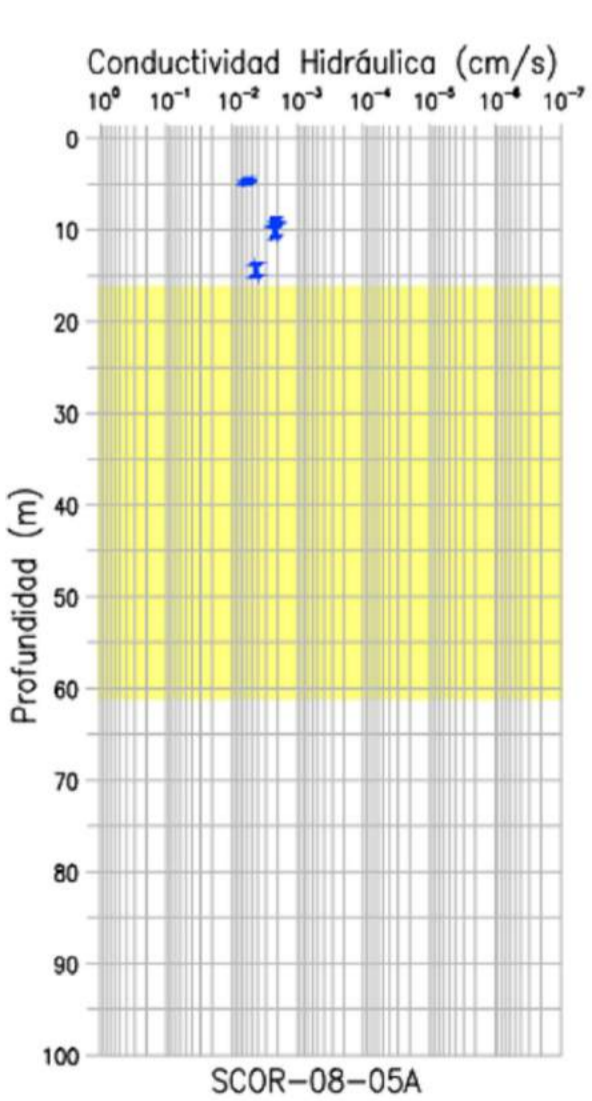
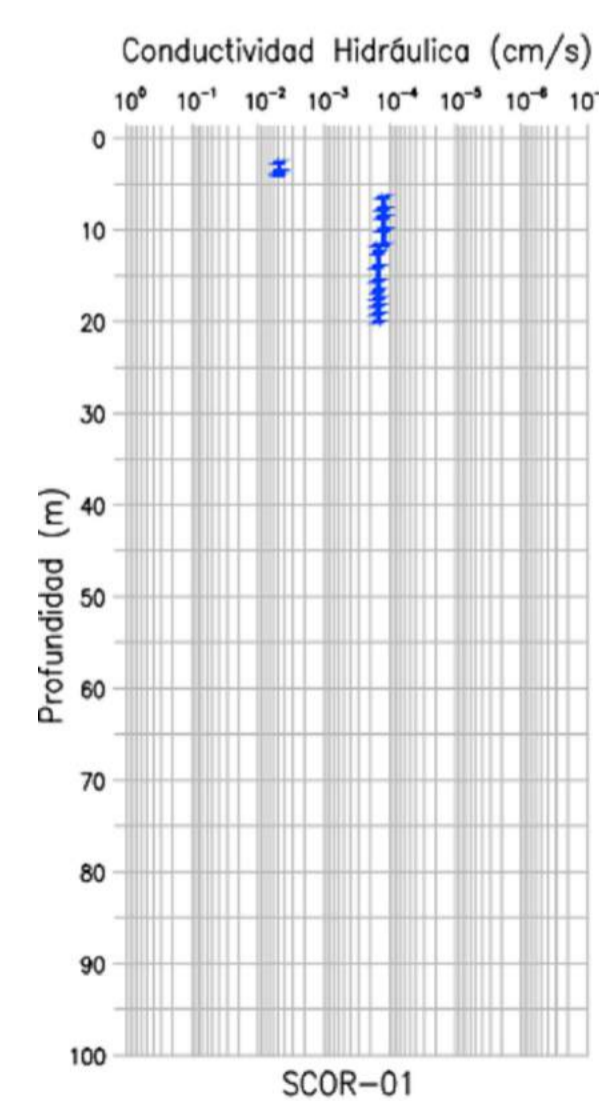
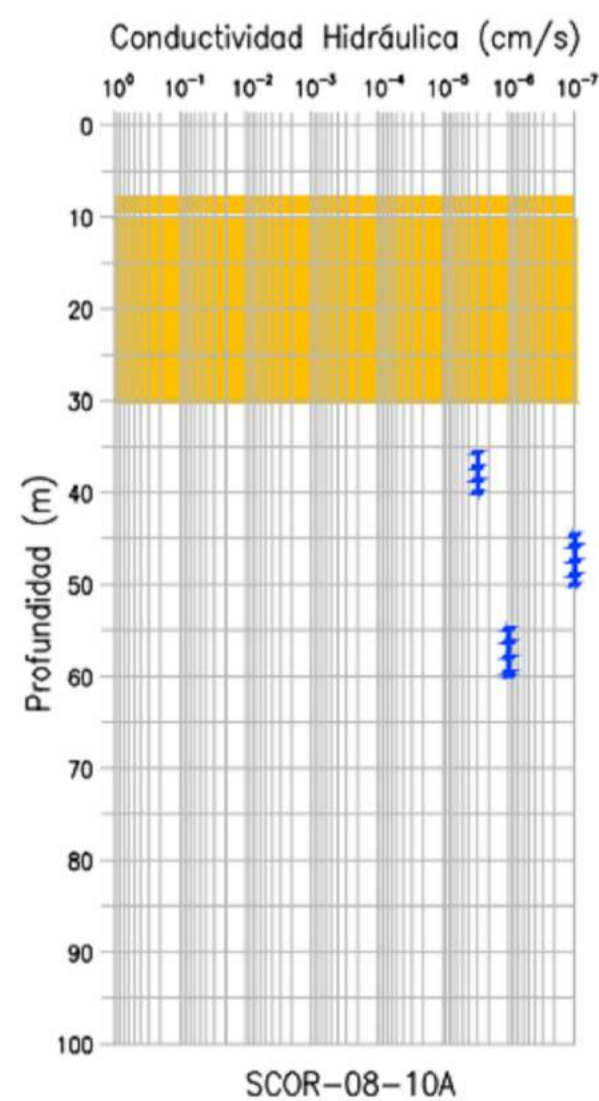
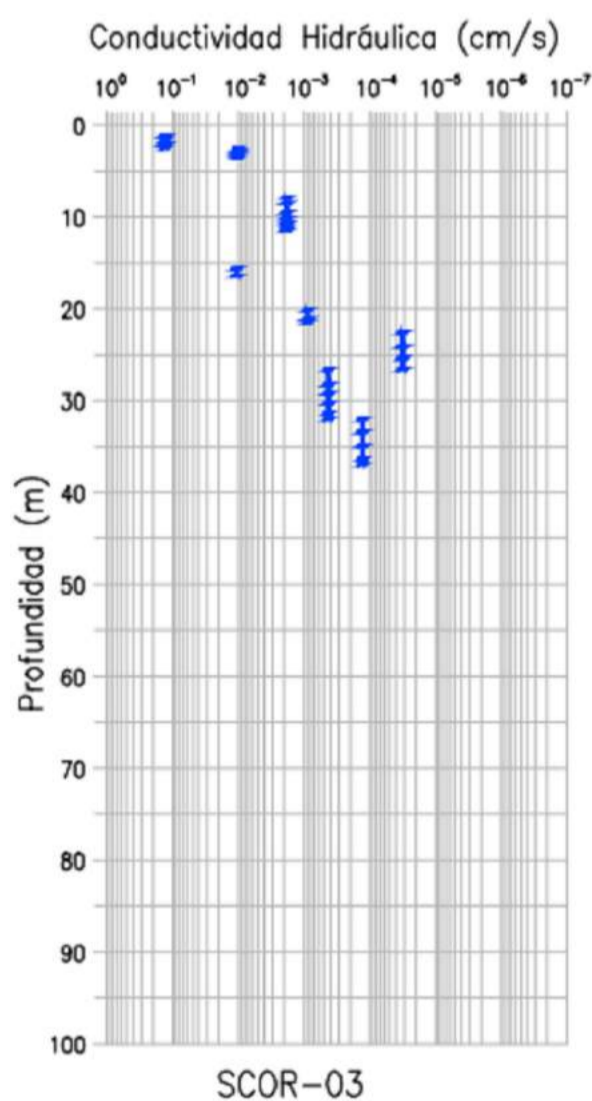
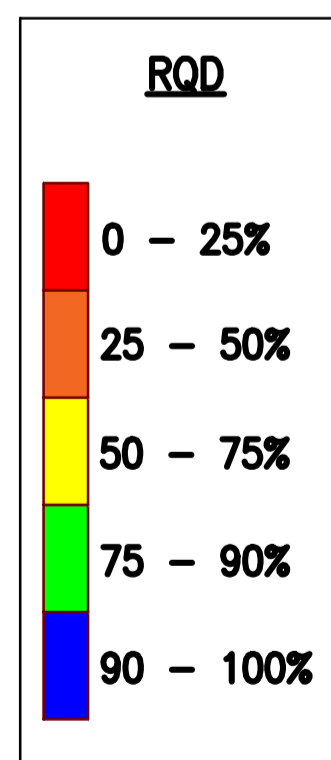
m.s.n.m.

PERFIL GEOLÓGICO GEOTÉCNICO EJE DE LA CORTINA (0+240 @ 0+560)



SIMBOLOGÍA

- Zona de falla con resultados de ensayos de Lugeon no representativos.
- Tramos con alta admisión de caudal. No se alcanza la presión de ensayo. Se estima una alta conductividad hidráulica del macizo rocoso.
- Contacto entre unidades geotécnicas inferidas
- Zona de alta permeabilidad inferida asociada a zonas de fuerte fracturamiento.



UNIDADES

- U-1** DEPOSITOS GRANULARES (a) y/o ROCA FUERTEMENTE FRACTURADA A TRITURADA (b)
RQD PROMEDIO = 0-70%
 $K = 10^{-2} - 9 \times 10^{-3}$ cm/s
- U-2** ROCA MUY FRACTURADA
RQD PROMEDIO = 25%-80%
 $K = 10^{-4} - 9 \times 10^{-4}$ cm/s
- U-3** ROCA FRACTURADA A MASIVA
RQD PROMEDIO = 70%-100%
 $K < 5 \times 10^{-5}$ cm/s



UNIVERSIDAD NACIONAL
JORGE BASADRE GROHMANN



ESCUELA PROFESIONAL DE
INGENIERÍA GEOLÓGICA - GEOTÉCNICA

REVISIONES					
N°	FECHA	DESCRIPCIÓN	DIBUJO	REVISADO	APROBADO
01	04/2021	PLANO DE SECCIÓN GEOLÓGICA	CZ		

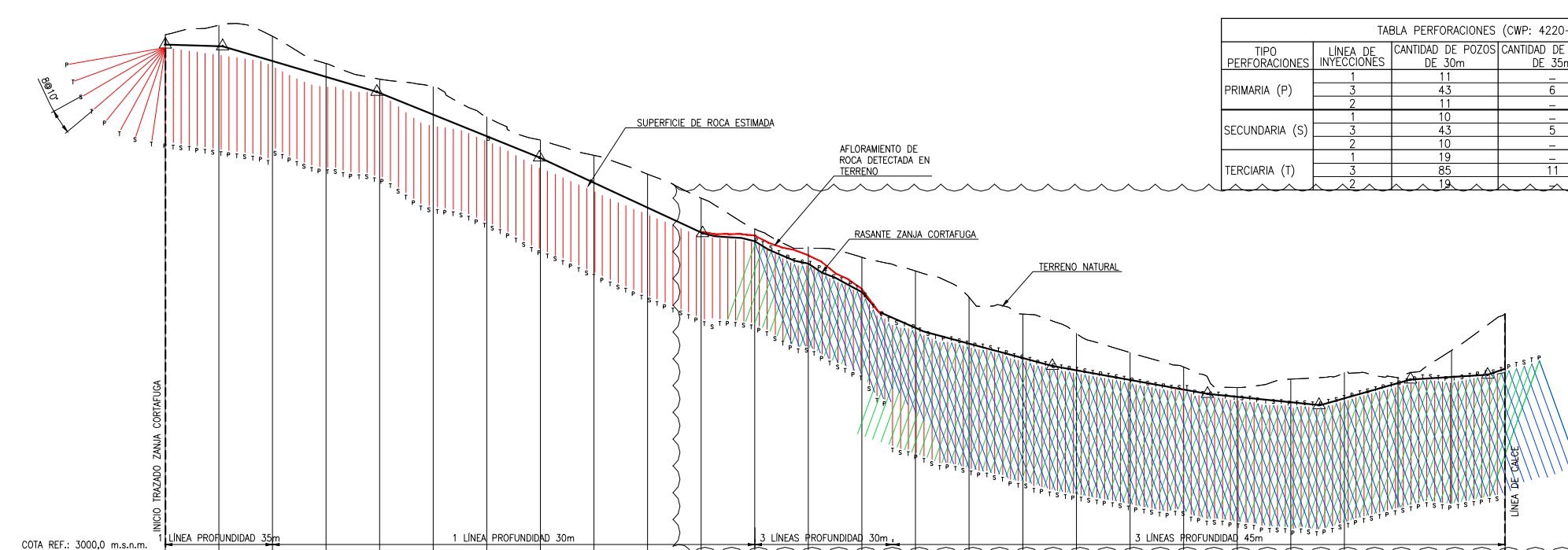
QUELLAVECO-INGENIERIA DE FACTIBILIDAD 127.500TPD
DEPOSITO DE RELAVES
MAPA GEOLÓGICO
ZONA DIQUE CORTADERA
PLANTA

PLANO
SECCIÓN GEOLÓGICA
Km. 53+900

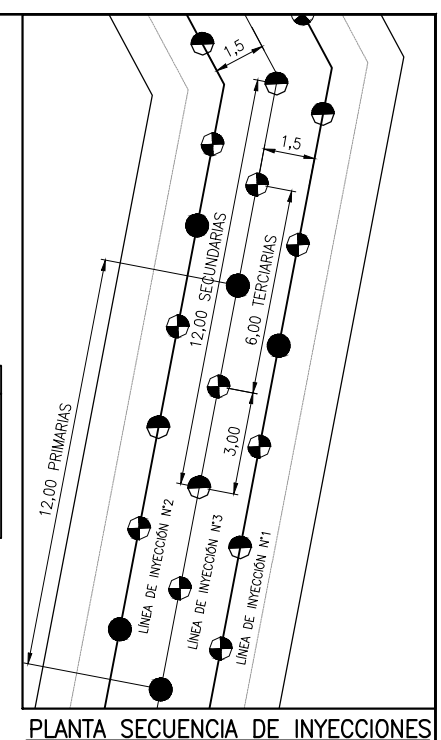
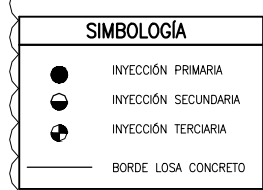
ESCALA: Indicada
FECHA: ABRIL 2021
CÓDIGO: 2021.04-GGS-01
REV. A

ANEXO 8

PLANO DE DISEÑO DE LA CORTINA DE INYECCIÓN

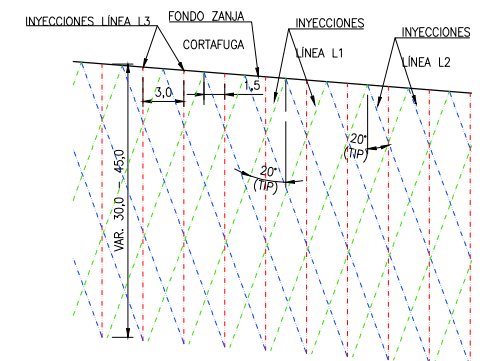


TIPO PERFORACIONES	LINEA DE INYECCIONES	CANTIDAD DE POZOS DE 30m	CANTIDAD DE POZOS DE 35m	CANTIDAD DE POZOS DE 45m
PRIMARIA (P)	1	11	-	22
	3	43	6	22
	2	11	-	22
SECUNDARIA (S)	1	10	-	22
	3	43	5	22
	2	10	-	22
TERCIARIA (T)	1	19	-	45
	3	85	11	45
	2	19	-	45

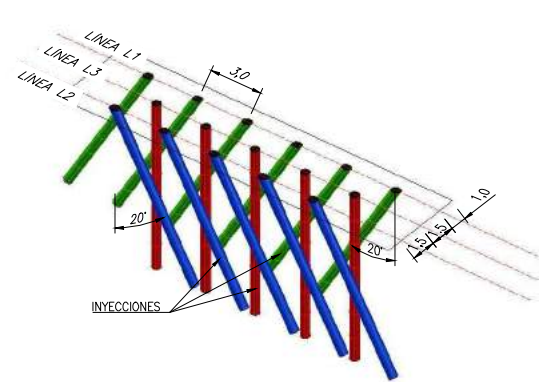


PENDIENTES Y LONGITUDES		I=-2,88% L=21,29		I=-25,57% L=40,04		I=-45,42% L=45,42		I=-46,42% L=47,13		I=-44,37% L=48,50		I=-26,76% L=49,87		I=-18,00% L=50,83		I=-19,04% L=42,28		I=-28,56% L=36,05		I=-4,04% L=28,81		I=-26,15% L=37,41																																							
DISTANCIAS	PARCIALES	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20																																						
	ACUMULADAS	00	20	40	60	80	100	120	140	160	180	200	220	240	260	280	300	320	340	360	380	400	420	440	460	480	500																																		
COTAS	TERRENO	3170,44	3177,68	3179,29	3173,50	3171,67	3163,32	3157,53	3156,35	3144,26	3142,71	3134,36	3132,04	3134,77	3129,05	3124,67	3122,96	3122,05	3110,26	3107,57	3107,40	3098,99	3098,17	3094,62	3094,88	3088,37	3077,94	3069,97	3068,12	3067,73	3064,62	3065,88	3063,99	3063,16	3058,73	3056,08	3053,37	3049,82	3046,99	3046,81	3042,58	3045,21	3045,44	3041,61	3042,06	3047,51	3046,85	3039,89	3042,41	3045,85	3044,05	3046,19	3039,34	3046,38	3044,07	3046,29	3046,25	3046,37	3046,23	3049,43	3049,86
	FONDO DE EXCAVACIÓN	3170,44	3177,68	3179,29	3173,50	3171,67	3163,32	3157,53	3156,35	3144,26	3142,71	3134,36	3132,04	3134,77	3129,05	3124,67	3122,96	3122,05	3110,26	3107,57	3107,40	3098,99	3098,17	3094,62	3094,88	3088,37	3077,94	3069,97	3068,12	3067,73	3064,62	3065,88	3063,99	3063,16	3058,73	3056,08	3053,37	3049,82	3046,99	3046,81	3042,58	3045,21	3045,44	3041,61	3042,06	3047,51	3046,85	3039,89	3042,41	3045,85	3044,05	3046,19	3039,34	3046,38	3044,07	3046,29	3046,25	3046,37	3046,23	3049,43	3049,86

PERFIL LONGITUDINAL INYECCIONES CORTAFUGA
DM 0 - DM 500
ESCALA: H 1:1.000
V 1:1.000

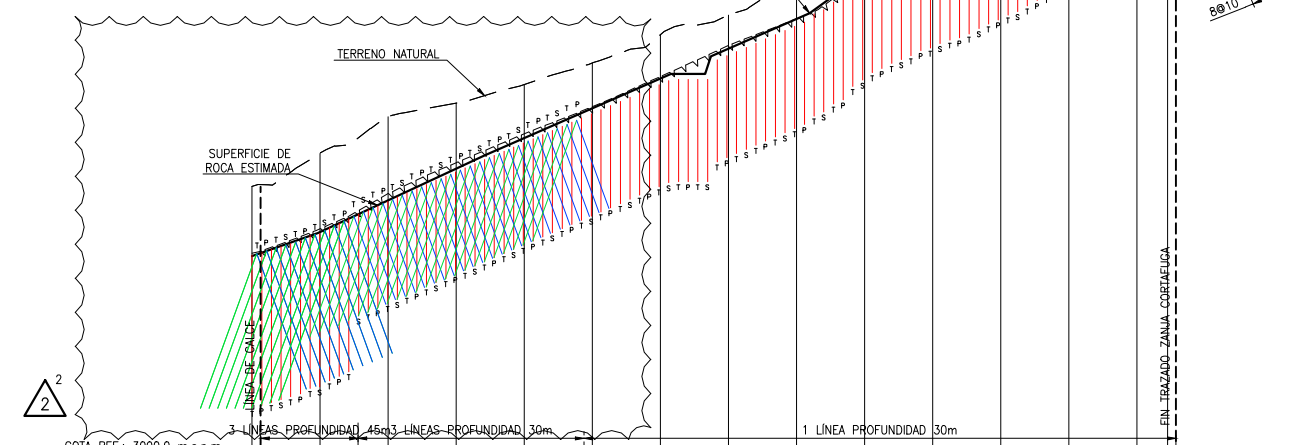


SECCIÓN TIPO
TRAMO CON 3 LINEAS
1:250



ISOMÉTRICA INYECCIONES
TRAMOS CON 3 LINEAS
S/E

TIPO PERFORACIONES	PROFUNDIDAD INYECCIÓN (m)			TOTAL
	30m	35m	45m	
PRIMARIA (P)	1.950	210	2.970	5.130
SECUNDARIA (S)	1.890	175	2.970	5.035
TERCIARIA (T)	3.690	385	6.075	10.150



PENDIENTES Y LONGITUDES		I=-35,15% L=27,41		I=-46,62% L=54,29		I=-43,69% L=59,54		I=-0,00% L=10,00 L=10,00		I=-43,69% L=31,69		I=-72,61% L=22,70		I=-39,65% L=34,09		I=-50,30% L=24,80		I=-35,01% L=34,84															
DISTANCIAS	PARCIALES	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20														
	ACUMULADAS	500	520	540	560	580	600	620	640	660	680	700	720	740	760	780	800	820	840														
COTAS	TERRENO	3049,43	3069,96	3073,03	3075,72	3079,65	3082,28	3084,23	3085,54	3086,36	3084,73	3089,92	3101,92	3092,95	3106,17	3110,60	3114,50	3113,79	3120,28	3125,64	3131,29	3136,07	3141,82	3144,72	3147,98	3149,76	3152,83	3152,84	3159,23	3162,94	3166,23	3169,15	3172,00
	FONDO DE EXCAVACIÓN	3049,43	3069,96	3073,03	3075,72	3079,65	3082,28	3084,23	3085,54	3086,36	3084,73	3089,92	3101,92	3092,95	3106,17	3110,60	3114,50	3113,79	3120,28	3125,64	3131,29	3136,07	3141,82	3144,72	3147,98	3149,76	3152,83	3152,84	3159,23	3162,94	3166,23	3169,15	3172,00

PERFIL LONGITUDINAL INYECCIONES CORTAFUGA
DM 500 - DM 769
ESCALA: H 1:1.000
V 1:1.000

- NOTAS:**
- EL PERFIL LONGITUDINAL CORRESPONDE AL EJE DE LA LINEA DE INYECCIÓN N°3.
 - LA PROFUNDIDAD DE LAS PERFORACIONES EN LINEAS 1 Y 2 SE MIDEN REFERIDAS A LA LINEA 3 Y SE AJUSTAN A SUS PROFUNDIDAD VERTICAL.
 - LA SECUENCIA DE INYECCIONES, PARA EL CASO DE UNA LINEA (LINEA 3) CONSERVA LA MISMA DISPOSICIÓN SEÑALADA EN LA PLANTA TIPO.
 - LA EJECUCIÓN SE HARÁ SEGÚN LA ESPECIFICACIÓN TÉCNICA INYECCIONES MQ11-03-TE-4220-CE0301.

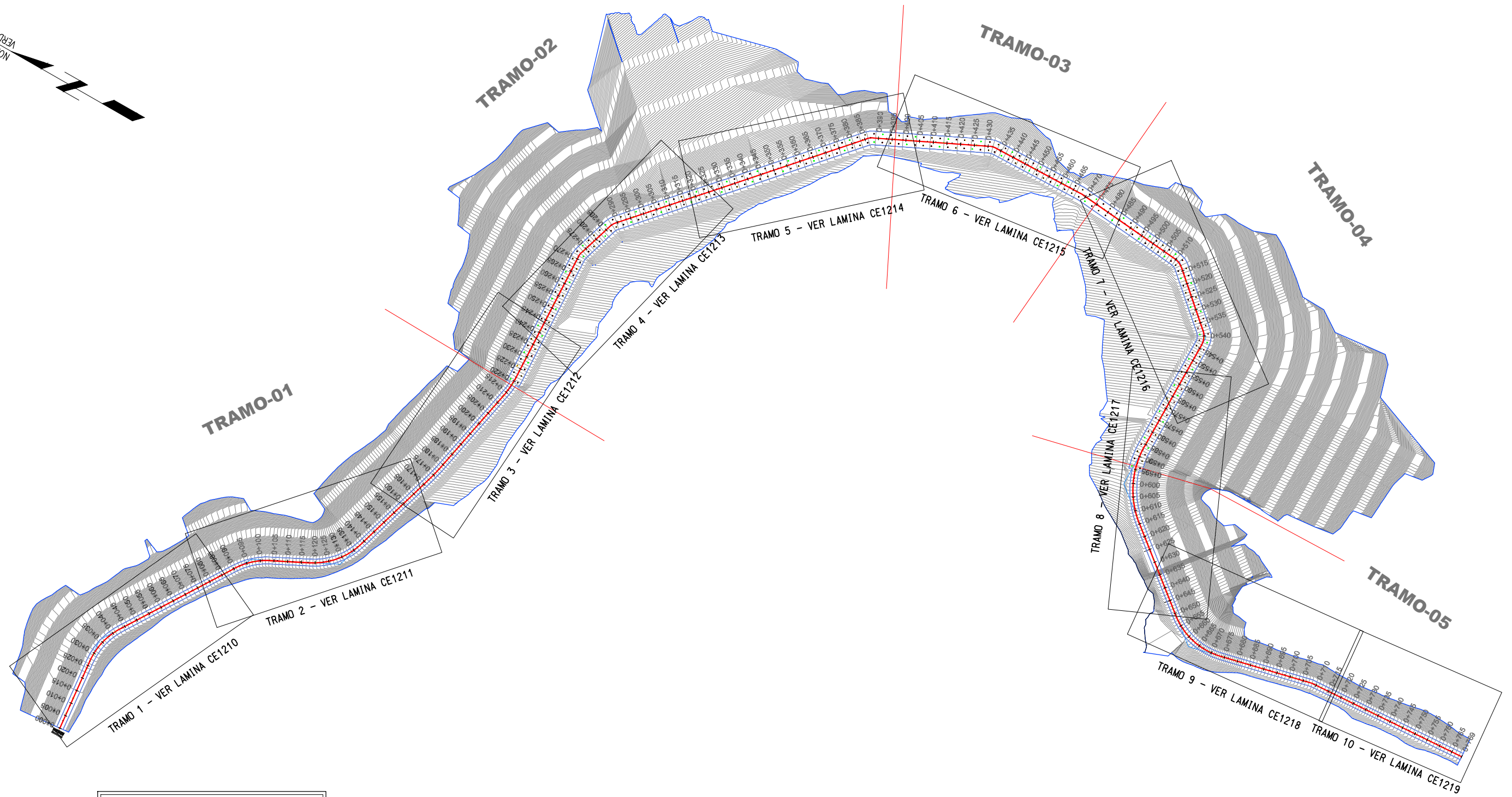
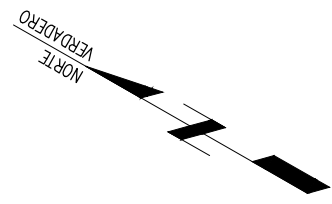
UNIVERSIDAD NACIONAL
JORGE BASADRE GROHMANN

UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL, ARQUITECTURA Y GEOTECNIA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA GEOLÓGICA - GEOTECNIA

TESIS:)@-Y\) - O #\ ku@) - @' - ##@V h' k' @ h-kU - " @# @V) - OU * #@ \k\ #\ o\ 7k" #uyk') \ - V hk-o') - k-o t-o#A'ku') - k' - U\ j y - By'	ANEXO:
TÍTULO: hO V\) -)@-Y\) - O #\ ku@) - @' - ##@V-o' h-k7@O.V8ey) @' O	Dep.: Moquegua Prov.: Mrcal. Nieta Dist.: Torata Sect.: Quelaveco
FUENTE: j o'	ESCALA:
PRESENTADO POR: # -YY@	FECHA: -V-k\
DATUM: WGS84, Zona 19s	

ANEXO 9

VISTA EN PLANTA DE LA
CORTINA DE INYECCIÓN



LEYENDA	
	Terreno Replanteo JJC-BESALCO
	Inyección Primaria
	Inyección Secundaria
	Inyección Terciaria

PLANTA GENERAL
ESC. 1:750



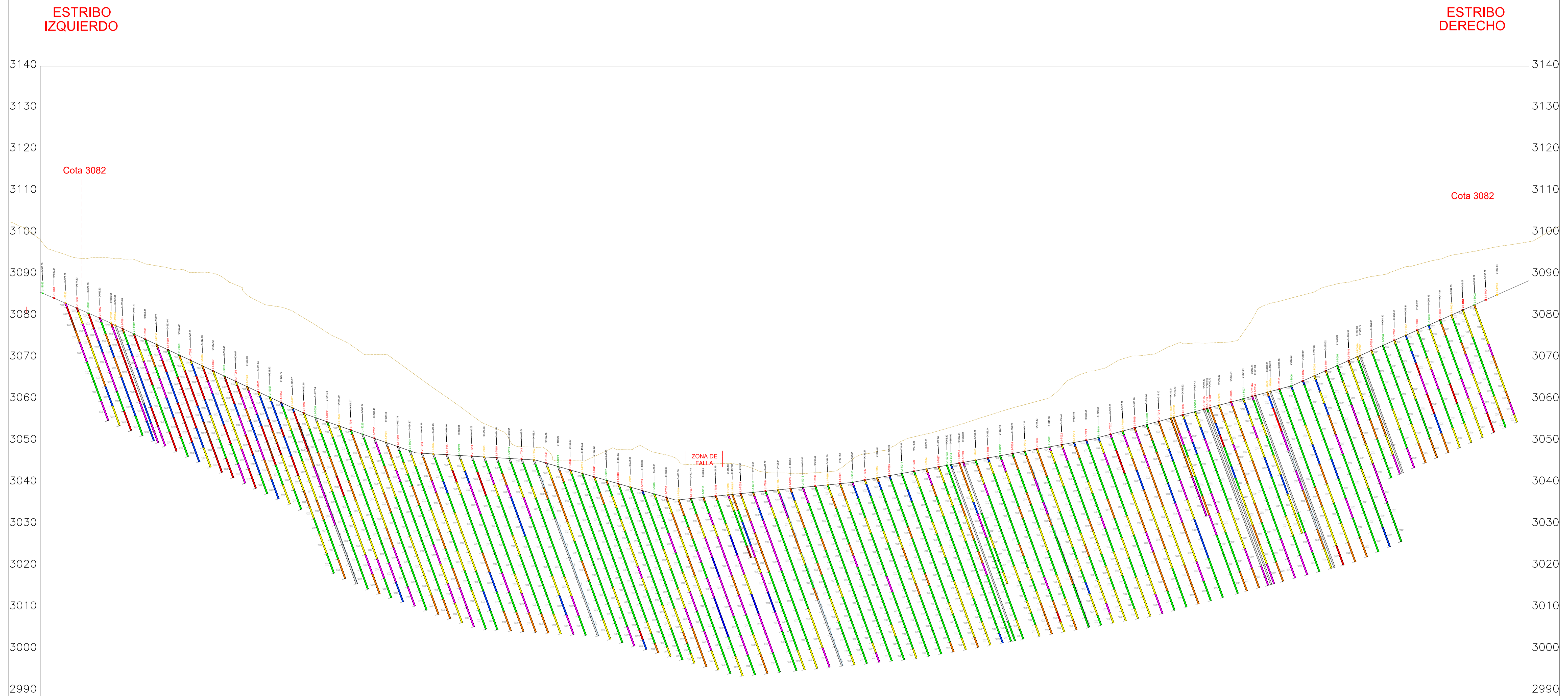
UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL, ARQUITECTURA Y GEOTECNIA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA GEOLÓGICA - GEOTECNIA

TESIS: DISEÑO DE LA CORTINA DE INYECCION PARA IMPERMEABILIZACION DEL MACIZO ROCOSO FRACTURADO EN PRESA DE RELAVES CORTADERA		ANEXO 9
TITULO : VISTA EN PLANTA DE LA CORTINA DE INYECCION		Dep. : Moquegua Prov. : Mrcal. Niño Dist. : Torata Sect. : Quellaveco
FUENTE: INGEMMET	ESCALA: INDICADA	PRESENTADO POR: C.ZUÑIGA
FECHA: ENERO 2020	DATUM: WGS84, Zona 19s	

ANEXO 10

PERFIL DE ABSORCIONES DE
LECHADA LÍNEA 1

PERFIL DE ABSORCIÓN - LINEA 1



ABSORCION DE CEMENTO (Kg/m)	
0.00 - 12.50 Muy bajo	100.00 - 200.00 Moderadamente Alto
12.50 - 25.00 Bajo	200.00 - 400.00 Alto
25.00 - 50.00 Moderadamente Bajo	> 400.00 Muy alto
50.00 - 100.00 Moderado	Relleno

ESCALA V: 1/450

LUGEON (UL)	
Ensayo con Normalidad. Se alcanza presión definida.	
Ensayo no alcanza presión definida.	



UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL, ARQUITECTURA Y GEOTECNIA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA GEOLÓGICA - GEOTECNIA

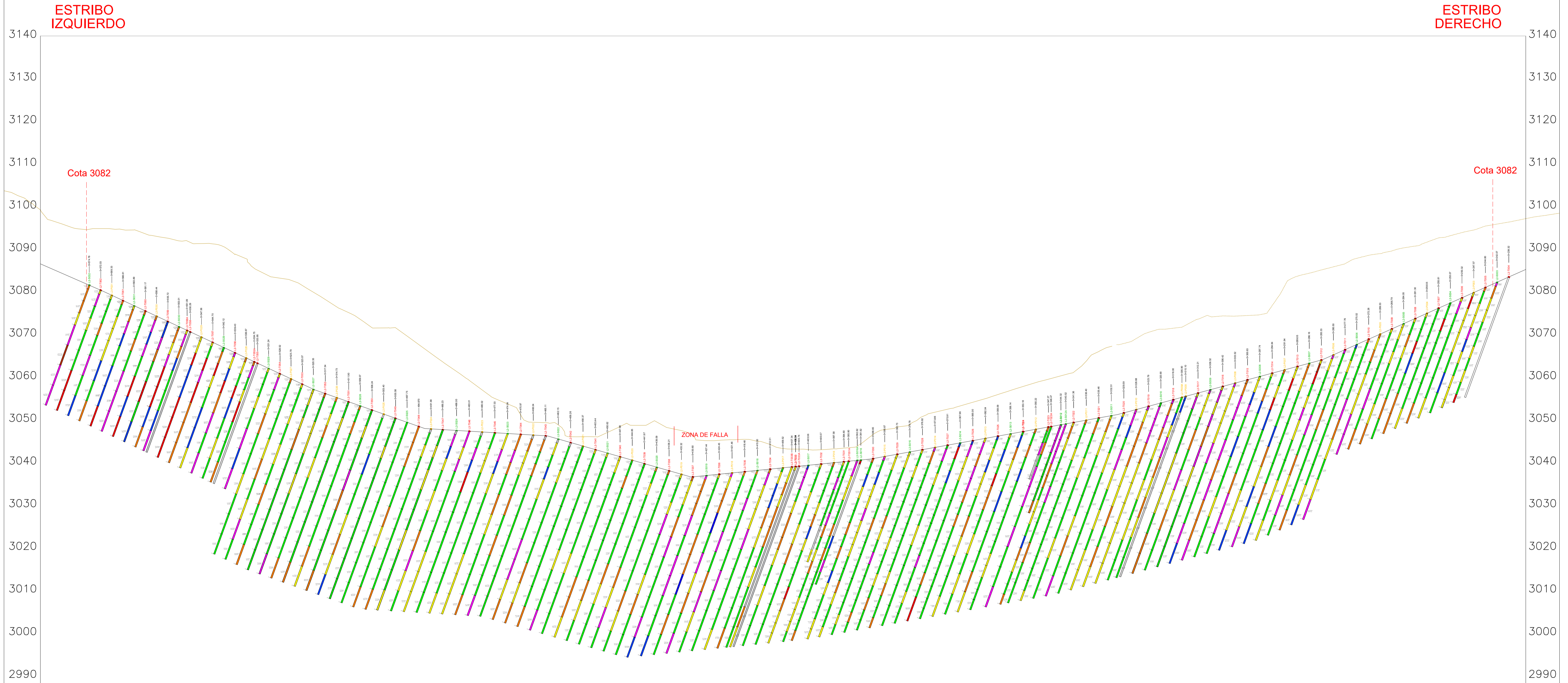
UBICACIÓN:	Dique de Arranque	TESIS:	DISEÑO DE LA CORTINA DE INYECCIÓN PARA IMPERMEABILIZACIÓN DEL MACIZO ROCOSO FRACTURADO EN PRESA DE RELAVES CORTADERA - MOQUEGUA
ELABORADO POR:	Carmen Zuñiga	TÍTULO:	PERFIL DE ABSORCIÓN LINEA 1
FECHA DE ULTIMA ACTUALIZACIÓN:	02-Febrero-2020		

ANEXO:
09

ANEXO 11

PERFIL DE ABSORCIONES DE
LECHADA LÍNEA 2

PERFIL DE ABSORCIÓN - LINEA 2



ABSORCION DE CEMENTO (Kg/m)	
0.00 - 12.50 Muy bajo	100.00 - 200.00 Moderadamente Alto
12.50 - 25.00 Bajo	200.00 - 400.00 Alto
25.00 - 50.00 Moderadamente Bajo	> 400.00 Muy alto
50.00 - 100.00 Moderado	Relleno

ESCALA V: 1/450

LUGEON (UL)	
Ensayo con Normalidad. Se alcanza presión definida.	
Ensayo no alcanza presión definida.	



UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL, ARQUITECTURA Y GEOTECNIA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA GEOLÓGICA - GEOTECNIA

UBICACIÓN: Dique de Arranque
 ELABORADO POR: Carmen Zuriliga
 FECHA DE ULTIMA ACTUALIZACIÓN: 02-Febrero-2020

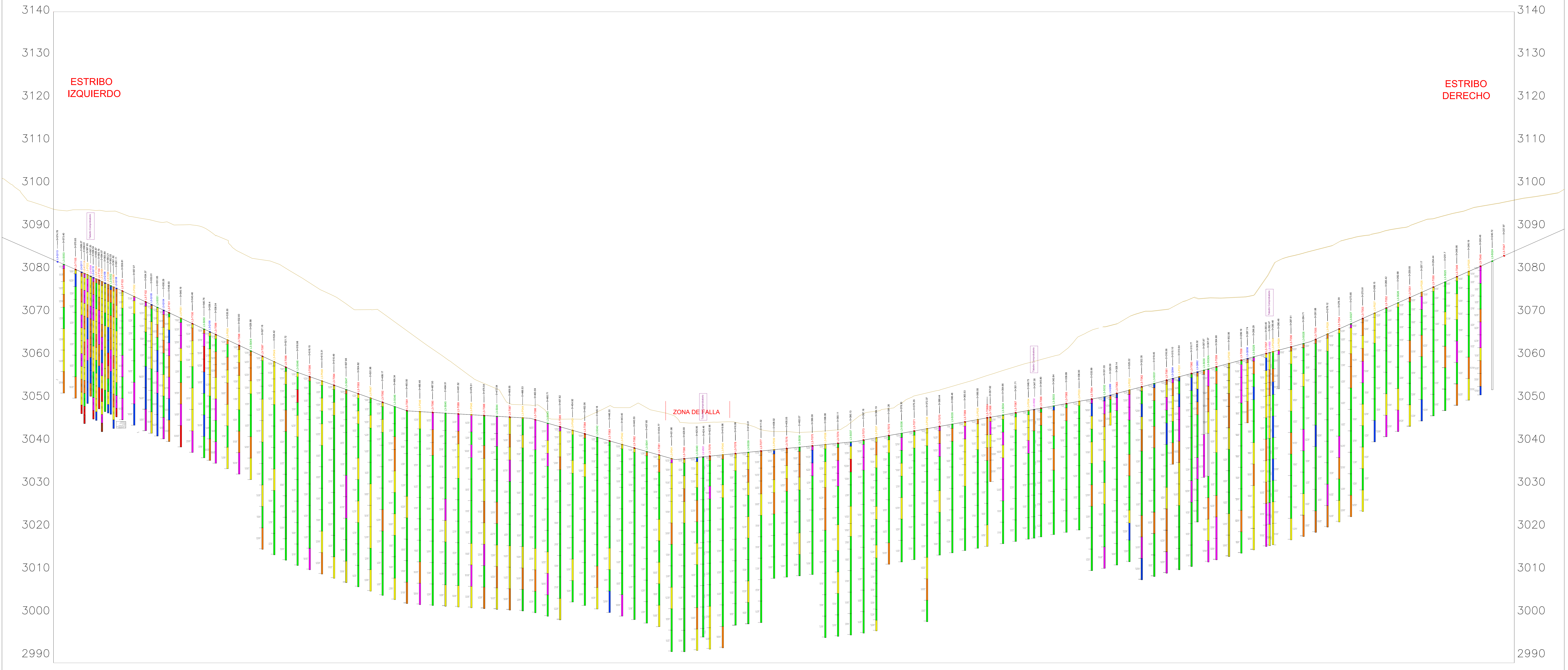
TESIS: DISEÑO DE LA CORTINA DE INYECCIÓN PARA IMPERMEABILIZACIÓN DEL MACIZO ROCOSO FRACTURADO EN PRESA DE RELAVES CORTADERA - MOQUEGUA
 TÍTULO: **PERFIL DE ABSORCIÓN LINEA 2**

ANEXO: **10**

ANEXO 12

PERFIL DE ABSORCIONES DE
LECHADA LÍNEA 3

PERFIL DE ABSORCIÓN - LINEA 3



ABSORCIÓN DE CEMENTO (Kg/m ³)	
0.00 - 12.50	Muy bajo
12.50 - 25.00	Bajo
25.00 - 50.00	Moderadamente Bajo
50.00 - 100.00	Moderado
100.00 - 200.00	Moderadamente Alto
200.00 - 400.00	Alto
> 400.00	Muy alto
	Relleno

ESCALA V: 1/450

LUGEON (UL)	
	Ensayo con Normalidad. Se alcanza presión definida.
	Ensayo no alcanza presión definida.



UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL, ARQUITECTURA Y GEOTECNIA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA GEOLÓGICA - GEOTECNIA		
UBICACIÓN:	Dique de Aranzque	TESIS: DISEÑO DE LA CORTINA DE INYECCIÓN PARA IMPERMEABILIZACIÓN DEL MACIZO ROCOSO FRACTURADO EN PRESA DE RELAVES CORTADERA - MOQUEGUA.
ELABORADO POR:	Carmen Zurfiga	TÍTULO: PERFIL DE ABSORCIÓN LÍNEA 3
FECHA DE ÚLTIMA ACTUALIZACIÓN:	02-Febrero-2020	ANEXO: 11

ANEXO 13

REGISTRO GEOTÉCNICO DE SONDAJES DE COMPROBACIÓN



REGISTRO ESTRATIGRAFICO DEL SONDAJE L3-V001



PROYECTO Tailings Disposal System
OBJETIVO Inyecciones de Impermeabilización
UBICACION Dique de Arranque
COORDENADAS N 8097815.225, E 319,469.402
COTA 3,035,100

INCLINACION DEL SONDEO 90°
PROFUNDIDAD PROYECTADA 45.00 m
PROFUNDIDAD EJECUTADA 45.00 m
REGISTRADO POR CARMEN ZUNIGA

ING. CONTROL PERFORACION
EQUIPO SM-14
FECHA DE INICIO 19/09/2019
FECHA DE FINALIZACION 20/09/2019

PROFUNDIDAD (m)	TIPO Y DIAMETRO DE PERFORACION	NIVEL FREATICO	TRAMO DE PERFORACION (m)	DESCRIPCION LITOLOGICA	PERFIL GEOLOGICO	UNIDAD GEOLOGICA	CAJAS DE TESTIGO		RECUPERACION (m)	RMR	ROD (%)	ENSAYOS DE PERMEABILIDAD K: (cm/s)	ABSORCIONES (Kg/m)	GRADO DE ALTERACION DE LA ROCA	GRADO DE DUREZA DE LA ROCA	GRADO DE FRACTURAMIENTO DE LA ROCA																			
							1	2								3	4	5	6	7	8	9	10	15	20	25									
1			1.50	Tramo de 0.00 a 3.00 m: relleno y concreto.	[Red pattern]	KTTPR	CAJA-01(0.00-5.28m)	[Yellow]	[Yellow]	[Yellow]	[Yellow]	NO SE HIZO	[Green]	A4	R1	[Yellow]	[Yellow]	[Yellow]	[Yellow]																
2		2.30																																	
3		3.00																																	
4			3.40	Tramo de 3.00 a 8.00m. Riolita Porfírica muy fracturada. Abertura de las fracturas (1-5mm), zona de influencia de la Falla Cortadera, pátinas de óxido y relleno de arcilla entre juntas.	[Red pattern]	KTTPR	CAJA-02(5.28-9.22m)	[Yellow]	[Yellow]	[Yellow]	[Yellow]	De 3.00 a 8.00 m. K = 1.73x10-05 UL1 = 0.030; UL2 = 1.330; UL3 = 0.920	[Green]	A4	R1	[Yellow]	[Yellow]	[Yellow]	[Yellow]																
5		5.10																																	
6		6.20																																	
7		7.00																																	
8		8.00																																	
9		8.70																																	
10		9.50																																	
11		11.00	Tramo de 8.00 a 13.0m. Riolita Porfírica fracturada. Abertura de las fracturas (1 a 100mm), zona de influencia de la Falla Cortadera (9.50m-9.65m), pátinas de óxido y relleno de arcilla y roca triturada entre juntas. Traza de lechada.																	[Red pattern]	KTTPR	CAJA-03(9.92-13.21m)	[Yellow]	[Yellow]	[Yellow]	[Yellow]	[Yellow]	De 8.00 a 13.00 m. K = 1.09x10-05 UL1 = 0.520; UL2 = 0.652; UL3 = 0.835	[Green]	A2	R3	[Yellow]	[Yellow]	[Yellow]	[Yellow]
12		12.50																																	
13		13.00																																	
14		14.00																																	
15			15.50	Tramo de 13.0 a 18.00 m. Riolita Porfírica fracturada a muy fracturada. Abertura de las fracturas (1-3mm), pátinas de óxido y relleno de arcilla entre juntas.	[Red pattern]	KTTPR	CAJA-04(13.31-17.00m)	[Yellow]	[Yellow]	[Yellow]	[Yellow]	De 13.00 a 18.00 m. K = 3.24x10-05 UL1 = 1.994; UL2 = 2.292; UL3 = 2.484	[Green]	A2	R3	[Yellow]	[Yellow]	[Yellow]	[Yellow]																
16		17.00																																	
17		18.00																																	
18		18.50																																	
19			20.00	Tramo de 18.00 a 21.50 m. Riolita Porfírica fracturada a muy fracturada.	[Red pattern]	KTTPR	CAJA-05(17.00-21.00m)	[Yellow]	[Yellow]	[Yellow]	[Yellow]	De 18.00 a 23.00 m. K = 6.71x10-06 UL1 = 0.234; UL2 = 0.313; UL3 = 0.516	[Green]	A2	R3	[Yellow]	[Yellow]	[Yellow]	[Yellow]																
20		21.50																																	
21		23.00																																	
22			23.00	Tramo de 21.50 a 23.00 m. Andesita fracturada. Abertura de las fracturas (1-3mm), pátinas de óxido y relleno de arcilla entre juntas.	[Red pattern]	KTTPR	CAJA-06(21.00-24.70m)	[Yellow]	[Yellow]	[Yellow]	[Yellow]	U.L.<1. Se relleno (70%) 6.39	[Green]	A2	R3	[Yellow]	[Yellow]	[Yellow]	[Yellow]																
23		24.50																																	
24		26.00																																	
25		26.00																																	
26			27.50	Tramo de 23.00 a 28.00m. Andesita fracturada. Abertura de las fracturas de 1-2mm, relleno de fracturas arcilla, calcita. Traza de lechada.	[Red pattern]	KTTPR	CAJA-07(24.70-28.00m)	[Yellow]	[Yellow]	[Yellow]	[Yellow]	De 23.00 a 28.00 m. K = 0.0x10-0 UL1 = 0.00; UL2 = 0.00; UL3 = 0.00	[Green]	A2	R3	[Yellow]	[Yellow]	[Yellow]	[Yellow]																
27		28.00																																	
28			29.60	Tramo de 28.00 a 31.00m. Andesita fracturada. Fracturas de 1-3mm de abertura, relleno de fracturas arcilla, calcita.	[Red pattern]	KTTPR	CAJA-08(28.00-31.81m)	[Yellow]	[Yellow]	[Yellow]	[Yellow]	De 28.00 a 33.00 m. K = 0.00x10+00 UL1 = 0.00; UL2 = 0.00; UL3 = 0.00	[Green]	A2	R3	[Yellow]	[Yellow]	[Yellow]	[Yellow]																
29		31.20																																	
30		32.70																																	
31		33.00																																	
32			34.50	Tramo de 33.00 a 38.00 m. Andesita fracturada. Fracturas de 1mm de abertura, relleno de fracturas (calcita, arcilla, clorita). Tramo de 35.67 traza de lechada.	[Red pattern]	KTTPR	CAJA-09(31.81-35.67m)	[Yellow]	[Yellow]	[Yellow]	[Yellow]	De 33.00 a 38.00 m. K = 0.00x10+00 UL1 = 0.00; UL2 = 0.00; UL3 = 0.00	[Green]	A2	R3	[Yellow]	[Yellow]	[Yellow]	[Yellow]																
33		36.10																																	
34		37.70																																	
35		38.00																																	
36			39.60	Tramo de 38.00 a 45.00 m. Andesita fracturada. Fracturas de 1mm de abertura, relleno de fracturas (calcita, clorita). Trazas de lechada en tramo de 38.00 a 43.00	[Red pattern]	KTTPR	CAJA-10(35.67-39.60m)	[Yellow]	[Yellow]	[Yellow]	[Yellow]	De 38.00 a 43.00 m. K = 0.00x10+00 UL1 = 0.00; UL2 = 0.00; UL3 = 0.00	[Green]	A2	R3	[Yellow]	[Yellow]	[Yellow]	[Yellow]																
37		41.20																																	
38		42.70																																	
39		43.00																																	
40			44.30	Tramo de 38.00 a 45.00 m. Andesita fracturada. Fracturas de 1mm de abertura, relleno de fracturas (calcita, clorita). Trazas de lechada en tramo de 38.00 a 43.00	[Red pattern]	KTTPR	CAJA-11(39.60-43.86m)	[Yellow]	[Yellow]	[Yellow]	[Yellow]	De 43.00 a 45.00 m. K = 0.00x10+00 UL1 = 0.00; UL2 = 0.00; UL3 = 0.00	[Green]	A2	R3	[Yellow]	[Yellow]	[Yellow]	[Yellow]																
41		44.30																																	
42			45.00																																

SYMBOLOLOGIA

UL Unidades Lugeon
K Permeabilidad cm/seg

Nivel freático

LEYENDA

Lava Riolítica

Adesita

Riolita Porfírica

ABSORCION DE CEMENTO Kg/m

0.00 - 12.00 Muy bajo

12.00 - 25.00 Bajo

25.00 - 50.00 Moderadamente Bajo

50.00 - 100.00 Moderadamente Alto

100.00 - 200.00 Muy alto

> 200.00 Muy alto

ALTERACION DE LA ROCA

A-1 ROCA NO METEORIZADA (fresca)

A-2 ROCA LIGERAMENTE METEORIZADA

A-3 ROCA MODERADAMENTE METEORIZADA

A-4 ROCA ALTAMENTE METEORIZADA

A-5 ROCA COMPLETAMENTE METEORIZADA

A-6 SUELO RESIDUAL

GRADO DE RESISTENCIA DE LA ROCA

R0 ROCA EXTREMADAMENTE DEBIL

R1 ROCA MUY DEBIL

R2 ROCA DEBIL

R3 ROCA MEDIANAMENTE DURA

R4 ROCA DURA

R5 ROCA MUY DURA

R6 ROCA EXTREMADAMENTE DURA

FRACTURACION DE LA ROCA

F-1 POCO FRACTURADA (< 1 fract./m)

F-2 FRACTURADA (1 - 5 fract./m)

F-3 MUY FRACTURADA (6 - 10 fract./m)

F-4 EXTR. FRACTURADA (11 - 20 fract./m)

F-5 FRAGMENTADA (> 20 fract./m)

ANEXO 14

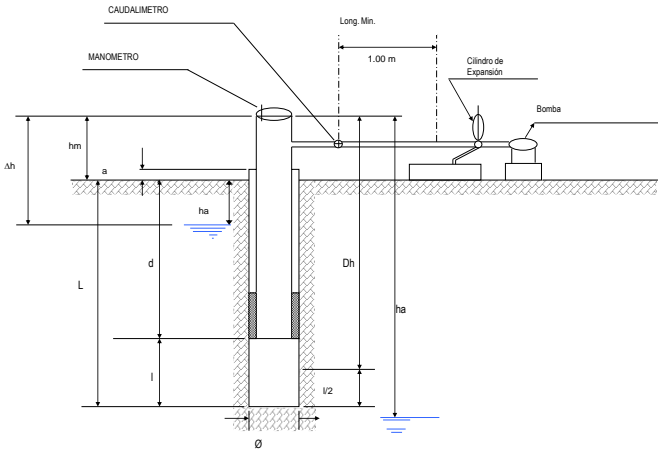
ENSAYO LUGEON PARA
SONDAJES DE
COMPROBACIÓN

CONTROL DE CALIDAD
REGISTRO DE ENSAYO DE PERMEABILIDAD DE AGUA
A PRESIÓN TIPO LUGEON

R-Q-O-SBP-003

Revisión: 01

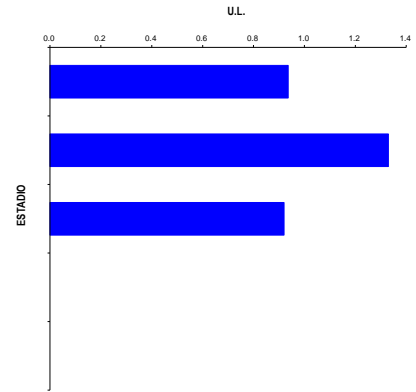
DESCRIPCIÓN DEL TAG:		CLASIFICACIÓN DE LA INSPECCIÓN		N° DE TAG:			
CONTRATO:	K-CC4-153A	CONTRATISTA	<input checked="" type="checkbox"/> SMI	CLIENTE	<input type="checkbox"/>		
CONTRATISTA:	JJC BESALCO	SMI	<input type="checkbox"/>	OTROS	<input type="checkbox"/>		
REGISTRO N°:	034	SONDAJE N°	L3-V001		ÁREA:	4000	
SUPERVISOR:	Mireya Coaguila	PROF. ENSAYO DE:	3.00	a	8.00	COORD. NORTE:	8097815.225
OPERARIO:	Andy Arias	FECHA:	19/09/2019	Hr. INIC.	16:00	Hr. FIN.	17:00
EQUIPO:	C1	LITOLÓG. DEL TRAMO:	Riolita	PAG.	1	COORD. ESTE:	319469.402
REPORTADO POR:	Carmen Zuñiga					INCLINACIÓN:	90
						COTA (m.s.n.m.):	3036.758



- hm = ALTURA DEL MANÓMETRO 0.80 m
- a = ALTURA SOBRE NIVEL DEL TERRENO 1.00 m
- ha = PROFUNDIDAD NIVEL FREÁTICO 2.00 m
- Dh = SOBRECARGA HIDRAULICA 2.80 m
- d = PROFUNDIDAD DEL OBTURADOR 3.00 m
- L = PROFUNDIDAD DE PERFORACION 8.00 m
- a = 90 °
- Dh' = Dh CORREGIDA = Sen a x Dh 2.80 m
- l = LONGITUD TRAMO DE ENSAYO 5.00 m
- Ø = DIÁMETRO DEL BULBO DEL ENSAYO 9.6 cm
- Pm = PRESION MANOMETRICA
- Pef = PRESION EFECTIVA EN EL PUNTO MEDIO DEL TRAMO DEL ENSAYO
- Dp = PERDIDAS DE CARGA
- q = VOLUMEN DE AGUA EN LITROS POR MINUTO DURANTE EL ENSAYO
- qt = VOLUMEN TOTAL DE AGUA EN LITROS PARA CADA ESTADIO
- G = CAUDAL EN LITROS POR MINUTO PARA CADA ESTADIO
- Q = CAUDAL EN LITROS POR MINUTO POR ML. DE TRAMO DE ENSAYO
- UL = UNIDAD LUGEON (Q x 10 / P_{ef})

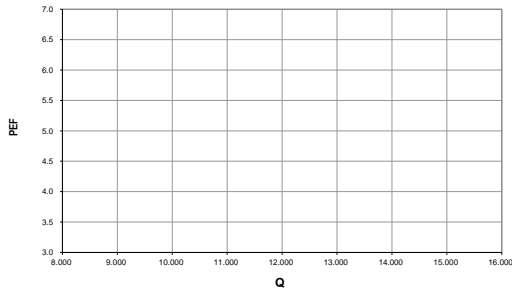
TIEMPO EN MINUTO	P _M = 0.50 Kgal/cm ²		P _M = 1.00 Kgal/cm ²		P _M = 0.50 Kgal/cm ²		P _M = 0.50 Kgal/cm ²		P _M = 0.50 Kgal/cm ²	
	LECTURA CAUDAL.	q (l)	LECTURA CAUDAL.	q (l)	LECTURA CAUDAL.	q (l)	LECTURA CAUDAL.	q (l)	LECTURA CAUDAL.	q (l)
0	5,179.50		5,244.20		5,328.80					
1	5,184.20	4.70	5,250.70	6.50	5,333.40	4.60				
2	5,188.50	4.30	5,257.40	6.70	5,337.80	4.40				
3	5,193.20	4.70	5,264.00	6.60	5,342.50	4.70				
4	5,198.30	5.10	5,270.70	6.70	5,347.00	4.50				
5	5,203.00	4.70	5,277.40	6.70	5,351.70	4.70				
6	5,207.60	4.60	5,284.00	6.60	5,356.30	4.60				
7	5,212.20	4.60	5,290.70	6.70	5,360.90	4.60				
8	5,217.00	4.80	5,297.40	6.70	5,365.40	4.50				
9	5,221.70	4.70	5,304.00	6.60	5,370.10	4.70				
10	5,226.30	4.60	5,310.70	6.70	5,374.80	4.70				
11										
12										
13										
14										
15										
qt (l)	46.80		66.50		46.00					
G (l/min)	4.68		6.65		4.60					
UL	0.936		1.3300		0.9200					

GRAFICO DE PATRON DE RESULTADOS PARA LA SELECCIÓN DE UNIDADES LUGEON



UNIDAD LUGEON SELECCIONADA: **1.330** UL
 K (PERMEABILIDAD): **1.73E-05** cm/s

REPRESENTACION GRAFICA



OBSERVACIONES:

Relleno desde 0.0 a 1.5mts y concreto desde 1.5 a 3.0mts

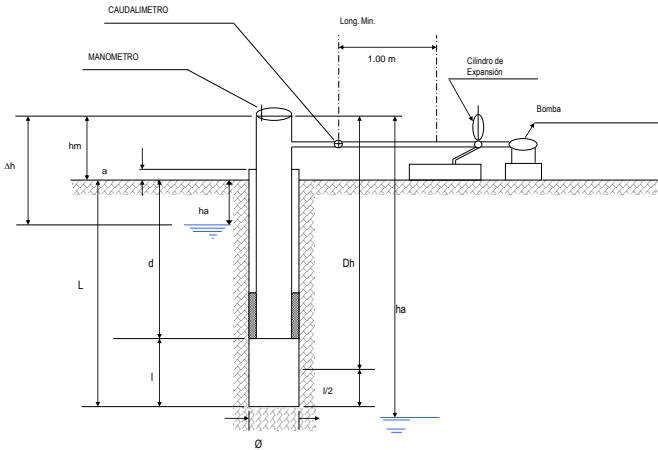
Realizado por Construcción SBP S.A.C.	Revisado por Construcción JJC - BESALCO:	Revisado y Aprobado por QC SBP S.A.C / JJC -BESALCO:	Verificado por QA Representante CIA / SMI:
Firma : _____	Firma : _____	Firma : _____	Firma : _____
Nombre : _____	Nombre : _____	Nombre : _____	Nombre : _____
Fecha : _____	Fecha : _____	Fecha : _____	Fecha : _____

CONTROL DE CALIDAD
REGISTRO DE ENSAYO DE PERMEABILIDAD DE AGUA
A PRESIÓN TIPO LUGEON

R-Q-O-SBP-003

Revisión: 01

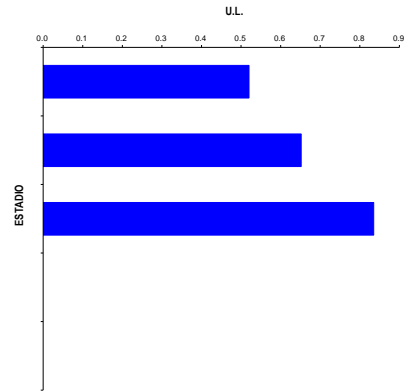
DESCRIPCIÓN DEL TAG:		CLASIFICACIÓN DE LA INSPECCIÓN		N° DE TAG:			
CONTRATO:	K-CC4-153A	CONTRATISTA	<input checked="" type="checkbox"/> SMI	CLIENTE	<input type="checkbox"/>		
CONTRATISTA:	JJC BESALCO	SMI	<input type="checkbox"/>	OTROS	<input type="checkbox"/>		
REGISTRO N°:	035	SONDAJE N°	L3-V001		ÁREA:	4000	
SUPERVISOR:	Luis Cañazaca	PROF. ENSAYO DE:	8.00	a	13.00 m.	COORD. NORTE:	8097815.225
OPERARIO:	Misael Linares	FECHA:	19/09/2019	Hr. INIC.	22:00	Hr. FIN.	23:00
EQUIPO:	C1	LITOLÓG. DEL TRAMO:	Riolita	PAG.	1	COORD. ESTE:	319469.402
REPORTADO POR:	Carmen Zuñiga					INCLINACIÓN:	90
						COTA (m.s.n.m.):	3036.758



- hm = ALTURA DEL MANOMETRO 0.50 m
- a = ALTURA SOBRE NIVEL DEL TERRENO 0.70 m
- ha = PROFUNDIDAD NIVEL FREÁTICO 2.50 m
- Dh = SOBRECARGA HIDRAULICA 3.00 m
- d = PROFUNDIDAD DEL OBTURADOR 8.00 m
- L = PROFUNDIDAD DE PERFORACION 13.00 m
- a = 90 °
- Dh' = Dh CORREGIDA = Sen a x Dh 3.00 m
- l = LONGITUD TRAMO DE ENSAYO 5.00 m
- Ø = DIAMETRO DEL BULBO DEL ENSAYO 9.6 cm
- P_M = PRESION MANOMETRICA
- P_{EF} = PRESION EFECTIVA EN EL PUNTO MEDIO DEL TRAMO DEL ENSAYO
- Dp = PERDIDAS DE CARGA
- q = VOLUMEN DE AGUA EN LITROS POR MINUTO DURANTE EL ENSAYO
- qt = VOLUMEN TOTAL DE AGUA EN LITROS PARA CADA ESTADIO
- G = CAUDAL EN LITROS POR MINUTO PARA CADA ESTADIO
- Q = CAUDAL EN LITROS POR MINUTO POR ML. DE TRAMO DE ENSAYO
- UL = UNIDAD LUGEON (Q x 10 / P_{EF})

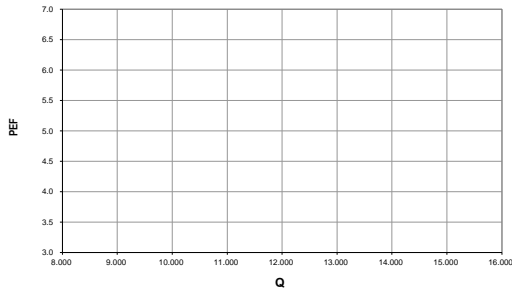
TIEMPO EN MINUTO	P _M = 0.50 Kg/cm ²		P _M = 1.00 Kg/cm ²		P _M = 1.50 Kg/cm ²		P _M = Kg/cm ²		P _M = Kg/cm ²	
	LECTURA CAUDAL.	q (l)	LECTURA CAUDAL.	q (l)	LECTURA CAUDAL.	q (l)	LECTURA CAUDAL.	q (l)	LECTURA CAUDAL.	q (l)
0	1.00		12.00		35.00					
1	3.70	2.70	15.40	3.40	39.25	4.25				
2	6.30	2.60	18.60	3.20	43.50	4.25				
3	8.95	2.65	21.90	3.30	47.70	4.20				
4	11.55	2.60	25.20	3.30	51.85	4.15				
5	14.15	2.60	28.45	3.25	56.00	4.15				
6	16.70	2.55	31.70	3.25	60.15	4.15				
7	19.25	2.55	34.90	3.20	64.30	4.15				
8	21.85	2.60	38.15	3.25	68.45	4.15				
9	24.40	2.55	41.40	3.25	72.60	4.15				
10	27.00	2.60	44.60	3.20	76.75	4.15				
11										
12										
13										
14										
15										
qt (l)	26.00		32.60		41.75					
G (l/min)	2.60		3.26		4.18					
UL	0.520		0.6520		0.8350					

GRAFICO DE PATRON DE RESULTADOS PARA LA SELECCIÓN DE UNIDADES LUGEON



UNIDAD LUGEON SELECCIONADA: **0.835** UL
 K (PERMEABILIDAD): 1.09E-05 cm/s

REPRESENTACION GRAFICA



OBSERVACIONES:

Packer simple 30 Bares.

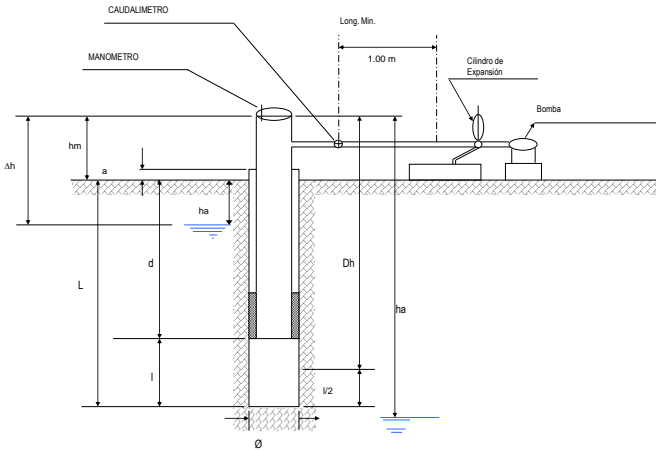
Realizado por Construcción SBP S.A.C.	Revisado por Construcción JJC - BESALCO.	Revisado y Aprobado por QC SBP S.A.C / JJC -BESALCO.	Verificado por QA Representante CIA / SMI.
Firma : _____	Firma : _____	Firma : _____	Firma : _____
Nombre : _____	Nombre : _____	Nombre : _____	Nombre : _____
Fecha : _____	Fecha : _____	Fecha : _____	Fecha : _____

CONTROL DE CALIDAD
REGISTRO DE ENSAYO DE PERMEABILIDAD DE AGUA
A PRESIÓN TIPO LUGEON

R-Q-O-SBP-003

Revisión: 01

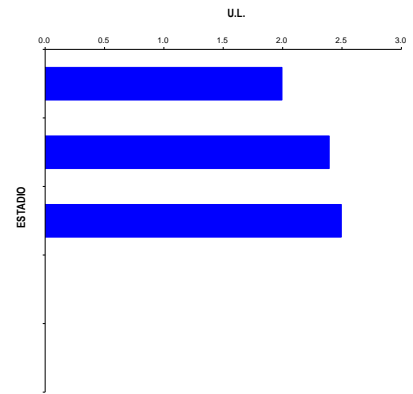
DESCRIPCIÓN DEL TAG:		CLASIFICACIÓN DE LA INSPECCIÓN		N° DE TAG:	
CONTRATO:	K-CC4-153A	CONTRATISTA	<input checked="" type="checkbox"/> SMI <input type="checkbox"/> CLIENTE	SISTEMA DE TRANSFERIDO:	
CONTRATISTA:	JJC BESALCO	SMI	<input type="checkbox"/> OTROS <input type="checkbox"/>	SUB - SISTEMA:	
REGISTRO N°:	036	SONDAJE N°	L3-V001	ÁREA:	
SUPERVISOR:	Luis Cañazaca	PROF. ENSAYO DE :	13.00 a 18.00 m.	COORD. NORTE:	
OPERARIO:	Misael Linares	FECHA :	20/09/2019	COORD. ESTE:	
EQUIPO:	C1	Hr. INIC.	00:04	INCLINACIÓN:	
REPORTADO POR:	Carmen Zuñiga	Hr. FIN.	01:30	COTA (m.s.n.m.):	
		LITOLÓG. DEL TRAMO :	Andesita	PAG. 1	



hm	=	ALTURA DEL MANOMETRO	0.60	m
a	=	ALTURA SOBRE NIVEL DEL TERRENO	0.70	m
ha	=	PROFUNDIDAD NIVEL FREÁTICO	2.50	m
Dh	=	SOBRECARGA HIDRAULICA	3.10	m
d	=	PROFUNDIDAD DEL OBTURADOR	13.00	m
L	=	PROFUNDIDAD DE PERFORACION	18.00	m
a	=		90	°
Dh'	=	Dh CORREGIDA = Sen a x Dh	3.10	m
l	=	LONGITUD TRAMO DE ENSAYO	5.00	m
Ø	=	DIAMETRO DEL BULBO DEL ENSAYO	9.6	cm
P _M	=	PRESION MANOMETRICA		
P _{EF}	=	PRESION EFECTIVA EN EL PUNTO MEDIO DEL TRAMO DEL ENSAYO		
Dp	=	PERDIDAS DE CARGA		
q	=	VOLUMEN DE AGUA EN LITROS POR MINUTO DURANTE EL ENSAYO		
qt	=	VOLUMEN TOTAL DE AGUA EN LITROS PARA CADA ESTADIO		
G	=	CAUDAL EN LITROS POR MINUTO PARA CADA ESTADIO		
Q	=	CAUDAL EN LITROS POR MINUTO POR ML. DE TRAMO DE ENSAYO		
UL	=	UNIDAD LUGEON (Q x 10 / P _{EF})		

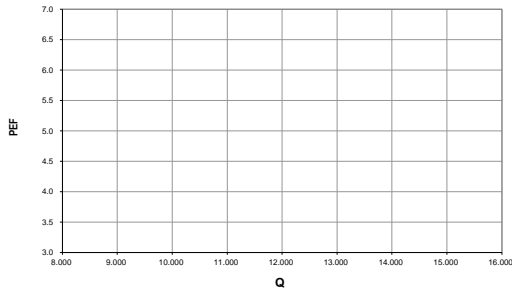
TIEMPO EN MINUTO	P _M = 1.00 Kgl/cm ²		P _M = 1.50 Kgl/cm ²		P _M = 2.50 Kgl/cm ²		P _M = Kgl/cm ²		P _M = Kgl/cm ²	
	LECTURA CAUDAL	q (l)	LECTURA CAUDAL	q (l)	LECTURA CAUDAL	q (l)	LECTURA CAUDAL	q (l)	LECTURA CAUDAL	q (l)
0	24.20		52.20		440.20					
1	34.90	10.70	64.25	12.05	451.21	11.01				
2	44.90	10.00	76.20	11.95	463.90	12.69				
3	54.90	10.00	88.20	12.00	476.60	12.70				
4	64.90	10.00	100.20	12.00	489.30	12.70				
5	74.80	9.90	112.20	12.00	501.90	12.60				
6	84.70	9.90	124.15	11.95	514.40	12.50				
7	94.55	9.85	136.10	11.95	527.10	12.70				
8	104.30	9.75	148.00	11.90	539.70	12.60				
9	114.10	9.80	159.90	11.90	552.20	12.50				
10	123.90	9.80	171.80	11.90	564.90	12.70				
11										
12										
13										
14										
15										
qt (l)	99.70		119.60		124.70					
G (l/min)	9.97		11.96		12.47					
UL	1.994		2.3920		2.4940					

GRAFICO DE PATRON DE RESULTADOS PARA LA SELECCIÓN DE UNIDADES LUGEON



UNIDAD LUGEON SELECCIONADA: **2.494** UL
 K (PERMEABILIDAD): **3.24E-05** cm/s

REPRESENTACION GRAFICA



OBSERVACIONES:

Packer simple 30 Bares.

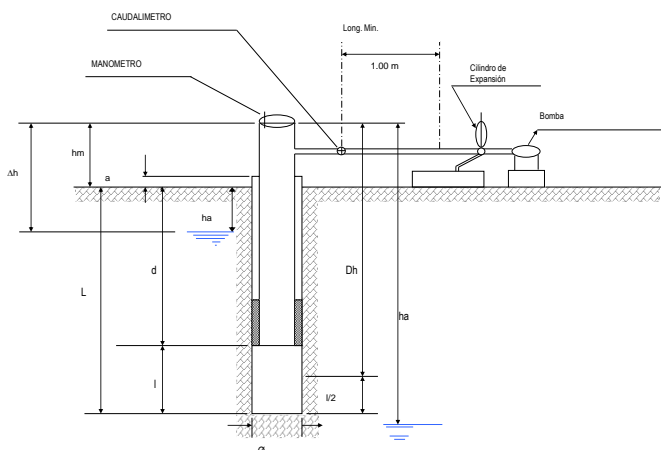
Realizado por Construcción SBP S.A.C.	Revisado por Construcción JJC - BESALCO.	Revisado y Aprobado por QC SBP S.A.C / JJC - BESALCO.	Verificado por QA Representante CIA / SMI.
Firma : _____	Firma : _____	Firma : _____	Firma : _____
Nombre : _____	Nombre : _____	Nombre : _____	Nombre : _____
Fecha : _____	Fecha : _____	Fecha : _____	Fecha : _____

CONTROL DE CALIDAD
REGISTRO DE ENSAYO DE PERMEABILIDAD DE
AGUA A PRESIÓN TIPO LUGEON

R-Q-O-SBP-003

Revisión: 01

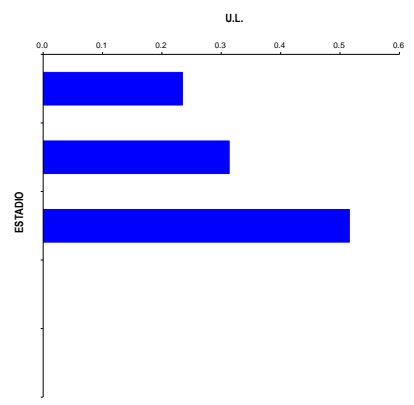
DESCRIPCIÓN DEL TAG:		CLASIFICACIÓN DE LA INSPECCIÓN		N° DE TAG:			
CONTRATO:	K-CC4-153A	CONTRATISTA	<input checked="" type="checkbox"/> SMI	CLIENTE	<input type="checkbox"/>		
CONTRATISTA:	JJC BESALCO	SMI	<input type="checkbox"/>	OTROS	<input type="checkbox"/>		
REGISTRO N°:	037	SONDAJE N°	L3-V001		ÁREA:	4000	
SUPERVISOR:	Luis Cañazaca	PROF. ENSAYO DE:	18.00	a	23.00	COORD. NORTE:	8097815.225
OPERARIO:	Misael Linares	FECHA:	20/09/2019	Hr. INIC.	03:30	Hr. FIN.	04:21
EQUIPO:	C1	LITOLÓG. DEL TRAMO:	-	PAG.	1	COORD. ESTE:	319469.402
REPORTADO POR:	Carmen Zuñiga					INCLINACIÓN:	90
						COTA (m.s.n.m.):	3036.758



- hm = ALTURA DEL MANOMETRO 0.70 m
- a = ALTURA SOBRE NIVEL DEL TERRENO 0.60 m
- ha = PROFUNDIDAD NIVEL FREÁTICO 2.50 m
- Dh = SOBRECARGA HIDRAULICA 3.20 m
- d = PROFUNDIDAD DEL OBTURADOR 18.00 m
- L = PROFUNDIDAD DE PERFORACION 23.00 m
- a = 90 °
- Dh' = Dh CORREGIDA = Sen a x Dh 3.20 m
- l = LONGITUD TRAMO DE ENSAYO 5.00 m
- Ø = DIAMETRO DEL BULBO DEL ENSAYO 9.6 cm
- P_M = PRESION MANOMETRICA
- P_{EF} = PRESION EFECTIVA EN EL PUNTO MEDIO DEL TRAMO DEL ENSAYO
- Dp = PERDIDAS DE CARGA
- q = VOLUMEN DE AGUA EN LITROS POR MINUTO DURANTE EL ENSAYO
- qt = VOLUMEN TOTAL DE AGUA EN LITROS PARA CADA ESTADIO
- G = CAUDAL EN LITROS POR MINUTO PARA CADA ESTADIO
- Q = CAUDAL EN LITROS POR MINUTO POR ML. DE TRAMO DE ENSAYO
- UL = UNIDAD LUGEON (Q x 10 / P_{EF})

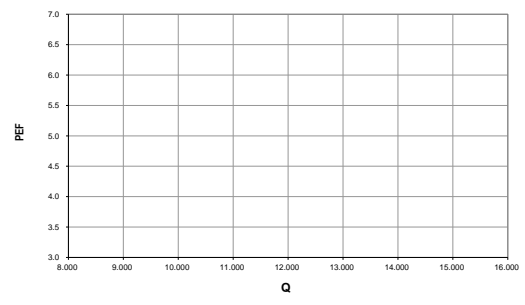
TIEMPO EN MINUTO	P _M = 1.00 Kgal/cm ²		P _M = 2.00 Kgal/cm ²		P _M = 3.50 Kgal/cm ²		P _M = Kgal/cm ²		P _M = Kgal/cm ²	
	LECTURA CAUDAL.	q (l)	LECTURA CAUDAL.	q (l)	LECTURA CAUDAL.	q (l)	LECTURA CAUDAL.	q (l)	LECTURA CAUDAL.	q (l)
0	6.38		20.55		40.72					
1	7.62	1.24	22.16	1.61	43.27	2.55				
2	8.84	1.22	23.81	1.65	45.85	2.58				
3	10.02	1.18	25.37	1.56	48.45	2.60				
4	11.19	1.17	26.95	1.58	51.04	2.59				
5	12.39	1.20	28.54	1.59	53.55	2.51				
6	13.54	1.15	30.09	1.55	56.16	2.61				
7	14.68	1.14	31.58	1.49	58.78	2.62				
8	15.79	1.11	33.12	1.54	61.37	2.59				
9	16.94	1.15	34.67	1.55	63.95	2.58				
10	18.10	1.16	36.22	1.55	66.51	2.56				
11										
12										
13										
14										
15										
qt (l)	11.72		15.67		25.79					
G (l/min)	1.17		1.57		2.58					
UL	0.234		0.3134		0.5158					

GRAFICO DE PATRON DE RESULTADOS PARA LA SELECCIÓN DE UNIDADES LUGEON



UNIDAD LUGEON SELECCIONADA: **0.516** UL
 K (PERMEABILIDAD): **6.71E-06** cm/s

REPRESENTACION GRAFICA



OBSERVACIONES:

Pecker HQ 30 Bares.

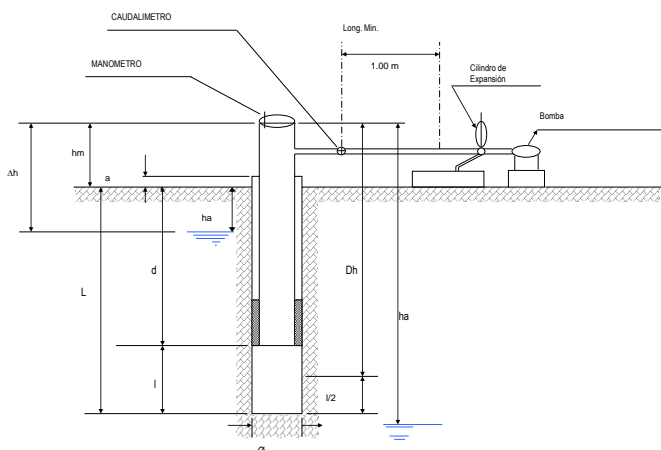
Realizado por Construcción SBP S.A.C.	Revisado por Construcción JJC - BESALCO.	Revisado y Aprobado por QC SBP S.A.C / JJC -BESALCO.	Verificado por QA Representante CIA / SMI.
Firma : _____	Firma : _____	Firma : _____	Firma : _____
Nombre : _____	Nombre : _____	Nombre : _____	Nombre : _____
Fecha : _____	Fecha : _____	Fecha : _____	Fecha : _____

CONTROL DE CALIDAD
REGISTRO DE ENSAYO DE PERMEABILIDAD DE
AGUA A PRESIÓN TIPO LUGEON

R-Q-O-SBP-003

Revisión: 01

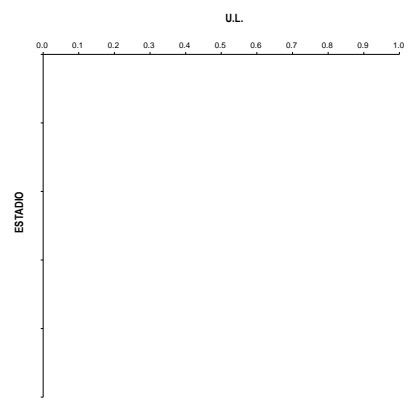
DESCRIPCIÓN DEL TAG:		CLASIFICACIÓN DE LA INSPECCIÓN		N° DE TAG:	
CONTRATO:	K-CC4-153A	CONTRATISTA	<input checked="" type="checkbox"/> SMI <input type="checkbox"/> CLIENTE	SISTEMA DE TRANSFERIDO:	
CONTRATISTA:	JJC BESALCO	SMI	<input type="checkbox"/> OTROS <input type="checkbox"/>	SUB - SISTEMA:	
REGISTRO N°:	039	SONDAJE N°	L3-V001	ÁREA:	
SUPERVISOR:	Mireya Coaguila	PROF. ENSAYO DE :	23.00 a 28.00 m.	COORD. NORTE:	
OPERARIO:	Andy Arias	FECHA :	20/09/2019	COORD. ESTE:	
EQUIPO:	C1	Hr.INIC.	07:45	Hr. FINA.	
REPORTADO POR:	Carmen Zuñiga	LITOLÓG. DEL TRAMO :	-	PAG.	
				1	
				COTA (m.s.n.m.):	
				3036.758	



- hm = ALTURA DEL MANOMETRO 0.80 m
- a = ALTURA SOBRE NIVEL DEL TERRENO 1.00 m
- ha = PROFUNDIDAD NIVEL FREÁTICO 0.30 m
- Dh = SOBRECARGA HIDRAULICA 1.10 m
- d = PROFUNDIDAD DEL OBTURADOR 23.00 m
- L = PROFUNDIDAD DE PERFORACION 28.00 m
- a = 90 °
- Dh' = Dh CORREGIDA = Sen a x Dh 1.10 m
- l = LONGITUD TRAMO DE ENSAYO 5.00 m
- Ø = DIAMETRO DEL BULBO DEL ENSAYO 9.6 cm
- P_M = PRESION MANOMETRICA
- P_{EF} = PRESION EFECTIVA EN EL PUNTO MEDIO DEL TRAMO DEL ENSAYO
- Dp = PERDIDAS DE CARGA
- q = VOLUMEN DE AGUA EN LITROS POR MINUTO DURANTE EL ENSAYO
- qt = VOLUMEN TOTAL DE AGUA EN LITROS PARA CADA ESTADIO
- G = CAUDAL EN LITROS POR MINUTO PARA CADA ESTADIO
- Q = CAUDAL EN LITROS POR MINUTO POR ML. DE TRAMO DE ENSAYO
- UL = UNIDAD LUGEON (Q x 10 / P_{EF})

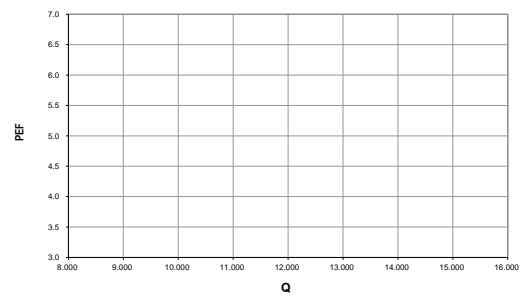
TIEMPO EN MINUTO	P _M = 1.50 Kg/cm ²		P _M = 3.00 Kg/cm ²		P _M = 4.50 Kg/cm ²		P _M = Kg/cm ²		P _M = Kg/cm ²	
	LECTURA CAUDAL.	q (l)	LECTURA CAUDAL.	q (l)	LECTURA CAUDAL.	q (l)	LECTURA CAUDAL.	q (l)	LECTURA CAUDAL.	q (l)
0	4.30		4.30		4.31					
1	4.30	0.00	4.30	0.00	4.31	0.00				
2	4.30	0.00	4.30	0.00	4.31	0.00				
3	4.30	0.00	4.30	0.00	4.31	0.00				
4	4.30	0.00	4.30	0.00	4.31	0.00				
5	4.30	0.00	4.30	0.00	4.31	0.00				
6	4.30	0.00	4.30	0.00	4.31	0.00				
7	4.30	0.00	4.30	0.00	4.31	0.00				
8	4.30	0.00	4.30	0.00	4.31	0.00				
9	4.30	0.00	4.30	0.00	4.31	0.00				
10	4.30	0.00	4.30	0.00	4.31	0.00				
11										
12										
13										
14										
15										
qt (l)	0.00		0.00		0.00					
G (l/min)	0.00		0.00		0.00					
UL	0.0000		0.0000		0.0000					

GRAFICO DE PATRON DE RESULTADOS PARA LA SELECCIÓN DE UNIDADES LUGEON



UNIDAD LUGEON SELECCIONADA : **0.000** U L
 K (PERMEABILIDAD) : **0.00E+00** cm/s

REPRESENTACION GRAFICA



OBSERVACIONES:

Pecker HQ 30 Bares.

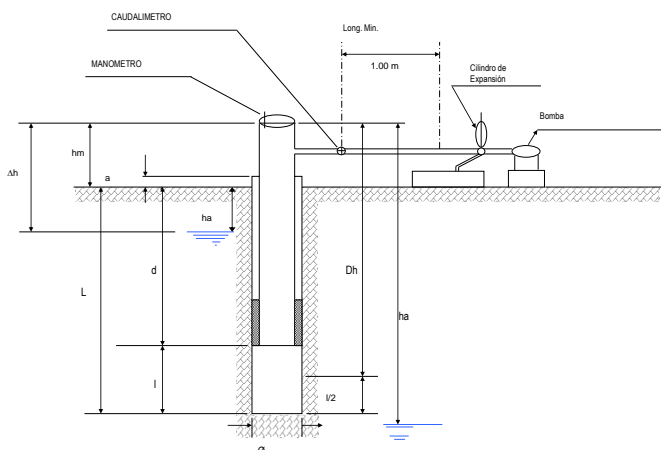
Realizado por Construcción SBP S.A.C.	Revisado por Construcción JJC - BESALCO.	Revisado y Aprobado por QC SBP S.A.C / JJC -BESALCO.	Verificado por QA Representante CIA / SMI.
Firma : _____	Firma : _____	Firma : _____	Firma : _____
Nombre : _____	Nombre : _____	Nombre : _____	Nombre : _____
Fecha : _____	Fecha : _____	Fecha : _____	Fecha : _____

CONTROL DE CALIDAD
REGISTRO DE ENSAYO DE PERMEABILIDAD DE
AGUA A PRESIÓN TIPO LUGEON

R-Q-O-SBP-003

Revisión: 01

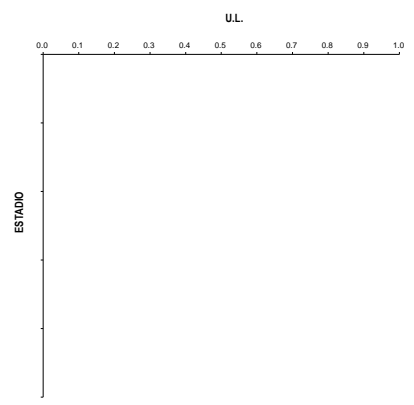
DESCRIPCIÓN DEL TAG:		CLASIFICACIÓN DE LA INSPECCIÓN		N° DE TAG:		
CONTRATO:	K-CC4-153A	CONTRATISTA	<input checked="" type="checkbox"/> SMI	CLIENTE	<input type="checkbox"/>	
CONTRATISTA:	JJC BESALCO	SMI	<input type="checkbox"/>	OTROS	<input type="checkbox"/>	
REGISTRO Nº:	040	SONDAJE Nº	L3-V001		ÁREA:	4000
SUPERVISOR:	Mireya Coaguila	PROF. ENSAYO DE :	28.00	a	33.00 m.	
OPERARIO:	Andy Arias	FECHA :	20/09/2019	Hr. INIC.	12:08	
EQUIPO:	C1			Hr. FINA.	12:43	
REPORTADO POR:	Carmen Zuñiga	LITOLÓG. DEL TRAMO :	-	PAG.	1	
		COORD. NORTE:	8097815.225			
		COORD. ESTE:	319469.402			
		INCLINACIÓN:	90			
		COTA (m.s.n.m.):	3036.758			



- hm = ALTURA DEL MANOMETRO 0.80 m
- a = ALTURA SOBRE NIVEL DEL TERRENO 1.00 m
- ha = PROFUNDIDAD NIVEL FREÁTICO 0.30 m
- Dh = SOBRECARGA HIDRAULICA 1.10 m
- d = PROFUNDIDAD DEL OBTURADOR 28.00 m
- L = PROFUNDIDAD DE PERFORACION 33.00 m
- a = 90 °
- Dh' = Dh CORREGIDA = Sen a x Dh 1.10 m
- l = LONGITUD TRAMO DE ENSAYO 5.00 m
- Ø = DIAMETRO DEL BULBO DEL ENSAYO 9.6 cm
- P_M = PRESION MANOMETRICA
- P_{EF} = PRESION EFECTIVA EN EL PUNTO MEDIO DEL TRAMO DEL ENSAYO
- Dp = PERDIDAS DE CARGA
- q = VOLUMEN DE AGUA EN LITROS POR MINUTO DURANTE EL ENSAYO
- qt = VOLUMEN TOTAL DE AGUA EN LITROS PARA CADA ESTADIO
- G = CAUDAL EN LITROS POR MINUTO PARA CADA ESTADIO
- Q = CAUDAL EN LITROS POR MINUTO POR ML DE TRAMO DE ENSAYO
- UL = UNIDAD LUGEON (Q x 10 / P_{EF})

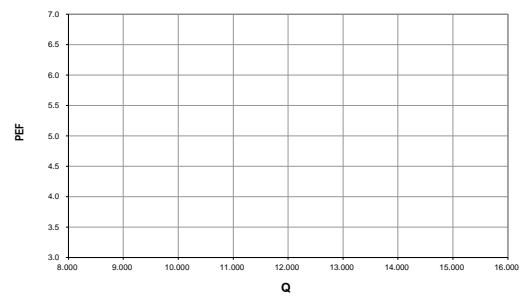
TIEMPO EN MINUTO	P _M = 1.50 Kgal/cm ²		P _M = 3.50 Kgal/cm ²		P _M = 5.50 Kgal/cm ²		P _M = Kgal/cm ²		P _M = Kgal/cm ²	
	LECTURA CAUDAL.	q (l)	LECTURA CAUDAL.	q (l)	LECTURA CAUDAL.	q (l)	LECTURA CAUDAL.	q (l)	LECTURA CAUDAL.	q (l)
0	104.66		105.61		106.05					
1	104.66	0.00	105.61	0.00	106.05	0.00				
2	104.66	0.00	105.61	0.00	106.05	0.00				
3	104.66	0.00	105.61	0.00	106.05	0.00				
4	104.66	0.00	105.61	0.00	106.05	0.00				
5	104.66	0.00	105.61	0.00	106.05	0.00				
6	104.66	0.00	105.61	0.00	106.05	0.00				
7	104.66	0.00	105.61	0.00	106.05	0.00				
8	104.66	0.00	105.61	0.00	106.05	0.00				
9	104.66	0.00	105.61	0.00	106.05	0.00				
10	104.66	0.00	105.61	0.00	106.05	0.00				
11	104.66	0.00	105.61	0.00	106.05	0.00				
12	104.66	0.00	105.61	0.00	106.05	0.00				
13	104.66	0.00	105.61	0.00	106.05	0.00				
14	104.66	0.00	105.61	0.00	106.05	0.00				
15	104.66	0.00	105.61	0.00	106.05	0.00				
qt (l)	0.00		0.00		0.00					
G (l/min)	0.00		0.00		0.00					
UL	0.0000		0.0000		0.0000					

GRAFICO DE PATRON DE RESULTADOS PARA LA SELECCIÓN DE UNIDADES LUGEON



UNIDAD LUGEON SELECCIONADA: **0.000** UL
 K (PERMEABILIDAD): **0.00E+00** cm/s

REPRESENTACION GRAFICA



OBSERVACIONES:

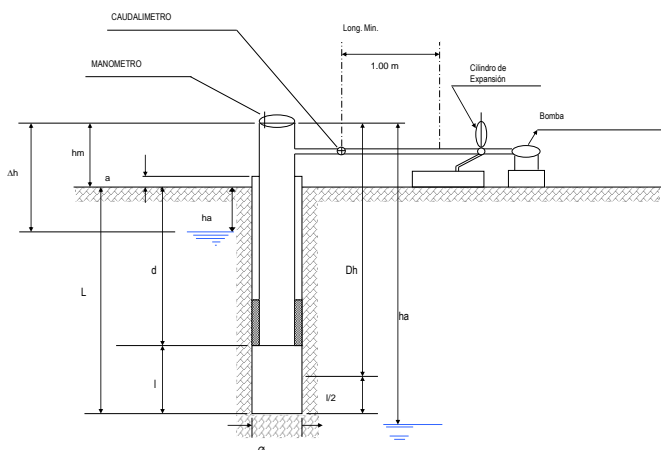
Realizado por Construcción SBP S.A.C.	Revisado por Construcción JJC - BESALCO.	Revisado y Aprobado por QC SBP S.A.C / JJC - BESALCO.	Verificado por QA Representante CIA / SMI.
Firma : _____	Firma : _____	Firma : _____	Firma : _____
Nombre : _____	Nombre : _____	Nombre : _____	Nombre : _____
Fecha : _____	Fecha : _____	Fecha : _____	Fecha : _____

CONTROL DE CALIDAD
REGISTRO DE ENSAYO DE PERMEABILIDAD DE
AGUA A PRESIÓN TIPO LUGEON

R-Q-O-SBP-003

Revisión: 01

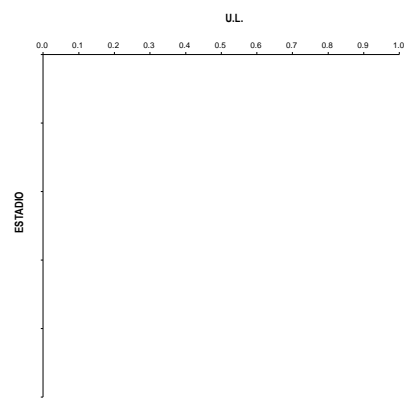
DESCRIPCIÓN DEL TAG:		CLASIFICACIÓN DE LA INSPECCIÓN		N° DE TAG:	
CONTRATO:	K-CC4-153A	CONTRATISTA	<input checked="" type="checkbox"/> SMI <input type="checkbox"/> CLIENTE	SISTEMA DE TRANSFERIDO:	
CONTRATISTA:	JJC BESALCO	SMI	<input type="checkbox"/> OTROS <input type="checkbox"/>	SUB - SISTEMA:	
REGISTRO Nº:	041	SONDAJE Nº	L3-V001	ÁREA:	
SUPERVISOR:	Mireya Coaguila	PROF. ENSAYO DE :	33.00 a 38.00 m.	COORD. NORTE:	
OPERARIO:	Andy Arias	FECHA :	20/09/2019	COORD. ESTE:	
EQUIPO:	C1	Hr.INIC.	14:43	Hr. FINA.	
REPORTADO POR:	Carmen Zuñiga	LITOLÓG. DEL TRAMO :	-	PAG.	
				1	
				COTA (m.s.n.m.):	
				3036.758	



- hm = ALTURA DEL MANÓMETRO 0.80 m
- a = ALTURA SOBRE NIVEL DEL TERRENO 1.00 m
- ha = PROFUNDIDAD NIVEL FREÁTICO 0.30 m
- Dh = SOBRECARGA HIDRAULICA 1.10 m
- d = PROFUNDIDAD DEL OBTURADOR 33.00 m
- L = PROFUNDIDAD DE PERFORACION 38.00 m
- a = 90 °
- Dh' = Dh CORREGIDA = Sen a x Dh 1.10 m
- l = LONGITUD TRAMO DE ENSAYO 5.00 m
- Ø = DIÁMETRO DEL BULBO DEL ENSAYO 9.6 cm
- P_m = PRESION MANOMETRICA
- P_{ef} = PRESION EFECTIVA EN EL PUNTO MEDIO DEL TRAMO DEL ENSAYO
- D_p = PERDIDAS DE CARGA
- q = VOLUMEN DE AGUA EN LITROS POR MINUTO DURANTE EL ENSAYO
- qt = VOLUMEN TOTAL DE AGUA EN LITROS PARA CADA ESTADO
- G = CAUDAL EN LITROS POR MINUTO PARA CADA ESTADO
- Q = CAUDAL EN LITROS POR MINUTO POR ML DE TRAMO DE ENSAYO
- UL = UNIDAD LUGEON (Q x 10 / P_{ef})

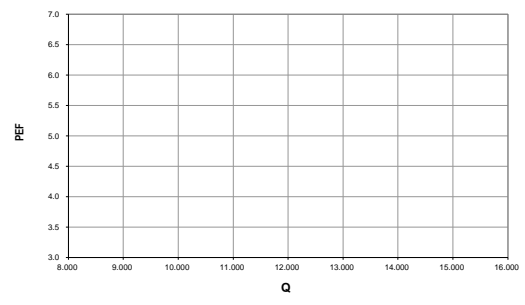
TIEMPO EN MINUTO	P _M = 2.00 Kgal/cm ²		P _M = 4.00 Kgal/cm ²		P _M = 6.50 Kgal/cm ²		P _M = Kgal/cm ²		P _M = Kgal/cm ²	
	LECTURA CAUDAL.	q (l)	LECTURA CAUDAL.	q (l)	LECTURA CAUDAL.	q (l)	LECTURA CAUDAL.	q (l)	LECTURA CAUDAL.	q (l)
0	6.48		7.04		11.88					
1	6.48	0.00	7.04	0.00	11.88	0.00				
2	6.48	0.00	7.04	0.00	11.88	0.00				
3	6.48	0.00	7.04	0.00	11.88	0.00				
4	6.48	0.00	7.04	0.00	11.88	0.00				
5	6.48	0.00	7.04	0.00	11.88	0.00				
6	6.48	0.00	7.04	0.00	11.88	0.00				
7	6.48	0.00	7.04	0.00	11.88	0.00				
8	6.48	0.00	7.04	0.00	11.88	0.00				
9	6.48	0.00	7.04	0.00	11.88	0.00				
10	6.48	0.00	7.04	0.00	11.88	0.00				
11	6.48	0.00	7.04	0.00	11.88	0.00				
12	6.48	0.00	7.04	0.00	11.88	0.00				
13	6.48	0.00	7.04	0.00	11.88	0.00				
14	6.48	0.00	7.04	0.00	11.88	0.00				
15	6.48	0.00	7.04	0.00	11.88	0.00				
qt (l)	0.00		0.00		0.00					
G (l/min)	0.00		0.00		0.00					
UL	0.0000		0.0000		0.0000					

GRAFICO DE PATRON DE RESULTADOS PARA LA SELECCIÓN DE UNIDADES LUGEON



UNIDAD LUGEON SELECCIONADA: **0.000** U L
 K (PERMEABILIDAD): **0.00E+00** cm/s

REPRESENTACION GRAFICA



OBSERVACIONES:

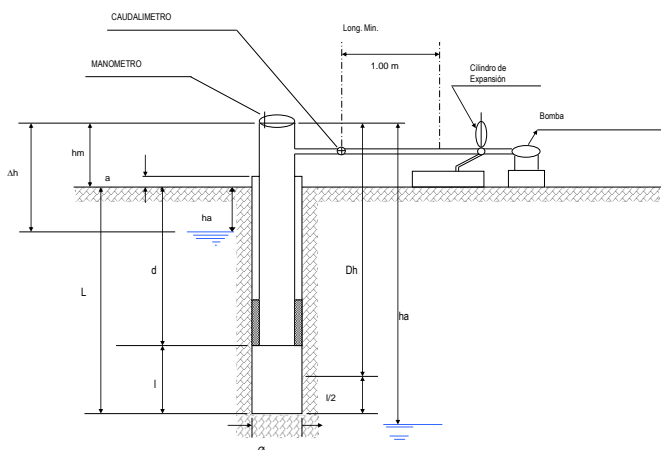
Realizado por Construcción SBP S.A.C.	Revisado por Construcción JJC - BESALCO.	Revisado y Aprobado por QC SBP S.A.C / JJC -BESALCO.	Verificado por QA Representante CIA / SMI.
Firma : _____	Firma : _____	Firma : _____	Firma : _____
Nombre : _____	Nombre : _____	Nombre : _____	Nombre : _____
Fecha : _____	Fecha : _____	Fecha : _____	Fecha : _____

CONTROL DE CALIDAD
REGISTRO DE ENSAYO DE PERMEABILIDAD DE
AGUA A PRESIÓN TIPO LUGEON

R-Q-O-SBP-003

Revisión: 01

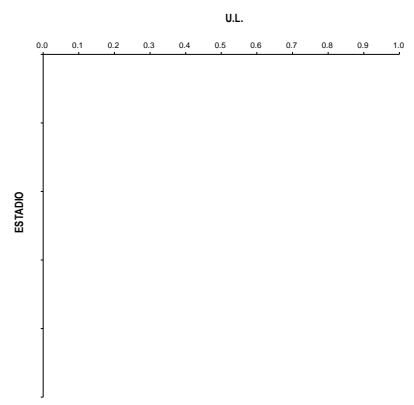
DESCRIPCIÓN DEL TAG:		CLASIFICACIÓN DE LA INSPECCIÓN		N° DE TAG:			
CONTRATO:	K-CC4-153A	CONTRATISTA	<input checked="" type="checkbox"/> SMI	CLIENTE	<input type="checkbox"/>		
CONTRATISTA:	JJC BESALCO	SMI	<input type="checkbox"/>	OTROS	<input type="checkbox"/>		
REGISTRO N°:	042	SONDAJE N°	L3-V001		ÁREA:	4000	
SUPERVISOR:	Mireya Coaguila	PROF. ENSAYO DE:	38.00	a	43.00 m.	COORD. NORTE:	8097815.225
OPERARIO:	Andy Arias	FECHA:	20/09/2019	Hr. INIC.	16:54	Hr. FINA.	17:32
EQUIPO:	C1	LITOLÓG. DEL TRAMO:	-	PAG.	1	COORD. ESTE:	319469.402
REPORTADO POR:	Carmen Zufiga					INCLINACIÓN:	90
						COTA (m.s.n.m.):	3036.758



- hm = ALTURA DEL MANOMETRO 0.80 m
- a = ALTURA SOBRE NIVEL DEL TERRENO 1.00 m
- ha = PROFUNDIDAD NIVEL FREÁTICO 0.50 m
- Dh = SOBRECARGA HIDRAULICA 1.30 m
- d = PROFUNDIDAD DEL OBTURADOR 38.00 m
- L = PROFUNDIDAD DE PERFORACION 43.00 m
- a = 90 °
- Dh' = Dh CORREGIDA = Sen a x Dh 1.30 m
- l = LONGITUD TRAMO DE ENSAYO 5.00 m
- Ø = DIAMETRO DEL BULBO DEL ENSAYO 9.6 cm
- P_M = PRESION MANOMETRICA
- P_{EF} = PRESION EFECTIVA EN EL PUNTO MEDIO DEL TRAMO DEL ENSAYO
- Dp = PERDIDAS DE CARGA
- q = VOLUMEN DE AGUA EN LITROS POR MINUTO DURANTE EL ENSAYO
- qt = VOLUMEN TOTAL DE AGUA EN LITROS PARA CADA ESTADIO
- G = CAUDAL EN LITROS POR MINUTO PARA CADA ESTADIO
- Q = CAUDAL EN LITROS POR MINUTO POR ML. DE TRAMO DE ENSAYO
- UL = UNIDAD LUGEON (Q x l / P_{EF})

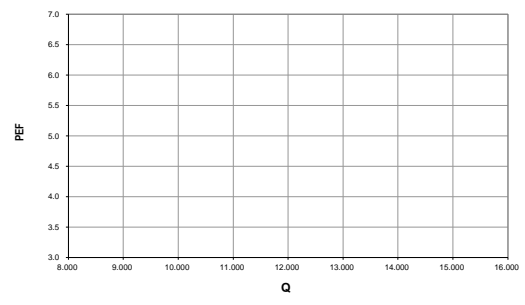
TIEMPO EN MINUTO	P _M = 2.50 Kg/cm ²		P _M = 5.00 Kg/cm ²		P _M = 7.50 Kg/cm ²		P _M = Kg/cm ²		P _M = Kg/cm ²	
	LECTURA CAUDAL.	q (l)	LECTURA CAUDAL.	q (l)	LECTURA CAUDAL.	q (l)	LECTURA CAUDAL.	q (l)	LECTURA CAUDAL.	q (l)
0	7.86		8.29		8.40					
1	7.86	0.00	8.29	0.00	8.40	0.00				
2	7.86	0.00	8.29	0.00	8.40	0.00				
3	7.86	0.00	8.29	0.00	8.40	0.00				
4	7.86	0.00	8.29	0.00	8.40	0.00				
5	7.86	0.00	8.29	0.00	8.40	0.00				
6	7.86	0.00	8.29	0.00	8.40	0.00				
7	7.86	0.00	8.29	0.00	8.40	0.00				
8	7.86	0.00	8.29	0.00	8.40	0.00				
9	7.86	0.00	8.29	0.00	8.40	0.00				
10	7.86	0.00	8.29	0.00	8.40	0.00				
11	7.86	0.00	8.29	0.00	8.40	0.00				
12	7.86	0.00	8.29	0.00	8.40	0.00				
13	7.86	0.00	8.29	0.00	8.40	0.00				
14	7.86	0.00	8.29	0.00	8.40	0.00				
15	7.86	0.00	8.29	0.00	8.40	0.00				
qt (l)	0.00		0.00		0.00					
G (l/min)	0.00		0.00		0.00					
UL	0.0000		0.0000		0.0000					

GRAFICO DE PATRON DE RESULTADOS PARA LA SELECCIÓN DE UNIDADES LUGEON



UNIDAD LUGEON SELECCIONADA: **0.000** UL
 K (PERMEABILIDAD): **0.00E+00** cm/s

REPRESENTACION GRAFICA



OBSERVACIONES:

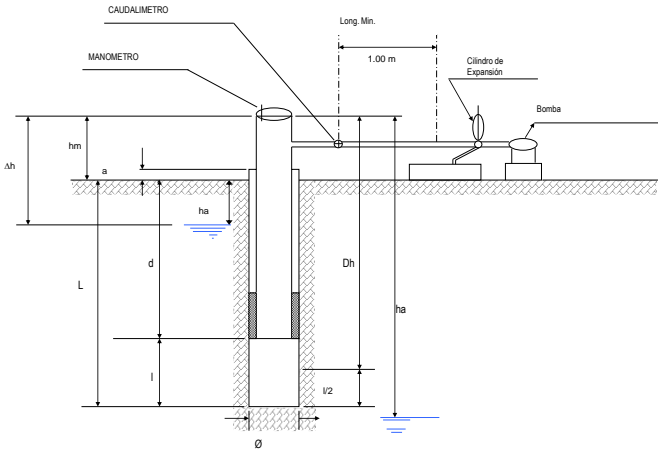
Realizado por Construcción SBP S.A.C.	Revisado por Construcción JJC - BESALCO.	Revisado y Aprobado por QC SBP S.A.C / JJC - BESALCO.	Verificado por QA Representante CIA / SMI.
Firma : _____	Firma : _____	Firma : _____	Firma : _____
Nombre : _____	Nombre : _____	Nombre : _____	Nombre : _____
Fecha : _____	Fecha : _____	Fecha : _____	Fecha : _____

CONTROL DE CALIDAD
REGISTRO DE ENSAYO DE PERMEABILIDAD DE
AGUA A PRESIÓN TIPO LUGEON

R-Q-O-SBP-003

Revisión: 01

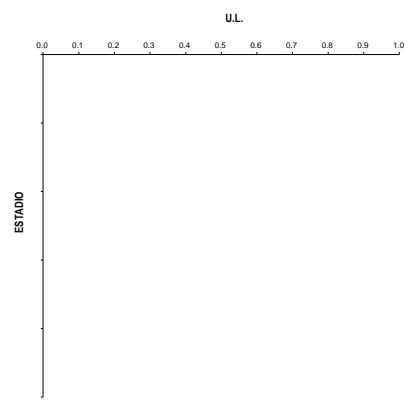
DESCRIPCIÓN DEL TAG:		CLASIFICACIÓN DE LA INSPECCIÓN		N° DE TAG:	
CONTRATO:	K-CC4-153A	CONTRATISTA	<input checked="" type="checkbox"/> SMI <input type="checkbox"/> CLIENTE	SISTEMA DE TRANSFERIDO:	
CONTRATISTA:	JJC BESALCO	SMI	<input type="checkbox"/> OTROS <input type="checkbox"/>	SUB - SISTEMA:	
REGISTRO N°:	046	SONDAJE N°	L3-V001	ÁREA:	
SUPERVISOR:	Mireya Coaguila	PROF. ENSAYO DE :	43.00 a 45.00 m.	COORD. NORTE:	
OPERARIO:	Andy Arias	FECHA :	20/09/2019 Hr. INIC. 21:14 Hr. FINAL: 22:55	COORD. ESTE:	
EQUIPO:	C1	LITOLÓG. DEL TRAMO :	-	INCLINACIÓN:	
REPORTADO POR:	Carmen Zuñiga	PAG.	1	COTA (m.s.n.m.):	
				3036.758	



- hm = ALTURA DEL MANÓMETRO 0.70 m
- a = ALTURA SOBRE NIVEL DEL TERRENO 0.80 m
- ha = PROFUNDIDAD NIVEL FREÁTICO 0.90 m
- Dh = SOBRECARGA HIDRAULICA 1.60 m
- d = PROFUNDIDAD DEL OBTURADOR 43.00 m
- L = PROFUNDIDAD DE PERFORACION 45.00 m
- a = 90 °
- Dh' = Dh CORREGIDA = Sen a x Dh 1.60 m
- i = LONGITUD TRAMO DE ENSAYO 2.00 m
- Ø = DIÁMETRO DEL BULBO DEL ENSAYO 9.6 cm
- P_m = PRESION MANOMETRICA
- P_{ef} = PRESION EFECTIVA EN EL PUNTO MEDIO DEL TRAMO DEL ENSAYO
- D_p = PERDIDAS DE CARGA
- q = VOLUMEN DE AGUA EN LITROS POR MINUTO DURANTE EL ENSAYO
- qt = VOLUMEN TOTAL DE AGUA EN LITROS PARA CADA ESTADO
- G = CAUDAL EN LITROS POR MINUTO PARA CADA ESTADO
- Q = CAUDAL EN LITROS POR MINUTO POR ML. DE TRAMO DE ENSAYO
- UL = UNIDAD LUGEON (Q x 10 / P_{ef})

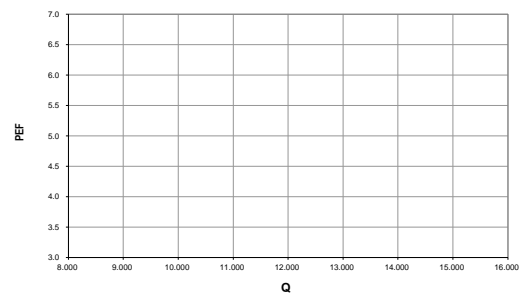
TIEMPO EN MINUTO	P _M = 2.50 Kgal/cm ²		P _M = 5.50 Kgal/cm ²		P _M = 8.00 Kgal/cm ²		P _M = Kgal/cm ²		P _M = Kgal/cm ²	
	LECTURA CAUDAL.	q (l)	LECTURA CAUDAL.	q (l)	LECTURA CAUDAL.	q (l)	LECTURA CAUDAL.	q (l)	LECTURA CAUDAL.	q (l)
0	2.94		2.94		2.94					
1	2.94	0.00	2.94	0.00	2.94	0.00				
2	2.94	0.00	2.94	0.00	2.94	0.00				
3	2.94	0.00	2.94	0.00	2.94	0.00				
4	2.94	0.00	2.94	0.00	2.94	0.00				
5	2.94	0.00	2.94	0.00	2.94	0.00				
6	2.94	0.00	2.94	0.00	2.94	0.00				
7	2.94	0.00	2.94	0.00	2.94	0.00				
8	2.94	0.00	2.94	0.00	2.94	0.00				
9	2.94	0.00	2.94	0.00	2.94	0.00				
10	2.94	0.00	2.94	0.00	2.94	0.00				
11										
12										
13										
14										
15										
qt (l)	0.00		0.00		0.00					
G (l/min)	0.00		0.00		0.00					
UL	0.000		0.0000		0.0000					

GRAFICO DE PATRON DE RESULTADOS PARA LA SELECCIÓN DE UNIDADES LUGEON



UNIDAD LUGEON SELECCIONADA : **0.000** U L
 K (PERMEABILIDAD) : **0.00E+00** cm/s

REPRESENTACION GRAFICA



OBSERVACIONES:

Inflado ed packer 30 baes.

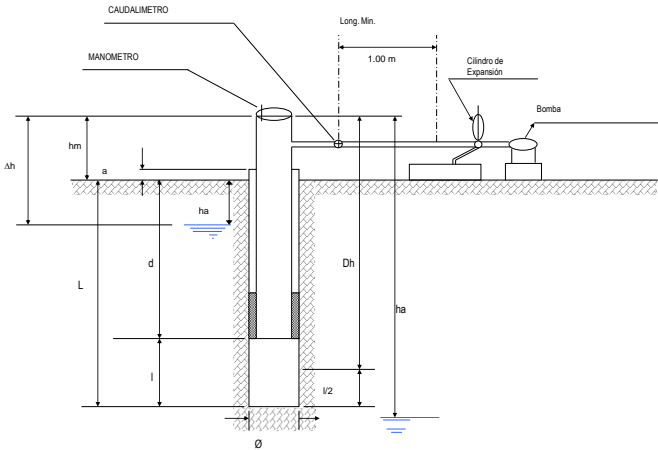
Realizado por Construcción SBP S.A.C.	Revisado por Construcción JJC - BESALCO:	Revisado y Aprobado por QC SBP S.A.C / JJC -BESALCO:	Verificado por QA Representante CIA / SMI:
Firma : _____	Firma : _____	Firma : _____	Firma : _____
Nombre : _____	Nombre : _____	Nombre : _____	Nombre : _____
Fecha : _____	Fecha : _____	Fecha : _____	Fecha : _____

CONTROL DE CALIDAD
REGISTRO DE ENSAYO DE PERMEABILIDAD DE AGUA
A PRESIÓN TIPO LUGEON

R-Q-O-SBP-003

Revisión: 01

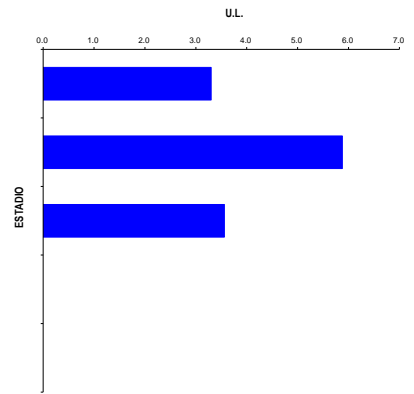
DESCRIPCIÓN DEL TAG:		CLASIFICACIÓN DE LA INSPECCIÓN		N° DE TAG:			
CONTRATO:	K-CC4-153A	CONTRATISTA	<input checked="" type="checkbox"/> SMI	CLIENTE	<input type="checkbox"/>		
CONTRATISTA:	JJC BESALCO	SMI	<input type="checkbox"/>	OTROS	<input type="checkbox"/>		
REGISTRO N°:	056	SONDAJE N°	L3-V002		ÁREA:	4000	
SUPERVISOR:	Jenny Guillen	PROF. ENSAYO DE:	0.00	a	5.00 m.	COORD. NORTE:	8097875.403
OPERARIO:	Edwin Carhuallanqui	FECHA:	1/10/2019	Hr. INIC.	16:50	Hr. FIN.	17:30
EQUIPO:	C1	LITOLÓG. DEL TRAMO:	-	PAG.	1	COORD. ESTE:	319423.578
REPORTADO POR:	Jenny Guillen					INCLINACIÓN:	90
						COTA (m.s.n.m.):	3047.957



- hm = ALTURA DEL MANOMETRO 1.05 m
- a = ALTURA SOBRE NIVEL DEL TERRENO 0.85 m
- ha = PROFUNDIDAD NIVEL FREÁTICO 1.10 m
- Dh = SOBRECARGA HIDRAULICA 2.15 m
- d = PROFUNDIDAD DEL OBTURADOR 0.00 m
- L = PROFUNDIDAD DE PERFORACION 5.00 m
- a = 0.00 °
- Dh' = Dh CORREGIDA = Sen a x Dh 0.00 m
- l = LONGITUD TRAMO DE ENSAYO 5.00 m
- Ø = DIAMETRO DEL BULBO DEL ENSAYO 9.6 cm
- P_M = PRESION MANOMETRICA
- P_{EF} = PRESION EFECTIVA EN EL PUNTO MEDIO DEL TRAMO DEL ENSAYO
- Dp = PERDIDAS DE CARGA
- q = VOLUMEN DE AGUA EN LITROS POR MINUTO DURANTE EL ENSAYO
- qt = VOLUMEN TOTAL DE AGUA EN LITROS PARA CADA ESTADIO
- G = CAUDAL EN LITROS POR MINUTO PARA CADA ESTADIO
- Q = CAUDAL EN LITROS POR MINUTO POR ML. DE TRAMO DE ENSAYO
- UL = UNIDAD LUGEON (Q x l / P_{EF})

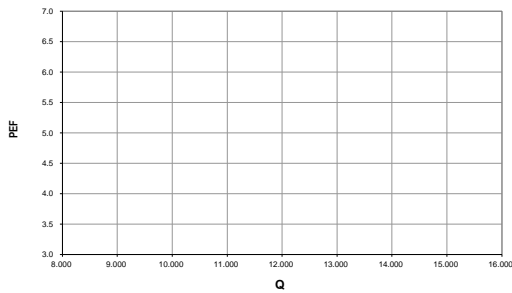
TIEMPO EN MINUTO	P _M = 0.50 Kgal/cm ²		P _M = 1.00 Kgal/cm ²		P _M = 0.50 Kgal/cm ²		P _M = 0.50 Kgal/cm ²		P _M = 0.50 Kgal/cm ²	
	LECTURA CAUDAL.	q (l)	LECTURA CAUDAL.	q (l)	LECTURA CAUDAL.	q (l)	LECTURA CAUDAL.	q (l)	LECTURA CAUDAL.	q (l)
0	569.00		866.00		197.00					
1	585.00	16.00	895.00	29.00	215.00	18.00				
2	602.00	17.00	925.00	30.00	232.00	17.00				
3	619.00	17.00	954.00	29.00	250.00	18.00				
4	630.00	11.00	983.00	29.00	268.00	18.00				
5	652.00	22.00	1,013.00	30.00	286.00	18.00				
6	669.00	17.00	1,043.00	30.00	304.00	18.00				
7	685.00	16.00	1,072.00	29.00	322.00	18.00				
8	702.00	17.00	1,102.00	30.00	340.00	18.00				
9	718.00	16.00	1,131.00	29.00	357.00	17.00				
10	734.00	16.00	1,160.00	29.00	375.00	18.00				
11										
12										
13										
14										
15										
qt (l)	165.00		294.00		178.00					
G (l/min)	16.50		29.40		17.80					
UL	3.300		5.8800		3.5600					

GRAFICO DE PATRON DE RESULTADOS PARA LA SELECCIÓN DE UNIDADES LUGEON



UNIDAD LUGEON SELECCIONADA: **5.880** UL
 K (PERMEABILIDAD): **7.64E-05** cm/s

REPRESENTACION GRAFICA



OBSERVACIONES:

Nivel freático a final de ensayo: 1.00 m.
 Terreno presenta grado de fracturamiento moderado alto.
 El Sondaje atraviesa zona de Falla
 Se usa manómetro LJP-2409 11 bar

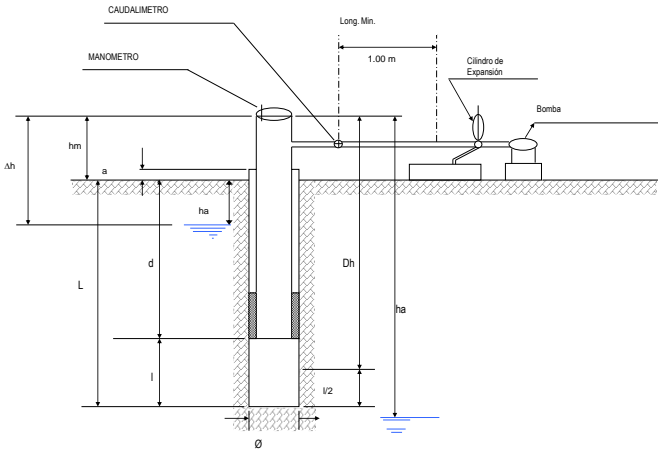
Realizado por Construcción SBP S.A.C.	Revisado por Construcción JJC - BESALCO:	Revisado y Aprobado por QC SBP S.A.C / JJC -BESALCO:	Verificado por QA Representante CIA / SMI:
Firma : _____	Firma : _____	Firma : _____	Firma : _____
Nombre : _____	Nombre : _____	Nombre : _____	Nombre : _____
Fecha : _____	Fecha : _____	Fecha : _____	Fecha : _____

CONTROL DE CALIDAD
REGISTRO DE ENSAYO DE PERMEABILIDAD DE AGUA
A PRESIÓN TIPO LUGEON

R-Q-O-SBP-003

Revisión: 01

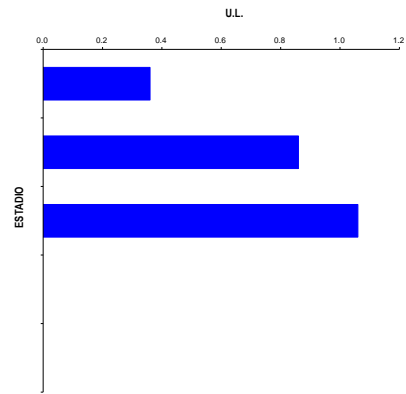
DESCRIPCIÓN DEL TAG:		CLASIFICACIÓN DE LA INSPECCIÓN		N° DE TAG:			
CONTRATO:	K-CC4-153A	CONTRATISTA	<input checked="" type="checkbox"/> SMI	CLIENTE	<input type="checkbox"/>		
CONTRATISTA:	JJC BESALCO	SMI	<input type="checkbox"/>	OTROS	<input type="checkbox"/>		
REGISTRO N°:	057	SONDAJE N°	L3-V002		ÁREA:	4000	
SUPERVISOR:	Jenny Guillen	PROF. ENSAYO DE:	5,00	a	10,00 m.	COORD. NORTE:	8097875.403
OPERARIO:	Edwin Carhuallanqui	FECHA:	2/10/2019	Hr. INIC.	09:30	Hr. FIN.	10:50
EQUIPO:	C1	LITOLÓG. DEL TRAMO:	-	PAG.	1	COORD. ESTE:	319423.578
REPORTADO POR:	Jenny Guillen					INCLINACIÓN:	90
						COTA (m.s.n.m.):	3047.957



- hm = ALTURA DEL MANOMETRO 0.80 m
- a = ALTURA SOBRE NIVEL DEL TERRENO 1.00 m
- ha = PROFUNDIDAD NIVEL FREÁTICO 1.20 m
- Dh = SOBRECARGA HIDRAULICA 2.00 m
- d = PROFUNDIDAD DEL OBTURADOR 5.00 m
- L = PROFUNDIDAD DE PERFORACION 10.00 m
- a = 1.00 °
- Dh' = Dh CORREGIDA = Sen a x Dh 0.03 m
- l = LONGITUD TRAMO DE ENSAYO 5.00 m
- Ø = DIAMETRO DEL BULBO DEL ENSAYO 9.6 cm
- P_M = PRESION MANOMETRICA
- P_{EF} = PRESION EFECTIVA EN EL PUNTO MEDIO DEL TRAMO DEL ENSAYO
- Dp = PERDIDAS DE CARGA
- q = VOLUMEN DE AGUA EN LITROS POR MINUTO DURANTE EL ENSAYO
- qt = VOLUMEN TOTAL DE AGUA EN LITROS PARA CADA ESTADIO
- G = CAUDAL EN LITROS POR MINUTO PARA CADA ESTADIO
- Q = CAUDAL EN LITROS POR MINUTO POR ML. DE TRAMO DE ENSAYO
- UL = UNIDAD LUGEON (Q x l / P_{EF})

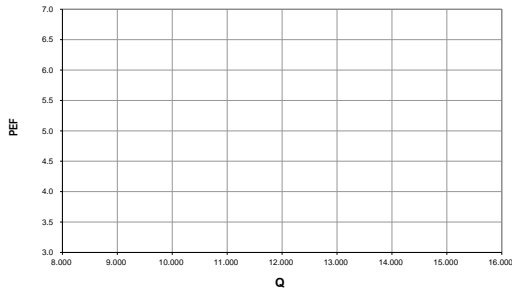
TIEMPO EN MINUTO	P _M = 0.50 Kg/cm ²		P _M = 1.00 Kg/cm ²		P _M = 1.50 Kg/cm ²		P _M = 2.00 Kg/cm ²		P _M = 3.00 Kg/cm ²	
	LECTURA CAUDAL.	q (l)	LECTURA CAUDAL.	q (l)	LECTURA CAUDAL.	q (l)	LECTURA CAUDAL.	q (l)	LECTURA CAUDAL.	q (l)
0	38.00		62.00		115.00					
1	40.00	2.00	66.00	4.00	120.00	5.00				
2	41.00	1.00	71.00	5.00	126.00	6.00				
3	43.00	2.00	75.00	4.00	131.00	5.00				
4	45.00	2.00	79.00	4.00	137.00	6.00				
5	47.00	2.00	84.00	5.00	142.00	5.00				
6	49.00	2.00	88.00	4.00	147.00	5.00				
7	51.00	2.00	92.00	4.00	153.00	6.00				
8	53.00	2.00	97.00	5.00	158.00	5.00				
9	54.00	1.00	101.00	4.00	163.00	5.00				
10	56.00	2.00	105.00	4.00	168.00	5.00				
11										
12										
13										
14										
15										
qt (l)	18.00		43.00		53.00					
G (l/min)	1.80		4.30		5.30					
UL	0.36		0.86		1.06					

GRAFICO DE PATRON DE RESULTADOS PARA LA SELECCIÓN DE UNIDADES LUGEON



UNIDAD LUGEON SELECCIONADA: **1.060** U L
 K (PERMEABILIDAD): 1.38E-05 cm/s

REPRESENTACION GRAFICA



OBSERVACIONES:

Nivel freático a final de ensayo: 0.20 m.
 Terreno presenta grado de fracturamiento alto a moderado.
 El Sondaje atravieza zona de Falla
 Se usa manometro de 7bar.

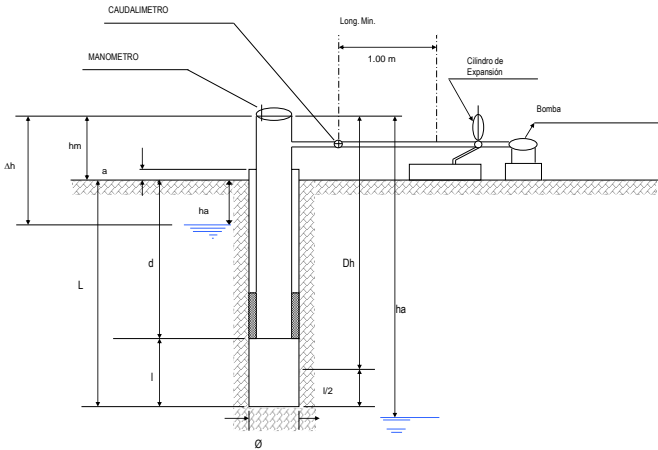
Realizado por Construcción SBP S.A.C.	Revisado por Construcción JJC - BESALCO:	Revisado y Aprobado por QC SBP S.A.C / JJC -BESALCO:	Verificado por QA Representante CIA / SMI:
Firma : _____	Firma : _____	Firma : _____	Firma : _____
Nombre : _____	Nombre : _____	Nombre : _____	Nombre : _____
Fecha : _____	Fecha : _____	Fecha : _____	Fecha : _____

CONTROL DE CALIDAD
REGISTRO DE ENSAYO DE PERMEABILIDAD DE AGUA
A PRESIÓN TIPO LUGEON

R-Q-O-SBP-003

Revisión: 01

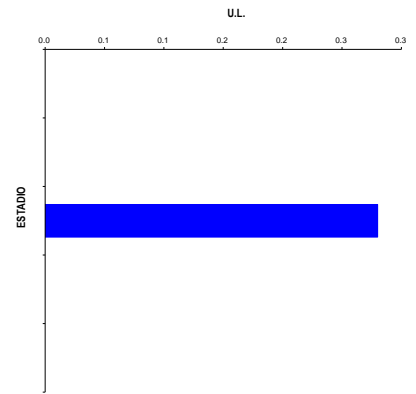
DESCRIPCIÓN DEL TAG:		CLASIFICACIÓN DE LA INSPECCIÓN		N° DE TAG:			
CONTRATO:	K-CC4-153A	CONTRATISTA	<input checked="" type="checkbox"/> SMI	CLIENTE	<input type="checkbox"/>		
CONTRATISTA:	JJC BESALCO	SMI	<input type="checkbox"/>	OTROS	<input type="checkbox"/>		
REGISTRO N°:	058	SONDAJE N°	L3-V002		ÁREA:	4000	
SUPERVISOR:	Jenny Guillen	PROF. ENSAYO DE:	10.00	a	15.00 m.	COORD. NORTE:	8097875.403
OPERARIO:	Edwin Carhuallanqui	FECHA:	2/10/2019	Hr. INIC.	14:00	Hr. FIN.	15:10
EQUIPO:	C1	LITOLÓG. DEL TRAMO:	-	PAG.	1	COORD. ESTE:	319423.578
REPORTADO POR:	Jenny Guillen					INCLINACIÓN:	90
						COTA (m.s.n.m.):	3047.957



- hm = ALTURA DEL MANOMETRO 0.80 m
- a = ALTURA SOBRE NIVEL DEL TERRENO 0.95 m
- ha = PROFUNDIDAD NIVEL FREÁTICO 0.60 m
- Dh = SOBRECARGA HIDRAULICA 1.40 m
- d = PROFUNDIDAD DEL OBTURADOR 10.00 m
- L = PROFUNDIDAD DE PERFORACION 15.00 m
- a = 0.95 °
- Dh' = Dh CORREGIDA = Sen a x Dh 0.02 m
- l = LONGITUD TRAMO DE ENSAYO 5.00 m
- Ø = DIAMETRO DEL BULBO DEL ENSAYO 9.6 cm
- P_M = PRESION MANOMETRICA
- P_{EF} = PRESION EFECTIVA EN EL PUNTO MEDIO DEL TRAMO DEL ENSAYO
- Dp = PERDIDAS DE CARGA
- q = VOLUMEN DE AGUA EN LITROS POR MINUTO DURANTE EL ENSAYO
- qt = VOLUMEN TOTAL DE AGUA EN LITROS PARA CADA ESTADIO
- G = CAUDAL EN LITROS POR MINUTO PARA CADA ESTADIO
- Q = CAUDAL EN LITROS POR MINUTO POR ML. DE TRAMO DE ENSAYO
- UL = UNIDAD LUGEON (Q x l / P_{EF})

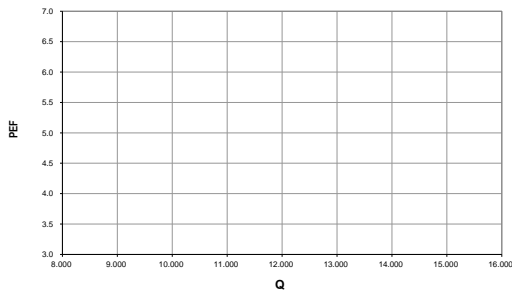
TIEMPO EN MINUTO	P _M = 1.00 Kgal/cm ²		P _M = 1.50 Kgal/cm ²		P _M = 2.50 Kgal/cm ²		P _M = 0.50 Kgal/cm ²	
	LECTURA CAUDAL.	q (l)	LECTURA CAUDAL.	q (l)	LECTURA CAUDAL.	q (l)	LECTURA CAUDAL.	q (l)
0	302.00		303.00		306.00			
1	302.00	0.00	303.00	0.00	307.00	1.00		
2	302.00	0.00	303.00	0.00	309.00	2.00		
3	302.00	0.00	303.00	0.00	310.00	1.00		
4	302.00	0.00	303.00	0.00	311.00	1.00		
5	302.00	0.00	303.00	0.00	313.00	2.00		
6	302.00	0.00	303.00	0.00	314.00	1.00		
7	302.00	0.00	303.00	0.00	316.00	2.00		
8	302.00	0.00	303.00	0.00	317.00	1.00		
9	302.00	0.00	303.00	0.00	319.00	2.00		
10	302.00	0.00	303.00	0.00	320.00	1.00		
11								
12								
13								
14								
15								
qt (l)	0.00		0.00		14.00			
G (l/min)	0.00		0.00		1.40			
UL	0.00		0.00		0.28			

GRAFICO DE PATRON DE RESULTADOS PARA LA SELECCIÓN DE UNIDADES LUGEON



UNIDAD LUGEON SELECCIONADA: **0.280** U L
 K (PERMEABILIDAD): **3.64E-06** cm/s

REPRESENTACION GRAFICA



OBSERVACIONES:

- Nivel freático a final de ensayo: 1.00 m.
- Terreno presenta grado de fracturamiento moderado a alto, relleno de caliza y arcillas.
- Presencia de restos de lechada en sondeo.
- Se usa manómetro de 7bar.

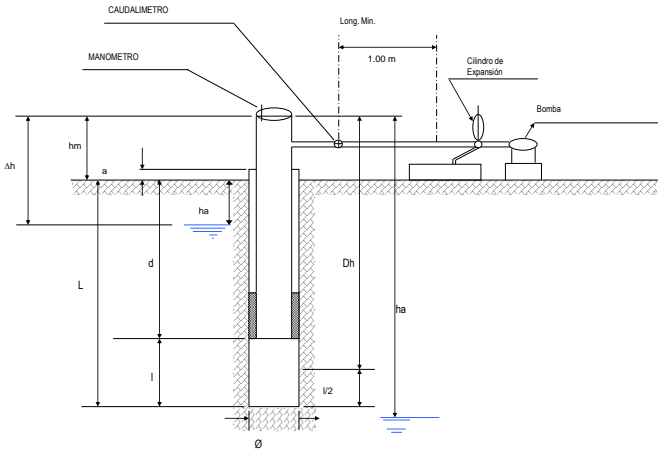
Realizado por Construcción SBP S.A.C.	Revisado por Construcción JJC - BESALCO:	Revisado y Aprobado por QC SBP S.A.C / JJC -BESALCO:	Verificado por QA Representante CIA / SMI:
Firma : _____	Firma : _____	Firma : _____	Firma : _____
Nombre : _____	Nombre : _____	Nombre : _____	Nombre : _____
Fecha : _____	Fecha : _____	Fecha : _____	Fecha : _____

CONTROL DE CALIDAD
REGISTRO DE ENSAYO DE PERMEABILIDAD DE AGUA
A PRESIÓN TIPO LUGEON

R-Q-O-SBP-003

Revisión: 01

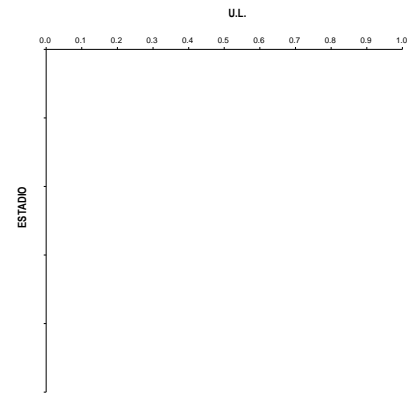
DESCRIPCIÓN DEL TAG:		CLASIFICACIÓN DE LA INSPECCIÓN		N° DE TAG:			
CONTRATO:	K-CC4-153A	CONTRATISTA	<input checked="" type="checkbox"/> SMI	CLIENTE	<input type="checkbox"/>		
CONTRATISTA:	JJC BESALCO	SMI	<input type="checkbox"/>	OTROS	<input type="checkbox"/>		
REGISTRO N°:	059	SONDAJE N°	L3-V002		ÁREA:	4000	
SUPERVISOR:	Jenny Guillen	PROF. ENSAYO DE:	15.00	a	20.00	COORD. NORTE:	8097875.403
OPERARIO:	Edwin Carhuallanqui	FECHA:	2/10/2019	Hr. INIC.	16:30	Hr. FIN.	17:30
EQUIPO:	C1	LITOLÓG. DEL TRAMO:	-	PAG.	1	COORD. ESTE:	319423.578
REPORTADO POR:	Jenny Guillen					INCLINACIÓN:	90
						COTA (m.s.n.m.):	3047.957



hm	=	ALTURA DEL MANÓMETRO	0.80	m
a	=	ALTURA SOBRE NIVEL DEL TERRENO	1.20	m
ha	=	PROFUNDIDAD NIVEL FREÁTICO	1.30	m
Dh	=	SOBRECARGA HIDRAULICA	2.10	m
d	=	PROFUNDIDAD DEL OBTURADOR	15.00	m
L	=	PROFUNDIDAD DE PERFORACION	20.00	m
a	=		1.20	°
Dh'	=	Dh CORREGIDA = Sen a x Dh	0.04	m
l	=	LONGITUD TRAMO DE ENSAYO	5.00	m
Ø	=	DIÁMETRO DEL BULBO DEL ENSAYO	9.6	cm
P _m	=	PRESION MANOMETRICA		
P _{ef}	=	PRESION EFECTIVA EN EL PUNTO MEDIO DEL TRAMO DEL ENSAYO		
D _p	=	PERDIDAS DE CARGA		
q	=	VOLUMEN DE AGUA EN LITROS POR MINUTO DURANTE EL ENSAYO		
qt	=	VOLUMEN TOTAL DE AGUA EN LITROS PARA CADA ESTADO		
G	=	CAUDAL EN LITROS POR MINUTO PARA CADA ESTADO		
Q	=	CAUDAL EN LITROS POR MINUTO POR ML. DE TRAMO DE ENSAYO		
UL	=	UNIDAD LUGEON (Q x 10 / P _{ef})		

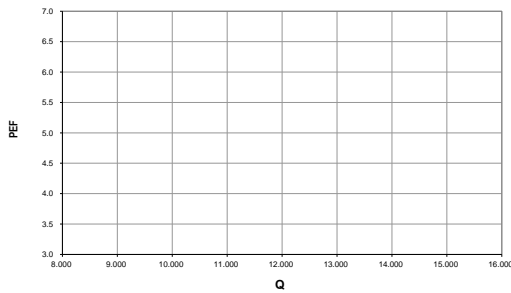
TIEMPO EN MINUTO	P _m = 1.00 Kgal/cm ²		P _m = 2.00 Kgal/cm ²		P _m = 3.50 Kgal/cm ²		P _m = 5.00 Kgal/cm ²	
	LECTURA CAUDAL	q (l)	LECTURA CAUDAL	q (l)	LECTURA CAUDAL	q (l)	LECTURA CAUDAL	q (l)
0	330.00		331.00		331.00			
1	330.00	0.00	331.00	0.00	331.00	0.00		
2	330.00	0.00	331.00	0.00	331.00	0.00		
3	330.00	0.00	331.00	0.00	331.00	0.00		
4	330.00	0.00	331.00	0.00	331.00	0.00		
5	330.00	0.00	331.00	0.00	331.00	0.00		
6	330.00	0.00	331.00	0.00	331.00	0.00		
7	330.00	0.00	331.00	0.00	331.00	0.00		
8	330.00	0.00	331.00	0.00	331.00	0.00		
9	330.00	0.00	331.00	0.00	331.00	0.00		
10	330.00	0.00	331.00	0.00	331.00	0.00		
11								
12								
13								
14								
15								
qt (l)	0.00		0.00		0.00			
G (l/min)	0.00		0.00		0.00			
UL	0.00		0.00		0.00			

GRAFICO DE PATRON DE RESULTADOS PARA LA SELECCIÓN DE UNIDADES LUGEON



UNIDAD LUGEON SELECCIONADA: **0.000** U L
 K (PERMEABILIDAD): **0.00E+00** cm/s

REPRESENTACION GRAFICA



OBSERVACIONES:

Nivel freático a final de ensayo: 2.40 m.
 Terreno presenta grado de fracturamiento moderado, relleno de caliza y arcillas en fracturas.
 En el tramo de 17.90 a 19.00 m, grado de fracturamiento alto con presencia de arcillas.
 Se usa manómetro de 7bar.

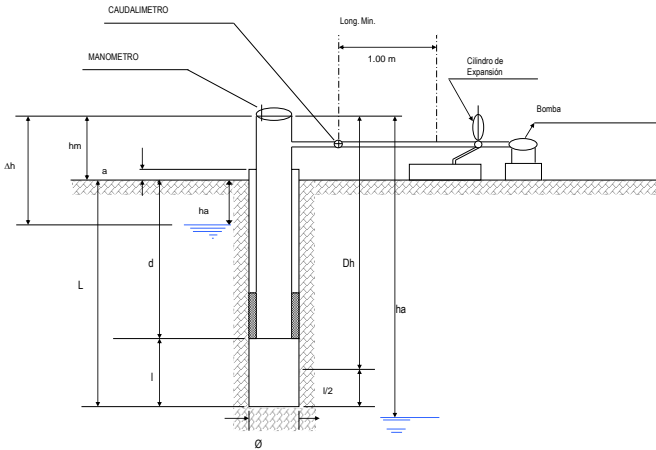
Realizado por Construcción SBP S.A.C.	Revisado por Construcción JJC - BESALCO:	Revisado y Aprobado por QC SBP S.A.C / JJC - BESALCO:	Verificado por QA Representante CIA / SMI:
Firma : _____	Firma : _____	Firma : _____	Firma : _____
Nombre : _____	Nombre : _____	Nombre : _____	Nombre : _____
Fecha : _____	Fecha : _____	Fecha : _____	Fecha : _____

CONTROL DE CALIDAD
REGISTRO DE ENSAYO DE PERMEABILIDAD DE AGUA
A PRESIÓN TIPO LUGEON

R-Q-O-SBP-003

Revisión: 01

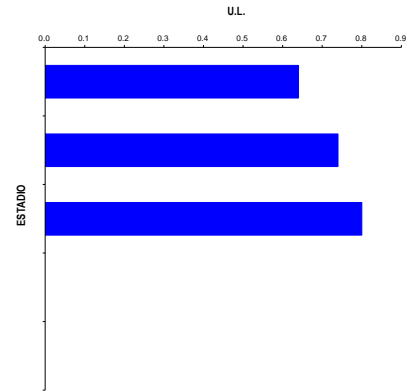
DESCRIPCIÓN DEL TAG:		CLASIFICACIÓN DE LA INSPECCIÓN		N° DE TAG:			
CONTRATO:	K-CC4-153A	CONTRATISTA	<input checked="" type="checkbox"/> SMI	CLIENTE	<input type="checkbox"/>		
CONTRATISTA:	JJC BESALCO	SMI	<input type="checkbox"/>	OTROS	<input type="checkbox"/>		
REGISTRO N°:	060	SONDAJE N°	L3-V002		ÁREA:	4000	
SUPERVISOR:	Jenny Guillen	PROF. ENSAYO DE:	20.00	a	25.00 m.	COORD. NORTE:	8097875.403
OPERARIO:	Edwin Carhuallanqui	FECHA:	3/10/2019	Hr. INIC.	11:15	Hr. FIN.	12:00
EQUIPO:	C1	LITOLÓG. DEL TRAMO:	-	PAG.	1	COORD. ESTE:	319423.578
REPORTADO POR:	Jenny Guillen					INCLINACIÓN:	90
						COTA (m.s.n.m.):	3047.957



hm	=	ALTURA DEL MANOMETRO	0.80	m
a	=	ALTURA SOBRE NIVEL DEL TERRENO	0.50	m
ha	=	PROFUNDIDAD NIVEL FREÁTICO	1.10	m
Dh	=	SOBRECARGA HIDRAULICA	1.90	m
d	=	PROFUNDIDAD DEL OBTURADOR	20.00	m
L	=	PROFUNDIDAD DE PERFORACION	25.00	m
a	=		1.10	°
Dh'	=	Dh CORREGIDA = Sen a x Dh	0.04	m
l	=	LONGITUD TRAMO DE ENSAYO	5.00	m
Ø	=	DIAMETRO DEL BULBO DEL ENSAYO	9.6	cm
P_M	=	PRESION MANOMETRICA		
P_{EF}	=	PRESION EFECTIVA EN EL PUNTO MEDIO DEL TRAMO DEL ENSAYO		
D_p	=	PERDIDAS DE CARGA		
q	=	VOLUMEN DE AGUA EN LITROS POR MINUTO DURANTE EL ENSAYO		
qt	=	VOLUMEN TOTAL DE AGUA EN LITROS PARA CADA ESTADIO		
G	=	CAUDAL EN LITROS POR MINUTO PARA CADA ESTADIO		
Q	=	CAUDAL EN LITROS POR MINUTO POR ML. DE TRAMO DE ENSAYO		
UL	=	UNIDAD LUGEON ($Q \times 10 / P_{EF}$)		

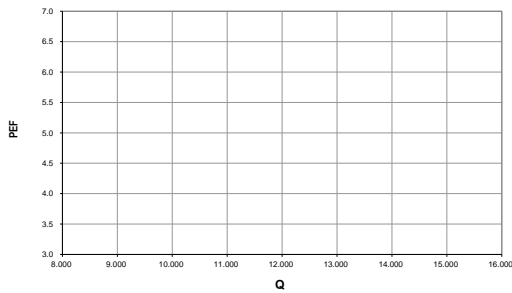
TIEMPO EN MINUTO	$P_M = 1.50$ Kcal/cm ²		$P_M = 3.00$ Kcal/cm ²		$P_M = 4.50$ Kcal/cm ²		$P_M = 0.50$ Kcal/cm ²	
	LECTURA CAUDAL	q (l)	LECTURA CAUDAL	q (l)	LECTURA CAUDAL	q (l)	LECTURA CAUDAL	q (l)
0	894.00		944.00		999.00			
1	897.00	3.00	948.00	4.00	1,003.00	4.00		
2	900.00	3.00	952.00	4.00	1,007.00	4.00		
3	904.00	4.00	956.00	4.00	1,011.00	4.00		
4	907.00	3.00	960.00	4.00	1,015.00	4.00		
5	910.00	3.00	963.00	3.00	1,019.00	4.00		
6	913.00	3.00	967.00	4.00	1,023.00	4.00		
7	916.00	3.00	970.00	3.00	1,027.00	4.00		
8	920.00	4.00	974.00	4.00	1,031.00	4.00		
9	923.00	3.00	977.00	3.00	1,035.00	4.00		
10	926.00	3.00	981.00	4.00	1,039.00	4.00		
11								
12								
13								
14								
15								
qt (l)	32.00		37.00		40.00			
G (l/min)	3.20		3.70		4.00			
UL	0.64		0.74		0.80			

GRAFICO DE PATRON DE RESULTADOS PARA LA SELECCIÓN DE UNIDADES LUGEON



UNIDAD LUGEON SELECCIONADA: **0.800** U L
 K (PERMEABILIDAD): 1.04E-05 cm/s

REPRESENTACION GRAFICA



OBSERVACIONES:

Nivel freático a final de ensayo: 1.00 m.
 Terreno presenta grado de fracturamiento moderado a bajo, relleno de calcita y arcillas en juntas.
 Se verifica en cajas de tetsigo, rastros de lechada de cemento.
 Se usa manómetro de 7 bar.

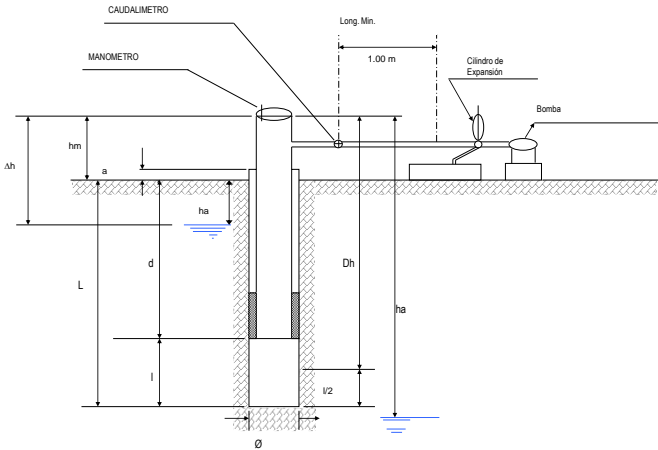
Realizado por Construcción SBP S.A.C.	Revisado por Construcción JJC - BESALCO:	Revisado y Aprobado por QC SBP S.A.C / JJC -BESALCO:	Verificado por QA Representante CIA / SMI:
Firma : _____	Firma : _____	Firma : _____	Firma : _____
Nombre : _____	Nombre : _____	Nombre : _____	Nombre : _____
Fecha : _____	Fecha : _____	Fecha : _____	Fecha : _____

CONTROL DE CALIDAD
REGISTRO DE ENSAYO DE PERMEABILIDAD DE AGUA
A PRESIÓN TIPO LUGEON

R-Q-O-SBP-003

Revisión: 01

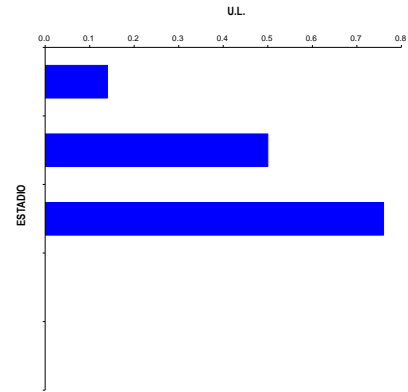
DESCRIPCIÓN DEL TAG:		CLASIFICACIÓN DE LA INSPECCIÓN		N° DE TAG:			
CONTRATO:	K-CC4-153A	CONTRATISTA	<input checked="" type="checkbox"/> SMI	CLIENTE	<input type="checkbox"/>		
CONTRATISTA:	JJC BESALCO	SMI	<input type="checkbox"/>	OTROS	<input type="checkbox"/>		
REGISTRO N°:	061	SONDAJE N°	L3-V002		ÁREA:	4000	
SUPERVISOR:	Jenny Guillen	PROF. ENSAYO DE :	25.00	a	30.00	COORD. NORTE:	8097875.403
OPERARIO:	Edwin Carhuallanqui	FECHA :	3/10/2019	Hr. INIC.	13:50	Hr. FIN.	15:00
EQUIPO:	C1	LITOLÓG. DEL TRAMO :	-	PAG.	1	COORD. ESTE:	319423.578
REPORTADO POR:	Jenny Guillen					INCLINACIÓN:	90
						COTA (m.s.n.m.):	3047.957



- hm = ALTURA DEL MANOMETRO 0.80 m
- a = ALTURA SOBRE NIVEL DEL TERRENO 0.90 m
- ha = PROFUNDIDAD NIVEL FREÁTICO 0.20 m
- Dh = SOBRECARGA HIDRAULICA 1.00 m
- d = PROFUNDIDAD DEL OBTURADOR 25.00 m
- L = PROFUNDIDAD DE PERFORACION 30.00 m
- a = 0.90 °
- Dh' = Dh CORREGIDA = Sen a x Dh 0.02 m
- l = LONGITUD TRAMO DE ENSAYO 5.00 m
- Ø = DIAMETRO DEL BULBO DEL ENSAYO 9.6 cm
- P_M = PRESION MANOMETRICA
- P_{EF} = PRESION EFECTIVA EN EL PUNTO MEDIO DEL TRAMO DEL ENSAYO
- D_p = PERDIDAS DE CARGA
- q = VOLUMEN DE AGUA EN LITROS POR MINUTO DURANTE EL ENSAYO
- qt = VOLUMEN TOTAL DE AGUA EN LITROS PARA CADA ESTADIO
- G = CAUDAL EN LITROS POR MINUTO PARA CADA ESTADIO
- Q = CAUDAL EN LITROS POR MINUTO POR ML. DE TRAMO DE ENSAYO
- UL = UNIDAD LUGEON (Q x 10 / P_{EF})

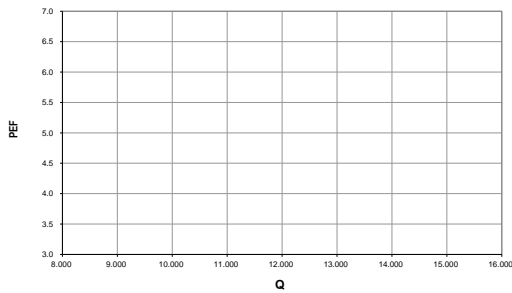
TIEMPO EN MINUTO	P _M = 1.50 Kg/cm ²		P _M = 3.50 Kg/cm ²		P _M = 5.50 Kg/cm ²		P _M = 7.50 Kg/cm ²		P _M = 9.50 Kg/cm ²	
	LECTURA CAUDAL.	q (l)	LECTURA CAUDAL.	q (l)	LECTURA CAUDAL.	q (l)	LECTURA CAUDAL.	q (l)	LECTURA CAUDAL.	q (l)
0	238.00		248.00		276.00					
1	239.00	1.00	250.00	2.00	279.00	3.00				
2	240.00	1.00	252.00	2.00	282.00	3.00				
3	240.00	0.00	255.00	3.00	285.00	3.00				
4	240.00	0.00	257.00	2.00	288.00	3.00				
5	241.00	1.00	260.00	3.00	292.00	4.00				
6	241.00	0.00	263.00	3.00	296.00	4.00				
7	242.00	1.00	265.00	2.00	300.00	4.00				
8	243.00	1.00	267.00	2.00	305.00	5.00				
9	244.00	1.00	270.00	3.00	309.00	4.00				
10	245.00	1.00	273.00	3.00	314.00	5.00				
11										
12										
13										
14										
15										
qt (l)	7.00		25.00		38.00					
G (l/min)	0.70		2.50		3.80					
UL	0.14		0.50		0.76					

GRAFICO DE PATRON DE RESULTADOS PARA LA SELECCIÓN DE UNIDADES LUGEON



UNIDAD LUGEON SELECCIONADA : **0.760** UL
 K (PERMEABILIDAD) : 9.88E-06 cm/s

REPRESENTACION GRAFICA



OBSERVACIONES:

Nivel freático a final de ensayo: 0.25m.
 Terreno presenta grado de fracturamiento debil, relleno de caliza y arcillas en juntas.
 Se usa manometro de 7 bar.

Realizado por Construcción SBP S.A.C.	Revisado por Construcción JJC - BESALCO:	Revisado y Aprobado por QC SBP S.A.C / JJC -BESALCO:	Verificado por QA Representante CIA / SMI:
Firma : _____	Firma : _____	Firma : _____	Firma : _____
Nombre : _____	Nombre : _____	Nombre : _____	Nombre : _____
Fecha : _____	Fecha : _____	Fecha : _____	Fecha : _____