

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO

FACULTAD DE INGENIERÍA GEOLÓGICA Y METALÚRGICA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA GEOLÓGICA



PUNO - PERÚ

2014

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO

FACULTAD DE INGENIERÍA GEOLÓGICA Y METALÚRGICA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA GEOLÓGICA

**“EVALUACIÓN GEOLÓGICA Y GEOTÉCNICO PARA
LA CONSTRUCCIÓN DE LA PRESA CHONTA –****CAJAMARCA”****TESIS**

PRESENTADO POR EL BACHILLER:

JUAN CARLOS PACOMPIA FLORES

PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO GEÓLOGO

APROBADO POR EL JURADO REVISOR CONFORMADO POR:

Presidente : M.Sc. FLAVIO ROSADO LINARES

Primer Miembro : M.Sc. ERNESTO SAMUEL MACHACCA HANCCO

Segundo Miembro : Ing. AGUSTÍN VÍCTOR VÉLEZ VILCA

Asesor de Tesis : Ing. JUAN FREDY CALLA FERNÁNDEZ

PUNO - PERÚ**2014****AREA: Planificación y estrategias
TEMA: Estudio geotécnico y geodinámica**

ÍNDICE

Dedicatoria	
Agradecimientos	
Lista de figuras	
Lista de cuadros	
Lista de siglas	
CAPITULO I	Página
1. GENERALIDADES.....	1
2. INTRODUCCION.....	1
1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	1
1.2 FORMULACION DEL PROBLEMA.....	2
1.3 ANTECEDENTES.....	2
1.4 JUSTIFICACIÓN.....	4
1.5 HIPÓTESIS GENERAL.....	5
1.6 OBJETIVO.....	5
1.7 METODOLOGÍA.....	6
CAPITULO II	
MARCO TEORICO Y CONCEPTUAL.....	9
2.1 GEOMORFOLOGÍA.....	9
2.1.1 Superficies de Erosión.....	9
2.1.2 Áreas de Drenaje.....	9
2.1.3 Áreas Glaciadas.....	10
2.1.4 Cordillera Occidental.....	10
2.1.5 Valles del Río Chonta.....	11
2.2 LITOESTRATIGRAFÍA.....	11
2.3 MESOZOICO, CRETÁCEO INFERIOR Y SUPERIOR (Ki- Ks).....	12
2.3.1 Formación Yamagual (Ks-yu).....	12
2.3.2 Formación Mujarrún y Grupo Quilquiñan (Ks – qmu).....	12
2.3.3 Formación Cajamarca (Ks – ca).....	12
2.3.4 Formación Celendín (Ks – ce).....	13
2.4 CENOZOICO.....	13
2.4.1 Volcánico Huambos (Ti – vh).....	13
2.4.2 Depósitos Cuaternarios.....	14
2.4.3 Depósitos Aluviales.....	14
2.4.4 Depósitos deluviales coluviales (Q-del-co).....	14

2.5 GEODINÁMICA EXTERNA.....	15
2.5.1 Grado de Meteorización.....	15
2.5.2 Grado de Fracturamiento.....	16
2.5.3 Grado de Alteración.....	16
2.5.4 Movimiento de Masas.....	16
2.5.5 Fallas de Desgarre.....	17
2.5.6 Mecánica de Rocas.....	17
2.5.7 Clasificación Geomecánica del Macizo Rocoso.....	17
2.5.8 Índice de Calidad de Macizo Rocoso.....	18
2.5.9 Cimentaciones en Presas.....	19
2.5.10 Resistencia al Corte.....	19
2.5.11 Ensayos de Resistencia al Corte.....	20
2.5.12 Ensayos de Capacidad Portante.....	20
2.5.13 Ensayos de Permeabilidad.....	21
2.5.14 Construcción de Tipos de Presa.....	24
2.5.15 Excavación de Calicatas en el Área del Embalse.....	24
2.5.16 Presa.....	25
2.5.17 Componentes de una Presa.....	25
2.5.18 Presión de hundimiento.....	26
2.5.19 Tipos de flujos.....	26
2.5.20 Presión Efectiva (PE).....	27
2.5.21 Presión Manométrica (PM).....	28
CAPITULO III	
CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INVESTIGACIÓN.....	29
3.1 ASPECTOS GENERALES.....	29
3.2 UBICACIÓN Y ACCESIBILIDAD.....	29
3.3 EXTENSIÓN.....	31
3.4 ELEMENTOS DE CLIMA.....	31
3.4.1 Temperatura.....	31
3.5 HIDROLOGIA.....	32
3.5.1 Precipitación Pluvial.....	32
3.5.2 Velocidad del Viento.....	36
3.6 GEOLOGÍA EN EL EJE DE LA PRESA.....	36
3.6.1 Geomorfología.....	36
3.7 GEOLOGÍA LOCAL.....	37
3.7.1 Geología Estructural.....	37
3.7.2 Geodinámica Externa.....	38

3.8 GEOLOGÍA DEL EMBALSE DE LA PRESA.....	39
3.8.1 Caracterización del Macizo Rocoso en la Presa.....	40
3.8.2 Litología en el Eje de la Presa	41
3.9 PERFORACION DIAMANTINA.....	42
3.10 ENSAYOS GEOTECNICOS.....	44
3.10.1 Ensayos de Permeabilidad.....	44
3.10.2 Ensayo de Permeabilidad tipo Lugeon.....	44
CAPITULO IV	
ANÁLISIS Y EXPOSICIÓN DE RESULTADOS.....	46
4.1 GEOTECNIA DE LA ZONA DEL EMBALSE	46
4.2 INVESTIGACIÓN DE CAMPO.....	48
4.2.1 Características Geotécnicas.....	51
4.3 GEOTECNIA DE LA CIMENTACIÓN DE LA PRESA.....	57
4.3.1 Condiciones Geotécnicas en la Cimentación de la Presa.....	57
4.3.2 Análisis de la Cimentación en Eje de Presa.....	73
4.3.3 En Estribo Izquierdo.....	73
4.3.4 En Estribo Derecho.....	75
4.3.5 Diseño de Tratamiento de Fundación de la Presa.....	78
4.4 MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN	81
4.4.1 Generalidades.....	82
4.5 MATERIALES PARA AGREGADOS DE CONCRETO.....	84
4.5.1 Canteras de Roca Sangal (CR-1).....	83
4.5.2 Cantera de Roca Chicche (CR-2).....	84
4.5.3 Fuentes de Agua	85
CONCLUSIONES.....	87
RECOMENDACIONES.....	88
BIBLIOGRAFÍA.....	89
ANEXOS	
1. PLANO DE UBICACIÓN (PLANO LAM-00)	
2. PLANO GEOLOGÍA DE LA PRESA (PLANO LAM-01)	
3. PLANO GEOLOGÍA DEL EMBALSE DE LA PRESA (PLANO LAM-02)	
4. PLANO SECCIÓN GEOLÓGICA CON REGISTROS DE RECUPERACIÓN Y RQD (LAM-03)	
5. PLANO SECCIÓN DE ZONAS DE ISOVALORES DE COEFICIENTES DE PERMEABILIDAD (PLANO LAM-04)	
6. PLANO DE CANTERAS Y FUENTES DE AGUA (PLANO LAM-05)	
7. PLANO DE PANTALLA DE INYECCIONES (PLANO LAM-06)	
8. PLANO DE PERFORACIONES (PLANO LAM-07)	

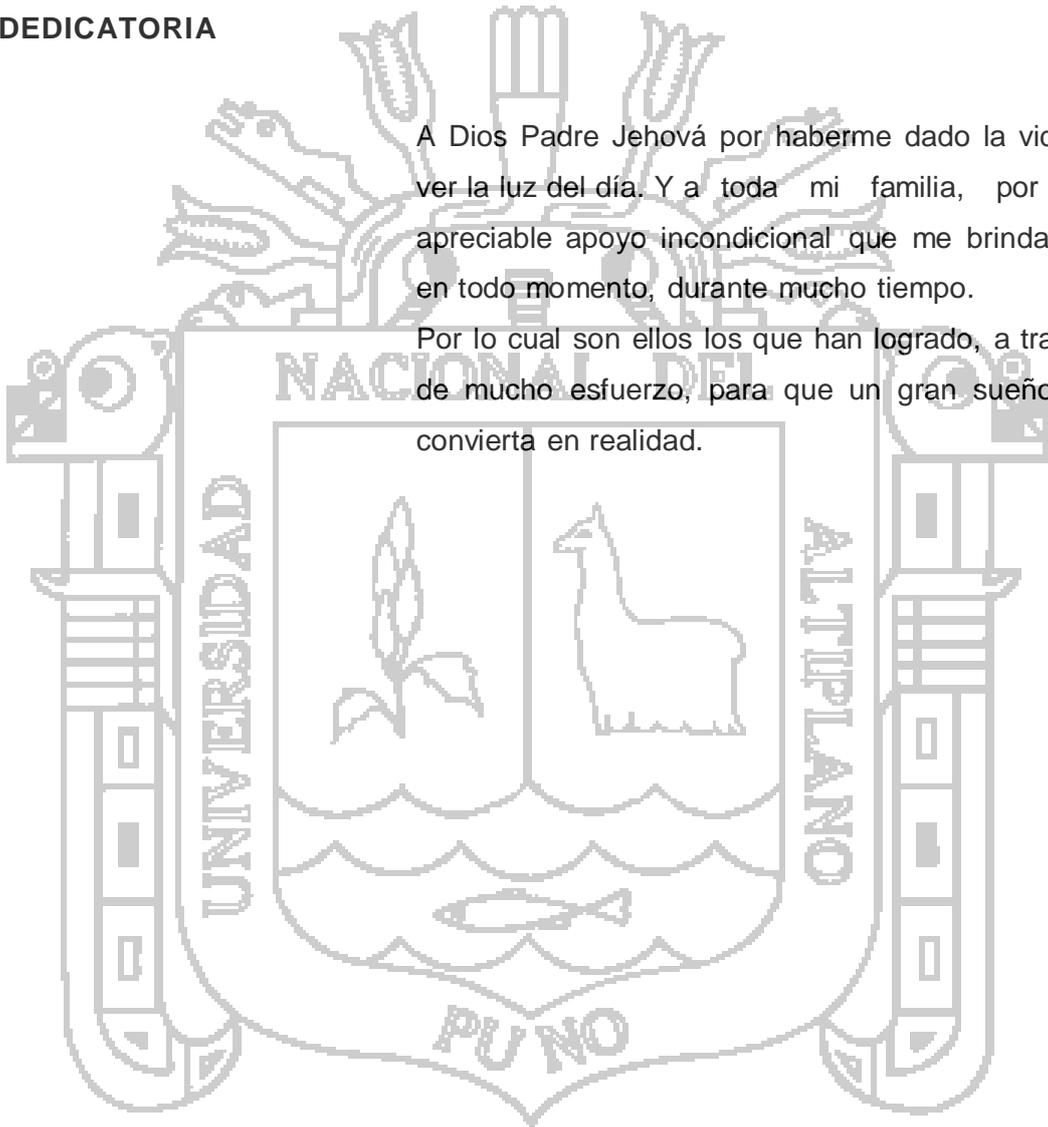
9. PLANO DE GEOLOGIA ESTRUCTURAL (PLANO LAM-08)
10. ENSAYOS DE LABORATORIO
11. ENSAYOS DE PERMEABILIDAD



DEDICATORIA

A Dios Padre Jehová por haberme dado la vida y ver la luz del día. Y a toda mi familia, por su apreciable apoyo incondicional que me brindaron, en todo momento, durante mucho tiempo.

Por lo cual son ellos los que han logrado, a través de mucho esfuerzo, para que un gran sueño se convierta en realidad.



AGRADECIMIENTOS

A MI ASESOR

Doy muchas gracias a mi asesor de tesis, por la calma que me tuvo y por sus consejos.

Ing. Juan Fredy Calla Fernández por haberme guiado para elaborar dicha tesis.

De igual forma a los jurados.

M.Sc. Flavio Rosado Linares

M.Sc. Hernesto Samuel Machacca Hanco

Ing. Agustín Víctor Vélez Vilca

Por formar la parte muy importante y para dar legalidad a esta tesis.

CON MUCHO CARIÑO PARA MI ESCUELA

Doy gracias a la Escuela Profesional Facultad de Ingeniería Geológica por haber confiado en mí, por esa oportunidad que me brindó para formar parte de esta gran Escuela por haberme cobijado durante cinco años, por lo cual estoy comprometido de mostrar la excelencia académica adquirida en las aulas de dicha Institución, con el gran propósito de mostrarme como profesional y llevar a lo más alto el nombre de la Universidad Nacional del Altiplano.

LISTA DE FIGURAS**Página**

Figura N° 01: Flujograma Metodológico de Estudio.....	08
Figura N° 02: Ubicacion del area de Estudio.....	30
Figura N° 03: Variación Mensual de la Temperatura.....	32
Figura N° 04: Variación Mensual de Precipitacion.....	33
Figura N° 05: Histograma de Caudal medio mensual Generado año Promedio.....	34
Figura N° 06: Cuenca del rio Chonta.....	35
Figura N° 07: Influencia de Escala en Comportamiento del Macizo.....	46
Figura N° 08: Determinación de Presiones	46
Figura N° 09: Coeficiente de Carga de Hundimiento.....	48

LISTA DE TABLAS

Tabla N° 01: Clasificación Mecánica (RMR).....	58
--	----



LISTA DE CUADROS**Página**

Cuadro N° 01: Columna Estratigráfica Regional.....	15
Cuadro N° 02: Distribución Media Mensual de los Caudales del Rio Chonta.....	32
Cuadro N° 03: Distribución Media Mensual de los Caudales del Rio Chonta.....	34
Cuadro N° 04: Geodinámica Externa en el Area de Inundación.....	39
Cuadro N° 05: Resumen de las perforaciones Diamantinas del Eje de Presa.....	41
Cuadro N° 06: Brocas Utilizadas en Perforaciones.....	43
Cuadro N° 07: Resumen de Perf. Realizadas en el Estudio Presa Chonta.....	43
Cuadro N° 08: Relación de Calicatas en el Vaso.....	49
Cuadro N° 09: Pruebas de Permeabilidad PRCH – 02 (Área Vaso).....	50
Cuadro N° 10: Pruebas de Permeabilidad PRCH – 04 (Área Vaso).....	50
Cuadro N° 11: Pruebas de Permeabilidad PRCH – 05 (Área Vaso).....	51
Cuadro N° 12: Determinación del Valor RMR PRCH-01 Eje de Presa Chonta.....	58
Cuadro N° 13: Valuación del Estribo Izquierdo PRCH-01.....	60
Cuadro N° 14: Parámetros de Cálculo Estribo Eje Izq. PRCH-01.....	60
Cuadro N° 15: Características Geotécnicas Estribo Izquierdo PRCH-01.....	60
Cuadro N° 16: Resultado de los Ensayos de K en Sondeo PRCH – 01.....	61
Cuadro N° 17: Determinación del Valor RMR PRCH-08 Eje de Presa Chonta.....	61
Cuadro N° 18: Valuación del Estribo Izquierdo PRCH-08.....	62
Cuadro N° 19: Parámetros de Cálculo Estribo Eje Izq. PRCH-08.....	63
Cuadro N° 20: Características Geotécnicas Estribo Izquierdo PRCH-08.....	63
Cuadro N° 21: Resultado de los Ensayos de K en Sondeo PRCH – 08.....	64
Cuadro N° 22: Determinación del Valor RMR PRCH-06 Eje de Presa Chonta.....	64
Cuadro N° 23: Valuación del Estribo Derecho PRCH-06.....	65
Cuadro N° 24: Parámetros de Cálculo Estribo Eje Der. PRCH-06.....	65
Cuadro N° 25: Características Geotécnicas Estribo Derecho PRCH-06.....	66
Cuadro N° 26: Resultado de los ensayos de K en sondeo PRCH – 06.....	66
Cuadro N° 27: Determinación del Valor RMR PRCH-07 Eje de Presa Chonta.....	67
Cuadro N° 28: Valuación del estribo derecho PRCH-07.....	68
Cuadro N° 29: Parámetros de Cálculo Estribo Eje Der. PRCH-07.....	68
Cuadro N° 30: Características Geotécnicas Estribo Derecho PRCH-07.....	69
Cuadro N° 31: Resultado de los Ensayos de K en Sondeo PRCH – 07.....	69
Cuadro N° 32: Resultado de los Ensayos de K en Sondeo PRCH – 02.....	70
Cuadro N° 33: Resultado de los Ensayos de K en Sondeo PRCH – 03.....	70
Cuadro N° 34: Resultado de los Ensayos de K en Sondeo PRCH – 04.....	71
Cuadro N° 35: Resultado de los Ensayos de K en Sondeo PRCH – 05.....	71
Cuadro N° 36: Resultado de los Ensayos de K en Sondeo PRCH – 09.....	72
Cuadro N° 37: Valuación del Estribo Izquierdo PRCH-01.....	73
Cuadro N° 38: Parámetros de Cálculo Estribo Eje Izq. PRCH-01.....	74

Cuadro N° 39: Valuación del Estribo Izquierdo PRCH-08.....	75
Cuadro N° 40: Parámetros de Cálculo Estribo Eje Izq. PRCH-08.....	75
Cuadro N° 41: Valuación del Estribo Derecho PRCH-06.....	76
Cuadro N° 42: Parámetros de Cálculo Estribo Eje Der. PRCH-06.....	76
Cuadro N° 43: Valuación del Estribo Derecho PRCH-07.....	77
Cuadro N° 44: Parámetros de Cálculo eje Estribo Der. PRCH-07.....	77
Cuadro N° 45: Resultados de laboratorio de la Cantera Sangal (CR-1).....	84
Cuadro N° 46: Resultados de laboratorio de la Cantera Chicche (CR-2).....	85
Cuadro N° 47: Resultados de análisis físico químico de agua.....	85



LISTA DE SIGLAS

SNIP	: Sistema Nacional de Inversión Pública.
ATA	: Asesores Técnicos Asociados.
PIP	: Proyecto de Inversión Pública.
PRCH	: Perforación Chonta.
ASTM	: American Society for Testing and Materials.
RQD	: Rock Quality Designation.
Q	: Índice de Calidad
RMR	: Rock Mass Rating.
K	: Permeabilidad.
SEV	: Sondeos Eléctricos Verticales
CSIR	: Congreso Internacional Sudafricano de Mecánica de Rocas
PEF	: Presión Efectiva.
UL	: Unidad Lugeon.
INGEMMET	: Instituto Geológico Minero Metalúrgico.
IGN	: Instituto Geográfico Nacional.
CCR	: Concreto Compactado con Rodillo.
P_h	: Carga por Hundimiento.
N_β	: Coeficiente de Carga.
$F_p F_m$: Factores que intervienen en cálculo de coeficiente de seguridad.

RESUMEN

El estudio de evaluación geológica y geotécnico para la construcción de la presa chonta de CCR (concreto compactado con rodillo), consiste esencialmente en la caracterización geológica y geotécnica y el análisis de los materiales que constituye para su construcción. Las condiciones geológicas del área de estudio en donde se emplazará el cuerpo de la presa y el embalse, presenta afloramientos rocosos de las eras del Cenozoico hasta el Mesozoico, de las Formaciones Volcánicas Huambos (Ts-vhu), Formación Celendín (Ks-ce), Formación Cajamarca (ks-ca), Formación Quilquiñan-Mujarrun (Ks-qm), constituidos por calizas, y depósitos Cuaternarios. Las aguas almacenadas en la presa Chonta, permitirán satisfacer las necesidades al contar con recursos hídricos para uso poblacional, de riego y de generación de energía eléctrica. El caudal del río Chonta desde Tres Tingos hasta la Bocatoma Chicche tiene un caudal de escorrentía constante.

En la interpretación de las curvas de absorción-presión efectiva de los ensayos de Lugeón de los sondeos **PRCH-01**, **PRCH-06**, **PRCH-07**, **PRCH-08**, presenta flujos laminares, turbulentos, dilatación, erosión y relleno y un grado de permeabilidad media, baja a muy baja. En las clasificaciones del macizo rocoso RMR corregidos según la clasificación CSIR propuesta por Bieniawski en los sondeos **PRCH-01** estribo izquierdo con RMR 64, tipo de roca II, **PRCH-06** estribo derecho con RMR 52, tipo de roca III, **PRCH-07** estribo derecho con RMR 42, tipo de roca III, **PRCH-08** estribo izquierdo con RMR 52, tipo de roca III. La permeabilidad en las coberturas de suelos cuaternarios de poco espesor en los sondeos **PRCH-01**, **PRCH-06** y **PRCH-07**, como resultado de los ensayos Lefranc de tipo constante presentan valores de permeabilidades entre media a baja están comprendidos entre 1.15×10^{-3} cm/s a 9.59×10^{-3} cm/s. En el sondaje **PRCH-01**, situado en el Estribo Izquierdo, a partir de los 6.0 m de profundidad hasta los 135 m, registra permeabilidades de 1.43×10^{-4} a 7.41×10^{-5} cm/s, de permeabilidad media. El sondaje **PRCH-06**, entre 6.0 m y 130 m de profundidad registra permeabilidades de 1.54×10^{-4} a 7.23×10^{-5} cm/s registra permeabilidad baja. El sondaje **PRCH-07**, entre las profundidades de 6.0 - 100.0 m registra permeabilidad media de 1.06×10^{-3} - 9.84×10^{-4} cm/s. Finalmente en el sondaje **PRCH-08**, registra permeabilidad media baja de 1.24×10^{-3} a 5.77×10^{-5} cm/s. La calidad geotécnica del macizo rocoso de las condiciones geotécnicas de la cimentación en el eje de presa, de acuerdo a las perforaciones diamantinas realizadas en los sondeos **PRCH-01**, **PRCH-06**, **PRCH-07** y **PRCH-08**, en el eje de presa y **PRCH-05**, en la zona del embalse y en profundidad es buena, y en líneas generales se concluye que a mayor profundidad (mayores a 40 m.) las rocas

calcáreas son más competentes y poco permeables, salvo sectores puntuales excepcionales en donde se han encontrado oquedades de alrededor de 1m. de diámetro, con evidencias de karsticidad juvenil e incipiente.



CAPITULO I

GENERALIDADES

1. INTRODUCCION

Las presas son estructuras que han sido construidas por el hombre desde las primeras civilizaciones. Desde obras pequeñas como diques, hasta las grandes presas construidas en la actualidad, estas estructuras se planean para proporcionar distintos beneficios para las poblaciones, como la retención de agua para consumo y riego, la regulación de las avenidas y/o la generación de energía. Sin embargo, su potencial falla representa grandes riesgos por las pérdidas materiales y daños al medio ambiente que ocasionaría, y de manera especialmente importante la pérdida de vidas humanas.

Los trabajos geológicos tienen un gran significado para la proyección de las construcciones hidráulicas, por cuanto, que sin tener en cuenta las condiciones geológicas no se pueden elegir el lugar o alternativa conveniente para ubicar las estructuras, establecer tipos, método de ejecución de los trabajos de construcción, estos trabajos sirven para tomar decisiones del proyecto que pueden determinar menores gastos en la construcción.

Las investigaciones Geotécnicas se han desarrollado con suficiente detalle que ha permitido establecer las condiciones actuales de la estratigrafía del suelo a lo largo del eje de presa y estructuras convexas, determinar los parámetros geotécnicos de la cimentación y las características físicas mecánicas de los materiales de préstamos, canteras de roca.

El presente estudio de evaluación geológica y geotécnico se centrara en el análisis de las propiedades relevantes de los materiales tratando de determinar los parámetros del macizo rocoso.

1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Consiste en la implementación de una presa de CCR (concreto compactado con rodillo), ubicado en el sector de Sangal del río Chonta, con la que se almacenará un volumen de 44.80 hm³ (incluido el volumen muerto por sedimentos). Esas aguas almacenadas permitirán cubrir las demandas futuras de agua para uso poblacional, riego y generación eléctrica de la ciudad de Cajamarca.

La finalidad principal es evaluar las condiciones geológicas y geotécnicas del terreno donde se emplazará la construcción de la presa Chonta, mejorar y fortalecer la gestión de los recursos hídricos de la cuenca del río Chonta, con la implementación de medidas de regulación tanto de las aguas como de su uso eficiente, abastecer de agua potable a la ciudad de Cajamarca y poblaciones aledañas, así como para incrementar la oferta de energía eléctrica y permitir la oportuna dotación de agua para riego. Para la cual se formula las siguientes preguntas.

1.3 FORMULACION DEL PROBLEMA

1.3.1 Pregunta General

- ¿Cuáles serán las condiciones geológicas y geotécnicas que presentará el terreno donde se emplazará la construcción de la presa Chonta?

1.3.2 Preguntas Específicas

- ¿Qué características geológicas presenta la zona de estudio?
- ¿Qué parámetros geotécnicos tiene el área donde se construirá la presa Chonta?
- ¿Qué grado de permeabilidad presenta el terreno donde se construirá el vaso de embalsamiento de la presa Chonta?

1.4 ANTECEDENTES

En el año 2007, la Municipalidad Provincial de Cajamarca ejecutó el estudio a Nivel de Perfil SNIP (Sistema Nacional de Inversión Pública) donde se declaró la viabilidad del proyecto “Construcción – Regulación de las aguas del río Chonta mediante la Presa Chonta” y se recomienda proseguir con los estudios a nivel de factibilidad del represamiento del río Chonta.

En 2007 la Consultora ATA S.A. (Asesores Técnicos Asociados).

Realizó el Estudio a Nivel de Pre-factibilidad del represamiento Chonta.

En abril de 2008 mediante Ley N° 29216, se declara de interés Nacional y de necesidad pública la construcción de la Presa Chonta, encargando a los Ministerios de Energía y Minas, Agricultura, Gobierno Regional de

Cajamarca y Municipalidad Provincial de Cajamarca la realización de la construcción del proyecto.

En el año 2008, el Consorcio SALZGITTER – SISA, desarrolló el Estudio de Factibilidad – Presa Chonta, Proyecto de regulación de las aguas del Río Chonta.

El PIP (Proyecto de Inversión Pública) a Nivel de Factibilidad fue aprobado mediante el Informe Técnico N° 039-2012-MPC/OPI-OPP-NAVC/EAB/SHYRA, de fecha 24/04/2012 en la que se señala que según la evaluación del estudio por los respectivos especialistas, se encuentra acorde con los requerimientos técnico, económico, ambiental e institucional, así como con los aspectos básicos y metodológicos de los contenidos mínimos de la directiva general del Sistema Nacional de Inversión Pública vigente.

Se ha revisado la documentación de base y los estudios anteriores, el material bibliográfico existente y las principales referencias bibliográficas y cartográficas empleadas son las consignadas a continuación:

- J. Wilson, (1984): Geología de los Cuadrángulos de Cutervo, Chota, Celendín, y otros INGEMMET. Boletín N° 38 Serie A Carta Geológica Nacional.
- Geología de los Cuadrángulos de Cajamarca (15-f), Reyes L., Boletín N° 31, Serie A, Carta Geológica Nacional, Escala 1: 100000, INGEMMET. Lima – Perú, 1980.
- ATA S.A. (2007): (Asesores Técnicos Asociados) Estudio de Prefactibilidad del Proyecto río Chonta, Gobierno Regional de Cajamarca.
- Consorcio SALZGITTER - SISA (2010): Estudio de Factibilidad – Presa río Chonta Proyecto de Regulación de las Aguas del río Chonta mediante la Presa Chonta.
- Álbum de Mapas de Zonificación de Riesgos Fisiográficos y Climatológicos del Perú”, Boletín N° 17, Serie C: Geodinámica e Ingeniería Geológica de la Dirección de Geotecnia del INGEMMET, Lima – Perú, Mayo de 1997.
- Carta Nacional del IGN (Instituto Geográfico Nacional) en Escala 1: 100000, correspondiente al Cuadrángulo 15-f, de la Hoja de Cajamarca.
- Estudio de Riesgos Geológicos del Perú – Franja N 1, Boletín N° 27, Serie C: Geodinámica e Ingeniería Geológica de la Dirección de Geología Ambiental del INGEMMET, Lima – Perú, 2002.

- Normas Peruanas de Diseño Sismo Resistente en la Construcción Civil, Nueva Norma Técnica E-30 del Reglamento Nacional de Edificaciones.
- Topografía con Estación Total y Cartografía al Detalle realizada por ATA, (Asesores Técnicos Asociados), en Escala 1: 2000, 1: 1000 y 1: 500 durante los meses de Diciembre de 2012 a Marzo de 2013.

1.5 JUSTIFICACIÓN

Es necesario justificar la estabilidad y el auto-sostenimiento en la estanqueidad del embalse en la construcción de la presa Chonta, que llegará a beneficiar con agua a los pobladores de la provincia de Cajamarca. Las investigaciones en el eje y el embalse de la presa, ha sido realizado mediante perforación diamantina y excavación de calicatas, datos que son obtenidos para determinar el tratamiento y diseño del tipo de presa, para el proceso constructivo.

La construcción de la presa de concreto compactado con rodillo (CCR) que ha sido proyectado en el sector Sangal del río Chonta tendría 86 metros de altura máxima sobre el lecho del río 97.60 metros sobre la cimentación, 320 m. de longitud de corona 44.80 hm³ de capacidad útil, más 3,23 hm³ de volumen muerto. Sus principales estructuras conexas son, aliviadero de 50 m. de longitud en la cresta y 40 m. al pie de la presa, caminos de acceso, ataguía e instrumentos de monitoreo.

Las ciudades de Cajamarca y Baños del inca serán beneficiadas con el mejoramiento de la dotación de agua potable. Actualmente tienen una cobertura del orden del 83%, con un servicio de 20 horas diarias en promedio, con una tendencia hacia mayores restricciones por el crecimiento urbano de estas ciudades. Con el proyecto se ha previsto satisfacer la demanda del 100% de la población incluido su crecimiento hasta el año 2039.

En cuanto al agua para usos agrícolas, esta zona se divide en dos (02) áreas: (i) Área (4151 ha) beneficiada con el mejoramiento de la infraestructura hidráulica y mayor dotación y persistencia del agua para riego actual y (ii) Área de ampliación de la infraestructura hidráulica e incremento de la superficie agrícola bajo riego (2379 has. nuevas). En total se lograría 7400 ha de siembra anual (dos campañas).

Generación hidroeléctrica al pie de presa (2.76 Mw de potencia y 8,323 Mwh/año)

Complementariamente se prevé incrementar la producción piscícola y fomentar el turismo y recreación en el embalse de la Presa Chonta.

1.6 HIPÓTESIS GENERAL

Es posible evaluar las condiciones geológicas y geotécnicas del terreno donde se emplazará la construcción de la presa Chonta.

1.6.1 Hipótesis Específico

- Es posible conocer las condiciones geológicas de la zona de estudio.
- Al analizar los parámetros geotécnicos es probable realizar un diseño adecuado de la presa Chonta.
- Al conocer el grado de permeabilidad del terreno donde se construirá el vaso de embalsamiento de la presa Chonta, será posible tomar medidas de tratamiento si estas la requieran.

1.7 OBJETIVO

1.7.1 Objetivo General

Evaluar las condiciones geológicas y geotécnicas del terreno donde se emplazará la construcción de la presa Chonta.

1.7.2 Objetivo Específico

- Determinar el comportamiento de las características geológicas de la zona de estudio.
- Evaluar el comportamiento de los parámetros geológicos-geotécnicos que presenta el área donde se construirá la presa Chonta – Cajamarca.
- Evaluar la permeabilidad del macizo rocoso de la estructura del Eje de Presa, a través de la realización de pruebas Tipo Lugeón y Lefranc.

1.8 METODOLOGÍA

El presente estudio es una investigación de tipo descriptivo y analítico, en la búsqueda de recursos hídricos, en la ribera del río Chonta, para fines de riego y mejoramiento económico de los pobladores de la provincia de Cajamarca, del Departamento de Cajamarca, se consideran los siguientes pasos:

a. Etapa de Recopilación de Información Existente sobre el Área

Comprende la recopilación, clasificación y análisis sistemático de toda la información existente de la zona de estudio, para lo cual se revisó diversa bibliografía, plano geológico base, tratados y folletos al respecto.

b. Etapa de Campo

Fase en la que se desarrollan visitas in situ de inspección, exploración, mapeo geológicos y caracterización del macizo rocoso para obtener los parámetros Geomecánicos.

En esta etapa se realizó el reconocimiento de campo (geología y geotecnia), aplicando los conocimientos de geomorfología, estratigrafía, geología estructural, hidrogeología y geotecnia. Se realizaron también pruebas de permeabilidad in situ tipo Lefranc y Lugeón, densidades de campo, prospección geofísica SEV (Sondaje Eléctricos Verticales), tomografía eléctrica, así como la excavación de calicatas y toma de muestras de rocas y suelos, para su análisis correspondiente.

c. Etapa de laboratorio

Se han ejecutado los siguientes ensayos de laboratorio, para caracterizar las propiedades físico – mecánicas en el área del embalse, eje de presa y material de cantera, para la construcción de la presa, con fines de riego:

- Caracterización física (ASTM-D-2216, D422, D4318, D2487).
- Análisis granulométrico (ASTM – D422)
- Gravedad específica de finos (ASTM – D854)
- Gravedad específica de gruesos (ASTM – D854)

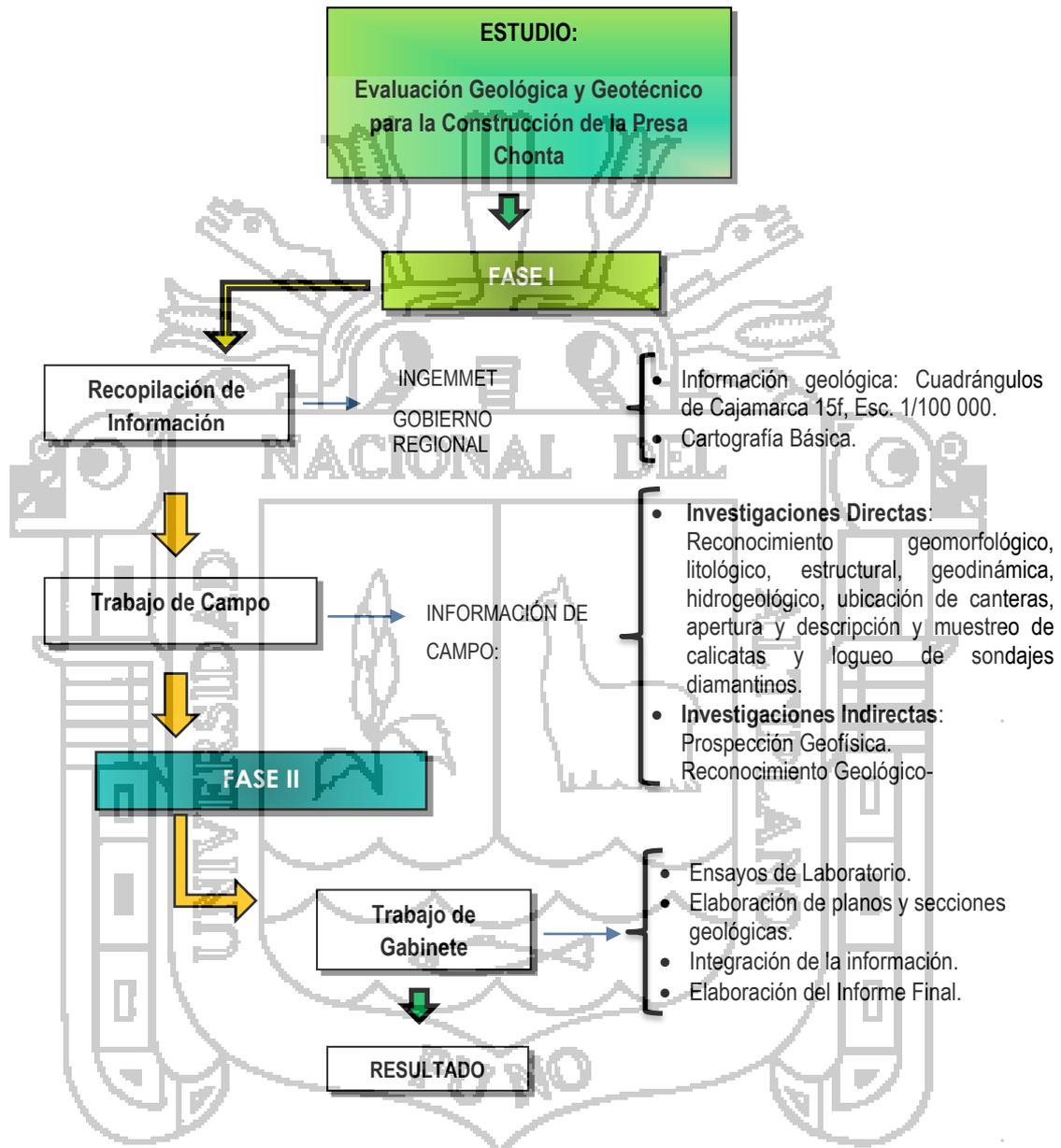
- Próctor estándar (ASTM – D698)
- Permeabilidad carga constante (ASTM – D5084)
- Triaxial estático UU (ASTM – D2850)
- Triaxial estático CU (ASTM – D4767)
- Consolidación unidimensional (ASTM – D2435)
- Granulometría de agregados (ASTM-C-136)
- Gravedad Específica y Absorción del Agregado Grueso (ASTM-C127)
- Gravedad Específica y Absorción del Agregado Fino (ASTM-C-128)
- Peso Unitario del Agregado Grueso (Suelto y varillado) (ASTM-C-29)
- Peso Unitario del Agregado Fino (Suelto y varillado) (ASTM-C-29)
- Abrasión Máquina Los Ángeles (ASTM-C-131)
- Abrasión Máquina Los Ángeles (Roca) (ASTM-C-131)
- (Agregado grueso y fino) (ASTM-C-88)
- Equivalente de arena (MTC-11)

d. Etapa de Gabinete

En base a la información obtenida en el campo, se procedió a la elaboración de los respectivos planos, perfiles geológicos geotécnicos. Así mismo se realizó la interpretación de los resultados de campo y laboratorio, para luego proceder a la elaboración y redacción de informe final.

e. Flujograma de Metodología de Estudio

Figura 1: Flujograma Metodológico



Fuente: Elaboración Propia del Proyecto Chonta.

CAPITULO II

MARCO TEORICO Y CONCEPTUAL

2.1 GEOMORFOLOGÍA

En el plano regional los afloramientos de diferentes clases de rocas en el área presentes en las estribaciones orientales de la Cordillera Occidental de los Andes y las diversas estructuras geológicas presentes, han contribuido en diverso grado a la acción de los agentes modeladores que favorecieron el desarrollo de las siguientes unidades geomorfológicas presentes en área regional del presente estudio.

2.1.1 Superficies de Erosión

Las superficies de mayor altitud aparentemente son las principales y se caracterizan por mostrar colinas redondeadas, topografía suave con restos de pequeños valles maduros. Estas superficies están identificadas en los sectores en los alrededores de Cajamarca.

La disposición escalonada de las superficies de erosión sugiere intermitentes periodos de estabilidad y ascensión rápida de la región. Se calcula que la primera y más antigua superficie de erosión tuvo un desplazamiento vertical superior a los 3,000 m.

Debe remarcarse que los periodos de estabilidad que determinaron cada superficie de erosión fueron prolongados de tal modo que la acción erosiva posterior destruyó a la precedente, los agentes actuales de erosión son los que modifican a todas en conjunto. **(Informe final ATA).**

2.1.2 Áreas de Drenaje

A medida que se levantaban los Andes, el drenaje hacía lo propio, llegando inclusive a cambiar el sentido y cuenca de los valles de muchos ríos. Evidentemente todo el sistema hidrográfico en el Departamento de Cajamarca tomó dos direcciones, uno hacia la Cuenca del Pacífico y otro hacia la Cuenca Amazónica o Atlántica. Los valles de Cajamarca, se caracterizan por estar controlados por factores estructurales, ya que algunos tramos se han labrado a lo

largo de fallas longitudinales, grabens o paralelos a los rumbos de los pliegues.

Los ríos de la cuenca Atlántica ya indicados, representan la red hidrográfica del área estudiada y constituyen, en sus niveles superiores, un sistema de drenaje mayormente dendrítico incluyendo los tributarios menores, algunos de ellos de tendencia lineal.

Las direcciones de drenaje del río Chonta y sus afluentes son bastante recientes, controlado mayormente por las estructuras plegadas y se encuentran ubicadas en la unidad geomorfológica regional denominada por INGEMMET como Áreas de Drenaje. **(Informe final ATA).**

2.1.3 Áreas Glaciadas

Algunos sectores del área estudiada muestran evidencias de haber sufrido una glaciación, fenómeno visible a partir de los 3,000 m.s.n.m. En la actualidad, en el área ya no quedan remanentes de glaciares. Las partes altas se caracterizan por presentar una topografía accidentada, parcialmente denudada o relativamente suave, ambas en un intenso proceso de destrucción por los fenómenos actuales de erosión, pero aun así, pueden observarse algunos sectores de valles colgados en forma de "U", superficies estriadas, depósitos morrénicos y abanicos fluvioglaciares.

Las áreas con menores vestigios de glaciaciones, se extienden a lo largo de los cerros calcáreos al este de los pueblos de Cajabamba, San Marcos y Cajamarca, continuando hacia el Norte. Algo parecido ocurren en la Cordillera que va del Este de San Pablo hacia el Norte de Cajamarca. **(Informe final ATA).**

2.1.4 Cordillera Occidental

En general, el área de la cuenca del río Chonta se encuentra dentro de la Cordillera Occidental de los Andes, donde existen cuatro superficies de erosión con altitudes de 1600, 2200, 3000 y 4000 m.s.n.m.

Particularmente el área, materia del presente estudio está comprendida entre los 2,850 y 3,000 m.s.n.m.

Esta área está disectada por numerosos ríos y afluentes rejuvenecidos por lo que se observa restos de superficies alargadas con alturas moderadas y una topografía un tanto abrupta, con depresiones de escorrentía encañonadas. **(Informe final ATA).**

2.1.5 Valles del Rio Chonta

La Cordillera de los Andes está disectada por ríos y quebradas que en ciertos tramos forman cañones profundos.

Los valles principales pueden haberse profundizado por factores tectónicos pero mayormente son producto de erosión, en sección transversal se reconoce una parte alta ancha y una inferior encañonada, las mismas que representan a la “etapa valle” y a la “etapa cañón”, respectivamente.

En general, el desarrollo geomorfológico del área está íntimamente vinculado a las diferentes fases de la tectónica andina. **(Informe final ATA).**

2.2 LITOESTRATIGRAFÍA

Las rocas que afloran en el área del Proyecto de la Presa Chonta corresponden a rocas sedimentarias y volcánicas, cuyas edades abarcan desde el Cretácico Superior hasta el Cuaternario Reciente.

Las rocas sedimentarias en el plano regional, están representadas por rocas calcáreas y granulares de las Formaciones Yumagual, Mujarrún, Grupo Quilquiñan, Cajamarca y Celendín, (Cuadro N° 01).

Las rocas del Terciario corresponden a los Volcánicos Huambos.

La descripción de las diferentes formaciones reconocidas en el área del proyecto fue realizada a partir de la Carta Geológica Nacional hojas de Cajamarca (15f) publicadas por el INGEMMET 1980. El **(Cuadro N° 01)**, muestra la columna estratigráfica regional del área de estudio.

Los depósitos de suelos o materiales inconsolidados del Cuaternario Reciente están representados por depósitos, fluvioglaciares, lagunares, eluviales, coluviales, deluviales, aluviales recientes y depósitos de entremezclas. **(Informe final ATA).**

2.3 MESOZOICO, CRETÁCEO INFERIOR Y SUPERIOR (Ki- Ks)

2.3.1 Formación Yamagual (Ks-yu)

Según boletín 31 (1980) compuesto por una secuencia de margas y calizas grises en bancos uniformes, que forman escarpas debido a su gran dureza. En algunos sectores de esta formación se ha observado karstificación incipiente.

2.3.2 Formación Mujarrún y Grupo Quilquiñan (Ks – qmu)

Según boletín 31 (1980) la parte inferior de la secuencia (Fm. Mujarrún) descansa concordantemente sobre la Formación Yumagual, mientras que su parte superior (Gpo. Quilquiñán), infrayace con discordancia paralela a la Formación Cajamarca.

La base consiste en una gruesa secuencia de calizas nodulares macizas seguida de una intercalación de margas y lutitas amarillentas.

En el siguiente trabajo consideramos como una sola unidad a la Formación Mujarrún y al Grupo Quilquiñan por razones de escala y litología. En conjunto, alcanza un grosor máximo de 500 m.

2.3.3 Formación Cajamarca (Ks – ca)

Según boletín N° 31 (1980) esta unidad yace concordantemente sobre el Grupo Quilquiñán y con la misma relación subyace a la Formación Celendín. Consiste generalmente de calizas gris oscuras o azuladas y macizas, con delgados lechos de lutitas y margas de los mismos colores. Las primeras se presentan en gruesos bancos con escasos fósiles, a diferencia de las segundas que sí contienen abundante fauna, su grosor varía entre los 600m. y 700 m.

Los afloramientos de la Formación Cajamarca son frecuentes a partir de los ríos Crisnejas y San Jorge, de donde se propagan hacia el norte. Generalmente ocupan las partes más altas de la región y conforman largos sinclinales, tal como sucede en los cerros Huauguen y Chontayoc, al norte de la hacienda Sunchubamba y en la Pampa de la Culebra y hacienda Sangal.

2.3.4 Formación Celendín (Ks – ce)

Según boletín 31 (1980) suprayace concordantemente a la formación Cajamarca e infrayace a los depósitos continentales de la formación Chota en aparente gradación o cierta discordancia, según los lugares.

Consiste en una intercalación de lutitas, margas y calizas delgadas de color claro, amarillento o crema por intemperismo; generalmente es bastante fosilífera. La formación Celendín aflora en el sector norte del área; frecuentemente se le encuentra en el núcleo de los sinclinales. Sus afloramientos muestran un grosor variable, aproximadamente de 200 m., estando mejor expuesta en la hacienda Sangal, al NO de La Encañada, otras exposiciones se aprecian en la Pampa de la Culebra, Celendín y Oxamarca.

2.4 CENOZOICO

2.4.1 Volcánico Huambos (Ti – vh)

Según boletín 31 (1980) estos volcánicos afloran dentro del área, en los sectores norte y noreste de la Ciudad de Cajamarca, cubriendo con discordancia angular a los sedimentos Cretácicos y al Volcánico San Pablo. Su relación superior no es clara, pero existe una discordancia entre éstos y los depósitos morrénicos y fluvioglaciares. Sus afloramientos se encuentran rellenando depresiones o superficies antiguas más o menos onduladas, mostrando una erosión de aspecto uniforme, tienen un grosor de 1000m.

Las tobas andesitas tienen una textura porfirítica y están compuestas por abundante plagioclasa (oligoclasa), hornblenda, biotita, zircón, apatita. También contienen fragmentos líticos de volcánicos pre-existentes, plagioclasas fragmentadas, zonadas y macladas. Las tobas traquíticas, son igualmente de textura porfirítica, con abundantes fenocristales de ortosa, hornblenda, muscovita, biotita y escasas plagioclasas.

Ambas secuencias volcánicas también se aprecian en el corte de la carretera que baja a Celendín, notándose claramente

englobamientos de rocas provenientes del Grupo Calipuy y sedimentos del Cretáceo.

2.4.2 Depósitos Cuaternarios

Según boletín 31 (1980) en discordancia angular sobre todas las unidades descritas anteriormente se tiene una variedad de depósitos cuaternarios, localizándose los morrénicos y fluvioglaciares en las zonas más elevadas, los lacustres en las pequeñas cuencas interandinas, los aluviales en las faldas de cerros y laderas de valles, y finalmente los fluviales en los lechos de los ríos.

2.4.3 Depósitos Aluviales

Dentro de los depósitos aluviales se han considerado los materiales con poco transporte y en los fluviales las diferentes terrazas dejadas por los ríos. **(Informe final ATA)**

2.4.4 Depósitos Deluviales Coluviales (Q-del-co)

Según boletín 31 (1980) los depósitos deluviales coluviales se localizan sobre las laderas de los cerros y están constituidos por cantos y bloques, angulosos y subangulosos de naturaleza petrológica calcárea con diámetros variables de 0.20 - 2.00 m, en entremezcla con arenas limosas y gravas.

En cortes de taludes presentes en la carretera y el sector de La Calera pueden ser observadas secciones de cortes de 8.00 – 25.00 m de espesor.

Cuadro N° 01
Columna Estratigráfica Regional

Era	Periodo	Época	Unidades	Potencia (m)	Descripción Litológica
CENOZOICO	CUATERNARIO	RECIENTE PLEISTOCENO	Depósitos Aluviales (Qh-al)	20	Depositos que forman terrazas de laderas, escombros en forma de derrumbes de las zonas altas de laderas, bloques y cantos angulos y subangulosos en matriz arenoso.
			Depósitos Eluviales (Qel-col-del)	20	Producto de la gravedad y la erosión pluvial en las laderas, escombros, de las partes altas de las laderas, bloques y cantos angulosos y subangulosos, en matriz limo arenoso.
	TERCIARIO	SUPERIOR	Volcánico Huambo (Ts-vh)	1000	Tobas andesíticas y traquíticas de textura porfirítica, compuestas por abundante plagioclasa (oligoclasa), hornblenda, biotita, zircón, apatita y minerales opacos.
MESOZOICO	CRETACICO	SUPERIOR	Formación Celendín (Ks-ce)	200	Intercalación de lutitas, margas y calizas delgadas de color claro, amarillento o crema por intemperismo; generalmente es bastante fosilífera.
			Formación Cajamarca (Ks-ca)	700	Consiste generalmente de calizas gris oscuras o azuladas y macizas, con delgados lechos de lutitas y margas de los mismos colores.
			Formación Quilquiñan Mujarrun (Ks-qmu)	500	Consiste en una gruesa secuencia de calizas nodulares macizas, seguida de una intercalación de margas y lutitas amarillentas. Continúan delgados lechos de calizas nodulares con margas pardo-amarillentas.
			Formación Yumagual (Ks-yu)	700	Secuencia de margas y calizas gris parduzcas en bancos más o menos uniformes, con un miembro medio lutáceo margoso, amarillento.

Fuente: Elaboración Propia

2.5 GEODINÁMICA EXTERNA

2.5.1 Grado de Meteorización

Según (Juan M. Lopez 2002) alteración que sufren las rocas al estar expuestas a la acción de los agentes atmosféricos. Estrictamente todas las rocas presentan alteración en mayor o menor grado, pero ocurre que en algunos casos se ha llegado a un estado de equilibrio que evita el proceso de degradación.

La modificación que sufre la roca por meteorización da lugar a disminución de las características mecánicas, aumentan la

deformabilidad y da lugar a terrenos heterogéneos donde se mezcla la roca inalterada a la parcialmente alterada y a las formaciones residuales.

2.5.2 Grado de Fracturamiento

Según **Luis I. Gonzalez de Vallejo (2002)** la fracturación del macizo rocoso está definida el número, espaciado y condiciones de las discontinuidades, cualquiera sea su origen y clase. El grado de fracturación se expresa habitualmente por el valor del índice RQD (rock quality designation). La descripción de la fracturación a partir de datos de afloramientos puede referirse al número de familias de discontinuidades y al tamaño de los bloques.

2.5.3 Grado de Alteración

Según **Luis I. Gonzalez de Vallejo (2002)** proceso de desintegración y/o descomposición de los minerales constituyentes de la roca caja que se presenta y se observan en los planos de fracturamiento o en la roca de basamento.

2.5.4 Movimiento de Masas

La remoción o movimiento de masas se refiere a procesos de movilización lenta o rápida de un determinado volumen de suelo, roca o ambos a la vez en diversas proporciones generando en la superficie terrestre principalmente por la acción directa de la gravedad terrestre y por muchos otros factores condicionantes, fenómenos geodinámicas.

La relación entre la ocurrencia de remociones en masas y periodos de intensa precipitación pluvial es bastante conocida en nuestro territorio, así lo atestiguan los numerosos procesos que ocurren cada año.

Entre las más propensas a la inestabilidad bajo un punto de vista global, están las zonas montañosas y escarpadas, zonas de relieve con procesos erosivos y de meteorización intensos, laderas de valles, fluviales, eventos de glaciación, acantilados cordilleranos, zonas con materiales blandos sueltos, con macizos rocosos arcillosos, esquistosos y alterados. **Julber Ilanos N. (Tesis 2013).**

2.5.5 Fallas de Desgarre

Según **Pozo Rodriguez M. (1979)** son aquellas fallas en las que el movimiento de los dos bloques es en la horizontal. En la naturaleza, normalmente se producen fallas de carácter mixto, es decir que presentan movimiento tanto en la horizontal, como en la vertical. Dependiendo del porcentaje de movimiento en la horizontal y en vertical reciben diferentes nombres.

2.5.6 Mecánica de Rocas

Según **Bieniawski Z.T. (1979)** la mecánica de rocas se ocupa del estudio teórico y práctico de las propiedades y comportamiento mecánico de los materiales rocosos y de sus respuestas ante la acción de las fuerzas aplicadas en su entorno físico.

El desarrollo de la mecánica de rocas se inició como consecuencia de la utilización del medio geológico para obras superficiales y subterráneas.

Los distintos ámbitos de aplicación de la mecánica de rocas se pueden agrupar en aquellos en que la roca constituye la estructura principal (en excavaciones, túneles, galerías, taludes, casas de maquina etc.), aquellos en que la roca es el soporte de otras estructuras (cimentaciones de edificios, presas, etc.) y aquellos en los que las rocas se emplean como material de construcción (escolleras, terraplenes, rellenos. Etc.)

La mecánica de rocas guarda una estrecha relación con otras disciplinas como la geología estructural, para el estudio de los procesos y estructuras tectónicas que afectan al basamento rocoso, mientras que la mecánica de suelos, para abordar el estudio de rocas alteradas y meteorización en superficie.

2.5.7 Clasificación Geomecánica del Macizo Rcoso

Según **Luis I. Gonzalez de Vallejo (2002)** la clasificación de los macizos rocosos está basada en algunos o varios de los factores que determinan su comportamiento:

- Propiedad de la matriz rocosa.
- Frecuencia y tipo de las discontinuidades que definen el grado de fracturación, el tamaño y la forma de los bloques del macizo, sus propiedades hidrogeológicas, etc.
- Grado de meteorización o alteración.
- Estado de tensiones in situ.
- Presencia de agua.

Las clasificaciones más útiles en mecánica de rocas son las denominadas clasificaciones geomecánicas, de las cuales el RMR de Bieniawski (1979) y la Q de Barton (1974) son las más utilizadas establecen diferentes grados de calidad del macizo en función de las propiedades de la matriz rocosa y de las discontinuidades y proporcionan valores estimativos de sus propiedades resistentes globales.

Existen otras clasificaciones basadas en diferentes parámetros más o menos representativos de las propiedades del conjunto del macizo rocoso.

2.5.8 Índice de Calidad de Macizo Rocosos

(Deere 1964). es un análisis de una ecuación diferencial, en vista que el grado de fracturamiento es medido por metro lineal en los afloramientos de la matriz rocosa los macizos rocosos se presentan en el medio de una manera no continua, no homogénea, ni isotrópica, y está afectado por discontinuidades tales como fallas, pliegues juntas, agrietamientos motivo por el cual se determinará sus propiedades mecánicas.

Para calcular el índice de calidad de roca RQD, se ha utilizado una ecuación diferencial propuesta por Priest y Hodsson 1976; en donde se considera el número de discontinuidades por metro lineal.

$$RQD = 100 e^{-0.1\lambda} (0.1\lambda + 1)$$

Dónde: λ = Numero de juntas por metro lineal

RQD permite dar un valor numérico a la calidad de roca, no es de sorprenderse que se haya tratado de relacionar el número con la

clasificación cualitativa de Terzaghi y relacionar este valor modificando el valor de RQD.

2.5.9 Cimentaciones en Presas

Según **Eugenio Vallarino C. del Castillo (1988)** una gran presa es casi siempre, una obra singular, adaptada a la morfología y resistencia del cimiento, así como al régimen hidrológico del río. Tanto la presa como el agua retenida en ella interactúan con una gran masa de terreno, de dimensiones muy superiores, la mayoría de las veces, a las de la propia presa. El diseño y la construcción de una presa son, en principio, complejos y ajustados a cada caso, muy difíciles de tipificar. Pero existen ciertas reglas generales que pueden aplicarse, y de hecho se aplican, dentro de cada tipo de presas, utilizando los precedentes de presas anteriores, incluso para extrapolarlos.

2.5.10 Resistencia al Corte

Según **Luis I. Gonzalez de Vallejo (2002)** la resistencia al corte del suelo no puede considerarse como un parámetro único y constante, ya que depende de su naturaleza, estructura, enlaces, nivel de deformaciones, etc., así como, muy especialmente, de su estado tensional y de la presión del fluido que rellena sus poros (agua o agua y aire).

El criterio de rotura en suelos más difundido deriva del propuesto por Coulomb, que relaciona tensiones efectivas normales y tensiones tangenciales actuando en cualquier plano del suelo. Este criterio establece que, para un suelo saturado, la resistencia al corte viene dada por la expresión:

$$T = c' + (\sigma_n - u) \tan \phi'$$

T = resistencia al corte del terreno a favor de un determinado plano.

σ_n = Tensión total normal actuando sobre el mismo plano.

u = Presión intersticial.

c' = Cohesión efectiva.

ϕ' = Angulo de rozamiento interno efectivo.

2.5.11 Ensayos de Resistencia al Corte

Según **Luis I. Gonzalez de Vallejo (2002)**, tensión tangencial máxima que un suelo puede soportar sin alcanzar la rotura. Se distinguen varias situaciones:

Con drenaje o a largo plazo. Corresponde a aquellas situaciones en las que, bien por unas buenas condiciones de drenaje, bien por el largo tiempo transcurrido desde la aplicación de la carga, el terreno ha disipado los excesos de presión intersticial que hubieran podido generarse durante el proceso de carga.

Sin drenaje o a corto plazo. Corresponde a aquellas situaciones en las que, bien por falta de drenaje, bien por el escaso tiempo transcurrido desde la aplicación de la carga, existen en el terreno las mismas presiones intersticiales que se generarían si no existiese drenaje. (Guía de cimentaciones).

Este ensayo consiste en medir la resistencia al corte de un plano de discontinuidad in situ. Se realiza en galerías o en superficie, tallándose bloques de roca cuyas dimensiones pueden variar entre 0.4 x 0.4 m. y lo habitual es de 0.5 x 0.5m.

2.5.12 Ensayos de Capacidad Portante

Capacidad del terreno para soportar las cargas aplicadas sobre él. Técnicamente la capacidad portante es la máxima presión media de contacto entre la cimentación y el terreno tal que no se produzcan un fallo por cortante del suelo o un asentamiento diferencial excesivo.

Por tanto la capacidad portante admisible debe estar basada en uno de los siguientes criterios funcionales.

Si la función del terreno de cimentación es soportar una determinada tensión independientemente de la deformación, la capacidad portante se denominará carga de hundimiento.

Si lo que se busca es un equilibrio entre la tensión aplicada al terreno y la deformación sufrida por éste, deberá calcularse la capacidad portante a partir de criterios de asiento admisible.

Ludger O. Suarez-Burgoa. (2013).

2.5.13 Ensayos de Permeabilidad

Según **Ludger O. Suarez-Burgoa. (2013)** este ensayo está orientado a encontrar el coeficiente de permeabilidad efectiva del mismo, si se asume como homogéneo desde el punto de vista hidráulico en dirección por donde el fluido circula. El coeficiente de permeabilidad efectiva del material rocoso también se le conoce como el coeficiente de permeabilidad primaria del macizo rocoso.

- **Ensayos de Lugeón**

Según **(Comité Nacional de grandes presas, Madrid España)** el ensayo Lugeón consiste en inyectar agua a una determinada presión manométrica y de obturación en un determinado taladro de perforación diamantina en roca dura, resultando del proceso de saturación a presión se llega a conseguir la conductividad del macizo rocoso, para fines de construcción de obras de ingeniería, como presas, embalses, centrales hidroeléctricas, casas de máquinas, entre otros la estabilidad de talud de corte en roca. Otros consideran este ensayo como la fracturación hidráulica en roca. El ensayo Lugeón puede realizarse a medida que se perfora o una vez finalizada la perforación. Generalmente el primer modo es mejor y solo necesita el empleo de un obturador pero es un procedimiento lento y más costoso que puede alargar en exceso la investigación. En caso de llevarlo a cabo una vez concluida la perforación, se suelen efectuar de forma ascendente comenzando por el tramo más profundo del sondeo de perforación.

- **Ensayos de Lefranc**

Según **(Comité Nacional de grandes presas, Madrid España)** el ensayo consiste en medir el caudal inyectado o bien la subida y bajada del nivel de agua que se produce en el taladro a lo largo de un tiempo determinado de observación. Dependiendo del método el caudal debe regularse con precisión de 3% las medidas de 1 a 2 mm y el tiempo en con un segundo. Las medidas iniciales no son representativas y no deben considerarse. Las lecturas más continuas, durante el proceso de inyección y saturación de agua

son los más representativos en suelos y roca muy fracturada el ensayo Lefranc se utiliza para medir la permeabilidad de suelos y roca fracturada, bajo débil gradiente y en régimen permanente también puede efectuarse en régimen transitorio, siendo su interpretación diferente.

- **Sondeos Eléctricos**

Según **Luis I. Gonzalez de Vallejo (2002)**, esta técnica consiste en separar sucesivamente los electrodos de corriente A y B del punto central, siguiendo una línea recta, y medir la resistividad en cada disposición. La resistividad aparente calculada será, por tanto, la correspondiente a mayores espesores.

Según se van separando los electrodos. Se emplea generalmente la configuración Schlumberger. El resultado que se obtiene del SEV es la variación de la resistividad p con la profundidad en el punto central del perfil investigado. Las profundidades más habituales de investigación están entre 0 y 200 m.

- **Tomografía Sísmica**

Según **Luis I. González de Vallejo (2002)** la tomografía es un método de investigación geofísica en el interior de sondeos, que permite obtener una imagen de la distribución espacial de la velocidad de propagación de las ondas sísmicas en la sección del terreno afectada.

La tomografía sísmica consiste en la generación de impulsos sísmicos mediante medios mecánicos desde el interior de sondeos y en la superficie del terreno, recibiendo las señales en geófonos instalados en múltiples puntos del interior de sondeos y/o de la superficie.

Se estudia así la respuesta del terreno ante múltiples Impulsos sísmicos desde multitud de puntos, midiendo los tiempos de llegada de las ondas.

- **Perforaciones Diamantina**

Según **Ludger O. Suarez-Burgoa. (2013)** es un método de exploración de sub-superficie por una predominante acción de

rotación, las perforaciones pueden ser métodos exclusivos del programa de exploración o pueden ser un complemento de un programa de excavaciones o ensayos in situ.

- **Packer (obturadores) Hidráulico o Neumático**

Según **HOULSBY, A.C.:** “**Construction and design of cement grouting**”.1992 los packers son los elementos que sellan las zonas del pozo para ensayos de agua, para inyectar por sectores, para sellar zonas de pozos encamisados perforados. Los tipos más comunes son:

Packer Mecánico. Requiere muy buenas paredes de la perforación por lo que se utiliza en macizos de muy buena calidad (es muy usado en los pozos petrolíferos sellando contra la camisa). Se posiciona en el lugar requerido y sella contra las paredes con un movimiento especial de la herramienta, resiste presiones del orden de los 7 MPa.

Packer Inflable. Es el indicado para usar en macizos fracturados o rocas débiles debido a su adaptación a las irregularidades de las paredes. Tiene un cuerpo de aluminio o acero inoxidable y en la parte central una celda de caucho reforzado que es la que se expande con el aire comprimido y sella contra las paredes de la excavación. La presión de inyección debe ser menor que la de inflado del packer para evitar la fuga de la lechada.

- **Permeabilidad**

Según **Fabián Hoyos Patiño** (2001) capacidad de una roca o de un suelo de permitir el paso de un fluido a través suyo. Medida de la relativa facilidad en que un fluido pasa a través de un material bajo una diferencia de presión dada. La permeabilidad es una característica del material, independientemente de las propiedades físicas del fluido que pasa a través suyo, y es diferente del coeficiente de permeabilidad o conductividad hidráulica. La permeabilidad de un material está dada por la velocidad de descarga del fluido con el cual se hace el ensayo.

- **Lechadas de cemento**

Según **Fabián Hoyos Patiño** (2001) las lechadas de cemento son suspensiones altamente concentradas de partículas sólidas en agua. El contenido de sólidos de una lechada de cemento puede llegar hasta un 70%.

2.5.14 Construcción de Tipos de Presa

Según **Eugenio Vallarino C. del Castillo** (1988) los diversos tipos de presas responden a las variadas formas de cumplir la doble exigencia de resistir el empuje del agua y evacuar los caudales sobrantes.

En cada caso, la importancia relativa de estas dos premisas, las condiciones del terreno y las exigencias de los usos del agua (central hidroeléctrica, tomas de riego, etc.), y a veces la tecnología y circunstancias económicas del momento, dan una serie de condicionantes que llevan a la elección del tipo más adecuado. De ahí la conveniencia de disponer de varios, para acoplarse mejor a las diferentes condiciones.

- Presas de gravedad
- Presas de bóveda
- Presas de escollera
- Presa de arco
- Presas contrafuertes
- otros.

2.5.15 Excavación de Calicatas en el Área del Embalse

Las calicatas, zanjas, rozas, pozos, etc. Consisten en excavaciones realizadas mediante medios mecánicos convencionales, que permiten la observación directa del terreno a cierta profundidad, así como la toma de muestras y la realización de ensayos in situ. Tienen la ventaja de que permiten acceder directamente al terreno, pudiéndose observar las variaciones litológicas, estructuras, discontinuidades, etc. Así como tomar muestras de gran tamaño para la realización de ensayos y análisis.

Son uno de los métodos en el reconocimiento superficial del terreno y dado su bajo coste y rapidez de realización, constituyen un elemento habitual en cualquier tipo de investigación in situ. **(Informe final ATA).**

2.5.16 Presa

Eugenio Vallarino C. del Castillo (1988) una presa es una estructura que tiene por objeto contener el agua en un cauce natural con dos fines o simultáneos.

- Elevar su nivel para que pueda derivarse por una conducción.
- Formar un depósito que retenga los excedentes para suministrar un suplemento en los periodos de escasez (creación de embalse).

2.5.17 Componentes de una Presa

Según **RAY K.L. & JOSEPH B.F. (1978)**.

- Embalse Volumen de agua que queda retenido por la presa.
- Vaso Parte del valle que inundándose contiene el agua embalsada.
- Cerrada Es el punto concreto del terreno donde se construye la presa.
- Pantalla o cortina Cuyas funciones básicas son, garantizar la estabilidad de toda la construcción soportando el empuje hidrostático del agua.
- Paramentos Caras o Taludes Son las dos superficies más o menos verticales principales que limitan el cuerpo de la presa el interior o de aguas arriba que están en contacto con el agua y el exterior o de aguas abajo.
- Corona Es la superficie que limita la presa superiormente.
- Aliviadero Estructura hidráulica por la que rebosa el agua, excede cuando la presa está llena.
- Estribos Son los laterales del muro que están en contacto con la cerrada contra la que se apoya.

2.5.18 Presión de Hundimiento

Según **Luis I. González de Vallejo (2002)** es la presión vertical para la cual el terreno agota su resistencia al corte, puede expresarse en términos de tensiones totales o efectivas, brutas o netas.

- **Carga Admisible**

Según **Fabián Hoyos Patiño (2001)** la capacidad de carga admisible en una cimentación es aquella que puede aplicarse sin producir desperfectos en la estructura, teniendo un margen de seguridad dado por el coeficiente de seguridad.

La capacidad de carga depende del tipo de suelo (gravas, arenas, limos, arcillas o combinaciones de ellas), de las características de la cimentación y de la estructura, y del coeficiente de seguridad adoptado.

2.5.19 Tipos de Flujos

- **Flujo Laminar**

Los valores de absorción y presión efectiva guardan relación lineal. Es decir, que la absorción es proporcional a la presión efectiva. Este hecho se debe a que las fracturas son finas y se entiende que el relleno es granular y, consecuentemente, el consumo por fractura es aproximadamente igual. Normalmente está asociado a valores Lugeón menores que >3 U.L. (valor Lugeón representativo).
(Informe final Consorcio Salzgitter-SISA).

- **Flujo Turbulento**

La Absorción correspondiente a la presión máxima es relativamente menor que la de las presiones intermedias y mínimas, y responde a que las fracturas son de diferente grosor.

Generalmente está asociado a valores Lugeón mayores que >4 U.L. **Informe final Consorcio Salzgitter-SISA).**

- **Dilatación**

En este caso, cuando la roca es sometida a la presión máxima, hay una dilatación temporal de la abertura o se comprime momentáneamente el relleno por efecto de la presión de agua, entonces la absorción para este estadio es sensiblemente mayor que en los otros, es un proceso reversible y la abertura se comporta de forma “elástica”. **(Informe final Consorcio Salzgitter-SISA).**

- **Erosión**

El material fino de relleno de las fracturas es lavado por el agua de ensayo incrementándose el volumen útil de poros o de fisuras en el tramo de macizo rocoso ensayado, por ello, la absorción se incrementa relativamente con el tiempo. En este caso la curva absorción – Presión Efectiva se ensancha y las flechas apuntarán en sentido horario. **(Informe final Consorcio Salzgitter-SISA).**

- **Relleno**

Por efecto de la sedimentación de los finos que pudiera transportar el agua del ensayo o bien del mismo material erosionado y re depositado del relleno de fractura, las aberturas se cierran o taponan a medida que transcurre el ensayo, la absorción consecuentemente decrecerá en función del tiempo. También en este caso la curva absorción – presión efectiva se ensancha, pero las flechas apuntaran en sentido anti horario.

Otro factor atribuido se debe a la resistencia capilar de penetración del agua en fracturas finas. **(Informe final Consorcio Salzgitter-SISA).**

2.5.20 Presión Efectiva (PE)

- Corresponde a la presión que actúa en el tramo de ensayo y se define como el resultado de la suma algebraica de las presiones actuantes en la prueba: presión manométrica (PM), Carga Hidráulica (CH), pérdida de presión o pérdida de carga (PC). $PE = PM + CH + PC$. **(Informe final Consorcio Salzgitter-SISA).**

2.5.21 Presión Manométrica (PM)

- Es la Presión que actúa en el punto de registro (manómetro), y su valor se obtiene directamente de la lectura del instrumento.
(Informe final Consorcio Salzgitter-SISA).



CAPITULO III

CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INVESTIGACIÓN

3.1 ASPECTOS GENERALES

Cualquier estudio que se ocupe de la evaluación, rehabilitación y/o construcción de infraestructura, requiere una considerable cantidad de datos, los cuales en gran parte son de carácter de estudios básicos. En el caso del proyecto de evaluación de la presa Chonta, la gama de las informaciones necesarias se extiende a un gran número de datos tomados durante esta fase del estudio.

3.2 UBICACIÓN Y ACCESIBILIDAD

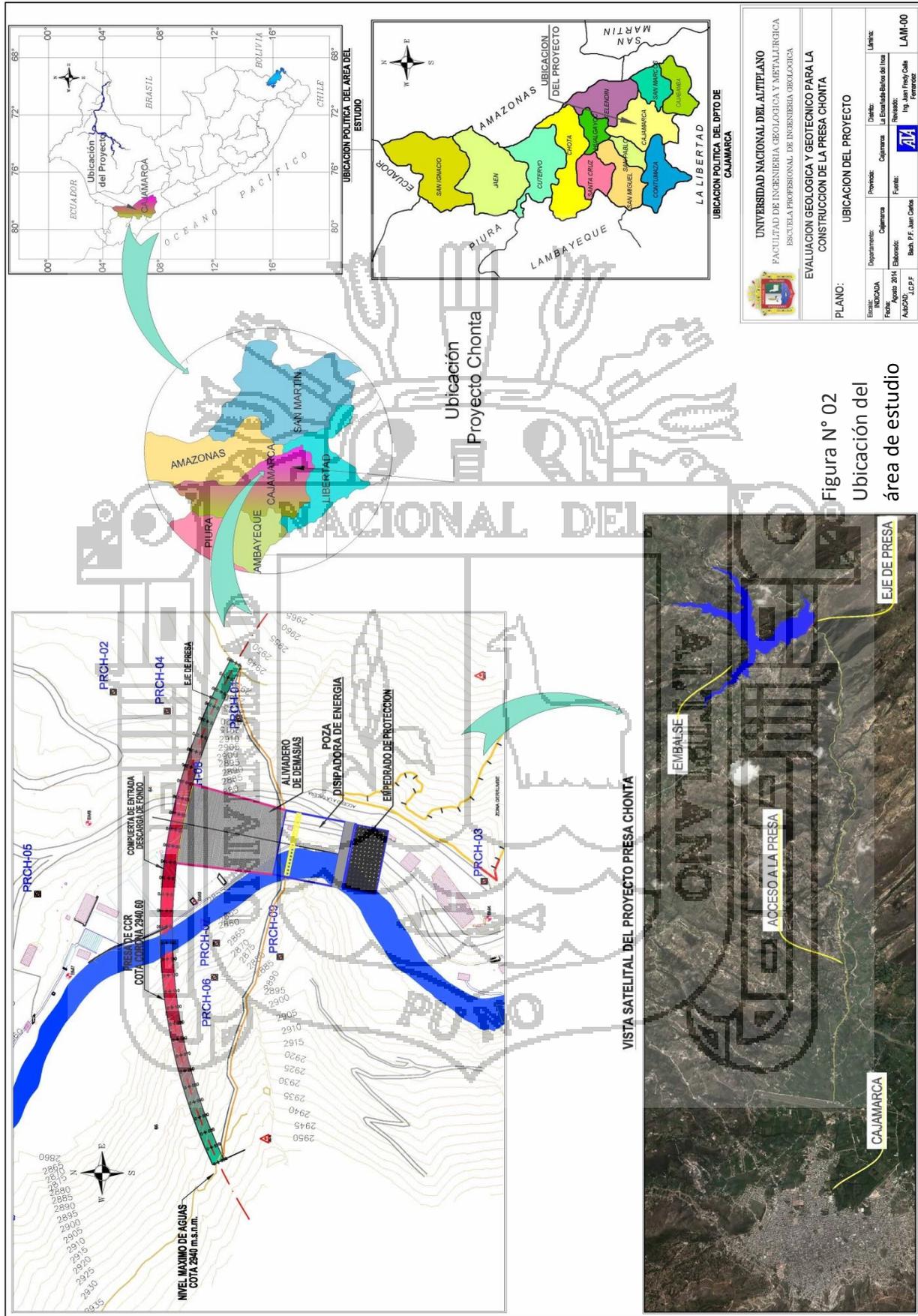
La zona del Proyecto se encuentra ubicada en el Departamento de Cajamarca, provincia de Cajamarca, distrito la Encañada, anexo Sangal, en el cauce del río Chonta, abarca ambas márgenes del cauce de la quebrada Sangal altura de la Piscigranja de Chicche, de acuerdo a la proyección UTM-WGS-84 el área de estudio se encuentra entre las coordenadas UTM; Este 782,211 y Norte 9'216,376 con una variación altitudinal de 2,882 m.s.n.m.

Se accede desde Cajamarca, partiendo por la carretera a la localidad de Combayo, llegando a Otuzco con 10 km de carretera asfaltada y luego se continúa 9 km por carretera afirmada llegando a la Piscigranja de Chicche. La carretera afirmada continúa hasta el poblado de la Encañada y Combayo en un recorrido de 30 y 10 km respectivamente.

Departamento: Cajamarca

Provincia : Cajamarca

Distrito : Baños del Inca y Encaña.



<p>UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO FACULTAD DE INGENIERIA GEOLOGICA Y METALURGICA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA GEOLOGICA</p>	
<p>EVALUACION GEOLOGICA Y GEOTECNICO PARA LA CONSTRUCCION DE LA PRESA CHONTA</p>	
<p>PLANO: UBICACION DEL PROYECTO</p>	
Elaboración:	Límites:
Departamento:	Diseño:
Provincia:	Calcomera:
Comuna:	Calcomera:
Fecha: Agosto 2014	Elaboración:
Autor: J.C.P.F.	Revisión:
Bach. P.F. Juan Carlos	Ing. Juan José Calle
	Profesor
	LAM-00

Figura N° 02
Ubicación del área de estudio

3.3 EXTENSION

La cuenca colectora del río Chonta (hasta el sitio de emplazamiento de la presa) tiene una extensión de 275.54 km², y está conformada por las siguientes cuatro subcuencas tributarias:

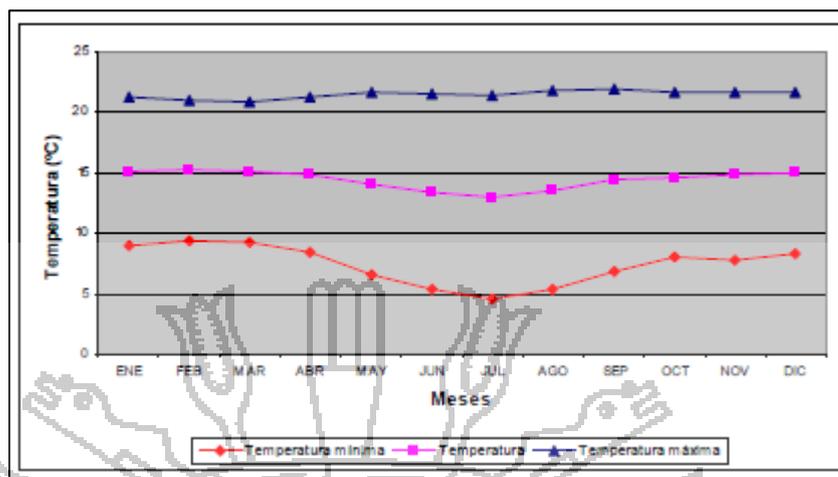
- Subcuenca del río Grande (también denominado río Chonta), con una extensión de 114.82 km² y un perímetro de 46.27 km. El cauce es profundo, angosto, estable y de trayectoria relativamente sinuosa. Los flancos tienen rasgos topográficos moderados con cierta irregularidad morfológica y en general mantienen declives de 30° a 50° como ángulos de reposo.
- Subcuenca de la quebrada Azufre, con una extensión de 77.63 km² y perímetro de 46.51 km. El cauce es prácticamente rectilíneo, angosto y profundo. Los flancos presentan caracteres topográficos mayormente empinados, con algunos tramos moderados.
- Subcuenca de la quebrada Quinuario, con una extensión de 53.21 km² y perímetro de 37.12 km. Presenta un cauce profundo, angosto y algo sinuoso, los flancos tienen declives moderados y empinados.
- Subcuenca de la quebrada Yanatotora, con una extensión de 27.57 km² y perímetro de 25.19 km.

3.4 ELEMENTOS DE CLIMA

3.4.1 Temperatura

- La temperatura máxima media mensual registrada en la estación Weberbauer oscila entre 20.9°C y 21.9° C, valores que corresponden a los meses de marzo y setiembre respectivamente, la temperatura mínima media mensual se encuentra entre 4.6°C y 9,3°C para los meses de Julio y Febrero. La figura N° 03 muestra la variación mensual de la temperatura máxima y mínima a lo largo del año.

Figura N° 03
Variación Mensual de la Temperatura



Fuente: Informe Final Consorcio Salzgitter – SISA

3.5 HIDROLOGÍA

Los caudales mensuales promedio del río Chonta en el eje de presa muestran caudales superiores al promedio anual durante los meses de diciembre a mayo (periodo húmedo), e inferiores durante junio a noviembre (periodo seco). El caudal promedio mensual para todo el año es de 4.166 m³/s y durante el periodo generado muestran un máximo de 18.537 m³/s en el mes de abril y un mínimo de 0.740 m³/s en el mes de septiembre.

3.5.1 Precipitación Pluvial

La precipitación promedio total anual registrada en la estación Weberbauer llega a los 644.7 mm. el régimen de lluvias a lo largo del año presenta un período lluvioso de octubre a abril con un decaimiento leve en noviembre y diciembre y otro de escasa precipitación, entre los meses de mayo a septiembre que alcanza sus niveles más bajos de junio a agosto, donde se registran valores inferiores a 10 mm/mes, (Ver Figura N° 04) y (Cuadro N° 02).

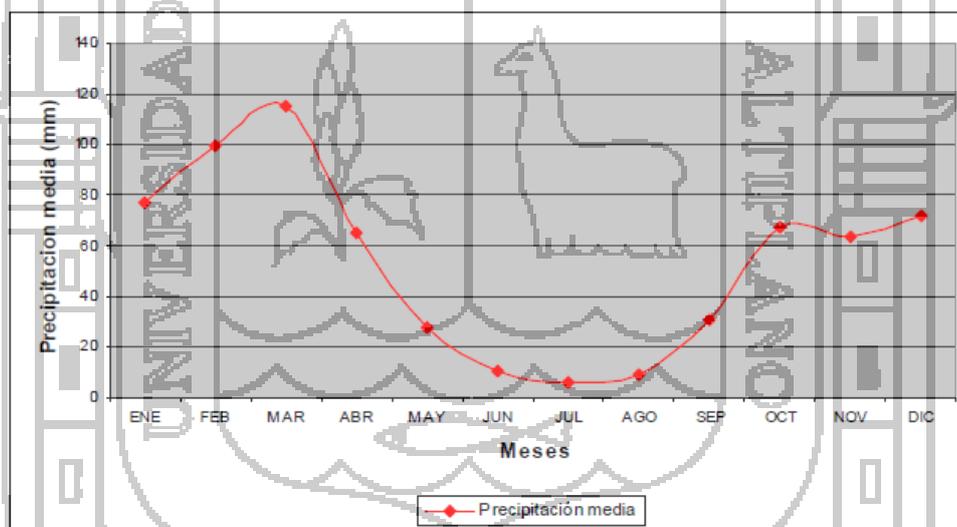
En el cuadro N° 02 presenta los resultados de análisis estadísticos realizados con los registros históricos de la precipitación mensual media en la estación Weberbauer.

Cuadro N° 02
Distribucion Media Mensual de los Caudales del Rio Chonta en el Eje de Presa Estación Weberbauer (SENAMHI)

Variable	Und.	Año Promedio											
		Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Precipitación	mm	76.8	99.4	115	65.5	27.8	10.4	6.3	9.0	30.8	67.7	63.9	71.7
Temperatura	°C	15.1	15.2	15.1	14.8	14.1	13.4	13	13.5	14.4	14.6	14.8	15
Temperatura Máxima	°C	21.3	21	20.9	21.2	21.6	21.5	21.4	21.8	21.9	21.7	21.7	21.7
Temperatura Mínima	°C	8.9	9.3	9.2	8.4	6.6	5.3	4.6	5.3	6.8	8.0	7.7	8.3
Humedad	%	72.2	74	74.6	73.9	70.6	66.1	62.7	62.8	65.5	68.4	67.1	69.7
Velocidad de viento	Km/día	94.8	94.8	78.6	74.6	74.1	92.1	120	127.4	112.3	105.3	105.3	108
Horas de sol	hr	5.3	4.7	4.7	5.4	6.4	6.9	7.4	7.1	5.8	5.5	6.2	5.7
Radiación solar	MJ/m²/día	18.6	17.4	17.4	16.6	16.4	17.4	17.4	18.8	18.7	18.9	19	17.3

Fuente: Informe Final Consorcio Salzgitter – SISA

Figura N° 04
Variación Mensual de la Precipitación



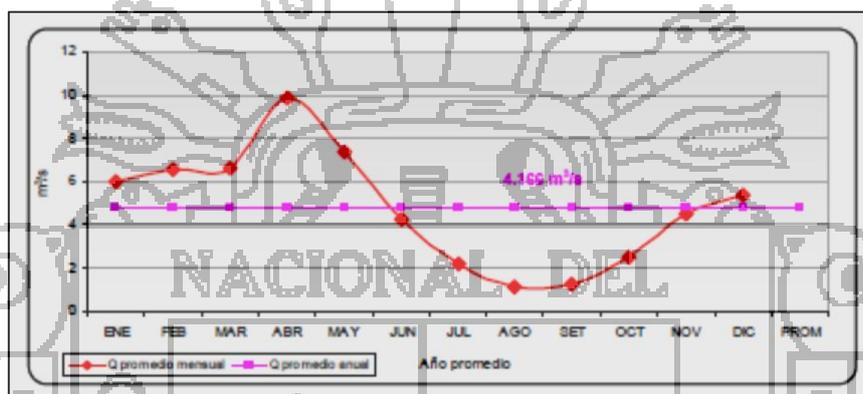
Fuente: Informe Final Consorcio Salzgitter – SISA

Cuadro N° 03
Distribucion Media Mensual de los Caudales del Rio Chonta en el eje de Presa Estación Weberbauer

Detalle	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic
Caudal m ³ /s	5.719	6.209	6.265	8.194	5.77	3.192	1.57	0.815	0.97	2.009	4.159	5.118

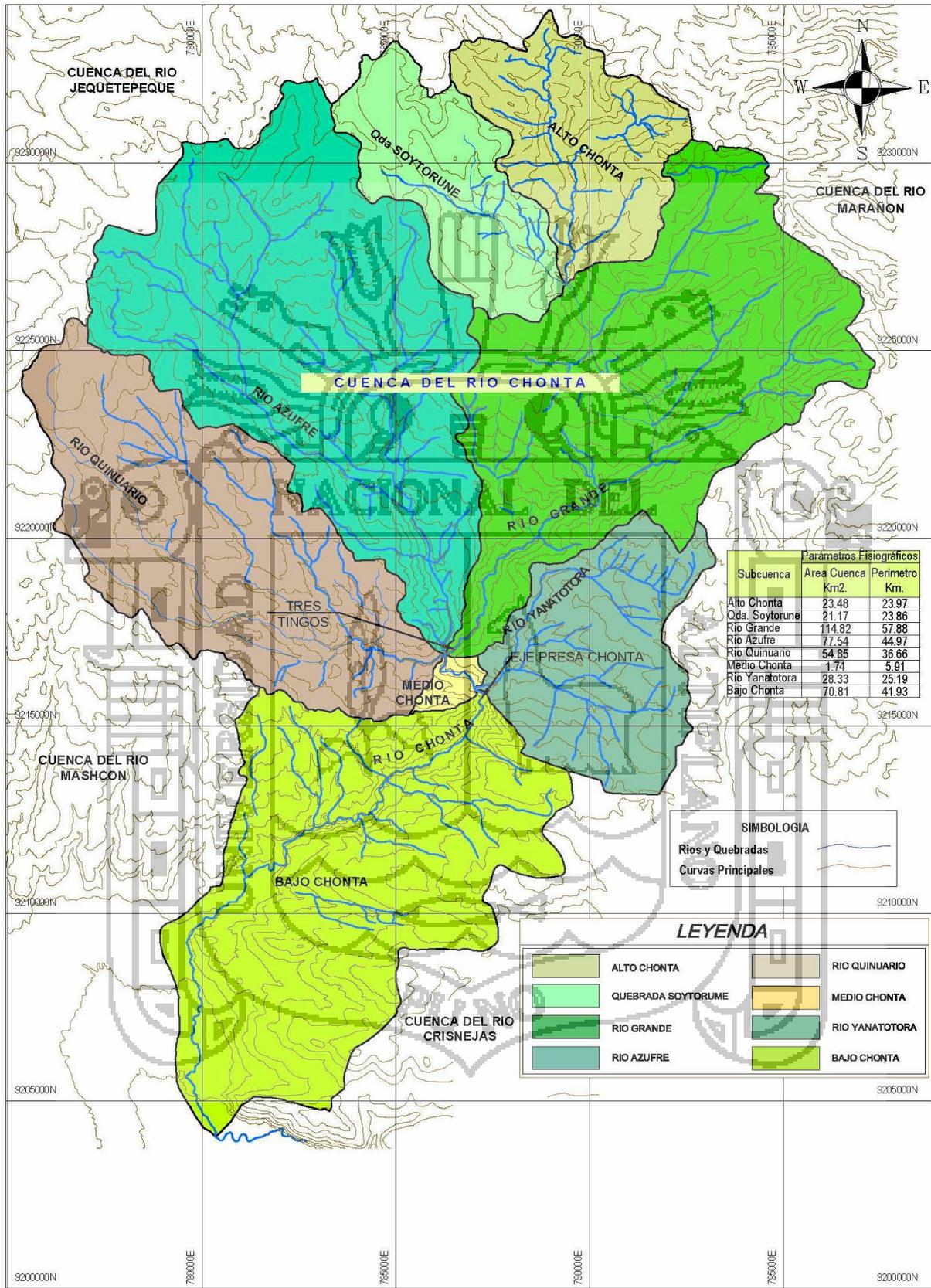
Fuente: Informe Final Consorcio Salzgitter – SISA

Figura N° 05
Histograma de Caudal Medio Mensual Generado-año Promedio



Fuente: Informe Final Consorcio Salzgitter – SISA

Figura N° 06
Cuenca del Rio Chonta



Fuente: Informe Final Consorcio Salzgitter – SISA

3.5.2 Velocidad del Viento

Las velocidades del viento se presenta entre los meses de octubre a abril, teniendo un promedio mas bajo en el mes de mayo 74.10 km/dia, y las velocidades maximas entre mayo a setiembre, teniendo como promedio mas alto registrado en el mes de agosto 127.40 km/dia. **(Ver Cuadro N° 02).**

3.6 GEOLOGÍA EN EL EJE DE LA PRESA

3.6.1 Geomorfología

El área donde se plantearon las alternativas de represamiento, se encuentra en la cuenca del río Chonta, la alternativa 2-2 escogida está ubicada en las inmediaciones de la hacienda Sangal.

El agente geomorfológico más importante del área es el río Chonta pudiéndose identificar en este tramo a las unidades morfológicas del valle interandino del río Chonta y las estribaciones de la cordillera.

El valle interandino del río Chonta, es una depresión topográfica que atraviesa y corta la cadena de cerros Sangal y Chuco, en dirección de noreste a suroeste, este accidente ha sido modelado principalmente por los procesos de erosión fluvial.

La sección transversal general del valle en el área de reconocimiento es en "V", con pequeños tramos donde el fondo es esencialmente plano pero estrecho y parcialmente encañonado.

Ambas laderas del valle son asimétricas, con contornos moderadamente ondulados y declives desde pronunciados a escarpados y modelados en rocas cretáceas y terciarias, tapizadas con escasa y discontinua cobertura cuaternaria.

En el área el río Chonta tiene un curso ligeramente sinuoso, de forma acanalada, con eventuales y pequeñas rápidas.

Las estribaciones de la Cordillera Occidental conforman la cadena de cerros en donde está comprendida el área estudiada, gran parte de este territorio, está modelado en rocas cretáceas y terciarias, esta unidad presenta un relieve heterogéneo debido principalmente a su origen litológico-estructural, su mayor configuración en el área

del proyecto se caracteriza por marcados contrastes de su modelado y pendientes.

3.7 GEOLOGÍA LOCAL

3.7.1 Geología Estructural

- **Fallamientos**

La falla más importante en el área de estudios del embalse y eje de presa corresponde a la denominada Falla Sangal, que se ubica transversalmente al río Chonta cerca del Poblado de Sangal y unas decenas de metros al norte del eje del Sinclinal de Sangal.

La Falla Sangal corresponde a una falla normal con dirección Este - Oeste y tiene el buzamiento subvertical. Pone en contacto a la Formación Quilquiñan - Mujarrun en la zona Norte del área y a la Formación Celendín en la zona de la quebrada Sangal. No evidencia actividad tectónica alguna.

En el área de embalse de la Presa Chonta existen además una serie de fallas pequeñas de desgarre o transversales con poco desplazamiento, más o menos normales a las estructuras plegadas. No se han observado evidencias de fallas y estructuras recientes neotectónicas.

Cabe mencionar que dicha fallas están cubiertas en su mayoría por depósitos cuaternarios. **(Ver Plano LAM- 08)** Anexos.

- **Plegamientos**

En la zona de represamiento se ha podido localizar 02 plegamientos importantes, de norte a sur:

El primero, un sinclinal localizado en el margen izquierdo del Río Grande, entre las comunidades de Tres Tingos y Molino del Arco, con una dirección del eje NW - SE, con afloramientos de la Formación Quilquiñan - Mujarrun.

El segundo, denominado el Sinclinal Sangal también con dirección NW - SE, se o en cuyo núcleo se emplaza la Formación Celendín, mientras que en el flanco Sur son visibles los afloramientos de las calizas de la Formación Cajamarca, que se prolongan hasta la zona

de emplazamiento del eje de presa. En este sector el Sinclinal Sangal se encuentra cortado de manera perpendicular por el río Chonta. **(Ver Plano LAM- 08)** Anexos.

3.7.2 Geodinámica Externa

- **Peligros y Eventos Relacionados a Factores Climáticos.**

Los mayoría de eventos que generan inestabilidad y peligros sobre obras civiles como son los deslizamientos y reptaciones en laderas, desprendimientos y desplomes de rocas, erosión en cárcavas y barrancos de laderas, erosión de márgenes fluviales, riadas de barro o huaycos y torrentes, entre otros, en la sierra del país y en los paisajes de Cajamarca se producen en los denominados meses de lluvias entre Noviembre y Abril de todos los años y principalmente en los años de caídas pluviométricas punta, tipo años del Fenómeno El Niño.

Durante tales épocas se activan tales eventos en aquellos lugares en donde están dadas las condiciones geológicas geotécnicas que conllevan a una potencial inestabilidad, como pueden ser presencia de extensas y/o potentes coberturas de suelos, sobretodo de aquellas con elevado contenido de arcillas lateríticas, material fino con contenido orgánico, alto contenido de humedad, en laderas empinadas y paisajes degradados por la erosión. **(Ver Cuadro N° 04)**, resume estos fenómenos y su implicancia dentro del área de inundación.

Pero en resumen, salvo sectores excepcionales y de extensiones menores, en las laderas del cierre de presa y en las laderas del embalse no se han encontrado zonas extensas o importantes que tengan carácter crítico con potencialidad de generar eventos de geodinámica externa.

Cuadro N° 04
Geodinámica Externa en el Area de Inundación

TIPOS	ÁREA/LONGITUD	LOCALIZACIÓN	NIVEL DE RIESGO.
Deslizamientos	Locales.	Margen izquierda del Vaso en sector de Quebrada Sangal.	Bajo
	Locales.	Margen derecha Río Azufre.	Bajo
Erosión de laderas	Aislados por tramos.	Laderas Río Azufre (Vaso). Laderas río Grande (Vaso). Laderas Río Quinuario (Vaso).	Moderado a Baja. Baja. Baja.
Erosión fluvial	Aislados por tramos.	Río Azufre. Río Grande. Río Quinuario. Confluencia Tres Tingos.	Media a Baja. Media a Baja Media a Baja. Media a Baja.
Aluvión y/o torrente.	Aislados por tramos.	Entrada de los ríos al Embalse.	Baja.

Fuente: Elaboración Propia

3.8 GEOLOGÍA DEL EMBALSE DE LA PRESA

El vaso de embalse se extiende aguas arriba del río Chonta e inundará los tramos inferiores de los cauces correspondientes a los ríos Quinuario, Azufre y Grande.

Las formaciones geológicas donde se emplazará el Vaso de Embalse corresponden, de abajo hacia arriba, a rocas de las formaciones: Yumagual, Quilquiñán-Mujarrún, Cajamarca y Celendín. **(Ver Plano LAM-02) Anexos.**

El Volcánico Huambos (Ts-vh), cubre discordantemente a las formaciones anteriores. Que están constituidos por tobas, traquitas y andesitas de textura porfírica de color amarillento claro.

Los depósitos inconsolidados localizados en los cauces del río Chonta y quebrada Sangal igualmente han sido descritos en ítems anteriores, son depósitos que pueden influir en la impermeabilidad del Vaso de Embalse pese a sus reducidas extensiones y espesores no muy considerables. **(Ver Cuadro 08)** relacion de calicatas en el vaso.

El lugar designado como Vaso de Embalse reúne aceptables condiciones geológicas y geotécnicas. al respecto y en primer lugar se deduce que el agua almacenada por represamiento artificial, no debe tener posibilidades

de fuga subterránea excepto en la sección de cierre del embalse por la corteza superficial de roca fracturada y espesor variable. **(Cuadro N° 09 – 10 - 11) (Ver Plano LAM-01) Anexos.**

3.8.1 Caracterización del Macizo Rocosó en la Presa

Para la clasificación geomecánica del macizo rocoso, se ha considerado utilizar los parámetros propuestos por Bieniawski (1976), sistema de valoración de macizo rocoso (Rock Mass Rating) comúnmente denominado RMR, cuyo procedimiento consta de los siguientes parámetros.

- Resistencia a la compresión simple del material rocoso
- Índice de calidad de roca RQD
- Separación entre diaclasas o juntas
- Estado de las fisuras
- Condiciones de las aguas subterráneas
- Corrección por la orientación de las discontinuidades

La resistencia a la compresión simple del material rocoso se efectuó en testigos obtenidos de las perforaciones: **PRCH-01** tramo (8.27 a 8.65), **PRCH-08** tramo (23.48 a 23.81), **PRCH-06** tramo (13.04 a 13.34) y **PRCH-07** tramo (20.23 a 20.53). El índice de calidad de la roca RQD, se ha determinado a partir de la evaluación de los testigos procedentes de las perforaciones diamantinas ejecutadas en el eje de presa, **(Cuadro N° 05).**

Cuadro N° 05
Resumen de las Perforaciones Diamantinas del Eje de Presa

Ubicación	Profundidad	Constantes Elásticas		Propiedades Físicas			
		Módulo Elasticidad (Gpa)	Poisson	Densidad Seca (gr/cm ³)	Porosidad Aparente (%)	Absorción (%)	Resistencia Compresión Simple (Mpa)
PRCH-01 (Eje)	8.27 - 8.65	9.53	0.31	2.55	2.68	1.05	59.69
	64.20 - 64.57	12.60	0.29	2.65	0.99	0.37	67.43
	133.60 - 133.90	20.98	0.29	2.62	1.07	0.41	172.19
PRCH-06 (Eje)	13.03 - 13.34	16.48	0.29	2.67	0.88	0.33	120.11
	67.87 - 68.35	9.68	0.32	2.62	3.94	1.50	33.56
	126.30 - 126.81	6.62	0.32	2.59	4.23	1.64	32.25
PRCH-07 (Eje)	20.23 - 20.53	10.04	0.30	2.67	0.88	0.33	54.49
	49.10 - 49.42	12.05	0.29	2.67	0.73	0.27	69.15
	55.33 - 55.70	12.15	0.29	2.64	1.68	0.63	44.66
	100.20 - 100.40	--	--	2.03	43.59	21.50	--
PRCH-08 (Eje)	23.48 - 23.81	9.81	0.30	2.63	2.14	0.82	62.69
	50.49 - 50.82	8.80	0.31	2.61	1.68	0.65	76.06
	55.37 - 55.58	17.75	0.29	2.66	1.65	0.62	159.02
	90.52 - 90.77	9.21	0.31	2.67	0.93	0.35	107.69

Fuente: Resultados de laboratorio

3.8.2 Litología en el Eje de la Presa

En lo que respecta a las Condiciones Geológicas Geotécnicas de la zona de cierre o eje de presa, el estudio de factibilidad señaló los siguientes puntos conclutivos.

Los flancos de los estribos derecho e izquierdo del eje de Presa Chonta, se encuentran sobre afloramientos del basamento rocoso que están conformados por rocas de la Formación Cajamarca (Ks-ca), de naturaleza calcárea, intercalada en menor porcentaje con lutitas y margas. El espesor de los estratos varían en promedio en 0.20 m a 1.00 m.

Los estratos en el sitio de la zona de cierre o eje de presa, pertenecen a la parte superior de la Formación Cajamarca (Ks-ca) y la posición estructural de este conjunto sedimentario forma parte del flanco sur del Sinclinal Sangal que se sitúa en forma transversal al valle del río Chonta y con fuerte ángulo de buzamiento aguas arriba en 60° -70° NE.

El área entre estribos, en el nivel de base del valle está constituida por depósitos de suelos cuaternarios de diferente naturaleza.

En las laderas de los flancos se advierten entremezclas de Depósitos Cuaternarios Eluviales-Deluviales-Coluviales (Qr-el-del-col) en espesores que fluctúan entre algunos metros y en más de 30 m.

Los Depósitos Cuaternarios eluviales-deluviales-coluviales (Qr el-del-col) están constituidos por arenas limosas con grava, cantos y bloques, de formas angulares y naturaleza calcárea y sus diámetros varían entre 0.30 - 3.00 m.

A lo largo del cauce y en las terrazas más bajas del nivel de base del valle, se observan Depósitos Cuaternarios Aluviales fluviales (Qr-al-fl) constituidos por clastos de variada granulometría mayoritariamente representados por bloques, cantos rodados angulosos, gravas y arenas, de constitución petrológica mayoritariamente calcárea. El espesor encontrado en las perforaciones diamantinas es del orden de algunos metros en la parte central del cauce y se angosta hasta desaparecer hacia ambos flancos.

El macizo rocoso calcáreo denota buena estabilidad y resistencia. La buena capacidad portante está dada por la alta resistencia a la compresión y buena densidad que presentan las calizas. **(Ver Plano LAM - 01) Anexos.**

3.9 PERFORACION DIAMANTINA

Las investigaciones Geotécnicas, mediante la perforación diamantina constituye uno de los métodos más importantes para la prospección geológica y geotécnica, por lo que se debe de tomar en cuenta las técnicas y procedimientos de control para los diferentes tipos de material atravesados. Para nuestro caso durante la perforación en roca no existieron mayores inconvenientes en lo que respecta a la recuperación de muestras, excepto cuando se trató de rocas muy fracturadas de matriz sedimentaria se recuperó en pequeños a bloques de núcleos de testigos diamantinos de baja, moderada a alta resistencia.

Las 2 máquinas perforadoras utilizadas fueron las maquinas Long Year 44 y la perforación se efectuó mediante el método de rotación con diámetro HQ, NQ, en material de cobertura y suelo residual la perforación fue en

seco con broca de Widia tipo “corona”, y en material rocoso la perforación fue diamantina, sistema wire line, empleando triple tubo (HQ). **(Cuadro 06)** La totalidad de sondeos fue realizada empleando el método sistema Wireline, con recuperación continua de muestras, en diámetro HQ, con empleo de muestreadores de doble tubo y brocas impregnadas (diamantinas) marca Boyles Bros, empleando únicamente agua como fluido de perforación para la remoción de las partículas perforadas. **(Cuadro 07)**. Durante la perforación de los materiales sueltos se usó revestimiento para evitar derrumbes de la pared del sondeo. **(Ver Plano LAM – 07)** Anexos.

Cuadro N° 06
Brocas Utilizadas en las Perforaciones

SONDAJES	LINEA	TRAMO m.	Ø mm/cm	
PRCH-01	HQ	0.00 a 135.00	96	9.6
PRCH-02	HQ	0.00 a 134.40	96	9.6
PRCH-03	HQ	0.00 a 135.80	96	9.6
PRCH-04	HQ	0.00 a 80.00	96	9.6
PRCH-05	HQ	0.00 a 100.60	96	9.6
PRCH-06	HQ	0.00 a 135.20	96	9.6
PRCH-07	HQ	0.00 a 101.45	96	9.6
PRCH-08	HQ	0.00 a 50.00	96	9.6
	NQ	50.00 a 100.20	75.8	7.58
PRCH-09	HQ	00.0 a 66.40	96	9.6
	NQ	66.40 a 85.50	75.8	7.58

Fuente: Elaboración Propia

Cuadro N° 07
Resumen de Perforaciones Realizadas en el Estudio de la Presa Chonta

N° sondeo	Código Perforación	Coordenada Norte	Coordenada Este	Inclinación	Prof.	Nivel Freático	N° de Ensayo Lefranc	N° de Ensayo Lugeon	N° de Cajas Testigos
1	PRCH-01	9216332.35	787530.29	-90°	135.0	seco	1	17	48
2	PRCH-02	9216409.05	787346.57	-90°	135.4	Seco	0	17	48
3	PRCH-03	9216182.22	787229.72	-80°	80.00	Seco	2	11	25
4	PRCH-04	9216376.04	787334.61	-90°	135.8	Seco	0	18	45
5	PRCH-05	9216455.51	787221.76	-90°	100.6	5.3	4	12	34
6	PRCH-06	9216347.19	787170.38	-90°	135.2	16.5	2	17	48
7	PRCH-07	9216346.08	787191.49	-90°	101.45	7.2	2	14	40
8	PRCH-08	9216354.98	787281.53	-90°	100.20	26.76	0	14	32
9	PRCH-09	9216307.14	787183.20	-90°	85.50	38	3	11	28

Fuente: Elaboración Propia.

3.10 ENSAYOS GEOTECNICOS

3.10.1 Ensayos de Permeabilidad

Una de las características de importancia para el estudio fue conocer la permeabilidad de las unidades litológicas que fueron atravesadas por los sondajes ejecutados. En el macizo rocoso la permeabilidad está determinada por el grado de fracturación cada 5 metros de perforación, nos permitieron conocer el coeficiente de permeabilidad de manera puntual para cada unidad atravesada.

3.10.2 Ensayo de Permeabilidad tipo Lugeón

- **Metodología de Ensayo**

Los pasos a seguir para la buena ejecución de un ensayo de permeabilidad tipo Lugeón del sistema wire line, son los siguientes:

Inicialmente deberá ser efectuado cuidadosamente el lavado del sondeo hasta que el agua de circulación se presente limpia y libre de partículas en suspensión.

Terminado el lavado del sondeo deberá ser instalado el obturador (packer) diámetro 1.5" en su parte inferior y que determina el tramo a ensayar. La disposición de los equipos será en el siguiente orden: bomba de agua, estabilizador de presión, balón de nitrógeno, manguera y doble packer con división chancaca, sello, manómetro.

El agua utilizada en los ensayos no deberá presentar partículas de material sólido en suspensión.

Al ser aplicada la presión mínima del primer estadio, deberá ser comprobada la validez de la obturación, asegurado esto se proseguirá con la aplicación de los estadios siguientes. Luego de la estabilización de los valores de presión manométrica, deberán ser hechas las medidas de los mismos para cada estadio a intervalos de 1 minuto cada uno.

- **Consideraciones de Cálculo**

Los valores de UL (Unidad de Lugeón) se calcularon teniendo en cuenta la tabla HOULSBY (1976).

Para determinar PEF (presión efectiva en el punto medio del tramo de ensayo) se tomó en cuenta la sobrecarga hidráulica Δh , considerando el nivel freático y su posición respecto a la profundidad efectiva, las pérdidas de carga no se consideraron.

Los valores de K (Permeabilidad) se calcularon usando la ecuación de SHIMIZU (1985)

$$K = \frac{UL}{12 \times 10^4} \times \ln\left(\frac{L}{r}\right)$$

Donde:

K: cm/s

UL: Unidad de Lugeon

L: Longitud del tramo de ensayo

r: Radio del taladro de perforación $r = \varnothing/2$

\varnothing : Diámetro del bulbo del ensayo

Se realizaron pruebas en tramos de 5.00m. Hasta profundidades de 50m. y se continuaron en tramos de 10.00m. Hasta terminar el taladro, se realizaron un total de 131 ensayos de Lugeón. En esta evaluación solo se mostrará como ejemplo una prueba de lugeón de la perforación **PRCH-01**. (**Cuadro 16**) y solo un resumen de los 09 ensayos de permeabilidad. (**Cuadros Nº 21,26,31,32,33,34,35 y 36**) (Ver anexos de fichas de Lugeon (**Ver Plano LAM-04**) Anexos.

CAPITULO IV

ANÁLISIS Y EXPOSICIÓN DE RESULTADOS

4.1 GEOTECNIA DE LA ZONA DEL EMBALSE

De la misma manera que en cimentaciones en suelos se calcula la carga de hundimiento utilizando el criterio de Mohr-Coulomb, se puede obtener la carga que produce deformaciones plásticas en un macizo rocoso según el método analítico desarrollado por Serrano y Olalla (2001), en aquellos casos en los que el medio rocoso es homogéneo e isótropo es decir los grupos I, IV y V de Hoek y Brown mostrados en la Fig.07 , cuyo comportamiento sigue el criterio de rotura de estos autores.

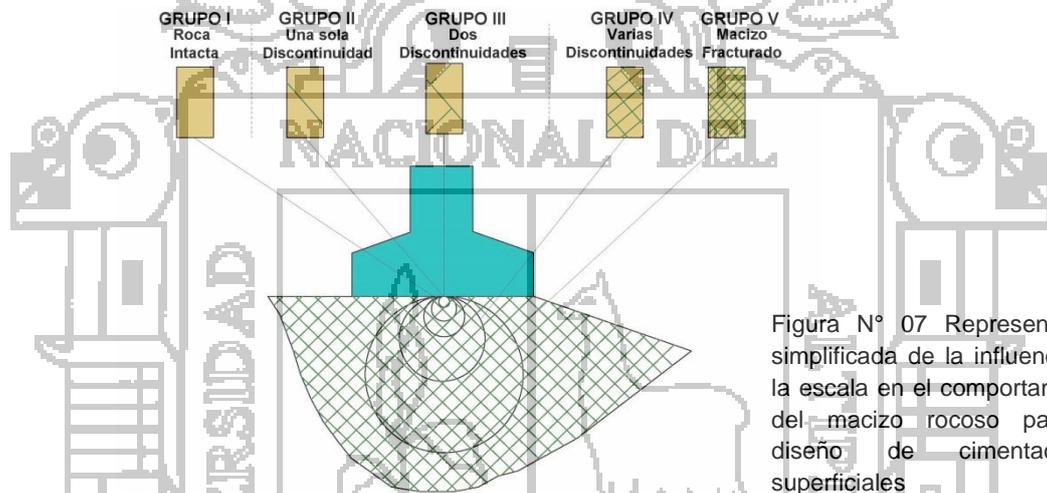


Figura N° 07 Representación simplificada de la influencia de la escala en el comportamiento del macizo rocoso para el diseño de cimentaciones superficiales

Fuente: Luis I. Gonzalez de Vallejo (2002).

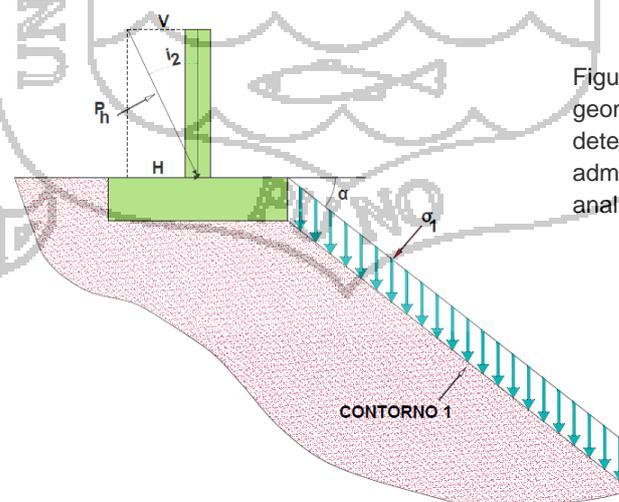


Figura N° 08 Definición geométrica empleada en la determinación de las presiones admisibles en roca por métodos analíticos simplificados.

Fuente: Luis I. Gonzalez de Vallejo (2002).

Donde:

- P_h = Carga de hundimiento buscada.
- i_2 = Inclinación de la carga con respecto a la vertical.
- σ_1 = Presión vertical actuante en el "contorno 1", situado junto a la cimentación; corresponde en el caso simplificado a la sobrecarga de tierras por encima de la base de la zapata.
- α = Inclinación de la superficie del terreno junto a la zapata (contorno 1)

La expresión que proporciona la carga de hundimiento, P_h , es:

$$P_h = \beta(N_\beta - \zeta)$$

En donde:

$$\beta = \frac{m\sigma_{ci}}{8} = \frac{m_i\sigma_{ci}}{8} \exp \frac{RMR - 100}{4}$$

$$\zeta = \frac{8s}{m^2} = \frac{8}{m_i^2} \exp \frac{RMR - 100}{25,2}$$

Siendo m , s y m_i los parámetros del criterio de Hoek y Brown y σ_{ci} el valor de la resistencia a la compresión simple de la matriz rocosa. El coeficiente de carga N_β es una generalización de los parámetros N_c y N_i de Pradal, es función de la inclinación del terreno de la inclinación de las cargas y de la sobrecarga externa normalizada actuando alrededor de la cimentación.

Sin entrar en consideraciones respecto al análisis de asientos que podrían determinar en algún caso singular el diseño de las cimentaciones en roca es necesario establecer la carga admisible, dividiendo la carga de hundimiento, P_h , por un coeficiente de seguridad global, F , que puede expresarse como producto de dos factores:

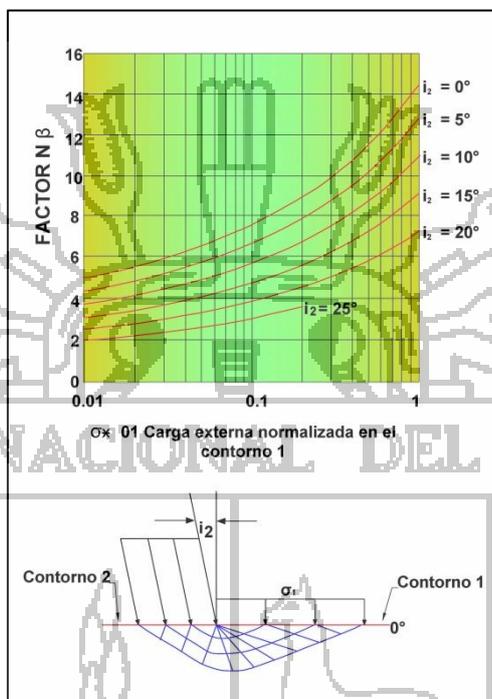
$$F = F_p F_m$$

F_p y F_m son factores que intervienen en el cálculo del coeficiente de seguridad para cimentaciones en roca.

El factor F_p considera las variaciones estadísticas de los parámetros de la roca y su magnitud está también vinculada a la probabilidad de rotura del cimiento. El factor F_m cubre la posibilidad de que la rotura por fragilidad, de

una parte o de la totalidad del cemento, no se ajuste al modelo de Hoek y Brown.

Figura N° 09
Valores del Coeficiente de Carga de Hundimiento N_p



Fuente: Luis I. Gonzalez de Vallejo (2002).

4.2 INVESTIGACIÓN DE CAMPO

Se han ejecutado calicatas que han permitido obtener la medición de niveles de agua los cuales son superficiales, encontrándose entre 0,90 a 2,45 m. de profundidad y las características litológicas de estos materiales que son granulares y finos semipermeables a impermeables, que indican que el vaso se encuentra impermeable.

Este vaso al estar saturado parcialmente debido a niveles freáticos altos y por encontrarse rocas volcánicas en la zona de las márgenes y flancos del vaso con poco fracturamiento o fracturas generalmente cerradas, indica que el vaso es impermeable.

Las investigaciones geotécnicas de campo fueron realizadas por medio de la excavación de calicatas, cuya relación se muestra en el (**Cuadro N° 08**)

(*) Ver Anexos Ensayos de Mecánica de Suelos (Vaso).

Cuadro N° 08
Relación de Calicatas en el Vaso

Calicata	Prof. (m)	Granulometría			Límites de Consistencia		Humedad %	SUCS	Coef. de Permeabilidad. k=cm/s.	N.F (m.)	
		% Grava	% Arena	% Finos	LL	IP					
C-1	0.45 – 1.60	0	65.75	34.25	27	4	28.56	SM	5x10 ⁻³	0.9	
Shinshilpampa	1.60 – 2.00	38.53	57.03	4.44	NP	NP	14.38	SP	5x10 ⁻³ – 0.2		
C-2	0.45–1.35	0	66.69	33.31	27	3	25.38	SM	5x10 ⁻³	2.45	
La Colpa	1.35 – 2.45	0	46-91	53.09	42	18	25.38	CL	10-may		
	2.45 – 3.50	53.46	42.82	3.72	29	10	24.04	GC	0.2		
C-3	0.35– 1.40	0	60.52	39.48	27	6	25.68	SC	10 ⁻⁴ - 10 ⁻³	Seco	
Laurel del Valle	1.40 – 2.50	49.74	48.56	1.7	NP	NP	15.3	GP	0.2		
C-4	0.40–1.30	14.18	37.06	48.76	28	8	18.64	SC	10 ⁻⁴ - 10 ⁻³	1.3	
Molino del Arco	1.30 – 2.00	55.88	43.12	1	NP	NP	7.61	GP	>1		
C-5	0.40–1.10	0	65.81	34.19	NP	NP	18.81	SM	5x10 ⁻³	Seco	
Molino del Arco	1.10 – 2.50	60.78	37.91	1.31	NP	NP	7.48	GP	>1		
C-6 Sangal	0-00 – 1.20	25.77	24.36	48.87	41.2	18.6	22.66	GC	(*) 2.81x10 ⁻⁴	Seco	
C-7 Sangal	0.00 – 1.10	0.07	17.63	82.3	30.9	14.5	16.36	CL	(*) 1.36x10 ⁻⁶	Seco	
PRCH-02 Sangal	0.00 – 10.00	Calizas y Lutitas								(1) 3.66x10 ⁻⁴	Seco
PRCH-04 Sangal	0.00 – 10.00	Lutitas y Calizas								(2) 3.00x10 ⁻⁴	Seco
PRCH-05	0.00 – 10.00	Lutitas residuales								(3) 2.3x10 ⁻⁴ a 8.91x10 ⁻⁵	5.3

Fuente: Informe Final Perforaciones Geotécnicas.

Donde:

SM= Arena limosa

SP= Areana mal graduada

CL= Arcillas inorgánicas

GC= Grava arcillosa

SC= Arena arcillosa

GP= Grava mal graduada

Cuadro Nº 09
Pruebas de Permeabilidad PRCH-02 (Área Vaso)

Nº Ensayo	Tramo		Tipo de Flujo	Unidad Lugeon	Coeficiente de Permeabilidad K (cm/s)	Litología
	De	A				
LUG-01	5.00	10.00	Erosión	9.46	3.66E-04	caliza
LUG-02	10.00	15.00	Turbulento	14.76	5.71E-04	caliza
LUG-03	15.00	20.00	Relleno	2.30	8.89E-05	caliza
LUG-04	20.00	25.00	Relleno	2.02	7.08E-05	caliza
LUG-05	25.00	30.00	Relleno	0.92	3.57E-05	caliza
LUG-06	30.00	35.00	Relleno	0.92	3.57E-05	caliza
LUG-07	35.00	40.00	Relleno	2.88	1.12E-04	caliza
LUG-08	40.00	45.00	Relleno	1.94	7.49E-05	caliza
LUG-09	45.00	50.00	Turbulento	5.20	2.01E-04	caliza
LUG-10	50.00	60.00	Relleno	3.78	1.68E-04	caliza
LUG-11	60.00	70.00	Erosión	3.65	1.62E-04	caliza
LUG-12	70.00	80.00	Erosión	3.94	1.75E-04	caliza
LUG-13	80.00	90.00	Erosión	2.88	1.28E-04	caliza
LUG-14	90.00	100.00	Erosión	4.28	1.90E-04	caliza
LUG-15	100.00	110.00	Relleno	2.77	1.23E-04	caliza
LUG-16	110.00	120.00	Turbulento	0.65	2.91E-05	caliza
LUG-17	120.00	130.00	turbulento	0.62	2.76E-05	caliza

Fuente: Informe Final Perforaciones Geotécnicas

Cuadro Nº 10
Pruebas de Permeabilidad PRCH-04 (Área Vaso)

Nº Ensayo	Tramo		Tipo de Flujo	Unidad Lugeon	Coeficiente de Permeabilidad K (cm/s)	Litología
	De	A				
LUG-01	5.00	10.00	Dilatación	8.52	3.30E-04	Lutita
LUG-02	10.00	15.00	Dilatación	16.74	6.48E-04	Caliza
LUG-03	15.00	20.00	Turbulento	19.70	7.62E-04	Caliza
LUG-04	20.00	25.00	Relleno	22.22	8.59E-04	Caliza
LUG-05	25.00	30.00	Turbulento	22.17	8.57E-04	caliza
LUG-06	30.00	35.00	Turbulento	16.32	6.31E-04	Caliza
LUG-07	35.00	40.00	Relleno	13.06	5.05E-04	Caliza
LUG-08	40.00	45.00	Turbulento	5.96	2.30E-04	Caliza
LUG-09	45.00	50.00	Erosión	5.91	2.29E-04	Caliza
LUG-10	50.00	55.00	Erosión	4.81	1.86E-04	Caliza
LUG-11	55.00	65.00	Turbulento	1.47	6.55E-05	Caliza
LUG-12	65.00	75.00	Erosión	1.95	8.69E-05	Caliza
LUG-13	75.00	85.00	Turbulento	0.62	2.73E-05	Caliza
LUG-14	85.00	95.00	Turbulento	1.04	4.62E-05	Caliza
LUG-15	95.00	105.00	Erosión	6.91	3.07E-04	Caliza
LUG-16	105.00	115.00	Turbulento	1.63	7.23E-05	Caliza
LUG-17	115.00	125.00	Relleno	1.19	5.28E-05	Caliza
LUG-18	125.00	135.00	Dilatación	0.99	4.41E-05	Caliza

Fuente: Informe Final Perforaciones Geotécnicas

Cuadro Nº 11
Pruebas de Permeabilidad PRCH-05 (Área Vaso)

Nº Ensayo	Tramo		Tipo de Flujo	Unidad Lugeon	Coeficiente de Permeabilidad K (cm/s)	Litología
	De	A				
LUG-01	5.00	10.00	Dilatación	8.52	3.30E-04	Lutita
LUG-02	10.00	15.00	Dilatación	16.74	6.48E-04	Caliza
LUG-03	15.00	20.00	Turbulento	19.70	7.62E-04	Caliza
LUG-04	20.00	25.00	Relleno	22.22	8.59E-04	Caliza
LUG-05	25.00	30.00	Turbulento	22.17	8.57E-04	caliza
LUG-06	30.00	35.00	Turbulento	16.32	6.31E-04	Caliza
LUG-07	35.00	40.00	Relleno	13.06	5.05E-04	Caliza
LUG-08	40.00	45.00	Turbulento	5.96	2.30E-04	Caliza
LUG-09	45.00	50.00	Erosión	5.91	2.29E-04	Caliza
LUG-10	50.00	55.00	Erosión	4.81	1.86E-04	Caliza
LUG-11	55.00	65.00	Turbulento	1.47	6.55E-05	Caliza
LUG-12	65.00	75.00	Erosión	1.95	8.69E-05	Caliza
LUG-13	75.00	85.00	Turbulento	0.62	2.73E-05	Caliza
LUG-14	85.00	95.00	Turbulento	1.04	4.62E-05	Caliza
LUG-15	95.00	105.00	Erosión	6.91	3.07E-04	Caliza
LUG-16	105.00	115.00	Turbulento	1.63	7.23E-05	Caliza
LUG-17	115.00	125.00	Relleno	1.19	5.28E-05	Caliza
LUG-18	125.00	135.00	Dilatación	0.99	4.41E-05	Caliza

Fuente: Informe Final Perforaciones Geotécnicas

4.2.1 Características Geotécnicas

- **Estanqueidad del Vaso**

La estanqueidad del vaso estaría respaldada por rocas de baja permeabilidad de la Formación Celendín (Ks-ce) y el aspecto masivo de las rocas del Volcánico Huambos (Ts-vh) e igualmente por los depósitos cuaternarios con contenido de materiales finos. Al respecto, las unidades litoestratigráficas (formaciones geológicas) expuestas en el vaso incluidas las formaciones calcáreas, no contienen horizontes de roca con permeabilidad que pueda indicarnos la posibilidad de migración de las aguas del reservorio hacia otra cuenca, asimismo la naturaleza del material de las zonas de corte de las fallas grandes o regionales no constituyen una vía de filtración, en tal sentido ya que están conformadas por material arcilloso principalmente, en consecuencia se sostiene que la estanqueidad del reservorio es buena.

Realizando un análisis de los resultados de permeabilidad obtenidos durante las perforaciones geotécnicas, se tiene lo siguiente:

- La permeabilidad en las coberturas de suelos cuaternarios de poco espesor en los estribos a lo largo del eje de presa en los sondajes diamantinos **PRCH-1**, **PRCH-06** y **PRCH-07**, como resultados de Ensayos Lefranc de tipo constante, presentan valores de permeabilidades entre media y baja y está comprendidos entre 1.15×10^{-3} cm/s a 9.59×10^{-3} cm/s. (**Cuadros N° 16 – 26 - 31**) Corresponden a horizontes de arena limosas y arenas arcillosas.
- En el caso del sondaje **PRCH-01**, (**Cuadro N° 16**) situado en la parte alta del Estribo Izquierdo, a partir de los 6.0 m de profundidad hasta los 135 m, el macizo rocoso calcáreo registra permeabilidades de 1.43×10^{-4} a 7.60×10^{-4} cm/s, que corresponden a rangos de permeabilidades bajas, obtenidos como resultados de los Ensayos Lugeón.
- El rango de permeabilidades de hasta nE-04, correspondiente a permeabilidad baja, se produce hasta la profundidad de 45 m, que debe ser tomado como la profundidad que como mínimo se debe alcanzar en el sector para el diseño de tratamiento de inyecciones de cemento.
- El sondaje **PRCH-06**, (**Cuadro N° 26**) situado en la parte media del Estribo derecho, entre 6.0 m y 130 m de profundidad conformada por calizas grises y azuladas, macizas, competentes, registra permeabilidades del orden de 1.54×10^{-4} a 7.23×10^{-5} , cm/s, que corresponden a rangos de permeabilidades bajas, obtenidos como resultados de los Ensayos Lugeón.
- El rango de permeabilidades de hasta nE-04, correspondiente a permeabilidad baja, se produce hasta la profundidad de 60 m. que debe ser tomado como la profundidad que como mínimo se debe alcanzar en el sector para el diseño de tratamiento de inyecciones de cemento. Se observa adicionalmente un valor de nE-04 entre 90.00 y 100 m. de profundidad.
- El sondaje **PRCH-07**, (**Cuadro N° 31**) ubicado en la parte baja del el Estribo Derecho, entre las profundidades de 6.0 - 100.0 m en el macizo de rocas calcáreas, las permeabilidades oscilan en

1.06×10^{-3} - 9.84×10^{-4} cm/s, consideradas como medias a bajas, obtenidos como resultados de los Ensayos Lugeon.

- El rango de permeabilidades de hasta nE-04, correspondiente a permeabilidad baja, se produce hasta la profundidad de 80 m, que debe ser tomado como la profundidad que como mínimo se debe alcanzar en el sector para el diseño de tratamiento de inyecciones de lechada de cemento. Se observa adicionalmente un valor de nE-04 entre 90.00 y 100 m de profundidad
- Finalmente en el sondaje **PRCH-08, (Cuadro N° 21)** en el estribo Izquierdo, las permeabilidades están en el rango de 1.24×10^{-3} a 5.67×10^{-5} cm/s, que corresponden a rangos de permeabilidades medias a bajas, obtenidos como resultados de los Ensayos Lugeón.
- El rango de permeabilidades de hasta nE-04, correspondiente a permeabilidad media, se produce hasta la profundidad de 60 m, que debe ser tomado como la profundidad que como mínimo se debe alcanzar en el sector para el diseño de tratamiento de inyecciones de lechada de cemento. Se observa adicionalmente un valor de nE-04 entre 90.00 y 100 m de profundidad.
- Como conclusión final respecto del comportamiento de los valores de la permeabilidad en la sección geológica del eje de presa se puede aseverar que en el macizo rocoso conformado por rocas calcáreas en ambos estribos, las permeabilidades están en el rango de medias abajas, con una marcada diferenciación de permeabilidades medias hasta la profundidad de 40 – 60 m de profundidad, para luego a profundidades mayores pasar a rangos de baja permeabilidad.
- La excepción lo constituye la perforación **PRCH-07, (Cuadro N° 31)** en donde se obtienen valores de permeabilidad de media a baja hasta una profundidad de 80.0 m. Esto debido a que el referido sondaje tiene la ubicación más cercana al nivel de base de valle y el cauce del río Chonta, que generalmente corresponde a los sectores de mayor espesor de rocas alteradas en superficie y a la necesidad de mayores volúmenes de inyecciones por presencia de tramos permeables en mayores profundidades.

- **Estanqueidad de las Laderas**

Hasta el nivel del máximo embalse, la litología corresponde al Volcánico Huambos en su mayoría y la poca cantidad de rocas calcáreas finas impermeable, son rocas poco fracturadas por lo que se asume que la transmisividad se efectúa a través de fracturas y estas se cierran y/o impermeabilizan en profundidad.

- **Estabilidad de las Laderas**

En cuanto a la estabilidad de laderas en el área del embalse, cabe mencionar que se han observado los sectores del perímetro del área de embalse, habiéndose encontrado muy escasas y reducidas evidencias que denotan procesos de geodinámica relacionados a la estabilidad de taludes, lo que nos indica que su activación o reactivación como efecto del llenado del embalse no es un serio riesgo para la estabilidad y seguridad de la presa, ya que se trata de volúmenes poco considerables de suelos que no superan 30,000 m³ unitariamente, volumen que resulta de un área afectada de 100 m de ancho por 50 m. de altura y espesor medio de 6 m. que es el más grande de todos en la cuenca, volumen que incluiría roca del basamento rocoso por debajo de las coberturas de suelos.

El procedimiento usado es el método de Bishop. Los valores usados de los parámetros de cohesión y ángulo de fricción interna, para el material del núcleo se han realizado los ensayos de Corte Directo.

Es necesario señalar que el análisis ha sido esquematizado en dos ensayos de una capa. Los parámetros adoptados son: Correspondiente al material de laderas $c = 0.1 \text{ Kg/cm}^2$ y $\theta = 19.6^\circ$. Segundo ensayo, $c = 0.148 \text{ Kg/cm}^2$ y $\theta = 8.53^\circ$ correspondiente también a material de ladera. El método de análisis establecido corresponde al desarrollo por BISHOP o denominado también Método de las Dóvelas. El factor de seguridad contra el desplazamiento se expresa por:

$$F = \frac{\sum [\bar{c}\Delta_{x_i} + (W_i - u_i * \Delta_{x_i})\tan\bar{\phi}] * \left[\frac{1}{M_i(\theta)} \right]}{\sum W_i \text{Sen}\theta_i}$$

Donde:

$$M_i(\theta) = \text{Cos}\theta_i \left(1 + \frac{\tan\theta_i * \tan\phi}{F} \right)$$

$$W_i = h_i \gamma$$

\bar{c} = Cohesión

ϕ = Angulo de fricción

En la siguiente figura se puede identificar los parámetros de la ecuación arriba.



Los ensayos de c = cohesión y el de ϕ = Angulo de fricción han sido obtenidos de los ensayos realizados.

Los parámetros adoptados son: Correspondiente al material de laderas $c = 0.1 \text{ Kg/cm}^2$ y $\theta = 19.6^\circ$. Segundo ensayo, $c = 0.148 \text{ Kg/cm}^2$ y $\theta = 8.53^\circ$.

- **Aspectos Hidrogeológicos en el Vaso y el eje de la Presa**

En el análisis de la hidrogeología del embalse en su conjunto, en lo que respecta a la parte superficial compuesta de materiales no consolidados o depósitos cuaternarios de suelos eluviales, deluviales y coluviales y de rocas alteradas en las zonaciones superficiales de los afloramientos, se ha evaluado la permeabilidad mediante la ejecución de 02 pruebas de permeabilidad en materiales representativos de dos calicatas sector Sangal **(C-6)** y **(C-7)** con resultados de 2.81×10^{-4} a $1.36 \times 10^{-6} \text{ cm/s}$,

respectivamente, de rango de poco a muy poco permeable en superficie.

Así mismo se ha podido detectar la presencia de “puquios” o manantes naturales ubicadas en distintas zonas dentro del vaso y próximos a la zona del eje de presa. La característica común de estos manantiales es su bajo caudal, los cuales están en alrededor de 0.01 - 0.02 l/s.

Esto indica que las permeabilidades de los suelos y/o rocas alteradas de superficie a través de los cuales percolan las aguas son bastante bajas de porosidad fisural, las perforaciones diamantinas han demostrado que el nivel freático o no existe o se encuentran en decenas de metros muy por debajo del nivel de base del valle del río Chonta y del cauce del mismo.

La calidad geotécnica del macizo rocoso de acuerdo a las perforaciones diamantinas realizadas **PRCH-01 (Cuadro N°12), PRCH-08 (Cuadro N°17), PRCH-07 (Cuadro N°27) y PRCH-06 (Cuadro N°22)** en el eje de presa y **PRCH-05** en la zona de embalse en profundidad la roca mejora.

En los afloramientos del macizo rocoso calcáreo perteneciente a la Formación Cajamarca (Ks-ca), en el sector del eje de presa durante el levantamiento geológico de campo no se han observado oquedades importantes tipo embudos de dolinas, ni cavernas menores ni mayores, que indiquen presencia de volúmenes de vacíos fisurales importantes o de karsticidad importante en el macizo rocoso del área local.

Los materiales no consolidados en el cauce del río Chonta, en la zona de cierre y eje de presa, como son bloques y cantos subangulosos y subredondeados, gravas y arenas son de poco espesor en 0.5. – 1.00 m, pero en gran parte el lecho carece de material suelto y en este caso, el lecho está constituido por afloramientos del macizo calcáreo, por lo que se asume como poco permeable y la escorrentía fluvial como de poco aporte a la napa freática colgante.

La prueba de esto es que el caudal del río Chonta desde tres Tingos hasta la Bocatoma Chicche en todo momento muestra un caudal de escorrentía constante, lo que indica que no se producen

significativamente a lo largo del cauce o lecho del río, ni aportes de caudal hacia la filtración subterránea ni recibe aportes desde el flujo subterráneo.

4.3 GEOTECNIA DE LA CIMENTACIÓN DE LA PRESA

4.3.1 Condiciones Geotécnicas en la Cimentación de la Presa

La calidad geotécnica del macizo rocoso de acuerdo a las perforaciones diamantinas realizadas (**PRCH-01, PRCH-08, PRCH-07 y PRCH-06** en el eje de presa y **PRCH-05** en la zona de embalse) en profundidad es buena, y en líneas generales se puede concluir que a mayor profundidad (profundidades mayores de 40.0 m) las rocas calcáreas son más competentes y poco permeables, salvo sectores puntuales excepcionales en donde se han encontrado oquedades de alrededor de 1.00 m. de diámetro, como evidencias de karsticidad juvenil o incipiente.

En los afloramientos del macizo rocoso calcáreo perteneciente a la Formación Cajamarca (Ks-ca), en el sector del eje de presa durante el levantamiento geológico de campo no se han observado oquedades importantes tipo embudos de dolinas, ni cavernas menores ni mayores, que indiquen presencia de volúmenes de vacíos fisurales importantes o de carsticidad importante en el macizo rocoso del área local.

Los materiales no consolidados en el cauce del río Chonta, en la zona de cierre y eje de presa, como son bloques y cantos subangulosos y subredondeados, gravas y arenas son de poco espesor en 0.5. – 1.00 m, pero en gran parte el lecho carece de material suelto y en este caso, el lecho está constituido por afloramientos del macizo calcáreo, por lo que se asume como poco permeable y la escorrentía fluvial como de poco aporte a la napa freática colgante.

La prueba de esto es que el caudal del río Chonta desde tres Tingos hasta la Bocatoma Chicche en todo momento muestra un caudal de escorrentía constante, lo que indica que no se producen significativamente a lo largo del cauce o lecho del río, ni aportes de



caudal hacia la filtración subterránea ni recibe aportes desde el flujo subterráneo.

• **Estribo Izquierdo y Estribo Derecho**

Ambos estribos están conformados por la Formación Cajamarca, consiste generalmente de calizas gris oscuras o azuladas y macizas, con delgados lechos de lutitas y margas de color más claro. Las primeras se presentan en gruesos bancos, a diferencia de las segundas que son de menores potencias.

En la estación estratigráfica medida del punto de perforación **PRCH-01, (Cuadro N° 12)** hacia el norte, se tiene lo siguiente: Calizas grises bien compactas en estratos de 1 a 2 m. de potencia, con azimut de 269° NE y un buzamiento de 64° NE, hasta los 16.60 m. a partir de estos estratos, se midieron 19.50 m. hacia el norte de margas blandas de colores amarillentas, en estratos estos pertenecientes a la Formación Celendín.

TABLA N° 01
Clasificación mecánica (RMR)

Clase	I	II	III	IV	V
Calidad	Muy buena	Buena	Media	Mala	Muy mala
Puntuación	100 - 81	80 - 61	60 - 41	40 - 21	< 20

Fuente: Basado en la clasificación CSIR, propuesta por Bieniawski

CLASIFICACIÓN GEOMECÁNICA ESTRIBO IZQUIERDO: PRCH-01

Cuadro N° 12
Determinación del Valor RMR PRCH-01 eje de Presa Chonta

1	Resistencia de la matriz rocosa (Mpa)	Rango de valores	> 250	250 - 100	100 - 50	50 - 25	25 - 5	5 - 1	< 1
		Compresión simple							
		Puntuación	15	12	7	4	2	1	0
	59.69		Valuación:(1)				7		
2	RQD (%)	Rango de valores	90 - 100	75 - 90	50 - 75	25 - 50	< 25		
		Puntuación	20	17	13	6	3		
	97%		Valuación: 2)				20		



3	Separación entre diaclasas	Rango de valores	> 2 m.	0.6 - 2 m.	0.2 - 0.6 m.	0.06 - 0.2 m.	< 0.06 m.
		Puntuación	20	15	10	8	5
	0.30 m.					Valuación: (3)	8

4	Longitud de la discontinuidad	Rango de valores	< 1 m.	1 - 3 m.	3 - 10 m.	10 - 20	> 20 m.
		Puntuación	6	4	2	1	0
	2 m					Valuación:(4)	4

4	Abertura	Rango de valores	Nada	< 0.1 mm.	0.1 - 1.0 mm.	1 - 5 mm.	> 5 mm.
		Puntuación	6	5	3	1	0
	1 mm.					Valuación:(5)	3

4	Rugosidad	Condición	Muy rugosa	Rugosa	Ligeramente rugosa	Ondulada	Suave (Pulida)
		Puntuación	6	5	3	1	0
	Rugosa					Valuación: (6)	5

4	Relleno	Rango de valores	Ninguno	Relleno duro < 5 mm.	Relleno duro > 5 mm.	Relleno blando < 5 mm.	Relleno blando > 5 mm.
		Puntuación	6	4	2	2	0
	1 mm.	Duro				Valuación: (7)	4

4	Alteración	Condición	No intemperiz	Ligeramente intemperiz	Moderadamente intemperizado	Muy intemperiz	Completamente intemperiz
		Puntuación	6	5	3	1	0
	Ligeramente					Valuación: (8)	5

5	Agua freática	Estado general	Seco	Ligeramente húmedo	Húmedo	Goteando	Agua fluyendo
		Puntuación	15	10	7	4	0
	Seco					Valuación: (8)	15

Corrección por la Orientación de las Discontinuidades						
Dirección y buzamiento		Muy favorables	Favorables	Medias	Desfavorables	Muy desfavorables
Puntuación	Túneles	0	-2	-5	-10	-12
	Cimentaciones	0	-2	-7	-15	-25
	Taludes	0	-5	-25	-50	-60
Cimentación					Valuación: (10)	-7

RMR EJE DE PRESA PRCH-01	
RMR Básico (1+2+3+4+5+6+7+8+9):	71
RMR Corregido: (RMR Básico - 7):	64 (Roca Buena)
RMR ⁽⁸⁹⁾ (Condiciones secas muy favorables):	71
GSI	66

Fuente: Elaboración Propia

Las valuaciones geomecánicas del macizo rocoso son como sigue:

Cuadro N° 13
Valuación del Estribo Izquierdo PRCH-01

Clasificación RMR	II
Descripción	Roca Buena
Resistencia de la Roca	59.69 Mpa
Angulo de Fricción	25°- 35° (Bieniawski)

Fuente: Elaboración Propia.

De acuerdo a las características observadas en el campo, estas son las siguientes:

Cuadro N° 14
Parámetros de Cálculo Estribo Eje Izq. PRCH-01

Roca	Clase de roca	RMR	m	s	mi	σ_{ci}	$N\beta$	Fp	Fm	F
Caliza RQD 97%	II (*)	64 (*)	1.935 (*)	0.001832 (*)	7 (**)	59.69 Mpa (***)	5	16	1	16

Fuente: Elaboración Propia

(*) Valor calculado.

(**) Valores tomados de Hoek y Brown (1980).

(***) Valor de ensayo de Laboratorio.

Cuadro N° 15
Características Geotécnicas Estribo Izquierdo PRCH-01

Parámetro	Características
Litología	Calizas
Pendiente (°)	38.5°
Peso específico (T/m ³)	> 2,5
Tamaño de granos (mm)	0,02 a 0,06 mm.
Grado de meteorización	Poco a moderada meteorización (A2 – A3)
Fracturamiento	F2 a F3: Fracturada (1 a 5 fract./m) a Muy Fracturada (6 - 10 fract./m)
Factor de esponjamiento (%)	1,60
Dureza Mohs	(3) Medianamente dura
Resistencia a la compresión simple (MPa)	(R3) Roca medianamente dura (50 – 100 Mpa)
Clasificación Geomecánica	RMR: <ul style="list-style-type: none"> De 3.10 a 52.20 m. Roca Clase II y III (Media a Buena Calidad). De 52.20 a 135.0 m. Roca Clase I y II (Muy Buena a Buena Calidad).

Fuente: Elaboracion Propia.

Cuadro N° 16
Resultado de los Ensayos de Permeabilidad en Sondeo PRCH – 01

N° ENSAYO	TRAMO		UNIDAD LUGEON	K (cm/seg)	TIPO FLUJO	ROCA
	DE	A				
LF-01	0.05	3.00	-	2.47E-03	-	suelo
LUG-01	6.00	10.00	7.70	2.83E-04	Dilatación	Caliza
LUG-02	10.00	15.00	0.64	2.46E-05	Turbulento	Caliza
LUG-03	15.00	20.00	14.71	5.69E-04	Dilatación	Caliza
LUG-04	20.00	25.00	19.66	7.60E-04	Laminar	Caliza
LUG-05	25.00	28.000	8.48	3.28E-04	Relleno	caliza
LUG-06	30.00	35.00	8.24	3.19E-04	Dilatación	Caliza
LUG-07	35.00	40.00	11.19	4.33E-04	Laminar	Caliza
LUG-08	40.00	45.00	3.71	1.43E-04	Relleno	Caliza
LUG-09	45.00	55.00	1.67	7.41E-05	Dilatación	Caliza
LUG-10	55.00	65.00	1.43	6.38E-05	Dilatación	Caliza
LUG-11	65.00	75.00	1.22	5.42E-05	Dilatación	Caliza
LUG-12	75.00	85.00	1.02	4.53E-05	Dilatación	Caliza
LUG-13	85.00	95.00	0.70	3.10E-05	Dilatación	Caliza
LUG-14	95.00	105.00	1.14	5.06E-05	Dilatación	Caliza
LUG-15	105.00	115.00	0.52	2.31E-05	Turbulento	Caliza
LUG-16	115.00	125.00	1.05	4.65E-05	Relleno	Caliza
LUG-17	125.00	135.00	0.68	3.04E-05	Dilatación	Caliza

Fuente: CONSORCIO SyC S.A.C.

CLASIFICACIÓN GEOMECÁNICA ESTRIBO IZQUIERDO: PRCH-08

Cuadro N° 17
Determinación del Valor RMR PRCH-08 Eje de Presa Chonta

1	Resistencia de la matriz rocosa (Mpa)	Rango de valores	> 250	250 - 100	100 - 50	50 - 25	25 - 5	5 - 1	< 1
		Compresión simple							
	62.69	Puntuación	15	12	7	4	2	1	0
						Valuación: (1)	7		
2	RQD (%)	Rango de valores	90 - 100	75 - 90	50 - 75	25 - 50	< 25		
	99%	Puntuación	20	17	13	6	3		
						Valuación: (2)	20		
3	Separación entre diaclasas	Rango de valores	> 2 m.	0.6 - 2 m.	0.2 - 0.6 m.	0.06 - 0.2 m.	< 0.06 m.		
	0.10 m.	Puntuación	20	15	10	8	5		
						Valuación: (3)	8		
4	Longitud de la discontinuidad	Rango de valores	< 1 m.	1 - 3 m.	3 - 10 m.	10 - 20	> 20 m.		
	< 1 m.	Puntuación	6	4	2	1	0		
						Valuación: (4)	6		
4	Abertura	Rango de valores	Nada	< 0.1 mm.	0.1 - 1.0 mm.	1 - 5 mm.	> 5 mm.		
	3 mm.	Puntuación	6	5	3	1	0		
						Valuación: (5)	1		



4	Rugosidad	Condición	Muy rugosa	Rugosa	Ligeramente rugosa	Ondulada	Suave (Pulida)
		Puntuación	6	5	3	1	0
	Rugosa					Valuación: (6)	5

4	Relleno	Rango de valores	Ninguno	Relleno duro < 5 mm.	Relleno duro > 5 mm.	Relleno blando < 5 mm.	Relleno blando > 5 mm.
		Puntuación	6	4	2	2	0
	3 mm.	Blando					Valuación: (7)

4	Alteración	Condición	No intemperiz.	Ligeramente intemperiz.	Moderadamente intemperiz.	Muy intemperiz.	Completamente intemperizada
		Puntuación	6	5	3	1	0
	Mod. Intemp.					Valuación: (8)	3

5	Agua freática	Estado general	Seco	Ligeramente húmedo	Húmedo	Goteando	Agua fluyendo
		Puntuación	15	10	7	4	0
	Húmedo					Valuación: (9)	7

Corrección por la orientación de las discontinuidades							
Dirección y buzamiento		Muy favorables	Favorables	Medias	Desfavorables	Muy desfavorables	
Puntuación	Túneles	0	-2	-5	-10	-12	
	Cimentaciones	0	-2	-7	-15	-25	
	Taludes	0	-5	-25	-50	-60	
Cimentación						Valuación: (10)	-7

RMR EJE DE PRESA PRCH-08	
RMR Básico (1+2+3+4+5+6+7+8+9):	59
RMR Corregido: (RMR Básico - 7):	52 (Roca Media)
RMR ⁽⁸⁹⁾ (Condiciones secas muy favorables):	59
GSI	54

Fuente: Elaboración Propia.

Las valuaciones Geomecánicas del macizo rocoso son como sigue:

Cuadro N° 18
Valuación del Estribo Izquierdo PRCH-08

Clasificación RMR	III
Descripción	Roca Media
Resistencia de la Roca	62.69 Mpa
Angulo de Fricción	25° - 35° (Bieniawski)

Fuente: Elaboración Propia

De acuerdo a las características observadas en el campo, estas son las siguientes:

Cuadro N° 19
Parámetros de Cálculo Eje Estribo Izq. PRCH-08

Roca	Clase de roca	RMR	m	s	mi	σ_{ci}	N	Fp	Fm	F
Caliza RQD 99%	III (*)	52 (*)	1.008 (*)	0.00159 (*)	7 (**)	62.69 Mpa (***)	5	19	1	19

Fuente: Elaboración Propia

(*) Valor calculado.

(**) Valores tomados de Hoek y Brown (1980).

(***) Valor de ensayo de Laboratorio.

Cuadro N° 20
Características Geotécnicas Estribo Izquierdo PRCH-08

Parámetro	Características
Litología	Calizas
Pendiente (°)	38.5°
Peso específico (T/m ³)	> 2,5
Tamaño de granos (mm)	0,02 a 0,06 mm.
Grado de meteorización	Poco a moderada meteorización (A2 – A3)
Fracturamiento	F2 a F3: Fracturada (1 a 5 frac./m) a Muy Fracturada (6 - 10 fract./m)
Factor de esponjamiento (%)	1,60
Dureza Mohs	(3) Medianamente dura
Resistencia a la compresión simple (MPa)	(R3) Roca medianamente dura (50 - 100 Mpa)
Clasificación Geomecánica	RMR: <ul style="list-style-type: none"> • De 1.00 a 67.60 m. Roca Clase II y III (Media a Buena Calidad). • De 67.60 a 100.2 m. Roca Clase II (Buena Calidad)

Fuente: Elaboración Propia

Cuadro N° 21
Resultado de los Ensayos de Permeabilidad en Sondeo PRCH – 08

N° ENSAYO	TRAMO		UNIDAD LUGEON	K (cm/seg)	TIPO FLUJO	ROCA
	DE	A				
LUG-01	7.00	12.00	56.99	2.20E-03	Erosión	caliza
LUG-02	13.00	17.00	47.26	1.74E-03	Relleno	caliza
LUG-03	17.00	20.00	8.11	2.79E-04	Dilatación	Caliza areniscosa
LUG-04	20.00	25.00	2.71	1.05E-04	Dilatación	caliza
LUG-05	25.00	30.00	32.13	1.24E-03	Dilatación	Caliza/caliza areniscosa
LUG-06	30.00	35.00	3.12	1.21E-04	Dilatación	Caliza areniscosa
LUG-07	35.00	40.00	32.29	1.25E-03	Laminar	Caliza areniscosa
LUG-08	40.00	45.00	14.65	5.67E-04	Dilatación	Caliza areniscosa/caliza
LUG-09	46.00	50.00	12.10	4.45E-04	Dilatación	Caliza areniscosa
LUG-10	50.00	60.00	14.63	6.08E-04	Dilatación	Caliza areniscosa/caliza
LUG-11	60.00	70.00	1.24	5.77E-05	Dilatación	Caliza/Caliza areniscosa
LUG-12	70.00	80.00	0.80	3.70E-05	Erosión	caliza
LUG-13	80.00	90.00	0.49	2.26E-05	Dilatación	caliza
LUG-14	90.00	100.00	3.55	1.65E-04	Dilatación	caliza

Fuente: CONSORCIO SyC S.A.C.

CLASIFICACIÓN GEOMECÁNICA ESTRIBO DERECHO: PRCH-06

Cuadro N° 22
Determinación del Valor RMR PRCH-06 Eje de Presa Chonta

1	Resistencia de la matriz rocosa (Mpa)	Rango de valores	> 250	250 - 100	100 - 50	50 - 25	25 - 5	5 - 1	< 1
		Puntuación	15	12	7	4	2	1	0
	120.11	Valuación: (1)						12	
2	RQD (%)	Rango de valores	90 - 100	75 - 90	50 - 75	25 - 50	< 25		
		Puntuación	20	17	13	6	3		
	93%	Valuación: (2)						20	
3	Separación entre diaclasas	Rango de valores	> 2 m.	0.6 - 2 m.	0.2 - 0.6 m.	0.06 - 0.2 m.	< 0.06 m.		
		Puntuación	20	15	10	8	5		
	0.125.	Valuación: (3)						8	
4	Longitud de la discontinuidad	Rango de valores	< 1 m.	1 - 3 m.	3 - 10 m.	10 - 20	> 20 m.		
		Puntuación	6	4	2	1	0		
	< 1 m.	Valuación: (4)						6	
4	Abertura	Rango de valores	Nada	< 0.1 mm.	0.1 - 1.0 mm.	1 - 5 mm.	> 5 mm.		
		Puntuación	6	5	3	1	0		
	2 mm.	Valuación: (5)						1	



4	Rugosidad	Condición	Muy rugosa	Rugosa	Ligeramente rugosa	Ondulada	Suave (Pulida)
		Puntuación	6	5	3	1	0
	Rugosa					Valuación: (6)	5

4	Relleno	Rango de valores	Ninguno	Relleno duro < 5 mm.	Relleno duro > 5 mm.	Relleno blando < 5 mm.	Relleno blando > 5 mm.
		Puntuación	6	4	2	2	0
	3 mm.	Duro				Valuación: (7)	4

4	Alteración	Condición	No intemperiz.	Ligeramente intemperiz.	Moderadamente intemperiz.	Muy intemperiz.	Completamente intemperizada
		Puntuación	6	5	3	1	0
	Mod. Intemp.					Valuación: (8)	3

5	Agua freática	Estado general	Seco	Ligeramente húmedo	Húmedo	Goteando	Agua fluyendo
		Puntuación	15	10	7	4	0
	Fluyendo					Valuación: (9)	0

RMR EJE DE PRESA PRCH-06	
RMR Básico (1+2+3+4+5+6+7+8+9):	59
RMR Corregido: (RMR Básico - 7):	52 (Roca Media)
RMR ⁽⁸⁹⁾ (Condiciones secas muy favorables):	59
GSI	54

Fuente: Elaboración Propia.

Las valuaciones geomecánicas del macizo rocoso son como sigue:

Cuadro N° 23
Valuación del Estribo Derecho PRCH-06

Clasificación RMR	III
Descripción	Roca Media
Resistencia de la Roca	120.11 Mpa
Angulo de Fricción	25° - 35° (Bieniawski)

Fuente: Elaboración Propia.

De acuerdo a las características observadas en el campo, estas son las siguientes:

Cuadro N° 24
Parámetros de Cálculo Eje Estribo Derecho. PRCH-06

Roca	Clase de roca	RMR	m	s	mi	σ_i	$N\beta$	Fp	Fm	F
Caliza RQD 93%	III (*)	52 (*)	1.008 (*)	0.00159 (*)	7 (**)	120.11 Mpa (***)	5	22	1	22

Fuente: Elaboración Propia.

Cuadro N° 25
Características Geotécnicas Estribo Derecho PRCH-06

Parámetro	Características
Litología	Calizas
Pendiente (°)	41.5°
Peso específico (T/m ³)	> 2,5
Tamaño de granos (mm)	0,02 a 0,06 mm.
Grado de meteorización	Poco a moderada meteorización (A2 – A3)
Fracturamiento	F2 a F3: Fracturada (1 a 5 frac./m) a Muy Fracturada (6 - 10 frac./m)
Factor de esponjamiento (%)	1,60
Dureza Mohs	(3) Medianamente dura
Resistencia a la compresión simple (MPa)	(R3) Roca medianamente dura (50 - 100 Mpa)
Clasificación Geomecánica	RMR: <ul style="list-style-type: none"> De 7.05 a 49.70 m. Roca Clase II y III (Media a Buena Calidad). De 49.70 a 135.20 m. Roca Clase I y II (Muy Buena a Buena Calidad).

Fuente: Elaboracion Propia

Cuadro N° 26
Resultado de los Ensayos de Permeabilidad en Sondeo PRCH – 06

N° ENSAYO	TRAMO		UNIDAD LUGEON	K (cm/seg)	TIPO FLUJO	ROCA
	DE	A				
LF-01	1.00	3.00	-	9.59E-04	-	caliza
LF-02	3.00	6.00	-	9.51E-04	-	caliza
LUG-01	8.00	12.00	9.90	3.64E-04	Erosión	Caliza
LUG-02	12.00	16.00	4.19	1.54E-04	Turbulento	caliza
LUG-03	16.00	20.00	12.15	4.47E-04	Erosión	Caliza
LUG-04	20.00	25.00	7.61	2.94E-05	Relleno	Caliza
LUG-05	25.00	30.00	8.23	3.18E-04	Relleno	Caliza
LUG-06	30.00	35.00	15.74	6.09E-04	Erosión	Caliza
LUG-07	35.00	40.00	6.28	2.43E-04	Relleno	Caliza
LUG-08	40.00	45.00	1.33	5.15E-05	Turbulento	Caliza
LUG-09	45.00	50.00	1.80	6.94E-05	Relleno	Caliza
LUG-10	50.00	60.00	2.95	1.31E-04	Erosión	Caliza
LUG-11	60.00	70.00	1.39	6.20E-05	Turbulento	Caliza
LUG-12	70.00	80.00	0.35	1.56E-05	Turbulento	Caliza
LUG-13	80.00	90.00	0.37	1.63E-05	Relleno	Caliza
LUG-14	90.00	100.00	3.64	1.62E-04	Laminar	Caliza
LUG-15	100.00	110.00	0.31	1.38E-05	Relleno	Caliza
LUG-16	110.00	120.00	0.27	1.22E-05	Turbulento	Caliza
LUG-17	120.00	130.00	1.63	7.23E-05	Turbulento	Caliza

Fuente: CONSORCIO SyC S.A.C.

CLASIFICACIÓN GEOMECÁNICA ESTRIBO DERECHO: PRCH-07

Cuadro N° 27
Determinación del Valor RMR PRCH-07 Eje de Presa Chonta

1	Resistencia de la matriz rocosa (Mpa)	Rango de valores	> 250	250 - 100	100 - 50	50 - 25	25 - 5	5 - 1	< 1
		Compresión simple							
	Puntuación	15	12	7	4	2	1	0	
	54.49						Valuación: (1)	7	
2	RQD (%)	Rango de valores	90 - 100	75 - 90	50 - 75	25 - 50	< 25		
		Puntuación	20	17	13	6	3		
	59%						Valuación: (2)	13	
3	Separación entre diaclasas	Rango de valores	> 2 m.	0.6 - 2 m.	0.2 - 0.6 m.	0.06 - 0.2 m.	< 0.06 m.		
		Puntuación	20	15	10	8	5		
	0.06 m.						Valuación: (3)	8	
4	Longitud de la discontinuidad	Rango de valores	< 1 m.	1 - 3 m.	3 - 10 m.	10 - 20	> 20 m.		
		Puntuación	6	4	2	1	0		
	< 1 m.						Valuación: (4)	6	
4	Abertura	Rango de valores	Nada	< 0.1 mm.	0.1 - 1.0 mm.	1 - 5 mm.	> 5 mm.		
		Puntuación	6	5	3	1	0		
	3 mm.						Valuación: (5)	1	
4	Rugosidad	Condición	Muy rugosa	Rugosa	Ligeramente rugosa	Ondulada	Suave (Pulida)		
		Puntuación	6	5	3	1	0		
	Rugosa						Valuación: (6)	5	
4	Relleno	Rango de valores	Ninguno	Relleno duro < 5 mm.	Relleno duro > 5 mm.	Relleno blando < 5 mm.	Relleno blando > 5 mm.		
		Puntuación	6	4	2	2	0		
	3 mm.	Duro					Valuación: (7)	4	
4	Alteración	Condición	No intemperiz	Ligeramente intemperiz.	Moderadamente intemperiz.	Muy intemperiz.	Completamente intemperizada		
		Puntuación	6	5	3	1	0		
	Mod. Intemperizada.						Valuación: (8)	5	
5	Agua freática	Estado general	Seco	Ligeramente húmedo	Húmedo	Goteando	Agua fluyendo		
		Puntuación	15	10	7	4	0		
	Fluyendo						Valuación: (9)	0	



RMR EJE DE PRESA PRCH-06	
RMR Básico (1+2+3+4+5+6+7+8+9):	49
RMR Corregido: (RMR Básico - 7):	42 (Roca Media)
RMR ⁽⁸⁹⁾ (Condiciones secas muy favorables):	49
GSI	44

Fuente: Elaboración Propia.

Las valuaciones geomecánicas del macizo rocoso son como sigue:

Cuadro N° 28
Valuación del Estribo Derecho PRCH-07

Clasificación RMR	III
Descripción	Roca Media
Resistencia de la Roca	54.49 Mpa
Angulo de Fricción	25° - 35° (Bieniawski)

Fuente: Elaboración Propia

De acuerdo a las características observadas en el campo, estas son las siguientes:

Cuadro N° 29
Parámetros de Cálculo Eje Estribo Derecho PRCH-07

Roca	Clase de roca	RMR	m	s	mi	σ_{ci}	$N\beta$	Fp	Fm	F
Caliza RQD 59%	III (*)	42 (*)	0.882 (*)	0.00159 (*)	7 (**)	54.49 Mpa (***)	5	17	1	17

Fuente: Elaboración Propia.

(*) Valor calculado.

(**) Valores tomados de Hoek y Brown (1980).

(***) Valor de ensayo de Laboratorio.

Cuadro N° 30
Características Geotécnicas Estribo Derecho PRCH-07

Parámetro	Características
Litología	Calizas
Pendiente (°)	41.5°
Peso específico (T/m ³)	> 2,5
Tamaño de granos (mm)	0,02 a 0,06 mm.
Grado de meteorización	Poco a moderada meteorización (A2 – A3) hasta los 56.55 m. Completamente alterada
Fracturamiento	F3 a F4: Muy Fracturada (6 - 10 frac./m) a Extremadamente Fracturada (10 a 20 frac./m).
Factor de esponjamiento (%)	1,60
Dureza Mohs	(3) Medianamente dura
Resistencia a la compresión simple (MPa)	(R3) Roca medianamente dura (50 - 100 Mpa)
Clasificación Geomecánica	RMR: <ul style="list-style-type: none"> De 6.30 a 56.55 m. Roca Clase II y III (Media a Buena Calidad). De 56.55 a 101.45 m. Roca Clase IV (Mala calidad).

Fuente: Elaboracion Propia

Cuadro N° 31
Resultado de los Ensayos de Permeabilidad en Sondeo PRCH – 07

N° ENSAYO	TRAMO		UNIDAD LUGEON	K (cm/seg)	TIPO FLUJO	ROCA
	DE	A				
LF-01	1.00	3.00	-	1.15E-03	-	suelo
LF-02	3.00	6.00	-	8.82E-04	-	Suelo
LUG-01	6.00	10.00	33.81	1.24E-03	Dilatación	Caliza
LUG-02	10.00	15.00	27.32	1.06E-03	Dilatación	caliza
LUG-03	15.00	20.00	43.38	1.68E-03	Erosión	Caliza
LUG-04	20.00	25.00	11.89	4.60E-04	Relleno	Caliza
LUG-05	25.00	30.00	20.51	7.93E-04	Dilatación	Caliza
LUG-06	30.00	35.00	3.01	1.16E-04	Dilatación	Caliza
LUG-07	35.00	40.00	25.45	9.84E-04	Relleno	Caliza
LUG-8	40.00	45.00	13.52	5.23E-04	Dilatación	Caliza
LUG-9	45.00	50.00	10.86	4.20E-04	Dilatación	Caliza
LUG-10	50.00	60.00	16.72	7.43E-04	Turbulento	Caliza/caliza pizarrosa
LUG-11	60.00	70.00	8.57	3.81E-04	Relleno	Caliza pizarrosa
LUG-12	70.00	80.00	5.99	2.66E-04	Relleno	Caliza pizarrosa
LUG-13	80.00	90.00	0.36	1.61E-05	Relleno	Caliza pizarrosa
LUG-14	90.00	100.00	2.47	1.10E-04	Turbulento	Caliza pizarrosa

Fuente: CONSORCIO SyC S.A.C.

Cuadro N° 32
Resultado de los Ensayos de Permeabilidad en Sondeo PRCH – 02

N° ENSAYO	TRAMO		UNIDAD LUGEON	K (cm/seg)	TIPO FLUJO	ROCA
	DE	A				
LUG-01	5.00	10.00	9.46	3.66E-04	Erosión	caliza
LUG-02	10.00	15.00	14.76	5.71E-04	Turbulento	caliza
LUG-03	15.00	20.00	2.30	8.89E-05	Relleno	caliza
LUG-04	20.00	25.00	2.02	7.08E-05	Relleno	caliza
LUG-05	25.00	30.00	0.92	3.57E-05	Relleno	caliza
LUG-06	30.00	35.00	0.92	3.57E-05	Relleno	caliza
LUG-07	35.00	40.00	2.88	1.12E-04	Relleno	caliza
LUG-08	40.00	45.00	1.94	7.49E-05	Relleno	caliza
LUG-09	45.00	50.00	5.20	2.01E-04	Turbulento	caliza
LUG-10	50.00	60.00	3.78	1.68E-04	Relleno	caliza
LUG-11	60.00	70.00	3.65	1.62E-04	Erosión	caliza
LUG-12	70.00	80.00	3.94	1.75E-04	Erosión	caliza
LUG-13	80.00	90.00	2.88	1.28E-04	Erosión	caliza
LUG-14	90.00	100.00	4.28	1.90E-04	Erosión	caliza
LUG-15	100.00	110.00	2.77	1.23E-04	Relleno	caliza
LUG-16	110.00	120.00	0.65	2.91E-05	Turbulento	caliza
LUG-17	120.00	130.00	0.62	2.76E-05	turbulento	caliza

Fuente: CONSORCIO SyC S.A.C.

Cuadro N° 33
Resultado de los Ensayos de Permeabilidad en Sondeo PRCH – 03

N° ENSAYO	TRAMO		UNIDAD LUGEON	K (cm/seg)	TIPO FLUJO	ROCA
	DE	A				
LUG-01	5.00	10.00	47.00	1.82E-03	Dilatación	caliza
LUG-02	10.00	15.00	6.88	2.66E-04	Turbulento	caliza
LUG-03	15.00	20.00	30.64	1.18E-03	Erosión	caliza
LUG-04	20.00	25.00	15.05	5.82E-04	Dilatación	caliza
LUG-05	25.00	30.00	21.42	8.28E-04	Dilatación	caliza
LF-01	30.00	32.00	-	2.76E-04	-	Caliza fracturada falla
LF-02	32.00	35.00	-	4.65E-04	-	Caliza fracturada
LUG-06	35.00	40.00	-	-	-	caliza
LUG-07	40.00	45.00	20.10	7.77E-04	Erosión	caliza
LUG-08	45.00	50.00	-	-	-	caliza
LUG-09	50.00	60.00	6.84	3.04E-04	Dilatación	caliza
LUG-10	60.00	70.00	5.59	2.48E-04	Laminar	caliza
LUG-11	70.00	80.00	2.72	1.21E-04	Turbulento	caliza

Fuente: CONSORCIO SyC S.A.C.

Cuadro N° 34
Resultado de los Ensayos de Permeabilidad en Sondeo PRCH – 04

N° ENSAYO	TRAMO		UNIDAD LUGEON	K (cm/seg)	TIPO FLUJO	ROCA
	DE	A				
LUG-01	5.00	10.00	8.52	3.30E-04	Dilatación	Lutita
LUG-02	10.00	15.00	16.74	6.48E-04	Dilatación	Caliza
LUG-03	15.00	20.00	19.70	7.62E-04	Turbulento	Caliza
LUG-04	20.00	25.00	22.22	8.59E-04	Relleno	Caliza
LUG-05	25.00	30.00	22.17	8.57E-04	Turbulento	caliza
LUG-06	30.00	35.00	16.32	6.31E-04	Turbulento	Caliza
LUG-07	35.00	40.00	13.06	5.05E-04	Relleno	Caliza
LUG-08	40.00	45.00	5.96	2.30E-04	Turbulento	Caliza
LUG-09	45.00	50.00	5.91	2.29E-04	Erosión	Caliza
LUG-10	50.00	55.00	4.81	1.86E-04	Erosión	Caliza
LUG-11	55.00	65.00	1.47	6.55E-05	Turbulento	Caliza
LUG-12	65.00	75.00	1.95	8.69E-05	Erosión	Caliza
LUG-13	75.00	85.00	0.62	2.73E-05	Turbulento	Caliza
LUG-14	85.00	95.00	1.04	4.62E-05	Turbulento	Caliza
LUG-15	95.00	105.00	6.91	3.07E-04	Erosión	Caliza
LUG-16	105.00	115.00	1.63	7.23E-05	Turbulento	Caliza
LUG-17	115.00	125.00	1.19	5.28E-05	Relleno	Caliza
LUG-18	125.00	135.00	0.99	4.41E-05	Dilatación	Caliza

Fuente: CONSORCIO SyC S.A.C.

Cuadro N° 35
Resultado de los Ensayos de Permeabilidad en Sondeo PRCH – 05

N° ENSAYO	TRAMO		UNIDAD LUGEON	K (cm/seg)	TIPO FLUJO	ROCA
	DE	A				
LF-01	1.00	4.00	-	2.34E-04	-	Lutita residual
LF-02	4.00	7.00	-	8.91E-05	-	lutita
LF-03	7.00	10.00	-	5.00E-05	-	lutita
LUG-01	10.00	15.00	0.84	3.27E-05	Dilatación	Caliza margosa
LUG-02	15.00	20.00	0.82	3.19E-05	Dilatación	Caliza margosa
LUG-03	20.00	25.00	3.83	1.48E-04	Relleno	Caliza/ caliza margosa
LF-04	25.00	28.00	-	2.84E-05	-	caliza
LUG-04	30.00	35.00	9.87	3.82E-04	Erosión	Caliza margosa
LUG-05	35.00	40.00	1.93	7.45E-05	Relleno	Caliza/ caliza margosa
LUG-06	40.00	45.00	0.49	1.90E-05	Relleno	Caliza
LUG-07	45.00	50.00	5.50	2.13E-04	Relleno	Caliza/caliza margosa
LUG-08	50.00	60.00	0.16	6.93E-06	Relleno	Caliza/caliza margosa
LUG-09	60.00	70.00	0.86	3.83E-05	Relleno	Caliza margosa/caliza
LUG-10	70.00	80.00	1.37	6.11E-05	Turbulento	Caliza margosa/caliza
LUG-11	80.00	90.00	0.57	2.51E-05	Erosión	Caliza
LUG-12	90.00	100.00	0.12	5.17E-06	Turbulento	Caliza

Fuente: CONSORCIO SyC S.A.C.

Cuadro N° 36
Resultado de los Ensayos de Permeabilidad en Sondeo PRCH – 09

N° ENSAYO	TRAMO		UNIDAD LUGEON	K (cm/seg)	TIPO FLUJO	ROCA
	DE	A				
LF-01	0.05	3.00	-	4.41E-03	-	Caliza
LF-02	3.00	6.00	-	4.69E-03	-	Caliza
LF-03	6.00	9.00	-	2.17E-03	-	Caliza
LUG-01	10.00	15.00	6.03	2.60E-04	Dilatación	Caliza
LUG-02	15.00	20.00	6.72	8.73E-05	Erosión	Caliza
LUG-03	20.00	25.00	5.96	2.31E-04	Erosión	Caliza
LUG-04	25.00	30.00	4.98	1.93E-04	Erosión	Caliza
LUG-05	30.00	35.00	3.95	1.53E-04	Erosión	caliza
LUG-06	35.00	40.00	3.89	1.50E-04	Dilatación	Caliza
LUG-07	40.00	45.00	11.25	4.35E-04	Erosión	Caliza
LUG-08	45.00	55.00	5.27	2.34E-04	Dilatación	Caliza
LUG-09	55.00	65.00	2.90	1.29E-04	Relleno	Caliza
LUG-10	65.00	75.00	1.17	5.22E-05	Turbulento	Caliza
LUG-11	75.00	85.00	1.63	7.25E-05	Turbulento	Caliza

Fuente: CONSORCIO SyC S.A.C.

NOTA: ensayo Lefranc con código LF-01, ensayo Lugeon código LUG-01



Fotografía N° 01

Vista del Estribo izquierdo mostrando las calizas grises.



Fotografía N° 02

Vista del estribo derecho, obsérvese el afloramiento de caliza.

4.3.2 Análisis de la Cimentación en Eje de Presa

- **Calculo de la Presión de Hundimiento Eje de Presa**

La resistencia a la compresión simple del material rocoso se efectuó en testigos obtenidos de las perforaciones: **PRCH-01** tramo (8.27 a 8.65), **PRCH-08** tramo (23.48 a 23.81), **PRCH-06** tramo (13.04 a 13.34) y **PRCH-07** tramo (20.23 a 20.53). El índice de calidad de la roca RQD, se ha determinado a partir de la evaluación de los testigos procedentes de las perforaciones diamantinas ejecutadas en el eje de presa. **(Cuadro N° 05).**

4.3.3 En Estribo Izquierdo

Cuadro N° 37
Valuación del Estribo Izquierdo PRCH-01

Clasificación RMR	II
Descripción	Roca Buena
Resistencia de la Roca	59.69 Mpa
Angulo de Fricción	35°- 45° (Bieniawski)

Fuente: Elaboracion Propia

De acuerdo a las características observadas en el campo, estas son las siguientes:

Cuadro N° 38
Parámetros de Cálculo Eje Estribo Izquierdo PRCH-01

Roca	Clase de roca	RMR	m	s	mi	σ_{ci}	$N\beta$	Fp	Fm	F
Caliza RQD 97%	II (*)	64 (*)	1.935 (*)	0.001832 (*)	7 (**)	59.69 Mpa (***)	5	16	1	16

Fuente: Elaboracion Propia

(*) Valor calculado.

(**) Valores tomados de Hoek y Brown (1980).

(***) Valor de ensayo de Laboratorio.

Calculando la **carga de hundimiento**, P_h , con las formulas se tiene:

Donde:

P_h = carga de hundimiento

$$P_h = \beta(N\beta - \zeta)$$

β = Modulo de resistencia del macizo

$N\beta$ = coeficiente de carga

ζ = coeficiente de tenacidad

Calculando la **carga de hundimiento**

$$P_h = 71.63 \text{ MPa}$$

Calculando la **carga admisible**

$$P_h / F_p$$

$$P_h / 16 = 4.47 \text{ MPa} = 45.66 \text{ Kg/cm}^2 \text{ (PRCH-01)}$$

Las valuaciones Geomecánicas del macizo rocoso son como sigue:

Cuadro N° 39
Valuación del Estribo Izquierdo PRCH-08

Clasificación RMR	III
Descripción	Roca Media
Resistencia de la Roca	62.69 Mpa
Angulo de Fricción	25°- 35° (Bieniawski)

Fuente: Elaboracion Propia Propia

De acuerdo a las características observadas en el campo, estas son las siguientes:

Cuadro N° 40
Parámetros de Cálculo Eje Estribo Izquierdo PRCH-08

Roca	Clase de roca	RMR	m	s	mi	σ_i	$N\beta$	Fp	Fm	F
Caliza RQD 99%	III (*)	64 (*)	1.008 (*)	0.00159 (*)	7 (**)	62.69 Mpa (***)	5	19	1	19

Fuente: Elaboracion Propia

(*) Valor calculado

(**) Valores tomados de Hoek y Brown (1980)

(***) Valor de ensayo de Laboratorio

Calculando la **carga de hundimiento**, P_h , con las formulas establecidas se tiene:

$$P_h = \beta(N\beta - \zeta)$$

Donde:

P_h = carga de hundimiento

β = Modulo de resistencia del macizo

$N\beta$ = coeficiente de carga

ζ = coeficiente de tenacidad

Calculando la **carga de hundimiento**

$$P_h = 49.15 \text{ MPa}$$

Calculando la **carga admisible**

$$P_h / F_p$$

$$P_h / 19 = 2.58 \text{ MPa} = 26.38 \text{ Kg/cm}^2 \text{ (PRCH-08)}$$

4.3.4 En Estribo Derecho

Clasificación Geomecánica Estribo Derecho: **PRCH-06**

Las valuaciones geomecánicas del macizo rocoso son como sigue:

Cuadro N° 41
Valuación del Estribo Derecho PRCH-06

Clasificación RMR	III
Descripción	Roca Media
Resistencia de la Roca	120.11 Mpa
Angulo de Fricción	25°- 35° (Bieniawski)

Fuente: Elaboracion Propia

De acuerdo a las características observadas en el campo, estas son las siguientes:

Cuadro N° 42
Parámetros de Cálculo Eje Estribo Derecho. PRCH-06

Roca	Clase de roca	RMR	m	s	mi	σ_{ci}	$N\beta$	Fp	Fm	F
Caliza RQD 93%	III (*)	52 (*)	1.008 (*)	0.00159 (*)	7 (**)	120.11 Mpa (***)	5	22	1	22

Fuente: Elaboracion Propia

(*) Valor calculado.

(**) Valores tomados de Hoek y Brown (1980).

(***) Valor de ensayo de Laboratorio.

Calculando la **carga de hundimiento**, P_h , con las formulas

$$P_h = \beta(N_\beta - \zeta)$$

establecidas, se tiene:

Donde:

P_h = carga de hundimiento

β = Modulo de resistencia del macizo

$N\beta$ = coeficiente de carga

ζ = coeficiente de tenacidad

Calculando la **carga de hundimiento**

$$P_h = 94.17 \text{ MPa.}$$

Calculando la **carga admisible**

$$P_h / F_p$$

$$P_h / 22 = 4.28 \text{ MPa} = 43.66 \text{ Kg/cm}^2 \text{ (PRCH-06)}$$

Clasificación Geomecánica Estribo Derecho: PRCH-07

Las valuaciones geomecánicas del macizo rocoso son como sigue:

Cuadro N° 43
Valuación del estribo derecho PRCH-07

Clasificación RMR	III
Descripción	Roca Media
Resistencia de la Roca	54.49 Mpa
Angulo de Fricción	25 - 35° (Bieniawski)

Fuente: Elaboracion Propia

De acuerdo a las características observadas en el campo, estas son las siguientes:

Cuadro N° 44
Parámetros de Cálculo Eje Estribo Derecho PRCH-07

Roca	Clase de roca	RMR	m	s	mi	σ_{ci}	$N\beta$	Fp	Fm	F
Caliza RQD 59%	III (*)	42 (*)	0.882 (*)	0.00159 (*)	7 (**)	54.49 Mpa (***)	5	17	1	17

Fuente: Elaboracion Propia

(*) Valor calculado.

(**) Valores tomados de Hoek y Brown (1980).

(***) Valor de ensayo de Laboratorio.

Calculando la **carga de hundimiento**, P_h , con las formulas establecidas, se tiene:

$$P_h = \beta(N_\beta - \zeta)$$

Donde:

P_h = carga de hundimiento

β = Modulo de resistencia del macizo

$N\beta$ = coeficiente de carga

ζ = coeficiente de tenacidad

Calculando la **carga de hundimiento**

$$P_h = 29.94 \text{ MPa}$$

Calculando la **carga admisible**

$$P_h / F_p$$

$$P_h / 17 = 1.76 \text{ MPa} = 17.96 \text{ Kg/cm}^2 \text{ (PRCH-07)}$$

4.3.5 **Diseño de Tratamiento de Fundación de la Presa**

Como parte de los estudios geológicos, geotécnicos, hidrogeológicos, realizados en el marco del presente estudio definitivo, se realizó un programa de Perforaciones Diamantinas, pruebas Geosísmicas, Geofísica y Tomografía, incluyendo mediciones de permeabilidad, caracterización estructural y textural de los suelos que constituyen la base de la Presa Chonta.

De acuerdo a la interpretación integral de la información antes mencionada se estableció la necesidad de realizar inyecciones de impermeabilización del subsuelo en el eje de la presa, con el propósito de garantizar la estanqueidad de las aguas embalsadas, así como realizar inyecciones de consolidación, para mejorar y uniformar la capacidad portante del terreno base de la presa Chonta, CCR (concreto compactado con rodillo) proyectada.

- **Criterio para el Diseño de Inyecciones de Lechada de Cemento**

En primer lugar como resultado del análisis integral de las investigaciones realizadas y de acuerdo al grado de alteración de la roca, se definió la profundidad y distanciamiento de las inyecciones requeridas.

La carga hidrostática y las características de la roca delimitan el contorno o límites de las inyecciones en profundidad y ancho de la pantalla de inyecciones. A su vez el ancho de la pantalla determina la cantidad de línea de inyección. Los parámetros de permeabilidad gastos de filtración y gradientes actuantes en la

fundación y los estribos permiten evaluar la efectividad de cortina inyectada.

Posteriormente se analizó la secuencia de inyecciones con la finalidad de garantizar el mínimo consumo y la mayor efectividad posible de las inyecciones se definió la secuencia de las inyecciones, tipo de lechada estables o con aditivos. Determinación de la presión de rechazo en la parte superior e inferior del estribo. Se analizó la conveniencia de utilizar una carpeta con material de excavación como colchón de presiones de las inyecciones profundas ver lámina **(Ver Plano LAM- 6)** Ver anexos.

- **Mejoramiento de la Capacidad Portante del Suelo Base de la Presa**

De acuerdo a las características geológicas, geotécnicas de la roca y aspectos de mecánica de suelos, del terreno base de la presa, así como las cargas que serán transmitidas por la presa, según los cálculos de estabilidad de la misma, se ha definido la necesidad de incrementar-uniformar la capacidad portante del terreno base de la presa. Para ello se ha proyectado realizar inyecciones de consolidación.

- **Inyecciones de Consolidación**

Dadas las condiciones de tamaño y por ende peso de la superestructura de la Presa, esta deberá de fundarse en una roca suficientemente resistente y capaz de soportar los esfuerzos máximos que se generarán, de conformidad con los diversos análisis de estabilidad propios de la estructura, la presión hidráulica del embalse en sus diversas condiciones de operación, sismos, etc.

De acuerdo al tipo de roca encontrada en la fundación, según las perforaciones en diamantina ejecutadas, esta es lo suficientemente buena, sin embargo el bulbo de esfuerzos que viaja por debajo de los 10 m de profundidad, desde la superficie, requiere ser compacta, minimizando la presencia de cavidades, grietas y otros vacíos menores, que puedan causar

asentamientos diferenciales en la estructura de la Presa, poniendo en riesgo la estabilidad de la presa.

El objetivo de las inyecciones de consolidación es rellenar con lechada de Cemento Pórtland tipo I según norma ASTM C150 C595 las cavidades o grietas que pudieran encontrarse por debajo de la superficie de fundación de la Presa Chonta, por consiguiente aunque resulta siendo complementario, el objetivo de este trabajo es rellenar estos vacíos.

Dados los valores de RQD obtenidos de las perforaciones en diamantina, por solicitud de carga y experiencia del consultor, se recomienda que la malla de los taladros de consolidación esté separada en cuadrados de 5 m por lado y hasta una profundidad de 10 m en roca, en la parte central de la presa, disminuyendo gradualmente hacia los estribos hasta un mínimo de 5,00 m.

El proceso de perforación de consolidación se deberá de realizar con la ayuda de un equipo de roto percusión con Martillo de fondo, el cual deberá de aperturar taladros de 90 mm de diámetro como mínimo, evitando que este produzca una superficie áspera en el hoyo, a efectos de evitar que el Packer hidráulico o neumático que se use se quede atrapado.

Los taladros deberán ser perpendiculares a la superficie de la roca, tratando de intersecar los vacíos estimados por el ingeniero geólogo. El esmero y calidad del trabajo debe ser exigido por el supervisor, evitando que los trabajos de taladros se efectúen al mismo tiempo sobre el concreto y sobre la roca, por cuanto también se trata de rellenar los posibles vacíos que puedan quedar entre el concreto y la roca. El control de la orientación de los taladros se hace de acuerdo a los planos de obra, debiendo ejecutarse la malla de consolidación en toda el área bajo la presa Chonta.

Respecto al tipo de cemento a emplear, de acuerdo a la lectura Geológica del logueo de muestras, permeabilidades encontradas, RQD, etc., se recomienda que este sea Cemento Pórtland del Tipo I, según norma ASTM C150 C595 además con finura Blaine = $3200 \text{ cm}^2/\text{gr}$. como para rellenar los vacíos que se pudieran

encontrar bajo la Presa. Las etapas a considerar en las inyecciones de consolidación serán dos:

Primera Etapa.- de 5 a 10 m, siguiendo un proceso de aumento de presión hasta alcanzar los 7 bares (0.7 MPa) o hasta alcanzar inyectar un máximo cinco bolsas (212,5 kg) de cemento, por m³ de mezcla de agua cemento (evitar otras proporciones salvo que el supervisor sí lo disponga).

Segunda Etapa.- de 0.5 a 5 m, siguiendo el mismo patrón anterior.

Los trabajos de inyección serán tomados en cuenta siempre y cuando estos se registren mediante un equipo automático, que acumule permanentemente y en tiempo real el caudal y volumen inyectado, el tiempo de inyección y la presión. Esta información deberá de estar debidamente registrada en formatos especiales, con información digital impresa y rubricada por el supervisor del proyecto.

El tiempo máximo de almacenamiento del cemento a utilizar en las inyecciones, no deberá de sobrepasar los 20 días calendarios, con este fin el contratista deberá presentar una bitácora de entrada, salida y manejo de stocks, asegurando que el material en uso sea suficientemente fiable respecto a su calidad. (Ver Plano LAM – 06) Ver anexos.

4.4 MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN

Siendo las canteras, la fuente de aprovisionamiento de suelo y rocas necesarias para la construcción de las obras, se procedió a efectuar el reconocimiento de los depósitos existente para ver la calidad de las canteras, conocer si cumplirá con las condiciones de las especificaciones del material que se busca, asimismo se deberá conocer la suficiente potencia y rendimiento del mismo, el estado de los accesos y su situación legal.

Se han realizado las investigaciones de campo y laboratorio, lo suficientemente conveniente como para determinar las características de los materiales de préstamos y canteras desde el punto de vista de su utilización en la construcción de las subestructuras, superestructuras,

caminos de acceso y obras complementarias. La investigación geológica ha tratado el problema fundamental previo, consistente en la valorización de las disponibilidades de cada uno de estos materiales.

Las características de los materiales de préstamos y canteras, se han determinado con la ejecución de los ensayos clásicos de identificación de los materiales, con las muestras representativas, que definan sus propiedades físicas y mecánicas. Las áreas se localizan a lo largo de vías existente y/o adyacentes a ella, lo que facilita las fases de: Explotación, carguío y transporte los que disminuyen los costos de explotación y por consiguiente el de las obras. La correlación, evaluación y análisis geotécnico de la información técnica existente con la obtenida en la presente fase de investigaciones complementarias han permitido caracterizar las principales propiedades ingenieriles de cada área. Las características de los materiales y según su utilización, serán calificados de acuerdo a las Normas ASTM y del Manual del U.S Department of the Interior del Bureau of Reclamation. (Ver plano LAM-5) Anexos.

4.4.1 Generalidades

- **Ensayos de mecánica de suelos**

Con las muestras representativas se ejecutaron los siguientes ensayos:

- Caracterización física (ASTM-D-2216, D422, D4318, 2487, D3282).
- Análisis granulométrico (ASTM – D422)
- Gravedad específica de finos (ASTM – D854)
- Gravedad específica de gruesos (ASTM – D854)
- Próctor estándar (ASTM – D698)
- Permeabilidad carga constante (ASTM – D5084)
- Granulometría de agregados (ASTM-C-136)
- Gravedad Específica y Absorción del Agregado Grueso (ASTM-C127)
- Gravedad Especifica y Absorción del Agregado Fino (ASTM-C-128)
- Peso Unitario del Agregado Grueso (Suelto y varillado) ASTM-C-29)
- Peso Unitario del Agregado Fino (Suelto y varillado)

- Abrasión Máquina Los Ángeles (ASTM-C-29)
- Abrasión Máquina Los Ángeles (ASTM-C-131)
- Abrasión Máquina Los Ángeles (Roca) (ASTM-C-31)
- (Agregado grueso y fino) (ASTM-C-88)
- Equivalente de arena (MTC-114)

4.5 MATERIALES PARA AGREGADOS DE CONCRETO

4.5.1 Canteras de Roca Sangal (CR-1)

Se ubica en el lado Noreste del eje de presa Chonta, en un área ubicada en la margen izquierda de la quebrada Sangal. **(Ver anexos) Análisis Químico de resultados (Cuadro N° 45)**

- Litología : Corresponden a calizas de color beige a gris, en bancos potentes y compactos, tienen las siguientes características
- Alteración : Roca con ligera a moderada meteorización, potencia promedio entre 0,50 a 1,00 m.
- Fracturamiento : Poco fracturada a fracturada
- Distancia : ± 1,5 Km, del eje de presa.
- Camino de acceso : No existe.
- Situación Legal : Área de Cantera Propietario: Sr. José Cerquin.
- Área : 5.51 Ha.
- Volumen : 1'487,700 m³.
- Explotación : Explosivos/Tractor.
- Rendimiento : 80%.
- Tratamiento : Selección.



Fotografía 03: vista del área de material de la cantera Sangal

Cuadro N° 45
Resultados de Laboratorio de la Cantera Sangal (CR-1)

% CO ₃ Ca	Densidad seca	% Absorción	Porosidad Aparente	Resistencia compresión Mpa	Módulo de Young Gpa	Módulo de Poison	Clasificación Geomecánica	Calidad Geomecánica	% Perdida de Absorción
88.5	2.65-2.72	0.20-0.22	0.53-0.60	78.64-88.68	6.00-6.98	0.30-0.31	III	Regular	29.9

Fuente: Datos Laboratorio UNI

4.5.2 Cantera de Roca Chicche (CR-2)

Se ubica en el lado Noreste del eje de presa Chonta, en un área ubicada en la margen izquierda de la quebrada Sangal. **(Ver anexos)** de resultados. **(Cuadro N° 46)**.

- Litología : Corresponden a calizas de color beige a gris, en bancos potentes y compactos, tienen las siguientes características:
- Alteración : Roca con ligera a moderada meteorización, potencia promedio entre 0,50, 1,00 m.
- Distancia : ± 0,5 Km, del eje de presa.
- Camino de acceso : Existe en buen estado.
- Situación Legal : Área de Cantera Propietario: Sr. José Cerquin.
- Área : 3.11 Há.
- Perímetro : 799.73 m.
- Volumen : 777,500 m³.
- Explotación : Explosivos/Tractor.
- Rendimiento : 80%.
- Tratamiento : Selección.



Fotografía 04: vista del área de material de la cantera Chicche

Cuadro N° 46
Resultados de Laboratorio de la Cantera Chicche (CR-2)

% CO ₃ Ca	Densidad seca	% Absorción	Porosidad aparente	Resistencia compresión Mpa	Módulo de Young Gpa	Módulo de Poison	Clasificación Geomecánica	Calidad Geomecánica	% Perdida de Absorción
89.1	2.66	0.44 -0.46	1.18- 1.22	70.12-78.36	5.07-9.26	0.30-0.31	III	Regular	30.1

Fuente: Datos Laboratorio UNI

4.5.3 Fuentes de Agua

El río Chonta, será la fuente de abastecimiento de agua para la construcción de las diversas estructuras, teniéndose también el antecedente de haber sido utilizadas estas en la construcción de otras obras existentes. A continuación se presenta en el **(Cuadro N° 47)** las características físico – químicas de las diferentes muestras de agua.

Cuadro N° 47
Resultados de Análisis Físico Químico de Agua

Características Físico - Químicas	Cantidad en ppm	Límite Permissible Norma MTC E 716	Calificación
Río Chonta Muestra M-1 (Eje de Presa: Sangal)			
pH	6.60	Entre 5.5 y 8	Aceptable
Cloruros como Cl ⁻	72.20	1,000 ppm Máximo	Aceptable
Sulfatos como SO ₄ ⁼	87.40	600 ppm Máximo	Aceptable
Alcalinidad Total como CaCO ₃	54.40	1,000 Máximo	Aceptable
Materia Orgánica	1.60	3 ppm Máximo	Aceptable
Sales solubles	280	5,000 ppm Máximo	Aceptable
Río Chonta Muestra M-2 (Eje de Presa: Sangal)			
pH	6.10	Entre 5.5 y 8	Aceptable
Cloruros como Cl ⁻	72.70	1,000 ppm Máximo	Aceptable
Sulfatos como SO ₄ ⁼	89.10	600 ppm Máximo	Aceptable
Alcalinidad Total como CaCO ₃	58.90	1,000 Máximo	Aceptable
Materia Orgánica	1.60	3 ppm Máximo	Aceptable
Sales solubles	296	5,000 ppm Máximo	Aceptable
Río Chonta Muestra M-3 (Eje de Presa: Sangal)			
pH	6.00	Entre 5.5 y 8	Aceptable
Cloruros como Cl ⁻	89.30	1,000 ppm Máximo	Aceptable
Sulfatos como SO ₄ ⁼	84.90	600 ppm Máximo	Aceptable
Alcalinidad Total como CaCO ₃	54.30	1,000 Máximo	Aceptable
Materia Orgánica	1.70	3 ppm Máximo	Aceptable
Sales solubles	270	5,000 ppm Máximo	Aceptable

Río Chonta Muestra M-1 (Sector Chicche)			
pH	6.70	Entre 5.5 y 8	Aceptable
Cloruros como Cl ⁻	52.30	1,000 ppm Máximo	Aceptable
Sulfatos como SO ₄ ⁼	87.30	600 ppm Máximo	Aceptable
Alcalinidad Total como CaCO ₃	48.90	1,000 Máximo	Aceptable
Materia Orgánica	1.60	3 ppm Máximo	Aceptable
Sales solubles	310	5,000 ppm Máximo	Aceptable
Río Chonta Muestra M-2 (Sector Chicche)			
pH	7.10	Entre 5.5 y 8	Aceptable
Cloruros como Cl ⁻	42.10	1,000 ppm Máximo	Aceptable
Sulfatos como SO ₄ ⁼	83.50	600 ppm Máximo	Aceptable
Alcalinidad Total como CaCO ₃	39.30	1,000 Máximo	Aceptable
Materia Orgánica	1.70	3 ppm Máximo	Aceptable
Sales solubles	260	5,000 ppm Máximo	Aceptable
Río Chonta Muestra M-3 (Sector Chicche)			
pH	6.96	Entre 5.5 y 8	Aceptable
Cloruros como Cl ⁻	49.80	1,000 ppm Máximo	Aceptable
Sulfatos como SO ₄ ⁼	80.70	600 ppm Máximo	Aceptable
Alcalinidad Total como CaCO ₃	39.90	1,000 Máximo	Aceptable
Materia Orgánica	1.80	3 ppm Máximo	Aceptable
Sales solubles	265	5,000 ppm Máximo	Aceptable

Fuente: Laboratorio INGECONSULT (Ver anexos certificados)



CONCLUSIONES

1. Las condiciones geológicas del área de investigación concluye que el cuerpo de la presa y todo el área del embalse se situara , sobre los afloramientos rocosos de las Eras del Cenozoico hasta el Mesozoico, de las Formaciones del Volcánico Huambos (Ts-vhu), Formación Celendín (Ks-ce), Formación Cajamarca (Ks-ca), Formación Quilquiñan-Mujarrun (Ks-qm), constituidos por calizas, del Cretáceo superior y depósitos Cuaternarios.
2. Los valores de la permeabilidad de los ensayos de Lefrank de tipo constante en la parte superficial a los 10 metros de profundidad de los suelos cuaternarios en los sondeos del estribo izquierdo **PRCH-01**, estribo derecho **PRCH-06** y estribo derecho **PRCH-07**, se registran valores de permeabilidades entre media a baja están comprendidos entre 1.15×10^{-3} cm/s a 9.59×10^{-3} cm/s. Corresponden a horizontes de arena limosas y arcillosas.
3. En la interpretación de las curvas de absorción-presión efectiva de los ensayos de Lugeón de los sondeos del estribo izquierdo **PRCH-01**, estribo derecho **PRCH-06**, estribo derecho **PRCH-07**, y estribo izquierdo **PRCH-08**, presenta flujos laminares, turbulentos, dilatación, erosión y relleno y un grado de permeabilidad media, baja a muy baja.
4. En las clasificaciones del macizo rocoso RMR corregidos según la clasificación CSIR propuesta por Bieniawski, en los sondeos **PRCH-01** estribo izquierdo con valores de RMR 64, tipo de roca II, **PRCH-06** estribo derecho con RMR 52, tipo de roca III, **PRCH-07** estribo derecho con RMR 42, tipo de roca III, **PRCH-08** estribo izquierdo con RMR 52, tipo de roca III.
5. De acuerdo a los ensayos de permeabilidad que se hicieron en el sector Sangal con materiales representativos **(C-6)** y **(C-7)** de 02 calicatas se obtuvieron valores de 2.81×10^{-4} a 1.36×10^{-6} cm/s, respectivamente, de media a baja permeabilidad.
6. El área designada como vaso del embalse reúne aceptables condiciones geológicas y geotécnicas, con resultados de permeabilidades poco permeables y se emplazara en las formaciones Yumagual, Quilquiñán–Mujarrún, Cajamarca, Celendín, Volcánico Huambos y depósitos del Cuaternario.
7. Los levantamientos geológicos del área del embalse indican que la estanqueidad del vaso estaría respaldada por rocas impermeables de la Formación Celendín (Ks– ca) y del Volcánico Huambos (Ts–vhu), y depósitos cuaternarias con contenido de material fino.

RECOMENDACIONES

- 1.- Para definir las características geológicas, geotécnicas, geomecánicas y kársticas del sub suelo es conveniente llevar a cabo mayores investigaciones geognósticas a base de perforaciones diamantinas, prospecciones geofísicas, labores a cielo abierto y otros.
- 2.- Luego de la construcción de la presa, es necesario llevar a cabo controles periódicos de los asentamientos del terreno, mediante la instalación de piezómetros, inclinómetros para controles de deformaciones y control del nivel de agua.
- 3.- Realizar mapeo geomecánico más al detalle en los estribos durante la fase constructiva de las obras.
- 4.- El sistema de protección de medio ambiente deberá ser una tarea permanente durante todo el periodo de construcción de las obras.



BIBLIOGRAFÍA

1. **BRAJA M. DAS – 2001 – FUNDAMENTOS DE LA INGENIERIA DE GEOTECNIA.** California Estate Sacramento.
2. **BRIONES GUTIERREZ J.** “Presas de Tierra y enrocamiento y Resistencia a la Falla por Filtración”, Lima Diciembre 1994.
3. **BROWLES J. E.** “MANUAL DE LABORATORIO DE SUELOS” 1978. Ediciones Lerner México.
4. **BROWLES J. E.** “PROPIEDADES GEOFÍSICAS DE LOS SUELOS” 1982. Ediciones Lerner México.
5. **BROWLES J. E.** “MANUAL DE LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS” 1982. Editorial Mc Graw – Hill latinoamericana. Bogotá - COLOMBIA.
6. **Barton, N. Lien, R, Lunde J.** (1974) Engineering Classification of Rock Masses for the design of tunnel support rock mechanics Vol.6 N° 4, 189-236 pp
7. **BIENIAWSKI Z.T.** (1979) Engineering Rock Mass Classification John Wiley& Sons, New York, 251 p.
8. **CRESPO V. C.** “MECANICA DE SUELOS Y CIMENTACIONES” 1990 Editorial Limusa Noriega. México – MEXICO.
9. **Consortio SALZGITTER – SISA** Estudio de Factibilidad – Presa Chonta, Proyecto de regulación de las aguas del Río Chonta. (2008).
10. **Consultora ATA S.A. (Asesores Técnicos Asociados).** Estudio a Nivel de Pre-factibilidad del Represamiento Chonta (2007)
11. **CHEREQUE M. W.** “HIDROLOGIA” 1990. Editorial PUC. Lima – Perú.
12. **CÓDOVA, J. Y.** (1999). ESTUDIO GEOLÓGICO-GEOTÉCNICOS Y PROSPECCIÓN DE MATERIALES. COMITÉ INTERNACIONAL ESPAÑOLA DE GRANDES PRESAS. MADRID ESPAÑA. 286 pp.
13. **DEERE, DON U.** 1964, “Technical Description of Rock Core for Technical Purposes”.
14. **DEERE, 1988,** “The Rock Quality Designation (RQD) in Practice”
15. **DELGADO V:** “INGENIERIA DE CIMENTACIONES” 1996. Editorial Alfa Omega. México
16. **Dr. Vara Horna Arístides Alfredo** Desde la idea hasta la sustentación- 7 pasos para una tesis exitosa 2012 451 pp.
17. **ESQUIVEL Z.** “ANALISIS GEOTECNICO Y PROPUESTA DE CIMENTACION DEL PROYECTO HUANCARAMA, PRESA SOCTACOCHA” 1999. Apurímac-Perú.

18. **EUGENIO VALLARINO CÁNOVAS DEL CASTILLO**, Tratado Básico de Presas España, tomo (I , II)1988, pp, 766.
19. **FAVIAN HOYOS PATIÑO**, Geotecnia Diccionario Basico, Medellin, 2001, pp.240
20. **GOBIERNO DE ESPAÑA, MINISTERIO DE FOMENTO** “GUIA DE CIMENTACIONES EN OBRAS DE CARRETERAS”, 2009.
21. **GONZALEZ D.V., L.I. 2003**. Ingeniería Geológica, Pearson Educación, Madrid España, 2003, pp. 715.
22. **HEREDIA M. H. (2002)** – MANUEL PRACTICO DEL INGENIERO CIVIL. Primera Edición Lima 197p.
23. **HOEK, E., BROWN, E.T.** 1980. “Underground excavations in rock”, Institution of mining and metallurgy, London, 1980, Versión en español por Mc Graw Hill, México.
24. **HOEK, E., BROWN, E.T.** 1980. “Excavaciones Subterráneas en Rocas”, Institution of mining and metallurgy, London, 1986, Versión en español por Mc Graw Hill, México. 634 pp.
25. **INSTITUTO GEOLÓGICO MINERO METALÚRGICO (INGEMMET)**, Boletín N° 31– 1980– “Geología de los cuadrángulos de Cajamarca, San Marcos, y Cajabamba”. Editado por el Instituto Geológico Minero y Metalúrgico Lima – Perú.
26. **JIMENEZ S. J. A.** “**GEOTECNIA Y CIMIENTOS** (tomo I, II, III)”1980. Editorial Limusa. México.
27. **JUAREZ B. RICO R.** (1990) “Mecánica de Suelos”. Tomo II teoría y Aplicaciones de la Mecánica de Suelos. Limusa. Noriega Editores. México 453p.
28. **KRYNINE P.D. JUDD W.** - 1972 – Principios de geología y Geotecnia para Ingenieros, Traductor: José M. Ríos. Tercera edición. Barcelona, España 828p.
29. **LUIS I. GONZALEZ DE VALLEJO** 2002 Ingeniería Geológica, ediciones Pearson Educación Madrid España 744p.
30. **LUDGER O. SUAREZ-BURGOA (2013)** Descripción del macizo Rocosó segunda edición Medellín Colombia, 467 p.
31. **MARTINEZ V. A. J.** “**GEOTECNIA PARA INGENIEROS**”1991. Editorial UNI. Lima – PERU.
32. **TRONCOSO J. H.** – 1997 – Fundamentos de Ingeniería Geotécnica antisísmica; Segunda Edición; Ediciones Universidad Católica de Chile 144p.
33. **ROBERTO HERNANDEZ SAMPIERE** - 2006 - Metodología de la Investigación cuarta edición editorial McGraw-Hill Interamericana –México 850 p.

34. **SERRANO Y OLALLA (2001)** Deformaciones Plásticas en un Macizo Rocoso.
35. **RENE GOMEZ LOPEZ DE MUNAIN** Comité Nacional de Grandes Presas - Geocondicionantes de Presas y Embalses.
36. **MANUEL POZO RODRIGUEZ** – 2004 - Geología Práctica Editorial Pearson Educación S.A Madrid España 352p.
37. **UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA:** “MANUAL DE LABORATORIO DE SUELOS” 1975. UNI – Lima.







CONSORCIO RIO CHONTA	ENSAYO DE PERMEABILIDAD LEFRANC		
PROYECTO: <u>REGULACION AGUA RIO CHONTA</u> MUNICIPIO DE CAJAMARCA	PROF DE ENSAYO DE: <u>0.05 A</u> <u>3.00 m</u>	SONDEO N° <u>PRCH-01</u>	
AREA: <u>EJE DE PRESA</u>	FECHA: <u>19/02/13</u> Hr INICIO: <u>17:00:00</u> FIN: <u>17:20:00</u>	ENSAYO N° <u>LF-01</u>	
LITOLOG DEL TRAMO: <u>ARENA LIMOSA CON GRAVA</u>			

Zn = PROFUNDIDAD DEL AGUA EN EL REVESTIMIENTO
hn = ha + Zn = SOBRECARGA DEL AGUA EN EL TIEMPO n.
H = SOBRECARGA HIDRAULICA FINAL

ENSAYO REALIZADO		TIPO DE ENSAYO	
ABAJO DE LA NF	<input type="checkbox"/>	INFILTRACION	<input checked="" type="checkbox"/>
ARRIBA DE LA NF	<input checked="" type="checkbox"/>	BOMBEO	<input type="checkbox"/>
CON ARTESIANISMO	<input type="checkbox"/>	RECUPERACION	<input type="checkbox"/>

CONDICIONES DE LAS MEDIDAS	
REBAJAMIENTO	<input type="checkbox"/> CILINDRO <input type="checkbox"/> (Ø = cm.) <input type="checkbox"/> REVESTIMIENTO
HIDROMETRIA	<input type="checkbox"/>
PROBETA	<input type="checkbox"/>

DATOS	a = _____ m	S = <u>2.95</u> m	d = ø int tubo = <u>11.00</u> cm	L = <u>3.00</u> m
	c = <u>0.05</u> m	ha = _____ m	ø = ø sondeo = <u>9.65</u> cm	Inclinación con horizontal : <u>90°</u>
	Zn = _____ m			

TIPO DE ENSAYO : CARGA CONSTANTE	
t (min)	Caudalmetro Q (l/min)
01'00"	81069.50
02'00"	81080.50
03'00"	81092.70
04'00"	81103.70
05'00"	81114.70
06'00"	81125.30
07'00"	81135.30
08'00"	81145.00
09'00"	81155.00
10'00"	81164.80
11'00"	81174.30
12'00"	81183.90
13'00"	81193.50
14'00"	81202.70
15'00"	81212.60
16'00"	81222.40
TOTAL	152.90

CAUDAL PROMEDIO	<u>169.9</u> cm ³ /s
-----------------	---------------------------------

NIVEL VARIABLE $H = \frac{(h + h_0)}{2} =$ _____ cm

NIVEL CONSTANTE $H = h_n =$ 153 cm

$t_r - t_i =$ _____ min

$Z_r - Z_i =$ _____ cm

CALCULO DE COEFICIENTES DE PERMEABILIDAD	
<p style="text-align: center;">CALCULO DEL CAUDAL</p> <p>NIVEL VARIABLE $Q = \frac{\pi \cdot d^2}{4 \times 60} \times \frac{(Z_f - Z_i)}{(t_f - t_i)} =$ _____ cm³/s</p> <p>NIVEL CONSTANTE $Q =$ <u>169.9</u> cm³/s</p>	<p style="text-align: center;">CALCULO DE K</p> <p><input type="checkbox"/> Con $S/\phi < 2$ $K = \frac{Q}{\pi \phi H}$</p> <p><input type="checkbox"/> Con $S/\phi = 2$ $K = \frac{Q}{2 \pi \phi H \sqrt{\frac{S}{\phi} + \frac{1}{4}}}$</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Con $S/\phi > 2$ $K = \frac{Q \cdot \ln\left(\frac{2S}{\phi}\right)}{2 \pi H S}$</p> <p>K (nivel variable) = _____ cm/s</p> <p>K (nivel constante) = <u>2.47E-03</u> cm/s</p>
OBSERVACIONES : _____	
RIO CHONTA EJE PRESA	



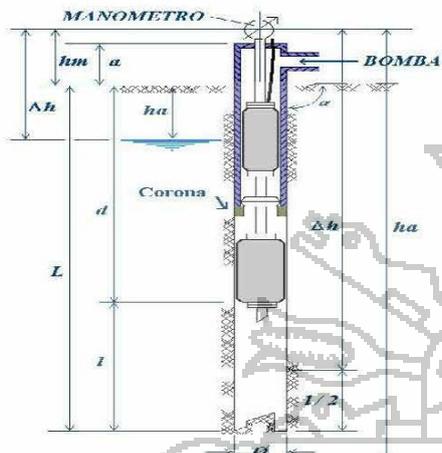
ENSAYO DE PERMEABILIDAD DE AGUA A PRESION LUGEON

CONSORCIO RIO CHONTA

PROYECTO : **REGULACION AGUA RIO CHONTA**
MUNICIPIO DE CAJAMARCA
 AREA : **EJE DE PRESA**

PROF. DE ENSAYO DE : **6.00** A **10.00** m
 FECHA : **19-feb-2013** Hr. INICIO **10:00** FIN: **11:20**
 LITOLOG. DEL TRAMO : CALIZA

SONDEO N° **PRCH-01**
 ENSAYO N° **LUG-01**



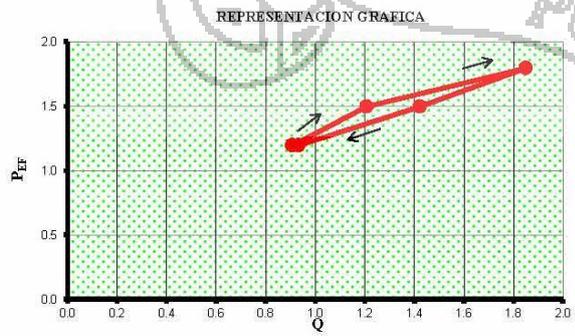
- hm = ALTURA DEL MANOMETRO **0.95** m
- a = ALTURA SOBRE NIVEL DEL TERRENO **2.63** m
- ha = PROFUNDIDAD NIVEL FREATICO **seco** m
- Δh = SOBRECARGA HIDRAULICA **8.95** m
- d = PROFUNDIDAD DEL OB TURADOR **6.00** m
- L = PROFUNDIDAD DE PERFORACION **10.00** m
- a = INCLINACION CHORIZONTAL **90** °
- Δh' = Δh CORREGIDA = Sen a x Δh **8.95** m
- l = LONGITUD TRAMO DE ENSAYO **4.00** m
- Ø = DIAMETRO DEL BULO O DEL ENSAYO **9.65** cm
- e = DIAMETRO DE LA TUBERIA DE ENSAYO **7.62** cm
- PM = PRESION MANOMETRICA
- PEF = PRESION EFECTIVA EN EL PUNTO MEDIO DEL TRAMO DEL ENSAYO
- Δp = 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 M. DE TRAMO DE ENSAYO
- UL = UNIDAD LUGEON (Q x 10 / PEF)

TIEMPO EN MINUTO	LECTURA CAUDAL	q(ℓ)								
0	81266.2		81306.0		81358.0		81435.0		81494.0	
1	81270.0	3.80	81310.9	4.90	81366.0	8.00	81440.9	5.90	81498.2	4.20
2	81273.8	3.80	81315.7	4.80	81372.3	6.30	81446.3	5.40	81502.5	4.30
3	81277.7	3.90	81320.8	5.10	81380.5	8.20	81451.8	5.50	81506.7	4.20
4	81281.3	3.60	81325.4	4.60	81387.2	6.70	81457.2	5.40	81510.4	3.70
5	81288.4	7.10	81330.2	4.80	81394.7	7.50	81462.9	5.70	81513.8	3.40
6	81292.0	3.60	81335.0	4.80	81402.2	7.50	81468.9	6.00	81517.3	3.50
7	81295.5	3.50	81339.8	4.80	81409.6	7.40	81474.8	5.90	81520.8	3.50
8	81295.5	0.00	81344.6	4.80	81417.0	7.40	81480.4	5.60	81524.3	3.50
9	81299.1	3.60	81349.4	4.80	81424.7	7.70	81486.2	5.80	81527.8	3.50
10	81302.5	3.40	81354.3	4.90	81432.0	7.30	81491.9	5.70	81531.3	3.50
q (ℓ)	36.30		48.30		74.00		56.90		37.30	
qt (ℓ)	3.63		4.83		7.40		5.69		3.73	
Q (ℓ/min/m)	0.91		1.21		1.85		1.42		0.93	
Δp (kg/cm ²)	0.00		0.00		0.00		0.00		0.00	
CH (Δh/10)	0.90		0.90		0.90		0.90		0.90	
PEF (kg/cm ²)	1.20		1.50		1.80		1.50		1.20	
UL	7.59		8.08		10.31		9.52		7.80	



UNIDAD LUGEON SELECCIONADA : **7.70** UL
 K (PERMEABILIDAD) : **2.83E-04** cm/s

$P_{gP} = (P_M - \Delta p) + CH$



OBSERVACIONES
 FLUJO DILATACION

VoBo SUPERVISION VoBo RESIDENTE



ENSAYO DE PERMEABILIDAD DE AGUA A PRESION LUGEON

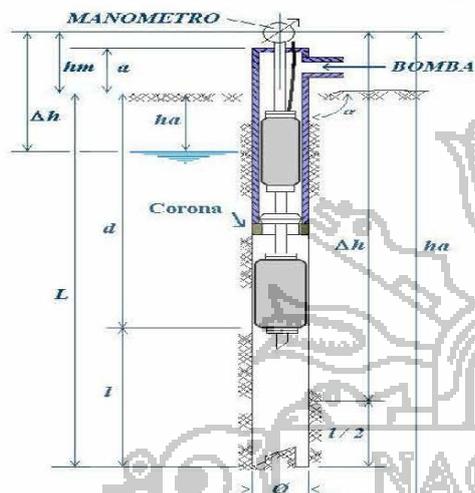
CONSORCIO RIO CHONTA

PROYECTO : **REGULACION AGUA RIO CHONTA**
MUNICIPIO DE CAJAMARCA

PROF. DE ENSAYO DE : **10.00** A **15.00** m
 FECHA : **19-feb-2013** Hr. INICIO **13:10** FIN : **14:25**
 LITOL. DEL TRAMO : **CALIZAS**

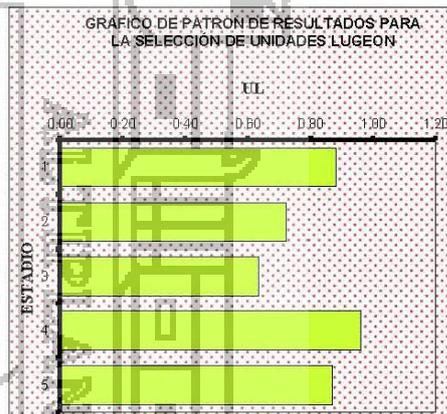
SONDEO N° **PRCH-01**

ENSAYO N° **LUG-02**



hm	=	ALTIMETRO DEL MANOMETRO	0.95	m
a	=	ALTIMETRO SOBRE NIVEL DEL TERRENO	2.69	m
ha	=	PROFUNDIDAD NIVEL FREATICO	seco	m
Δh	=	SOBRECARGA HIDRAULICA	13.45	m
d	=	PROFUNDIDAD DEL OBTURADOR	10.00	m
L	=	PROFUNDIDAD DE PERFORACION	15.00	m
a	=	INCLINACION C/HORIZONTAL	90	°
Δh'	=	Δh CORREGIDA = Sen a x Δh	13.45	m
l	=	LONGITUD TRAMO DE ENSAYO	5.00	m
Ø	=	DIAMETRO DEL BULO DEL ENSAYO	9.65	cm
e	=	DIAMETRO DE LA TUBERIA DE ENSAYO	7.62	cm
P _M	=	PRESION MANOMETRICA		
P _{EF}	=	PRESION EFECTIVA EN EL PUNTO MEDIO DEL TRAMO DEL ENSAYO		
Δp	=	PERDIDAS DE CARGA		
q	=	VOLUMEN DE AGUA EN LITROS POR MINUTO DURANTE EL ENSAYO		
qt	=	VOLUMEN TOTAL DE AGUA EN LITROS PARA CADA ESTADIO		
Q	=	CAUDAL EN LITROS POR MINUTO PARA CADA ESTADIO		
UL	=	CAUDAL EN LITROS POR MINUTO POR M. DE TRAMO DE ENSAYO		
UL	=	UNIDAD LUGEON (Q x 10 / P _{EF})		

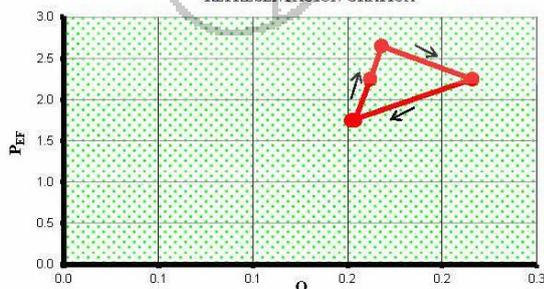
TIEMPO EN MINUTO	LECTURA CAUDAL						
0	81591.3	81599.5	81612.2	81620.6	81630.6	81630.6	81630.6
1	81592.1	81600.3	81613.2	81621.7	81631.4	81631.4	81631.4
2	81592.9	81601.1	81614.5	81622.8	81632.2	81632.2	81632.2
3	81593.7	81602.1	81615.3	81623.9	81633.0	81633.0	81633.0
4	81594.5	81603.1	81616.1	81625.0	81633.8	81633.8	81633.8
5	81595.2	81603.9	81616.7	81626.1	81634.6	81634.6	81634.6
6	81595.9	81604.8	81617.4	81627.1	81635.2	81635.2	81635.2
7	81596.7	81605.5	81618.2	81628.1	81636.0	81636.0	81636.0
8	81597.5	81606.2	81619.1	81629.2	81636.7	81636.7	81636.7
9	81598.3	81606.9	81620.0	81630.3	81637.4	81637.4	81637.4
10	81599.0	81607.6	81620.6	81631.4	81638.2	81638.2	81638.2
q (l)	7.70	8.10	8.40	8.40	10.80	7.60	7.60
qt (l)	0.77	0.81	0.84	0.84	1.08	0.76	0.76
Q (l/min/m)	0.15	0.16	0.17	0.17	0.22	0.15	0.15
Δp (kg/cm ²)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
CH (Δh/10)	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35
P _{EF} (kg/cm ²)	1.75	2.25	2.65	2.65	2.25	1.75	1.75
UL	0.88	0.72	0.64	0.96	0.96	0.87	0.87



UNIDAD LUGEON SELECCIONADA : **0.64 UL**
 K (PERMEABILIDAD) : **2.46E-05 cm/s**

$P_{EF} = (P_M - \Delta p) + CH$

REPRESENTACION GRAFICA



OBSERVACIONES
 FLUJO TURBULENTO

Vob SUPERVISION

Vob RESIDENTE



ENSAYO DE PERMEABILIDAD DE AGUA A PRESION LUGEON

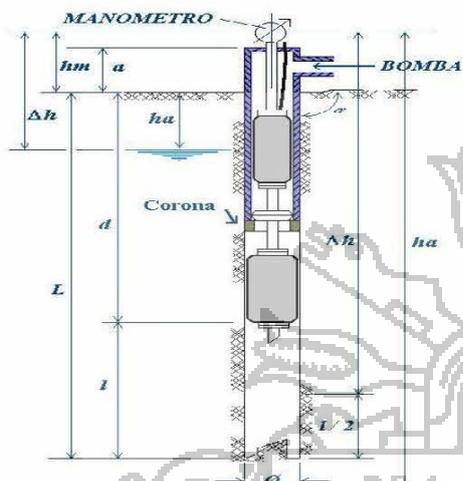
CONSORCIO RIO CHONTA

PROYECTO : **REGULACION AGUA RIO CHONTA**
MUNICIPIO DE CAJAMARCA

PROF. DE ENSAYO DE : **15.00** A **20.00** m
 FECHA : **19-feb-2013** H. INICIO **16:40** FIN : **17:50**
 LITOLOG. DEL TRAMO : CALIZA

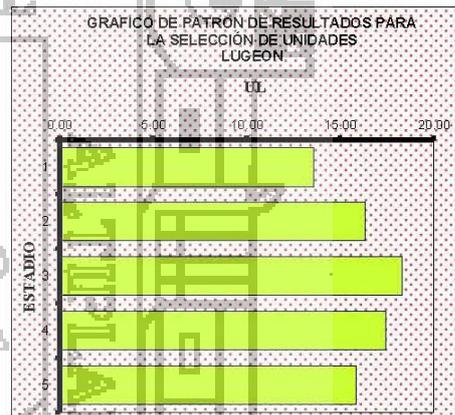
SONDEON° **PRCH-01**

ENSAYON° **LUG-03**



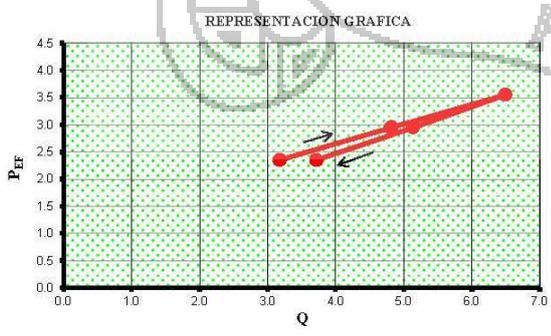
- hm = ALTURA DEL MANOMETRO **0.95** m
- a = ALTURA SOBRE NIVEL DEL TERRENO **2.70** m
- ha = PROFUNDIDAD NIVEL FREATICO **seco** m
- Δh = SOBRECARGA HIDRAULICA **18.45** m
- d = PROFUNDIDAD DEL OB TURADOR **15.00** m
- L = PROFUNDIDAD DE PERFORACION **20.00** m
- α = INCLINACION C/HORIZONTAL **90** °
- Δh' = Δh CORREGIDA = Sen α x Δh **18.45** m
- l = LONGITUD TRAMO DE ENSAYO **5.00** m
- ∅ = DIAMETRO DEL BULBO DEL ENSAYO **9.65** cm
- e = DIAMETRO DE LA TUBERIA DE ENSAYO **7.62** cm
- PM = PRESION MANOMETRICA
- PEF = PRESION EFECTIVA EN EL PUNTO MEDIO DEL TRAMO DEL ENSAYO
- Δp = 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 M. DE TRAMO DE ENSAYO
- UL = UNIDAD LUGEON (Q x 10 / PEF)

TIEMPO EN MINUTO	P _M = 0.50		P _M = 1.10		P _M = 1.70		P _M = 1.10		P _M = 0.50	
	LECTURA CAUDAL	q(θ)								
0	81678.00		81849.00		82107.00		82447.00		82719.00	
1	81693.20	15.20	81873.50	24.50	82140.00	33.00	82473.00	26.00	82738.00	19.00
2	81708.70	15.50	81897.60	24.10	82172.00	32.00	82499.00	26.00	82757.00	19.00
3	81724.60	15.90	81921.00	23.40	82205.00	33.00	82524.00	25.00	82775.00	18.00
4	81740.10	15.50	81946.00	25.00	82237.00	32.00	82550.00	26.00	82794.00	19.00
5	81756.30	16.20	81969.50	23.50	82269.00	32.00	82576.00	26.00	82812.00	18.00
6	81772.60	16.30	81993.70	24.20	82302.00	33.00	82602.00	26.00	82831.00	19.00
7	81788.40	15.80	82017.60	23.90	82335.00	33.00	82628.00	26.00	82849.00	18.00
8	81804.70	16.30	82041.30	23.70	82367.00	32.00	82653.00	25.00	82868.00	19.00
9	81821.00	16.30	82065.90	24.60	82400.00	33.00	82679.00	26.00	82886.00	18.00
10	81837.00	16.00	82089.90	24.00	82432.00	32.00	82704.00	25.00	82905.00	19.00
q (l)	159.00		240.90		325.00		257.00		186.00	
qt (l)	15.90		24.09		32.50		25.70		18.60	
Q (l/min/m)	3.18		4.82		6.50		5.14		3.72	
Δp (kg/cm ²)	0.00		0.00		0.00		0.00		0.00	
CH (Δh/10)	1.85		1.85		1.85		1.85		1.85	
P _{EF} (kg/cm ²)	2.35		2.95		3.55		2.95		2.35	
UL	13.56		16.36		18.34		17.45		15.86	



UNIDAD LUGEON SELECCIONADA : **14.71** UL
 K (PERMEABILIDAD) : **5.69E-04** cm/s

$P_{EF} = (P_M - \Delta p) + CH$



OBSERVACIONES
 FLUJO DILATACION

VoBo SUPERVISION

VoBo RESIDENTE



ENSAYO DE PERMEABILIDAD DE AGUA A PRESION LUGEON

CONSORCIO RIO CHONTA

PROYECTO : **REGULACION AGUA RIO CHONTA**
MUNICIPIO DE CAJAMARCA

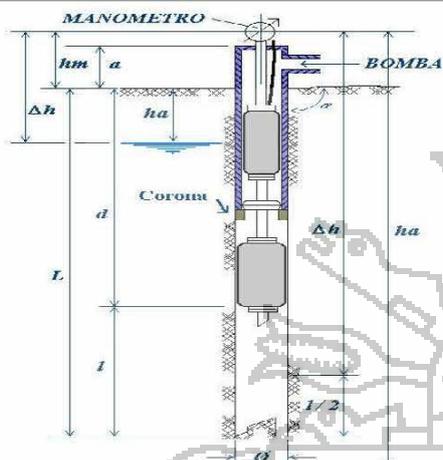
PROF. DE ENSAYO DE : **20.00** A **25.00** m
 FECHA : **19-feb-2013** Hr. INICIO **22:00** FIN: **23:15**

SONDEO N° **PRCH-01**

AREA : **EJE DE PRESA**

LITOLOG. DEL TRAMO: CALIZAS

ENSAYO N° **LUG-04**



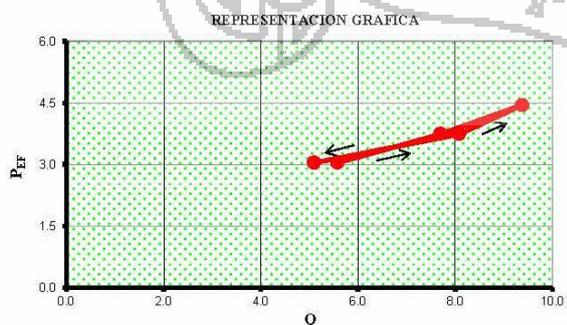
- hm = ALTURA DEL MANOMETRO **0.95** m
- a = ALTURA SOBRE NIVEL DEL TERRENO **2.62** m
- ha = PROFUNDIDAD NIVEL FREATICO **seco** m
- Δh = SOBRECARGA HIDRAULICA **23.45** m
- d = PROFUNDIDAD DEL OBTURADOR **20.00** m
- L = PROFUNDIDAD DE PERFORACION **25.00** m
- α = INCLINACION C/HORIZONTAL **90** °
- Δh' = Δh CORREGIDA = Sen α x Δh **23.45** m
- l = LONGITUD TRAMO DE ENSAYO **5.00** m
- Ø = DIAMETRO DEL BULBO DEL ENSAYO **9.65** cm
- e = DIAMETRO DE LA TUBERIA DE ENSAYO **7.62** cm
- PM = PRESION MANOMETRICA
- PEP = PRESION EFECTIVA EN EL PUNTO MEDIO DEL TRAMO DEL ENSAYO
- Δp = PERDIDAS DE CARGA
- q = VOLUMEN DE AGUA EN LITROS POR MINUTO DURANTE EL ENSAYO
- qt = VOLUMEN TOTAL DE AGUA EN LITROS PARA CADA ESTADIO
- Q = CAUDAL EN LITROS POR MINUTO PARA CADA ESTADIO
- Q' = CAUDAL EN LITROS POR MINUTO POR M. DE TRAMO DE ENSAYO
- UL = UNIDAD LUGEON (Q x 10 / PEP)

TIEMPO EN MINUTO	P _M = 0.70 $\frac{Kg}{cm^2}$		P _M = 1.40 $\frac{Kg}{cm^2}$		P _M = 2.10 $\frac{Kg}{cm^2}$		P _M = 1.40 $\frac{Kg}{cm^2}$		P _M = 0.70 $\frac{Kg}{cm^2}$	
	LECTURA CAUDAL	q(θ)								
0	82932.0		83231.0		83655.0		84148.0		84574.0	
1	82960.0	28.00	83270.0	39.00	83702.0	47.00	84188.0	40.00	84600.0	26.00
2	82988.0	28.00	83309.0	39.00	83749.0	47.00	84229.0	41.00	84625.0	25.00
3	83016.0	28.00	83347.0	38.00	83796.0	47.00	84269.0	40.00	84650.0	25.00
4	83044.0	28.00	83385.0	38.00	83843.0	47.00	84310.0	41.00	84675.0	25.00
5	83072.0	28.00	83424.0	39.00	83890.0	47.00	84351.0	41.00	84701.0	26.00
6	83100.0	28.00	83463.0	39.00	83936.0	46.00	84390.0	39.00	84727.0	26.00
7	83128.0	28.00	83501.0	38.00	83983.0	47.00	84431.0	41.00	84752.0	25.00
8	83156.0	28.00	83540.0	39.00	84030.0	47.00	84471.0	40.00	84778.0	26.00
9	83184.0	28.00	83578.0	38.00	84077.0	47.00	84512.0	41.00	84803.0	25.00
10	83211.0	27.00	83616.0	38.00	84124.0	47.00	84552.0	40.00	84829.0	26.00
q (l)	279.00		385.00		469.00		404.00		255.00	
q t (l)	27.90		38.50		46.90		40.40		25.50	
Q (l/min/m)	5.58		7.70		9.38		8.08		5.10	
Δp (kg/cm ²)	0.00		0.00		0.00		0.00		0.00	
CH (Δh/10)	2.35		2.35		2.35		2.35		2.35	
P _{EP} (kg/cm ²)	3.05		3.75		4.45		3.75		3.05	
UL	18.33		20.56		21.10		21.58		16.75	



UNIDAD LUGEON SELECCIONADA : **19.66** UL
 K (PERMEABILIDAD) : **7.60E-04** cm/s

$P_{EP} = (P_M - \Delta p) + CH$



OBSERVACIONES
 FLUJO LAMINAR

VoBo SUPERVISION

VoBo RESIDENTE



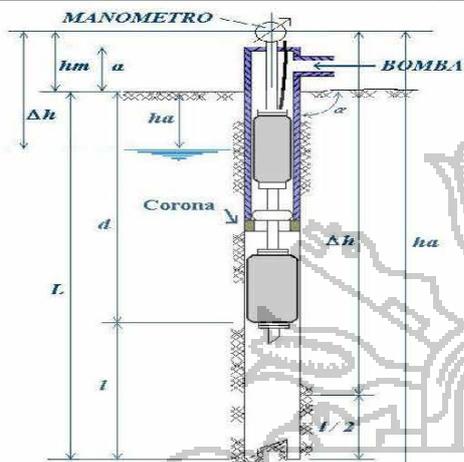
ENSAYO DE PERMEABILIDAD DE AGUA A PRESION LUGEON

CONSORCIO RIO CHONTA

PROYECTO : **REGULACION AGUA RIO CHONTA**
MUNICIPIO DE CAJAMARCA
 AREA : **EJE PRESA**

PROF. DE ENSAYO DE : **25.00** A **30.00** m
 FECHA : **20-feb-2013** Hr. INICIO **00:30** FIN : **01:40**
 LITOL. DEL TRAMO : **CALIZA**

SONDEO N° **PRCH-01**
 ENSAYO N° **LUG-05**



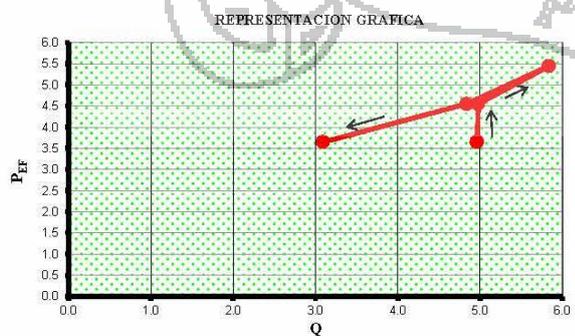
- hm = ALTURA DEL MANOMETRO **0.95** m
- a = ALTURA SOBRE NIVEL DEL TERRENO **2.64** m
- ha = PROFUNDIDAD NIVEL FREATICO **seco** m
- Δh = SOBRECARGA HIDRAULICA **28.45** m
- d = PROFUNDIDAD DEL OBTURADOR **25.00** m
- L = PROFUNDIDAD DE PERFORACION **30.00** m
- α = INCLINACION CORIZONAL **90** °
- Δh' = Δh CORREGIDA = Sen α x Δh **28.45** m
- l = LONGITUD TRAMO DE ENSAYO **5.00** m
- Ø = DIAMETRO DEL BULBO DEL ENSAYO **9.65** cm
- e = DIAMETRO DE LA TUBERIA DE ENSAYO **7.62** cm
- FM = PRESION MANOMETRICA
- PEF = PRESION EFECTIVA EN EL PUNTO MEDIO DEL TRAMO DEL ENSAYO
- Δp = 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 = 0.80 Kg/cm ²		P _M = 1.70 Kg/cm ²		P _M = 2.60 Kg/cm ²		P _M = 1.70 Kg/cm ²		P _M = 0.80 Kg/cm ²	
	LECTURA CAUDAL	q(t)	LECTURA CAUDAL	q(t)	LECTURA CAUDAL	q(t)	LECTURA CAUDAL	q(t)	LECTURA CAUDAL	q(t)
0	84847.0		85170.0		85431.0		85732.0		85989.0	
1	84868.0	21.00	85195.0	25.00	85460.0	29.00	85756.0	24.00	86005.0	16.00
2	84890.2	22.20	85221.0	26.00	85490.0	30.00	85781.0	25.00	86021.0	16.00
3	84912.3	22.10	85246.0	25.00	85518.0	28.00	85805.0	24.00	86037.0	16.00
4	84939.4	27.10	85271.0	25.00	85548.0	30.00	85829.0	24.00	86053.2	16.20
5	84965.6	26.20	85297.0	26.00	85577.0	29.00	85853.0	24.00	86068.0	14.80
6	84991.2	25.60	85321.0	24.00	85606.0	29.00	85878.0	25.00	86083.3	15.30
7	85017.4	26.20	85346.0	25.00	85635.0	29.00	85902.0	24.00	86098.3	15.00
8	85043.5	26.10	85370.0	24.00	85664.0	29.00	85926.0	24.00	86113.3	15.00
9	85069.2	25.70	85394.0	24.00	85693.0	29.00	85950.0	24.00	86128.4	15.10
10	85095.2	26.00	85419.0	25.00	85723.0	30.00	85974.0	24.00	86143.6	15.20
q (l)	248.20		249.00	292.00	292.00	292.00	242.00	242.00	154.60	
qt (l)	24.82		24.90	29.20	29.20	29.20	24.20	24.20	15.46	
Q (l/min/m)	4.96		4.98	5.84	5.84	5.84	4.84	4.84	3.09	
Δp (kg/cm ²)	0.00		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
CH (Δh/10)	2.85		2.85	2.85	2.85	2.85	2.85	2.85	2.85	
P _{EF} (kg/cm ²)	3.65		4.55	5.45	5.45	5.45	4.55	4.55	3.65	
UL	13.62		10.96	10.73	10.73	10.65	10.65	10.65	8.48	



UNIDAD LUGEON SELECCIONADA : **8.48** UL
 K (PERMEABILIDAD) : **3.28E-04** cm/s

$P_{EF} = (P_M - \Delta p) + CH$



OBSERVACIONES
 FLUJO RELLENO

V_oB_o SUPERVISION

V_oB_o RESIDENTE



ENSAYO DE PERMEABILIDAD DE AGUA A PRESION LUGEON

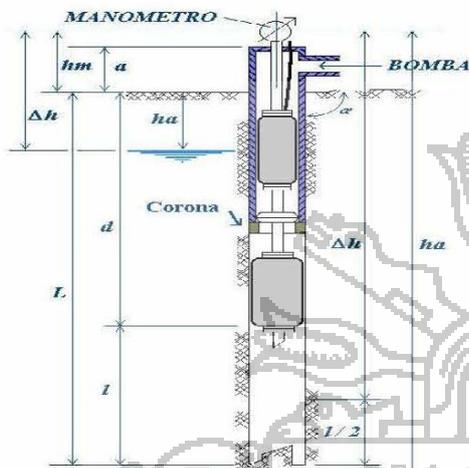
CONSORCIO RIO CHONTA

PROYECTO : **REGULACION AGUA RIO CHONTA**
MUNICIPIO DE CAJAMARCA

PROF. DE ENSAYO DE : **30.00** A **35.00** m
 FECHA : **20-feb-2013** Hr. INICIO **03:10** FIN: **04:20**
 LITOLOG. DEL TRAMO : CALIZA

SONDEO N° **PRCH-01**

ENSAYO N° **LUG-06**



- hm = ALTURA DEL MANOMETRO **0.95** m
- a = ALTURA SOBRE NIVEL DEL TERRENO **2.53** m
- ha = PROFUNDIDAD NIVEL FREATICO **seco**
- Δh = SOBRECARGA HIDRAULICA **33.45** m
- d = PROFUNDIDAD DEL OBTURADOR **30.00** m
- L = PROFUNDIDAD DE PERFORACION **35.00** m
- a = INCLINACION CHORIZONTAL **90** °
- Δh' = Δh CORREGIDA = Sen a x Δh **33.45** m
- l = LONGITUD TRAMO DE ENSAYO **5.00** m
- Ø = DIAMETRO DEL BULO DEL ENSAYO **9.65** cm
- e = DIAMETRO DE LA TUBERIA DE ENSAYO **7.62** cm
- PM = PRESION MANOMETRICA
- PEP = PRESION EFECTIVA EN EL PUNTO MEDIO DEL TRAMO DEL ENSAYO
- Δp = PERDIDAS DE CARGA
- q = VOLUMEN DE AGUA EN LITROS POR MINUTO DURANTE EL ENSAYO
- qt = VOLUMEN TOTAL DE AGUA EN LITROS PARA CADA ESTADIO
- Q = CAUDAL EN LITROS POR MINUTO PARA CADA ESTADIO
- Q' = CAUDAL EN LITROS POR MINUTO POR M. DE TRAMO DE ENSAYO
- UL = UNIDAD LUGEON (Q x 10 / PEP)

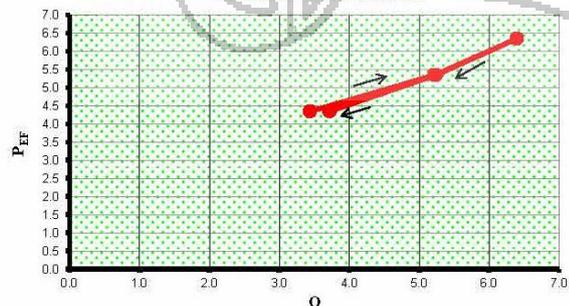
TIEMPO EN MINUTO	P _M = 1.00 Kg/cm ²		P _M = 2.00 Kg/cm ²		P _M = 3.00 Kg/cm ²		P _M = 2.00 Kg/cm ²		P _M = 1.00 Kg/cm ²	
	LECTURA CAUDAL	q(θ)								
0	86159.0		86343.0		86630.0		86967.0		87241.0	
1	86176.0	17.00	86370.0	27.00	86662.0	32.00	86994.0	27.00	87260.0	19.00
2	86193.0	17.00	86396.0	26.00	86694.0	32.00	87020.0	26.00	87278.0	18.00
3	86209.0	16.00	86421.0	25.00	86726.0	32.00	87046.0	26.00	87297.0	19.00
4	86227.0	18.00	86447.0	26.00	86758.0	32.00	87072.0	26.00	87316.0	19.00
5	86244.0	17.00	86473.0	26.00	86790.0	32.00	87098.0	26.00	87335.0	19.00
6	86261.0	17.00	86499.0	26.00	86822.0	32.00	87124.0	26.00	87353.0	18.00
7	86279.0	18.00	86524.0	25.00	86853.0	31.00	87150.0	26.00	87372.0	19.00
8	86296.0	17.00	86550.0	26.00	86886.0	33.00	87177.0	27.00	87391.0	19.00
9	86313.0	17.00	86577.0	27.00	86918.0	32.00	87203.0	26.00	87409.0	18.00
10	86331.0	18.00	86604.0	27.00	86950.0	32.00	87229.0	26.00	87427.0	18.00
q (l)	172.00		261.00		320.00		262.00		186.00	
q t (l)	17.20		26.10		32.00		26.20		18.60	
Q (l/min/m)	3.44		5.22		6.40		5.24		3.72	
Δp (kg/cm ²)	0.00		0.00		0.00		0.00		0.00	
CH (Δh/10)	3.35		3.35		3.35		3.35		3.35	
P _{EP} (kg/cm ²)	4.35		5.35		6.35		5.35		4.35	
UL	7.92		9.77		10.09		9.80		8.56	



UNIDAD LUGEON SELECCIONADA : **8.24** UL
 K (PERMEABILIDAD): **3.19E-04** cm/s

$P_{EP} = (P_M - \Delta p) + CH$

REPRESENTACION GRAFICA



OBSERVACIONES
 FLUJO DILATACION

VoBo SUPERVISION

VoBo RESIDENTE



ENSAYO DE PERMEABILIDAD DE AGUA A PRESION LUGEON

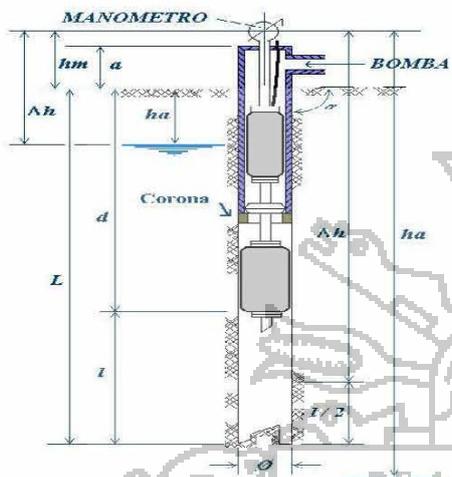
CONSORCIO RIO CHONTA

PROYECTO : **REGULACION AGUA RIO CHONTA MUNICIPIO DE CAJAMARCA**
 AREA : **EJE DE PRESA**

PROF. DE ENSAYO DE : **35.00** A **40.00** m
 FECHA : **20-feb-2013** Hr.INICIO **06:45** FIN: **07:55**
 LITOLOG. DEL TRAMO : **CALIZA**

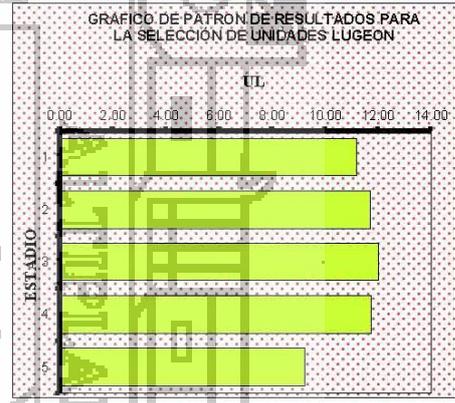
SONDEO N° **PRCH-01**

ENSAYO N° **LUG-07**



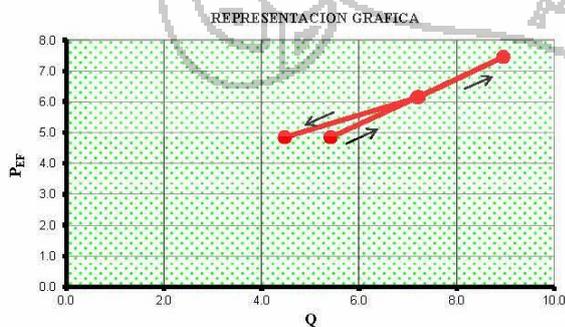
hm	=	ALTURA DEL MANOMETRO	0.95	m
a	=	ALTURA SOBRE NIVEL DEL TERRENO	2.45	m
ha	=	PROFUNDIDAD NIVEL FREATICO	seco	m
Δh	=	SOBRECARGA HIDRAULICA	38.45	m
d	=	PROFUNDIDAD DEL OBTURADOR	35.00	m
L	=	PROFUNDIDAD DE PERFORACION	40.00	m
α	=	INCLINACION C/HORIZONTAL	90	°
Δh'	=	Δh CORREGIDA = Sen α x Δh	38.45	m
l	=	LONGITUD TRAMO DE ENSAYO	5.00	m
φ	=	DIAMETRO DEL BULBO DEL ENSAYO	9.65	cm
e	=	DIAMETRO DE LA TUBERIA DE ENSAYO	7.62	cm
PM	=	PRESION MANOMETRICA		
PEE	=	PRESION EFECTIVA EN EL PUNTO MEDIO DEL TRAMO DEL ENSAYO		
Δp	=	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 MI. DE TRAMO DE ENSAYO		
UL	=	UNIDAD LUGEON (Q x 10 / PEF)		

TIEMPO EN MINUTO	PM = 1.00		PM = 2.30		PM = 3.60		PM = 2.30		PM = 1.00	
	LECTURA CAUDAL	q(θ)								
0	87464.0		87777.0		88191.0		88655.0		89031.0	
1	87491.0	27.00	87813.0	36.00	88236.0	45.00	88691.0	36.00	89053.0	22.00
2	87517.0	26.00	87849.0	36.00	88281.0	45.00	88727.0	36.00	89076.0	23.00
3	87545.0	28.00	87885.0	36.00	88325.0	44.00	88763.0	36.00	89098.0	22.00
4	87572.0	27.00	87921.0	36.00	88370.0	45.00	88799.0	36.00	89121.0	23.00
5	87599.0	27.00	87957.0	36.00	88415.0	45.00	88835.0	36.00	89143.0	22.00
6	87626.0	27.00	87993.0	36.00	88460.0	45.00	88872.0	37.00	89166.0	23.00
7	87653.0	27.00	88029.0	36.00	88505.0	45.00	88908.0	36.00	89188.0	22.00
8	87680.0	27.00	88065.0	36.00	88550.0	45.00	88944.0	36.00	89210.0	22.00
9	87708.0	28.00	88102.0	37.00	88594.0	44.00	88980.0	36.00	89233.0	23.00
10	87735.0	27.00	88137.0	35.00	88639.0	45.00	89016.0	36.00	89255.0	22.00
q (l)	271.00		360.00		448.00		361.00		224.00	
qt (l)	27.10		36.00		44.80		36.10		22.40	
Q (l/min/m)	5.42		7.20		8.96		7.22		4.48	
Δp (kg/cm²)	0.00		0.00		0.00		0.00		0.00	
CH (Δh/10)	3.85		3.85		3.85		3.85		3.85	
PEF (kg/cm²)	4.85		6.15		7.45		6.15		4.85	
UL	11.19		11.72		12.03		11.75		9.25	



UNIDAD LUGEON SELECCIONADA : **11.19 UL**
 K (PERMEABILIDAD) : **4.33E-04 cm/s**

$P_{EF} = (P_M - \Delta p) + CH$



OBSERVACIONES
 FLUJO LAMINAR

VoBo SUPERVISION

VoBo RESIDENTE



ENSAYO DE PERMEABILIDAD DE AGUA A PRESION LUGEON

CONSORCIO RIO CHONTA

PROYECTO : REGULACION AGUA RIO CHONTA
MUNICIPIO DE CAJAMARCA

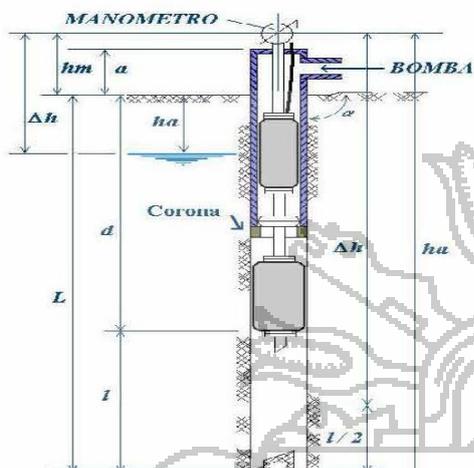
PROF. DE ENSAYO DE: 40.00 A 45.00 m
FECHA: 20-feb-2013 Hr. INICIO: 10:50 FIN: 12:05

SONDEO Nº PRCH-01

AREA : EJE DE PRESA

LITOLÓG. DEL TRAMO : CALIZA

ENSAYO Nº LUG-08



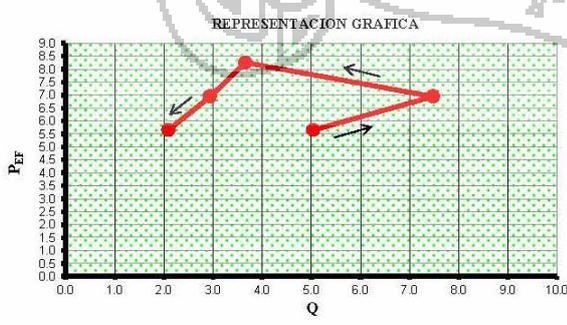
- hm = ALTURA DEL MANOMETRO 0.95 m
- a = ALTURA SOBRE NIVEL DEL TERRENO 2.62 m
- ha = PROFUNDIDAD NIVEL FREATICO seco m
- Δh = SOBRECARGA HIDRAULICA 43.45 m
- d = PROFUNDIDAD DEL OBTURADOR 40.00 m
- L = PROFUNDIDAD DE PERFORACION 45.00 m
- α = INCLINACION GHORIZONTAL 90 °
- Δh' = Δh CORREGIDA = Sen α x Δh 43.45 m
- l = LONGITUD TRAMO DE ENSAYO 5.00 m
- φ = DIAMETRO DEL BULBO DE ENSAYO 9.65 cm
- e = DIAMETRO DE LA TUBERIA DE ENSAYO 7.62 cm
- PM = PRESION MANOMETRICA
- PEF = PRESION EFECTIVA EN EL PUNTO MEDIO DEL TRAMO DE ENSAYO
- Δp = 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 M. DE TRAMO DE ENSAYO
- UL = UNIDAD LUGEON (Q x 10 / PEF)

TIEMPO EN MINUTO	LECTURA CAUDAL				
0	89294.0	89581.0	89999.0	90189.0	90344.0
1	89319.0	89620.0	90017.0	90204.0	90354.5
2	89344.0	89656.0	90036.0	90218.0	90365.0
3	89369.0	89693.0	90054.0	90233.0	90375.6
4	89394.0	89731.0	90072.0	90248.0	90386.0
5	89419.0	89768.0	90091.0	90263.0	90396.0
6	89445.0	89805.0	90109.0	90278.0	90407.0
7	89470.0	89843.0	90127.0	90292.5	90417.0
8	89495.0	89880.0	90145.0	90307.0	90427.8
9	89520.0	89917.0	90164.0	90321.5	90438.2
10	89546.0	89955.0	90182.0	90336.0	90448.7



UNIDAD LUGEON SELECCIONADA : 3.71 UL
K (PERMEABILIDAD) : 1.43E-04 cm/s

$P_{EF} = (P_M - \Delta p) + CH$



OBSERVACIONES
FLUJO RELLENO

VoBo SUPERVISION

VoBo RESIDENTE



ENSAYO DE PERMEABILIDAD DE AGUA A PRESION LUGEON

CONSORCIO RIO CHONTA

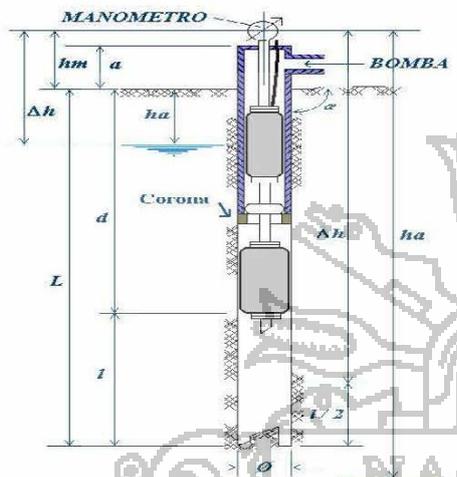
PROYECTO : **REGULACION AGUA RIO CHONTA**
MUNICIPIO DE CAJAMARCA

PROF. DE ENSAYO DE : **45.00** A **55.00** m
 FECHA : **20-feb-2013** Hr.INICIO **13:45** FIN: **14:55**
 LITOLOG. DEL TRAMO : CALIZA

SONDEO N° **PRCH-01**

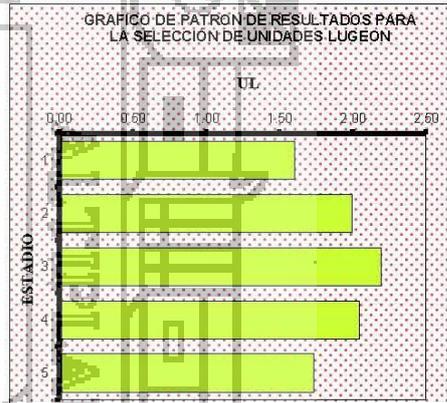
AREA : **EJE DE PRESA**

ENSAYO N° **LUG-09**



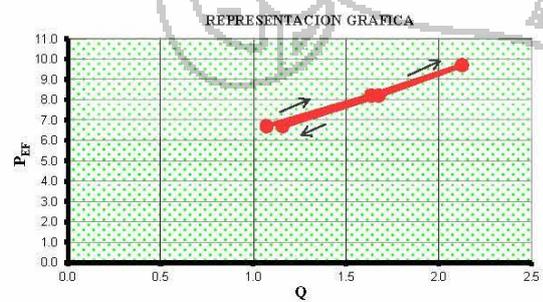
hm	=	ALTURA DEL MANOMETRO	0.95	m
a	=	ALTURA SOBRE NIVEL DEL TERRENO	2.63	m
ha	=	PROFUNDIDAD NIVEL FREATICO	seco	m
Δh	=	SOBRECARGA HIDRAULICA	50.95	m
d	=	PROFUNDIDAD DEL OB TURADOR	45.00	m
L	=	PROFUNDIDAD DE PERFORACION	55.00	m
α	=	INCLINACION C/HORIZONTAL	90	°
Δh'	=	Δh CORREGIDA = Sen α x Δh	50.95	m
l	=	LONGITUD TRAMO DE ENSAYO	10.00	m
φ	=	DIAMETRO DEL BULO O DEL ENSAYO	9.65	cm
e	=	DIAMETRO DE LA TUBERIA DE ENSAYO	7.62	cm
PM	=	PRESION MANOMETRICA		
PEP	=	PRESION EFECTIVA EN EL PUNTO MEDIO DEL TRAMO DEL ENSAYO		
Δp	=	PERDIDAS DE CARGA		
q	=	VOLUMEN DE AGUA EN LITROS POR MINUTO DURANTE EL ENSAYO		
qt	=	VOLUMEN TOTAL DE AGUA EN LITROS PARA CADA ESTADIO		
Q	=	CAUDAL EN LITROS POR MINUTO PARA CADA ESTADIO		
Q	=	CAUDAL EN LITROS POR MINUTO POR MI. DE TRAMO DE ENSAYO		
UL	=	UNIDAD LUGEON (Q x 10 / PEP)		

TIEMPO EN MINUTO	LECTURA CAUDAL						
0	90458.0	90577.0	90779.0	91003.0	91184.0	91184.0	91184.0
1	90468.0	90594.0	90799.7	91019.8	91195.5	91195.5	91195.5
2	90478.6	90610.0	90820.0	91036.7	91207.5	91207.5	91207.5
3	90489.5	90626.2	90840.0	91053.4	91218.8	91218.8	91218.8
4	90500.0	90642.8	90862.3	91070.2	91230.6	91230.6	91230.6
5	90510.7	90659.0	90884.0	91087.0	91242.0	91242.0	91242.0
6	90521.6	90675.4	90905.0	91103.7	91253.7	91253.7	91253.7
7	90532.4	90691.6	90927.0	91120.6	91265.1	91265.1	91265.1
8	90543.4	90708.1	90948.6	91137.2	91276.9	91276.9	91276.9
9	90554.2	90724.5	90969.9	91154.1	91288.4	91288.4	91288.4
10	90565.3	90740.6	90991.6	91170.8	91300.0	91300.0	91300.0
q (l)	107.30	163.60	212.60	267.80	316.00	364.00	412.00
qt (l)	10.73	16.36	21.26	26.78	31.60	36.40	41.20
Q (l/min/m)	1.07	1.64	2.13	2.68	3.16	3.64	4.12
Δp (kg/cm²)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
CH (Δh/10)	5.10	5.10	5.10	5.10	5.10	5.10	5.10
PEP (kg/cm²)	6.70	8.20	9.70	11.20	12.70	14.20	15.70
UL	1.60	2.00	2.19	2.05	1.73	1.67	1.67



UNIDAD LUGEON SELECCIONADA : **1.67 UL**
 K (PERMEABILIDAD) : **7.41E-05 cm/s**

$P_{EP} = (P_M - \Delta p) + CH$



OBSERVACIONES
 FLUJO DILATACION

VoBo SUPERVISION

VoBo RESIDENTE



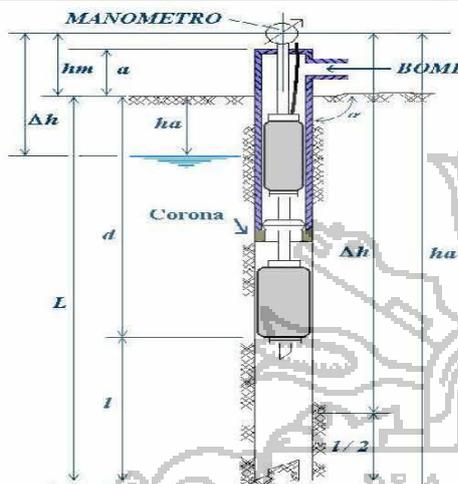
ENSAYO DE PERMEABILIDAD DE AGUA A PRESION LUGEON

CONSORCIO RIO CHONTA

PROYECTO : **REGULACION AGUA RIO CHONTA**
MUNICIPIO DE CAJAMARCA
 AREA : **EJE DE PRESA**

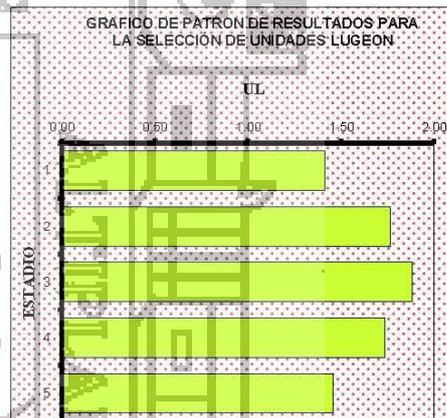
PROF. DE ENSAYO DE : **55.00** A **65.00** m
 FECHA : **20-feb-2013** Hr. INICIO **18:00** FIN: **07:10**
 LITOLOG. DEL TRAMO : **CALIZA**

SONDEO N° **PRCH-01**
 ENSAYO N° **LUG-10**



- hm = ALTURA DEL MANOMETRO **0.95** m
- a = ALTURA SOBRE NIVEL DEL TERRENO **2.64** m
- ha = PROFUNDIDAD NIVEL FREATICO **seco** m
- Δh = SOBRECARGA HIDRAULICA **60.95** m
- d = PROFUNDIDAD DEL OBTURADOR **55.00** m
- L = PROFUNDIDAD DE PERFORACION **65.00** m
- a = INCLINACION C/HORIZONTAL **90** °
- Δh' = Δh CORREGIDA = Sen a x Δh **60.95** m
- l = LONGITUD TRAMO DE ENSAYO **10.00** m
- Ø = DIAMETRO DEL BULBO DEL ENSAYO **9.65** cm
- e = DIAMETRO DE LA TUBERIA DE ENSAYO **7.62** cm
- PM = PRESION MANOMETRICA
- PEFF = PRESION EFECTIVA EN EL PUNTO MEDIO DEL TRAMO DEL ENSAYO
- Δp = 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 M. DE TRAMO DE ENSAYO
- UL = UNIDAD LUGEON (Q x 10 / P_{EF})

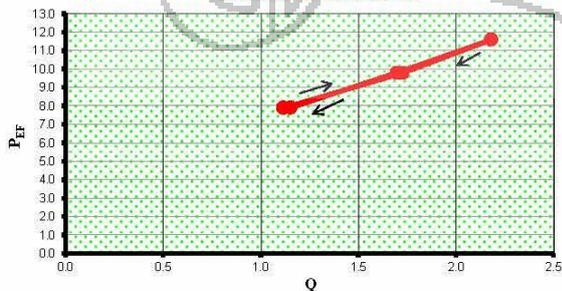
TIEMPO EN MINUTO	P _M = 1.80 Kg/cm ²		P _M = 3.70 Kg/cm ²		P _M = 5.50 Kg/cm ²		P _M = 3.70 Kg/cm ²		P _M = 1.80 Kg/cm ²	
	LECTURA CAUDAL	q(l)								
0	91323.0		91449.0		91636.0		91863.0		92044.0	
1	91334.3	11.30	91466.4	17.40	91658.1	22.10	91880.0	17.00	92055.3	11.30
2	91345.8	11.50	91483.6	17.20	91680.0	21.90	91896.8	16.80	92066.6	11.30
3	91357.0	11.20	91501.0	17.40	91701.7	21.70	91913.8	17.00	92078.1	11.50
4	91368.1	11.10	91518.4	17.40	91723.8	22.10	91931.0	17.20	92089.5	11.40
5	91379.4	11.30	91535.5	17.10	91745.7	21.90	91948.2	17.20	92101.0	11.50
6	91390.6	11.20	91552.7	17.20	91767.5	21.80	91965.4	17.20	92112.6	11.60
7	91401.5	10.90	91569.8	17.10	91789.4	21.90	91984.0	18.60	92124.0	11.40
8	91412.5	11.00	91587.1	17.30	91811.0	21.60	92000.0	16.00	92135.6	11.60
9	91423.5	11.00	91604.4	17.30	91833.0	22.00	92016.0	16.00	92147.2	11.60
10	91434.5	11.00	91621.6	17.20	91854.0	21.00	92032.7	16.70	92159.0	11.80
q (l)	111.50		172.60		218.00		169.70		115.00	
qt (l)	11.15		17.26		21.80		16.97		11.50	
Q (l/min/m)	1.12		1.73		2.18		1.70		1.15	
Δp (kg/cm ²)	0.00		0.00		0.00		0.00		0.00	
CH (ΔH/10)	6.10		6.10		6.10		6.10		6.10	
P _{EF} (kg/cm ²)	7.90		9.80		11.60		9.80		7.90	
UL	1.41		1.76		1.88		1.73		1.46	



UNIDAD LUGEON SELECCIONADA : **1.43** UL
 K (PERMEABILIDAD) : **6.38E-05** cm/s

$P_{EF} = (P_M - \Delta p) + CH$

REPRESENTACION GRAFICA



OBSERVACIONES

FLUJO DILATACION

VoBo SUPERVISION

VoBo RESIDENTE



ENSAYO DE PERMEABILIDAD DE AGUA A PRESION LUGEON

CONSORCIO RIO CHONTA

PROYECTO : **REGULACION AGUA RIO CHONTA**
MUNICIPIO DE CAJAMARCA

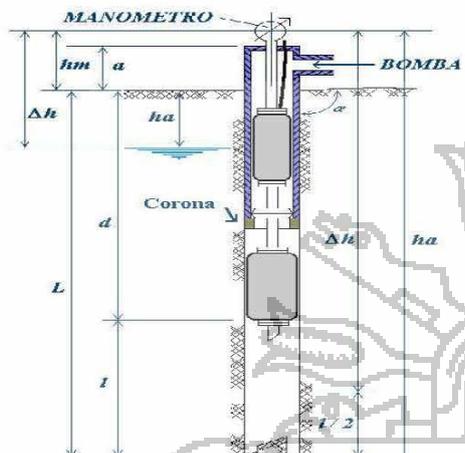
PROF. DE ENSAYO DE : **65.00** A **75.00** m
 FECHA : **21-feb-2013** Hr.INICIO **01:00** FIN: **02:10**

SONDEO N° **PRCH-01**

AREA : **EJE DE PRESA**

LITOLOG. DEL TRAMO : **CALIZA**

ENSAYO N° **LUG-11**



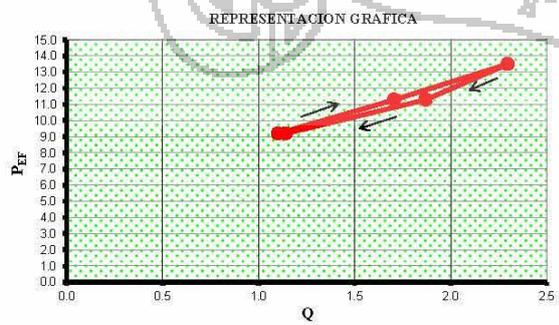
hm	=	ALTIMETRO DEL MANOMETRO	0.95	m
a	=	ALTIMETRO SOBRE NIVEL DEL TERRENO	2.56	m
ha	=	PROFUNDIDAD DEL NIVEL FREATICO	seco	m
Δh	=	SOBRECARGA HIDRAULICA	70.95	m
d	=	PROFUNDIDAD DEL OB TURADOR	65.00	m
L	=	PROFUNDIDAD DE PERFORACION	75.00	m
a	=	INCLINACION C/HORIZONTAL	90	°
Δh'	=	Δh CORREGIDA = Sen a x Δh	70.95	m
l	=	LONGITUD TRAMO DE ENSAYO	10.00	m
Ø	=	DIAMETRO DEL BULBO DEL ENSAYO	9.65	cm
e	=	DIAMETRO DE LA TUBERIA DE ENSAYO	7.62	cm
PM	=	PRESION MANOMETRICA		
PEF	=	PRESION EFECTIVA EN EL PUNTO MEDIO DEL TRAMO DEL ENSAYO		
Δp	=	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 M. DE TRAMO DE ENSAYO		
UL	=	UNIDAD LUGEON (Q x 10 / P _{EF})		

TIEMPO EN MINUTO	LECTURA CAUDAL					
0	92171.0	92292.0	92473.0	92713.0	92912.0	93026.2
1	92182.5	92309.2	92496.0	92732.2	92923.0	93034.1
2	92193.6	92326.0	92518.7	92752.6	92934.1	93044.9
3	92204.4	92343.1	92541.7	92770.6	92944.9	93055.9
4	92215.5	92360.1	92564.8	92789.5	92955.9	93066.9
5	92226.4	92377.1	92587.7	92808.0	92966.9	93078.0
6	92237.3	92394.3	92610.6	92826.4	92978.0	93090.0
7	92248.3	92411.5	92633.6	92845.4	92990.0	93102.0
8	92259.3	92428.6	92656.8	92863.4	93002.0	93114.0
9	92270.2	92445.6	92679.3	92881.7	93014.0	93126.2
10	92281.2	92462.7	92702.7	92900.0	93026.2	



UNIDAD LUGEON SELECCIONADA : **1.22** UL
 K (PERMEABILIDAD) : **5.42E-05** cm/s

$P_{EF} = (P_M - \Delta p) + CH$



OBSERVACIONES
 FLUJO DILATACION

VoBo SUPERVISION

VoBo RESIDENTE



ENSAYO DE PERMEABILIDAD DE AGUA A PRESION LUGEON

CONSORCIO RIO CHONTA

PROYECTO : **REGULACION AGUA RIO CHONTA**
MUNICIPIO DE CAJAMARCA

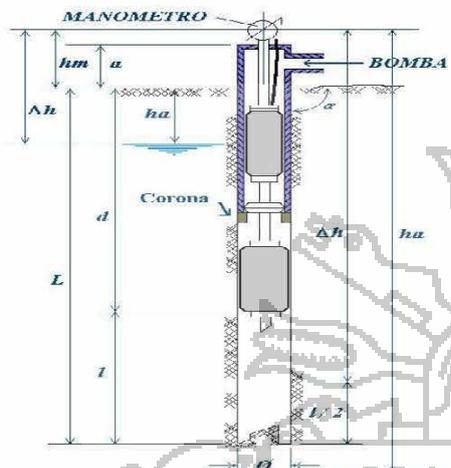
PROF. DE ENSAYO DE : **75.00** A **85.00** m
 FECHA : **21-feb-2013** Hr. INICIO **05:40** FIN: **06:50**

SONDEO N° **PRCH-01**

AREA : **EJE DE PRESA**

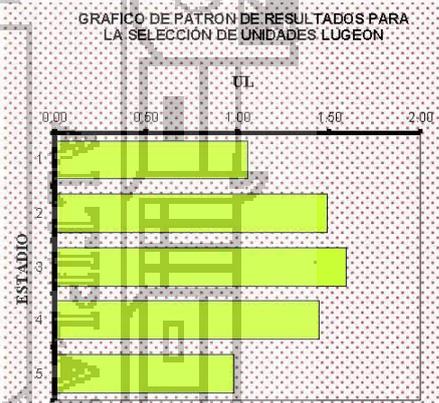
LITOLÓG. DEL TRAMO : **CALIZA**

ENSAYO N° **LUG-12**



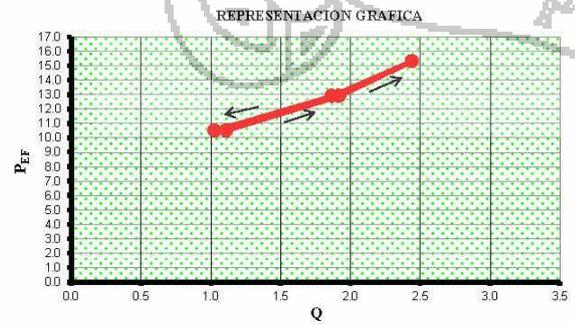
- hm = ALTURA DEL MANOMETRO **0.95** m
- a = ALTURA SOBRE NIVEL DEL TERRENO **2.68** m
- ha = PROFUNDIDAD NIVEL FREÁTICO **seco** m
- Δh = SOBRECARGA HIDRAULICA **80.95** m
- d = PROFUNDIDAD DEL OB TURADOR **75.00** m
- L = PROFUNDIDAD DE PERFORACION **85.00** m
- a = INCLINACION C/HORIZONTAL **90** °
- Δh' = Δh CORREGIDA = Sen a x Δh **80.95** m
- l = LONGITUD TRAMO DE ENSAYO **10.00** m
- ø = DIAMETRO DEL BULBO DEL ENSAYO **9.65** cm
- e = DIAMETRO DE LA TUBERIA DE ENSAYO **7.62** cm
- PM = PRESION MANOMETRICA
- PEF = PRESION EFECTIVA EN EL PUNTO MEDIO DEL TRAMO DEL ENSAYO
- Δp = 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 M. DE TRAMO DE ENSAYO
- UL = UNIDAD LUGEON (Q x 10 / P_{EP})

TIEMPO EN MINUTO	Kg/cm ²									
	LECTURA CAUDAL	LECTURA CAUDAL								
0	93063.0	93185.0	93386.0	93411.0	93648.0	93667.0	93845.0	93855.2	93873.3	93947.9
1	93075.2	93204.6	93411.0	93436.0	93667.0	93667.0	93855.2	93855.2	93873.3	93947.9
2	93087.2	93223.2	93436.0	93460.5	93685.7	93685.7	93873.3	93873.3	93873.3	93947.9
3	93097.7	93242.4	93460.5	93485.0	93704.0	93704.0	93873.3	93873.3	93873.3	93947.9
4	93108.1	93261.5	93485.0	93510.0	93722.6	93722.6	93873.3	93873.3	93873.3	93947.9
5	93119.1	93280.7	93510.0	93533.6	93741.1	93741.1	93873.3	93873.3	93873.3	93947.9
6	93130.1	93300.0	93533.6	93558.0	93759.8	93759.8	93873.3	93873.3	93873.3	93947.9
7	93140.9	93319.3	93558.0	93583.0	93778.6	93778.6	93873.3	93873.3	93873.3	93947.9
8	93151.9	93338.6	93583.0	93606.5	93797.1	93797.1	93873.3	93873.3	93873.3	93947.9
9	93163.0	93358.0	93606.5	93630.0	93816.0	93816.0	93873.3	93873.3	93873.3	93947.9
10	93174.1	93377.0	93630.0		93834.7		93873.3	93873.3	93873.3	93947.9
q (l)	111.10	192.00	244.00	244.00	186.70	186.70	102.90	102.90	102.90	102.90
qt (l)	11.11	19.20	24.40	24.40	18.67	18.67	10.29	10.29	10.29	10.29
Q (l/min/m)	1.11	1.92	2.44	2.44	1.87	1.87	1.03	1.03	1.03	1.03
Δp (kg/cm ²)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
CH (Δh/10)	8.10	8.10	8.10	8.10	8.10	8.10	8.10	8.10	8.10	8.10
P _{EP} (kg/cm ²)	10.50	12.90	15.30	15.30	12.90	12.90	10.50	10.50	10.50	10.50
UL	1.06	1.49	1.60	1.60	1.45	1.45	0.98	0.98	0.98	0.98



UNIDAD LUGEON SELECCIONADA : **1.02** UL
 K (PERMEABILIDAD) : **4.53E-05** cm/s

$P_{EP} = (P_M - \Delta p) + CH$



OBSERVACIONES
 FLUJO DILATACION

V_oB_o SUPERVISION

V_oB_o RESIDENTE



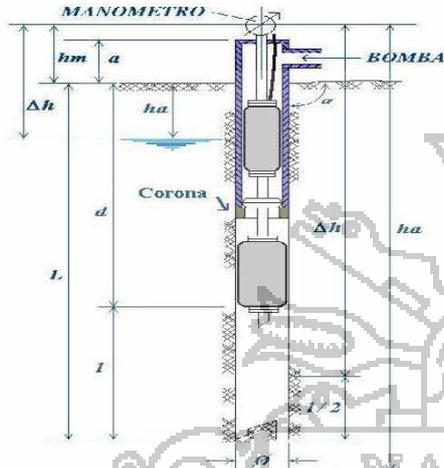
ENSAYO DE PERMEABILIDAD DE AGUA A PRESION LUGEON

CONSORCIO RIO CHONTA

PROYECTO : **REGULACION AGUA RIO CHONTA**
MUNICIPIO DE CAJAMARCA
 AREA : **EJE DE PRESA**

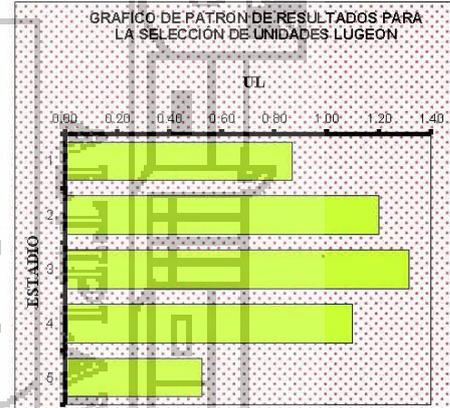
PROF DE ENSAYO DE : **85.00** A **95.00** m
 FECHA : **21-feb-2013** Hr.INICIO **13:30** FIN: **14:48**
 LITOLOG.DEL TRAMO : CALIZA

SONDEO N° **PRCH-01**
 ENSAYO N° **LUG-13**



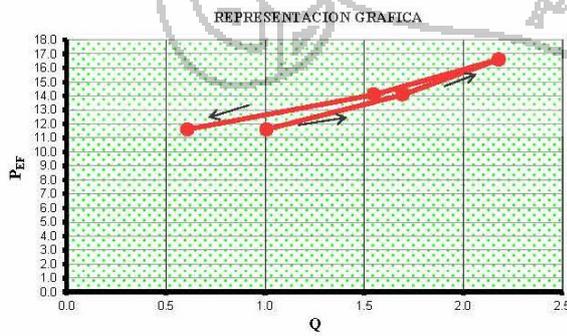
- hm = ALTURA DEL MANOMETRO **0.95** m
- a = ALTURA SOBRE NIVEL DEL TERRENO **2.60** m
- ha = PROFUNDIDAD NIVEL FREATICO **seco** m
- Δh = SOBRECARGA HIDRAULICA **90.95** m
- d = PROFUNDIDAD DEL OBTURADOR **85.00** m
- L = PROFUNDIDAD DE PERFORACION **95.00** m
- a = INCLINACION C/HORIZONTAL **90** °
- Δh' = Δh CORREGIDA = Sen a x Δh **90.95** m
- l = LONGITUD TRAMO DE ENSAYO **10.00** m
- φ = DIAMETRO DEL BULBO DEL ENSAYO **9.65** cm
- e = DIAMETRO DE LA TUBERIA DE ENSAYO **7.62** cm
- PM = PRESION MANOMETRICA
- PEF = PRESION EFECTIVA EN EL PUNTO MEDIO DEL TRAMO DEL ENSAYO
- Δp = 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 = 2.50 Kg/cm ²		P _M = 5.00 Kg/cm ²		P _M = 7.50 Kg/cm ²		P _M = 5.00 Kg/cm ²		P _M = 2.50 Kg/cm ²	
	LECTURA CAUDAL	LECTURA CAUDAL								
0	93823.0	93941.0	94135.0	94362.0	94524.0					
1	93836.0	93958.7	94157.0	94377.4	94529.2					
2	93848.8	93976.0	94179.0	94393.5	94534.8					
3	93861.0	93993.2	94201.0	94409.1	94540.7					
4	93872.0	94010.0	94222.0	94424.6	94546.7					
5	93882.5	94026.8	94244.0	94440.9	94552.7					
6	93891.8	94043.1	94265.0	94454.9	94558.8					
7	93899.0	94059.8	94288.0	94470.8	94565.1					
8	93907.9	94076.5	94309.0	94486.3	94571.5					
9	93915.5	94093.4	94331.0	94501.9	94578.1					
10	93923.7	94110.5	94353.0	94517.0	94584.8					
q (l)	100.70	169.50	218.00	155.00	60.80					
qt (l)	10.07	16.95	21.80	15.50	6.08					
Q (l/min/m)	1.01	1.70	2.18	1.55	0.61					
Δp (kg/cm ²)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00					
CH (Δh/10)	9.10	9.10	9.10	9.10	9.10					
P _{EF} (kg/cm ²)	11.60	14.10	16.60	14.10	11.60					
UL	0.87	1.20	1.31	1.10	0.52					



UNIDAD LUGEON SELECCIONADA : **0.70** UL
 K (PERMEABILIDAD): **3.10E-05** cm/s

$P_{EF} = (P_M - \Delta p) + CH$



OBSERVACIONES
 FLUJO DILATACION

V_oB_o SUPERVISION

V_oB_o RESIDENTE

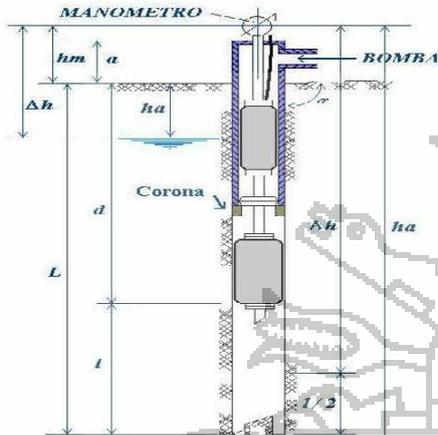
ENSAYO DE PERMEABILIDAD DE AGUA A PRESION LUGEON

CONSORCIO RIO CHONTA

PROYECTO : **REGULACION AGUA RIO CHONTA**
MUNICIPIO DE CAJAMARCA
 AREA : **EJE DE PRESA**

PROF DE ENSAYO DE : **95.00** A **105.00** m
 FECHA : **21-feb-2013** Hr INICIO **20:00** FIN: **21:15**
 LITOLOG.DEL TRAMO : **CALIZA**

SONDEO N° **PRCH-01**
 ENSAYO N° **LUG-14**



- hm = ALTURA DEL MANOMETRO 0.95 m
- a = ALTURA SOBRE NIVEL DEL TERRENO 2.56 m
- ha = PROFUNDIDAD NIVEL FREATICO seco m
- Δh = SOBRECARGA HIDRAULICA 100.95 m
- d = PROFUNDIDAD DEL OBTURADOR 95.00 m
- L = PROFUNDIDAD DE PERFORACION 105.00 m
- α = INCLINACION C/HORIZONTAL 90 °
- Δh' = Δh CORREGIDA = Sen α x Δh 100.95 m
- l = LONGITUD TRAMO DE ENSAYO 10.00 m
- φ = DIAMETRO DEL BULBO DEL ENSAYO 9.65 cm
- e = DIAMETRO DE LA TUBERIA DE ENSAYO 7.62 cm
- PM = PRESION MANOMETRICA
- PEF = PRESION EFECTIVA EN EL PUNTO MEDIO DEL TRAMO DEL ENSAYO
- Δp = 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 M. DE TRAMO DE ENSAYO
- UL = UNIDAD LUGEON (Q x 10 / PEF)

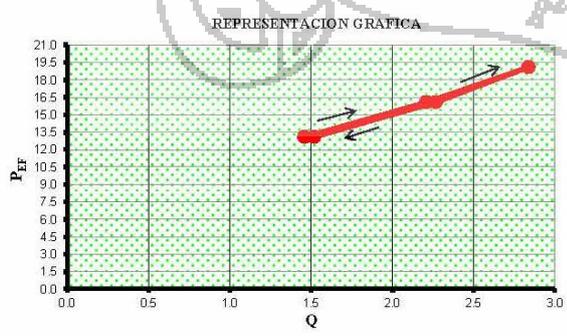
TIEMPO EN MINUTO	LECTURA CAUDAL q(t)					
0	94555.0	94721.0	94965.0	95261.0	95521.0	95821.0
1	94571.0	94744.0	94994.0	95283.0	95536.0	95836.0
2	94587.0	94766.0	95021.0	95305.0	95551.0	95851.0
3	94602.0	94789.0	95050.0	95328.0	95566.0	95866.0
4	94617.0	94811.0	95078.0	95350.0	95581.0	95881.0
5	94632.0	94834.0	95107.0	95372.0	95595.0	95895.0
6	94647.0	94857.0	95135.0	95394.0	95609.0	95909.0
7	94662.0	94879.0	95163.0	95416.0	95624.0	95924.0
8	94677.0	94902.0	95192.0	95438.0	95638.0	95938.0
9	94692.0	94925.0	95220.0	95460.0	95652.0	95952.0
10	94707.0	94948.0	95249.0	95482.0	95667.0	95967.0

PM = 3.00	PM = 6.00	PM = 9.00	PM = 6.00	PM = 3.00	
q (1)	152.00	227.00	284.00	221.00	146.00
qt (1)	15.20	22.70	28.40	22.10	14.60
Q (l/min/m)	1.52	2.27	2.84	2.21	1.46
Δp (kg/cm ²)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
CH (Δh'/10)	10.10	10.10	10.10	10.10	10.10
PEF (kg/cm ²)	13.10	16.10	19.10	16.10	13.10
UL	1.16	1.41	1.49	1.37	1.11



UNIDAD LUGEON SELECCIONADA : **1.14 UL**
 K (PERMEABILIDAD) : **5.06E-05 cm/s**

$P_{EF} = (P_M - \Delta p) + CH$



OBSERVACIONES
 FLUJO DILATACION

VoBo SUPERVISION

VoBo RESIDENTE



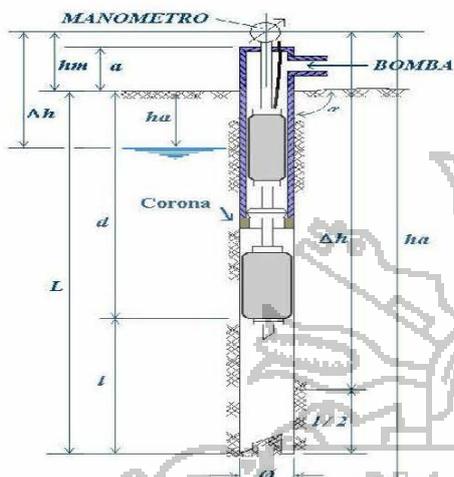
ENSAYO DE PERMEABILIDAD DE AGUA A PRESION LUGEON

CONSORCIO RIO CHONTA

PROYECTO : **REGULACION AGUA RIO CHONTA**
MUNICIPIO DE CAJAMARCA
 AREA : **EJE DE PRESA**

PROF. DE ENSAYO DE : **105.00** A **115.00** m
 FECHA : **22-feb-2013** Hr. INICIO **02:15** FIN: **03:30**
 LITOLOG. DEL TRAMO : CALIZA

SONDEO N° **PRCH-01**
 ENSAYO N° **LUG-15**



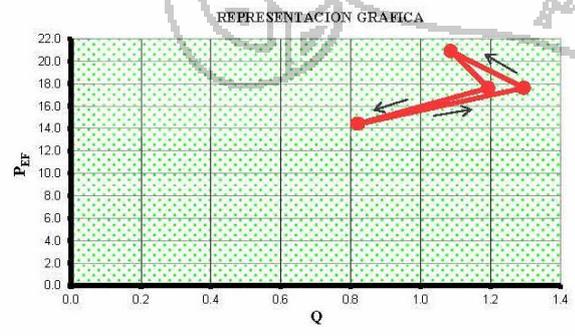
- hm = ALTURA DEL MANOMETRO 0.95 m
- a = ALTURA SOBRE NIVEL DEL TERRENO 2.54 m
- ha = PROFUNDIDAD NIVEL FREATICO seco m
- Δh = SOBRECARGA HIDRAULICA 110.95 m
- d = PROFUNDIDAD DEL OBTURADOR 105.00 m
- L = PROFUNDIDAD DE PERFORACION 115.00 m
- a = INCLINACION C/HORIZONTAL 90 °
- Δh' = Δh CORREGIDA = Sen a x Δh 110.95 m
- l = LONGITUD TRAMO DE ENSAYO 10.00 m
- φ = DIAMETRO DEL BULBO DEL ENSAYO 9.65 cm
- e = DIAMETRO DE LA TUBERIA DE ENSAYO 7.62 cm
- PM = PRESION MANOMETRICA
- PEF = PRESION EFECTIVA EN EL PUNTO MEDIO DEL TRAMO DEL ENSAYO
- Δp = 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 = 3.30 Kg/cm ²		P _M = 6.50 Kg/cm ²		P _M = 9.80 Kg/cm ²		P _M = 6.50 Kg/cm ²		P _M = 3.30 Kg/cm ²	
	LECTURA CAUDAL	q(θ)	LECTURA CAUDAL	q(θ)	LECTURA CAUDAL	q(θ)	LECTURA CAUDAL	q(θ)	LECTURA CAUDAL	q(θ)
0	95107.0		95192.0		95329.0		95446.0		95583.0	
1	95115.0	8.00	95204.9	12.90	95345.0	16.00	95458.0	12.00	95591.1	8.10
2	95123.2	8.20	95217.9	13.00	95360.9	15.90	95469.8	11.80	95599.1	8.00
3	95131.3	8.12	95230.9	13.00	95376.7	15.80	95481.6	11.80	95607.3	8.20
4	95139.4	8.08	95243.7	12.80	95392.5	15.80	95493.5	11.90	95615.1	7.80
5	95147.7	8.30	95256.5	12.80	95408.2	15.70	95505.4	11.90	95623.8	8.70
6	95156.0	8.30	95269.5	13.00	95414.1	5.90	95517.4	12.00	95632.0	8.20
7	95164.3	8.30	95282.5	13.00	95420.0	5.90	95529.4	12.00	95640.2	8.20
8	95172.6	8.30	95295.5	13.00	95425.9	5.90	95541.4	12.00	95648.4	8.20
9	95180.9	8.30	95308.5	13.00	95431.8	5.90	95553.4	12.00	95656.7	8.30
10	95189.2	8.30	95321.5	13.00	95437.7	5.90	95565.4	12.00	95664.9	8.20
q (l)	82.20		129.50		108.70		119.40		81.90	
qt (l)	8.22		12.95		10.87		11.94		8.19	
Q (l/min/m)	0.82		1.30		1.09		1.19		0.82	
Δp (kg/cm ²)	0.00		0.00		0.00		0.00		0.00	
CH (Δh/10)	11.10		11.10		11.10		11.10		11.10	
P _{EF} (kg/cm ²)	14.40		17.60		20.90		17.60		14.40	
UL	0.57		0.74		0.52		0.68		0.57	



UNIDAD LUGEON SELECCIONADA : **0.52 UL**
 K (PERMEABILIDAD) : **2.31E-05 cm/s**

$P_{EF} = (P_M - \Delta p) + CH$



OBSERVACIONES
 FLUJO TURBULENTO

VoBo SUPERVISION

VoBo RESIDENTE



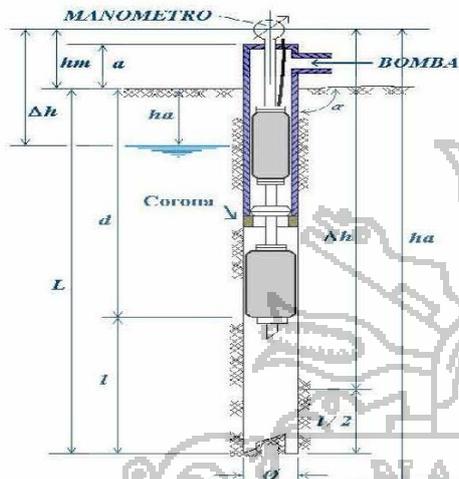
ENSAYO DE PERMEABILIDAD DE AGUA A PRESION LUGEON

CONSORCIO RIO CHONTA

PROYECTO : **REGULACION AGUA RIO CHONTA**
MUNICIPIO DE CAJAMARCA
 AREA : **EJE DE PRESA**

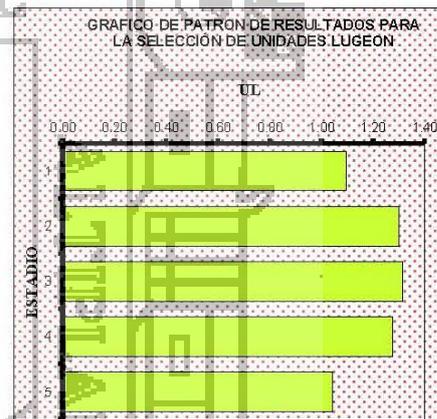
PROF. DE ENSAYO DE : **115.00** A **125.00** m
 FECHA : **22-feb-2013** Hr. INICIO **09:05** FIN: **10:20**
 LITOLOG. DEL TRAMO : **CALIZA**

SONDEO N° **PRCH-01**
 ENSAYO N° **LUG-16**



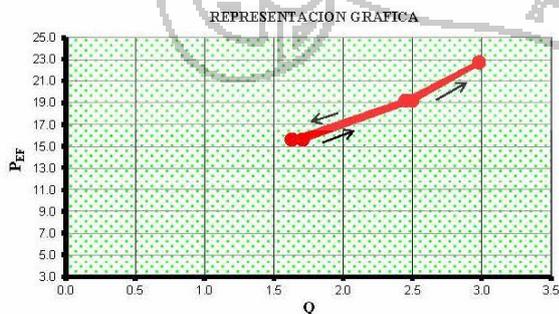
- hm = ALTURA DEL MANOMETRO **0.95** m
- a = ALTURA SOBRE NIVEL DEL TERRENO **2.70** m
- ha = PROFUNDIDAD NIVEL FREATICO **seco** m
- Δh = SOBRECARGA HIDRAULICA **120.95** m
- d = PROFUNDIDAD DEL OBTURADOR **115.00** m
- L = PROFUNDIDAD DE PERFORACION **125.00** m
- α = INCLINACION C/HORIZONTAL **90** °
- Δh' = Δh CORREGIDA = Sen α x Δh **120.95** m
- l = LONGITUD TRAMO DE ENSAYO **10.00** m
- φ = DIAMETRO DEL BULBO DEL ENSAYO **9.65** cm
- e = DIAMETRO DE LA TUBERIA DE ENSAYO **7.62** cm
- PM = PRESION MANOMETRICA
- PEF = PRESION EFECTIVA EN EL PUNTO MEDIO DEL TRAMO DEL ENSAYO
- Δp = 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 M. DE TRAMO DE ENSAYO
- UL = UNIDAD LUGEON (Q x 10 / P_{EF})

TIEMPO EN MINUTO	LECTURA CAUDAL							
0	95720.0	95928.0	96191.0	96221.0	96508.0	96773.0	96773.0	96773.0
1	95737.4	95953.0	96221.0	96221.0	96539.0	96789.0	96789.0	96789.0
2	95754.3	95978.0	96251.0	96251.0	96557.0	96805.0	96805.0	96805.0
3	95771.0	96003.0	96280.0	96280.0	96582.0	96821.0	96821.0	96821.0
4	95788.0	96027.0	96311.0	96311.0	96607.0	96838.0	96838.0	96838.0
5	95805.0	96053.0	96341.0	96341.0	96631.0	96854.0	96854.0	96854.0
6	95822.0	96077.0	96371.0	96371.0	96656.0	96870.0	96870.0	96870.0
7	95839.2	96102.0	96400.0	96400.0	96680.0	96886.0	96886.0	96886.0
8	95856.0	96127.0	96430.0	96430.0	96704.0	96903.0	96903.0	96903.0
9	95874.0	96153.0	96460.0	96460.0	96729.0	96919.0	96919.0	96919.0
10	95891.0	96178.0	96489.0	96489.0	96753.0	96936.0	96936.0	96936.0
q (1)	171.00	250.00	298.00	298.00	245.00	163.00	163.00	163.00
qt (1)	17.10	25.00	29.80	29.80	24.50	16.30	16.30	16.30
Q (l/min/m)	1.71	2.50	2.98	2.98	2.45	1.63	1.63	1.63
Δp (kg/cm ²)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
CH (Δh/10)	12.10	12.10	12.10	12.10	12.10	12.10	12.10	12.10
P _{EF} (kg/cm ²)	15.60	19.20	22.70	22.70	19.20	15.60	15.60	15.60
UL	1.10	1.30	1.31	1.31	1.28	1.05	1.05	1.05



UNIDAD LUGEON SELECCIONADA : **1.05 UL**
 K (PERMEABILIDAD) : **4.65E-05 cm/s**

$P_{EF} = (P_M - \Delta p) + CH$



OBSERVACIONES
 FLUJO RELLENO

VoBo SUPERVISION

VoBo RESIDENTE



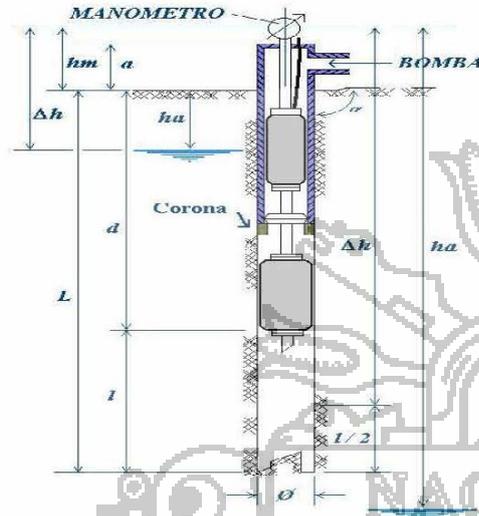
ENSAYO DE PERMEABILIDAD DE AGUA A PRESION LUGEON

CONSORCIO RIO CHONTA

PROYECTO : **REGULACION AGUA RIO CHONTA**
MUNICIPIO DE CAJAMARCA
 AREA : **EJE DE PRESA**

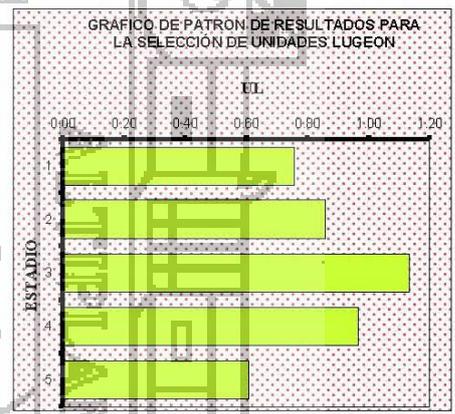
PROF DE ENSAYO DE : **125.00** A **135.00** m
 FECHA : **23-feb-2013** Hr.INICIO **20:20** FIN: **21:35**
 LITOLOG.DEL TRAMO : **CALIZA**

SONDEO N° **PRCH-01**
 ENSAYO N° **LUG-17**



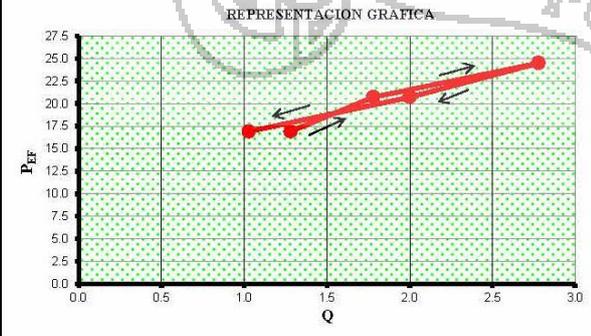
- hm = ALTURA DEL MANOMETRO **0.95** m
- a = ALTURA SOBRE NIVEL DEL TERRENO **2.61** m
- ha = PROFUNDIDAD NIVEL FREATICO **seco** m
- Δh = SOBRECARGA HIDRAULICA **130.95** m
- d = PROFUNDIDAD DEL OBTURADOR **125.00** m
- L = PROFUNDIDAD DE PERFORACION **135.00** m
- α = INCLINACION C/HORIZONTAL **90** °
- Δh' = Δh CORREGIDA = Sen α x Δh **130.95** m
- l = LONGITUD TRAMO DE ENSAYO **10.00** m
- φ = DIAMETRO DEL BULBO DEL ENSAYO **9.65** cm
- e = DIAMETRO DE LA TUBERIA DE ENSAYO **7.62** cm
- PM = PRESION MANOMETRICA
- PEFF = PRESION EFECTIVA EN EL PUNTO MEDIO DEL TRAMO DEL ENSAYO
- Δp = 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 M. DE TRAMO DE ENSAYO
- UL = UNIDAD LUGEON (Q x 10 / P_{EF})

TIEMPO EN MINUTO	LECTURA CAUDAL q(t)					
0	96912.0	97044.0	97238.0	97551.0	97765.0	
1	96928.0	97063.0	97266.0	97574.0	97775.0	10.00
2	96943.0	97082.0	97294.0	97596.0	97786.0	11.00
3	96958.0	97099.0	97321.0	97617.0	97797.0	11.00
4	96973.0	97116.0	97349.0	97638.0	97807.6	10.60
5	96986.0	97132.0	97377.0	97658.0	97817.6	10.00
6	96998.0	97149.0	97401.0	97679.0	97828.0	10.40
7	97009.0	97163.0	97432.0	97698.0	97838.1	10.10
8	97020.0	97183.0	97460.0	97716.0	97848.2	10.10
9	97030.0	97202.0	97488.0	97733.0	97858.0	9.80
10	97040.0	97222.0	97516.0	97751.0	97867.8	9.80
q (1)	128.00	178.00	278.00	200.00	102.80	
qt (l)	12.80	17.80	27.80	20.00	10.28	
Q (l/min/m)	1.28	1.78	2.78	2.00	1.03	
Δp (kg/cm ²)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
CH (Δh'/10)	13.10	13.10	13.10	13.10	13.10	
P _{EF} (kg/cm ²)	16.90	20.70	24.50	20.70	16.90	
UL	0.76	0.86	1.13	0.97	0.61	



UNIDAD LUGEON SELECCIONADA : **0.68** UL
 K (PERMEABILIDAD) : **3.04E-05** cm/s

$P_{EF} = (P_M - \Delta p) + CH$



OBSERVACIONES
 FLUJO DILATACION

VoBo SUPERVISOR

VoBo RESIDENTE





ASESORES TÉCNICOS J&L E.I.R.L

CONSULTORES Y CONSTRUCTORES

INGENIERIA DE GEOTECNIA, EJECUCIÓN DE OBRAS Y PROYECTOS
LABORATORIO DE ENSAYOS, SUELOS CONCRETO Y ASFALTO

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMEZADO

PROYECTO : Elaboración del Expediente Técnico: Construcción - Regulación de las Aguas del Río Chonta mediante la Presa Chonta
SOLICITANTE : Consorcio Río Chonta
UBICACIÓN : Sector Shinshilpampa M.I. Río Quinará
MATERIAL : Material del Vaso
PROGRESIVA :

JEFE DE LAB. : Ing. LHAT
TÉCNICO : Bach. JCPF
FECHA : Abr. 13

DATOS DE LA MUESTRA

Pto. MUESTREO : C-1 Sector Shinshilpampa M.I. Río Quinará
MUESTRA : MC1
PROF. (m) : 0.45 - 1.00

Certifica :
Lado :
Observaciones :

TAMICES ASTM	ABERTURA mm	PESO RETENIDO	RETENIDO PARCIAL	RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIF.
1"	25.400					
2 1/2"	63.500					
4"	101.600					
1 1/2"	38.100					
1"	25.400					
3/4"	19.050					
1/2"	12.700					
3/8"	9.525					
1/4"	6.350					
N#4	4.750	0.00	0.00	0.00	100.00	
N#8	2.380					
N#10	2.000	0.00	0.00	0.00	100.00	600
N#15	1.180					
N#20	0.850	0.50	1.00	1.00	99.10	
N#30	0.600					
N#40	0.425	20.15	4.00	5.00	94.07	
N#50	0.300	81.35	10.27	22.25	77.80	
N#60	0.250					
N#80	0.180					
N#100	0.149	114.80	22.35	45.15	54.84	
N#200	0.074	102.50	20.99	55.75	44.25	
BASE		171.25	34.25	100.00	65.50	
TOTAL		500.00	100.00			
S P E C I F I C A C I O N E S						

TAMAÑO MÁXIMO:

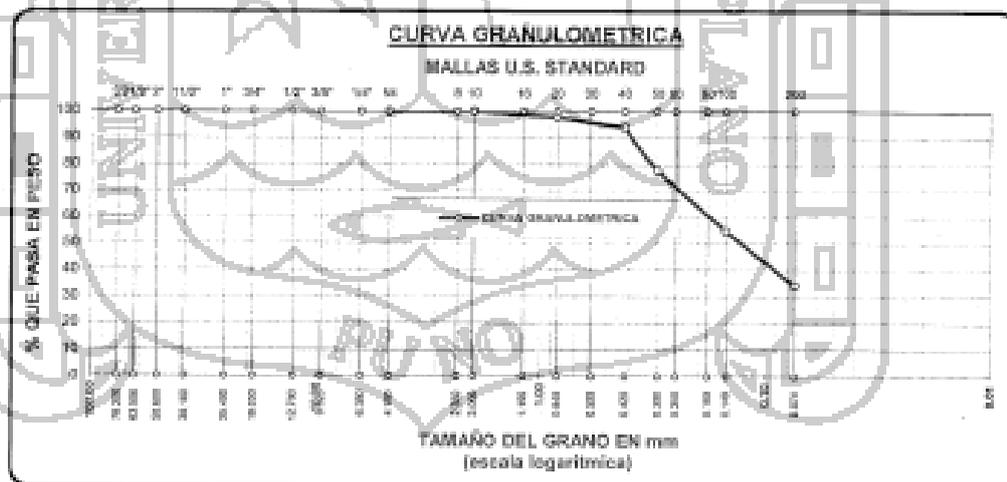
DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
 R.L. = 2072.00
 W.W. = 28.58
 % Grava = 0.00
 % Arena = 60.75
 % Finos = 34.25

LÍMITES DE CONSISTENCIA:
 L.L. = 27.00
 U.P. = 23.00
 I.P. = 4.00

CLASIFICACIÓN:
 SUELO: SM
 ASHTO: U.S.
 I.C. =

CARACTERÍSTICAS GRANULOMÉTRICAS:
 D10 = --- Cum ---
 D30 = --- Ccu ---
 D60 = 0.18

OBSERVACIONES:



ASESORES TÉCNICOS J&L E.I.R.L

[Firma]
 Bach. JCPF
 TÉCNICO DE LABORATORIO

ASESORES TÉCNICOS J&L E.I.R.L

[Firma]
 Ing. LHAT
 JEFE DEL LABORATORIO
 CIP 115066



ASESORES TÉCNICOS J&L EIRL

CONSULTORES Y CONSTRUCTORES
INGENIERIA DE SECTORES, EJECUCIÓN DE OBRAS Y PROYECTOS
LABORATORIO DE ENRIACS, SUELOS CONCRETO Y ASFALTO

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

PROYECTO : Elaboración del Expediente Técnico: Construcción - Regulación de las Aguas del Río Chonta mediante la Prasa Chonta
SOLICITANTE : Consorcio Río Chonta
UBICACIÓN : Sector Shishilpampa M.U. Río Quinaro, JEFE DE LAB. : Ing. LHAT
MATERIAL : Material del Vaso TECNICO : Bach. JCMP
PROGRESIVA : FECHA : Abr. 13

DATOS DE LA MUESTRA

Pto. MUESTREO : C-1 Sector Shishilpampa M.U. Río Quinaro. Certifica :
MUESTRAS : M-2 Leído :
PROF. (m) : 1.80 y 2.00 Observaciones:

TAMIZES ASTM	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIF.
5'	75.000		0.00	0.00	100.00	
2' 1/2"	63.500	0.00	0.00	0.00	100.00	
2"	50.800	485.34	9.41	9.41	91.59	
1 1/2"	38.100	37.745	7.45	15.38	84.62	
3/4"	25.400	415.05	7.73	23.11	76.89	
3/8"	19.050	130.35	2.44	25.54	74.46	
1/2"	12.700	234.72	4.40	30.95	69.05	
3/16"	6.350	50.22	1.03	31.98	68.02	
1/4"	6.350	50.45	1.12	32.73	67.27	
Nº4	4.750	339.36	5.80	38.53	61.47	
Nº8	2.360					
Nº10	2.000	46.30	9.06	47.47	52.53	300
Nº12	1.650					
Nº15	0.840	142.66	26.55	62.01	37.99	
Nº20	0.850	61.82	12.38	69.52	30.48	
Nº30	0.420	81.56	16.31	75.85	24.15	
Nº40	0.300	60.06	15.01	80.86	19.14	
Nº60	0.250					
Nº100	0.150					
Nº200	0.075	32.16	6.43	87.29	12.71	
Nº300	0.075	17.26	3.45	90.74	9.26	
BASE		38.094	7.32	100.00	0.00	
TOTAL		500.00	100.00			
% PERDIDA						

TAMAÑO MÁXIMO:

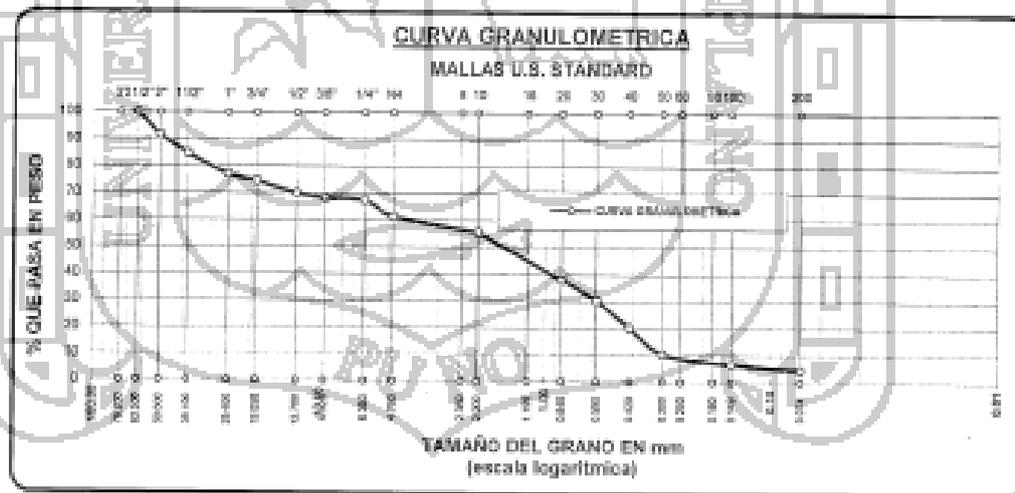
DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
P.La = 5000.00
%Wt = 14.38
%Grava = 36.53
%Arena = 60.56
%Fines = 4.44

LÍMITES DE CONSISTENCIA:
LL = 24.00
LP = NP
UF = NP

CLASIFICACIÓN:
SUJOS: SP
ASHTO: A-1

CARACTERÍSTICAS GRANULOMÉTRICAS:
D₁₀ = 0.250 Cu = 14.3
D₃₀ = 0.300 Co = 0.3
D₆₀ = 0.425

OBSERVACIONES:



ASESORES TÉCNICOS J&L E.I.R.L.
[Signature]
Bach. Juan C. Posamanta Flores
TECNICO DE LABORATORIO

ASESORES TÉCNICOS J&L E.I.R.L.
[Signature]
Ing. Eusebio H. Areco Ticona
JEFE DE LABORATORIO
CIP 115395



ASESORES TÉCNICOS J&L EIRL

CONSULTORES Y CONSTRUCTORES

INGENIERÍA DE GEOTECNIA, EJECUCIÓN DE OBRAS Y PROYECTOS
LABORATORIO DE ENSAYOS, SUELOS CONCRETO Y ASFALTO

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

PROYECTO : Elaboración del Expediente Técnico, Construcción - Regulación de las Aguas del Río Chonta mediante la Presa Chontá
 SOLICITANTE : Concreto Río Chontá
 UBICACIÓN : Sector La Colpa M.D. Río Quimsa
 MATERIAL : Material del Vaso
 PROGRESIVA :
 JEFE DE LAB. : Ing. LHAT
 TÉCNICO : Bach. JOFF
 FECHA : Abr. 13

DATOS DE LA MUESTRA

Por. MUESTRO: C-2 Sector La Colpa M.D. Río Quimsa

MUESTRAS : M-1

PROF. (m) : 0.45- 1.35

Certifica :

Lado :

Observaciones :

TAMICES ASTM	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO	%RETENIDO PARCIAL	%RETENIDO ACUMULADO	%QUE PASA	GRABOP.	TAMANO MAXIMO:
3"	76.200						
2 1/2"	63.500						
2"	50.800						
1 1/2"	38.100						
1"	25.400						
3/4"	19.050						
1/2"	12.700						
3/8"	9.525						
1/4"	6.350						
No.4	4.750	0.00	0.00	0.00	100.00		
No.5	3.350						
No.10	2.000	2.58	0.26	0.26	99.74	300	
No.15	1.180						
No.20	0.840	11.80	2.36	2.62	97.38		
No.30	0.600	12.00	2.58	5.20	94.80		
No.40	0.425	37.25	7.45	12.65	87.35		
No.50	0.300						
No.60	0.250	55.40	10.16	22.81	77.19		
No.75	0.190						
No.100	0.149	97.70	19.54	51.35	48.65		
No.200	0.075	75.33	15.07	66.42	33.58		
BASE		188.540	33.31	100.00	0.00		
TOTAL		562.00	100.00				
% PERDIDA							

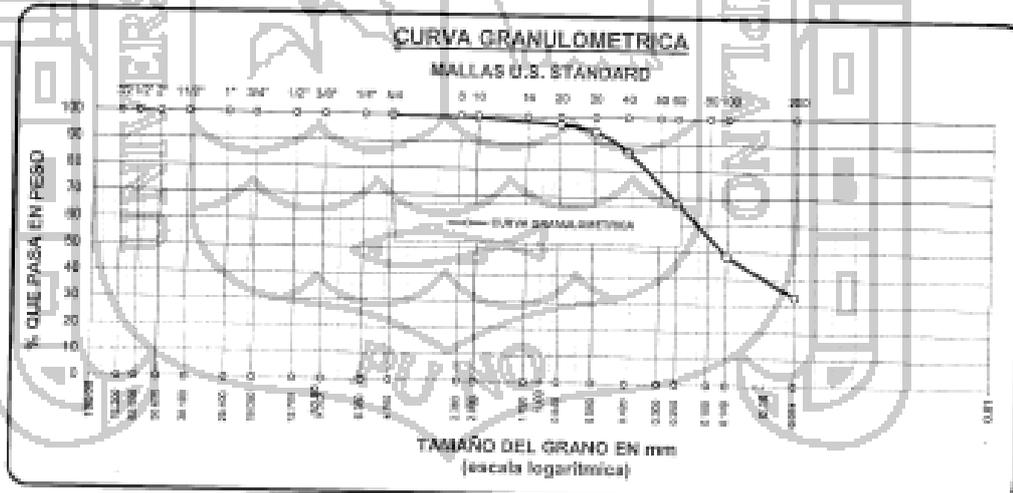
DESCRIPCION DE LA MUESTRA
 S.L. = 4288.03
 S.W. = 25.30
 % Gravel = 0.00
 % Sand = 66.89
 % Fines = 33.11

LIMITES DE CONSISTENCIA
 U.L.L. = 27.36
 L.L.L. = 24.03
 I.P. = 3.33

CLASIFICACION
 SUCS: SM
 ASHTO:
 I.C. =

CARACT. GRANULOMETRICAS:
 D10 = --- Cum ---
 D30 = --- Cum ---
 D60 = 0.21

OBSERVACIONES:



ASESORES TÉCNICOS J&L E.I.R.L.
 Bach. Juan C. Pineda Flores
 TÉCNICO DE LABORATORIO

ASESORES TÉCNICOS J&L E.I.R.L.
 Ing. Milva H. Arce Ticona
 JEFA DE LABORATORIO
 CIP 118835



ASESORES TÉCNICOS J&L EIRL

CONSULTORES Y CONSTRUCTORES
INGENIERIA DE GEOTECNIA, EJECUCIÓN DE OBRAS Y PROYECTOS
LABORATORIO DE ENSAYOS, SUELOS CONCRETO Y ASFALTO

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

PROYECTO : Elaboración del Expediente Técnico: Construcción - Regulación de las Aguas del Río Chonta mediante la Presa Chonta
SOLICITANTE : Concejo Río Chonta
UBICACIÓN : Sector La Cocha M.O. Río Chonta.
MATERIAL : Material del Vaseo
PROGRESIVA :
JEFE DE LAB. : Ing. LHAT
TECNICO : Bach. JCPP
FECHA : 1 Abr. 13

Pto. MUESTREO : C-2 Sector La Cocha M.O. Río Chonta

MUESTRAS : M-2
PROF. (m) : 138 - 2.45

DATOS DE LA MUESTRA

Certifica :
Lado :
Observaciones :

TAMICES ASTM	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIF.
3"	76.200					
2 1/2"	63.500					
2"	50.800					
1 1/2"	38.100					
1"	25.400					
3/4"	19.050					
1/2"	12.700					
3/8"	9.525					
1/4"	6.350					
No#4	4.750	0.00	0.00	0.00	100.00	
No#10	2.000	41.55	2.24	2.24	97.76	500
No#20	0.840	38.85	7.35	9.57	90.43	
No#40	0.420	19.20	3.94	13.41	86.59	
No#60	0.250	20.45	5.89	19.30	80.70	
No#80	0.180	47.50	9.90	29.20	71.20	
No#100	0.149	43.40	8.68	37.88	62.52	
No#200	0.074	47.15	9.43	45.91	54.09	
BASE		285.450	53.08	100.00	5.00	
TOTAL		500.00	100.00			
% Retenido						

TAMAÑO MÁXIMO:

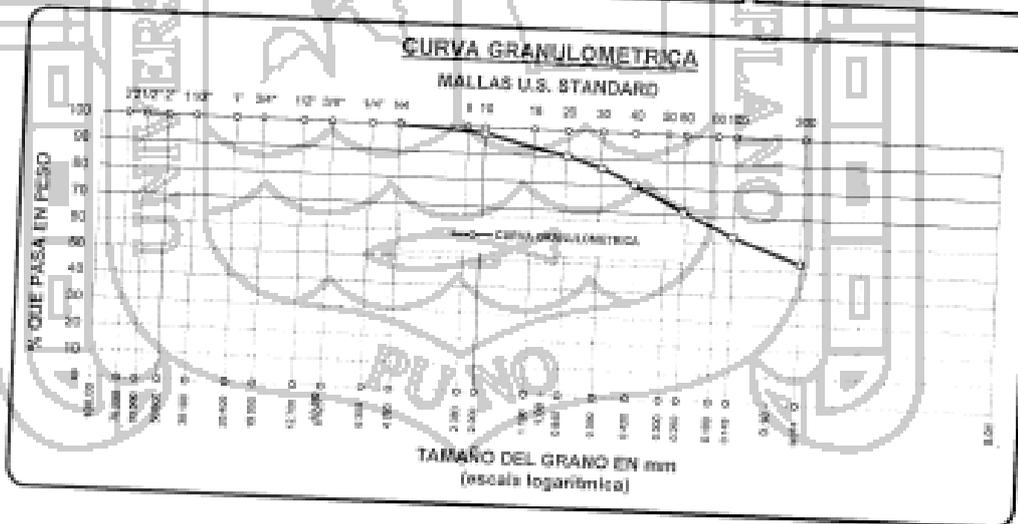
DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
 W.L = 4288.03
 W.W = 25.30
 % Gravel = 0.00
 % Arena = 46.91
 % Fines = 53.09

LIMITES DE CONSISTENCIA:
 L.L = 42.00
 P.P = 24.00
 U.S = 19.00

CLASIFICACIÓN:
 SUCC: CL
 ASHTO:
 LG =

CARACT. GRANULOMÉTRICAS:
 D10 = --- C_u = ---
 D60 = --- C_c = ---
 D90 = 0.10

OBSERVACIONES:



ASESORES TÉCNICOS J&L E.I.R.L.

Bach. Johan C. Peralta Flores
TECNICO DE LABORATORIO

ASESORES TÉCNICOS J&L E.I.R.L.

Ing. Milsa H. Arcos Ticona
JEFE DE LABORATORIO
CIP 115895

ASESORES TÉCNICOS J&L EIRL
CONSULTORES Y CONSTRUCTORES

INGENIERIA DE GEOTECNIA, EJECUCIÓN DE OBRAS Y PROYECTOS
LABORATORIO DE ENSAYOS, SUELOS CONCRETO Y ASFALTO

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

PROYECTO : Elaboración del Expediente Técnico: Construcción - Regulación de las Aguas del Río Chonta mediante la Presa Chonta

SOLICITANTE : Consorcio Río Chonta

UBICACIÓN : Sector La Colpa M.D. Río Guinano.

MATERIAL : Material del Vaso

PROGRESIVA :

JEFE DE LAB. : Ing. LHAT

TÉCNICO : Bach. JOPF

FECHA : Abr. 13

DATOS DE LA MUESTRA

Pto. MUESTREO: C-2 Sector Colpa M.D. Río Guinano.

MUESTRAS : M-3

PROF. (m) : 2.45 - 3.50

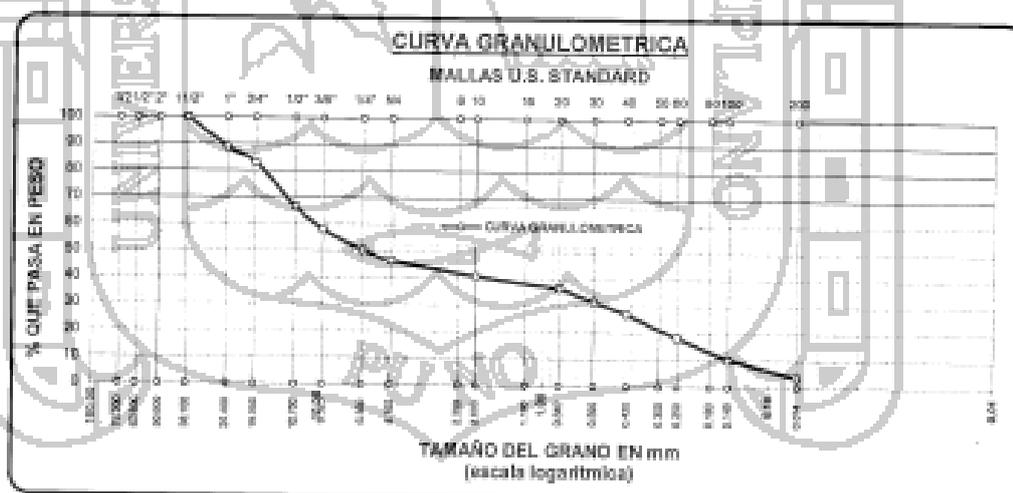
Certifico :

Lado :

Observaciones :

TAMIZES ASTM	ABERTURA mm	PESO RETENIDO	RETENIDO PARCIAL	%RETENIDO ACUMULADO	%QUE PASA	USOS
3"	76.200					
2 1/2"	63.500					
2"	50.800					
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00	
1"	25.400	97.78	11.03	11.12	88.88	
3/4"	19.000	41.88	9.52	17.04	82.96	
1/2"	12.500	143.28	16.42	33.46	66.54	
3/8"	9.525	74.77	8.67	42.09	57.91	
1/4"	6.350	67.22	7.70	49.79	50.21	
No#8	4.750	30.55	3.73	53.48	46.52	
No#10	3.300					
No#16	2.000	48.25	12.14	65.62	34.38	406
No#20	1.190					
No#30	0.840	38.55	9.49	75.11	24.89	
No#40	0.500	41.38	10.18	85.29	14.71	
No#60	0.420	41.65	10.38	95.64	4.36	
No#80	0.300					
No#100	0.250	70.45	18.02	103.66	-18.20	
No#200	0.075					
No#280						
No#325						
BASE		32.670	5.00	100.00	0.00	
TOTAL		406.11				
% PERDIDA						

TAMAÑO MÁXIMO:	
DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	
Pa =	672.63
%W ₅₀	34.04
%Grav ₅₀	53.48
%Arena ₅₀	96.28
%Fines ₅₀	3.72
LÍMITES DE CONSISTENCIA:	
LL =	23.00
LP =	19.00
IP =	4.00
CLASIFICACIÓN:	
SUCS:	GC
ASHTO:	
UG =	
CAPACIDAD GRANULOMÉTRICA:	
D ₁₀ =	0.145
D ₃₀ =	0.528
D ₆₀ =	10.25
C _u =	70.7
C _c =	0.19
OBSERVACIONES:	



ASESORES TÉCNICOS J&L E.I.R.L.
[Signature]
Bach. Juan C. Paragallo Flores
TÉCNICO DE LABORATORIO

ASESORES TÉCNICOS J&L E.I.R.L.
[Signature]
Ing. Lidia H. Arco Ticona
JEFE DE LABORATORIO
CIP 116195



ASESORES TÉCNICOS J&L E.I.R.L
CONSULTORES Y CONSTRUCTORES

INGENIERIA DE GEOTECNIA, EJECUCIÓN DE OBRAS Y PROYECTOS
 LABORATORIO DE ENSAYOS, SUELOS CONCRETO Y ASFALTO

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

PROYECTO : Elaboración del Expediente Técnico: Construcción y Regulación de las Aguas del Río Chonta mediante la Presa Chonta

SOLICITANTE : Consorcio Río Chonta

UBICACIÓN : Sector Laurel del Valle M.I. Río Azufo.

JEFE DE LAB. : Ing. L.HAT

MATERIAL : Material del Vaso

TECNICO : Bach. JGGP

PROGRESIVA :

FECHA : Abr. 13

DATOS DE LA MUESTRA

PROGRESIVA : C-3 Sector Laurel del Valle M.I. Río Azufo.

Certifica :

MUESTRAS : M-1

Lado

PROF. (m) : 0.85 - 0.40

Observaciones

TAMICES ASTM	ABERTURA (mm)	RESEDO RETENIDO	RESEDO PARCIAL	RESEDO ACUMULADO	% QUE PASA	DEFECT.
3"	76.200					
2 1/2"	63.500					
2"	50.800					
1 1/2"	38.100					
1"	25.400					
3/4"	19.000					
1/2"	12.700					
3/8"	9.500					
1/4"	6.350					
Nº10	4.750	0.00	0.00	0.00	100.00	
Nº20	2.380					
Nº40	2.000	27.84	5.53	5.53	94.47	600
Nº60	1.180					
Nº80	0.840	12.92	2.56	8.11	91.89	
Nº100	0.590	13.68	2.74	10.85	89.15	
Nº150	0.420	34.40	6.88	17.73	82.27	
Nº200	0.300					
Nº250	0.250	76.26	15.26	32.99	67.01	
Nº300	0.190					
Nº400	0.149	89.00	13.00	45.99	54.01	
Nº500	0.104	89.70	13.74	59.52	40.48	
BASE		167.400	39.48	100.00	0.00	
TOTAL		300.00				
% RESEDO						

TAMANO MAXIMO:

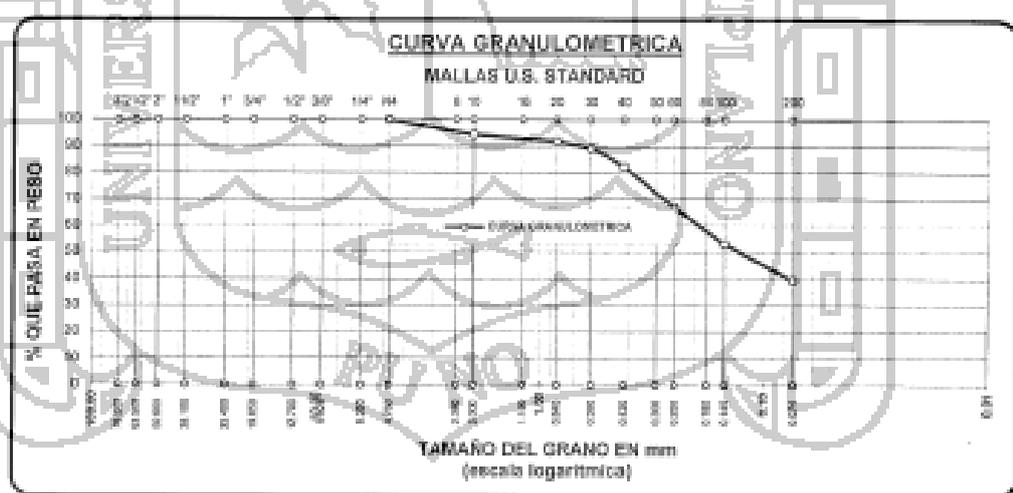
DESCRIPCION DE LA MUESTRA
 F₁ = 3300.57
 W_{Gravel} = 25.68
 W_{Gravel} = 0.00
 W_{Arina} = 60.52
 W_{Fines} = 30.48

LIMITES DE CONSISTENCIA:
 L.L. = 27.00
 U.P. = 27.00
 I.P. = 0.00

CLASIFICACION:
 SUCS: **SC**
 AASHTO:

CARGAS GRANULOMETRICAS:
 D₁₅ = --- Cum ---
 D₃₀ = --- Cum ---
 D₆₀ = 0.20

OBSERVACIONES:



ASESORES TÉCNICOS J&L E.I.R.L.
 Bach. Juan C. Acosta-Plaza
 TÉCNICO DE LABORATORIO

ASESORES TÉCNICOS J&L E.I.R.L.
 Ing. Lissa H. Acosta-Treco
 JEFA DE LABORATORIO
 CIP 116646



ASESORES TÉCNICOS J&L EIRL

CONSULTORES Y CONSTRUCTORES

INGENIERIA DE GEOTECNIA, EJECUCIÓN DE OBRAS Y PROYECTOS
LABORATORIO DE ENSAYOS, SUELOS CONCRETO Y ASFALTO

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

PROYECTO : Elaboración del Expediente Técnico Construcción - Regulación de las Aguas del Río Chonta mediante la Presa Chonta

SGCITANTE : Consorcio Río Chonta

UBICACIÓN : Sector Laurel del Valle M.I. Río Azuza.

MATERIAL : Material del Vaso

PROGRESIVA :

JEFE DE LAB. : Ing. LHAT

TECNICO : Bach. JOPF

FECHA : Abr. 13

DATOS DE LA MUESTRA

PROGRESIVA : C-3 Sector Laurel del Valle M.I. Río Azuza.

MUESTRAS : M-2

PROP. (m) : 1.80 2.50

Certifica :
Lado :
Observaciones :

TAMICES ASTM	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO	RETENIDO PARCIAL	RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPEC. P.
3"	76.200	0.00	0.00	0.00	100.00	
2 1/2"	63.500	150.00	150.00	150.00	83.97	
2"	50.800	398.00	548.00	548.00	73.89	
1 1/2"	38.100	539.00	977.00	977.00	52.75	
1"	25.400	730.44	1307.44	1307.44	32.44	
3/4"	19.000	283.72	1591.16	1591.16	16.56	
1/2"	12.500	561.11	2152.27	2152.27	6.01	
3/8"	9.500	950.91	3103.18	3103.18	3.51	
1/4"	6.300	272.94	2876.12	2876.12	2.06	
No#8	4.750	189.29	3065.41	3065.41	1.59	
No#10	3.000	164.22	3229.63	3229.63	1.25	900
No#16	1.180					
No#20	0.840	62.60	3292.23	3292.23	0.76	
No#30	0.600	50.66	3342.89	3342.89	0.56	
No#40	0.420	76.24	3419.13	3419.13	0.40	
No#60	0.250	76.60	3495.73	3495.73	0.25	
No#80	0.1750					
No#100	0.149	28.93	3524.66	3524.66	0.19	
No#200	0.074	21.63	3546.29	3546.29	0.12	
TOTAL		3546.29	3546.29	3546.29	0.00	
% PERDIDA						

TAMANO MAXIMO:

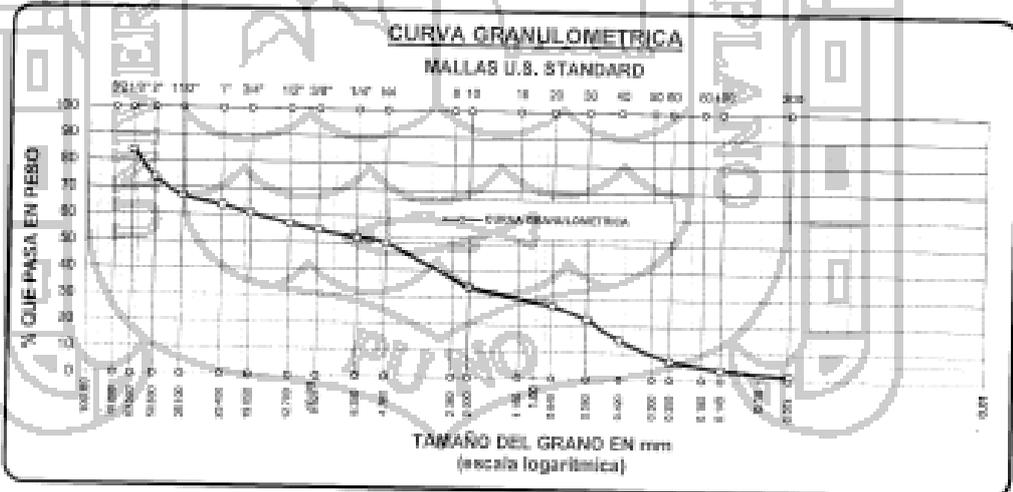
DESCRIPCION DE LA MUESTRA
 #1 = 9533.33
 %W = 15.30
 %Grava = 49.74
 %Arena = 98.30
 % Fines = 1.70

LIMITES DE CONSISTENCIA:
 LL = 23.00
 LP = N/P
 LI = N/P

CLASIFICACION:
 SUCC: GP
 ARENOS: GP

CARACT. GRANULOMETRICAS:
 D10 = 0.315 Cum 65.6
 D50 = 1.300 Coe 0.3
 D85 = 12.72

OBSERVACIONES:



ASESORES TÉCNICOS J&L E.I.R.L.
 Bach. Juan C. Arroyave Flores
 TECNICO DE LABORATORIO

ASESORES TÉCNICOS J&L E.I.R.L.
 Ing. Muisa H. Arcos Ticona
 JEFE DE LABORATORIO
 CIP 115895



ASESORES TÉCNICOS J&L EIRL
CONSULTORES Y CONSTRUCTORES

INGENIERIA DE GEOTECNIA, EJECUCIÓN DE OBRAS Y PROYECTOS
 LABORATORIO DE ENSAYOS, SUELOS CONCRETO Y ASFALTO

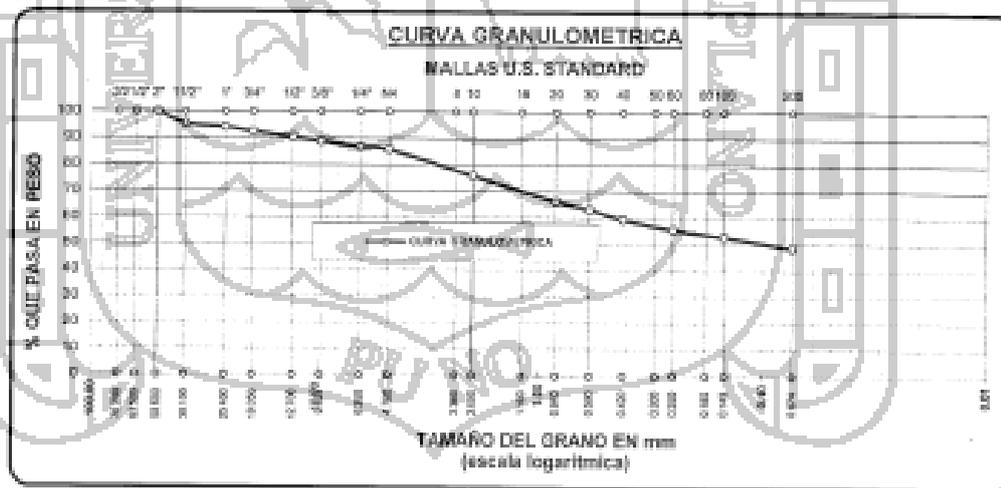
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

PROYECTO : Elaboración del Expediente Técnico: Construcción - Regulación de las Aguas del Río Chonta mediante la Presa Chonta
 SOLICITANTE : Consorcio Río Chonta
 UBICACIÓN : Sector Molino del Arco Mill. Río Grande. JEFE DE LAB. : Ing. LHAT
 MATERIAL : Material del Vaso TÉCNICO : Bach. JGPP
 PROGRESIVA : FECHA : Abr. 13

DATOS DE LA MUESTRA

Pla. MUESTREO: C-4 Sector Molino del Arco Mill. Río Grande. Certifica :
 MUESTRAS : M-1 Lado :
 PROF. (m) : 0.40 (1.30) Observaciones:

TAMICES ASTM	ABERTURA mm	PESO RETENIDO	%RETENIDO PARCIAL	%RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECÍF.	TAMANO MAXIMO:
3"	76.200	0.00	0.00	0.00	100.00		
2 1/2"	63.500						
2"	50.800	0.00	0.00	0.00	100.00		DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
1 1/2"	38.100	176.26	4.42	4.42	95.58		%S _u = 3833.27
1"	25.400	15.95	1.97	6.39	93.61		%W _u = 18.64
3/4"	19.000	47.04	5.70	12.09	87.91		%C _u = 14.18
1/2"	12.500	42.76	5.34	17.43	82.57		%A _u = 51.24
3/8"	9.500	37.09	4.61	22.04	77.96		%F _u = 48.76
1/4"	6.300	54.04	6.71	28.75	71.25		LÍMITES DE CONSISTENCIA:
No#	4.750	22.00	2.76	31.51	68.49		LL _u = 2.000
No#	2.360						LR _u = 50.000
No#	2.000	57.35	7.17	38.68	61.32		LP _u = 0.000
No#	1.180					000	CLASIFICACIÓN:
No#	0.840	58.20	7.30	45.98	54.02		SUELO: SC
No#	0.600	16.25	2.03	48.01	51.99		ASIENTO: ---
No#	0.420	21.22	2.65	50.66	49.34		LR _u : ---
No#	0.300						
No#	0.250	22.30	2.79	53.45	46.55		CARACT. GRANULOMÉTRICAS:
No#	0.180						D ₁₀ --- C _u ---
No#	0.149	15.95	1.97	55.42	44.58		D ₆₀ --- C ₆ ---
No#	0.075	34.65	4.31	60.73	39.27		D ₉₀ 0.44
BASE:		284.055	35.82	150.00	0.00		OBSERVACIONES:
TOTAL:		500.00	100.00				
% PÉRDIDA:							



ASESORES TÉCNICOS J&L E.I.R.L.

[Signature]
 Bach. Juan C. Paredes Flores
 TÉCNICO DE LABORATORIO

ASESORES TÉCNICOS J&L E.I.R.L.

[Signature]
 Ing. Luisa H. Arcos Ticana
 JEFA DE LABORATORIO
 CIP 115026



ASESORES TÉCNICOS J&L E.I.R.L

CONSULTORES Y CONSTRUCTORES

INGENIERIA DE GEOTECNIA, EJECUCIÓN DE OBRAS Y PROYECTOS
LABORATORIO DE ENSAYOS, SUELOS CONCRETO Y ASFALTO

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

PROYECTO : Ejecución del Expediente Técnico: Construcción - Regulación de las Aguas del Río Chonta mediante la Presa Chonta

SOLICITANTE : Consorcio Río Chonta

UBICACIÓN : Sector Molino del Arco M.L. Río Grande.

JEFE DE LAB. : Ing. LHAT

MATERIAL : Material del Vaso

TÉCNICO : Bach. JCPP

PROGRESIVA :

FECHA : Abr. 13

DATOS DE LA MUESTRA

Pto. MUESTREO: C-4 Sector Molino del Arco M.L. Río Grande.

Certifca :

MUESTRAS : N°-3

Lado :

PROF. (m) : 1.30 - 2.00

Observacións :

TAMICES ASTM	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO	%RETENIDO PARCIAL	%RETENIDO ACUMULADO	%QUE PASA	ESPECIF.	TAMANO MAXIMO:
2"	50.800	0.00	0.00	0.00	100.00		
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00		
1"	25.400	0.00	0.00	0.00	100.00		
3/4"	19.000	0.00	0.00	0.00	100.00		
1/2"	12.500	0.00	0.00	0.00	100.00		
3/8"	9.500	0.00	0.00	0.00	100.00		
1/4"	6.300	0.00	0.00	0.00	100.00		
No4	4.750	0.00	0.00	0.00	100.00		
No10	2.000	170.68	34.12	70.82	29.07	998	
No20	0.840	152.08	30.41	84.35	15.65		
No30	0.600	45.22	9.04	88.34	11.66		
No40	0.420	47.61	9.52	92.54	7.46		
No60	0.250	42.40	8.48	98.39	1.72		
No80	0.180	18.41	3.68	99.00	2.00		
No100	0.150	11.41	2.28	99.00	1.00		
BASE		11.310	2.26	100.00	0.00		
TOTAL		692.00	100.00				
% PASADA							

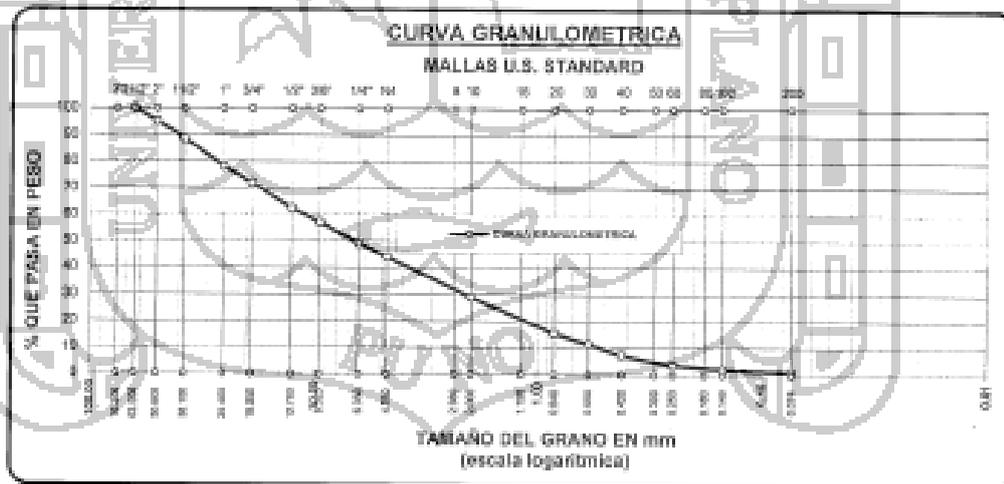
DESCRIPCION DE LA MUESTRA
 RI = 0104.49
 %W = 7.81
 %Grava = 66.88
 %Arena = 30.00
 %Fines = 1.00

LIMITES DE CONSISTENCIA:
 LL = 21.08
 LP = NP
 UP = UP

CLASIFICACION:
 SUCS: GP
 AASHTO: GP
 U.S.:

CARACT. GRANULOMETRICAS:
 D10 = 0.600 Cu = 21.4
 D30 = 2.171 Co = 0.81
 D60 = 11.20

OBSERVACIONES:



ASESORES TÉCNICOS J&L E.I.R.L.

[Signature]
 Bach. JASPE, Pazompa Flores
 TÉCNICO DE LABORATORIO

ASESORES TÉCNICOS J&L E.I.R.L.

[Signature]
 Ing. Lidia H. Arcoz Ticona
 JEFA DE LABORATORIO
 CIP 116846



ASESORES TÉCNICOS J&L EIRL
CONSULTORES Y CONSTRUCTORES

INGENIERIA DE GEOTECNIA, EJECUCIÓN DE OBRAS Y PROYECTOS
 LABORATORIO DE ENSAYOS, SUELOS CONCRETO Y ASFALTO

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

PROYECTO : Elaboración del Expediente Técnico Construcción - Regulación de las Aguas del Río Chonta mediante la Presa Chonta
 SOLICITANTE : Consorcio Río Chonta
 UBICACIÓN : Sector Molino del Arco M.D. Río Grande
 MATERIAL : Material del Vaso
 PROGRESIVA :
 JEFE DE LAB. : Ing. UHAT
 TÉCNICO : Bash. JGPF
 FECHA : Abr. 13

DATOS DE LA MUESTRA

Pto. MUESTRO: C-5 Sector Molino del Arco M.D. Río Grande.

MUESTRAS : M-1

PROP. (m) : 0.40 - 0.10

Certifica :
 Lado:
 Observaciones:

TAMICES ASTM	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO	RETENIDO PARCIAL	RETENIDO ACUMULADO	N. GUE MASA	ESPECIF.	TAMAÑO MÁXIMO:
3"	75.000						
2 1/2"	63.500						
2"	50.800						
1 1/2"	38.100						
1"	25.400						
3/4"	19.000						
1/2"	12.500						
3/8"	9.500						
1/4"	6.350						
No.4	4.750	0.80	0.00	0.00	100.00		
No.8	2.380						
No.10	2.000	22.32	4.48	4.48	95.56	300	
No.16	1.180						
No.20	0.840	22.88	4.55	9.02	90.88		
No.30	0.600	18.18	3.83	12.65	87.35		
No.40	0.420	40.26	5.05	20.70	79.30		
No.50	0.300						
No.60	0.250	75.20	15.04	35.74	64.20		
No.80	0.190						
No.100	0.149	87.62	13.52	49.27	56.73		
No.200	0.074	82.70	15.64	55.81	34.19		
BASE		175.990	34.19	155.00	0.55		
TOTAL		500.00	100.00				
N. PERSONA							

DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA

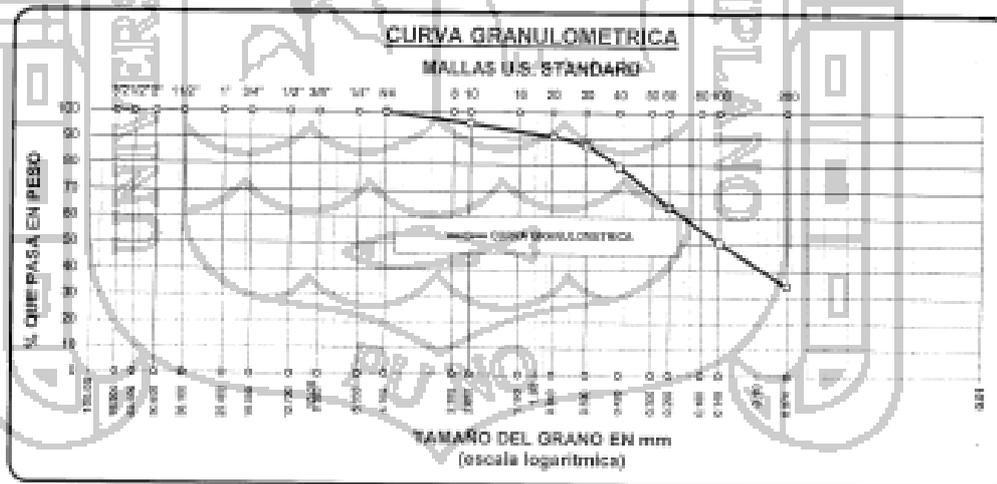
P.L. 2690.00
 %W₁ 18.81
 %W₂ 0.00
 %A₁ 65.81
 %P₁ 34.19

LÍMITES DE CONSISTENCIA:
 L.L.M. 20.00
 L.P. NP
 I.P. NP

CLASIFICACIÓN:
 SUCC: 8M
 ASFTO:
 I.C. 4

CARACT. GRANULOMÉTRICAS:
 D₁₀ --- C_u ---
 D₃₀ --- C₂ ---
 D₆₀ 0.22 C₃ ---

OBSERVACIONES:



ASESORES TÉCNICOS J&L E.I.R.L.

[Signature]
 Bash. Juan C. Mancopía Flores
 TÉCNICO DE LABORATORIO

[Signature]
 Ing. Luis H. Arcos Ticona
 JEFE DE LABORATORIO
 CIP 115295



ASESORES TÉCNICOS J&L EIRL

CONSULTORES Y CONSTRUCTORES

INGENIERIA DE GEOTECNIA, DISEÑO DE OBRAS Y PROYECTOS
LABORATORIO DE ENSAYOS, SUELOS CONCRETO Y ASFALTO

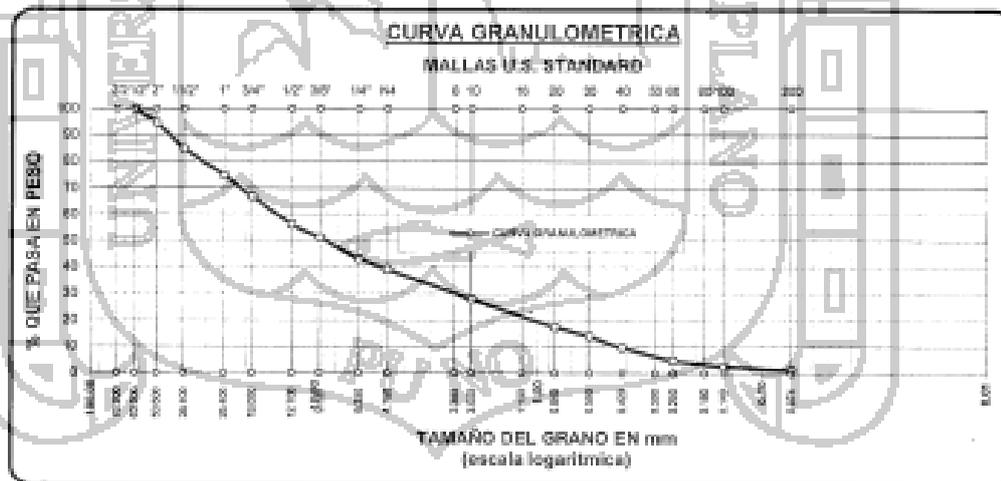
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

PROYECTO : Elaboración del Expediente Técnico Construcción - Regulación de las Aguas del Río Chonta mediante la Presa Chonta.
SOLICITANTE : Consorcio Río Chonta
UBICACIÓN : Sector Molino del Arco M.D. Río Grande. JEFE DE LAB. : Ing. LHAT
MATERIAL : Material del Vaso TECNICO : Bach. JOPF
PROGRESIVA : FECHA : Abr. 13

DATOS DE LA MUESTRA

Pto. MUESTREO: C-4 Sector Molino del Arco M.D. Río Grande. Certifica :
MUESTRAS : M-2 Lado :
PROP. (m) : 1.10 - 2.50 Observaciones :

TAMICES ASTM	ABERTURA mm	PESO RETENIDO	%RETENIDO PARCIAL	%RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	GRUPO	TAMANO MAXIMO:
3"	76.200						
2 1/2"	63.500	0.00	0.00	0.00	100.00		DESCRIPCION DE LA MUESTRA P ₁₀ 10542.00 W ₅₀ 7.80 %Grava 60.78 %Arena 38.89 %Fines 1.31
2"	50.800	507.55	5.34	5.34	94.66		
1 1/2"	38.100	9445.32	9.83	15.17	84.83		LIMITE DE CONSISTENCIA: LL _u 20.00 LP _u 12.00 LP _u NP
1"	25.400	9911.71	10.37	25.55	74.67		
3/4"	19.000	2481.28	2.58	32.11	67.89		CLASIFICACION: SUCC. ASHTO: GP
1/2"	12.500	1115.43	1.16	43.31	56.69		
3/8"	9.525	543.61	5.67	48.98	51.02		CARACT. GRANULOMETRICAS: D ₁₀ 0.430 C _u 34.8 D ₆₀ 2.477 C _c 0.85 D ₉₀ 15.20
1/4"	6.350	825.75	8.58	57.56	42.42		
No#	4.750	408.85	4.25	61.81	38.19		OBSERVACIONES:
No#	2.360	108.85	1.13	62.94	37.06		
No#	2.000	142.02	1.47	64.41	35.59	600	
No#	1.750			65.88	34.12		
No#	0.840	135.11	1.41	67.29	32.71		
No#	0.590	43.52	0.45	67.74	32.26		
No#	0.420	22.15	0.23	67.97	32.03		
No#	0.300			68.07	31.93		
No#	0.250	32.41	0.34	68.41	31.59		
No#	0.180			68.41	31.59		
No#	0.150	25.19	0.26	68.67	31.33		
No#	0.075	15.75	0.16	68.83	31.17		
BASE	0.075	1.33	0.01	68.84	31.16		
TOTAL		503.00	100.00				
% PERDIDA							



ASESORES TÉCNICOS J&L E.I.R.L.

[Signature]
Bach. Jaime C. Pérez Flores
TECNICO DE LABORATORIO

ASESORES TÉCNICOS J&L E.I.R.L.

[Signature]
Ing. María H. Areco Tierra
JEFE LABORATORIO
CIP- 114886

Nº 0790



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN AGUSTÍN DE AREQUIPA
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

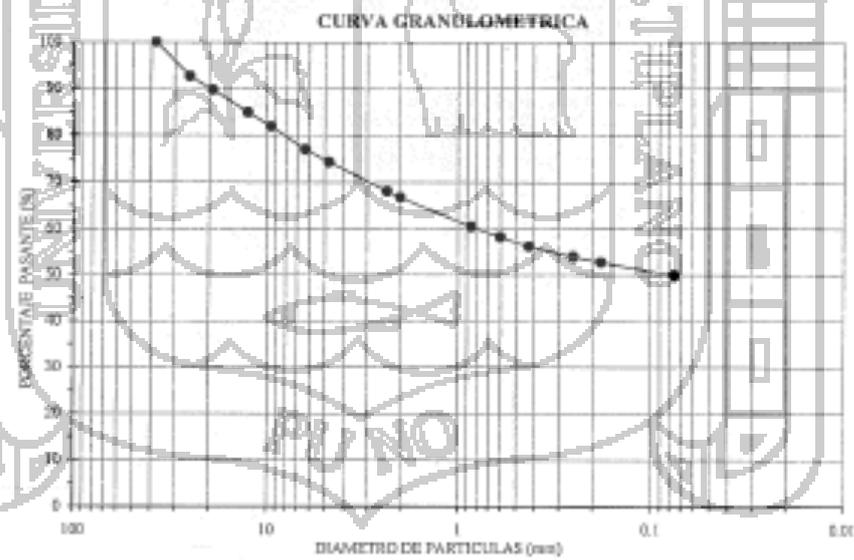
Calle Paucarpata s/n - Teléfono 283143 - Arequipa - Perú



ENSAYO GRANULOMETRICO MECANICO - NORMA ASTM D 422

SOLICITA : CONSORCIO RIO CHONTA
 PROYECTO : EXPEDIENTE TECNICO: CONSTRUCCION - REGULACION DE LAS AGUAS DEL RIO CHONTA MEDIANTE LA PRESA CHONTA
 UBICACIÓN : LA ENCARNADA - CAJAMARCA
 MUESTRA: M-1 (AREA DEL VASO DE LA PRESA)
 CALICATA: C-1
 FECHA: 10/07/2013
 INFORME : 24-79

DATOS		Tamices ASTM	Alteura (mm)	Pesa retenida (gf)	% Que pasa
Wetted Malla #4 (gf)	773.2	3"	75.0		
Pesado Malla #4 (gf)	2226.8	2 1/2"	63.0		
		2"	50.0		
		1 1/2"	37.5		100.00
		1"	25.0	223.25	92.56
		3/4"	19.0	89.66	89.64
		1/2"	12.5	143.61	84.85
		3/8"	9.50	90.12	81.84
		1/4"	6.30	147.93	76.91
		Nº 4	4.75	80.58	74.23
		Nº 8	2.36	41.83	68.07
		Nº 10	2.00	8.89	66.70
		Nº 20	0.850	42.70	60.36
		Nº 30	0.600	14.91	58.15
		Nº 40	0.425	13.52	56.14
		Nº 60	0.250	15.07	53.90
		Nº 80	0.180	7.29	52.74
		Nº 200	0.075	29.39	49.87
		BANDEJA		335.90	0.00



OBSERVACIONES: La muestra de suelo fue puesta en el laboratorio por el solicitante.

Laboratorio de Mecánica de Suelos y Pavimentos
 FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL - UNA
 LUIS ALBERTO RAMOS VILCA
 TECNICO DE LABORATORIO

DR. NESTOR TUPA FERNANDEZ
 Ingeniero Civil MSc., DSc. - CIP 48221
 Jefe del Laboratorio de Mec. De Suelos y Pavimentos



Nº 0791



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN AGUSTÍN DE AREQUIPA
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

Calle Paucarpata s/n - Teléfono 283143 - Arequipa - Perú

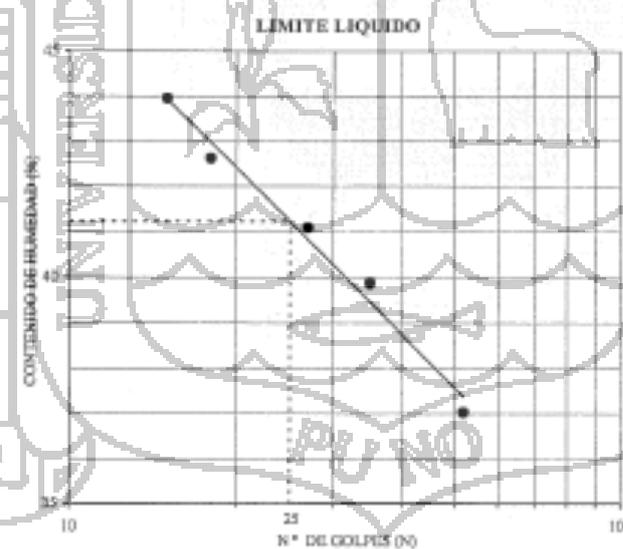


ENSAYO LIMITES DE ATTERBERG - NORMA ASTM D-4318

SOLICITA : CONSORCIO RIO CHONTA
 PROYECTO : EXPEDIENTE TECNICO, CONSTRUCCION - REGULACION DE LAS AGUAS DE RIO CHONTA MEDIANTE LA PRESA CHONTA
 UBICACIÓN : LA BACAÑADA - CALAMARCA
 MUESTRA : M-1 (AREA DEL VASO DE LA PRESA)
 CALICATA : C-1
 FECHA : 10/07/2013
 INFORME : 24-79

DETERMINACION DEL LIMITE LIQUIDO		A1	A2	A3	A4	A5	-----
CAPSULA							
Peso de la capsula (gf)		26.82	27.36	27.28	26.74	26.60	-----
Peso del suelo hum + cap (gf)		46.99	50.05	52.05	50.89	54.83	-----
Peso del suelo seco + cap (gf)		41.54	43.95	44.65	43.58	46.61	-----
Peso de agua en la muestra (gf)		5.45	6.47	7.40	7.40	8.22	-----
Peso del suelo seco (gf)		14.72	16.23	17.97	16.84	20.01	-----
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)		37.02	39.86	42.60	43.94	41.05	-----
NUMERO DE GOLPES		52	38	18	15	27	-----

DETERMINACION DEL LIMITE PLASTICO		B1	B2	-----	-----	-----	-----
CAPSULA							
Peso de la capsula (gf)		27.45	28.32	-----	-----	-----	-----
Peso del suelo hum + cap (gf)		44.69	40.32	-----	-----	-----	-----
Peso del suelo seco + cap (gf)		41.51	38.10	-----	-----	-----	-----
Peso de agua en la muestra (gf)		3.18	2.22	-----	-----	-----	-----
Peso del suelo seco (gf)		14.05	9.78	-----	-----	-----	-----
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)		22.62	22.79	-----	-----	-----	-----



RESUMEN	
Límite líquido	41.2%
Límite plástico	22.7%
Índice plástico Ip	18.6%
Índice de flujo FI	-12.1

PASANTE DE LA MALLA # 40
 CL
 ARELLA DE BAJA PLASTICIDAD

OBSERVACIONES: La muestra de suelo en estado húmedo, fue puesta en el laboratorio por el solicitante.

Laboratorio de Mecánica de Suelos y Pavimentos
 FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL - UNSA
 Luis Alberto Estigarribia Vilca
 TECNICO DE LABORATORIO

Dr. Ing. NESTOR TUPA FERNANDEZ
 Ingeniero Civil MSc., DSc. - CIP 48221
 Jefe del Laboratorio de Mecánica de Suelos y Pavimentos FID-UNSA




 UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN AGUSTÍN DE AREQUIPA
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

Calle Paucarpata s/n - Teléfono 283143 - Arequipa - Perú



N° 0704

ENSAYO CONTENIDO DE HUMEDAD - NORMA ASTM D 2216

SOLICITA : CONSORCIO RIO CHONTA
PROYECTO : EXPEDIENTE TECNICO CONSTRUCCION - REGULACION DE LAS AGUAS DEL RIO CHONTA MEDIANTE LA PRESA CHONTA
UBICACIÓN : LA UÑEÑADA - CAJAMARCA
MUESTRA : M1 (Zona del Vaso de la Presa)
CALICATA : C-1
FECHA : 24/04/2013
INFORME : 24-77

CONTENIDO DE HUMEDAD		
ENSAYO N°	1	2
Peso del recipiente (gf)	27.20	27.32
Peso de la muestra húmeda + recipiente (gf)	100.75	95.36
Peso de la muestra seca + recipiente (gf)	89.10	81.49
Peso del agua en la muestra (gf)	14.63	13.87
Peso de la muestra seca (gf)	61.90	54.17
Contenido de humedad (%)	23.63	25.60
Contenido de humedad promedio (%)	24.62	

OBSERVACIONES: La muestra fue puesta en el Laboratorio por el solicitante.

Laboratorio de Mecánica de Suelos y Pavimentos
 Universidad Nacional del Altiplano

Lic. Alberto Román Vilca
 JEFE DEL LABORATORIO

Dr. Ing. JESÚS TORO LUPA FERNÁNDEZ
 Ingeniero Civil MSc., BSc. - CIP 48221
 Jefe del Laboratorio de Mec. De Suelos y Pavimentos



Nº 0789



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN AGUSTÍN DE AREQUIPA
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

Calle Paucarpata s/n - Teléfono 283343 - Arequipa - Perú



ENSAYO PERMEABILIDAD

SOLICITA : CONSORCIO RIO CHONTA
 PROYECTO : EXPEDIENTE TECNICO: CONSTRUCCION - REGULACION DE LAS AGUAS DEL RIO CHONTA MEDIANTE LA PRESA CHONTA
 UBICACIÓN : LA ENCAÑADA - CAJAMARCA
 MUESTRA : M-1 CARBA DEL VASO DE LA PRESA
 CALICATA : (S-1)
 FECHA : 24/09/2013
 INFORME : 24.75

DIMENSIONES DE LA MUESTRA

Diámetro: 6.41 cm Área: 32.27 cm²
 Altura: 5.12 cm Volumen: 165.10 cm³
 Prop. Inicial: 296.4 gf Peso de la muestra seca: 228.32 gf
 Peso final: 304.2 gf Peso unitario seco: 1.360 g/cm³

CABEZA VARIABLE

Diámetro de la bureta: 1.43 cm Área de la bureta: 1.61 cm²
 Altura Inicial: 89.00 cm n₁/h_{1a}: 1.0000

Ensayo	Tiempo (s)	h1 (cm)	h2 (cm)	K _r	T°	n ₁ /h _{1a}	h _{2a}
1	10.0	89.00	88.00	2.88E-04	17.50	1.0639	3.06E-04
2	20.0	89.00	87.00	2.89E-04	17.50	1.0639	3.08E-04
3	30.0	89.00	86.00	2.91E-04	17.50	1.0639	3.10E-04
4	40.0	89.00	85.00	2.93E-04	17.50	1.0639	3.11E-04
5	50.0	89.00	84.30	2.76E-04	17.50	1.0639	2.94E-04
6	60.0	89.00	83.50	2.71E-04	17.50	1.0639	2.88E-04
7	70.0	89.00	82.50	2.76E-04	17.50	1.0639	2.94E-04
8	80.0	89.00	81.50	2.80E-04	17.50	1.0639	2.98E-04
9	90.0	89.00	80.80	2.73E-04	17.50	1.0639	2.91E-04
10	105.0	89.00	79.80	2.65E-04	17.50	1.0639	2.82E-04
11	120.0	89.00	78.00	2.80E-04	17.50	1.0639	2.98E-04
12	150.0	89.00	76.00	2.68E-04	17.70	1.0586	2.86E-04
13	180.0	89.00	74.00	2.61E-04	17.70	1.0586	2.76E-04
14	210.0	89.00	71.80	2.60E-04	17.70	1.0586	2.76E-04
15	240.0	89.00	69.80	2.58E-04	17.70	1.0586	2.72E-04
16	270.0	89.00	67.80	2.57E-04	17.70	1.0586	2.72E-04
17	300.0	89.00	65.80	2.56E-04	17.70	1.0586	2.71E-04
18	360.0	89.00	62.50	2.50E-04	17.70	1.0586	2.65E-04
19	420.0	89.00	59.00	2.49E-04	17.80	1.0559	2.63E-04
20	480.0	89.00	56.00	2.46E-04	17.80	1.0559	2.60E-04
21	540.0	89.00	53.30	2.42E-04	17.80	1.0559	2.55E-04
22	600.0	89.00	50.50	2.40E-04	17.80	1.0559	2.54E-04
23	900.0	89.00	40.00	2.26E-04	17.90	1.0533	2.38E-04

k₂₀ = 2.81E-04 cm/seg

OBSERVACIONES: La muestra fue puesta en el Laboratorio por el solicitante.
 Se usó muestra de suelo remoldeado con material pasado del tamiz de 4.75 mm.
 Laboratorio de Mecánica de Suelos y Pavimentos
 FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL - UNISA
 Luis Alberto Ramos Vilca
 TECNICO DE LABORATORIO
 Dr. Ing. MESTOR TUPA FERNANDEZ
 Ingeniero Civil MSc., DSc. - CIP 48221
 Jefe del Laboratorio de Mec. De Suelos y Pavimentos



Nº 0792



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN AGUSTÍN DE AREQUIPA
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

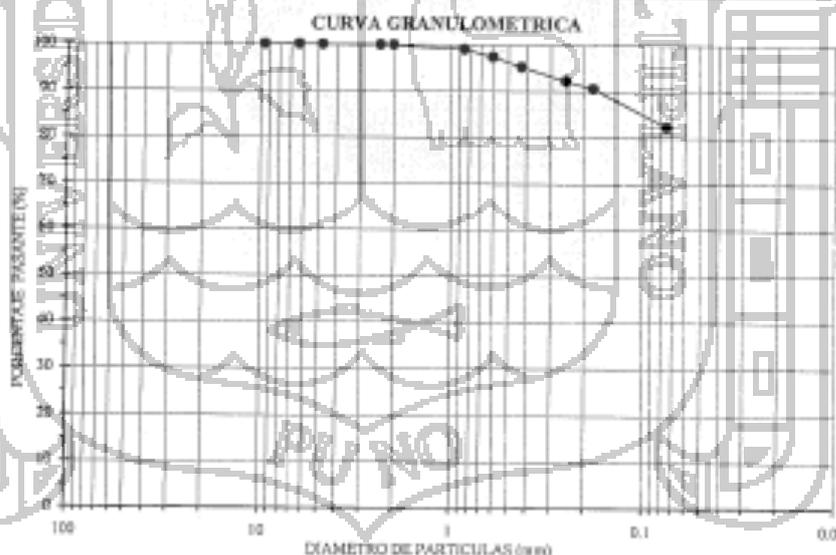
Calle Paucarpata s/n - Teléfono 283143 - Arequipa - Perú



ENSAYO GRANULOMETRICO MECANICO - NORMA ASTM D 422

SOLICITA : CONSORCIO RIO-CHONTA
 PROYECTO : EXPEDIENTE TECNICO: CONSTRUCCION - REGULACION DE LAS AGUAS DEL MEDIANTE LA PRESA CHONTA
 UBICACIÓN : LA ENCARADA - CAJAMARCA
 MUESTRA : M-1 (AREA DEL VASO DE LA PRESA)
 CALICATA : C-2
 FECHA : 24/04/2013
 INFORME : 24-79

DATOS		Tamano ASTM	Abertura (mm)	Peso retenido (gf)	% Que pasa
		3"	75.0		
		2 1/2"	63.0		
		2"	50.0		
		1 1/2"	37.5		
		1"	25.0		
		3/4"	18.0		
		1/2"	12.5		
		3/8"	9.5		100.00
		1/4"	6.3	0.96	99.98
		Nº 4	4.75	1.77	99.93
		Nº 8	2.36	0.10	99.90
		Nº 18	0.85	0.17	99.83
		Nº 20	0.850	4.54	98.97
		Nº 30	0.600	8.21	97.33
		Nº 40	0.425	10.75	95.18
		Nº 60	0.250	15.02	93.18
		Nº 80	0.180	8.25	90.53
		Nº 200	0.075	40.68	82.44
		BANDEJA		42.48	0.00



OBSERVACIONES: La muestra de suelo fue puesta en el laboratorio por el solicitante.
 Laboratorio de Mecánica de Suelos y Pavimentos
 FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL - UNESA

Luis Alberto Ramos Vilca
 Luis Alberto Ramos Vilca
 TECNICO DE LABORATORIO

Mesfor Jupa Fernandez
 Dr. Ing. MESFOR JUPA FERNANDEZ
 Ingeniero Civil MSc., DSc. - CIP 48221
 Jefe del Laboratorio de Mec. De Suelos y Pavimentos





Nº 0793



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN AGUSTÍN DE AREQUIPA
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

Calle Paucarpata s/n - Teléfono 283143 - Arequipa - Perú

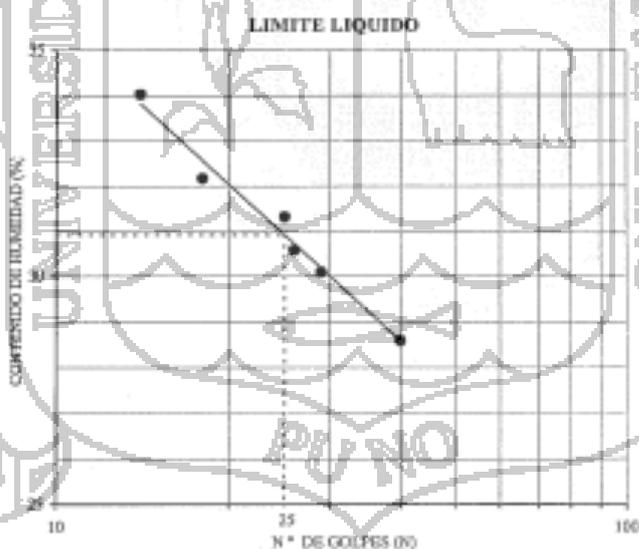


ENSAYO LIMITES DE ATTERBERG - NORMA ASTM D 4318

SOLICITA : CONSORCIO RIO CHONTA
 PROYECTO : EXPEDIENTE TECNICO: CONSTRUCCION - REGULACION DE LAS AGUAS DEL RIO
 MEDIANTE LA PRESA CHONTA
 UBICACIÓN : LA INCAÑADA - CAJAMARCA
 MUESTRA : M-1 (AREA DEL VASO DE LA PRESA)
 CALICATA : C-2
 FECHA : 30/04/2013
 INFORME : 24-79

DETERMINACION DEL LIMITE LIQUIDO	CAPSULA	A1	A2	A3	A4	A5	A6
Peso de la capsula (gf)	26.12	25.89	26.59	26.07	27.43	27.12	
Peso del suelo húm + cap (gf)	44.97	44.05	43.16	42.59	43.15	46.83	
Peso del suelo seco + cap (gf)	40.78	39.85	39.28	38.57	39.16	42.13	
Peso de agua en la muestra (gf)	4.19	4.20	3.88	4.02	3.99	4.70	
Peso del suelo seco (gf)	14.66	13.96	12.69	12.50	11.73	19.71	
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	28.58	30.09	30.58	31.16	34.02	31.31	
NUMERO DE GOLPES	40	29	26	18	14	25	

DETERMINACION DEL LIMITE PLASTICO	CAPSULA	B1	B2				
Peso de la capsula (gf)	27.57	28.00					
Peso del suelo húm + cap (gf)	40.34	42.69					
Peso del suelo seco + cap (gf)	38.53	40.64					
Peso de agua en la muestra (gf)	1.81	2.05					
Peso del suelo seco (gf)	10.96	12.64					
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	16.51	16.22					



RESUMEN	
Límite líquido	30.9%
Límite plástico	16.4%
Índice plástico Ip	14.5%
Índice de flujo FI	-11.5

FASANTE DE LA MALLA # 40
 CL
 ARCILLA DE BAJA ELASTICIDAD

OBSERVACIONES: La muestra de suelo en estado húmedo, fue puesta en el laboratorio por el solicitante.

Laboratorio de Mecánica de Suelos y Pavimentos
 FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL - UNSA
 Luis Alberto Ramos Vilca
 TÉCNICO DE LABORATORIO

Dr. Ing. BRIGITITA FERNANDEZ
 Ingeniero Civil MSc., DSc. - CIP 48221
 Jefe del Laboratorio de Mecánica de Suelos y Pavimentos FIC-UNSA





UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN AGUSTÍN DE AREQUIPA
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

Calle Paucarpata s/n - Teléfono 288143 - Arequipa - Perú



ENSAYO CONTENIDO DE HUMEDAD - NORMA ASTM D 2216

SOLICITA : CONSORCIO RIO CHONTA
 PROYECTO : EXPEDIENTE TÉCNICO CONSTRUCCION - REGULACION DE LAS AGUAS DEL RIO
 CHONTA MEDIANTE LA PRESA CHONTA
 UBICACIÓN : LA ENCAÑADA - CAJAMARCA
 MUESTRA : M-1 (Ara del Vaso de la Presa)
 CALICATA : C-2
 FECHA : 24/04/2013
 INFORME : 24-79

CONTENIDO DE HUMEDAD		
ENSAYO N°	1	2
Peso del recipiente (gf)	27.66	27.97
Peso de la muestra húmeda + recipiente (gf)	134.15	145.28
Peso de la muestra seca + recipiente (gf)	123.62	134.30
Peso del agua en la muestra (gf)	10.53	10.98
Peso de la muestra seca (gf)	96.16	106.33
Contenido de humedad (%)	10.95	10.33
Contenido de humedad promedio (%)	10.64	

OBSERVACIONES: La muestra fue puesta en el Laboratorio por el solicitante.

Director de Maestría de Edo. y Postgrado
 Facultad de Ingeniería Civil - UNAS

[Firma]
 Lic. Alvaro Barrios Vilca
 DIRECTOR DE LABORATORIO

[Firma]
 Ing. NESTOR TUPA FERNANDEZ
 Ingeniero Civil MSc., DSc. - CIP 48221
 Jefe del Laboratorio de Mec. De Suelos y Pavimentos



FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS
 Calle Paucarpata s/n - Teléfono 283143 - Arequipa - Perú



ENSAYO PERMEABILIDAD

SOLICITA : CONSORCIO RIO CHONTA
PROYECTO : EXPEDIENTE TECNICO: CONSTRUCCION - REGULACION DE LAS AGUAS MEDIANTE LA PRESA CHONTA
UBICACIÓN : LA ENCAÑADA - CAJAMARCA
MUESTRA : M-1 (AREA DEL VASO DE LA PRESA)
CALCATA: C-2
FECHA : 24/04/2013
INFORME : 24.79

DIMENSIONES DE LA MUESTRA

Diámetro: 6.41 cm Área: 32.27 cm²
 Altura: 4.94 cm Volumen: 159.38 cm³
 Peso inicial: 310.8 gf Peso de la muestra seca: 275.51 gf
 Peso final: 320.9 gf Peso específico: 1.929 g/cm³

CABEZA VARIABLE

Diámetro de la bureta: 1.43 cm Área de la bureta: 1.61 cm²
 Altura inicial: 89.00 cm n_1/n_{1a} : 1.0000

Ensayo	Tiempo (s)	h1(cm)	h2(cm)	K_f	T^*	n_1/n_{1a}	h_{1a}
1	1800.0	89.00	87.20	1.83E-06	19.10	1.0223	1.90E-06
2	3600.0	89.00	86.80	1.71E-06	19.20	1.0198	1.74E-06
3	7200.0	89.00	85.20	1.49E-06	19.50	1.0123	1.51E-06
4	10800.0	89.00	83.40	1.48E-06	19.70	1.0074	1.49E-06
5	14400.0	89.00	81.90	1.42E-06	20.20	0.9952	1.41E-06
6	18000.0	89.00	81.00	1.29E-06	20.20	0.9952	1.28E-06
7	21600.0	89.00	79.10	1.34E-06	20.10	0.9976	1.34E-06
8	25200.0	89.00	62.50	1.05E-06	19.60	1.0099	1.06E-06
9	28800.0	89.00	61.70	1.04E-06	19.80	1.0049	1.05E-06
10	30000.0	89.00	60.50	1.05E-06	19.80	1.0049	1.06E-06
11	33600.0	89.00	59.70	1.05E-06	19.80	1.0049	1.05E-06

$k_{avg} = 1.35E-06$ cm/seg

OBSERVACIONES: La muestra fue puesta en el Laboratorio por el solicitante.
 Se usó muestra de suelo controlado con material pasante del tamiz de 3/8".

Laboratorio de Mecánica de Suelos y Pavimentos
 FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL - UNP
 Lic. Alberto Ramos Vilca
 JEFE DEL LABORATORIO

C. Ing. NESTOR TUPA FERNANDEZ
 Ingeniero Civil MSc., DSc. - CIP 48221
 Jefe del Laboratorio de Mec. de Suelos y Pavimentos





Ensayos Físicos, Químicos y de Mecánica de Suelos,
Concreto y Pavimentos, Análisis Químicos de Minerales y Agua.
Estudio de: Mecánica de Suelos y Rocas, Concreto y Pavimentos.
Impacto Ambiental, Construcción de Edificios, Obras de Ingeniería Civil.
PROYECTOS – ASESORÍA Y CONSULTORÍA
RPM: *696826 CELULAR : 976026950 TELEFONO: 364793

ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO DE UNA MUESTRA DE AGUA PARA CONCRETO

SOLICITA : CONSORCIO RIO CHONTA
PROYECTO : ELABORACION DE EXPEDIENTE TECNICO:
CONSTRUCCION - REGULACION DE LAS AGUAS DEL RIO
CHONTA MEDIANTE LA PRESA CHONTA
LUGAR. : RIO CHONTA SECTOR CHICCHE
UBICACIÓN : DIST. LA ENCAÑADA PRV. Y DPTO. CAJAMARCA
MUESTRA : M-1
FECHA : 22/03/2013

ANÁLISIS

I. ANÁLISIS ORGANOLÉPTICO:

Color : Incoloro
Olor : Inodoro
Sedimentos : Nulo

II. ANÁLISIS FÍSICO:

pH : 6.70
Sólidos Totales : 310 ppm
Sólidos Disueltos : 190 ppm
Sólidos Suspendidos : 120 ppm

III. ANÁLISIS QUÍMICO

Cloruros : 52.30 ppm Cl^{-1}
Alcalinidad : 48.90 ppm $CaCO_3$
Dureza Total : 290 ppm $CaCO_3$
Dureza de Calcio : 160 ppm $CaCO_3$
Dureza Magnesio : 130 ppm $CaCO_3$
Materia Orgánica : 1.6 ppm O_2
Sulfatos : 87.30 ppm $(SO_4)^{-2}$

NOTA: La muestra fue alcanzada por el interesado, a este laboratorio para su análisis.

CONCLUSIÓN: De acuerdo a los resultados obtenidos del análisis fisicoquímico, la muestra de agua se encuentra dentro de los parámetros permisibles para realizar trabajos de concreto.


Hugo Mosquera Estraver
INGENIERO QUÍMICO
JEFE LAS ANALISIS QG



Ensayos Físicos, Químicos y de Mecánica de Suelos,
 Concreto y Pavimentos, Análisis Químicos de Minerales y Agua.
 Estudio de: Mecánica de Suelos y Rocas, Concreto y Pavimentos.
 Impacto Ambiental, Construcción de Edificios, Obras de Ingeniería Civil.
 PROYECTOS – ASESORÍA Y CONSULTORÍA
 RPM: *696826 CELULAR : 976026950 TELEFONO: 364793

ANÁLISIS FISICOQUÍMICO DE UNA MUESTRA DE AGUA PARA CONCRETO

SOLICITA : CONSORCIO RIO CHONTA
PROYECTO : ELABORACION DE EXPEDIENTE TECNICO:
 CONSTRUCCION – REGULACION DE LAS AGUAS DEL RIO
 CHONTA MEDIANTE LA PRESA CHONTA
LUGAR : RIO CHONTA SECTOR CHICCHE
UBICACIÓN : DIST. LA ENCAÑADA PRV. Y DPTO. CAJAMARCA
MUESTRA : M-2
FECHA : 22/03/2013

ANÁLISIS

I. ANÁLISIS ORGANOLÉPTICO:

Color : Incoloro
 Olor : Inodoro
 Sedimentos : Nulo

II. ANÁLISIS FÍSICO:

pH : 7.10
 Sólidos Totales : 260 ppm
 Sólidos Disueltos : 140 ppm
 Sólidos Suspendidos : 120 ppm

III. ANÁLISIS QUÍMICO

Cloruros : 42.10 ppm Cl⁻¹
 Alcalinidad : 39.30 ppm CaCO₃
 Dureza Total : 230 ppm CaCO₃
 Dureza de Calcio : 160 ppm CaCO₃
 Dureza Magnesio : 70 ppm CaCO₃
 Materia Orgánica : 1.7 ppm O₂
 Sulfatos : 83.50 ppm (SO₄)⁻²

NOTA: La muestra fue alcanzada por el interesado, a este laboratorio para su análisis.

CONCLUSIÓN: De acuerdo a los resultados obtenidos del análisis fisicoquímico, la muestra de agua se encuentra dentro de los parámetros permisibles para realizar trabajos de concreto.

Hugo Mysqueira Estraveri
 INGENIERO QUÍMICO
 JEFE LAB ANALISIS 02



Ensayos Físicos, Químicos y de Mecánica de Suelos,
Concreto y Pavimentos, Análisis Químicos de Minerales y Agua.
Estudio de: Mecánica de Suelos y Rocas, Concreto y Pavimentos.
Impacto Ambiental, Construcción de Edificios, Obras de Ingeniería Civil.
PROYECTOS – ASESORÍA Y CONSULTORÍA
RPM: *696826 CELULAR : 976026950 TELEFONO: 364793

ANÁLISIS FISIQUÍMICO DE UNA MUESTRA DE AGUA PARA CONCRETO

SOLICITA : CONSORCIO RIO CHONTA
PROYECTO : ELABORACION DE EXPEDIENTE TECNICO:
CONSTRUCCION - REGULACION DE LAS AGUAS DEL RIO
CHONTA MEDIANTE LA PRESA CHONTA
LUGAR : RIO CHONTA SECTOR CHICCHE
UBICACIÓN : DIST. LA ENCAÑADA PRV. Y DPTO. CAJAMARCA
MUESTRA : M-3
FECHA : 22/03/2013

ANÁLISIS

I. ANÁLISIS ORGANOLÉPTICO:

Color : Incoloro
Olor : Inodoro
Sedimentos : Nulo

II. ANÁLISIS FÍSICO:

pH : 6.96
Sólidos Totales : 265 ppm
Sólidos Disueltos : 150 ppm
Sólidos Suspendidos : 115 ppm

III. ANÁLISIS QUÍMICO

Cloruros : 49.80 ppm Cl^{-1}
Alcalinidad : 39.90 ppm $CaCO_3$
Dureza Total : 275 ppm $CaCO_3$
Dureza de Calcio : 160 ppm $CaCO_3$
Dureza Magnesio : 115 ppm $CaCO_3$
Materia Orgánica : 1.8 ppm O_2
Sulfatos : 80.70 ppm $(SO_4)^{-2}$

NOTA: La muestra fue alcanzada por el interesado, a este laboratorio para su análisis.

CONCLUSIÓN: De acuerdo a los resultados obtenidos del análisis fisicoquímico, la muestra de agua se encuentra dentro de los parámetros permisibles para realizar trabajos de concreto.


Hugo Mosquera Estraver
INGENIERO QUÍMICO
JEFE LAB ANALISIS SQ



Ensayos Físicos, Químicos y de Mecánica de Suelos,
 Concreto y Pavimentos, Análisis Químicos de Minerales y Agua.
 Estudio de: Mecánica de Suelos y Rocas, Concreto y Pavimentos.
 Impacto Ambiental, Construcción de Edificios, Obras de Ingeniería Civil.
 PROYECTOS – ASESORÍA Y CONSULTORÍA
 RPM: *696826 CELULAR : 976026950 TELEFONO: 364793

ANÁLISIS FISICOQUÍMICO DE UNA MUESTRA DE AGUA PARA CONCRETO

SOLICITA : CONSORCIO RIO CHONTA
 PROYECTO : ELABORACION DE EXPEDIENTE TECNICO:
 CONSTRUCCION - REGULACION DE LAS AGUAS DEL RIO
 CHONTA MEDIANTE LA PRESA CHONTA
 LUGAR : RIO CHONTA (EJE DE PRESA), SANGAL
 UBICACIÓN : DIST. LA ENCAÑADA PRV. Y DPTO. CAJAMARCA
 MUESTRA : M-1
 FECHA : 19/03/2013

ANÁLISIS

I. ANÁLISIS ORGANOLÉPTICO:

Color : Incoloro
 Olor : Inodoro
 Sedimentos : Nulo

II. ANÁLISIS FÍSICO:

pH : 6.60
 Sólidos Totales : 280 ppm
 Sólidos Disueltos : 160 ppm
 Sólidos Suspendedos : 120 ppm

III. ANÁLISIS QUÍMICO

Cloruros : 72.20 ppm Cl^{-1}
 Alcalinidad : 54.40 ppm $CaCO_3$
 Dureza Total : 240 ppm $CaCO_3$
 Dureza de Calcio : 150 ppm $CaCO_3$
 Dureza Magnesio : 70 ppm $CaCO_3$
 Materia Orgánica : 1.6 ppm O_2
 Sulfatos : 87.40 ppm $(SO_4)^{-2}$

NOTA: La muestra fue alcanzada por el interesado, a este laboratorio para su análisis.

CONCLUSIÓN: De acuerdo a los resultados obtenidos del análisis fisicoquímico, la muestra de agua se encuentra dentro de los parámetros permisibles para realizar trabajos de concreto.

Hugo Mosquera Estraver
 Hugo Mosquera Estraver
 INGENIERO QUÍMICO
 JEFE LAB ANALISIS SQ



Ensayos Físicos, Químicos y de Mecánica de Suelos,
Concreto y Pavimentos, Análisis Químicos de Minerales y Agua.
Estudio de: Mecánica de Suelos y Rocas, Concreto y Pavimentos.
Impacto Ambiental, Construcción de Edificios, Obras de Ingeniería Civil.
PROYECTOS – ASESORÍA Y CONSULTORÍA
RPM: *696826 CELULAR : 976026950 TELEFONO: 364793

ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO DE UNA MUESTRA DE AGUA PARA CONCRETO

SOLICITA : CONSORCIO RIO CHONTA
PROYECTO : ELABORACION DE EXPEDIENTE TECNICO:
CONSTRUCCION - REGULACION DE LAS AGUAS DEL RIO
CHONTA MEDIANTE LA PRESA CHONTA
LUGAR : RIO CHONTA (EJE DE PRESA), SANGAL
UBICACIÓN : DIST. LA ENCAÑADA PRV. Y DPTO. CAJAMARCA
MUESTRA : M-2
FECHA : 19/03/2013

ANÁLISIS

I. ANÁLISIS ORGANOLÉPTICO:

Color : Incoloro
Olor : Inodoro
Sedimentos : Nulo

II. ANÁLISIS FÍSICO:

pH : 6.10
Sólidos Totales : 296 ppm
Sólidos Disueltos : 170 ppm
Sólidos Suspendidos : 126 ppm

III. ANÁLISIS QUÍMICO

Cloruros : 72.70 ppm Cl^{-1}
Alcalinidad : 58.90 ppm CaCO_3
Dureza Total : 285 ppm CaCO_3
Dureza de Calcio : 170 ppm CaCO_3
Dureza Magnesio : 115 ppm CaCO_3
Materia Orgánica : 1.6 ppm O_2
Sulfatos : 89.10 ppm $(\text{SO}_4)^{-2}$

NOTA: La muestra fue alcanzada por el interesado, a este laboratorio para su análisis.

CONCLUSIÓN: De acuerdo a los resultados obtenidos del análisis fisicoquímico, la muestra de agua se encuentra dentro de los parámetros permisibles para realizar trabajos de concreto.


 Jorge Mosquera Estrada
 INGENIERO QUIMICO
 DEPE LAB ANALISIS BQ



Ensayos Físicos, Químicos y de Mecánica de Suelos,
Concreto y Pavimentos, Análisis Químicos de Minerales y Agua.
Estudio de: Mecánica de Suelos y Rocas, Concreto y Pavimentos.
Impacto Ambiental, Construcción de Edificios, Obras de Ingeniería Civil.
PROYECTOS - ASESORÍA Y CONSULTORÍA
RPM: *696826 CELULAR : 976026950 TELEFONO: 364793

ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO DE UNA MUESTRA DE AGUA PARA

CONCRETO

SOLICITA : CONSORCIO RIO CHONTA
PROYECTO : ELABORACION DE EXPEDIENTE TECNICO:
CONSTRUCCION - REGULACION DE LAS AGUAS DEL RIO
CHONTA MEDIANTE LA PRESA CHONTA
LUGAR : RIO CHONTA (EJE DE PRESA), SANGAL
UBICACIÓN : DIST. LA ENCAÑADA PRV. Y DPTO. CAJAMARCA
MUESTRA : M-3
FECHA : 19/03/2013

ANÁLISIS

I. ANÁLISIS ORGANOLÉPTICO:

Color : Incoloro
Olor : Inodoro
Sedimentos : Nulo

II. ANÁLISIS FÍSICO:

pH : 6.00
Sólidos Totales : 270 ppm
Sólidos Disueltos : 160 ppm
Sólidos Suspendidos : 110 ppm

III. ANÁLISIS QUÍMICO

Cloruros : 89.30 ppm Cl^{-1}
Alcalinidad : 54.30 ppm CaCO_3
Dureza Total : 270 ppm CaCO_3
Dureza de Calcio : 150 ppm CaCO_3
Dureza Magnesio : 120 ppm CaCO_3
Materia Orgánica : 1.7 ppm O_2
Sulfatos : 84.90 ppm $(\text{SO}_4)^{-2}$

NOTA: La muestra fue alcanzada por el interesado, a este laboratorio para su análisis.

CONCLUSIÓN: De acuerdo a los resultados obtenidos del análisis fisicoquímico, la muestra de agua se encuentra dentro de los parámetros permisibles para realizar trabajos de concreto.


Hugo Mosquera Estrada
INGENIERO QUÍMICO
CÓDIGO LAB ANALISIS 90



Ensayos Físicos, Químicos y de Mecánica de Suelos,
Concreto y Pavimentos, Análisis Químicos de Minerales y Agua.
Estudio de: Mecánica de Suelos y Rocas, Concreto y Pavimentos.
Impacto Ambiental, Construcción de Edificios, Obras de Ingeniería Civil.
PROYECTOS – ASESORIA Y CONSULTORIA
RPM: *696826 CELULAR: 976026950 TELÉFONO: 364793

ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO DE UNA MUESTRA DE PIEDRA CALIZA

SOLICITA : CONSORCIO RIO CHONTA
PROYECTO : ELABORACION DE EXPEDIENTE TECNICO:
CONSTRUCCION - REGULACION DE LAS AGUAS DEL
RIO CHONTA MEDIANTE LA PRESA CHONTA
LUGAR : CANTERA ROCA ZANGAL
UBICACIÓN : DIST. LA ENCAÑADA PRV. Y DPTO. CAJAMARCA
MUESTRA : M-1
FECHA : 22/03/2013

ANÁLISIS

ANÁLISIS QUÍMICO

DETERMINACIÓN QUÍMICA		RESULTADOS
		%
Carbonato de calcio	CaCO ₃	88.50
Óxido férrico	Fe ₂ O ₃	0.069
Óxido de magnesio	MgO	0.28
Óxido de silicio	SiO ₂	1.28
Óxido de aluminio	Al ₂ O ₃	0.65

ANÁLISIS FÍSICO

DETERMINACIÓN FÍSICA	RESULTADOS
COLOR	Blanco
GRANULOMETRÍA	200 mm a 75µm
ASPECTO FÍSICO	Bueno
CAL VIVA	Granel

NOTA: La muestra fue alcanzada a este laboratorio la cual se procedió a hacer el análisis respectivo.


 Hugo Mosquera Estraver
 INGENIERO QUÍMICO
 JEFE LAB ANALISIS 80



Ensayos Físicos, Químicos y de Mecánica de Suelos,
Concreto y Pavimentos, Análisis Químicos de Minerales y Agua.
Estudio de: Mecánica de Suelos y Rocas, Concreto y Pavimentos.
Impacto Ambiental, Construcción de Edificios, Obras de Ingeniería Civil.
PROYECTOS – ASESORIA Y CONSULTORIA
RPM: *696826 CELULAR: 976026950 TELÉFONO: 364793

ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO DE UNA MUESTRA DE PIEDRA CALIZA

SOLICITA : CONSORCIO RIO CHONTA
PROYECTO : ELABORACION DE EXPEDIENTE TECNICO:
CONSTRUCCION - REGULACION DE LAS AGUAS DEL
RIO CHONTA MEDIANTE LA PRESA CHONTA
LUGAR : CANTERA ROCA CHICCHE
UBICACIÓN : DIST. LA ENCAÑADA PRV. Y DPTO. CAJAMARCA
MUESTRA : M-2
FECHA : 22/03/2013

ANÁLISIS

ANÁLISIS QUÍMICO

DETERMINACIÓN QUÍMICA		RESULTADOS
		%
Carbonato de calcio	CaCO ₃	89.10
Óxido férrico	Fe ₂ O ₃	0.068
Óxido de magnesio	MgO	0.25
Óxido de silicio	SiO ₂	1.26
Óxido de aluminio	Al ₂ O ₃	0.64

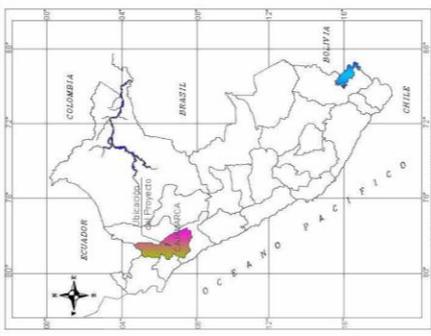
ANÁLISIS FÍSICO

DETERMINACIÓN FÍSICA	RESULTADOS
COLOR	Blanco
GRANULOMETRÍA	200 mm a 75µm
ASPECTO FÍSICO	Bueno
CAL VIVA	Granel

NOTA: La muestra fue alcanzada a este laboratorio la cual se procedió a hacer el análisis respectivo.


Hugo Mosquera Estraver
INGENIERO QUÍMICO
JEFE LAB ANALISIS Q2





UBICACION POLITICA DEL AREA DEL ESTUDIO

COLUMNA ESTRATIGRAFICA ZONA DEL EMBALSE

UNIDADES ESTRATIGRAFICAS	DESCRIPCION LITOLÓGICA
Depósitos aluviales	Depositos aluviales
Depósitos eólicos	Depositos eólicos
Depósitos lacustres	Depositos lacustres
Depósitos marinos	Depositos marinos
Depósitos volcánicos	Depositos volcánicos
Depósitos glaciares	Depositos glaciares
Depósitos de cenizas	Depositos de cenizas
Depósitos de lavas	Depositos de lavas
Depósitos de bombas	Depositos de bombas
Depósitos de bombas	Depositos de bombas
Depósitos de bombas	Depositos de bombas

LEYENDA

Carreteras	Faja Orbital	Faja
Canales	Perforaciones Diarritmicas	Derivaciones
Cercos	Bombas Cisternas	Disturbios
Carreteras Principales	Riaca	Epis. Sismica
Carreteras Secundarias	Remolque y Buzamiento	Epis. Antrópica
Carreteras Terciarias	Nombre	Epis. de gran Poder
Carreteras Cuaternarias	Demarcación de Bacia	

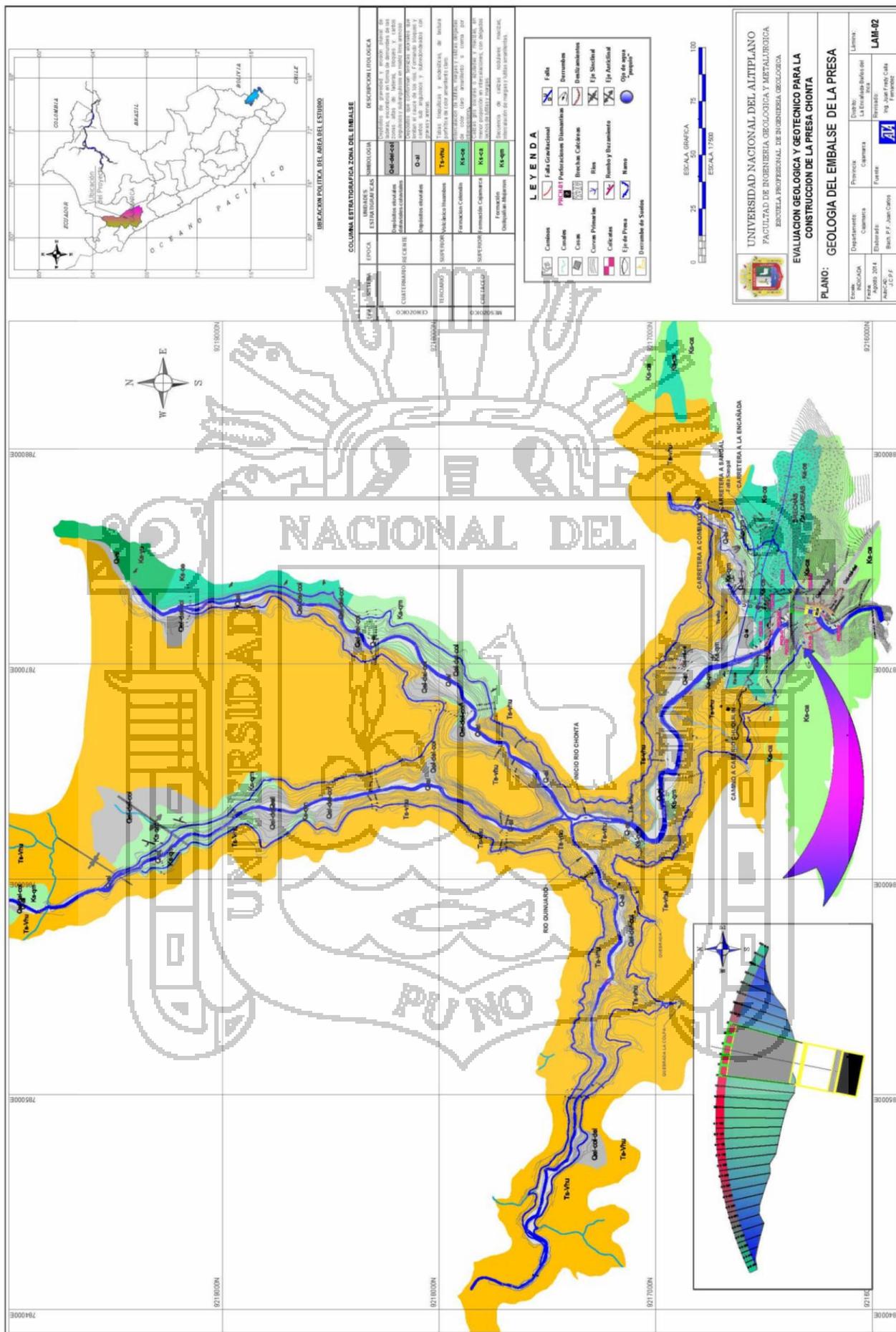
ESCALA GRAFICA: 0 25 50 75 100
ESCALA 1:750

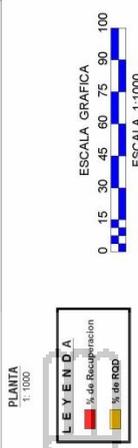
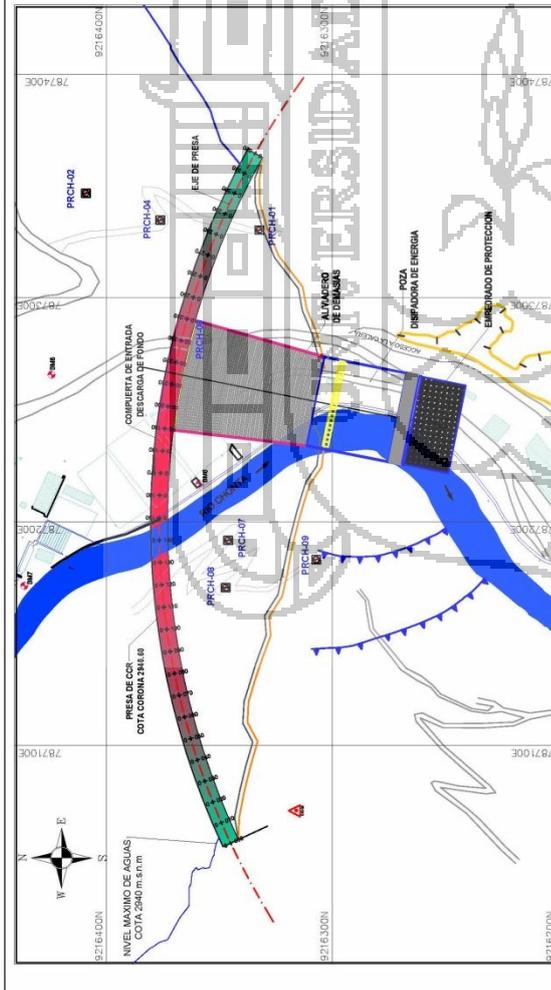
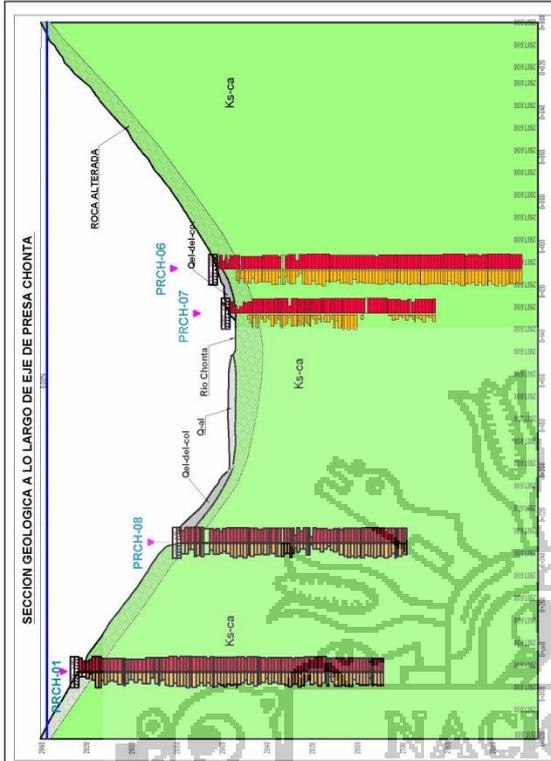
UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO
FACULTAD DE INGENIERIA GEOLOGICA Y METALURGICA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA GEOLOGICA

EVALUACION GEOLOGICA Y GEOTECNICA PARA LA CONSTRUCCION DE LA PRESA CHONTA

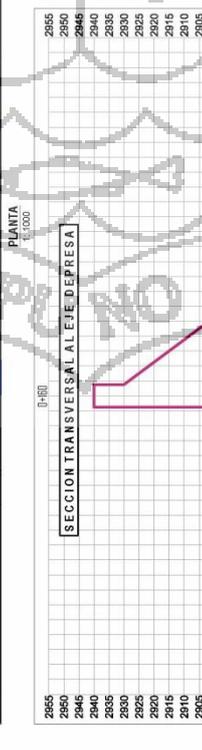
PLANO: GEOLOGIA DE LA PRESA CHONTA

Nombre	Proyecto	Fecha	Labente
Apellido	Objetivo	Fecha	LAM-01
Apellido	Objetivo	Fecha	LAM-01
Apellido	Objetivo	Fecha	LAM-01



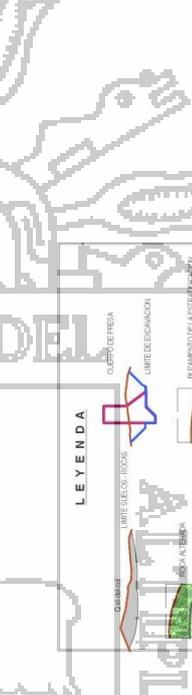


N°	CODIGO	LONG. mts.	UBICACION	COORDENADAS		COTA (m.s.n.m.)
				INORTE	ESTE	
1	PRCH-01	105.25	Eje Presa, estubo izquierdo	9 218 332.534	78 975.30.293	7990.9550
2	PRCH-06	135.20	Eje Presa, estubo derecho	9 218 347.150	78 817.00.380	2871.1970
3	PRCH-07	101.45	Eje Presa, estubo izquierdo	9 218 346.081	78 715.490	2951.4630
4	PRCH-08	100.20	Eje Presa, estubo izquierdo	9 218 354.864	78 7281.324	2877.9840



LEYESA

	Caminos		Falla Geotecnica
	Carabes		Referencias Geometricas
	Casas		PRCH-01
	Curvas Primarias		Blos
	Calzadas		Ruido y Burramiento
	Eje de Presa		Nube
	Falla		Eje Principal
	Derrumbes		Derrumbe de Santos
	Deslizamientos		

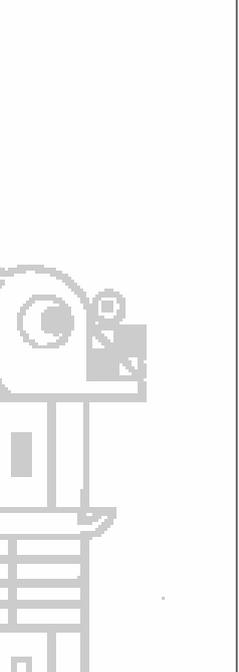


UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO
 FACULTAD DE INGENIERIA GEOLOGICA Y METALURGICA
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA GEOLOGICA

EVALUACION GEOLOGICA Y GEOTECNICA PARA LA CONSTRUCCION DE LA PRESA CHONTA

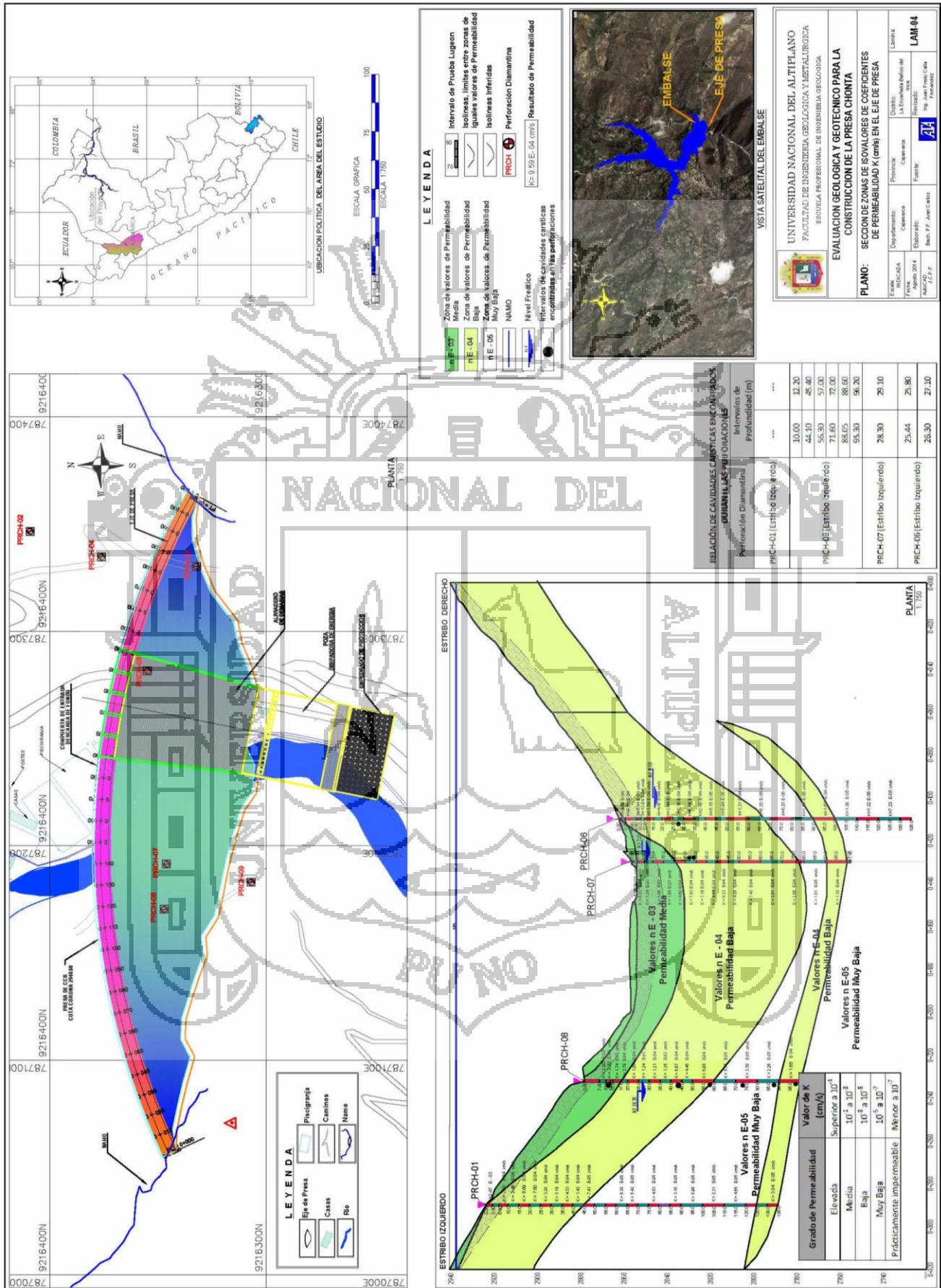
PLANO: SECCION GEOLOGICA CON REGISTROS DE RECUPERACION Y ROD

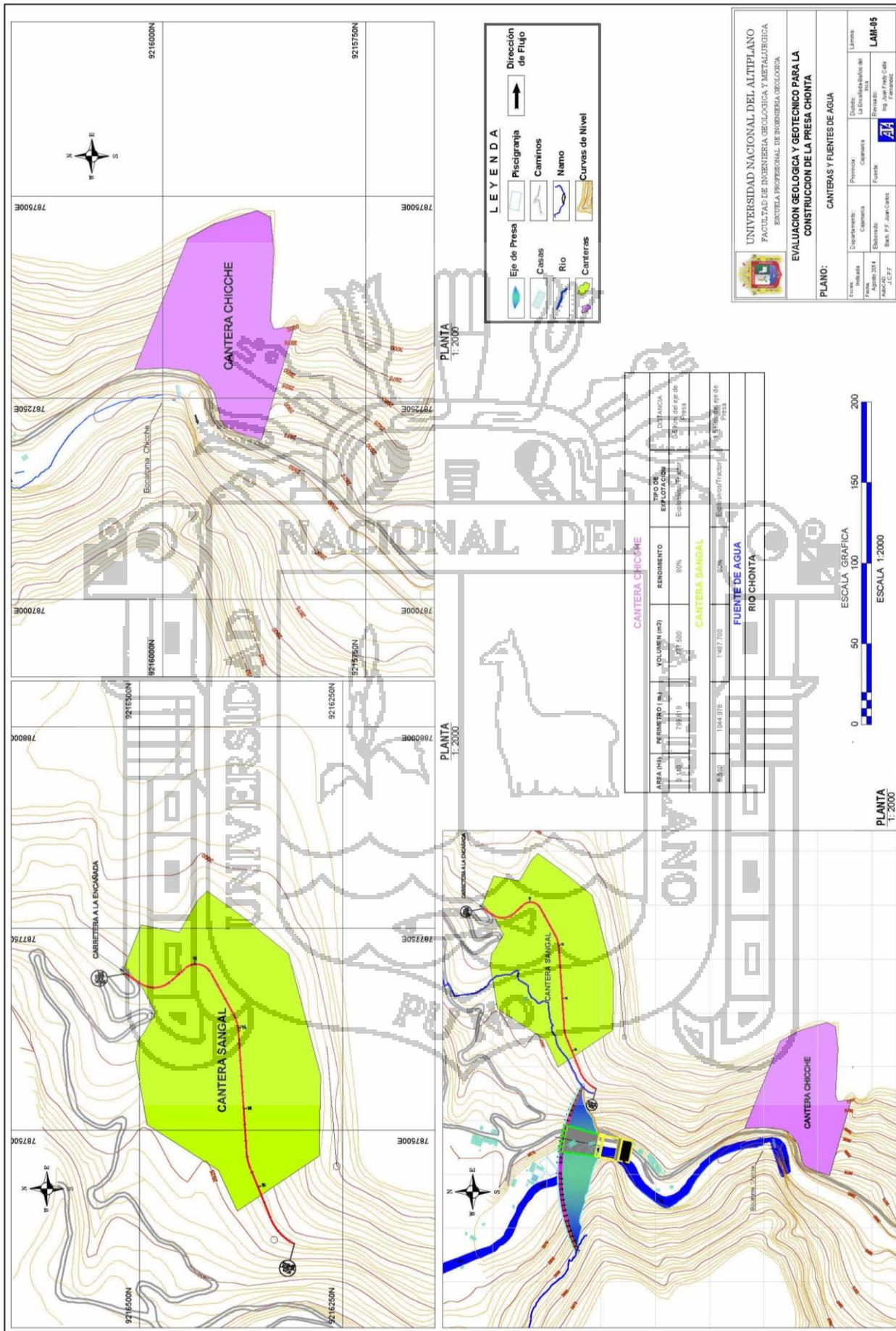
Titulo	INDICADA	Provincia	Departamento	Dirección	Limite
Fecha	Agosto 2014	La Paz	La Paz	La Estrada/Bole del	LAM-03
Elaborado	Bern P.F. Juan Cerezo	Elaborado	Revisado	Revisado	Revisado
Autores	J.C.P.F.	Autores	Ing. Pedro Cerezo	Ing. Francisco	Ing. Francisco

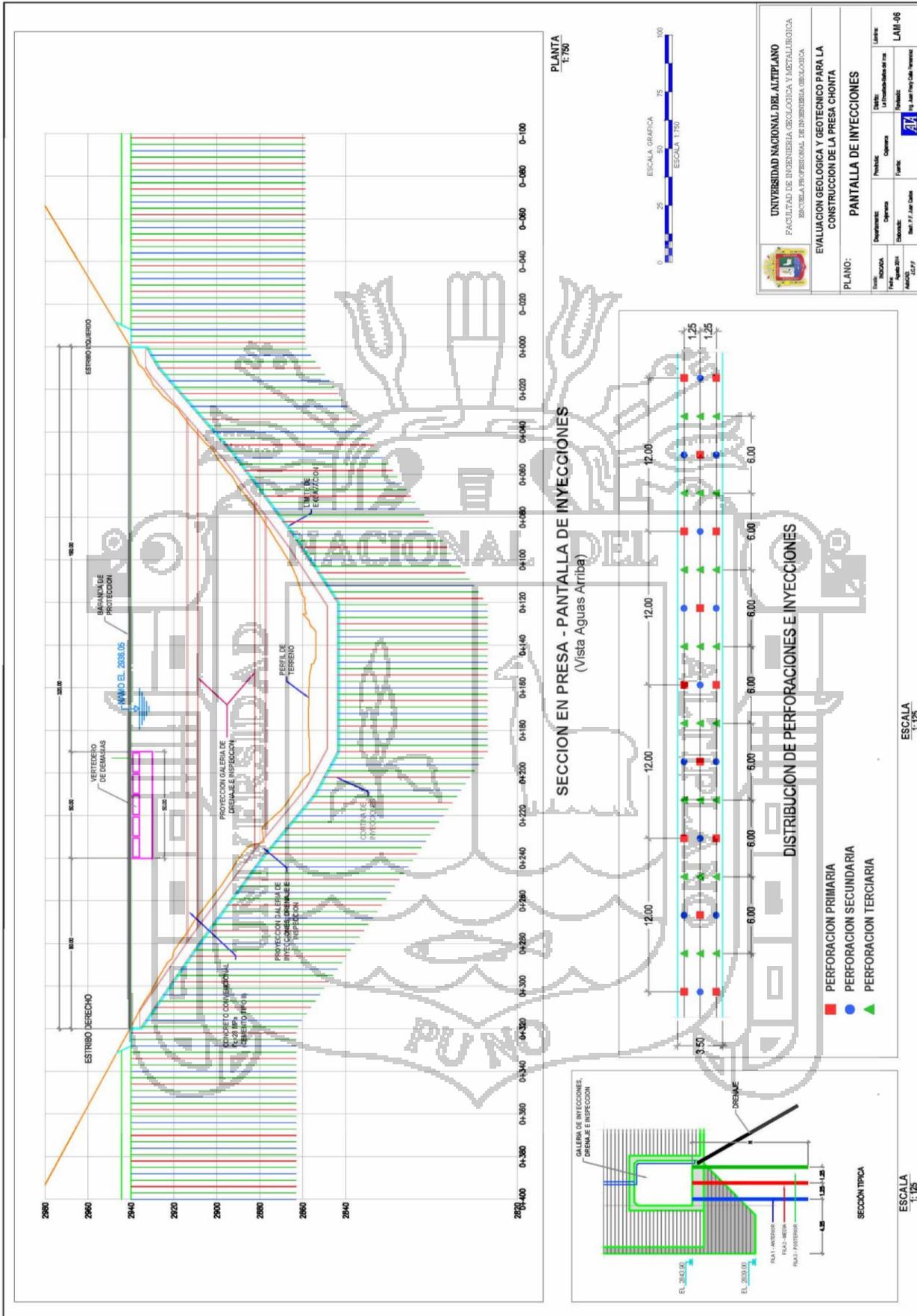


LEYESA

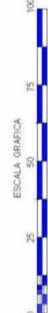
EPGA	SISTEMA	UNIDADES LITOESTRATIGRAFICAS	DESCRIPCION LITOESTRATIGRAFICAS
CUATERNARIO	Recente	Coluani - Coluani	Producto de la gravedad y la erosión pluvial en las laderas. Espesores, producto de la gravedad (movido en derrumbes de las partes altas de las laderas, bloques y cantos angulosos y sub bloques, en otros niveles).
	Infior	Coluani - Coluani	Depositos, en otros niveles, que forman el cauce de los rios. Conformados por bloques y cantos sub angulosos y sub angulosos con gravas y arenas.
CRETACICO	Infior	Coluani - Coluani	Interfazión de lutitas, margas y calizas dolgadas de color claro, amarillento o crema por interpenetración.
	Infior	Coluani - Coluani	Calizas gris ocumbe o aculadas y macizas, en menor proporción en interfaziones con delgadas lutitas y margas.







PLANTA 1:750



ESCALA 1:125

ESCALA 1:125

<p>UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO FACULTAD DE INGENIERIA GEOLOGICA Y METALURGICA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA GEOLOGICA</p>	
<p>EVALUACION GEOLOGICA Y GEOTECNICO PARA LA CONSTRUCCION DE LA PRESA CHONTA</p>	
<p>PLANO: PANTALLA DE INYECCIONES</p>	
<p>Departamento: Puno</p>	<p>Provincia: Chivay</p>
<p>Comuna: Chivay</p>	<p>Distrito: La Universidad de Arequipa</p>
<p>Fecha: Agosto 2014</p>	<p>Elaborado: J.A.A.</p>
<p>Modificado: 2017</p>	<p>Aprobado: J.A.A.</p>
<p>Autores: J.A.A.</p>	<p>Revisado: J.A.A.</p>
<p>Director: J.A.A.</p>	<p>Fecha: 15/08/2014</p>
<p>Laboratorio: LAI-06</p>	<p>Escala: 1:125</p>

- PERFORACION PRIMARIA
- PERFORACION SECUNDARIA
- PERFORACION TERCERIA

