



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

**“Análisis comparativo entre la norma E 030 y el estudio de
peligro sísmico en la estabilidad del Pad de Lixiviación
Moquegua 2019”**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
Ingeniero Civil**

AUTOR:

De la Torre Mochcco, Pedro Gerson (ORCID: 0000-0003-4196-9996)

ASESOR:

Mg. Ing. Pinto Barrantes, Raul Antonio (ORCID: 0000-0002-9573-0182)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño Sísmico y Estructural

LIMA - PERÚ

2020

Dedicatoria

La presente Tesis se lo dedico a mis padres Andrea Mochcco Muñoz y Pedro De la Torre Vargas por haberme apoyado en toda mi carrera Universitaria y brindarme incondicionalmente su apoyo; a mis hermanos y a mi novia por aconsejarme y ayudarme a salir adelante

Agradecimiento

Agradezco a Dios por estar conmigo en todo momento y a la empresa Geotécnica e Hidráulica Civil S.A.C por haber confiado en mí y permitir que me desarrolle como profesional.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

Caratula.....	i
Dedicatoria	II
Agradecimiento	III
Índice de contenidos.....	IV
Índice de figuras.....	V
Índice de tablas.....	VI
Resumen.....	IX
Abstract.....	X
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEORICO.....	5
III. MÉTODOLOGÍA.....	36
3.1 Tipo y diseño de investigación	36
3.2 Operalización de variables	37
3.3 Población, muestra y muestreo	39
3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	40
3.5 Procedimiento	42
3.6 Métodos de análisis de datos.....	43
3.7 Aspectos éticos	43
IV. RESULTADOS.....	44
V. DISCUSIÓN.....	75
VI. CONCLUSIONES	80
VII. RECOMENDACIONES	82
REFERENCIAS	
ANEXOS	

Índice de Figuras

Figura N° 1: Extracción a tajo abierto.....	14
Figura N° 2: Extracción subterránea	14
Figura N° 3: Perforación.....	15
Figura N° 4: Voladura.....	15
Figura N° 5: Carguío y transporte.....	15
Figura N° 6: Método de Flotación.....	16
Figura N° 7: Método de Lixiviación.....	16
Figura N° 8: Esquema de un Pad de lixiviación	18
Figura N° 9: Formación del PAD	19
Figura N° 10: Sistema de Riego.....	20
Figura N° 11: Talud natural y/o artificial	21
Figura N° 12: Mapa de geología regional.....	23
Figura N° 13: Pluviosidad.....	24
Figura N° 14: Falla por carga y sismo	25
Figura N° 15: Falla por deslizamiento superficial	26
Figura N° 16: Falla por rotación.....	27
Figura N° 17: Falla por traslación.....	27
Figura N° 18: Falla por flujo.....	28
Figura N° 19: Zonas Sísmicas.....	32
Figura N° 20: Rango de velocidades de los estratos geosismicos.....	35
Figura N° 21: Imagen del Perfil Sísmico LRS-PAD-01	57
Figura N° 22: Imagen del Perfil Sísmico LRS-PAD-02.....	58
Figura N° 23: Imagen del Perfil Sísmico LRS-PAD-03.....	59
Figura N° 24: Imagen del Perfil Sísmico LRS-PAD-04.....	60
Figura N° 25: Imagen del Perfil Sísmico LRS-PAD-05.....	61
Figura N° 26: Imagen del Perfil Sísmico LRS-PAD-06.....	62
Figura N° 27: Valores de permeabilidad en el Suelo.....	63

Índice de Tablas

Tabla N° 1: Criterios de Análisis.....	34
Tabla N° 2: Criterios de Análisis.....	35
Tabla N° 3: Investigaciones Geotécnicas - Campo	44
Tabla N° 4: Investigaciones Geotécnicas - Laboratorio.....	44
Tabla N° 5: Programa de investigaciones - Calicatas	45
Tabla N° 6: Calicata CAL-PAD-01	45
Tabla N° 7: Calicata CAL-PAD-02.....	46
Tabla N° 8: Calicata CAL-PAD-03.....	46
Tabla N° 9: Calicata CAL-PAD-04.....	47
Tabla N° 10: Programa de Perforaciones Diamantinas.....	48
Tabla N° 11: Porcentaje de Material perforado – DDH-PAD-01	48
Tabla N° 12: Porcentaje de Material perforado – DDH-PAD-02.....	48
Tabla N° 13: Porcentaje de Material perforado – DDH-PAD-03.....	48
Tabla N° 14: Porcentaje de Tipo de Roca – DDH-PAD-01.....	49
Tabla N° 15: Porcentaje de Tipo de Roca – DDH-PAD-02.....	49
Tabla N° 16: Porcentaje de Tipo de Roca – DDH-PAD-03.....	49
Tabla N° 17: Perforación DDH-PAD-02.....	50
Tabla N° 18: Perforación DDH-PAD-02.....	51
Tabla N° 19: Perforación DDH-PAD-03.....	52
Tabla N° 20: Programa de Ensayos DPL	53
Tabla N° 21: Ensayo DPL-PAD-01.....	53
Tabla N° 22: Ensayo DPL-PAD-02.....	54
Tabla N° 23: Ensayo DPL-PAD-03.....	55
Tabla N° 24: Ensayo DPL-PAD-04.....	55
Tabla N° 25: Programa de Ensayo de Refracción Sísmica – Ondas P	56
Tabla N° 26: Estratos Geosismicos encontrados – Refracción Sísmica.....	56
Tabla N° 27: Velocidades de las ondas P en la LRS-01	57
Tabla N° 28: Velocidades de las ondas P en la LRS-02	58
Tabla N° 29: Velocidades de las ondas P en la LRS-03	59

Tabla N° 30: Velocidades de las ondas P en la LRS-04	60
Tabla N° 31: Velocidades de las ondas P en la LRS-05	61
Tabla N° 32: Velocidades de las ondas P en la LRS-06	62
Tabla N° 33: Ensayo de Permeabilidad – Perforación DDH-PAD-01	63
Tabla N° 34: Ensayo de Permeabilidad – Perforación DDH-PAD-02	64
Tabla N° 35: Ensayo de Permeabilidad – Perforación DDH-PAD-03	65
Tabla N° 36: Ensayo de Laboratorio de Mecánica de Suelos	66
Tabla N° 37: Ensayo de Laboratorio de Mecánica de Suelos	66
Tabla N° 38: Ensayo de Laboratorio de Mecánica de Suelos	67
Tabla N° 39: Ensayo de Laboratorio de Mecánica de Suelos – Cantera de Materiales Finos	67
Tabla N° 40: Ensayo de Laboratorio de Mecánica de Suelos – Cantera de Materiales Finos	68
Tabla N° 41: Ensayo de Laboratorio de Mecánica de Suelos – Cantera de Materiales Finos	68
Tabla N° 42: Ensayo de Laboratorio de Mecánica de Suelos – Cantera de Materiales Gruesos	68
Tabla N° 43: Ensayo de Laboratorio de Mecánica de Suelos – Cantera de Materiales Finos	69
Tabla N° 44: Ensayo de Laboratorio de Mecánica de Suelos – Cantera de Materiales Finos	69
Tabla N° 45: Ensayo de Laboratorio de Mecánica de Rocas	69
Tabla N° 46: Ensayo de Laboratorio de Mecánica de Rocas – Propiedades de la Roca	70
Tabla N° 47: Parámetros geotécnicos	72
Tabla N° 48: Resultados de análisis de Estabilidad - Estático	73
Tabla N° 49: Resultados de análisis de Estabilidad – PGA=0.432 g	73
Tabla N° 50: Resultados de análisis de Estabilidad – PGA=0.35 g	74
Tabla N° 51: Resultados de análisis de Estabilidad - Estático	75
Tabla N° 52: Resultados de análisis de Estabilidad – Estudio de Peligro sísmico	75
Tabla N° 53: Resultados de análisis de Estabilidad – Norma E 030	76
Tabla N° 54: Caracterización del terreno - Suelo	78
Tabla N° 55: Caracterización del terreno - Roca	78

Tabla N° 56: Valores de FS en condiciones estáticas y pseudo-estáticas 79

Resumen

El presente trabajo de investigación titulado “Análisis comparativo entre la norma E 030 y el estudio de peligro sísmico en la estabilidad del Pad de Lixiviación Moquegua 2019”, cuyo objetivo fue determinar los factores de seguridad realizando el análisis de estabilidad del Pad de Lixiviación entre la norma E 030 y el estudio de peligro sísmico, para el cual se consideraron los métodos de análisis de Janbu, Bishop y Spencer que son los métodos más acertados y utilizados actualmente en el análisis de estabilidad de taludes.

Para determinar el coeficiente sísmico de análisis, se utilizó la Norma E 0.30 y se realizó un estudio de Peligro Sísmico, para el cual se realizaron trabajos en campo y con las muestras extraídas se realizaron ensayos de mecánica de suelos para obtener las propiedades del suelo; se realizaron simulaciones hasta poder hallar el Factor de Seguridad Crítico, los análisis se hicieron teniendo en cuenta las condiciones estáticas y pseudo-estático.

Los resultados arrojaron que el PAD está en condiciones óptimas de estabilidad y que en conclusión no es un riesgo para el medio ambiente.

Palabras Clave: Estudio de Peligro Sísmico, Norma E 0.30, Factor de seguridad, Pad de Lixiviación

Abstract

This research work entitled "Comparative analysis between the E 030 standard and the study of seismic hazard in the stability of the Leaching Pad Moquegua 2019", whose objective was to determine the safety factors by performing the stability analysis of the Leaching Pad between the norm E 030 and the study of seismic hazard, for which the analysis methods of Janbu, Bishop and Spencer were considered, which are the most successful methods and are currently used in the analysis of slope stability.

To determine the seismic coefficient of analysis, Norme E 0.30 was used and a Seismic Hazard study was carried out, for which field work was carried out and soil mechanics tests were carried out with the extracted samples to obtain the properties of the soil; simulations were carried out until the Critical Safety Factor was found, the analyzes were made taking into account the static and pseudo-static conditions.

The results showed that the PAD is in optimal conditions of stability and that in conclusion it is not a risk to the environment.

Keywords: Seismic Hazard Study, Noma E 0.30, Safety Factor, Leach Pad

I. INTRODUCCIÓN

En la minería, el Pad de lixiviación es el terreno listo para recibir el mineral a ser lixiviado, la ubicación del terreno se evalúa desde los aspectos geológicos, geotécnicos, hidrogeológicos y ambientales. El procedimiento consta en extraer ciertos materiales de un sólido cuando se pone en contacto con el líquido solvente, el cual hace de medio de transporte. El pad de lixiviación se diseña de acuerdo a los resultados del estudio de mecánica de suelo, ya que dependiendo de los resultados es que se realiza una distribución óptima del material a ser depositado.

Uno de los puntos más importantes a analizar del Pad de lixiviación es el análisis de estabilidad de taludes, ya que, una vez desencadenado el deslizamiento por factores sísmicos, este impactaría de manera ambiental el ecosistema. Tal es el caso del Pad de lixiviación perteneciente a Southern Perú Copper Corporation ubicado en la unidad minera Cuajone en el departamento de Moquegua.

Nuestro país posee la más alta actividad sísmica, formando parte del Cinturón Circumpacífico, las manifestaciones tectónicas de la región occidental de Sudamérica, como es la Cordillera de los andes y la fosa oceánica Perú – Chile, están relacionados con la sismicidad del Perú y otros fenómenos telúricos, son la consecuencia del choque de dos placas convergentes cuya resultante más notoria precisamente es el proceso orogénico contemporáneo comprendido por los andes.

Moquegua se encuentra ubicado dentro del flanco andino del Sur del Perú (Cordillera de los Andes), en el cual se pueden presenciar nevados y volcanes, es por ello la importancia del análisis de estabilidad del Pad de lixiviación de la unidad minera Cuajone; ya que al encontrarse en dicha ciudad que es una de las regiones con más actividad sísmica y debido a su ubicación geomorfológica y a la presencia de volcanes, siendo el más conocido el Huaynaputina; pueda ocurrir el deslizamiento de sus taludes.

En la actualidad no se ha encontrado una forma de predecir lo eventos sísmicos ya que estos ocurren de una manera inesperada trayendo consigo pérdidas humanas

y materiales, para ello es que se han desarrollado softwares que permiten estimar la vulnerabilidad y riesgo sísmica.

En el ámbito de la Ingeniería Civil existen muchos programas o softwares que son utilizados para poder ver el comportamiento de una estructura, terreno, etc.; ante un evento sísmico y así tomar medidas para eliminar y/o amenorizar el impacto que pueda traer consigo. Estos programas modelan en base a parámetros y factores obtenidos en campo mediante ensayos y/o pruebas In-Situ o muestras ensayadas en laboratorios.

Uno de los programas más utilizados para poder analizar la estabilidad de taludes en base al comportamiento del terreno es el programa SLIDE. Slide es un software que analiza la estabilidad de talud haciendo uso de los LEM, para realizar el modelamiento se necesita los valores como el coeficiente de fricción, ángulo de corte y el peso unitario del suelo. Estos valores son obtenidos mediante los ensayos de laboratorio (corte directo y compresión triaxial) realizados a las muestras de suelos. El programa analiza la estabilidad de talud de manera Estática (no hay presencia de sismo) y Pseudo estático (presencia de sismo), para poder analizar de manera Pseudo estático se requiere determinar el coeficiente sísmico de la zona; para ello se requiere realizar un estudio de peligro sísmico del proyecto y/o basándose en la normativa E 030, la cual divide al Perú en 4 zonas sísmicas (zonificación) e indica por cada una de ellas su aceleración máxima horizontal (Z).

Los valores obtenidos de la modelación en condición estática y pseudo estático deben ser mayores a los factores de seguridad establecidos en las normas “United States Bureau Of Reclamation” (USBR) y la “Guía ambiental para la estabilidad de taludes de residuos sólidos (MEM).

Por lo mencionado líneas arriba, se plantea la siguiente problemática: ¿En cuánto difiere los resultados obtenidos de la norma E 030 y el estudio de peligro sísmico de la estabilidad del Pad de Lixiviación?

Los problemas específicos son los siguientes: ¿Cuál de los métodos de equilibrio limite arrojará un mejor factor de seguridad para la estabilidad del Pad de Lixiviación?

¿Qué estudios previos se deben realizar al terreno donde se emplazará el Pad de Lixiviación? ¿Qué ensayos específicos de mecánica de suelos se deberá realizar para caracterizar el suelo donde se emplazará el Pad de Lixiviación?

Las justificaciones del presente trabajo de investigación se basan en las necesidades de realizar el presente trabajo y son las siguientes:

Justificación ambiental: El Pad de Lixiviación puede tener alturas de hasta 20 metros o depende del diseño de esta, para la extracción del material se riega por aspersión haciendo uso del cianuro ya que este líquido separa el material de soluble de las insolubles, pero por termino ambiental debajo del material o en el llamado interface mineral – suelo hay una geomembrana que protege al suelo del cianuro. Si no se realizaría la evaluación o el análisis de estabilidad de esta estructura, no se podría saber si es segura ante un evento sísmico o si estáticamente no presenta problemas, ya que si hubiera algún deslizamiento del talud este podría traer consigo una contaminación del suelo y agua; ya que el área protegida por la geomembrana es solo el área donde se depositará el material. **Justificación económica:** La Pila de Lixiviación genera un costo en la minería por lo que realizar el análisis de estabilidad de esta es importante: ya que de esta manera se sabría si el Pad de segura tanto de manera estática y pseudo-estático. DE no realizarse el análisis de estabilidad de esta estructura y no saber si esta fallaría podría traer consigo pérdidas económicas en la compañía minera por la estructura misma del Pad ya que debajo de ella hay una red de tuberías HDPE para la recolección del mineral, las cuales sus costos son elevados y también por el mineral perdido ya que al deslizarse este se combinaría con el suelo. **Justificación teórica:** Esta investigación se realiza con el fin de aportar conocimientos sobre lo que es un Pad de Lixiviación, la importancia de esta en el sector minera; así mismo de la importancia del análisis de estabilidad en este tipo de estructuras, si es mejor realizar un estudio previo de peligro sísmico o basta con aplicar los parámetros que

se indica en la norma E 030 para realizar un análisis de estabilidad y en cuanto difieren los resultados del análisis.

El objetivo general del presente Trabajo de Investigación es la siguiente: Realizar el análisis de estabilidad aplicando la normal E 030 y el estudio de peligro sísmico del Pad de Lixiviación usando el programa computacional Slide.

Los objetivos específicos son los siguientes: Hacer el análisis de estabilidad de los taludes del Pad de Lixiviación de la Unidad Minera Cuajone con los métodos de equilibrio límite, Realizar los estudios previos al terreno donde se emplazará el Pad de Lixiviación y Hacer los ensayos específicos de mecánica de suelos para realizar la caracterización del suelo donde se emplazará el Pad de Lixiviación

La hipótesis general es la siguiente: Los resultados obtenidos del estudio de peligro sísmico y la normal E 030 permitirán determinar el factor de seguridad mínimo a aplicar para el análisis de estabilidad del Pad de Lixiviación

A continuación, se muestran las hipótesis específicas: El uso de los métodos de equilibrio límite permite evaluar e interpretar de mejor manera la estabilidad del Pad de Lixiviación, Los estudios previos permiten obtener más información del terreno donde se emplazará el Pad de Lixiviación y Los ensayos específicos de mecánica de suelos ayudaran a la caracterización del terreno donde se emplazará el Pad de Lixiviación.

II. MARCO TEÓRICO

Ortiz, (2011), en su investigación de tesis con título ***“Impacto ambiental producido por los botaderos de desmonte y pads de lixiviación en la mina Santa Rosa de Puno”***, de la Universidad Jorge Basadre Grohmann de Tacna para optar el grado de Maestro en Ciencias con mención en Gestión Ambiental y Desarrollo sostenible, dicha tesis tiene como objetivo general realizar la evaluación y determinar los niveles de impacto ambiental que ha producido el botadero de desmonte y la pilas de lixiviación de la mina en mención, el autor menciona que el pad de lixiviación forma parte de un proceso de la recuperación de mineral, la cual cuenta con un sistema de tuberías, un sistema compuesto de revestimiento suelo y geomembrana así mismo un sistema de colección de solución, también menciona que es un ejercicio simple en ingeniería definir la estabilidad de un talud en termino de factores de seguridad para así obtener un análisis de estabilidad y que los factores que influyen en este análisis son la geometría del talud o del mineral depositado, parámetros geológicos y las cargas dinámicas por acción de un sismo; finalmente concluye que un estudio de consistencia de los botaderos y pads, tienen una gran influencia al controlar o realizar un diseño de talud, así mismo según su modelamiento los taludes del pad de lixiviación le arroja que los taludes deben estar entre los 25 y 26 grados de inclinación y de ser el caso incluir banquetas de 6 metros.

Nuñovero, (2000), investigación para optar el título profesional de Ingeniero en Minas titulada ***“Diseño y construcción de Pads de lixiviación en pilas”***, de la Universidad Nacional de Ingeniería de Lima, menciona que la lixiviación en pads y botaderos es el termino dado a la proceso de extracción de metales pesados con una solución química a través de un apilamiento de mineral, a raíz de ello es que la ubicación de las instalaciones de lixiviación deben ser cuidadosamente consideradas viéndolo desde los aspecto económicos y ambientales, optimizando los costos de instalación mientras se reduce el potencial de impacto ambiental, así mismo el diseño ingenieril de las instalaciones de lixiviación están destinadas a proteger la naturaleza mientras se ejecuta la lixiviación de un forma confiable y económica, estos diseños comprenden mayormente dos filosofías básicas las cuales son por función y por regulación; también menciona que durante el diseño y

vertimiento de los mineral a ser lixiviados, los ingenieros deben diseñar vertientes estables y que para ello las vertientes deben presentar resistencias de materiales de gran magnitud, lo suficiente como para resistir el movimiento de la cara exterior para la geometría y bajo la carga sísmica; finalmente el autor llega a la conclusión de que para poder realizar un análisis de estabilidad se debe tener en cuenta el ángulo de fricción de la interface del material a ser lixiviado y que es de suma importancia seleccionar el sitio donde estará ubicado el PAD.

Ludeña, (2014), en su tesis para obtener el título profesional de Ingeniero Civil titulado ***“Influencia de bermas y canales en la estabilidad de pilas de lixiviación”***, de la Universidad Nacional de Ingeniería de Lima, el objetivo es estudiar la influencia de las estructuras como liseras (bermas) y canales para mejorar la estabilidad de la pila de lixiviación, para ello el autor menciona que en la minería la lixiviación por medio del cianuro que a su vez hace de medio de transporte y que es el proceso con mayor utilización en la industria ya que es el método más adecuado para extraer minerales de baja ley, para ello el diseño de un pad de lixiviación es sumamente importante ya que comprende los estudios hidrológicos, ubicación de las instalaciones, balance de aguas y monitoreo durante su operación ya que estos lineamientos se centran en labores indispensables para poder cuidar la integridad de la persona y el entorno que lo rodea, así mismo menciona que uno de los puntos más importantes para los aspectos de diseño y construcción del pad de lixiviación es el cimiento ya que un suelo ideal es aquella que es firme y homogéneo; por otra parte menciona que los requisitos de estabilidad del pad son actualmente mejor evaluadas haciendo uso de programas de computación ya que son capaces de identificar superficies de desplazamiento tanto de manera estática y pseudo estático. Finalmente concluye que haciendo uso de los programas computacionales se obtiene una idea del cómo influirá un sismo en la estabilidad de la pila de lixiviación.

Rivera, (2019), en su tesis titulado ***“Factibilidad para la construcción de un pad dinámico sobre un botadero analizando la estabilidad, en la compañía minera los Andes Perú Gold S.A.C”***, de la Universidad Nacional de Trujillo para obtener el título de Ingeniero de Minas, menciona que el Pad de lixiviación es como una

estructura con forma de pirámide escalonada donde se almacena el mineral y se riega con cianuro y que este es captada a través de un sistema de tuberías instaladas en la base para luego ser conducidas hacia la poza de proceso; así mismo menciona que el SLIDE es un elemento computacional para observar en que condición se encuentra las estabilidades de taludes y que se pueden analizar todos los tipos de suelos, rocas y taludes de tierra y que dentro del análisis se puede asignar propiedades a los materiales, propiedades de soporte, propiedades de carga e incluir niveles freáticos, y que es una herramienta muy fundamental ya que permite conocer el comportamiento de la pila de lixiviación ante presencia sísmica, finalmente recomienda mantener un control y seguimiento del PAD haciendo uso de instrumentación geotécnica.

Sáenz, (2017), en su proyecto de investigación titulado **“Análisis para estabilidad de taludes en roca utilizando mallas galvanizadas ancladas, ciudad nueva Fuerabamba”**, de la Universidad Nacional del Centro del Peru para optar por el título profesional de Ingeniero Civil, tuvo como objetivo reconocer, inspeccionar y reparar los elementos inestables en un talud rocoso para ello se realizaron investigaciones en base a los reportes geológicos y geotécnicos que fueron incluidos en los diseños para el tratar y estabilizar el talud, así mismo menciona que en la actualidad en el estudio de la ingeniería básica se incluye desde un inicio del diseño la estabilidad de taludes ante un admisible desprendimientos de suelo y roca, la falla en el equilibrio de un talud se produce por un desnivel el cual puede ser por diversos factores, pero siendo la más destacada un evento sísmico; menciona que la clasificación de los métodos de cálculo en las cuales se encuentra los Métodos de equilibrio límite las cuales se basan en los principios estáticos para así definir el estado equilibrio de una masa de terreno extremadamente inestable; menciona que dentro de los LEM se encuentran los métodos exactos y no exactos las cuales también se pueden encontrar en el programas Slide y que es por ello que califican a este programa como el más completo para realizar estos análisis de estabilidad. Finalmente, el autor recomienda que se empleen buenos planteamientos y métodos LEM exactos para realizar un buen estudio de estabilidad.

Beneyto, Gutierrez, Mroginski, Rado y Awruch, (2011), en su artículo **“Análisis de estabilidad de taludes mediante técnicas de optimización Heurística”**, mencionan que el dilema de la estabilidad de pendientes (taludes) es importante en obras ingenieriles, ya que se trata de encontrar la elevación más idónea para talud, para una geometría y característica de suelo dado así mismo, esta estabilidad es expresada numéricamente a través del factor de seguridad, el cual obedece a las cargas actuantes, y de las particularidades geométricas y físicas de la masa de suelo, los F.S pueden ser calculadas mediante el empleo de teorías simplificadas de resistencia de materiales, como los LEM que son ampliamente usados y sirven para la evaluación del fenómeno de estabilidad de taludes en la cual se suman fuerzas y momentos en relación a una superficie de falla la cual se desliza con respecto al resto de la masa de suelo, por otra parte más allá del dilema de la modelación del material del suelo, está presente el asunto del estudio de los criterios de evaluación de sistemas estructurales es por ello que se debe realizar un análisis computarizado de sistemas que impliquen complejidades relevantes frente a acciones estáticas y dinámicas.

Foncea, González y Paredes, (2012), para optar el grado de Magíster en ciencias de la Ingeniería mención Ingeniería Geotécnica titulado **“Estudio experimental de la permeabilidad de materiales depositados en pilas de lixiviación”**, de la Universidad de Chile, menciona que la lixiviación en pilas es uno de las tácticas utilizadas para separar minerales y que en los últimos años se han empleado e incorporado para minerales de baja ley, así mismo mencionan que el diseño de pilas de lixiviación incorporando variables geotécnicas en el diseño como las necesidades de flujo de las soluciones ácidas y la estabilidad tanto estática y sísmica, así mismo menciona que la lixiviación se desarrolla en pilas y que estas son áreas de gran extensión y en algunos casos tienen altitudes grandes; en donde los minerales son regados con emulsiones ácidas, también describe que la zona la cual es considerada interface mineral y suelo se encuentra impermeabilizada y posee un sistema de tuberías la cual hace de colección y drenaje; para que luego los materiales sean dirigidos hacia las piscinas de procesos, por otra parte mencionan que uno de los factores más importantes en la estabilidad del suelo es la granulometría y que lo suelos finos más plásticos serán menos susceptibles a

que exista inestabilidad interna, finalmente los autores concluyen que en los terrenos existen cambios de permeabilidad en pleno proceso de extracción de mineral (Lixiviación) y que la acidez de las soluciones no deben afectar la permeabilidad de los suelos.

Ramón, (2015), en su proyecto de investigación para obtener el grado de magíster en ciencias de la ingeniería mención mecánica titulado **“Análisis computacional y experimental del proceso de saturación en columnas de lixiviación de distintos diámetros”** de la Universidad de Chile, tiene como objetivo realizar la simulación hidrodinámica del proceso de colmatación y determinación del mineral dentro de las columnas de lixiviación de diferentes calibres, menciona que dicho proceso está dentro de los procesos hidrometalúrgicos y que presentan aproximadamente el 20% de la elaboración del cobre, corresponden a procesos metalúrgicos donde la extracción de esta se realiza mediante el riego de una solución química que posteriormente es captada a través de un sistema de tuberías HDPE que permite la canalización de la solución y luego ser enviada a la siguiente etapa de procesamiento, por otra parte menciona que el equilibrio de la pila está dado principalmente por la altura de ésta en la cual naturalmente a mayor altura es el cuidado respecto a la estabilidad de su talud, así mismo menciona que la preparación de la base y el sistema de tuberías es debido a las conmociones ambientales debido al uso de agentes liviantes y por ello que el terreno o suelo este aislada del material sea mediante una geomembrana de polietileno.

Bartolomé y Gómez (2011) en su proyecto de investigación para obtener el título de Ingeniero de minas titulado **“Diseño y estabilidad de taludes de la celda específica final para desechos tóxicos en el relleno sanitario la Bonanza Charallave. Edo. Miranda”**, de la Universidad Central de Venezuela, mencionan que la estabilidad tanto del suelo o roca puede ser alterado por fenómenos naturales o por influencia humana es por ello la importancia que tiene la investigación sobre los componentes topográficas, geológicas, geotécnicas y ambientales los cuales permiten diseñar y realizar la construcción de taludes el cual a su vez está controlada por una serie de parámetros como la fricción, cohesión, presión de agua, etc., por otra parte menciona que para el diseño de taludes debe

tenerse en cuenta una serie de factores que son resultados de las diferentes discontinuidades geológicas dentro de los factores para el diseño se encuentra la conformación del talud, fuerzas externas y técnicas de defensa en las cuales están los colectores de líquidos lixiviados que son tuberías perforadas. Finalmente recomienda hacer estudios geotécnicos en el suelo donde se vaya a emplazar una estructura mediante perforaciones o calicatas.

Salas (2011) en su investigación titulado ***“Análisis de estabilidad del diseño del rajo del proyecto angostura, Santander, Colombia”***, de la Universidad de Chile para obtener el título de geólogo, tiene como objetivo principal estudiar el diseño para la estabilidad de los taludes principales pertenecientes a los distintos dominios estructurales, en el tajo del proyecto Angostura, así mismo indica que para realizar los análisis es necesario tener en cuenta los criterios de ruptura y que se ajuste lo más posible a las características del problema y que depende del tipo de material que se va a analizar, para los análisis de estabilidad cinemáticos es necesario tener en cuenta los parámetros de diseño de un talud y el F.S estipulado para el proyecto, también indica realizar los modelamientos en el programa Slide se necesitan realizar ciertos ensayos de mecánica de suelos en donde los más importantes para realizar el análisis son corte directo y compresión triaxial ya que estos ensayos arrojan los factores necesarios para realizar los análisis de estabilidad, finalmente el autor propone un plan de monitoreo completo en una etapa temprana de la operación minera ya que es una herramienta invaluable para la evaluación del rendimiento del diseño del talud y del riesgo de falla.

SUMAN, (2015), in his thesis to obtain the bachelor's degree in Technology entitled ***"Stability Analysis in earrings by numerical modeling"*** of the National Institute of Technology, mentions that the safety factor of the surface or plane failure is the ratio of the forces acting to maintain the mass of failure instead (cohesion multiplies the area of the fault surface plus resistance to friction cutting determined using the normal effective effort in the plane of failure) to the forces trying conduct the mass of failure; fault surface (the sum of the weight component, wáter forces and all other external forces acting along the fault surface). It is calculated by solving all the forces

acting on the potential mass of failure in parallel and normal directions to the potential surface failure.

Nermeen Albataineh, (2006), in his thesis to obtain the Master of Science degree entitled "***Stability Analysis in Earrings by 2d And 3d Methods***" of the University of Akron, mentions that the two-dimensional methods of slope stability are the most used among engineers due to its simplicity. However, these methods are based on simplified assumptions to reduce the three-dimensional problem to a two-dimensional problem and, therefore, the accuracy of the analysis results varies between different analysis methods.

Hang, (2008), in his thesis to obtain the degree of Doctor of Philosophy entitled "***Modeling the effects of soil and vegetation variability on the stability of natural slopes***" of the University of Adelaide, mentions that slope stability It is usually done to assess the safety of natural slopes, excavations, embankments, land and sanitary landfills. Over the years, slope stability analysis has evolved from tedious manual calculations to advanced computing solutions and probabilistic analyzes. The improvement in tools for slope stability analysis, in most cases, has improved the engineer's understanding of the problem of slope stability. The following sections briefly discuss the available methods of slope stability analysis.

La Minería: Conjunto de técnicas, actividades que aplica la ciencia para el hallazgo y el aprovechamiento de yacimientos minerales. La terminología se relaciona con las labores subterráneas encaminados al arranque y al trabajo de una mena o la roca asociada. En campo, el vocablo involucra los trabajos a cielo abierto, canteras, dragado aluvial y procedimientos compuestos que introducen el tratamiento y la transformación bajo tierra o en superficie. La minería viene a ser un trabajo de antaño de la humanidad, que consta en conseguir selectivamente los minerales y otros materiales a partir de la corteza terrestre. Aproximadamente inicios de la Edad de Piedra, hace 2,5 millones de años a más, viene siendo la primordial fuente del material para la elaboración de materiales. Al inicio, comprometía solamente la actividad, muy rustica, de desenterrar el sílex u otras rocas. Conforme se despejaban los yacimientos de la superficie, las excavaciones se hacían más

hondos, hasta que empezó la minería subterránea. La minería de superficie se data de épocas mucho más primitivos que la agricultura. (Ministerio de minas y energía, 2003, p. 108)

La minería en el Perú: El trabajo minero se desempeña en el Perú desde periodos pre-hispánicas, por la abundancia de metales que ofrece el territorio. En la actualidad, la minería es una de las primordiales labores en base a la economía del país y representa una extensión muy atractiva para potenciales adquisiciones dadas sus perspectivas de elevado desarrollo. El Perú tiene importantes recursos mineros y es uno de los principales productores de metales a nivel internacional. En la industria, sobresalen compañías como Buenaventura, Volcan, Minsur, El Brocal, Southern Perú Copper Corporation, además empresas de la mediana minería y nuevos emprendimientos. Complementariamente, el Perú es uno de los primordiales destinatarios del presupuesto global de exploración minera y es una dirección de interés para las industrias mineras de escala mundial (Larrain Vial SAB, 2012, p. 14)

Importancia de la Minería en el Perú: La actividad minera es la primordial productora de divisas y ganancias fiscales para el Perú, lo que lo cambia en un sector provechoso sumamente considerable para la economía del país. Asimismo, es una importante generadora de inversiones, primordialmente en zonas remotas. En dichas áreas se conforman pequeños clústeres que promueven la descentralización de la actividad productiva. Esta actividad además ha cooperado a la mejora de la condición de vida de la población, en singular, al interior del país y en zonas alto andinas. (Larrain Vial SAB, 2012, p. 14).

Perú es uno de los países con superiores provisiones y producción en el mundo. “La minería colabora con el aumento económico, crea empleo espontáneo e indirecto y genera beneficios para la sociedad”. Perú predomina en cuanto a sus reservas de minerales, lo que marca su potencial en atraer financiamientos e inversiones y es el rubro que más aporta al Producto Bruto Interno (PBI) minero potencial. (Tamayo, Salvador, Vásquez y Zurita, 2017, p. 52).

Clasificación de la Minería en el Perú: La clasificación de la minería se realizará acorde al Decreto Legislativo N° 109 de la Ley General de Minería.

- a. Por tipo de Actividad
 - De exploración y explotación
 - De beneficio
 - De labor general
 - Transporte Minera
- b. Por propiedades de las sustancias
 - Metálicas
 - No metálicas
 - Carboníferas
 - Geotérmicas
 - Petróleo
 - Piedras preciosas y semipreciosas
- c. Por sistema de explotación
 - Tajo abierto
 - Subterráneos o de socavón
- d. Por dimensión
 - Grande
 - Mediana
 - Pequeña
 - Artesanal

Procesos Productivos en la Minería: De acuerdo al Grupo Antofagasta Minerales (2012), los procesos productivos en la minería son las siguientes:

- a. Extracción: Se extrae la roca a partir el yacimiento para luego ser transportada a la posterior etapa, esta actividad del pétreo se lleva a cabo de dos formas:
 - Extracción tajo y/o cielo abierto (Ver Figura N°1)
 - Extracción subterránea (Ver Figura N°2)

Figura N° 1: Extracción a tajo abierto



(*) Fuente: Ocio Magazine. Alexis Vega (2010)

Figura N° 2: Extracción subterránea



(*) Fuente: Revista Energiminas. Jean Pierre Fernández (2019)

- b. Extracción Mina tajo abierto y subterráneo: Sacar la roca desde el yacimiento para después enviarla a la fase de transformación (mineral) o a botaderos (baja ley o estéril)

Los subprocesos implicados en esta actividad son:

- Sondeo y/o perforaciones (Ver Figura N°3) y voladura de la roca (Ver Figura N°4)
- Carguío y transporte de los materiales hacia la planta o botaderos (Ver Figura N°5)

Figura N° 3: Perforación



Figura N° 4: Voladura



Figura N° 5: Carguío y transporte



c. Procesamiento: El mineral es sometido a diferentes fases que tienen el propósito de incrementar su concentración para permitir su venta o ser dispuesto para su fundición y refinación.

Se puede encontrar gran variedad de fases metalúrgicas a emplear, supeditándose a las particularidades del mineral, los principales métodos son:

- Sulfuros (minerales profundos): Flotación (Ver Figura N°6)
- Óxidos (minerales en superficie): Lixiviación (Ver Figura N°7)

Figura N° 6: Método de Flotación



(*) Fuente: Rumbo Minero, 2017

Figura N° 7: Método de Lixiviación



(*) Fuente: Rumbo Minero, 2017

d. Fundición y refinación

- **Proceso de Fundición:** Es la independización de los metales comprendidos en los concentrados por una fase pirometalúrgico, obteniendo de ese modo metales de proceder impuro las cuales tienen elevados contenidos de metales.
- **Proceso de Refinación:** Consta en el alcance de los metales en un estado de pureza tal que, están aptos para su cambio industrial.

Lixiviación: La hidrometalurgia, compete a la tecnología de separar los metales, desde los materiales que los engloban, a través de medios físicos-químicos acuosos. La lixiviación es una fase donde participa un material sólido de raíz, un agente disolvente que normalmente está diluido en la solución acuosa y ocasionalmente un agente superficial que ejerce como oxidante o reductor y coopera en la disolución del metal de rédito mediante un cambio en los potenciales de óxido-reducción de la solución lixivante. (Hernández, 2013, p 30)

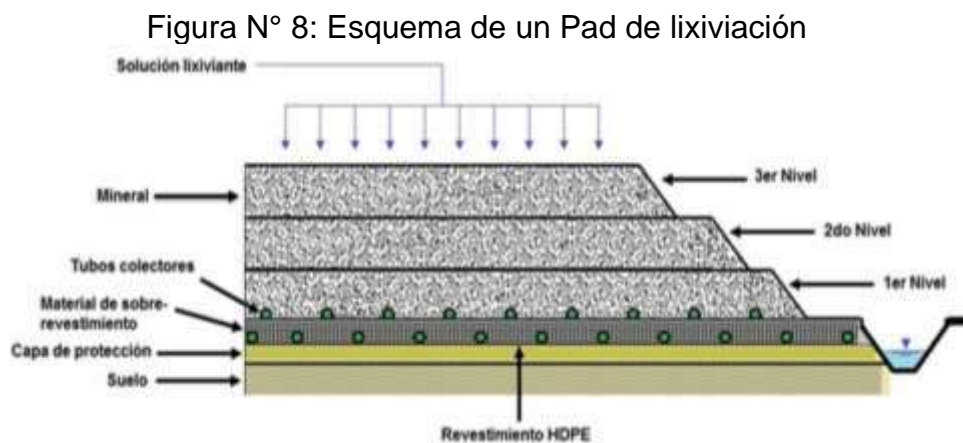
La lixiviación es alterar un mineral con una sustancia compleja, en la cual un disolvente adecuado disgrega sus partes solubles de las insolubles, de esta fase se distinguen distintos procedimientos de operación que se eligen según agentes técnicos y económicos en el análisis de un proyecto. (Cárdenas, Díaz, Guajardo y Oliva, p. 1).

En la minería el término lixiviación se conceptualiza como un proceso hidrometalúrgico. Esto significa que, con la ayuda del agua o algún agente disolvente como mecanismo de transporte, se usan químicos determinados para desunir los minerales valiosos de los no valiosos. Esta fase posibilita trabajar mineras que suelen ser conceptuados de baja ley siempre que el trabajo de la unidad involucre una actividad a gran escala. Es decir, que la lixiviación es un proceso de redimición que busca hacer económico un proyecto conforme se laboren con mayores volúmenes de material. (Sociedad Nacional de Minería, Petróleo y Energía, 2007)

Pad o pila de Lixiviación: En términos simplistas se puede decir que es una acumulación, que sigue una configuración geométrica diseñada minuciosamente

de tal manera que garantice el adecuado proceso de lixiviación del mineral durante un periodo de tiempo con una solución química que disuelve el metal presente en el mineral, para posteriormente recolectar el material acuoso por medio de sistemas de drenaje instaladas debajo de la pila (Ver Figura N°8)

También se puede conceptualizar a la pila como una estructura permeable donde se confinan materiales procedentes de la extracción minera para ser sometidos a la fase de lixiviación. La solución acuosa post-lixiviación, que por gravedad se filtra a través del material lixiviado al fondo de la pila de lixiviación es la que comprende el mineral y es separado a través un sistema de colección de solución que la transporta hacia la planta de procesos. (Ludeña, 2014, p. 15).



(* Fuente: Ludeña, L. (2014)

Solución lixivante (Cianuro): Es el líquido que se riega sobre al material que contiene el mineral.

Mineral: El mineral se encuentra dentro del material que es extraído de la mina, y transportado hacia el Pad de lixiviación.

Tubos colectores: Es el sistema de tuberías HDPE el cual se encuentra en toda el área de la estructura para poder transportar por gravedad el material extraído.

Capa de Protección (Geomembrana): Es la que proporciona la impermeabilidad a toda la estructura, garantiza que el cianuro no prosiga su recorrido hacia el terreno o suelo natural.

Proceso de Lixiviación

Chancado: El material que es traído del yacimiento, es fraccionado a través el chancado primario y secundarios inciertamente se realiza un terciario; con la meta de adquirir un material mineralizado de una dimensión máxima de 1,5 a $\frac{3}{4}$ de pulgadas. Esta medida es más idónea para exponer los minerales a la infiltración de la solución ácida.

Formación del Pad de Lixiviación: El material chancado es transportado a través de fajas o camiones (Ver Figura N°9), que van al sitio donde se formará la pila. En el recorrido el material se pone a una primera irrigación con una solución de agua y ácido sulfúrico el cual es un proceso llamado curado, luego de manera de empezar; en el camino la fase de sulfatación del mineral contenido en el material. Finalmente, el mineral es descargado de manera ordenada formando así el PAD. Sobre el mineral se instala un sistema de riego por goteo y aspersores que van abarcando toda el área expuesta.

Debajo del material a lixiviar se coloca previamente una geomembrana que impermeabiliza el suelo; así mismo se coloca un sistema de tuberías HPDE la cuales tienen ranuras para recolectar el mineral que se filtrar del material o piedra chancada.

Figura N° 9: Formación del PAD



(*) Fuente: Breitenbach

Sistema de Riego: Mediante el método de riego por goteo y de los aspersores (Ver Figura N°10), se vacía cuidadosamente una solución ácida que abarca toda el área del PAD. Esta sustancia se filtra en la pila hasta la base, actuando de inmediato. La solución emulsiona el mineral del material chancado, estas son recaudadas por el sistema de drenaje y después son llevadas al exterior del sector de pilas en canaletas impermeabilizadas.

El regadío de las pilas se mantiene por un lapso de 45 a 60 días, luego de lo cual se infiere que se ha acabado casi totalmente la porción de mineral lixiviable. El material sobrante o ripio es trasladado con destino a los botaderos donde podría empezar la segunda fase de lixiviación.

Figura N° 10: Sistema de Riego



(*) Fuente: Biohydro.cl

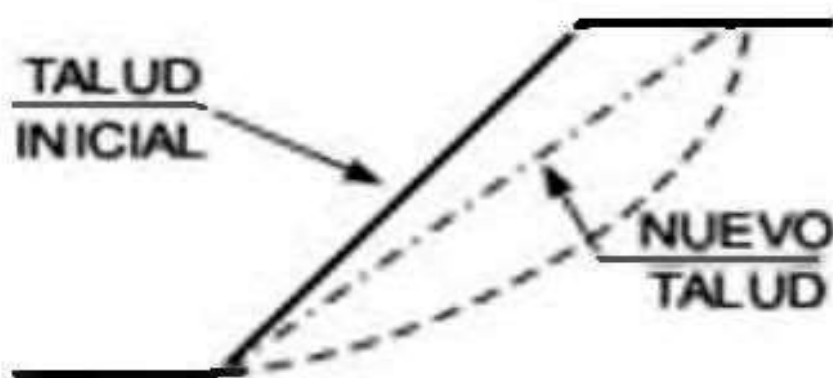
Talud: Se comprende por talud a cualquiera de las superficies inclinadas con razón a la horizontal que debe de acoger fijamente las estructuras de tierra. No hay cuestión de que el talud es una estructura complicada de estudiar, esto se debe a que en su estudio encaja con los problemas de mecánica de suelos y de mecánica de rocas, sin desconocer el papel esencial que la geología aplicada ocupa en la elaboración de cualquier pauta aceptable.

El talud, cuando se crea en aspecto o diseño natural (Ver Figura N°11), sin que el hombre intervenga, se le llama ladera natural o simplemente ladera. En los taludes donde el hombre ha intervenido, se les llama cortes o taludes artificiales; de acuerdo a la creación de su formación, en el corte se ejecuta una excavación en

una formación terriza natural (desmontes), en tanto que los taludes artificiales son los lados inclinados de los terraplenes.

En ciertas labores de la Ingeniería Civil es primordial usar el suelo con forma de talud como punto de la obra. Es el caso de los terraplenes en vías, en presas de tierra (como la Presa Retardadora del Ludueña, Rosario), canales, etc.; donde se necesita analizar la estabilidad del talud. En algunos casos la estabilidad tiene un rol muy importante en la obra, supeditando la existencia de la misma como puede observarse en presas de tierra, donde si un cálculo se hace mal, puede hacer fracasar la obra. (De Matteis F, 2003, p 3)

Figura N° 11: Talud natural y/o artificial



(*) Fuente: Método o medidas de estabilización de taludes. Recuperado de geologiaweb.com

Diseño de Taludes: Para poder realizar el proceso de análisis y dimensionamiento de un talud se necesita lo siguiente:

Revisar la información existente

En caso no haber información, realizar estudios geológicos – geotécnicos y estudios de peligro sísmico y/o apoyarse de normas como la E 030.

Realizar el diseño en base de los datos conseguidos de los estudios o información.

Estabilidad de taludes: La estabilidad es la disposición que poseen los elementos de las estructuras de tolerar las operaciones sin volcarse o caer. Las estructuras que, al colocar un pequeño empuje y/o cargas estas por sí solas tienden a perder el equilibrio; es por ello que se dice que son inestables.

La estabilidad se someterá a la forma de la estructura, de los apoyos y de la distribución de los pesos. Primeramente, como medida es inapelable definir los criterios de estabilidad, captándose como algo tan simple como el poder decir en un instante dado cuál podría ser el ángulo apropiado en un terraplén; mayormente los ángulos más apropiada serán la más inclinada que se mantenga el tiempo necesario sin caerse. (De Matteis F, 2003, p 4)

Es la reparación geotécnica integral la cual propone en un talud, terraplén, excavación, de corte, natural u otros, vasto de integrar el equilibrio idóneo y sostenible, que obedezca los principios gravitatorios y sísmicos, evaluados por factores de seguridad, sin afectar negativamente a su entorno. (Norma CE 020, p 5)

Factores que influyen la estabilidad de Taludes

Antecedentes históricos: Los escurrimientos en taludes se dan de diferentes maneras y ante ello hay un grado de incertidumbre en su pronóstico. Comprender los deslizamientos que suceden en el área de afecto conforma un punto de partida importante ya que se detecta y evalúa los deslizamientos potenciales que pudieran acontecer en el futuro.

Para ello se puede examinar diferentes fuentes tales como diarios locales, revistas, mapas de zonificación geológica, etc.

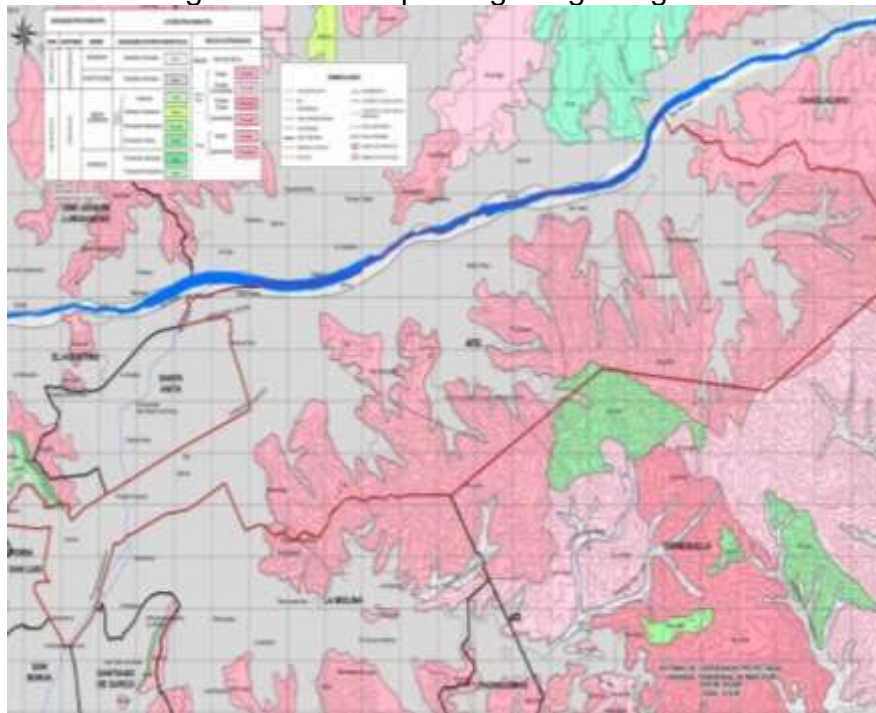
Geología de la región: Los relieves y topografías están definidos por la geología del área, lo que permite estimar susceptibilidades de movimiento a nivel regional. En general los deslizamientos podrían ocasionarse en diversos tipos de relieve, no obstante, en base a la práctica, se ha demostrado que los deslizamientos son más frecuentes en algunos tipos de relieves, los cuales pueden ser:

- a) Taludes escarpados: En estos terrenos, en su mayoría, los deslizamientos ocurren a lo largo del tacto con las piedras de suelos coluviales, ya que este material no puede conservar la misma inclinación que la roca y ante un lluvia o corte al pie del talud comienza el deslizamiento

- b) Áreas de concentración de drenaje y filtración: Realizar o tener un estudio de la red de drenaje ya que es probable que ocurran filtraciones y estas originen deslizamientos.

- c) Áreas de concentración de fracturas: Estructuralmente el deslizamiento de taludes podría ser condicionado por superficies tenues tales como fallas, diaclasas, etc. (Ver Figura N°12)

Figura N° 12: Mapa de geología regional



(*) Fuente: Cismid

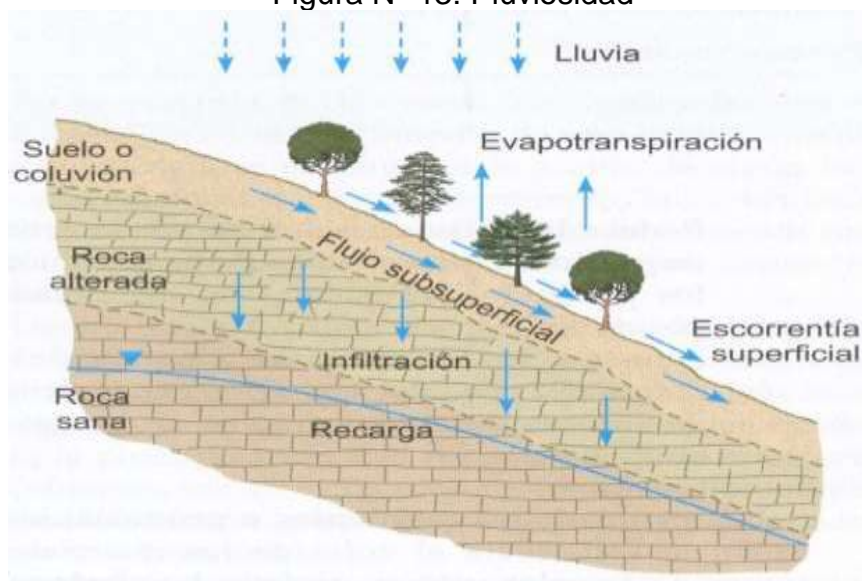
Topografía y estabilidad: Los mapas ayudan a detectar los deslizamientos o también grandes áreas de deslizamiento. Tener un mapa topográfico a una adecuada escala e intervalo facilitan la identificación de los deslizamientos

Resistencia del suelo y pendiente del talud: Los suelos cuentan con dos posturas básicas ante la aparición de un esfuerzo cortante, a través del roce intergranular de las partículas que lo componen y por las fuerzas que unen a las partículas entre sí.

Pluviosidad: Este posee un efecto importante en la estabilidad de taludes, debido a que influye de manera directa en la forma, incidencia e impacto de los deslizamientos (Ver Figura N°13). En cuanto a la pluviosidad hay aspectos que se debe tener en cuenta:

- Ciclo climático
- Acumulación de pluviosidad
- Intensidad de una tormenta

Figura N° 13: Pluviosidad



Erosión: Puede ser causada por agentes naturales como el agua de escorrentía, subterráneas, corrientes y viento: o por la intervención del hombre como la labor que deja el aumento de la velocidad del agua, principalmente en taludes sin resguardo como la poda de árboles u otros tipos de vegetación que al fijarse al suelo aumenta la estabilidad.

Sismo: Los movimientos telúricos añaden energías dinámicas a las estáticas las cuales están subyugado el talud, produciendo los esfuerzos cortante dinámicos que disminuyen la resistencia al esfuerzo cortante. Al elevar el empuje de los poros en taludes que están conformados por elementos granulares, puede hacer que se manifieste el fenómeno de licuación.

Cargas externas: Aplicar cargas cerca o sobre la parte superior de un talud provocan la elevación en las cargas actuantes en el cuerpo del suelo (Ver Figura N°14), pudiendo llevar a la falla del talud si estas fuerzas no son inspeccionadas y calculadas al momento de diseñar el talud y realizar el análisis de estabilidad.

Figura N° 14: Falla por carga y sismo



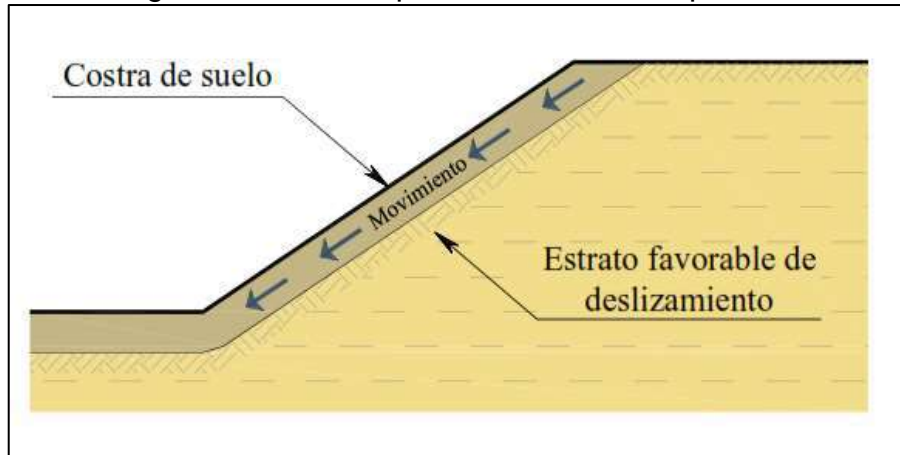
(*) Fuente: Periódico SDP

Tipos de fallas de taludes: Se nombra deslizamiento, a la rotura y al desplazamiento cuando el suelo está debajo de una pendiente, la cual ocasiona movimiento que va hacia abajo y afuera de todo el volumen que toma parte del mismo del mismo. (De Matteis F, 2003, p 5)

Los desprendimientos de tierra son uno de las etapas geológicas más perjudiciales que perjudica a las personas, ocasionando incontables de muertes y perdidas de las edificaciones, por montos que llegan a ser valores altos (Brabb y Harrod, 1989).

Falla por deslizamiento superficial: Los taludes están supeditados a empujes naturales las cuales logran que las partículas y porciones de suelo próximas a su límite se desplacen (Ver Figura N°15). El defecto es de proceso más o menos continuo y usualmente lento; ocurre por falta de presión.

Figura N° 15: Falla por deslizamiento superficial



(*) **Fuente:** Confiabilidad en estabilidad de taludes (Montoya A, 2009, p 9)

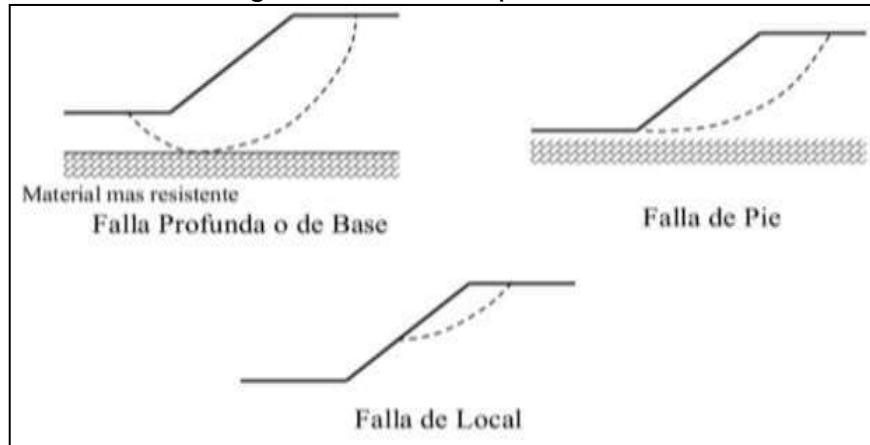
Falla por rotación: Esta clase de falla tiene una superficie circular. La falla rotacional se clasifica según el nivel de profundidad en la que se encuentra el cuerpo de falla y lugar donde se origina el corte que forma la geometría externa del talud.

“Este tipo de falla se producen comúnmente en materiales arcillosos homogéneos o en suelos cual comportamiento mecánico este dado básicamente por su componente arcillosa” (De Matteis, 2003).

La falla de rotación se clasifica en:

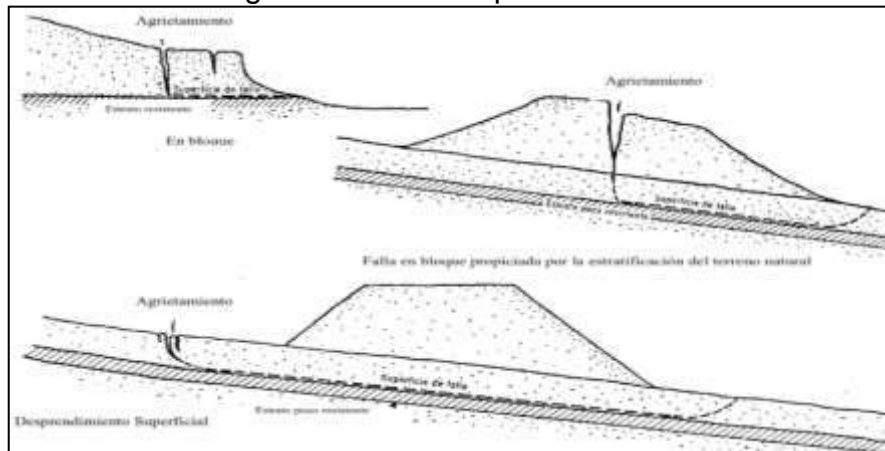
- Falla local, generalmente en este tipo de falla se genera un cambio geométrico del talud que puede originar fallas subsecuentes dando origen a fallas catastróficas de talud. (Ver Imagen N° 16)
- Falla de pie, es originada cuando la salida de la superficie de falla se encuentra próxima al pie del talud. (Ver Imagen N° 16).
- Falla de base, normalmente ocurre cuando el plano horizontal es afectado por un corte de falla superficial originando una base de talud. (Ver Imagen N° 16)

Figura N° 16: Falla por rotación



Falla por traslación: Esta falla se origina continuamente con los estratos de suelos débiles ubicados a poca profundidad del talud (Ver Imagen N°17), estos estratos débiles encargados de originar fallas de este tipo son: arcillas blandas, arenas finas o limos no plásticos que se hallan junto a suelos de mejor resistencia.

Figura N° 17: Falla por traslación



Falla por flujo: Este tipo de falla se da con movimientos rápidos, asemejándose a las propiedades de un fluido viscoso. (Ver Figura N°18).

La extensión de deslizamiento se desarrolla durante un intervalo breve, se puede decir que, este tipo de falla es frecuente en zonas de flujo plástico. También ocurre en zonas donde se cambiaron la cubierta vegetal por algún motivo empezando en pequeños tamaños hasta tomar un crecimiento rápido formando de esta manera incontrolables ríos de lodo.

Figura N° 18: Falla por flujo



(*) **Fuente:** Deslizamiento de masas de lodo ocurrido en Senboku, Akita Japón en 2013.

Falla por licuación: Este fenómeno se presenta con asiduidad en arenas finas, son expuestas a un aumento de presión de poro por efecto de vibración o sismo alcanzando de esta manera su nivel más crítico lo que da origen a este fenómeno.

Análisis de estabilidad en dos dimensiones: Las teorías de análisis de estabilidad de taludes en dos dimensiones están agrupadas de acuerdo a la complejidad de cada uno de ellos, dentro de ellos se encuentran los métodos empíricos, simplificados y detallados o rigurosos. La siguiente tesina se enfocará en el análisis de estabilidad de talud por los métodos empíricos y simplificados.

Métodos empíricos: El método empírico está basado en la observación de campo, recopilación de información de campo y experiencias previas de estudios realizados.

Observación de campo: Peck (1966) ha definido que el manejo completo del método observacional abarca los siguientes puntos (ingredientes).

- La investigación necesaria para establecer lo mínimo en la naturaleza, el reconocimiento del patrón y todo, lo que viene a ser con respecto a las propiedades del subsuelo, pero no es imprescindible recopilar todos los datos en detalle.

- Determinación de la situación más deplorable y las derivaciones concebibles más perjudicial respecto a estas condiciones. En esta determinación la geología cumple un rol importante.
- La instauración del diseño que tiene como base en la hipótesis de trabajo del proceso anticipado bajo las condiciones más óptimas.
- Elección de ciertas cantidades que van a ser observadas durante todo el proceso de construcción y la se va a calcular sus valores antepuestos sobre la base de la hipótesis de trabajo.
- Cálculo de todos los valores de las respectivas cantidades bajo las condiciones más perjudicial compatibles con los datos utilizables en la relación con las condiciones subsuperficiales.
- Seleccionar por anticipación un curso de acción o modificación del diseño para cada desviación significativa pronosticable de los resultados de las observaciones que se van a desarrollar a partir de aquellas predichas sobre la base de las hipótesis de trabajo.
- Desarrollo de las cantidades a ser observadas y evaluar de las condiciones reales.
- Corrección del diseño a las estipulaciones reales.

Peck (1966) afirma que el nivel de aplicación de cada ingrediente es dependiente de la naturaleza y complejidad para desarrollar cada trabajo de ingeniería.

Métodos límite de equilibrio: Estos métodos se utilizan con más facilidad ya que permiten estudiar los casos de falla rotacional, falla traslacional, así como también la falla de inclinación, así mismo estos métodos combinan técnicas probabilísticas para realizar el análisis.

Método Janbu: Janbu (1954) desarrollo esquemas de estabilidad para estimar el F.S mínimo de un talud en base a las siguientes conjeturas:

- No existe un nivel freático al pie del talud.
- No se aplican sobrecargas.
- No existe grieta de tensión.
- Es suelo es uniforme y su resistencia se es por la cohesión.

- La cohesión es continua con la profundidad.
- Falla producida por rotación.
- Este método acepta que no existe fuerza de cortante entre dovelas.

Método Bishop simplificado: Bishop (1955) mediante el equilibrio de momentos analiza las superficies de falla circulares, y asume que todas las fuerzas cortantes, entre dovelas, son nulos.

Método de Spencer: El método se basa en el supuesto de que las fuerzas de conexión a lo largo de las superficies de división de cada rebanada están orientadas paralelamente entre sí e inclinadas con respecto a la horizontal de un ángulo θ y todos los momentos son nulos $M_i = 0 \quad i=1, \dots, n$. Básicamente el método satisface todas las ecuaciones de la estática.

Factor de seguridad (F.S.): Según Suarez (1998) el F.S se emplea para obtener datos de cuál es el causante de amenaza en la cual talud falle en su comportamiento esto se basa en las pésimas condiciones para el cual se diseña. Fellenius (1922) nos da a conocer como la relación entre la resistencia al corte real, que es el cálculo del material en el talud y los esfuerzos de corte críticos la cual busca de que se produzcan la falla, a lo largo de toda la superficie que es considerable con posible falla:

$$F.S. = \frac{\text{Resistencia al cortante disponible}}{\text{Esfuerzo al cortante actuante}}$$

En las superficies cuya forma son circulares donde se encuentra un centro de giro y momentos resistentes y actuantes:

$$F.S. = \frac{\text{Momento resistente disponible}}{\text{Momento actuante}}$$

Se encuentran otros métodos para determinar el factor de seguridad, métodos probabilísticos y tablas empíricas locales que estas están fundados en el comportamiento típico de los taludes.

Mayormente los sistemas de análisis se basan en el criterio de “límite equilibrio” que la falla de Coulumb sea óptimo en toda la superficie.

Otra opción es que la masa sea dividida en bloques la cual se va a analizar y tomar en cuenta el equilibrio por separado por cada bloque. Una vez determinado esto se evalúan las condiciones de equilibrio, de la sumatoria de fuerzas o sumatoria de momentos.

$$F.S. = \frac{\sum \text{Resistencia disponible al corte}}{\sum \text{Esfuerzo al cortante}}$$

$$F.S. = \frac{\sum \text{Momentos resistentes disponibles}}{\sum \text{Momentos actuantes}}$$

En conclusión, se entiende sobre factor de seguridad como el factor mínimo para garantizar la estabilidad de un talud y reducir la amenaza de falla del en sus peores condiciones.

Para el análisis de estabildades de taludes nuestro País se rige en factores mínimos para asegurar la estabilidad de acuerdo a las zonas sísmicas en las cuales se desea garantizar la estabilidad de un talud.

Metodo de análisis Estático y Pseudo estático: Los métodos más comunes utilizados en el análisis de estabilidad de taludes son los coeficientes estático y pseudo estático.

Metodo Pseudo-estático: En este método se emplea el cálculo de factor de seguridad de la estabilidad de taludes por equilibrio límite, adicionando un coeficiente lateral sísmico. Los coeficientes de análisis se determinan en base a la sismicidad del país.

Determinación del coeficiente sísmico: Una de las formas de determinar el coeficiente sísmico para el análisis de taludes es basándonos en la Norma Técnica

E.030 Diseño Sismorresistente o en un Estudio de Peligro Sísmico del área de proyecto.

- **Norma E.030:** Es un documento que contiene definiciones, requisitos, especificaciones, terminología y métodos de ensayos relacionado relacionada a los diseños sismorresistentes de Estructuras, en la cual podemos encontrar las aceleraciones máximas horizontales para un análisis de estabilidad pseudo-estático según la zona donde se emplace un proyecto.

Figura N° 19: Zonas Sísmicas



(*) Fuente: E.030 Diseño Sismorresistente

- **Estudio de peligro Sísmico:** Es un estudio realizado para un proyecto específico en el cual se determina la máxima aceleración horizontal de diseño de la zona de proyecto, para ello se requiere obtener parámetros de campo; las

cuales son obtenidos a través de ensayos de campo de manera indirecta y directa; así como también de los ensayos de mecánica de suelo. Estos ensayos pueden ser los siguientes:

- **Perforaciones Diamantinas:** La perforación en diamantina es aquella perforación que se realiza empleando una broca diamantada la cual permite obtener testigos de la misma, por lo general es destinado a cortar las rocas de un determinado terreno. Las perforaciones diamantinas se pueden utilizar para encontrar yacimientos, minerales o también para estudios Geotécnicos.
- **Calicatas:** Las calicatas son excavaciones utilizadas para facilitar el reconocimiento estratigráfico de terrenos, es un ensayo o inspección directa que se puede realizar el suelo siendo unas de las más confiables y completa. El material extraído de las calicatas también es utilizado para realizar diversos ensayos de mecánica de suelo.
- **Ensayos de penetración:** Son pruebas realizadas en el terreno para poder determinar las características geotécnicas de la misma, formando parte de las técnicas de reconocimiento geotécnico.
- **Investigación Geofísicos:** La prospección geofísica, es un método indirecto para conocer la estructura superficial de la corteza terrestre, midiendo la variación de los campos naturales de la tierra, como son los campos gravitatorios y magnéticos, que están supeditados a la densidad de las rocas y/o a la susceptibilidad de las rocas al magnetismo terrestre. La prospección geofísica también utiliza fuentes provocadas, como las ondas sísmicas cuya mayor o menor velocidad depende de las características elásticas del medio geológico; el otro método muy utilizado es la prospección eléctrica por resistividad, que depende de las características físicas y químicas del medio geológico.

En investigaciones geotécnicas, los que mejores resultados proporcionan son los métodos eléctricos por resistividad, en sus variantes de Sondeo Eléctrico Vertical (SEV), Calicatas Eléctricas (CE) y Sondeos Polo Dipolo (SPD) o Tomografías Eléctricas. También es de suma importancia la prospección sísmica de Refracción con sus variantes de MAW Y MAM.

Prospección sísmica por refracción

Este método permite conocer la secuencia estratigráfica del subsuelo, en base al tiempo que demoran las ondas sísmicas en pasar un determinado estrato geológico (capa de suelo), este tiempo está supeditado a las características elásticas del medio físico, a mayor dureza de las rocas mayor es la frecuencia y la velocidad de las ondas sísmicas, y para suelos blandos la frecuencia es menor así como la velocidad de las ondas sísmicas, estas características son conocidas como el comportamiento elástico de las rocas. Por lo indicado, la refracción sísmica se basa en la medida de los tiempos de viaje de las ondas elásticas desde la fuente sísmica a los sensores o geófonos, dispuestos linealmente en el suelo. A partir de los tiempos de llegada de las ondas P y de las distancias existentes entre geófonos se obtiene las dromocronas sobre las que se interpreta la estructura geológica existente a lo largo de la línea investigada. Los tipos de ondas sísmicas empleados en geotecnia son la "P" y la "S". La fase P es la que se emplea para estudios de refracción sísmica. Las ondas sísmicas se generan empleando explosivos, pistola, golpe con martillo semi-hidráulico, caída de masa y mediante un golpe fuerte con un martillo y/o comba.

Tabla N° 1: Criterios de Análisis

Descripción	Velocidad V_p	
	Pies/s	m/s
Suelo intemperizado	800 a 2000	240 a 610
Grava o arena seca	1500 a 3000	460 a 915
Arena saturada	4000 a 6000	1220 a 1830
Arcilla saturada	3000 a 9000	910 a 2750
Agua	4700 a 5500	1430 a 1665
Agua de mar	4800 a 5000	1460 a 1525
Arenisca	6000 a 13000	1830 a 3960
Esquisito, arcilla	9000 a 14000	2750 a 4270
Tiza	6000 a 13000	1830 a 3960
Caliza	7000 a 20000	2134 a 6100
Granito	15000 a 19000	4575 a 5800
Roca metamórfica	10000 a 23000	3050 a 7000

(*) Fuente: ASTM D-5777

Figura N° 20: Rango de velocidades de los estratos geosismicos



Criterios de Análisis: Es importante definir los criterios para determinar los parámetros a ser utilizados en la evaluación de la estabilidad física de la ampliación del PAD de lixiviación. Estos criterios de análisis se basan en estudios que buscan modelar la forma de falla de una estructura cimentada sobre suelo o roca.

El método de equilibrio límite es el más utilizado a nivel mundial y existen diferentes procedimientos que pueden ser aplicados en un análisis de estabilidad. Los valores de los Factores de seguridad a ser alcanzados son determinados previamente por la importancia del proyecto con respecto a la alteración al medio ambiente, por su aplicación estandarizada en la práctica de la industria y por las referencias en la literatura geotécnica.

A continuación, en el Cuadro N°2 se indican los criterios utilizados en este análisis.

Tabla N° 2: Criterios de Análisis

Descripción	Criterio
Factor de Seguridad (FS) mínimo – Análisis estático a largo plazo	FS ≥ 1.5
Factor de Seguridad (FS) mínimo – Análisis pseudo-estático	FS ≥ 1.0

(*) Fuente: Ministerio de Energías y Minas

III. METODOLOGÍA

3.1 Tipo y diseño de investigación

Enfoque: El enfoque cuantitativo es en serie y probatorio. Las fases preceden a la continua y no podemos “obviar o evitar” pasos, la organización es rigurosa, aunque, se puede redefinir una de sus etapas. Pedazo de un pensamiento, que va delimitándose, una vez delimitada, se dimanan objetivos y preguntas se reconoce o inspecciona la literatura y se elabora un marco o una perspectiva teórica. De los cuestionamientos se establecen conjeturas y se detalla las variables; se desarrolla un programa para experimentarlas (diseño); se comprueban las variables en una determinada trama; se evalúan las medidas logradas (mayormente haciendo uso de métodos estadísticos), y se instauran un conjunto de conclusiones respecto de las hipótesis (Hernández, Fernández y Baptista, 2010, pág. 4)

La investigación cuantitativa ha sido creada con la intención de determinar, con confiabilidad, relaciones de causa-efecto, para lo cual más de un grupo, llamados prácticos, se exponen a los estímulos prácticos y las pautas resultantes se comparan con las pautas de ese u otros grupos, nombrados de control, que no perciben el tratamiento o estímulo experimental (Tamayo, 2007, pág. 07)

El estudio cuantitativo requiere el uso de herramientas de cálculo y balance, que proporcionan datos cuya investigación requiere la aplicación de modelos matemáticos y estadísticos. Por ello, se confirma que se fundamenta en el científicismo y el racionalismo. El entendimiento está fundamentado en los hechos. La objetividad es la manera de adquirir un entendimiento utilizando la evaluación exhaustiva y la conjetura (Palella y Martins, 2012, pág. 46)

El presente trabajo de investigación es de enfoque cuantitativo ya que se va a cuantificar algo, es decir, vamos a tener como resultado un número que será calculado con un Software.

Diseño: El proyecto experimental es aquello según el cual el experto opera una variable experimental no demostrado, bajo requisitos estrictamente

vigilados. Su meta es explicar de qué modo y cuál es la causa que produce un fenómeno. Busca pronosticar el futuro, realizar pronósticos que una vez confirmados, se transfiguran en leyes y generalizaciones tendentes a aumentar el cúmulo de saberes pedagógicos y la mejora de la acción educativa (Palella y Martins, 2010, pág. 86)

El diseño de este trabajo será de manera experimental debido a que se manipularán más de una variable, siendo estas una variable dependiente e independiente.

Nivel: Responder los porqués del objeto que se investiga. Además, describir la explicación del comportamiento de las variables. (Behar, 2008, p.21)

Por lo tanto, el presente proyecto de investigación es de nivel explicativa ya que responderá o encontrará una respuesta al objeto a estudiar.

3.2 Operalización de variables

➤ Variable dependiente

La variable dependiente es el elemento que el indagador contempla o calcula para describir el efecto de la variable independiente o variable causa. La variable dependiente es la variable respuesta o variable output. Esta variable es el estilo resultante de un organismo que ha sido inducido (Buendía, Colás y Hernández, 1998, pág. 68)

Son las que se cambian por acto de la variable independiente. Componen los efectos que se calculan y que dan lugar a los resultados de la investigación (Arias, 2012, pág.59)

En la presente investigación la variable dependiente sería: “La estabilidad del Pad de Lixiviación.”

Estabilidad del Pad de Lixiviación:

La Pila de Lixiviación es una estructura que deja fluir el flujo de la solución que se vierte en el mineral, provenientes de la extracción minera para ser sometidos al proceso de lixiviación. La solución, que

por gravedad se escabulle a través de las rocas o material lixiviado al fondo del Pad es la que contiene el mineral y es decepcionada por un sistema de colección de solución que la lleva a la planta de procesos (Ludeña, 2014, pág. 15)

La estabilidad es la firmeza que tiene un conjunto de tierra contra la falla o momento, para ello es necesario definir los criterios de estabilidad, entendiéndose por tal algo tan sencillo como el poder comentar en un instante dado cual será el ángulo apropiado en un corte o en una cuesta (De Matteis, 2003, pág. 4)

➤ Variable independiente

Es la incógnita que el investigador puede medir, maneja o escoge para deslindar su relación con el fenómeno o fenómenos contemplados. A esta variable se le conoce también como la variable input. Es una variable que posee su origen en el sujeto o en el ambiente del sujeto. Es la variable que el investigador deslinda para ver las consecuencias que tiene en las otras variables (Buendía, Colás y Hernández, 1998, pág. 68)

Son los fundamentos que crea y aclaran las transformaciones en la variable dependiente. En los diseños experimentales la incógnita independiente es el manejo que se emplea y se utiliza en el grupo experimental (Arias, 2012, pág.59)

En la investigación la variable independiente sería: “La norma E 030 y el estudio de peligro sísmico”

La norma E 030 y estudio de peligro sísmico

En la norma E 030 el área nacional está dividido en cuatro regiones, la zonificación está basada en el reparto espacial de la sismicidad, las particularidades generales de los eventos sísmicos y la atenuación de

éstos con la distancia epicentral, así como en la investigación neotectónica (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2018, pág.7)

El estudio de peligro sísmico se ejecuta haciendo uso de la metodología desarrollada por Cornell (1968) en términos probabilísticos, procedimiento que se modificó e implementa en el software RISK por McGuire (1976). Esta metodología integra información sismotectónica, parámetros sismológicos y leyes de atenuación regionales para los diferentes mecanismos de ruptura. El producto es una curva de peligro sísmico, donde se relaciona la aceleración y su probabilidad anual de excedencia. (Alva y Castillo, 1993, pág.1

3.3 Población, muestra y muestreo

➤ Población

La población, viene a ser un grupo finito o infinito de componentes con particularidades generales de los cuales serán extensivos los resultados a investigar. Ésta queda circunscrita por el problema y por la finalidad del estudio (Arias, 2012, pág.81)

La población es definida como el conjunto del propósito a analizar donde las magnitudes de población tienen una propiedad en similar, la cual se analiza y ofrece causa a los demás datos del estudio (Tamayo, 1997, pág. 114)

En la presente investigación la población está determinada por los Pad de Lixiviación ubicados en el departamento de Moquegua

➤ Muestra

La muestra es un parte que pertenece a la población. Se podría afirmar que es un subagrupación de elementos que integran a ese grupo definido en sus necesidades al que llamamos población. De la

población es idóneo extraer especímenes representativos de la población (Behar, 2008, pág. 51)

En la presente investigación la muestra está determinada por el Pad de Lixiviación de la U.M Cuajone.

El presente proyecto de investigación se eligió debido a la importancia de saber la estabilidad del Pad de lixiviación; ya que de no saber en qué estado se encuentra y no ser controlado, podría traer consigo perdida económicas, sociales, ambientales y pérdidas humanas.

➤ Muestreo

El presente trabajo de investigación es no probabilístico.

3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

➤ Técnica

Los métodos de recopilación de datos son las diferentes maneras de conseguir la información. (Arias, 1999, pág. 53)

Ésta demuestra como la manera de recorrer el camino que se delinea en el procedimiento; son las tácticas empleadas para recabar los datos requeridos y así construir el entendimiento de lo que se investiga, mientras que la técnica alude a las condiciones de ejecución del método. La técnica propone las normas para ordenar las fases del procedimiento de investigación, de igual modo, proporciona herramientas de recolección, clasificación, evaluación, correlación y análisis de datos, y contribuye a la ciencia los medios para aplicar el método. Las técnicas permiten la recolección de datos y contribuyen al ser del método (Martínez, 2013, pág. 2 y 3)

La presente investigación tendrá como método de recolección de datos a los ensayos de mecánicas de suelos realizados en laboratorios ya que en base a ellos se obtendrá las propiedades físico – mecánicas de

las muestras extraídas del suelo y mineral, estos ensayos estarán basados en las normativas nacionales e internacionales.

➤ Instrumentos de recolección de datos

Las herramientas son los medios instrumentales que se emplean para reunir y aglomerar la información. (Arias, 1999, pág. 25)

Lo que concede operativizar a la técnica es el instrumento de búsqueda. Se aclara que en ocasiones se emplean de manera indiferente los términos, técnicas y mecanismos de investigación (Martínez, 2013, pág. 3)

Los instrumentos a utilizar en la investigación serán aquellos aparatos y/o equipos con los cuales se realicen los ensayos, así mismo se utilizarán softwares, cuadro de datos, hojas de cálculo, etc. para poder cuantificar y obtener los resultados.

➤ Validez

Una investigación experimental es indagar, ante todo, la validez interior, es decir, la seguridad en los datos obtenidos. De no lograrse no existe experimento verdadero. En primer lugar, se debe descartar las fuentes que infringen contra esta seguridad de datos. La autenticidad interna es sólo una parte de la autenticidad de un experimento; en adición a ella, es muy deseable que la indagación tenga validez externa. La autenticidad exterior hace referencia a qué tan generales son los datos de una investigación (Hernández, Fernández y Baptista, 2004, pág. 13)

La autenticidad de la búsqueda se vincula con la precisión de interpretar los productos (validez interna) y la generalización de sus conclusiones (validez externa) (Buendía, Colás y Hernández, 1998, pág.8)

La validez de esta investigación serán los formatos de Logueo, Densidad In-Situ, Ensayo Corte Directo, Ensayo Triaxial y

Granulometría por tamiz que serán verificados y aprobados por expertos en la materia.

➤ **Confiabilidad**

Con esta concepción hacemos referencia a la solidez y a la replicabilidad de tácticas, condiciones y efectos. La confiabilidad es una cualidad necesaria pero no basta solo con esta. Un estudio que carezca de este punto, será dificultoso de extraer una explicación del producto y generalizarlos a otras poblaciones y a otros requisitos (Buendía, Colás y Hernández, 1998, pág.8)

La confiabilidad será que la empresa GEOHIDRAC S.A.C mandó a realizar los ensayos de mecánica de suelo y roca a un laboratorio especializado.

3.5 Procedimiento

Para realizar la presente investigación se empleará una serie de procedimiento que se detalla a continuación:

- a. Recopilar la información existente del área de estudio como planos topográficos, estudios previos, etc.
- b. Gestionar los permisos de ingreso del personal
- c. Ubicar los puntos donde se realizarán los estudios geotécnicos (calicatas, perforación y geofísica]
- d. Ejecución de los trabajos en campo (calicatas, perforaciones, geofísica y cono de arena)
- e. Envío de las muestras a un laboratorio.
- f. Elaboración de informes (Geotécnico, Geofísico y Estudio de Peligro Sísmico)
- g. Ejecución de los ensayos de mecánica de suelos.
- h. Obtención de los resultados de los ensayos.
- i. Análisis de la estabilidad haciendo uso del programa Slide y utilizando los parámetros de la norma E 030 y los obtenidos el estudio de Peligro Sísmico.

- j. Obtención de los Factores de Seguridad en condición Estática y Pseudo-estático del Pad de Lixiviación.

3.6 Métodos de análisis de datos

Los métodos de análisis dotan de una organización y explicación de hechos, diagnóstico de dilemas y uso de los datos para que la estructura pueda evaluar y racionalizar las consecuencias de un cambio (Franklin, 1998, pág. 17)

Se realizará los análisis de datos en base a los datos adquiridos de los ensayos de mecánica de suelo, para ello se empleará programas computacionales.

A continuación, se menciona los ensayos de los cuales se obtendrán los parámetros más importantes.

- Ensayo de Corte Directo

3.7 Aspectos éticos

Los aspectos éticos de la investigación presente se basan en la confiabilidad del estudio además de la validez de la información que se recolectó, así mismo la presente investigación presenta autenticidad y confiabilidad al demostrar la autoría propia ya que fue sometida, revisada y procesado mediante el programa Turnitin; así mismo se reunió información de diferentes fuentes como artículos científicos, tesis, libros y otros que son relacionadas al proyecto

IV. RESULTADOS

En este capítulo se presentan los resultados obtenidos de las investigaciones geotécnicas de campo y laboratorio. Las investigaciones geotécnicas fueron las siguientes:

Tabla N° 3: Investigaciones Geotécnicas - Campo

Ensayo	Normativa
Calicatas	ASTM D 420, N.T.P 339.150.2001 y ASTM D-2488
Perforaciones Diamantinas	-----
Ensayo DPL	DIN 4094 – N.T.P 339.159.
Ensayo Geofísicos	ASTM D-5777
Ensayo Lefranc	ASTM D- 4631 - 95

(*) **Fuente:** Elaboración propia

Tabla N° 4: Investigaciones Geotécnicas - Laboratorio

Ensayo	Normativa
Análisis Granulométrico por Tamizado	ASTM D 422, MTC E 107.
Contenido de Humedad	ASTM D 2216, MTC E 108.
Límites de Consistencia	ASTM D 4318, MTC E 110-111
Proctor Modificado	ASTM D 1557, AASHTO T 180
Gravedad Especifica	ASTM C 127, MTC E 206
Permeabilidad	ASTM D 2434
Corte Directo en la Roca	ASTM D 5607-95
Corte Directo en el Suelo	ASTM D 3080, MTC E 1232-2000, AASHTO T 236.
Compresión Uniaxial	ASTM D 3148
Compresión Triaxial	ASTM D 4767
Propiedades físicas a la Roca	ASTM C 127

(*) **Fuente:** Elaboración propia

Calicatas

En la Zona de Trabajo se realizaron calicatas para extraer muestras de suelo a diferentes profundidades o cuando haya cambio en el material, luego estas muestras fueron enviadas a un laboratorio de mecánica de suelos para realizar sus respectivos ensayos. Las calicatas se realizaron con ayuda de una retroexcavadora.

Para el presente informe de investigación, se realizó el siguiente programa de calicatas:

Tabla N° 5: Programa de investigaciones - Calicatas

Calicata	Profundidad (m)	Coordenadas		Cota (msnm)
		E	N	
CAL-PAD-01	5.00	313381	8112943	3535
CAL-PAD-02	5.00	313421	8112965	3539
CAL-PAD-03	3.00	313473	8112994	3543
CAL-PAD-04	3.00	313605	8113040	3557

(*) Fuente: Elaboración propia

En el Anexo N° 6 se muestran los registros de Calicatas.

Las descripciones de los materiales constituyentes de las calicatas se indican a continuación:

Tabla N° 6: Calicata CAL-PAD-01

Tramo (m)	Descripción
0.00 – 3.00	Grava arcillosa, con presencia de guijarros, bolonería y bloques de roca (30 %). Color marrón rojizo con tonalidades beige, densa a muy densa, poco húmeda, finos de mediana plasticidad. Gravas de formas angulosas a sub angulosas hasta de 3". Material de relleno compactado. Densidad Húmeda: 2.386 gr/cm ³ . Densidad Seca: 2.312 gr/cm ³ . Porcentaje de Humedad: 3.22 %. Clasificación SUCS: GC.
3.00 – 5.00	Grava arcillosa, con presencia de guijarros, bolonería y bloques de roca (40 %). Color beige con tonalidades rojizas, densa, algo

Tramo (m)	Descripción
	húmeda, finos de mediana plasticidad. Gravas de formas angulosas a sub angulosas hasta de 3". Material de relleno mezclado con terreno natural. Clasificación SUCS: GC.

(*) Fuente: Geotecnia e Hidráulica Civil S.A.C

Tabla N° 7: Calicata CAL-PAD-02

Tramo (m)	Descripción
0.00 – 5.00	Grava arcillosa arenosa, con presencia de guijarros, bolonería y bloques de roca (35 %). Color beige con tonalidades rojizas, densa, húmeda, finos de mediana plasticidad. Gravas de formas angulosas a sub angulosas hasta de 3". Material de relleno mezclado con terreno natural. Densidad Húmeda: 1.949 gr/cm ³ . Densidad Seca: 1.722 gr/cm ³ . Porcentaje de Humedad: 13.20 %. Clasificación SUCS: GC.

(*) Fuente: Geotecnia e Hidráulica Civil S.A.C

Tabla N° 8: Calicata CAL-PAD-03

Tramo (m)	Descripción
0.00 – 3.00	Grava muy arcillosa con arena, con presencia de guijarros, bolonería y bloques de roca (35 %). Color beige, medianamente densa a densa, húmeda, finos de mediana plasticidad. Gravas de formas angulosas a sub angulosas hasta de 3". Material de terreno natural (aluvial - coluvial). Densidad Húmeda: 1.855 gr/cm ³ . Densidad Seca: 1.685 gr/cm ³ . Porcentaje de Humedad: 10.05 %. Clasificación SUCS: GC. A 3.00 m presencia de grandes bloques de roca que impiden continuar con la excavación.

(*) Fuente: Geotecnia e Hidráulica Civil S.A.C

Tabla N° 9: Calicata CAL-PAD-04

Tramo (m)	Descripción
0.00 – 3.00	<p>Arena arcillosa con grava, con presencia de guijarros, bolonería y bloques de roca (30 %). Color beige, medianamente densa a poco densa, poco húmeda, finos de mediana plasticidad. Gravas de formas angulosas a subangulosas hasta de 3". Material de terreno natural (aluvial - coluvial). Densidad Húmeda: 1.646 gr/cm³. Densidad Seca: 1.573 gr/cm³. Porcentaje de Humedad: 4.65 %. Clasificación SUCS: SC. A 3.00 m presencia de grandes bloques de roca que impiden continuar con la excavación.</p>

(*) Fuente: Geotecnia e Hidráulica Civil S.A.C

Perforaciones Diamantinas

En la zona de trabajo se llevó a cabo perforaciones diamantinas con recuperación de muestras, estos sondajes sirvieron para extraer muestras del terreno a diferentes profundidades y así conocer la estratigrafía del terreno a través de su respectivo Logueo. En el Anexo N° 07 se muestra el Logueo de las muestras o testigos extraídos de las perforaciones.

En la zona de estudio se realizó el siguiente programa de Perforaciones Diamantinas:

Tabla N° 10: Programa de Perforaciones Diamantinas

Perforación	Profundidad (m)	Coordenadas		Cota (msnm)	Profundidad nivel freático *(m)
		E	N		
DDH-PAD-01	25.00	313363	8112960	3534	14.00
DDH-PAD-02	20.00	313442	8112980	3541	18.00
DDH-PAD-03	25.00	313659	8113061	3562	19.00

(*) Fuente: Elaboración propia

A continuación, se muestran el porcentaje (%) de material perforado

Tabla N° 11: Porcentaje de Material perforado – DDH-PAD-01

Material	Tramo (m)	%
Suelo	9.70	38.80
Roca	15.30	61.20
TOTAL	25.00	100

(*) Fuente: Geotecnia e Hidráulica Civil S.A.C

Tabla N° 12: Porcentaje de Material perforado – DDH-PAD-02

Material	Tramo (m)	%
Suelo	4.70	23.50
Roca	15.30	76.50
TOTAL	20.00	100

(*) Fuente: Geotecnia e Hidráulica Civil S.A.C

Tabla N° 13: Porcentaje de Material perforado – DDH-PAD-03

Material	Tramo (m)	%
Suelo	3.30	33.20
Roca	21.70	86.80
TOTAL	25.00	100

(*) Fuente: Geotecnia e Hidráulica Civil S.A.C

A continuación, se muestran el porcentaje (%) del Tipo de Roca

Tabla N° 14: Porcentaje de Tipo de Roca – DDH-PAD-01

Tipo de Roca (RMR)	Tramo (m)	%
Roca Tipo III (Mediana Calidad)	15.30	100
TOTAL	15.30	100

(*) Fuente: Geotecnia e Hidráulica Civil S.A.C

Tabla N° 15: Porcentaje de Tipo de Roca – DDH-PAD-02

Tipo de Roca (RMR)	Tramo (m)	%
Roca Tipo II (Buena Calidad)	4.60	30.07
Roca Tipo III (Mediana Calidad)	8.40	54.90
Roca Tipo IV (Mala Calidad)	2.30	15.03
TOTAL	15.30	100

(*) Fuente: Geotecnia e Hidráulica Civil S.A.C

Tabla N° 16: Porcentaje de Tipo de Roca – DDH-PAD-03

Tipo de Roca (RMR)	Tramo (m)	%
Roca Tipo I (Muy Buena Calidad)	3.10	14.28
Roca Tipo II (Buena Calidad)	5.50	25.35
Roca Tipo III (Mediana Calidad)	13.10	60.37
TOTAL	21.70	100

(*) Fuente: Geotecnia e Hidráulica Civil S.A.C

Las descripciones de los materiales constituyentes a las perforaciones se muestran a continuación:

Tabla N° 17: Perforación DDH-PAD-02

Tramo (m)	Descripción
0.00 – 2.20	Arcilla arenosa, color beige rojiza, compacta, algo húmeda, finos medianamente plásticos. Clasificación SUCS: CL.
2.20 – 5.30	Gravas arenosas mal graduada con arcillas, color gris blanquecino rosáceo, densa, algo húmeda, finos de mediana plasticidad, gravas hasta de 3", de formas angulosas y sub angulosas. Clasificación SUCS: GP-GC.
5.30 – 7.20	Arcilla gravosa con arena, color rojizo, compacta, algo húmeda, finos de mediana plasticidad. Clasificación SUCS: CL.
7.20 – 8.30	Gravas arenosas mal graduada con arcillas, gris blanquecino rosáceo, densa, algo húmeda, finos medianamente plásticos, gravas de 3", angulosas y subangulosas. Clasificación SUCS: GP-GC.
8.30 – 9.70	Gravas y bloques de roca con algo de arcillas, color gris claro. Clasificación SUCS: GP.
9.70 – 25.00	Roca volcánica: Toba volcánica, color gris, muy fracturada a extremadamente fracturada, medianamente alterada, medianamente dura. Fracturas sin relleno, salvo entre los 12.80 a 14.40 m que las fracturas presentan relleno arcilloso. A partir de los 23.90 m se aprecian en la roca bandeamientos de color gris oscuro. En los ensayos de permeabilidad Lefranc, no se logró saturar los tramos de ensayos, ya que no había retorno de agua en la perforación, salvo en el tramo 11.80 - 12.30 m, con valor de coeficiente de permeabilidad $K = 7.146 \text{ E}10^{-5} \text{ cm/seg.}$ La presencia cercana de la Falla Botiflaca, que corta transversalmente el eje de la quebrada, influye que no retorne el agua de perforación, asociada también al persistente fracturamiento de la roca. Clasificación Geomecánica de la Roca: Mediana Calidad (Valor de R.M.R. entre 42 a 49 - Roca Tipo III).

(*) Fuente: Geotecnia e Hidráulica Civil S.A.C

Tabla N° 18: Perforación DDH-PAD-02

Tramo (m)	Descripción
0.00 – 3.40	Arcilla arenosa con gravas, color beige rojiza, compacta, algo húmeda, finos medianamente plásticos, gravas de tamaño máximo 1", gravas de formas subangulosas. Clasificación SUCS: CL.
3.40 – 4.70	Gravas arenosas mal graduada con arcillas, color gris blanquecino rosáceo, densa, algo húmeda, finos medianamente plásticos, gravas hasta de 3", de formas angulosas y subangulosas. Clasificación SUCS: GP-GC.
4.70 – 20.00	Toba volcánica, color gris, fracturada a muy fracturada, medianamente alterada, medianamente dura a poco dura. Fracturas sin relleno. A partir de los 19.50 m se aprecian en la roca bandeamientos de color gris oscuro. En los ensayos de permeabilidad Lefranc, se obtuvieron los siguientes resultados de coeficiente de permeabilidad: 5.00 - 6.00 m: $K = 3.786 \text{ E}10^{-4}$ cm/seg; 9.00 - 11.30 m: $K = 6.525 \text{ E}10^{-5}$ cm/seg; 14.60 - 16.10 m: $K = 7.417 \text{ E}10^{-5}$ cm/seg; 18.60 - 20.00 m: $K = 2.200 \text{ E}10^{-4}$ cm/seg. Clasificación Geomecánica de la Roca: Mala Calidad - Roca Tipo IV (Entre 4.70 a 5.20 m y de 11.30 a 13.10 m. Valor R.M.R: entre 34 a 40). Roca Tipo III - Mediana Calidad (Entre 5.20 - 6.50 m con Valor RMR: 59. De 9.70 - 11.30 m con Valor RMR: 49. Entre 13.10 a 14.70 m con Valor RMR: 54. Y de 16.10 a 20.00 m con Valor RMR: 45). Buena Calidad - Roca Tipo II (Desde 6.50 - 9.70 m con Valor RMR entre 69 a 77. Y de 14.70 a 16.10 con Valor RMR: 69).

(*) Fuente: Geotecnia e Hidráulica Civil S.A.C

Tabla N° 19: Perforación DDH-PAD-03

Tramo (m)	Descripción
0.00 – 1.00	Arcilla limosa con gravas, color beige rojiza, compacta, algo húmeda, finos medianamente plásticos, gravas de tamaño máximo 1", gravas de formas sub angulosas. Clasificación SUCS: CL.
1.00 – 3.30	Gravas arenosas mal graduada con arcillas, color gris blanquecino rosáceo, densa, algo húmeda, finos medianamente plásticos, gravas hasta de 3", de formas angulosas y subangulosas. Clasificación SUCS: GP-GC.
3.30 – 25.00	<p>Toba volcánica, color gris, poco fracturada a fracturada, medianamente alterada, medianamente dura a dura. Fracturas sin relleno. A partir de los 23.70 m se aprecian en la roca bandeamientos de color gris oscuro. En los ensayos de permeabilidad Lefranc, se obtuvieron los siguientes resultados de coeficiente de permeabilidad:</p> <p style="text-align: right;">5.00 - 6.00 m: $K = 7.726 \text{ E}10^{-5} \text{ cm/seg}$; 10.00 - 10.50 m: $K = 1.153 \text{ E}10^{-4} \text{ cm/seg}$; 14.00 - 15.00 m: $K = 8.035 \text{ E}10^{-5} \text{ cm/seg}$; 19.00 - 20.00 m: $K = 6.107 \text{ E}10^{-5} \text{ cm/seg}$. 24.00 - 25.00 m $K = 5.229 \text{ E}10^{-5} \text{ cm/seg}$.</p> <p>Clasificación Geomecánica de la Roca: Roca Tipo III - Mediana Calidad (Entre 3.30 - 4.50 m con Valor RMR: 54. De 10.30 - 13.40 m con Valor RMR: 47. Desde 16.20 - 25.20 m con valores RMR desde 45 a 54).</p> <p style="text-align: right;">Roca Tipo II - Buena Calidad (Entre 4.50 - 7.50 m con valores RMR entre 63 a 68. De 9.10 a 10.30 m Valor RMR: 63. Desde 14.90 - 16.20 m Valor RMR: 68).</p> <p style="text-align: right;">Roca Tipo I - Muy Buena Calidad (Entre 7.50 a 9.10 m y de 13.40 a 14.90 m Valor RMR: 81).</p>

(*) Fuente: Geotecnia e Hidráulica Civil S.A.C

Ensayos de Penetración Dinámica Ligera (DPL) – DIN 4094

En la zona de proyecto se llevó a cabo el ensayo DPL, se realizó con el fin de conocer la capacidad portante del suelo, ya que en este terreno se verterá todo el material proveniente de la Mina.

En la zona de estudio se ha realizado el siguiente programa de Ensayos DPL:

Tabla N° 20: Programa de Ensayos DPL

Ensayo	Profundidad (m)	Coordenadas		Cota (msnm)
		E	N	
DPL-PAD-01	2.50	313375	8112927	3534
DPL-PAD-02	2.10	313412	8112978	3538
DPL-PAD-03	0.28	313508	8113002	3547
DPL-PAD-04	0.30	313558	8113018	3552

(*) Fuente: Elaboración Propia

En el Anexo N° 09 se muestran el registro del Ensayo de Penetración Ligera.

El número de golpes realizados por cada intervalo de 10 cm realizado en cada uno de los ensayos DPL se indica a continuación:

Tabla N° 21: Ensayo DPL-PAD-01

Profundidad (m)	N° Golpes	Cohesión C' (Tn/m ²)	Ø (°)
0.00	13	0	31.1
0.10	17	0	32.4
0.20	39	0	38.2
0.30	46	0	40.0
0.40	37	0	37.7
0.50	32	0	36.5
0.60	46	0	40.0
0.70	42	0	39.0
0.80	36	0	37.5
0.90	38	0	38.0
1.00	41	0	38.7
1.10	38	0	38.0
1.20	33	0	36.8

Profundidad (m)	N° Golpes	Cohesión C' (Tn/m2)	Ø (°)
1.30	30	0	36.0
1.40	34	0	37.0
1.50	23	0	34.1
1.60	22	0	33.9
1.70	21	0	33.6
1.80	26	0	35.0
1.90	25	0	34.7
2.00	29	0	35.7
2.10	29	0	35.7
2.20	38	0	38.0
2.30	35	0	37.3
2.40	50	0	41.0

(*) Fuente: Geotecnia e Hidráulica Civil S.A.C

Tabla N° 22: Ensayo DPL-PAD-02

Profundidad (m)	N° Golpes	Cohesión C' (Tn/m2)	Ø (°)
0.00	03	0	27.2
0.10	12	0	30.7
0.20	17	0	32.4
0.30	19	0	33.0
0.40	25	0	34.7
0.50	17	0	32.4
0.60	14	0	31.4
0.70	11	0	30.4
0.80	11	0	30.4
0.90	14	0	31.4
1.00	14	0	31.4
1.10	20	0	33.3
1.20	20	0	33.3
1.30	21	0	33.6
1.40	23	0	34.1
1.50	30	0	36.0
1.60	35	0	37.3
1.70	24	0	34.4
1.80	30	0	36.0
1.90	45	0	39.7

Profundidad (m)	N° Golpes	Cohesión C' (Tn/m2)	Ø (°)
2.00	50	0	41.0

(*) Fuente: Geotecnia e Hidráulica Civil S.A.C

Tabla N° 23: Ensayo DPL-PAD-03

Profundidad (m)	N° Golpes	Cohesión C' (Tn/m2)	Ø (°)
0.00	13	0	31.1
0.10	11	0	30.4
0.20	50	0	41.0

(*) Fuente: Geotecnia e Hidráulica Civil S.A.C

Tabla N° 24: Ensayo DPL-PAD-04

Profundidad (m)	N° Golpes	Cohesión C' (Tn/m2)	Ø (°)
0.00	07	0	28.9
0.10	20	0	33.3
0.20	50	0	41.0

(*) Fuente: Geotecnia e Hidráulica Civil S.A.C

Ensayos Geofísicos (Refracción Sísmica – ASTM D 5777)

Para la zona de proyecto se realizaron ensayos geofísicos, los cuales sirvieron para determinar la estratificación geosísmica, identificar la profundidad del macizo rocoso e identificar las zonas de anomalías provocadas por las estructuras geológicas. Estos ensayos fueron integrados y/o contrastados con los resultados de la Perforación diamantina.

Tabla N° 25: Programa de Ensayo de Refracción Sísmica – Ondas P

Línea	Inicio		Fin		Longitud total (m)
	Este	Norte	Este	Norte	
LRS-PAD-01	313389.35	8112912.47	313354.86	8113006.09	100
LRS-PAD-02	313450.86	8112924.67	313415.58	8113018.09	100
LRS-PAD-03	313543.39	8112968.32	313482.74	8113047.79	100
LRS-PAD-04	313602.42	8113001.53	313528.63	8113067.73	100
LRS-PAD-05	313353.61	8112949.21	313541.77	8113009.27	200
LRS-PAD-06	313542.95	8113009.56	313724.89	8113091.65	200

(*) Fuente: Elaboración Propia

Tabla N° 26: Estratos Geosísmicos encontrados – Refracción Sísmica

Perfil Sísmico	1 ^{ER} Estrato		2 ^{DO} Estrato		3 ^{ER} Estrato	
	Veloc. m/s	Esp. m	Veloc. m/s	Esp. m	Veloc. m/s	Prof. a la roca
LRS-PAD-01	< a 700	0.0 a 4.5	700 a 1000	1.2 a 5.0	1000 a 1500	1.2 a 9.5
LRS-PAD -02	< a 700	0.0 a 4.2	700 a 1000	1.0 a 3.0	1000 a 1500	1.0 a 7.2
LRS-PAD -03	< a 700	0.0 a 1.5	700 a 1000	1.5 a 2.5	1000 a 1500	1.5 a 4.0
LRS-PAD -04	< a 700	0.5 a 2.5	700 a 1000	1.5 a 5.3	1000 a 1500	2.0 a 7.8
LRS-PAD -05	< a 700	0.2 a	700 a 1000	0.7 a 3.3	1000 a 1500	0.9 a 10.8
LRS-PAD -06	< a 700	0.0 a 2.5	700 a 1000	1.3 a 2.5	1000 a 1500	1.3 a 5.0

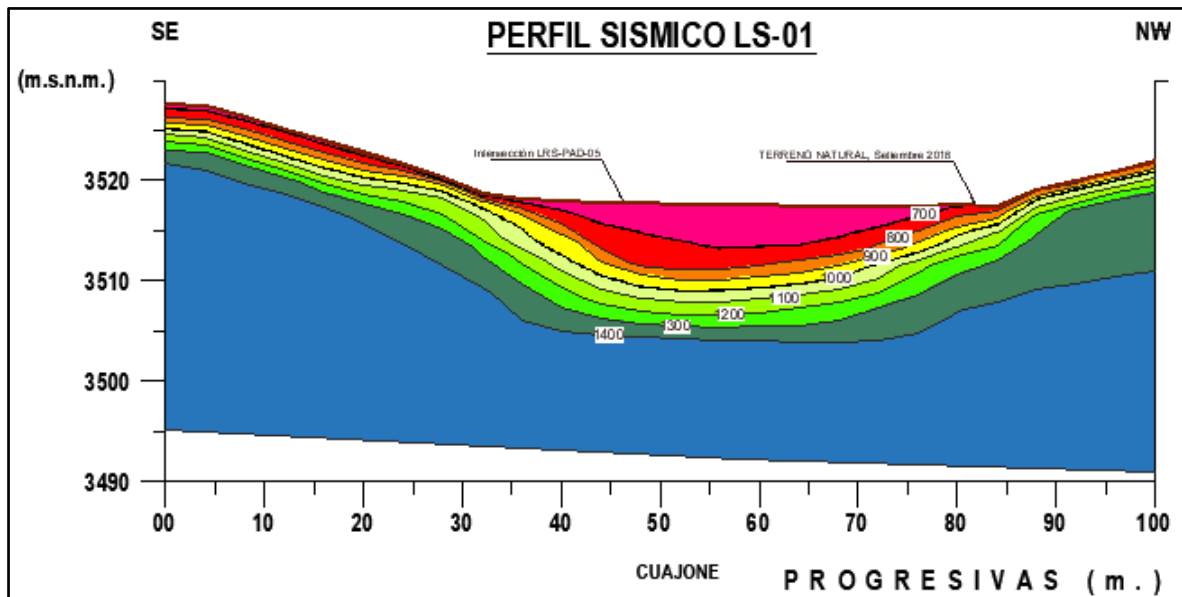
(*) Fuente: Geotecnia e Hidráulica Civil S.A.C

Interpretación geosísmica de los perfiles geosísmicos del perfil LRS-PAD-01:

Esta línea sísmica se encuentra ubicada a 20 m. al Noreste del PAD de lixiviación. Tiene una longitud de 100 metros, donde se ha diferenciado tres estratos como muestra la Figura N° 21 y con mejor detalle en el Anexo 11. Los estratos se

muestran muy paralelos entre sí, encontrándose la roca a 9.20 metros de profundidad.

Figura N° 21: Imagen del Perfil Sísmico LRS-PAD-01



(*) Fuente: Geotecnia e Hidráulica Civil S.A.C

Tabla N° 27: Velocidades de las ondas P en la LRS-01

Línea sísm.	Estrato	Vp m/s	Espesor m.	Litología geosísmica
LRS 01	1ER	0.0 a 700	0.0 a 4.50	Sedimentos compuestos de gravas, arenas y arcillas mal graduadas y poco compactas.
	2DO	700 a 1000	1.20 a 5.00	Sedimentos de gravas y arenas mal graduadas con arcillas y compactas. O rocas muy alteradas.
	3ER	>1000	¿ - ?	Roca volcánica poco fracturada y alterada a macizo rocoso. Se encuentra de 1.2 a 9.5 metros de profundidad

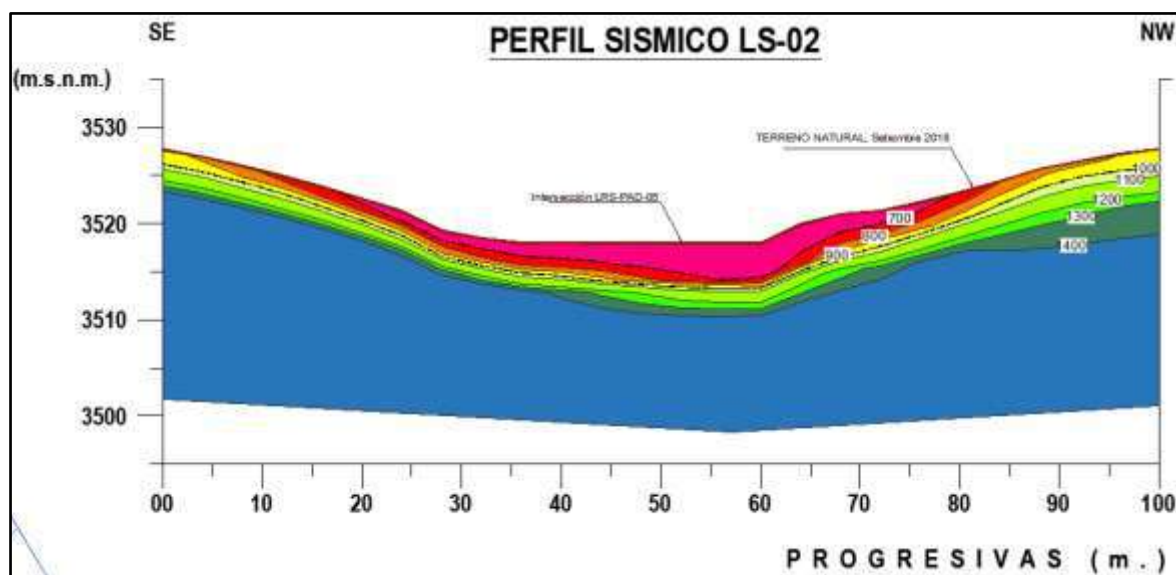
(*) Fuente: Geotecnia e Hidráulica Civil S.A.C

Interpretación geosísmica de los perfiles geosísmicos del perfil LRS-PAD-02:

Esta línea sísmica se encuentra ubicada a 83 m. al Noreste del PAD de lixiviación. Tiene una longitud de 100 metros, donde se ha diferenciado tres estratos como muestra la Figura N° 22 y con mejor detalle en el Anexo 11. Los estratos se muestran muy paralelos entre sí, encontrándose la roca entre 4 m. de profundidad

en los extremos del perfil y a 7.1 metros de profundidad en la parte central de la sección, que coincide con el lecho de valle.

Figura N° 22: Imagen del Perfil Sísmico LRS-PAD-02



(*) Fuente: Geotecnia e Hidráulica Civil S.A.C

Tabla N° 28: Velocidades de las ondas P en la LRS-02

Línea sísm.	Estrato	Vp m/s	Espesor m.	Litología geosísmica
LRS 02	1 ^{ER}	0.0 a 700	0.0 a 4.20	Sedimentos compuestos de gravas, arenas y arcillas mal graduadas y poco compactas.
	2 ^{DO}	700 a 1000	1.00 a 3.00	Sedimentos de gravas y arenas mal graduadas con arcillas y compactas o rocas muy alteradas.
	3 ^{ER}	>1000	¿ - ?	Roca volcánica poco fracturada y alterada a macizo rocoso. Se encuentra de 1 a 7.2 metros de profundidad.

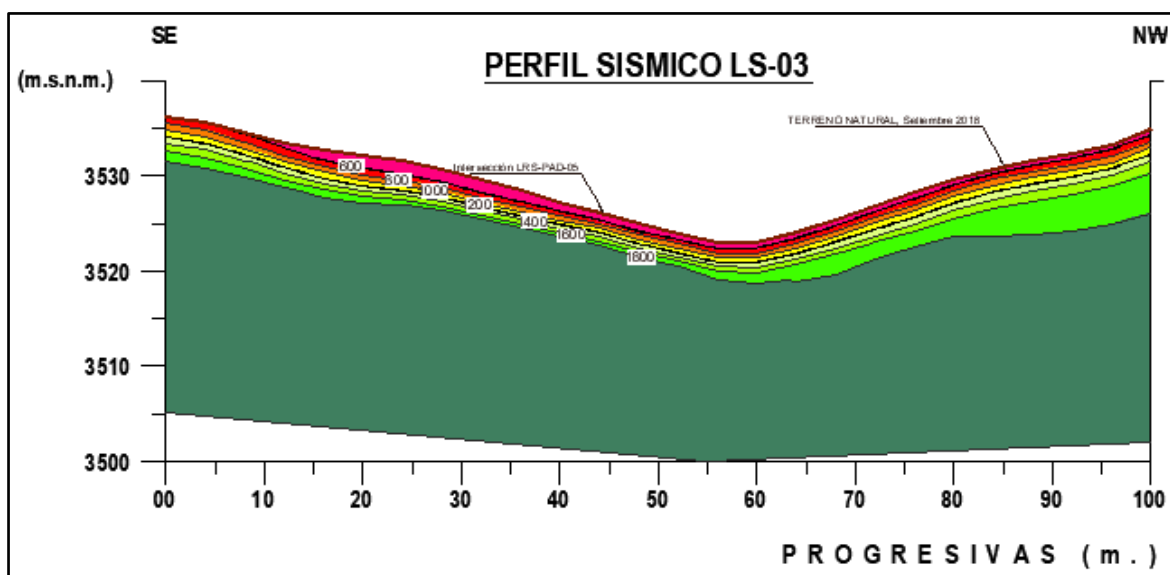
(*) Fuente: Geotecnia e Hidráulica Civil S.A.C

Interpretación geosísmica de los perfiles geosísmicos del perfil LRS-PAD-03:

Esta línea sísmica se encuentra ubicada a 171m. al Noreste del PAD de lixiviación. Tiene una longitud de 100 metros, donde se ha diferenciado tres estratos como muestra la Figura N° 23 y con mejor detalle en el Anexo 11. Los estratos se muestran muy paralelos entre sí, encontrándose la roca entre 1.5 m. de profundidad

en los extremos del perfil y, a 4 metros de profundidad en la parte central de la sección, que coincide con el lecho de valle.

Figura N° 23: Imagen del Perfil Sísmico LRS-PAD-03



(*) Fuente: Geotecnia e Hidráulica Civil S.A.C

Tabla N° 29: Velocidades de las ondas P en la LRS-03

Línea sísm.	Estrato	Vp m/s	Espesor m.	Litología geosísmica
LRS 03	1 ^{ER}	0.0 a 700	0.0 a 1.50	Sedimentos compuestos de gravas, arenas y arcillas mal graduadas y poco compactas.
	2 ^{DO}	700 a 1000	1.50 a 2.50	Sedimentos de gravas y arenas mal graduadas con arcillas y compactas. O rocas muy alteradas.
	3 ^{ER}	>1000	¿ - ?	Roca volcánica poco fracturada y alterada a macizo rocoso. Se encuentra de 1.5 a 4 metros de profundidad.

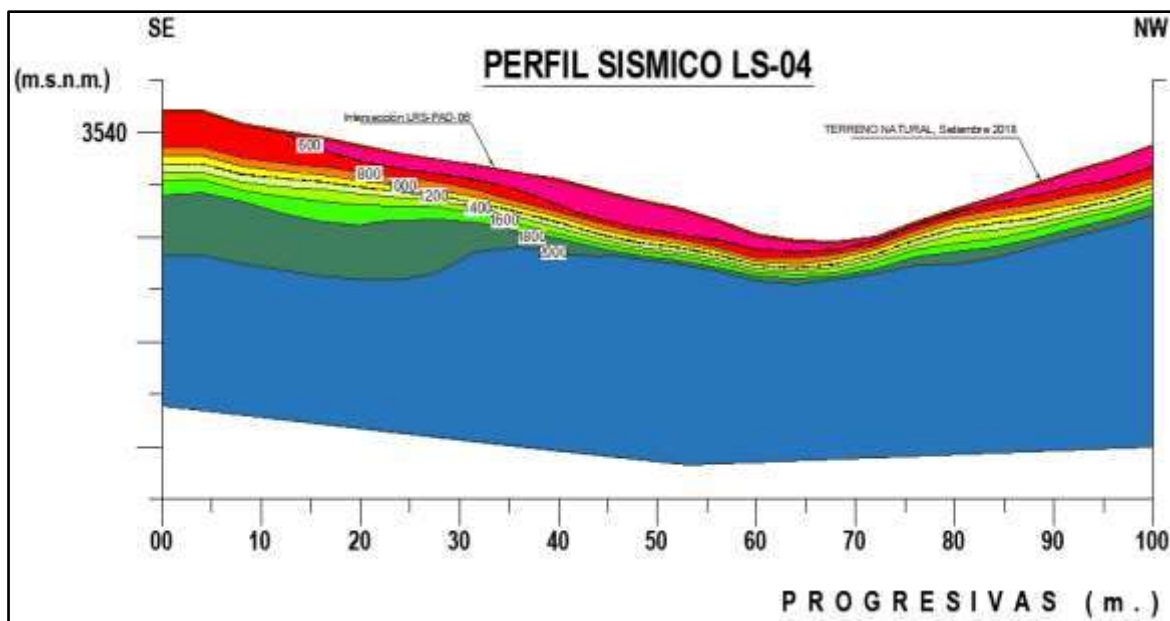
(*) Fuente: Geotecnia e Hidráulica Civil S.A.C

Interpretación geosísmica de los perfiles geosísmicos del perfil LRS-PAD-04:

Esta línea sísmica se encuentra ubicada a 232m. al Noreste del PAD de lixiviación. Tiene una longitud de 100 metros, donde se ha diferenciado tres estratos como muestra la Figura N° 24 y con mejor detalle en el Anexo 11. Los estratos se muestran muy paralelos entre sí, encontrándose la roca entre 2 m. de profundidad

en los extremos del perfil y, a 7.8 metros de profundidad en la parte central de la sección, que coincide con el lecho de valle.

Figura N° 24: Imagen del Perfil Sísmico LRS-PAD-04



(*) Fuente: Geotecnia e Hidráulica Civil S.A.C

Tabla N° 30: Velocidades de las ondas P en la LRS-04

Línea sísm.	Estrato	Vp m/s	Espesor m.	Litología geosísmica
LRS 04	1 ^{ER}	0.0 a 700	0.50 a 2.50	Sedimentos compuestos de gravas, arenas y arcillas mal graduadas y poco compactas.
	2 ^{DO}	700 a 1000	1.50 a 5.30	Sedimentos de gravas y arenas mal graduadas con arcillas y compactas. O rocas muy alteradas.
	3 ^{ER}	>1000	¿ - ?	Roca volcánica poco fracturada y alterada a macizo rocoso. Se encuentra de 2 a 7.8 metros de profundidad.

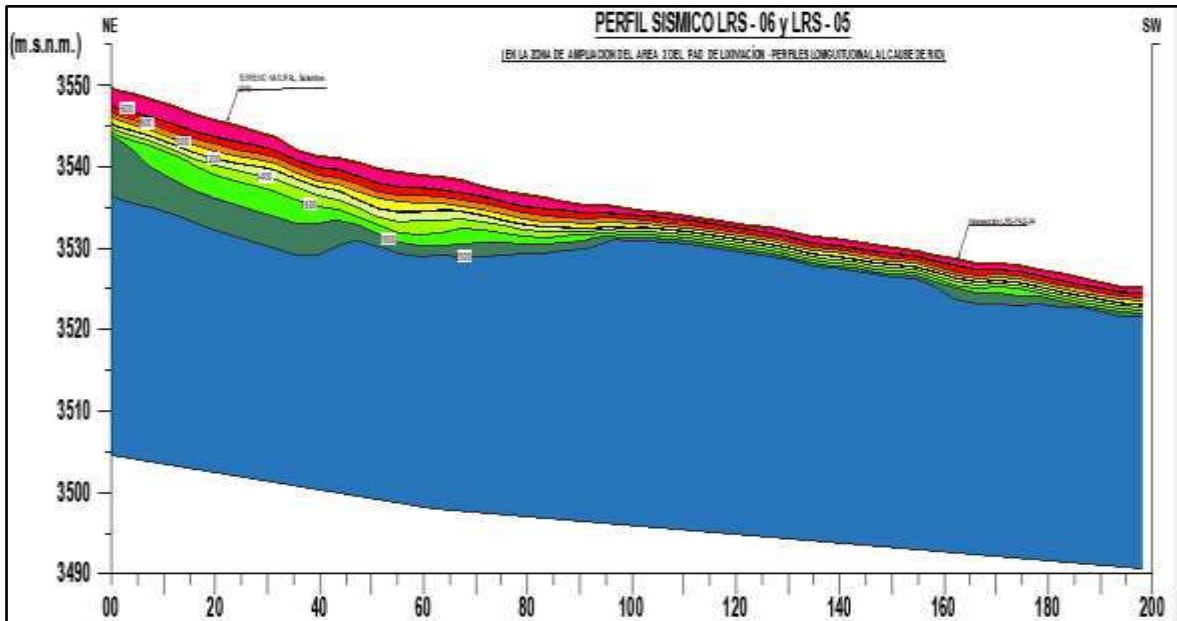
(*) Fuente: Geotecnia e Hidráulica Civil S.A.C

Interpretación geosísmica de los perfiles geosísmicos del perfil LRS-PAD-05 y LRS-PAD-06:

Estas líneas sísmicas se han trazado transversal a los demás perfiles sísmicos. Inicia a 400 metros del PAD de lixiviación, y termina a 00 metros del PAD de

Lixiviación. Ambos perfiles suman una longitud de 400 metros, donde se ha diferenciado tres estratos geosismicos como muestra en las Figuras N° 25 y 26, y con mejor detalle con mejor detalle en el Anexo 11. Los estratos se muestran muy paralelos entre sí, encontrándose la roca a 0.9 m. de profundidad al inicio del perfil y, a 10.8 metros de profundidad entre las progresivas de 10 a 40 metros del perfil LRS 05.

Figura N° 25: Imagen del Perfil Sísmico LRS-PAD-05



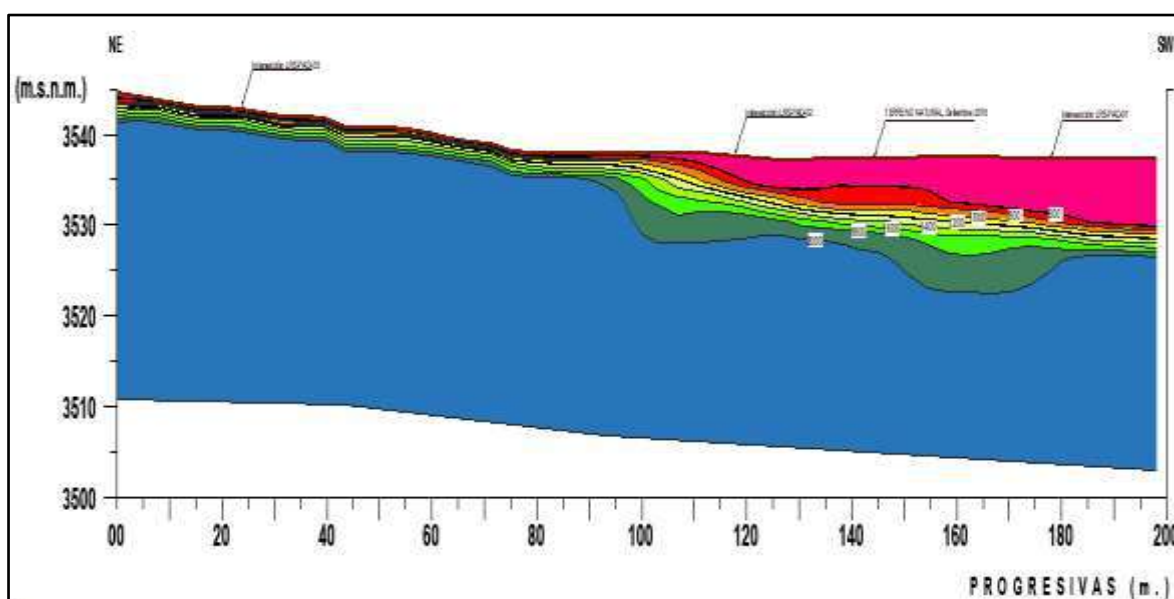
(*) Fuente: Geotecnia e Hidráulica Civil S.A.C

Tabla N° 31: Velocidades de las ondas P en la LRS-05

LÍNEA SÍSM.	ESTRATO	Vp m/s	ESPESOR m.	LITOLOGÍA GEOSÍSMICA
LRS 05	1 ^{ER}	0.0 a 700	0.20 a 7.50	Sedimentos compuestos de gravas, arenas y arcillas mal graduadas y poco compactas.
	2 ^{DO}	700 a 1000	0.70 a 3.30	Sedimentos de gravas y arenas mal graduadas con arcillas y compactas O rocas muy alteradas.
	3 ^{ER}	>1000	¿ - ?	Roca volcánica poco fracturada y alterada a macizo rocoso. Se encuentra de 0.9 a 10.8 metros de profundidad

(*) Fuente: Geotecnia e Hidráulica Civil S.A.C

Figura N° 26: Imagen del Perfil Sísmico LRS-PAD-06



(*) Fuente: Geotecnia e Hidráulica Civil S.A.C

Tabla N° 32: Velocidades de las ondas P en la LRS-06

LÍNEA SÍSM.	ESTRATO	Vp m/s	ESPESOR m.	LITOLOGÍA GEOSÍSMICA
LRS 06	1 ^{ER}	0.0 a 700	0.20 a 7.50	Sedimentos compuestos de gravas, arenas y arcillas mal graduadas y poco compactas.
	2 ^{DO}	700 a 1000	0.70 a 3.30	Sedimentos de gravas y arenas mal graduadas con arcillas y compactas. O rocas muy alteradas.
	3 ^{ER}	>1000	¿ - ?	Roca volcánica poco fracturada y alterada a macizo rocoso. Se encuentra de 0.9 a 10.8 metros de profundidad

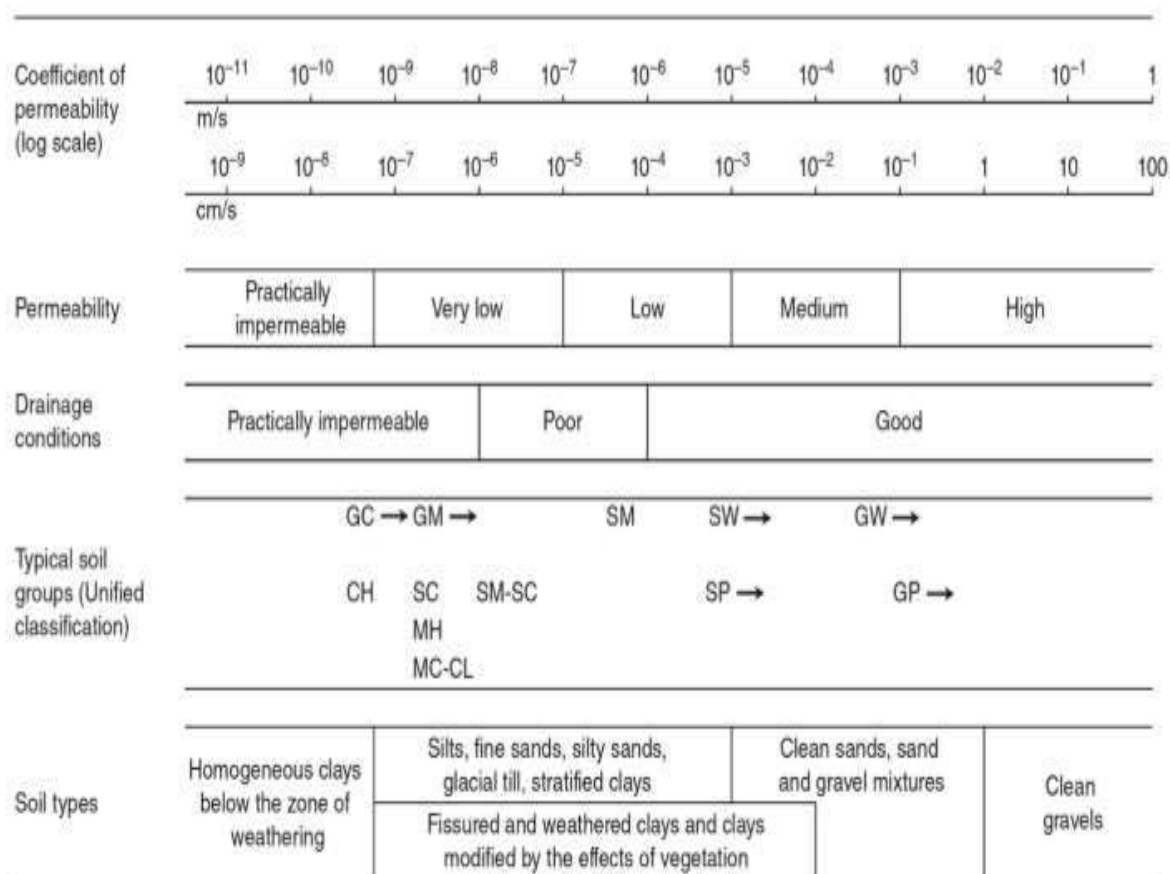
(*) Fuente: Geotecnia e Hidráulica Civil S.A.C

Ensayo de Permeabilidad en Perforación diamantina - Lefranc

En el desarrollo de las investigaciones de campo en las perforaciones se han realizado pruebas de permeabilidad Lefranc de carga constante, puesto que los materiales perforados han sido suelos y rocas fracturadas, poco densas, que no han permitido el uso de packer para poder obturar las paredes de la roca y realizar el ensayo de Lugeon

En el Anexo 08 se muestran el ensayo completo de Lefranc realizados en las Perforaciones.

Figura N° 27: Valores de permeabilidad en el Suelo



(*) Fuente: Soil Properties and Their Correlations

Tabla N° 33: Ensayo de Permeabilidad – Perforación DDH-PAD-01

N° Ensayo	Tramo Ensayo (m)	Tipo de Ensayo	K Permeabilidad (cm/s)	Grado de permeabilidad	Observaciones
01	5.00 – 6.00	Lefranc Carga Constante	Tramo Permeable	Permeable	Suelo Gravoso Arenoso

N° Ensayo	Tramo Ensayo (m)	Tipo de Ensayo	K Permeabilidad (cm/s)	Grado de permeabilidad	Observaciones
02	11.30 – 12.80	Lefranc Carga Constante	7.146 E ⁻⁵	Baja Permeabilidad	Roca fracturada, fracturas rellenas con arcilla
03	14.00 – 15.00	Lefranc Carga Constante	Tramo Permeable	Permeable	Roca muy fracturada, fracturas abiertas
04	19.00 – 20.00	Lefranc Carga Constante	Tramo Permeable	Permeable	Roca muy fracturada, fracturas abiertas
05	24.00 – 25.00	Lefranc Carga Constante	Tramo Permeable	Permeable	Roca muy fracturada, fracturas abiertas

(*) Fuente: Geotecnia e Hidráulica Civil S.A.C

Tabla N° 34: Ensayo de Permeabilidad – Perforación DDH-PAD-02

N° Ensayo	Tramo Ensayo (m)	Tipo de Ensayo	K Permeabilidad (cm/s)	Grado de permeabilidad	Observaciones
01	5.00 – 6.00	Lefranc Carga Constante	3.786 E ⁻⁴	Mediana Permeabilidad	Roca fracturada, fracturas con relleno débil. Roca de mediana a baja dureza
02	9.00 – 11.30	Lefranc Carga Constante	6.525 E ⁻⁵	Baja Permeabilidad	Roca fracturada, fracturas con relleno. Roca de mediana a baja dureza

N° Ensayo	Tramo Ensayo (m)	Tipo de Ensayo	K Permeabilidad (cm/s)	Grado de permeabilidad	Observaciones
03	14.60 – 16.10	Lefranc Carga Constante	7.417 E ⁻⁵	Baja Permeabilidad	Roca fracturada, fracturas con relleno. Roca de mediana a baja dureza
04	19.00 – 20.00	Lefranc Carga Constante	2.200 E ⁻⁴	Mediana Permeabilidad	Roca fracturada, fracturas con relleno débil. Roca de mediana a baja dureza

(*) Fuente: Geotecnia e Hidráulica Civil S.A.C

Tabla N° 35: Ensayo de Permeabilidad – Perforación DDH-PAD-03

N° Ensayo	Tramo Ensayo (m)	Tipo de Ensayo	K Permeabilidad (cm/s)	Grado de permeabilidad	Observaciones
01	4.00 – 5.00	Lefranc Carga Constant	7.726 E ⁻⁵	Baja Permeabilidad	Roca fracturada, fracturas con relleno. Roca de
02	10.00 – 10.50	Lefranc Carga Constant	1.153 E ⁻⁴	Mediana Permeabilidad	Roca fracturada, fracturas con relleno débil.
03	14.00 – 15.00	Lefranc Carga Constant	8.035 E ⁻⁵	Baja Permeabilidad	Roca fracturada, fracturas con relleno. Roca de
04	19.00 – 20.00	Lefranc Carga Constant	6.107 E ⁻⁵	Baja Permeabilidad	Roca fracturada, fracturas con relleno. Roca de
05	19.00 – 20.00	Lefranc Carga Constant	5.229 E ⁻⁵	Baja Permeabilidad	Roca fracturada, fracturas con relleno. Roca de

Ensayos de laboratorio de Mecánica de Suelos – Zona de Ampliación del PAD

En el Estudio para el presente proyecto de Investigación, se ha realizado el siguiente programa de Ensayos de Laboratorio de Mecánica de Suelos, en la zona donde se va emplazar el PAD de Lixiviación

En el Anexo N° 12 se muestran todos los ensayos de laboratorio realizados.

Tabla N° 36: Ensayo de Laboratorio de Mecánica de Suelos

Calicata	Tramo Ensayo (m)	SUCS	W (%)	Límites de Consistencia		IP	Ensayo de Corte Directo	
				LL	LP		Cohesión (Kg/cm ²)	Angulo de fricción
CAL-PAD-01	0.00 – 2.00	Grava Arcillosa con arena (GC)	9.96	30.54	19.61	10.93	---	---
	2.00 – 4.00	Limo inorgánico de alta plasticidad (MH)	25.11	68.91	34.62	34.29	0.11	7.4
CAL-PAD-02	0.00 – 1.20	Grava Arcillosa con arena (GC)	7.49	32.87	19.96	12.91	---	---
CAL-PAD-03	0.00 – 2.20	Arena Limosa con grava (SM)	6.42	41.26	31.90	9.36	---	---
CAL-PAD-04	0.00 – 2.50	Arena Limosa con grava (SM)	12.60	40.68	28.75	11.92	---	---

(*) Fuente: Geotecnia e Hidráulica Civil S.A.C

Tabla N° 37: Ensayo de Laboratorio de Mecánica de Suelos

Calicata	Tramo Ensayo (m)	Clasificación SUCS	Proctor Modificado Fracción Menor Malla ¾"		Proctor Modificado Fracción Mayor Malla ¾"		Peso Específico Fracción Mayor Malla ¾" (gr/cm ³)	Absorción Fracción Mayor Malla ¾" (%)
			Máxima Densidad Seca (gr/cm ³)	Humedad Optima (%)	Máxima Densidad Seca (gr/cm ³)	Humedad Optima (%)		
CAL-PAD-02	0.00 – 1.20	Grava Arcillosa con arena (GC)	1.685	16.35	1.706	15.57	1.833	.55
CAL-PAD-03	0.00 – 2.20	Arena Limosa con grava (SM)	1.646	16.10	1.673	15.24	1.972	7.30

(*) Fuente: Geotecnia e Hidráulica Civil S.A.C

Tabla N° 38: Ensayo de Laboratorio de Mecánica de Suelos

Calicata	Tramo Ensayo (m)	Clasificación SUCS	K Permeabilidad carga constante (cm/s)	Grado de permeabilidad
CAL-PAD-02	0.00 – 1.20	Grava Arcillosa con arena (GC)	8.137 E ⁻⁷	Muy baja permeabilidad
CAL-PAD-03	0.00 – 2.20	Arena Limosa con grava (SM)	1.130 E ⁻⁸	Muy baja permeabilidad

(*) Fuente: Geotecnia e Hidráulica Civil S.A.C

Ensayos de Laboratorio de Mecánica de Suelos – Zona de Cantera

En el Estudio para el presente proyecto de Investigación, se ha realizado el siguiente programa de Ensayos de Laboratorio de Mecánica de Suelos, en la zona donde se va emplazar el PAD de Lixiviación.

Tabla N° 39: Ensayo de Laboratorio de Mecánica de Suelos – Cantera de Materiales Finos

Sector	Tramo Ensayo (m)	Clasificación SUCS	Proctor Modificado Fracción Menor Malla ¾"		Proctor Modificado Fracción Mayor Malla ¾"		Peso Específico Fracción Mayor Malla ¾" (gr/cm³)	Absorción Fracción Mayor Malla ¾" (%)
			Máxima Densidad Seca (gr/cm³)	Humedad Óptima (%)	Máxima Densidad Seca (gr/cm³)	Humedad Óptima (%)		
Cantera Tierra Roja	0.00 – 1.00	Arena bien graduada con arcilla y grava (SW – SG)	2.139	7.70	2.179	7.06	2.445	3.35
Cantera PAD-01	0.00 – 1.00	Limo de baja plasticidad gravoso con arenas (ML)	1.651	15.30	1.705	13.85	1.954	8.24
Cantera PAD-02	0.00 – 1.00	Limo de baja plasticidad arenoso (ML)	1.620	20.20	1.630	19.79	1.935	8.68

(*) Fuente: Geotecnia e Hidráulica Civil S.A.C

Tabla N° 40: Ensayo de Laboratorio de Mecánica de Suelos – Cantera de
Materiales Finos

Calicata	Tramo Ensayo (m)	SUCS	W (%)	Límites de Consistencia		IP	Ensayo de Corte Directo	
				LL	LP		Cohesión (Kg/cm ²)	Angulo de fricción
Cantera Tierra Roja	0.00 – 1.00	Arena bien graduada con arcilla y grava (SW – SC)	4.88	23.08	14.97	8.11	0.15	26.8
Cantera PAD - 01	0.00 – 1.00	Limo de baja plasticidad gravoso con arenas (ML)	4.59	42.72	26.24	16.48	0.09	16.2
Cantera PAD - 02	0.00 – 1.00	Limo de baja plasticidad arenoso (ML)	5.45	42.07	26.87	15.20	0.18	16.7

(*) Fuente: Geotecnia e Hidráulica Civil S.A.C

Tabla N° 41: Ensayo de Laboratorio de Mecánica de Suelos – Cantera de
Materiales Finos

Sector	Tramo Ensayo (m)	Clasificación SUCS	K Permeabilidad carga constante (cm/s)	Grado de permeabilidad
Cantera Tierra Roja	0.00 – 1.00	Arena bien graduada con arcilla y grava (SW – SC)	2.530 E ⁻⁶	Muy baja permeabilidad
Cantera PAD-01	0.00 – 1.00	Limo de baja plasticidad gravoso con arenas	4.430 E ⁻⁷	Muy baja permeabilidad
Cantera PAD-02	0.00 – 1.00	Limo de baja plasticidad arenoso (ML)	2.820 E ⁻⁷	Muy baja permeabilidad

(*) Fuente: Geotecnia e Hidráulica Civil S.A.C

Tabla N° 42: Ensayo de Laboratorio de Mecánica de Suelos – Cantera de
Materiales Gruesos

Calicata	Tramo Ensayo (m)	SUCS	W (%)	Límites de Consistencia		IP	Ensayo de Corte Directo	
				LL	LP		Cohesión (Kg/cm ²)	Angulo de fricción
Cantera Mineral PAD MIN-PAD-01	0.00 – 1.00	Arena bien graduada con arcilla y grava (SW – SC)	4.06	30.06	19.11	11.55	0.13	38.1
Cantera Mineral PAD MIN-CH-01	0.00 – 1.00	Limo de baja plasticidad gravoso con arenas (ML)	2.88	25.15	16.77	8.38	0.15	39.5

(*) Fuente: Geotecnia e Hidráulica Civil S.A.C

Tabla N° 43: Ensayo de Laboratorio de Mecánica de Suelos – Cantera de Materiales Finos

Sector	Tramo Ensayo (m)	Clasificación SUCS	Proctor Modificado Fracción Menor Malla ¾"		Proctor Modificado Fracción Mayor Malla ¾"		Peso Específico Fracción Mayor Malla ¾" (gr/cm ³)	Absorción Fracción Mayor Malla ¾" (%)
			Máxima Densidad Seca (gr/cm ³)	Humedad Óptima (%)	Máxima Densidad Seca (gr/cm ³)	Humedad Óptima (%)		
Cantera Minera PAD MIN-PAD-01	0.00 – 1.00	Grava Arcillosa con arena (GC)	2.117	7.60	2.139	7.27	2.562	2.18
Cantera Cobertura PAD MIN-CH-01	0.00 – 1.00	Grava Arcillosa con arena (GC)	2.145	7.50	2.159	7.28	2.533	2.43

(*) Fuente: Geotecnia e Hidráulica Civil S.A.C

Tabla N° 44: Ensayo de Laboratorio de Mecánica de Suelos – Cantera de Materiales Finos

Sector	Tramo Ensayo (m)	Clasificación SUCS	K Permeabilidad carga constante (cm/s)	Grado de permeabilidad
Cantera mineral PAD MIN-PAD-01	0.00 – 1.00	Grava arcillosa con arena (GC)	6.550 E ⁻⁸	Muy baja permeabilidad
Cantera cobertura PAD MIN-CH-01	0.00 – 1.00	Grava arcillosa con arena (GC)	9.260 E ⁻⁷	Muy baja permeabilidad

(*) Fuente: Geotecnia e Hidráulica Civil S.A.C

Ensayos de Laboratorio de Mecánica de Rocas

Los resultados de los ensayos realizados en el Laboratorio de Mecánica de Roca son los siguientes:

Tabla N° 45: Ensayo de Laboratorio de Mecánica de Rocas

Sector	Resistencia (Mpa)	Densidad (gr/cm ³)	Ensayo de Carga Puntual Resistencia la compresión (Mpa)	Ensayo de Corte Directo	
				Cohesión (Mpa)	Angulo de fricción (°)
Quebrada PAD Margen Izquierda	13.40	1.472	15.9	0.400	17.1
Quebrada PAD Margen Derecha	75.60	2.530	78.5	12.500	31.1

(*) Fuente: Geotecnia e Hidráulica Civil S.A.C

Tabla N° 46: Ensayo de Laboratorio de Mecánica de Rocas – Propiedades de la Roca

Sector	Humedad (%)	Peso Especifico (gr/cm ³)	Porosidad (%)	Absorción (%)
Quebrada PAD Margen Izquierda	3.68	1.472	18.03	22.00
Quebrada PAD Margen Derecha	0.70	2.532	1.50	1.53

(*) Fuente: Geotecnia e Hidráulica Civil S.A.C

Evaluación Geotécnica

La presente evaluación geotécnica tiene como finalidad caracterizar el área donde se emplazará la ampliación del PAD de lixiviación para con ello realizar la evaluación de la estabilidad física de la estructura proyectada. Utilizando la información proporcionada por los estudios: geológico, geofísico y las investigaciones geotécnicas ejecutadas en campo y laboratorio, se definieron los estratos de la cimentación del PAD de lixiviación proyectado y la presencia de nivel freático en la zona, los cuales son descritos brevemente a continuación:

- Cimentación

Las investigaciones geotécnicas puntuales, como calicatas y perforaciones diamantinas, y las lineales, como la refracción sísmica, permitieron caracterizar la cimentación donde se emplazará la ampliación del PAD de lixiviación. Dicha cimentación está compuesta por los siguientes estratos:

a) Arcillas de baja Plasticidad (CL)

Este suelo se encuentra en toda el área de cimentación de la ampliación del PAD de lixiviación con una potencia que varía entre 1 m y 4 m de espesor, con consistencia media a densa y una humedad que oscila entre 3 % y 10 % y presencia de gravas.

b) Gravas pobremente gradadas (GP-GC)

Este suelo aluvial se intercala con gravas arcillosas (GC) con una potencia que varía entre 1.5 m y 2.5 m. de espesor. En el encuentro con el basamento rocoso aparece bolonería en un 35%.

c) Roca fracturada (tipo III)

El basamento rocoso que subyace al suelo aluvial posee diferentes tipos de resistencia que van desde el tipo I al tipo IV siendo el Tipo III el más persistente con un RMR entre 45 – 50.

- Nivel Freático

En base a las perforaciones diamantinas y las líneas de refracción sísmica, no se detectaron niveles de agua profundos.

La falta de nivel freático se debe a la presencia de la falla Botiflaca que corta transversalmente el eje de la quebrada lo que se ve reflejado en el fracturamiento de la roca.

Parámetros de Resistencia para el Análisis de Estabilidad

En la Tabla N°35 se presenta un resumen de las propiedades de los materiales que se describieron en el ítem anterior, así mismo, se colocan los parámetros de resistencia para los análisis de estabilidad.

Tabla N° 47: Parámetros geotécnicos

Material	γ (kN/m ³)	k (cm/s)	c' (kPa)	ϕ' (°)
Relleno Mineral	21.0	6.6×10^{-7}	0	38
Suelo de cimentación	19.5	3.8×10^{-4}	0	36
Basamento Rocoso Eje quebrada	20.0	2.2×10^{-4}	245	30
Basamento Rocoso Margen derecha	25.3	2.2×10^{-4}	12500	31
Basamento Rocoso Margen Izquierda	14.7	2.2×10^{-4}	400	17

(*) Fuente: Geotecnia e Hidráulica Civil S.A.C

Análisis de Estabilidad Física

Se evaluó el informe de peligro sísmico por los métodos probabilísticos y determinísticos aplicables a la ampliación del PAD de lixiviación, los resultados muestran que la máxima aceleración horizontal de diseño (PGA) es de 0.432 g.

Para evaluar los taludes de la ampliación del PAD, se recomienda utilizar como mínimo un coeficiente sísmico igual al 50% de la aceleración pico considerando el periodo de retorno de 475 años, por lo tanto, el valor a utilizar en los análisis pseudo-estático fue de un coeficiente sísmico de 0.22 g.

Para los análisis de estabilidad se consideraron las secciones que pasan sobre las investigaciones geotécnicas, así como secciones en las cuales se muestre la posibilidad de un potencial deslizamiento.

Así mismo, haciendo uso de la norma E 030 y ubicando la zona de estudio en el mapa de Zonas Sísmicas, se utilizará un valor de máxima aceleración de diseño de 0.35 g la cual pertenece a la Zona 3. Fueron realizadas tres secciones de análisis,

la primera sección se encuentra sobre el eje de la quebrada utilizándose como referencia las líneas sísmicas LRS-PAD-5 y LRS-PAD-6, las otras dos secciones se ubican sobre la línea sísmica LRS-PAD-1 y LRS-PAD-2.

En el Anexo N° 13 se muestran los planos de los análisis de Estabilidad Física.

Tabla N° 48: Resultados de análisis de Estabilidad - Estático

ANALISIS ESTÁTICO			
Sección	Bishop	Janbu	Spencer
Eje de quebrada Aguas abajo	1.640	1.639	1.639
Eje de quebrada Aguas arriba	1.758	1.757	1.757
Sección 1-1'- Margen Izquierda	1.641	1.640	1.640
Sección 1-1'- Margen Derecha	1.729	1.728	1.729
Sección 2-2'- Margen Izquierda	1.641	1.541	1.541
Sección 2-2'- Margen Derecha	1.542	1.640	1.640

(*) **Fuente:** Elaboración Propia

Tabla N° 49: Resultados de análisis de Estabilidad – PGA=0.432 g.

ANALISIS PSEUDO - ESTATICO			
Sección	Bishop	Janbu	Spencer
Eje de quebrada Aguas abajo	1.003	1.004	1.004
Eje de quebrada Aguas arriba	1.059	1.060	1.060
Sección 1-1'- Margen Izquierda	1.003	1.004	1.005
Sección 1-1'- Margen Derecha	1.047	1.047	1.047
Sección 2-2'- Margen Izquierda	1.090	1.076	1.091
Sección 2-2'- Margen Derecha	1.003	1.004	1.004

(*) **Fuente:** Elaboración Propia

Tabla N° 50: Resultados de análisis de Estabilidad – PGA=0.35 g.

ANALISIS PSEUDO - ESTATICO			
Sección	Bishop	Janbu	Spencer
Eje de quebrada Aguas abajo	1.088	1.088	1.088
Eje de quebrada Aguas arriba	1.151	1.151	1.151
Sección 1-1'- Margen Izquierda	1.089	1.088	1.089
Sección 1-1'- Margen Derecha	1.136	1.136	1.136
Sección 2-2'- Margen Izquierda	1.176	1.171	1.172
Sección 2-2'- Margen Derecha	1.088	1.088	1.088

(*) **Fuente:** Elaboración Propia

V. DISCUSIÓN

Hipótesis General: Los resultados obtenidos del estudio de peligro sísmico y la norma E 030 permitirán determinar el factor de seguridad mínimo a aplicar para el análisis de estabilidad del Pad de Lixiviación.

Tabla N° 51: Resultados de análisis de Estabilidad - Estático

ANALISIS ESTÁTICO			
Sección	Bishop	Janbu	Spencer
Eje de quebrada Aguas abajo	1.640	1.639	1.639
Eje de quebrada Aguas arriba	1.758	1.757	1.757
Sección 1-1'- Margen Izquierda	1.641	1.640	1.640
Sección 1-1'- Margen Derecha	1.729	1.728	1.729
Sección 2-2'- Margen Izquierda	1.641	1.541	1.541
Sección 2-2'- Margen Derecha	1.542	1.640	1.640

(*) **Fuente:** Elaboración Propia

Tabla N° 52: Resultados de análisis de Estabilidad – Estudio de Peligro sísmico

ANALISIS PSEUDO - ESTÁTICO			
Sección	Bishop	Janbu	Spencer
Eje de quebrada Aguas abajo	1.003	1.004	1.004
Eje de quebrada Aguas arriba	1.059	1.060	1.060
Sección 1-1'- Margen Izquierda	1.003	1.004	1.005
Sección 1-1'- Margen Derecha	1.047	1.047	1.047
Sección 2-2'- Margen Izquierda	1.090	1.076	1.091
Sección 2-2'- Margen Derecha	1.003	1.004	1.004

(*) **Fuente:** Elaboración Propia

Tabla N° 53: Resultados de análisis de Estabilidad – Norma E 030

ANALISIS PSEUDO - ESTATICO			
Sección	Bishop	Janbu	Spencer
Eje de quebrada Aguas abajo	1.088	1.088	1.088
Eje de quebrada Aguas arriba	1.151	1.151	1.151
Sección 1-1'- Margen Izquierda	1.089	1.088	1.089
Sección 1-1'- Margen Derecha	1.136	1.136	1.136
Sección 2-2'- Margen Izquierda	1.176	1.171	1.172
Sección 2-2'- Margen Derecha	1.088	1.088	1.088

(*) **Fuente:** Elaboración Propia

En la presente investigación se obtuvieron diferentes factores de seguridad acorde a los métodos de equilibrio limite, por lo que en base a lo obtenido y a la importancia de la estructura se puede definir el Factor de Seguridad a utilizar. **Entonces se determina que los resultados obtenidos del estudio de peligro sísmico y la norma E 030 permitirán determinar el factor de seguridad mínimo a aplicar para el análisis de estabilidad del Pad de Lixiviación.** Por lo que se acepta la Hipotesis 1.

Hipótesis Específica 01: Los estudios previos permiten obtener más información del terreno donde se emplazará el Pad de Lixiviación.

Según Morales (2000), en su tesis de título: “Análisis y Diseño de Taludes mediante métodos computacionales”, tiene como objetivo encontrar una configuración óptima que ofrezca seguridad y rendimiento económico del talud; así como mínimo riesgo de impacto ambiental.

En su tesis el autor Morales menciona que: ***“El método utilizado para determinar el factor de seguridad en los taludes es el de Equilibrio Límite, que se determina en base a los datos geotécnicos antes realizados, ensayos de campo y de mecánica de suelo y rocas.”***

Asimismo, en la presente investigación para realizar el análisis de estabilidad del talud del Pad de Lixiviación se obtuvieron los datos de los ensayos de campo realizados y de los ensayos de mecánica de suelos así mismo, se recopiló información de la misma unidad minera para poder contrastar los resultados que se obtuvieron. **Entonces se determinan Los estudios previos permiten obtener más información del terreno donde se emplazará el Pad de Lixiviación.** Por lo tanto, se acepta la Hipótesis Específica 01.

Hipótesis Específica 02: Los ensayos específicos de mecánica de suelo y roca ayudaran a la caracterización del terreno donde se emplazará el Pad de Lixiviación.

Tabla N° 54: Caracterización del terreno - Suelo

Calicata	Tramo Ensayo (m)	SUCS	W (%)	Límites de Consistencia		IP
				LL	LP	
CAL-PAD-01	0.00 – 2.00	Grava Arcillosa con arena (GC)	9.96	30.54	19.61	10.93
	2.00 – 4.00	Limo inorgánico de alta plasticidad (MH)	25.11	68.91	34.62	34.29
CAL-PAD-02	0.00 – 1.20	Grava Arcillosa con arena (GC)	7.49	32.87	19.96	12.91
CAL-PAD-03	0.00 – 2.20	Arena Limosa con grava (SM)	6.42	41.26	31.90	9.36
CAL-PAD-04	0.00 – 2.50	Arena Limosa con grava (SM)	12.60	40.68	28.75	11.92

(*) Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 55: Caracterización del terreno - Roca

Sector	Resistencia (Mpa)	Densidad (gr/cm ³)	Ensayo de Carga Puntual Resistencia la compresión (Mpa)	Ensayo de Corte Directo	
				Cohesión (Mpa)	Angulo de fricción (°)
Quebrada PAD Margen Izquierda	13.40	1.472	15.9	0.400	17.1
Quebrada PAD Margen Derecha	75.60	2.530	78.5	12.500	31.1

(*) Fuente: Elaboración propia

En la presente investigación se obtuvo como resultados diferentes tipos de suelos a medida que se incrementa la profundidad de investigación como se observa en las Tablas N° 54 y 55. **Entonces se determinan que los ensayos de laboratorio de suelo y roca nos ayudan a caracterizar el terreno donde se emplazará el Pad de Lixiviación.** Por lo tanto, se acepta la Hipótesis Específica 02.

Hipótesis Específica 03: El uso de los métodos de equilibrio límite permite evaluar e interpretar de mejor manera la estabilidad del Pad de Lixiviación

Según Ludeña (2014), en su tesis de título: “Influencias de Bermas y canales en la estabilidad de pilas de lixiviación, Lima 2014”, tiene como objetivo estudiar la influencia de las estructuras como liseras (bermas) y canales para mejorar la estabilidad de la pila de lixiviación.

Los resultados obtenidos son los siguientes:

Tabla N° 56: Valores de FS en condiciones estáticas y pseudo-estáticas

Condición analizada	Método de análisis	F.S
Estático	Equilibrio Límite	1,674
		1,697
		1,665
Pseudo-estático	Equilibrio Límite	1,085
		1,058
		1,103

(*) **Fuente:** Ludeña (2014)

Los resultados obtenidos por Ludeña muestran que el PAD de lixiviación analizados se encuentra estables tanto en condición estática y pseudo-estático.

Asimismo, en la presente investigación se obtuvo resultados los cuales indican que el Pad de Lixiviación esta estable. **Por ende, se determina que realizar el análisis de estabilidad con los métodos de equilibrio límite permite evaluar e interpretar de mejor manera la estabilidad del Pad de Lixiviación**, por lo que se acepta la Hipótesis Específica 03.

VI. CONCLUSIONES

Conclusión general:

Partiendo del objetivo General que es Efectuar el análisis de estabilidad aplicando la norma E 030 y el estudio de peligro sísmico del PAD de Lixiviación usando el programa computacional Slide, se concluye que los resultados de los análisis de estabilidad en secciones tanto longitudinales como transversales al eje de la quebrada donde se emplazará la estructura del PAD, muestran que es estable en condiciones estáticas y pseudo-estáticas, con valores por encima al F.S.= 1.5 (condiciones estáticas) y F.S.= 1.00 (condiciones pseudo-estáticas). Para las condiciones pseudo estáticas el factor de aceleración asumido ha sido de 0.22g (Estudio de Peligro Sísmico) y de 0.18g (Norma E 030).

Conclusiones específicas:

1. Del objetivo específico Establecer los estudios previos del terreno donde se emplazará el PAD de Lixiviación, se concluye que los estudios requeridos para el presente Proyecto de Investigación fueron el estudio geotécnico, estudio geofísico y estudio de peligro sísmico, esto debido a que los estudios contienen datos, valores y resultados en base a los trabajos de campo (In-Situ) y laboratorio (Ensayos de Mecánica de Suelo y Roca) los cuales son correlaciones entre sí.
2. De los ensayos de campo como la perforación diamantina y refracción sísmica se concluye que en el área del proyecto existen 3 estratos de suelos de acuerdo a su clasificación SUCS, RQD de la Roca y al Rango de velocidades de los estratos geosismicos.
3. De las 6 líneas geosismicos ejecutadas se concluye que, en la zona investigada del Pad, no se presenta ningún indicio importante de fallas geológicas activas y la estratificación es muy homogénea.
4. Partiendo del objetivo específico Interpretar los ensayos de mecánica de suelos y roca para realizar la caracterización del suelo donde se emplazará el Pad de Lixiviación, se concluye que los ensayos de suelo y roca son de gran

importancia ya que se obtienen información de las propiedades mecánicas del suelo, esta información es importante para la planificación, diseño y ejecución del proyecto. Los valores obtenidos de los ensayos complementan a la hora de realizar un estudio Geotécnico.

5. Del objetivo específico Analizar la estabilidad de los taludes del Pad de Lixiviación de la Unidad Minera Cuajone con los métodos de equilibrio limite, se concluye que los métodos de Bishop, Janbu y Spencer arrojan valores los cuales difieren en un mínimo entre sí.

VII. RECOMENDACIONES

Para futuras investigaciones se le recomienda lo siguiente:

1. Al momento de realizar el Análisis de estabilidad física del Pad de Lixiviación, se recomienda que dicho análisis sea con factor de aceleración máxima horizontal del Estudio de Peligro Sísmico (0.432g) ya que este factor fue calculado en base a los ensayos realizados en campo (In-Situ) y a la zona donde se emplazará el Pad de Lixiviación.
2. Se recomienda que los estudios realizados en el área donde se emplazará el Pad no sean utilizados para otros proyectos similares, ya que esta información es netamente del terreno o suelo donde se llevará a cabo el Pad de Lixiviación. Estos estudios se podrán utilizar como antecedentes siempre y cuando se lleve a cabo lugares que contengan la misma geología.
3. Para futuros proyectos que se realicen aledaña al área donde se hará el Pad de Lixiviación, se recomienda realizar ensayos geotécnicos y geofísicos de campo, ya que la estratigrafía del sitio puede variar y por consecuencia se pueden obtener distinto valores.
4. Los datos obtenidos de la geofísica al ser un ensayo indirecto de campo, no son muy exactos por lo que se recomienda realizar ensayos directos de campo como las perforaciones o calicatas y luego estar ser contrastadas con los ensayos geofísicos.
5. Se recomienda que, al momento de mandar a realizar los ensayos de mecánica de suelo y roca, sea en un laboratorio que cuente con certificaciones de calibración de equipo o un laboratorio el cual sea de confianza, ya que de no ser así se pueden obtener valores erróneos y en consecuencia pondría en riesgo la ejecución de un proyecto.
6. De la Tabla N° 47 – Resultados de análisis de estabilidad Estático y Tablas N° 48 y 49 se recomienda utilizar los valores obtenidos del método de equilibrio límite de Spencer; ya que es el método más riguroso por incluir todas las fuerzas entre dovelas y satisfacer todas las ecuaciones de equilibrio estático; también por en este método se obtuvieron factores de seguridad menores respecto a los métodos de Bishop y Janbu.

REFERENCIAS

ALONSO, Fredy. Caracterización geotécnica y modos de falla estructural en el Talud en Roca del Cerro Espinal Juliaca. Tesis (Ingeniero de Minas). Perú: Universidad Nacional del Altiplano, Facultad de Ingeniería de Minas, 2015. 116 pp.

ASSOCIATION American Society for Testing and Materials (Estados Unidos). ASTM D 3080. Standard Test Method for Direct Shear Test of Soils Under Consolidated Drained Conditions.

ASSOCIATION American Society for Testing and Materials (Estados Unidos). ASTM T D 2850: Standard Method of Test Method for Unconsolidated - Undrained Triaxial Compression Test on Cohesive Soils.

ASSOCIATION American Society for Testing and Materiales (Estados Unidos) ASTM D 5777 – 18: Standard Guide for Using the Seismic Refraction Method for Subsurface Investigation

ASSOCIATION American Society for Testing and Materiales (Estados Unidos) ASTM D 4631 – 95 (2000): Standard Test Method for Determining Transmissivity and Storativity of Low Permeability Rocks by In Situ Measurements Using Pressure Pulse Technique

ASSOCIATION American Society for Testing and Materiales (Estados Unidos) ASTM D 422 – 63 (2007)e2: Standard Test Method for Particle-Size Analysis of Soils (Withdrawn 2016)

AMERICAN Association of State Higway and Transportation Officials. AASHTO T 296: Standard Method of Test for Unconsolidated, Undrained Compressive Strength of Cohesive Soils in Triaxial Compression.

BUDEÑO, Ramón. Análisis computacional y experimental del proceso de saturación en columnas de lixiviación de distintos diámetros. Tesis (Título de Ingeniero Civil Mecánico). Chile. Universidad de Chile. 2015. 134 pp.

BHAGABANMARNDI. stability of slopes in iron ore mines. Thesis (Bachelor in Technology in Mining Engineering) India: National Institute of Tecnology Rourkela. 2011. 48pp.

BARRETO, Diego. Análisis probabilístico de peligro sísmico para el diseño de una presa de enrocado en Huancavelica. Tesis (Ingeniero Civil). Perú: Pontifica Universidad Católica del Perú, Facultad de Ciencias e Ingeniería, 2019. 87pp.

CABANILLAS, Shurik. Criterios básicos para el diseño geotécnico de pilas de lixiviación de mineral. Informa de suficiencia (Título de Ingeniero Civil). Lima. Universidad Nacional de Ingeniería. 2015. 98 pp.

CRESPO, Carlos. Mecánica de suelos y cimentaciones. 5° ed. México. Editorial Limusa. 2004. 650 pp. ISBN 968-18-6489-1

DE MATTEIS, Álvaro. Estabilidad de Taludes. Argentina: Universidad Nacional de Rosario, Facultad de Ciencias exactas, Ingeniería y Agrimensura, 2003. 42 pp.
Fellenius, W. Statens Jamjvagens Geotekniska Commission. Estocolmo, Suecia, 1922.

GONZÁLES, Luis, FERRER, Mercedes, ORTUÑO, Luis y OTEO, Carlos. Ingeniería geológica. España- Madrid, Pearson, 2004. 744 pp.
ISBN: 84-205-3104-9

HERNANDEZ, Roberto, FERNANDEZ, Carlos y BAPTISTA, María del Pilar. Metodología de la Investigación. 6.ª ed. México: McGraw-Hill/Interamericana Editores, S.A. de C.V., 2014. 600 pp.
ISBN: 9781456223960

ISO 62. Determination of water absorption. Estados Unidos. 2008

LOPEZ, Emilio. Estudio experimental de la permeabilidad de materiales depositados en pilas de lixiviación. Tesis (Grado de Magister en Ciencias de la Ingeniería mención Ingeniería Geotécnica). Chile. Universidad de Chile. 2012. 180 pp.

LOPEZ, Ernesto. Estudio geotécnico y diseño del talud final de una mina a cielo abierto aplicando modelos numéricos. Tesis (Ingeniero de Minas). Perú: Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Facultad de Ingeniería Geológica, Minera, Metalúrgica y Geográfica, 2016. 255pp.

LUDEÑA, Lucas. Influencia de bermas y canales en la estabilidad de pilas de lixiviación. Tesis (Título de Ingeniero Civil). Perú. Universidad Nacional de Ingeniería. 2014. 164 pp.

MEDRANO, Kenmel. Lixiviación de un mineral aurífero usando el sulfuro ácido de sodio y el ácido sulfhídrico en la Unidad Minera Arasi. Tesis (Título de Ingeniero Metalurgista y de Materiales). Perú. Universidad Nacional del Centro Del Perú. 2011. 96 pp.

MORALES, Dante. Análisis y diseño de Taludes Mediante métodos computacionales. Tesis (Maestro en Ciencias con mención en Ingeniería de Minas). Perú. Universidad Nacional de Ingeniería. 2000. 128 pp.

MONTOYA Orozco, Audini. Confiabilidad en estabilidad de taludes. Tesis (Maestro en Ingeniería Civil - Geotecnia). México: Universidad Nacional Autónoma de México, Programa de Maestría y Doctorado en Ingeniería, Facultad de Ingeniería, 2009. 128 pp.

NORMA TECNICA E.030. Diseño Sismorresistente. Lima: Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. 22 de octubre de 2018.

NUÑOVERO, Carlos. Diseño y Construcción de PADS de lixiviación en Pilas. Tesis (Título de Ingeniero de Minas). Lima. Universidad Nacional de Ingeniería. 2000. 53 pp.

NTP. 399.613. Métodos ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad de suelos. Lima- Perú. INDECOPI. 15 de diciembre de 1999.

NTP 339.159, Método de ensayo normalizado para la auscultación con penetrómetro dinámico ligero de punta cónica (DPL). Lima – Perú. INDECOPI. 2001

RÍOS, Enrique. Efecto de la adición de látex y jabón en la resistencia mecánica y absorción del adobe compactado. Tesis (Maestría en Ingeniería Civil). México. Instituto Politécnico Nacional. 2010.

PÉREZ Fajardo, José. Confiabilidad de taludes de suelo no saturado expuestos a precipitaciones pluviales. Tesis (Doctor en Diseño). Mexico: Universidad Autónoma del Estado de México, Facultad de Arquitectura y Diseño, 2018. 169 pp.

RODRIGUEZ, Juan y SAONA Rubeli. Diseño de un sistema de control y supervisión, para garantizar la dosificación de Cianuro necesario en las celdas de riego durante el proceso de lixiviación en Minera Barrick Misquichilca S.A. Tesis (Título de Ingeniero Electrónico). Perú. Universidad Privada Antenor Orrego

RENNAT, Eerik y MILLER, Shepherd. Guía ambiental para la estabilidad de taludes de depósitos de desechos sólidos de mina. Ministerio de Energía y Minas, Lima – Perú, 1997. 191 pp.

REYES Parra, Andrés. Análisis tridimensional de estabilidad de taludes por el método de equilibrio límite de depósito de desmonte de mina. Tesis (Ingeniero Civil). Lima: Universidad Nacional de Ingeniería, Facultad de Ingeniería Civil, 2015. 175 pp.

SAENZ, Alan. Análisis para estabilidad de taludes en roca utilizando mallas galvanizadas ancladas, ciudad nueva Fuerabamba – Apurímac. Tesis (Título de Ingeniero Civil). Huancayo. Universidad del Centro del Perú. 2017. 157 pp.

SUAREZ, Jaime. Deslizamientos y estabilidad de taludes en zonas tropicales. Instituto de Investigación sobre Erosión y Deslizamiento, Bucaramanga-Colombia, 1998. 541 pp.

TARDEO, Cesar y ZANABRIA Ever. Análisis Dinámico de estabilidad de taludes por elementos finitos en la zona de Huayllapampa del distrito de Cuenca – Huancavelica. Tesis (Ingeniero Civil). Perú: Universidad Nacional de Huancavelica, Facultad de Ingeniería de Minas Civil Ambiental, 2016. 164 pp.

TORO, Jawer. Evaluación de la Inestabilidad de Taludes en la carretera Las Pirias – Cruce Lambayeque, San Ignacio. Tesis (Ingeniero Civil). Perú: Universidad Nacional de Cajamarca, Facultad de Ingeniería, 2014. 147pp.

UNICEF [en línea]. [fecha de consulta 12 abril 2018]. Disponible en: https://.unicefirc.org/publications/pdf/brief_10_data_collection_analysis_spa.pdf

OSINERGMIN [en línea]. [fecha de consulta 12 abril 2018]. Disponible en: http://www.osinerg.gob.pe/seccion/centro_documental/mineria/Sanciones/2017/2791-2017-OS-GSM.pdf

Martínez, R. Análisis de la inestabilidad de ladera en la carretera nn-4 en el tramo San Lucas-Las Sabanas km 233-235, departamento de Madriz [en línea]. Nicaragua: Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, Managua]. [fecha de consulta 12 abril 2020]. Disponible en: <https://repositorio.unan.edu.ni/10624/1/99515.pdf>.

VIVAS Vivas, Liz. Influencia de la estabilidad física sobre la remediación de pasivos ambientales – compañía minera San Valentin S.A. Tesis (Bachiller en Ingeniero

Forestal y Ambiental). Huancayo: Universidad Nacional del Centro del Perú, Facultad de Ciencias Forestales y del Ambiente, 2016. 72 pp.

VARGAS Ortiz, Sergio. Características geométricas y propiedades geotécnicas del depósito de desmonte “Piedra grande II U.P. Tambojasa”. Tesis (Titulo como Ingeniero de Minas). Lima: Universidad Nacional de Ingeniería, Facultad de Ingeniería Geológica Minera y Metalurgia, 2007. 50 pp.

ANEXOS

ANEXO 1

DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD DEL AUTOR(ES)

Yo, **De la Torre Mochcco Pedro Gerson**, alumno de la Facultad Ingeniería y Escuela Profesional Ingeniería Civil de la Universidad César Vallejo Lima Norte, declaro bajo juramento que todos los datos e información que acompañan al Trabajo de Investigación “Análisis comparativo entre la norma E 030 y el estudio de peligro sísmico en la estabilidad del Pad de Lixiviación Moquegua 2019”, son:

1. De mi autoría.
2. El presente Trabajo de Investigación no ha sido plagiado ni total, ni parcialmente.
3. El trabajo de Investigación no ha sido publicado ni presentado anteriormente.
4. Los resultados presentados en el presente Trabajo de Investigación son reales, no han sido falseados, ni duplicados, ni copiados.

En tal sentido asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad Cesar Vallejo.

Lima, 13 de julio del 2020



De la Torre Mochcco, Pedro Gerson

DNI: 76548549

DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD DEL ASESOR

Yo **Pinto Barrantes, Raúl Antonio**, docente de la Facultad de Ingeniería y Escuela profesional de Ingeniería Civil de la Universidad Cesar Vallejo Lima Norte, revisor del trabajo de Investigación titulada

“Análisis comparativo entre la norma E 030 y el estudio de peligro sísmico en la estabilidad del Pad de Lixiviación Moquegua 2019”, del estudiante

De la Torre Mochcco Pedro Gerson, constato que la investigación tiene un índice de similitud de% verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

He revisado dicho reporte y concluyó que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. En tal sentido asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento y omisión tanto de los documentos como de información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

Lima, 13 de julio del 2020

Pinto Barrantes, Raúl Antonio

DNI: 07732471

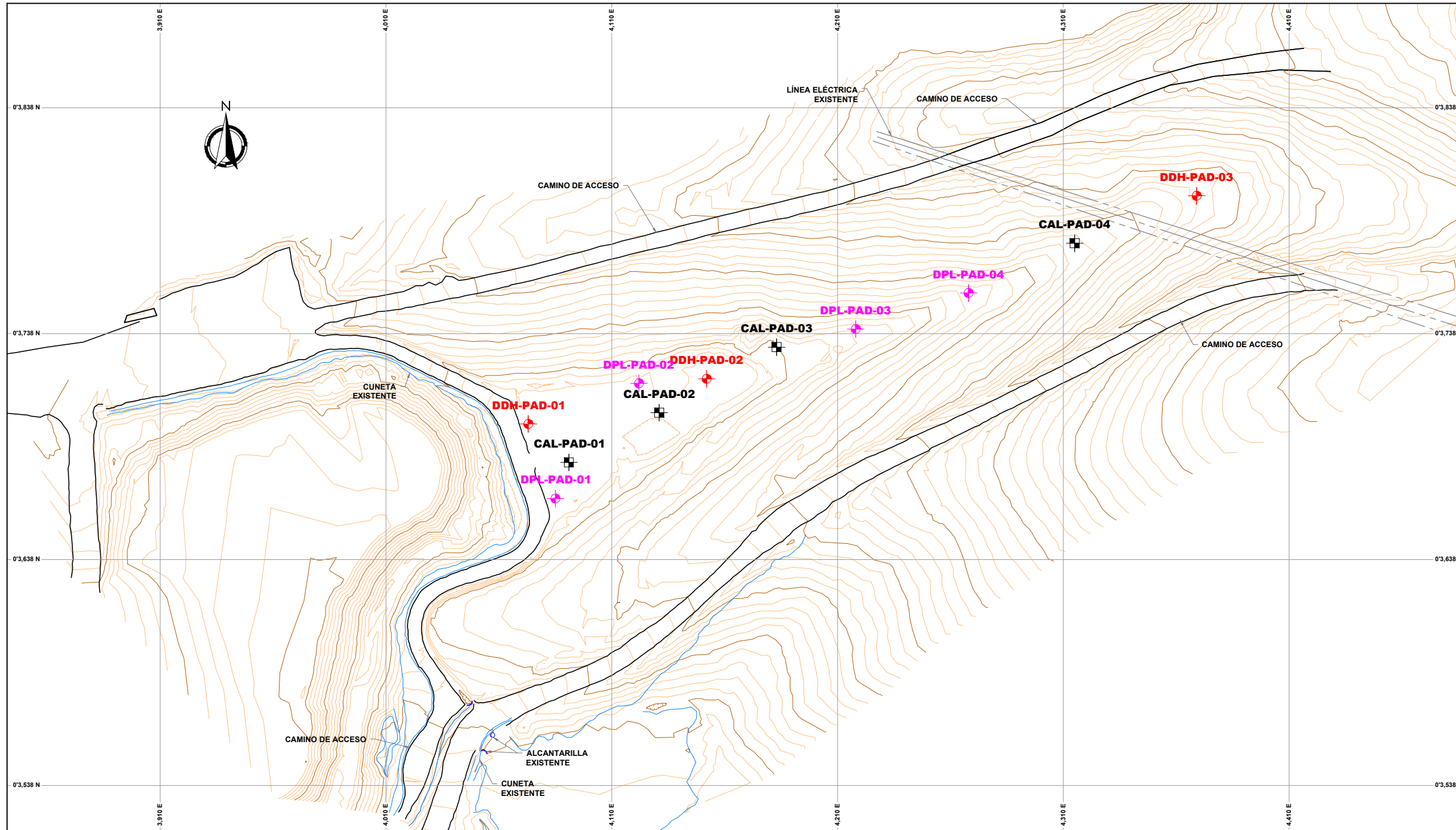
Variables	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala de
Variable independiente (X) “ La norma E 030 y el estudio de peligro sísmico”	(Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2018, pág.7) En la norma E 030 el territorio nacional se divide en cuatro zonas, la zonificación propuesta se basa en la distribución espacial de la sismicidad observada, las características generales de los movimientos sísmicos y la atenuación de éstos con la distancia epicentral, así como en la información neotectónica.	La norma E030 es una norma que da el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento del Perú para poder tener condiciones mínimas e indicaciones de cómo realizar y/o diseñar estructuras de manera que pueden resistir un evento Sísmico.	Aceleración máxima horizontal	Coefficiente de Sismicidad	Razón
	(Alva y Castillo, 1993, pág.1) El estudio de peligro sísmico se ejecuta haciendo uso de la metodología investigada por Cornell (1968) en conceptos probabilísticos, procedimiento que fue alterado y dado a conocer en el software RISK por McGuire (1976). Esta metodología cuenta con información sismotectónica, parámetros sismológicos y leyes de atenuación regionales para los diferentes mecanismos de ruptura. El producto es una curva de peligro sísmico, donde se relaciona la aceleración y su probabilidad anual de excedencia.	El estudio de peligro sísmico es un informe el cual contiene a su vez aspectos geológicos de la zona o área de proyecto, así mismo, estudios realizados en el proyecto para luego estas ser comparadas con métodos probabilísticos y así poder sacar las aceleraciones máximas y en base a ello determinar el coeficiente sísmico.	Recopilación de información	Estudios previos del área de estudio (geotécnico, geológico, etc)	Nominal
			Ensayos de mecánica de suelos	Determinar las propiedades físico – mecánicas del suelo y mineral	Razón

Variable dependiente (Y) " La estabilidad del Pad de Lixiviación"	(De Matteis, 2003, pág. 4) La estabilidad es la fianza que tiene parte de tierra contra la falla o momento, para ello es necesario definir los criterios de estabilidad de taludes, entendiéndose por tal algo tan simple como el poder decir en un instante dado cual será la inclinación apropiada en un corte o en un terraplén	La estabilidad del Pad de Lixiviación, comprende la seguridad que tiene el mineral depositado de mantener su geometría, esta geométrica se determina en base a estudios y criterios de diseño.	Análisis de estabilidad por los métodos de equilibrio limite	Determinar el factor de seguridad en base a los métodos de Bishop, Janbu, Spencer.	Razón
			Factores de Seguridad	Determinar el factor de seguridad haciendo uso del programa Slide	Razón
			Análisis Comparativo	Determinar cuál de los Factores de Seguridad es el adecuado para el Pad de Lixiviación	Razón

TITULO: Análisis comparativo entre la norma E 030 y el estudio de peligro sísmico en la estabilidad del Pad de Lixiviación Moquegua 2019

PROBLEMA GENERAL	OBJETIVO GENERAL	HIPOTESIS GENERAL	VARIABLE INDEPENDIENTE	DIMENSIONES	INDICADORES
¿En cuánto difiere los resultados obtenidos de la norma E 030 y el estudio de peligro sísmico de la estabilidad del Pad de Lixiviación?	Efectuar el análisis de estabilidad aplicando la normal E 030 y el estudio de peligro sísmico del Pad de Lixiviación usando el programa computacional Slide.	Los resultados obtenidos del estudio de peligro sísmico y la normal E 030 permitirán determinar el factor de seguridad mínimo a aplicar para el análisis de estabilidad del Pad de Lixiviación	Norma E 030 y estudio de peligro sísmico	Aceleración máxima horizontal	Determina el coeficiente sísmico para realizar los análisis pseudo-estático
				Factores de Seguridad	Determina los planos de falla en la estructura
				Análisis Comparativo	Determina cuál de los resultados obtenidos es el adecuado para el diseño de la estructura
PROBLEMAS ESPECÍFICOS	OBJETIVOS ESPECIFICOS	HIPOTESIS ESPECIFICAS	VARIABLE DEPENDIENTE	DIMENSIONES	INDICADORES
¿Qué estudios previos se deben realizar al terreno donde se emplazará el Pad de Lixiviación?	Establecer los estudios previos al terreno donde se emplazará el Pad de Lixiviación.	Los estudios previos permiten obtener más información del terreno donde se emplazará el Pad de Lixiviación	Estabilidad del Pad de Lixiviación	Estudios previos del terreno	Determinar la estratigrafía del terreno y extraer muestras de suelo para ser ensayadas
¿Qué ensayos específicos de mecánica de suelo y roca se deberá realizar para caracterizar el suelo donde se emplazará el Pad de Lixiviación?	Interpretar los ensayos de mecánica de suelo y roca para realizar la caracterización del suelo donde se emplazará el Pad de Lixiviación.	Los ensayos de mecánica de suelo y roca ayudaran a la caracterización del terreno donde se emplazará el Pad de Lixiviación.		Ensayos de mecánica de suelo y roca	Determinar las propiedades físico – mecánicas del suelo y mineral (Roca)
¿Cuál de los métodos de equilibrio limite arrojará un mejor factor de seguridad para la estabilidad del Pad de Lixiviación?	Analizar la estabilidad de los taludes del Pad de Lixiviación de la Unidad Minera Cuajone con los métodos de equilibrio límite.	El uso de los métodos de equilibrio limite permite evaluar e interpretar de mejor manera la estabilidad del Pad de Lixiviación		Análisis de estabilidad por los métodos de equilibrio limite	Determinar los planos de falla en base a los métodos de Bishop, Janbu, Spencer.

ANEXO: PLANO DE UBICACIÓN DE ENSAYOS DE CAMPO



SIMBOLOGIA

DDH PERFORACIÓN

DPL DPL

CAL CALICATA

LEYENDA

10 CURVAS DE NIVEL SUPERFICIE TERRENO NATURAL

CAMINO DE ACCESO

Qda. RÍO INTERMITENTE, QUEBRADA ESTACIONAL

CANAL, CUNETA

INVESTIGACIONES GEOTÉCNICAS: CALICATAS
CUADRO DE COORDENADAS

Nº	PUNTO	NORTE	ESTE	COTA DE TERRENO (msnm)	PROFUNDIDAD (m)
1	CAL-PAD-01	8112943.000	313381.000	3535.00	5.00
2	CAL-PAD-02	8112965.000	313421.000	3539.00	5.00
3	CAL-PAD-03	8112994.000	313473.000	3543.00	3.00
4	CAL-PAD-04	8113040.000	313605.000	3557.00	3.00

INVESTIGACIONES GEOTÉCNICAS: DPL
CUADRO DE COORDENADAS

Nº	PUNTO	NORTE	ESTE	COTA DE TERRENO (msnm)	PROFUNDIDAD (m)
1	DPL-PAD-01	8112927.000	313375.000	3534.00	2.50
2	DPL-PAD-02	8112978.000	313412.000	3538.00	2.10
3	DPL-PAD-03	8113002.000	313508.000	3547.00	0.28
4	DPL-PAD-04	8113018.000	313558.000	3552.00	0.30

INVESTIGACIONES GEOTÉCNICAS: PERFORACIONES
CUADRO DE COORDENADAS

Nº	PUNTO	NORTE	ESTE	COTA DE TERRENO (msnm)	PROFUNDIDAD (m)
1	DDH-PAD-01	8112960.000	313363.000	3534.00	25.00
2	DDH-PAD-02	8112980.000	313442.000	3541.00	20.00
3	DDH-PAD-03	8113061.000	313659.000	3562.00	25.00



TITULO PROYECTO
Análisis comparativo entre la Norma E030 y el estudio del Peligro Sísmico en la estabilidad del Pad de Lixiviación Moquegua - 2019

NOMBRE DEL AUTOR
Pedro Gerson De la Torre Mochcco

NOMBRE DEL ASESOR
Ing. Raul Antonio Pinto Barrantes

NOMBRE DEL PLANO
Ubicación de las investigaciones Geotécnicas de Campo

ESCALA
1/2000

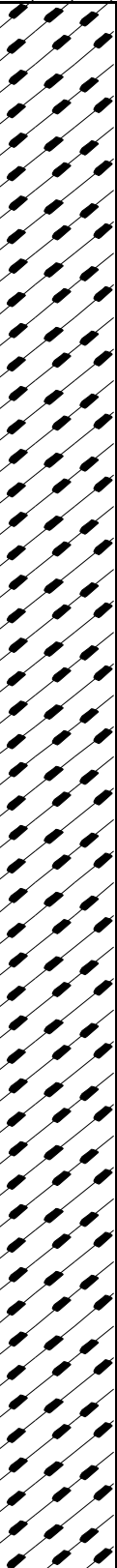
Nº DE PLANO
01

APROBADO POR

ING. ALBERTO R. DÍAZ RÍOS
JEFE DE PROYECTOS
CIP: 60977


GEOHIDRAC
CORPORACIÓN HIDRÁULICA CIVIL S.A.C.
Consultores y Ejecutores de Proyectos

PROYECTO DE INVESTIACIÓN : ANALISIS COMPARATIVO ENTRE LA NORMA E 030 Y EL ESTUDIO DE PELIGRO SISMICO EN LA ESTABILIDAD DEL PAD DE LIXIVIACIÓN CUAJONE - 2019 UBICACIÓN : ZONA DE AMPLIACION DEL PAD MATERIAL : TERRENO COMPACTADO COORDENADAS : E 313421 PROFUNDIDAD : N 8112965 PROFUNDIDAD : 5 mts.	CALICATA : CAL-PAD-02 ELABORADO POR : JOSE ARMIJO BARRIOS REVISADO POR : ALBERTO R. DIAZ RIOS APROBADO POR : CRHYSTIAN A. CÁCERES DOMINGUEZ FECHA : MARZO 2019
--	---

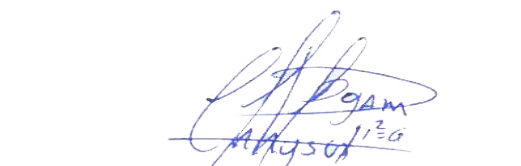
PROF. mts	ESTRATO	MUESTRA	SIMBOLOGIA	DESCRIPCIÓN DEL SUELO Clasificación técnica; forma del material granular; color; contenido de humedad; índice de plasticidad / compresibilidad; grado de compacidad / consistencia; Otros: presencia de oxidaciones y material orgánico; porcentaje estimado de bolos / cantos, etc.	CLASIFICACIÓN	
					SUCS	AASHTO
0.00 1.00 2.00 3.00 4.00 5.00	1	M-1		0.00 - 5.00 m: Grava arcillosa arenosa, con presencia de guijarros, bolonería y bloques de roca (35 %). Color beige con tonalidades rojizas, densa, húmeda, finos de mediana plasticidad. Gravados de formas angulosas a subangulosas hasta de 3". Material de relleno mezclado con terreno natural. Densidad Húmeda: 1.949 gr/cm3. Densidad Seca: 1.722 gr/cm3. Porcentaje de Humedad: 13.20 %. Clasificación SUCS: GC.	GC	



JOSE ARMIJO BARRIOS
SUPERVISOR DE CAMPO

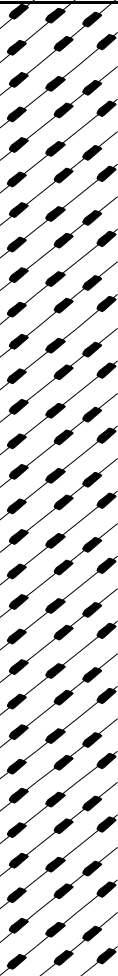


ALBERTO R. DIAZ RIOS
JEFE DE PROYECTO




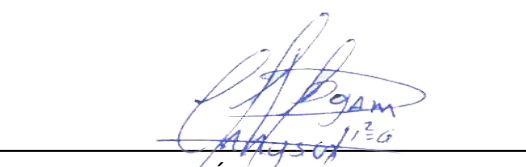
CRHYSTIAN A. CÁCERES DOMINGUEZ
GERENTE GENERAL

PROYECTO DE INVESTIACIÓN : ANALISIS COMPARATIVO ENTRE LA NORMA E 030 Y EL ESTUDIO DE PELIGRO SISMICO EN LA ESTABILIDAD DEL PAD DE LIXIVIACIÓN CUAJONE - 2019 UBICACIÓN : ZONA DE AMPLIACION DEL PAD MATERIAL : TERRENO COMPACTADO COORDENADAS : E 313473 PROFUNDIDAD : N 8112994 PROFUNDIDAD : 3 mts.	CALICATA : CAL-PAD-03 ELABORADO POR : JOSE ARMIJO BARRIOS REVISADO POR : ALBERTO R. DIAZ RIOS APROBADO POR : CRHYSTIAN A. CÁCERES DOMINGUEZ FECHA : MARZO 2019
--	---

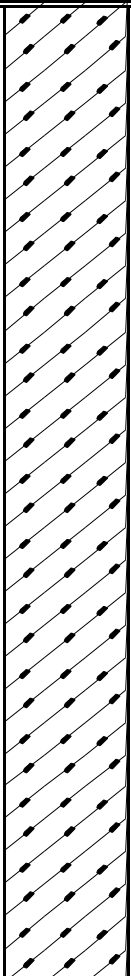
PROF. mts	ESTRATO	MUESTRA	SIMBOLOGIA	DESCRIPCIÓN DEL SUELO Clasificación técnica; forma del material granular; color; contenido de humedad; índice de plasticidad / compresibilidad; grado de compacidad / consistencia; Otros: presencia de oxidaciones y material orgánico; porcentaje estimado de bolos / cantos, etc.	CLASIFICACIÓN	
					SUCS	AASHTO
0.00 0.50 1.00 2.00 3.00	1	M-1		0.00 - 3.00 m: Grava muy arcillosa con arena, con presencia de guijarros, bolonería y bloques de roca (35 %). Color beige, medianamente densa a densa, húmeda, finos de mediana plasticidad. Gravas de formas angulosas a subangulosas hasta de 3". Material de terreno natural (aluvial - coluvial). Densidad Húmeda: 1.855 gr/cm3. Densidad Seca: 1.685 gr/cm3. Porcentaje de Humedad: 10.05 %. Clasificación SUCS: GC. A 3.00 m presencia de grandes bloques de roca que impiden continuar con la excavación.	GC	
4.00 5.00						

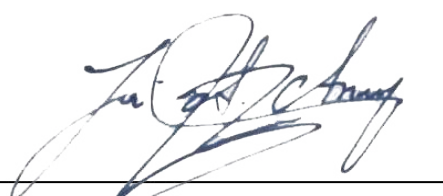

JOSE ARMIJO BARRIOS
SUPERVISOR DE CAMPO

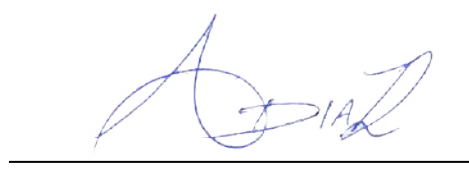

ALBERTO R. DIAZ RIOS
JEFE DE PROYECTO

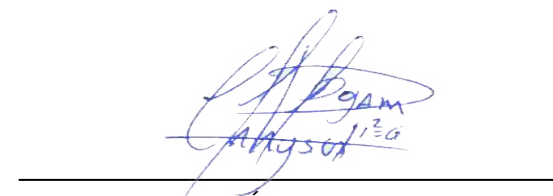

CRHYSTIAN A. CÁCERES DOMINGUEZ
GERENTE GENERAL

PROYECTO DE INVESTIACIÓN : ANALISIS COMPARATIVO ENTRE LA NORMA E 030 Y EL ESTUDIO DE PELIGRO SISMICO EN LA ESTABILIDAD DEL PAD DE LIXIVIACIÓN CUAJONE - 2019 UBICACIÓN : ZONA DE AMPLIACION DEL PAD MATERIAL : TERRENO COMPACTADO COORDENADAS : E 313605 PROFUNDIDAD : N 8113040 PROFUNDIDAD : 3 mts.	CALICATA : CAL-PAD-04 ELABORADO POR : JOSE ARMIJO BARRIOS REVISADO POR : ALBERTO R. DIAZ RIOS APROBADO POR : CRHYSTIAN A. CÁCERES DOMINGUEZ FECHA : MARZO 2019
--	---

PROF. mts	ESTRATO	MUESTRA	SIMBOLOGIA	DESCRIPCIÓN DEL SUELO Clasificación técnica; forma del material granular; color; contenido de humedad; índice de plasticidad / compresibilidad; grado de compacidad / consistencia; Otros: presencia de oxidaciones y material orgánico; porcentaje estimado de bolos / cantos, etc.	CLASIFICACIÓN	
					SUCS	AASHTO
0.00 0.50 1.00 2.00 3.00	1	M-1		0.00 - 3.00 m: Arena arcillosa con grava, con presencia de guijarros, bolonería y bloques de roca (30 %). Color beige, medianamente densa a poco densa, poco húmeda, finos de mediana plasticidad. Gravas de formas angulosas a subangulosas hasta de 3". Material de terreno natural (aluvial - coluvial). Densidad Húmeda: 1.646 gr/cm3. Densidad Seca: 1.573 gr/cm3. Porcentaje de Humedad: 4.65 %. Clasificación SUCS: SC. A 3.00 m presencia de grandes bloques de roca que impiden continuar con la excavación.	SC	
4.00 5.00						


JOSE ARMIJO BARRIOS
SUPERVISOR DE CAMPO


ALBERTO R. DIAZ RIOS
JEFE DE PROYECTO


CRHYSTIAN A. CÁCERES DOMINGUEZ
GERENTE GENERAL

CODIGO DEL SONDAJE : DDH-PAD-02

UBICACIÓN: AMPLIACION PAD CUAJONE

COORDENADAS: N: 8112980 E: 313442

COTA DEL SONDAJE: 3541 msnm.

DIRECCIÓN: VERTICAL

ORIENTACIÓN/ INCLINACIÓN: 90°

PROFUNDIDAD: 20.00 m.

COTA DE NAPA FREÁTICA: 3523 msnm.

FECHA DE INICIO: 29/03/2019

FECHA DE TERMINO: 31/03/2019

Main data table with columns: DESCRIPCIÓN CUALITATIVA, PERFIL LITOLÓGICO, CARACTERÍSTICAS DE TESTIGOS, CONDICIONES DE LA ROCA, CARACTERIZACIÓN GEOMECÁNICA, VALORACIÓN GEOMECÁNICA, ENSAYOS.

OBSERVACIONES section at the bottom left of the main table area.

METODOLOGIA DE PERFORACION

Table with columns: PROFUNDIDAD - DIAMETRO, SISTEMA, EQUIPO, OBSERVACIONES.

GRADO DE DUREZA DE LA ROCA and GRADO DE ALTERACION DE LA ROCA (ISRM, 1980) tables.

GRADO DE FRACTURAMIENTO DE LA ROCA (ISRM, 1978) table.

Clasificación RMR Geomecánica de Bieniawski 1989

Large table for Bieniawski RMR classification with columns: PARAMETRO, ESTIMACION Y ESCALA DE VALORES.

Guía especial para valorar el factor 4

Table for Bieniawski factor 4 guide with columns: Parametro, Valoración.

Clases de macizo rocoso según el valor del RMR

Table mapping RMR values to rock mass classes (I-V).

CLASIFICACIÓN DE BARTON DE LOS MACIZOS ROCOSOS

Table for Barton's rock mass classification with columns: TIPO DE ROCA, VALOR DE Q.

Correlación de RMR y Q: RMR = 9 Ln Q + 44

"ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE LA NORMA E 030 Y EL ESTUDIO DE PELIGRO SISMICO EN LA ESTABILIDAD DEL PAD DE LIXIVIACIÓN CUAJONE - 2019"



SONDAJE DIAMANTINO DDH-PAD-02

REALIZADO POR: JOSÉ ARMIJO BARRIOS APROBADO POR: CRHYSTIAN A. CÁCERES DOMINGUEZ

LAMINA 1/1

Signatures and names of JOSÉ ARMIJO BARRIOS (SUPERVISOR DE CAMPO) and CRHYSTIAN A. CÁCERES DOMINGUEZ (GERENTE GENERAL).

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN : ANALISIS COMPARATIVO ENTRE LA NORMA E 030 Y EL ESTUDIO DE PELIGRO SISMICO EN LA ESTABILIDAD DEL PAD DE LIXIVIACIÓN CUAJONE - 2019

INVESTIGACIÓN : PERFORACION ELABORADO POR : JOSE ARMIJO BARRIOS

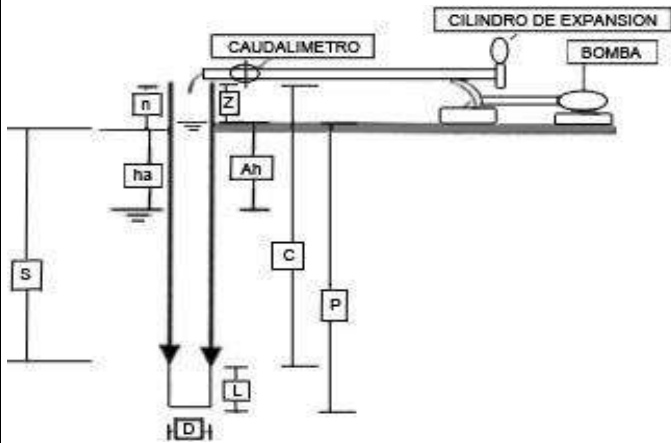
IDENTIFICACIÓN : DDH-PAD-01 REVISADO POR : ALBERTO R. DIAZ RIOS

UBICACIÓN : ZONA DE AMPLIACION APROBADO POR : CRHYSTIAN A. CACERES DOMINGUEZ

Nro de Ensayo : 2 TRAMO DE ENSAYO : 11.30 - 12.80 m

Fecha : 26/03/2019 HORA : 11:00:00 a.m

ENSAYO DE PERMEABILIDAD LEFRANC - NIVEL CONSTANTE

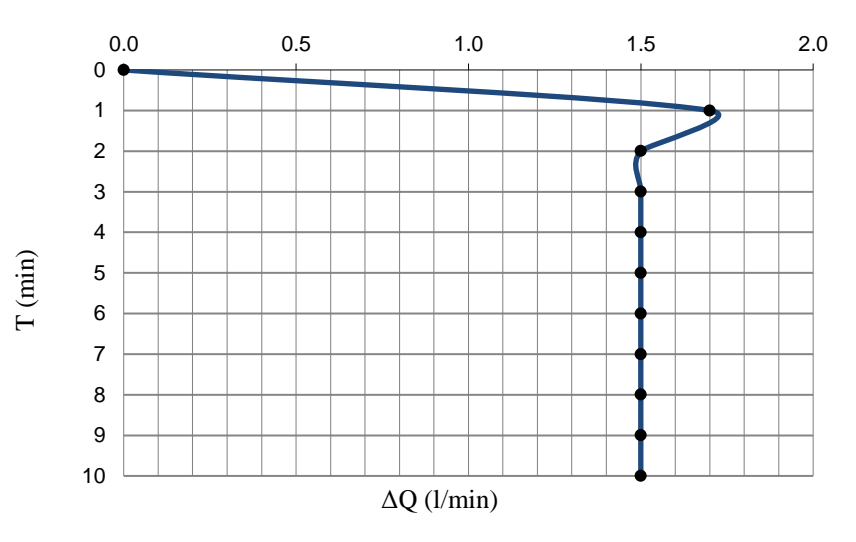


ha	: Profundidad nivel freático (m)	
	: Ángulo de inclinación de Sondeo	90
n	: Sobrante del revestimiento (m)	0.70
S	: Profundidad del revestimiento (m)	11.30
C	: Longitud Total del revestimiento (m)	12.00
P	: Profundidad del frente de perforación (m)	12.80
L	: Longitud del bulbo de ensayo (cm)	150.00
Zn	: Profundidad agua a nivel constante (m)	0.00
D	: Diámetro del bulbo de ensayo (cm)	9.67
H	: Sobrecarga hidráulica (cm.)	1275.00
	: Sobrecarga hidráulica corregida (cm)	1275.00
d	: Diámetro interno del revestimiento (cm)	6.35
	Con Nivel Freático	
H	= ha + n - Zn cm	70.00

TIPO DE ENSAYO: NIVEL CONSTANTE

t (min)	Q(l)	ΔQ(l/min)	t (min)	Q(l)	ΔQ(l/min)
0	85.00	0.00			
1	86.70	1.70			
2	88.20	1.50			
3	89.70	1.50			
4	91.20	1.50			
5	92.70	1.50			
6	94.20	1.50			
7	95.70	1.50			
8	97.20	1.50			
9	98.70	1.50			
10	100.20	1.50			

REPRESENTACIÓN GRÁFICA



CÁLCULO DE COEFICIENTE DE PERMEABILIDAD

CÁLCULO DEL CAUDAL (Q)

Nivel Constante Q = l/min

Q = cm3/seg

CÁLCULO DE PERMEABILIDAD (K)

CASO I si: $L/D \ K = Q / (PI \times D \times H)$

CASO II si: $L/D \ K = Q / (2 \times PI \times D \times H \times (L/D + 0.25)^{0.5})$

CASO III si: $L/D \ K = Q \times \ln(2L/D) / (2 \times PI \times H \times L)$

De la relación $L/D = 15.5$ Por lo tanto, K es igual:
CASO III

K de Permeabilidad = cm / seg

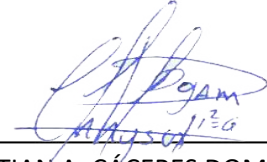
OBSERVACIONES:



JOSE ARMIJO BARRIOS
SUPERVISOR DE CAMPO



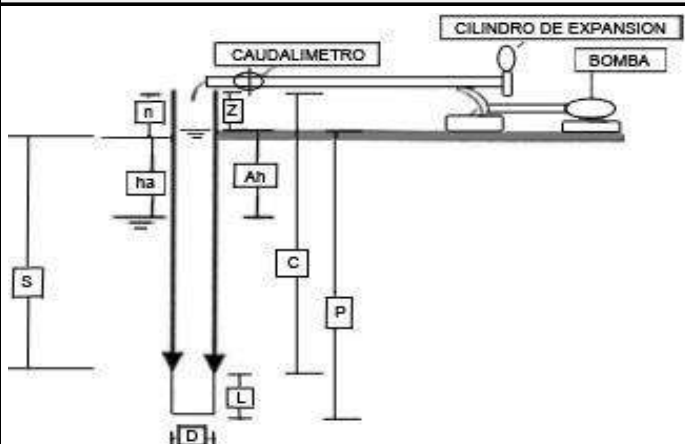
ALBERTO R. DIAZ RIOS
JEFE DE PROYECTO



CRHYSTIAN A. CACERES DOMINGUEZ
GERENTE GENERAL

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN	:	ANALISIS COMPARATIVO ENTRE LA NORMA E 030 Y EL ESTUDIO DE PELIGRO SISMICO EN LA ESTABILIDAD DEL PAD DE LIXIVIACIÓN CUAJONE - 2019		
INVESTIGACIÓN IDENTIFICACIÓN	:	PERFORACION	ELABORADO POR	JOSE ARMIJO BARRIOS
UBICACIÓN	:	DDH-PAD-01	REVISADO POR	ALBERTO R. DIAZ RIOS
Nº DE ENSAYO	:	ZONA DE AMPLIACION DEL PAD	APROBADO POR	CRHYSTIAN A. CACERES DOMINGUEZ
FECHA	:	3	TRAMO DE ENSAYO	14.00 - 15.00 m
		27/03/2019	HORA	08:00:00 a.m

ENSAYO DE PERMEABILIDAD LEFRANC - NIVEL CONSTANTE

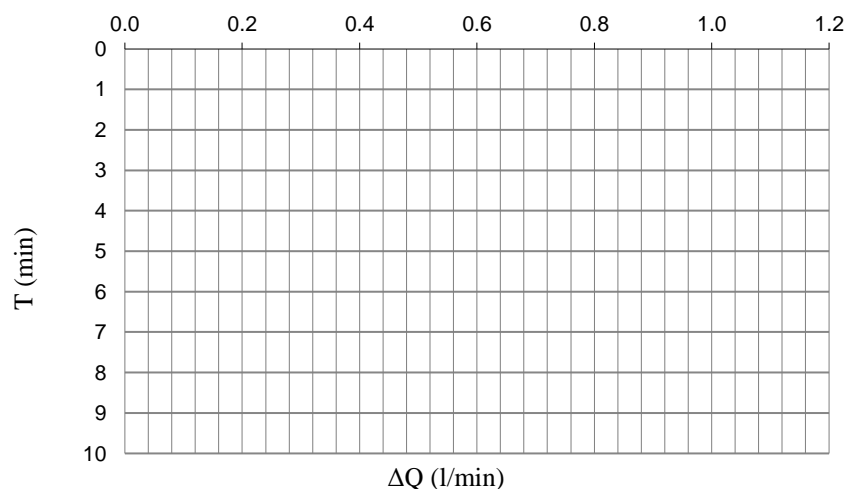


ha	: Profundidad nivel freático (m)	
	: Ángulo de inclinación de Sondeo	90
n	: Sobrante del revestimiento (m)	0.70
S	: Profundidad del revestimiento (m)	14.00
C	: Longitud Total del revestimiento (m)	14.70
P	: Profundidad del frente de perforación (m)	15.00
L	: Longitud del bulbo de ensayo (cm)	100.00
Zn	: Profundidad agua a nivel constante (m)	0.00
D	: Diámetro del bulbo de ensayo (cm)	9.67
H	: Sobrecarga hidráulica (cm.)	1520.00
	: Sobrecarga hidráulica corregida (cm)	1520.00
d	: Diámetro interno del revestimiento (cm)	6.35
Con Nivel Freático		
H	= ha + n - Zn	70.00

TIPO DE ENSAYO: NIVEL CONSTANTE

t (min)	Q(l)	ΔQ(l/min)	t (min)	Q(l)	ΔQ(l/min)

REPRESENTACIÓN GRÁFICA



CÁLCULO DE COEFICIENTE DE PERMEABILIDAD

CÁLCULO DEL CAUDAL (Q)

Nivel Constante Q = l/min

 Q = cm³/seg

CÁLCULO DE PERMEABILIDAD (K)

CASO I si: $L/D : K = Q / (PI \times D \times H)$

CASO II si: $L/D \cdot K = Q / (2 \times PI \times D \times H \times (L/D + 0.25)^{(0.5)})$

CASO III si: $L/D : K = Q \times \ln(2L/D) / (2 \times PI \times H \times L)$

De la relación L/D = 10.3 Por lo tanto, K es igual:

CASO III


K de Permeabilidad = ----- cm / seg

OBSERVACIONES:

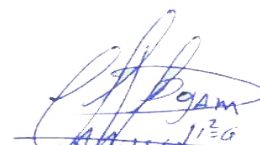
Despues de 20 minutos de haber ingresado el agua, dicho tramo no saturó. Se uso un promedio de 30 a 40 litros/min. Tramo permeable por presencia de roca muyfracturada y falla geológica.



JOSE ARMIJO BARRIOS
SUPERVISOR DE CAMPO



ALBERTO R. DIAZ RIOS
JEFE DE PROYECTO



CRHYSTIAN A. CÁCERES DOMINGUEZ
GERENTE GENERAL

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN : ANALISIS COMPARATIVO ENTRE LA NORMA E 030 Y EL ESTUDIO DE PELIGRO SISMICO EN LA ESTABILIDAD DEL PAD DE LIXIVIACIÓN CUAJONE - 2019

INVESTIGACIÓN : PERFORACION ELABORADO POR : JOSE ARMIJO BARRIOS

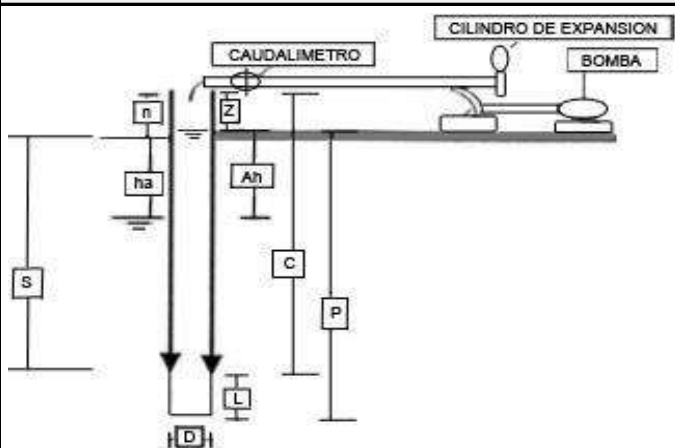
IDENTIFICACIÓN : DDH-PAD-01 REVISADO POR : ALBERTO R. DIAZ RIOS

UBICACIÓN : ZONA DE AMPLIACION APROBADO POR : CRHYSTIAN A. CACERES DOMINGUEZ

Nº DE ENSAYO : 4 TRAMO DE ENSAYO : 19.00 - 20.00 m

FECHA : 27/03/2019 HORA : 11:30:00 a.m

ENSAYO DE PERMEABILIDAD LEFRANC - NIVEL CONSTANTE

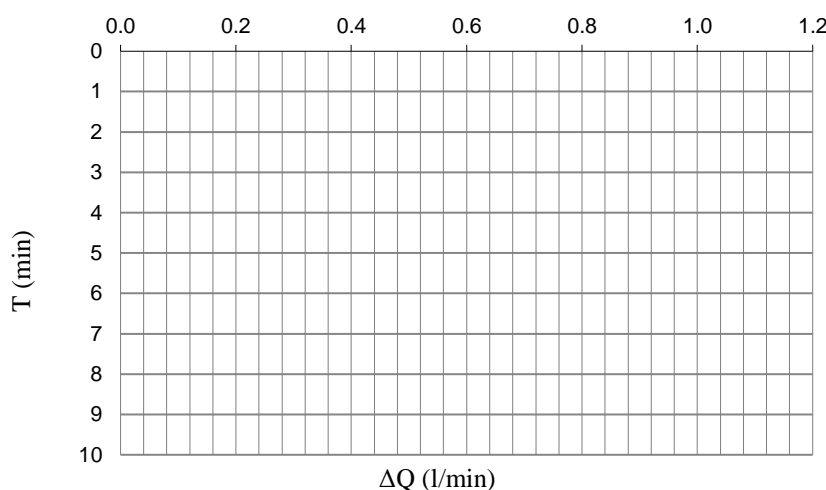


ha	: Profundidad nivel freático (m)	
	: Ángulo de inclinación de Sondeo	90
n	: Sobrante del revestimiento (m)	0.70
S	: Profundidad del revestimiento (m)	19.00
C	: Longitud Total del revestimiento (m)	19.70
P	: Profundidad del frente de perforación (m)	20.00
L	: Longitud del bulbo de ensayo (cm)	100.00
Zn	: Profundidad agua a nivel constante (m)	0.00
D	: Diámetro del bulbo de ensayo (cm)	9.67
H	: Sobrecarga hidráulica (cm.)	2020.00
	: Sobrecarga hidráulica corregida (cm)	2020.00
d	: Diámetro interno del revestimiento (cm)	6.35
Con Nivel Freático		
H	= ha + n - Zn cm	70.00

TIPO DE ENSAYO: NIVEL CONSTANTE

t (min)	Q(l)	ΔQ(l/min)	t (min)	Q(l)	ΔQ(l/min)

REPRESENTACIÓN GRÁFICA



CÁLCULO DE COEFICIENTE DE PERMEABILIDAD

CÁLCULO DEL CAUDAL (Q)

Nivel Constante Q = l/min

Q = cm³/seg

CÁLCULO DE PERMEABILIDAD (K)

CASO I si: $L/D \cdot K = Q / (\pi \times D \times H)$

CASO II si: $L/D \cdot K = Q / (2 \times \pi \times D \times H \times (L/D + 0.25)^{0.5})$


CASO III si: $L/D \cdot K = Q \times \ln(2L/D) / (2 \times \pi \times H \times L)$


De la relación $L/D = 10.3$ Por lo tanto, K es igual:
CASO III

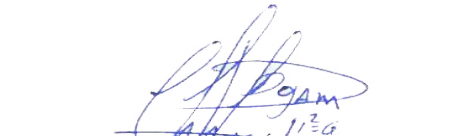
K de Permeabilidad = cm / seg

OBSERVACIONES:

Despues de 20 minutos de haber ingresado el agua, dicho tramo no saturó. Se uso un promedio de 30 a 40 litros/min.
Tramo permeable por presencia de roca muyfracturada y falla geológica.


JOSE ARMIJO BARRIOS
SUPERVISOR DE CAMPO


ALBERTO R. DIAZ RIOS
JEFE DE PROYECTO


CRHYSTIAN A. CÁCERES DOMINGUEZ
GERENTE GENERAL

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN : ANALISIS COMPARATIVO ENTRE LA NORMA E 030 Y EL ESTUDIO DE PELIGRO SISMICO EN LA ESTABILIDAD DEL PAD DE LIXIVIACIÓN CUAJONE - 2019

INVESTIGACIÓN : PERFORACION ELABORADO POR : JOSE ARMIJO BARRIOS

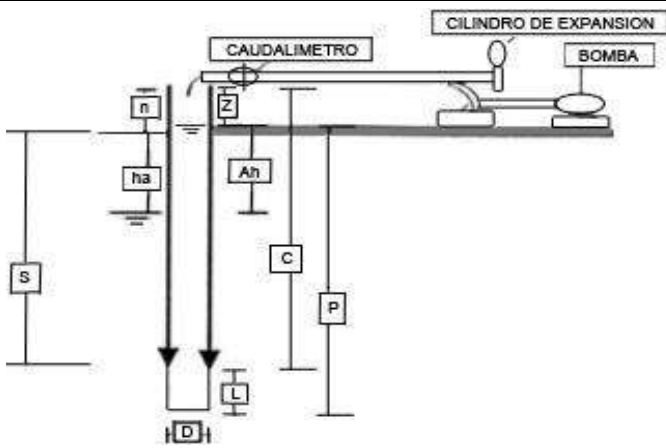
IDENTIFICACIÓN : DDH-PAD-01 REVISADO POR : ALBERTO R. DIAZ RIOS

UBICACIÓN : ZONA DE AMPLIACION DEL PAD APROBADO POR : CRHYSTIAN A. CACERES DOMINGUEZ

Nº DE ENSAYO : 5 TRAMO DE ENSAYO : 24.00 - 25.00 m

FECHA : 27/03/2019 HORA : 04:30:00 p.m

ENSAYO DE PERMEABILIDAD LEFRANC - NIVEL CONSTANTE

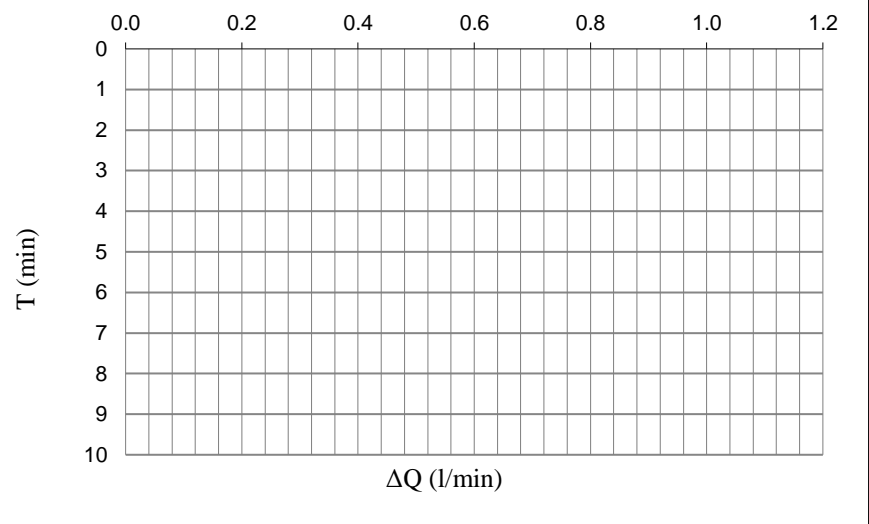


ha	: Profundidad nivel freático (m)	
n	: Ángulo de inclinación de Sondeo	90
S	: Sobrante del revestimiento (m)	0.70
C	: Profundidad del revestimiento (m)	24.00
P	: Longitud Total del revestimiento (m)	24.70
L	: Profundidad del frente de perforación (m)	25.00
Zn	: Longitud del bulbo de ensayo (cm)	100.00
D	: Profundidad agua a nivel constante (m)	0.00
H	: Diámetro del bulbo de ensayo (cm)	9.67
H	: Sobrecarga hidráulica (cm.)	2520.00
d	: Sobrecarga hidráulica corregida (cm)	2520.00
d	: Diámetro interno del revestimiento (cm)	6.35
Con Nivel Freático		
H	= ha + n - Zn cm	70.00

TIPO DE ENSAYO: NIVEL CONSTANTE

t (min)	Q(l)	ΔQ(l/min)	t (min)	Q(l)	ΔQ(l/min)

REPRESENTACIÓN GRÁFICA



CÁLCULO DE COEFICIENTE DE PERMEABILIDAD

CÁLCULO DEL CAUDAL (Q)

Nivel Constante Q = l/min

Q = cm³/seg

CÁLCULO DE PERMEABILIDAD (K)

CASO I si: $L/D < 10$ $K = Q / (\pi \times D \times H)$

CASO II si: $10 < L/D < 20$ $K = Q / (2 \times \pi \times D \times H \times (L/D + 0.25)^{0.5})$

CASO III si: $L/D > 20$ $K = Q \times \ln(2L/D) / (2 \times \pi \times H \times L)$

De la relación $L/D = 10.3$ Por lo tanto, K es igual: CASO III

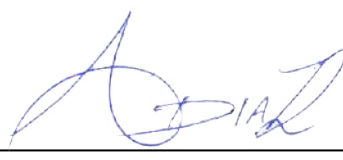
K de Permeabilidad = cm / seg

OBSERVACIONES:

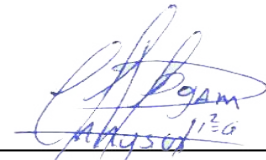
Despues de 20 minutos de haber ingresado el agua, dicho tramo no saturó. Se uso un promedio de 30 a 40 litros/min. Tramo permeable por presencia de roca muyfracturada y falla geológica.



JOSE ARMIJO BARRIOS
SUPERVISOR DE CAMPO



ALBERTO R. DIAZ RIOS
JEFE DE PROYECTO



CRHYSTIAN A. CÁ CERES DOMINGUEZ
GERENTE GENERAL

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN : ANALISIS COMPARATIVO ENTRE LA NORMA E 030 Y EL ESTUDIO DE PELIGRO SISMICO EN LA ESTABILIDAD DEL PAD DE LIXIVIACIÓN CUAJONE - 2019

INVESTIGACIÓN : PERFORACION ELABORADO POR : JOSE ARMIJO BARRIOS

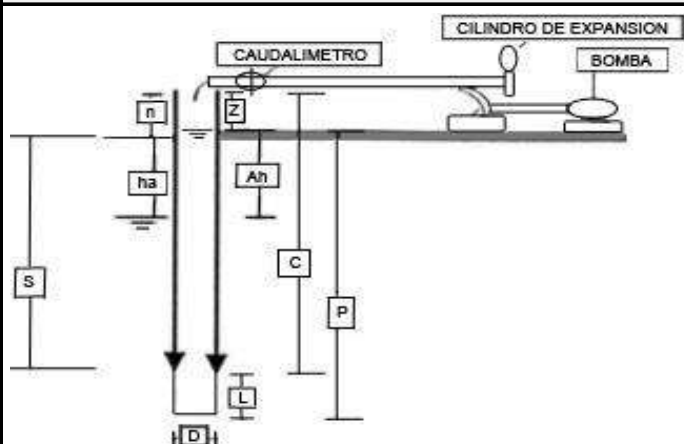
IDENTIFICACIÓN : DDH-PAD-02 REVISADO POR : ALBERTO R. DIAZ RIOS

UBICACIÓN : ZONA DE AMPLIACION APROBADO POR : CRHYSTIAN A. CACERES DOMINGUEZ

Nº DE ENSAYO : 1 TRAMO DE ENSAYO : 5.00 - 6.00 m

FECHA : 29/03/2019 HORA : 05:00:00 a.m

ENSAYO DE PERMEABILIDAD LEFRANC - NIVEL CONSTANTE

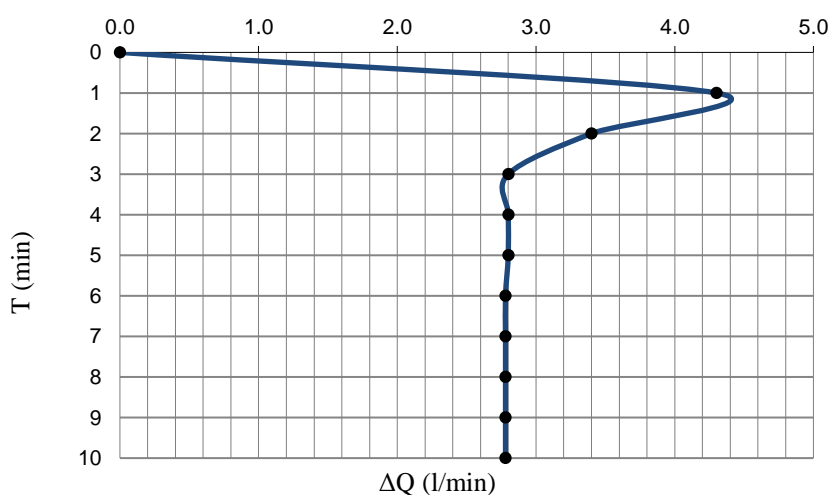


ha	: Profundidad nivel freático (m)	
	: Ángulo de inclinación de Sondeo	90
n	: Sobrante del revestimiento (m)	0.40
S	: Profundidad del revestimiento (m)	5.00
C	: Longitud Total del revestimiento (m)	5.40
P	: Profundidad del frente de perforación (m)	6.00
L	: Longitud del bulbo de ensayo (cm)	100.00
Zn	: Profundidad agua a nivel constante (m)	0.00
D	: Diámetro del bulbo de ensayo (cm)	9.67
H	: Sobrecarga hidráulica (cm.)	590.00
	: Sobrecarga hidráulica corregida (cm)	590.00
d	: Diámetro interno del revestimiento (cm)	6.35
	Con Nivel Freático	
H	= ha + n - Zn	cm
		40.00

TIPO DE ENSAYO: NIVEL CONSTANTE

t (min)	Q(l)	ΔQ(l/min)	t (min)	Q(l)	ΔQ(l/min)
0	7.70	0.00			
1	12.00	4.30			
2	15.40	3.40			
3	18.20	2.80			
4	21.00	2.80			
5	23.80	2.80			
6	26.58	2.78			
7	29.36	2.78			
8	32.14	2.78			
9	34.92	2.78			
10	37.70	2.78			

REPRESENTACIÓN GRÁFICA



CÁLCULO DE COEFICIENTE DE PERMEABILIDAD

CÁLCULO DEL CAUDAL (Q)

Nivel Constante Q = l/min

Q = cm³/seg

CÁLCULO DE PERMEABILIDAD (K)

CASO I si: $L/D : K = Q / (PI \times D \times H)$

CASO II si: $L/D \cdot K = Q / (2 \times PI \times D \times H \times (L/D + 0.25)^{(0.5)})$

CASO III si: $L/D : K = Q \times \ln(2L/D) / (2 \times PI \times H \times L)$

De la relación $L/D = 10.3$ Por lo tanto, K es igual:

CASO III

K de Permeabilidad = cm / seg

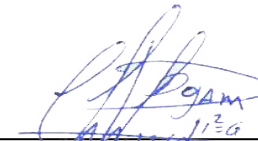
OBSERVACIONES:



JOSE ARMIJO BARRIOS
SUPERVISOR DE CAMPO



ALBERTO R. DIAZ RIOS
JEFE DE PROYECTO



CRHYSTIAN A. CÁCERES DOMINGUEZ
GERENTE GENERAL

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN : ANALISIS COMPARATIVO ENTRE LA NORMA E 030 Y EL ESTUDIO DE PELIGRO SISMICO EN LA ESTABILIDAD DEL PAD DE LIXIVIACIÓN CUAJONE - 2019

INVESTIGACIÓN : PERFORACION ELABORADO POR : JOSE ARMIJO BARRIOS

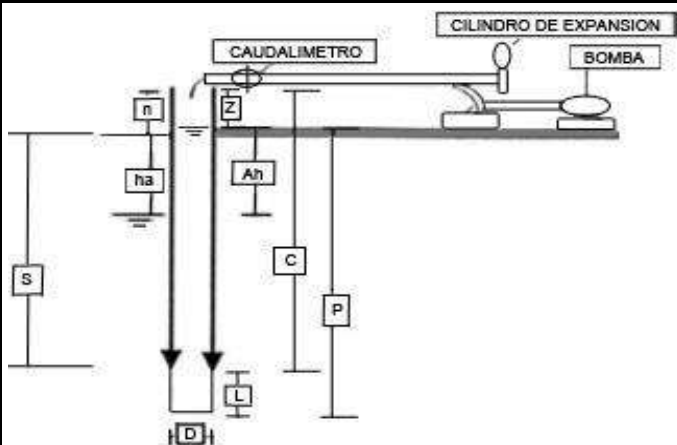
IDENTIFICACIÓN : DDH-PAD-02 REVISADO POR : ALBERTO R. DIAZ RIOS

UBICACIÓN : ZONA DE AMPLIACION APROBADO POR : CRHYSTIAN A. CACERES DOMINGUEZ

Nº DE ENSAYO : 2 TRAMO DE ENSAYO : 9.00 - 11.30 m

FECHA : 30/03/2019 HORA : 10:00:00 a.m

ENSAYO DE PERMEABILIDAD LEFRANC - NIVEL CONSTANTE

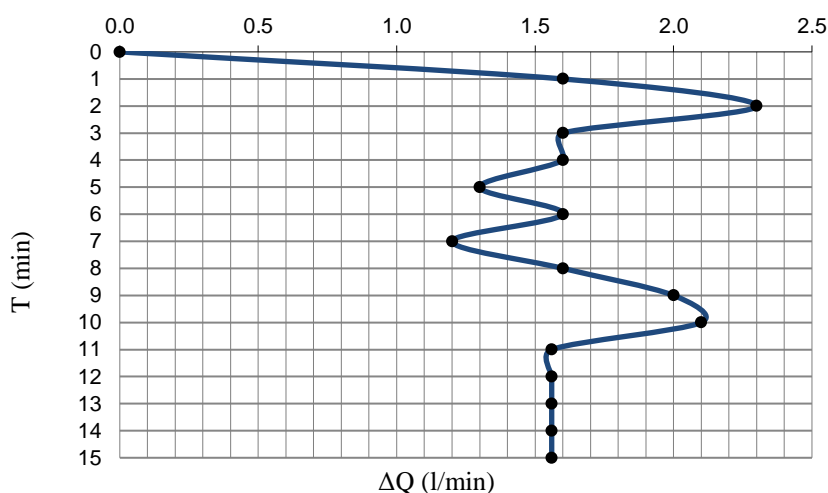


ha	: Profundidad nivel freático (m)	
	: Ángulo de inclinación de Sondeo	90
n	: Sobrante del revestimiento (m)	0.50
S	: Profundidad del revestimiento (m)	9.00
C	: Longitud Total del revestimiento (m)	9.50
P	: Profundidad del frente de perforación (m)	11.30
L	: Longitud del bulbo de ensayo (cm)	230.00
Zn	: Profundidad agua a nivel constante (m)	0.00
D	: Diámetro del bulbo de ensayo (cm)	9.67
H	: Sobrecarga hidráulica (cm.)	1065.00
	: Sobrecarga hidráulica corregida (cm)	1065.00
d	: Diámetro interno del revestimiento (cm)	6.35
	Con Nivel Freático	
H	= ha + n - Zn cm	50.00

TIPO DE ENSAYO: NIVEL CONSTANTE

t (min)	Q(l)	ΔQ(l/min)	t (min)	Q(l)	ΔQ(l/min)
0	177.90	0.00			
1	179.50	1.60			
2	181.80	2.30			
3	183.40	1.60			
4	185.00	1.60			
5	186.30	1.30			
6	187.90	1.60			
7	189.10	1.20			
8	190.70	1.60			
9	192.70	2.00			
10	194.80	2.10			
11	196.36	1.56			
12	197.92	1.56			
13	199.48	1.56			
14	201.04	1.56			
15	202.60	1.56			

REPRESENTACIÓN GRÁFICA



CÁLCULO DE COEFICIENTE DE PERMEABILIDAD

CÁLCULO DEL CAUDAL (Q)

Nivel Constante Q = l/min

Q = cm³/seg

CÁLCULO DE PERMEABILIDAD (K)

CASO I si: L/D K = Q / (PI x D x H)

CASO II si: L/D K = Q / (2 x PI x D x H x (L/D + 0.25)^(0.5))

CASO III si: L/D K = Q x ln (2L/D) / (2 x PI x H x L)

De la relación L/D = 23.8 Por lo tanto, K es igual:
CASO III

K de Permeabilidad = 6.525E-05 cm / seg

OBSERVACIONES:

JOSE ARMIJO BARRIOS
SUPERVISOR DE CAMPO

ALBERTO R. DIAZ RIOS
JEFE DE PROYECTO

CRHYSTIAN A. CACERES DOMINGUEZ
GERENTE GENERAL

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN : ANALISIS COMPARATIVO ENTRE LA NORMA E 030 Y EL ESTUDIO DE PELIGRO SISMICO EN LA ESTABILIDAD DEL PAD DE LIXIVIACIÓN CUAJONE - 2019

INVESTIGACIÓN : PERFORACION ELABORADO POR : JOSE ARMIJO BARRIOS

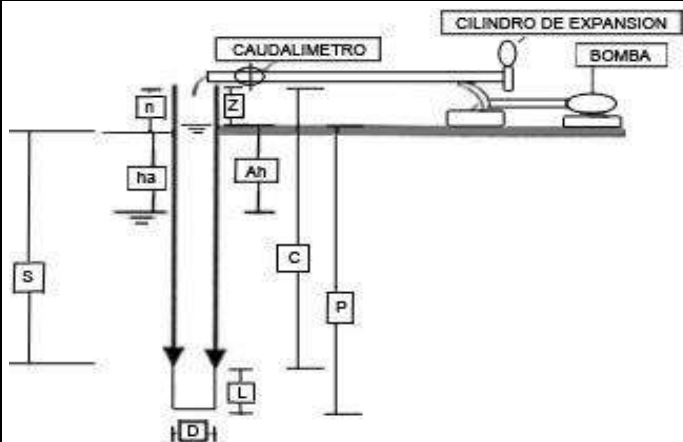
IDENTIFICACIÓN : DDH-PAD-02 REVISADO POR : ALBERTO R. DIAZ RIOS

UBICACIÓN : ZONA DE AMPLIACION APROBADO POR : CRHYSTIAN A. CACERES DOMINGUEZ

Nro de Ensayo : 3 TRAMO DE ENSAYO : 14.60 - 16.10 m

Fecha : 30/03/2019 HORA : 03:30:00 p.m

ENSAYO DE PERMEABILIDAD LEFRANC - NIVEL CONSTANTE

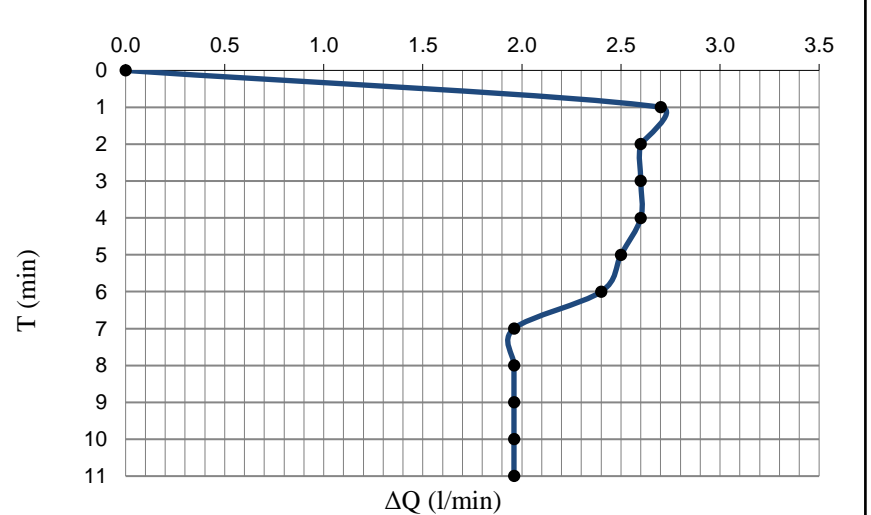


ha	: Profundidad nivel freático (m)	
	: Ángulo de inclinación de Sondeo	90
n	: Sobrante del revestimiento (m)	0.70
S	: Profundidad del revestimiento (m)	14.60
C	: Longitud Total del revestimiento (m)	15.30
P	: Profundidad del frente de perforación (m)	16.10
L	: Longitud del bulbo de ensayo (cm)	150.00
Zn	: Profundidad agua a nivel constante (m)	0.00
D	: Diámetro del bulbo de ensayo (cm)	9.67
H	: Sobrecarga hidráulica (cm.)	1605.00
	: Sobrecarga hidráulica corregida (cm)	1605.00
d	: Diámetro interno del revestimiento (cm)	6.35
	Con Nivel Freático	
H	= ha + n - Zn cm	70.00

TIPO DE ENSAYO: NIVEL CONSTANTE

t (min)	Q(l)	ΔQ(l/min)	t (min)	Q(l)	ΔQ(l/min)
0	49.80	0.00			
1	52.50	2.70			
2	55.10	2.60			
3	57.70	2.60			
4	60.30	2.60			
5	62.80	2.50			
6	65.20	2.40			
7	67.16	1.96			
8	69.12	1.96			
9	71.08	1.96			
10	73.04	1.96			
11	75.00	1.96			

REPRESENTACIÓN GRÁFICA



CÁLCULO DE COEFICIENTE DE PERMEABILIDAD

CÁLCULO DEL CAUDAL (Q)

Nivel Constante Q = l/min

Q = cm³/seg

CÁLCULO DE PERMEABILIDAD (K)

CASO I si: $L/D : K = Q / (PI \times D \times H)$

CASO II si: $L/D \cdot K = Q / (2 \times PI \times D \times H \times (L/D + 0.25)^{(0.5)})$

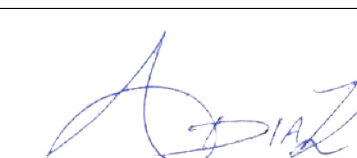
CASO III si: $L/D : K = Q \times \ln(2L/D) / (2 \times PI \times H \times L)$

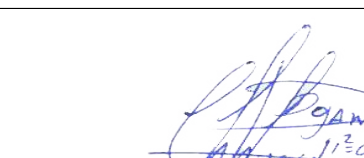
De la relación L/D = 15.5 Por lo tanto, K es igual:
CASO III

K de Permeabilidad = cm / seg

OBSERVACIONES:


JOSE ARMIJO BARRIOS
SUPERVISOR DE CAMPO


ALBERTO R. DIAZ RIOS
JEFE DE PROYECTO


CRHYSTIAN A. CÁCERES DOMINGUEZ
GERENTE GENERAL

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN : ANALISIS COMPARATIVO ENTRE LA NORMA E 030 Y EL ESTUDIO DE PELIGRO SISMICO EN LA ESTABILIDAD DEL PAD DE LIXIVIACIÓN CUAJONE - 2019

INVESTIGACIÓN : PERFORACION ELABORADO POR : JOSE ARMIJO BARRIOS

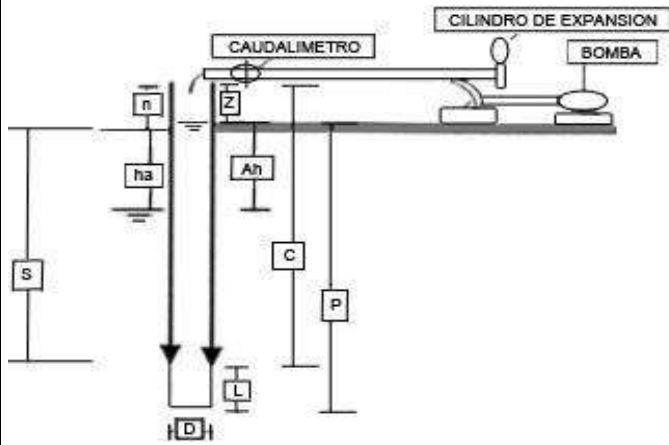
IDENTIFICACIÓN : DDH-PAD-02 REVISADO POR : ALBERTO R. DIAZ RIOS

UBICACIÓN : ZONA DE AMPLIACION DEL PAD APROBADO POR : CRHYSTIAN A. CACERES DOMINGUEZ

Nro de Ensayo : 4 TRAMO DE ENSAYO : 18.60 - 20.00 m

Fecha : 31/03/2019 HORA : 08:30:00 a.m

ENSAYO DE PERMEABILIDAD LEFRANC - NIVEL CONSTANTE

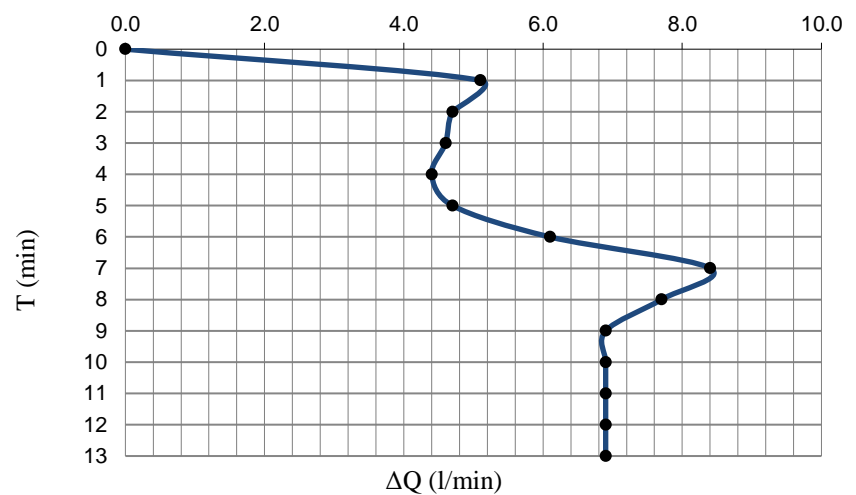


ha	: Profundidad nivel freático (m)	
	: Ángulo de inclinación de Sondeo	90
n	: Sobrante del revestimiento (m)	0.70
S	: Profundidad del revestimiento (m)	18.60
C	: Longitud Total del revestimiento (m)	19.30
P	: Profundidad del frente de perforación (m)	20.00
L	: Longitud del bulbo de ensayo (cm)	140.00
Zn	: Profundidad agua a nivel constante (m)	0.00
D	: Diámetro del bulbo de ensayo (cm)	9.67
H	: Sobrecarga hidráulica (cm.)	2000.00
	: Sobrecarga hidráulica corregida (cm)	2000.00
d	: Diámetro interno del revestimiento (cm)	6.35
	Con Nivel Freático	
H	= ha + n - Zn cm	70.00

TIPO DE ENSAYO: NIVEL CONSTANTE

t (min)	Q(l)	ΔQ(l/min)	t (min)	Q(l)	ΔQ(l/min)
0	345.00	0.00			
1	350.10	5.10			
2	354.80	4.70			
3	359.40	4.60			
4	363.80	4.40			
5	368.50	4.70			
6	374.60	6.10			
7	383.00	8.40			
8	390.70	7.70			
9	397.60	6.90			
10	404.50	6.90			
11	411.40	6.90			
12	418.30	6.90			
13	425.20	6.90			

REPRESENTACIÓN GRÁFICA



CÁLCULO DE COEFICIENTE DE PERMEABILIDAD

CÁLCULO DEL CAUDAL (Q)

Nivel Constante Q = l/min

Q = cm³/seg

CÁLCULO DE PERMEABILIDAD (K)

CASO I si: $L/D \cdot K = Q / (\pi \times D \times H)$

CASO II si: $L/D \cdot K = Q / (2 \times \pi \times D \times H \times (L/D + 0.25)^{0.5})$

CASO III si: $L/D \cdot K = Q \times \ln(2L/D) / (2 \times \pi \times H \times L)$

De la relación $L/D = 14.5$ Por lo tanto, K es igual:
CASO III

K de Permeabilidad = cm / seg

OBSERVACIONES:

JOSE ARMIJO BARRIOS
SUPERVISOR DE CAMPO

ALBERTO R. DIAZ RIOS
JEFE DE PROYECTO

CRHYSTIAN A. CACERES DOMINGUEZ
GERENTE GENERAL

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN : ANALISIS COMPARATIVO ENTRE LA NORMA E 030 Y EL ESTUDIO DE PELIGRO SISMICO EN LA ESTABILIDAD DEL PAD DE LIXIVIACIÓN CUAJONE - 2019

INVESTIGACIÓN : PERFORACION ELABORADO POR : JOSE ARMIJO BARRIOS

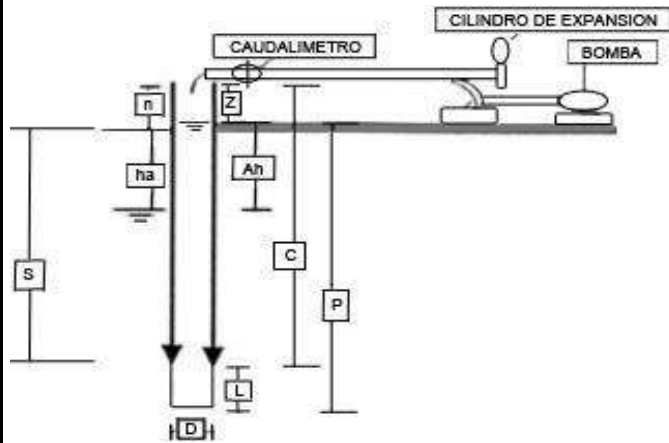
IDENTIFICACIÓN : DDH-PAD-03 REVISADO POR : ALBERTO R. DIAZ RIOS

UBICACIÓN : ZONA DE AMPLIACION APROBADO POR : CRHYSTIAN A. CACERES DOMINGUEZ

Nº DE ENSAYO : 1 TRAMO DE ENSAYO : 4.00 - 5.00 m

FECHA : 1/04/2019 HORA : 04:00:00 p.m

ENSAYO DE PERMEABILIDAD LE FRANC - NIVEL CONSTANTE

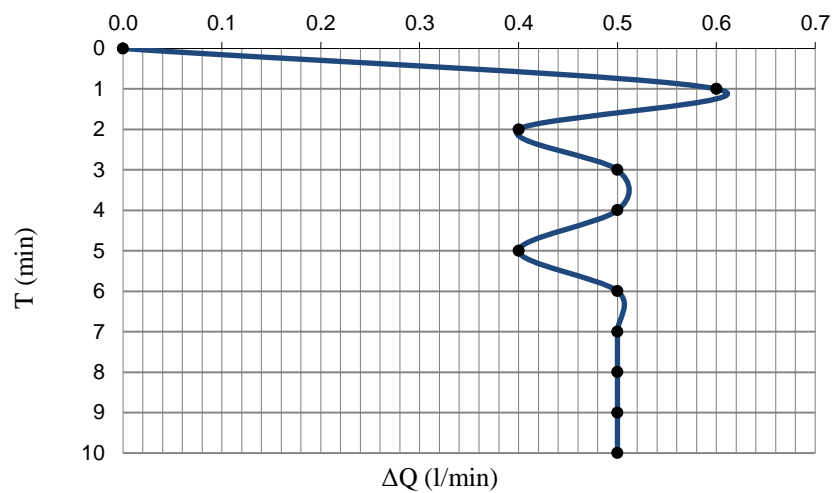


ha	: Profundidad nivel freático (m)	
	: Ángulo de inclinación de Sondeo	90
n	: Sobrante del revestimiento (m)	0.70
S	: Profundidad del revestimiento (m)	4.00
C	: Longitud Total del revestimiento (m)	4.70
P	: Profundidad del frente de perforación (m)	5.00
L	: Longitud del bulbo de ensayo (cm)	100.00
Zn	: Profundidad agua a nivel constante (m)	0.00
D	: Diámetro del bulbo de ensayo (cm)	9.67
H	: Sobrecarga hidráulica (cm.)	520.00
	: Sobrecarga hidráulica corregida (cm)	520.00
d	: Diámetro interno del revestimiento (cm)	6.35
Con Nivel Freático		
H	= ha + n - Zn cm	70.00

TIPO DE ENSAYO: NIVEL CONSTANTE

t (min)	Q(l)	ΔQ(l/min)	t (min)	Q(l)	ΔQ(l/min)
0	85.00	0.00			
1	85.60	0.60			
2	86.00	0.40			
3	86.50	0.50			
4	87.00	0.50			
5	87.40	0.40			
6	87.90	0.50			
7	88.40	0.50			
8	88.90	0.50			
9	89.40	0.50			
10	89.90	0.50			

REPRESENTACIÓN GRÁFICA



CÁLCULO DE COEFICIENTE DE PERMEABILIDAD

CÁLCULO DEL CAUDAL (Q)

Nivel Constante Q = l/min

Q = cm3/seg

CÁLCULO DE PERMEABILIDAD (K)

CASO I si: L/D K = Q / (PI x D x H)

CASO II si: L/D K = Q / (2 x PI x D x H x (L/D + 0.25)^(0.5))

CASO III si: L/D K = Q x ln (2L/D) / (2 x PI x H x L)

De la relación L/D = 10.3 Por lo tanto, K es igual:

CASO III

K de Permeabilidad = cm / seg

OBSERVACIONES:

JOSE ARMIJO BARRIOS
SUPERVISOR DE CAMPO

ALBERTO R. DIAZ RIOS
JEFE DE PROYECTO

CRHYSTIAN A. CACERES DOMINGUEZ
GERENTE GENERAL

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN : ANALISIS COMPARATIVO ENTRE LA NORMA E 030 Y EL ESTUDIO DE PELIGRO SISMICO EN LA ESTABILIDAD DEL PAD DE LIXIVIACIÓN CUAJONE - 2019

INVESTIGACIÓN : PERFORACION ELABORADO POR : JOSE ARMIJO BARRIOS

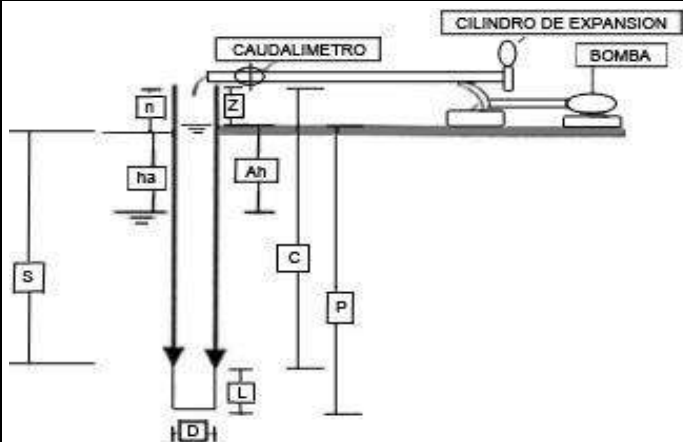
IDENTIFICACIÓN : DDH-PAD-03 REVISADO POR : ALBERTO R. DIAZ RIOS

UBICACIÓN : ZONA DE AMPLIACION DEL PAD APROBADO POR : CRHYSTIAN A. CACERES DOMINGUEZ

N° DE ENSAYO : 2 TRAMO DE ENSAYO : 10.00 - 10.50 m

FECHA : 2/04/2019 HORA : 09:00:00 a.m

ENSAYO DE PERMEABILIDAD LE FRANC - NIVEL CONSTANTE

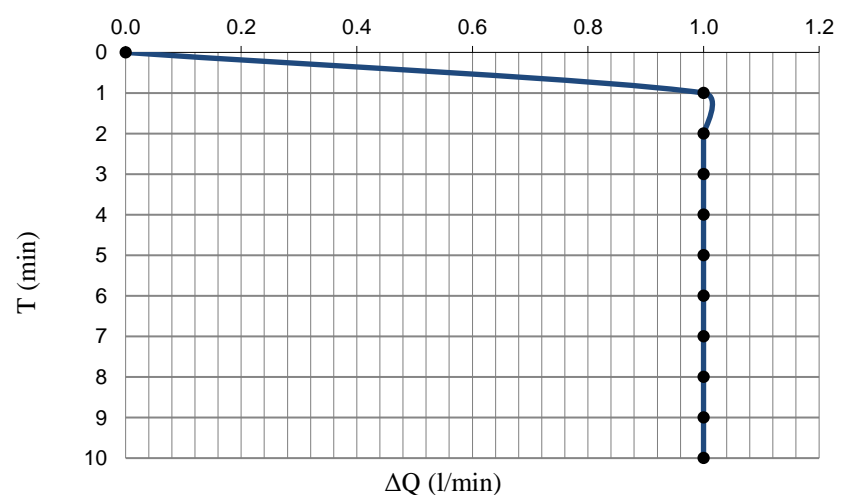


ha	: Profundidad nivel freático (m)	
n	: Ángulo de inclinación de Sondeo	90
S	: Sobrante del revestimiento (m)	0.50
C	: Profundidad del revestimiento (m)	10.00
P	: Longitud Total del revestimiento (m)	10.50
L	: Profundidad del frente de perforación (m)	10.50
Zn	: Longitud del bulbo de ensayo (cm)	50.00
D	: Profundidad agua a nivel constante (m)	0.00
H	: Diámetro del bulbo de ensayo (cm)	9.67
d	: Sobrecarga hidráulica (cm.)	1075.00
	: Sobrecarga hidráulica corregida (cm)	1075.00
	: Diámetro interno del revestimiento (cm)	6.35
	Con Nivel Freático	
H	= ha + n - Zn	cm 50.00

TIPO DE ENSAYO: NIVEL CONSTANTE

t (min)	Q(l)	ΔQ(l/min)	t (min)	Q(l)	ΔQ(l/min)
0	47.00	0.00			
1	48.00	1.00			
2	49.00	1.00			
3	50.00	1.00			
4	51.00	1.00			
5	52.00	1.00			
6	53.00	1.00			
7	54.00	1.00			
8	55.00	1.00			
9	56.00	1.00			
10	57.00	1.00			

REPRESENTACIÓN GRÁFICA



CÁLCULO DE COEFICIENTE DE PERMEABILIDAD

CÁLCULO DEL CAUDAL (Q)

Nivel Constante Q = l/min

Q = cm3/seg

CÁLCULO DE PERMEABILIDAD (K)

CASO I si: $L/D : K = Q / (PI \times D \times H)$

CASO II si: $L/D : K = Q / (2 \times PI \times D \times H \times (L/D + 0.25)^{0.5})$

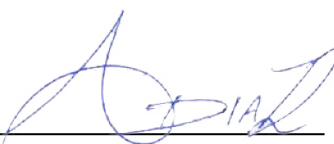
CASO III si: $L/D : K = Q \times \ln(2L/D) / (2 \times PI \times H \times L)$

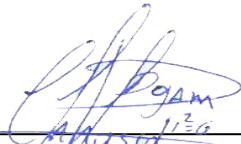
De la relación L/D = 5.2 Por lo tanto, K es igual:
CASO III

K de Permeabilidad = cm / seg

OBSERVACIONES:


JOSE ARMIJO BARRIOS
SUPERVISOR DE CAMPO


ALBERTO R. DIAZ RIOS
JEFE DE PROYECTO


CRHYSTIAN A. CÁ CERES DOMINGUEZ
GERENTE GENERAL

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN : ANALISIS COMPARATIVO ENTRE LA NORMA E 030 Y EL ESTUDIO DE PELIGRO SISMICO EN LA ESTABILIDAD DEL PAD DE LIXIVIACIÓN CUAJONE - 2019

INVESTIGACIÓN : PERFORACION ELABORADO POR : JOSE ARMIJO BARRIOS

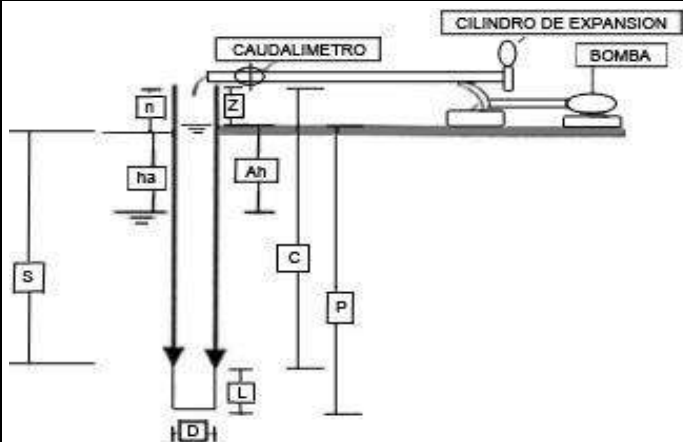
IDENTIFICACIÓN : DDH-PAD-03 REVISADO POR : ALBERTO R. DIAZ RIOS

UBICACIÓN : ZONA DE AMPLIACION DEL PAD APROBADO POR : CRHYSTIAN A. CACERES DOMINGUEZ

N° DE ENSAYO : 3 TRAMO DE ENSAYO : 14.00 - 15.00 m

FECHA : 2/04/2019 HORA : 02:00:00 p.m

ENSAYO DE PERMEABILIDAD LEFRANC - NIVEL CONSTANTE

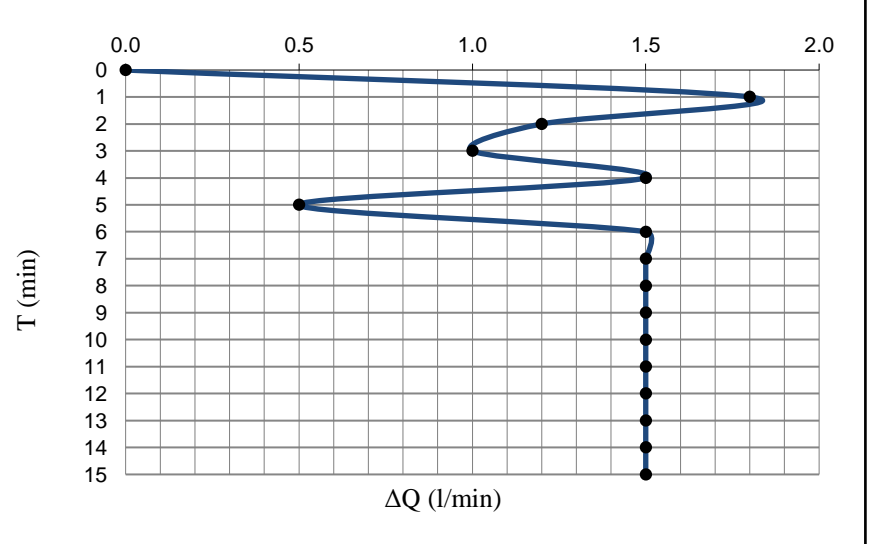


ha	: Profundidad nivel freático (m)	
n	: Ángulo de inclinación de Sondeo	90
S	: Sobrante del revestimiento (m)	0.50
C	: Profundidad del revestimiento (m)	14.00
P	: Longitud Total del revestimiento (m)	14.50
L	: Profundidad del frente de perforación (m)	15.00
Zn	: Longitud del bulbo de ensayo (cm)	100.00
D	: Profundidad agua a nivel constante (m)	0.00
H	: Diámetro del bulbo de ensayo (cm)	9.67
H	: Sobrecarga hidráulica (cm.)	1500.00
H	: Sobrecarga hidráulica corregida (cm)	1500.00
d	: Diámetro interno del revestimiento (cm)	6.35
Con Nivel Freático		
H	= ha + n - Zn	cm
		50.00

TIPO DE ENSAYO: NIVEL CONSTANTE

t (min)	Q(l)	ΔQ(l/min)	t (min)	Q(l)	ΔQ(l/min)
0	325.00	0.00			
1	326.80	1.80			
2	328.00	1.20			
3	329.00	1.00			
4	330.50	1.50			
5	331.00	0.50			
6	332.50	1.50			
7	334.00	1.50			
8	335.50	1.50			
9	337.00	1.50			
10	338.50	1.50			
11	340.00	1.50			
12	341.50	1.50			
13	343.00	1.50			
14	344.50	1.50			
15	346.00	1.50			

REPRESENTACIÓN GRÁFICA



CÁLCULO DE COEFICIENTE DE PERMEABILIDAD

CÁLCULO DEL CAUDAL (Q)

Nivel Constante Q = l/min

Q = cm3/seg

CÁLCULO DE PERMEABILIDAD (K)

CASO I si: $L/D \cdot K = Q / (\pi \times D \times H)$

CASO II si: $L/D \cdot K = Q / (2 \times \pi \times D \times H \times (L/D + 0.25)^{0.5})$


CASO III si: $L/D \cdot K = Q \times \ln(2L/D) / (2 \times \pi \times H \times L)$

De la relación $L/D = 10.3$ Por lo tanto, K es igual:

CASO III
K de Permeabilidad = cm / seg

OBSERVACIONES:


JOSE ARMIJO BARRIOS
SUPERVISOR DE CAMPO


ALBERTO R. DIAZ RIOS
JEFE DE PROYECTO


CRHYSTIAN A. CACERES DOMINGUEZ
GERENTE GENERAL

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN : ANALISIS COMPARATIVO ENTRE LA NORMA E 030 Y EL ESTUDIO DE PELIGRO SISMICO EN LA ESTABILIDAD DEL PAD DE LIXIVIACIÓN CUAJONE - 2019

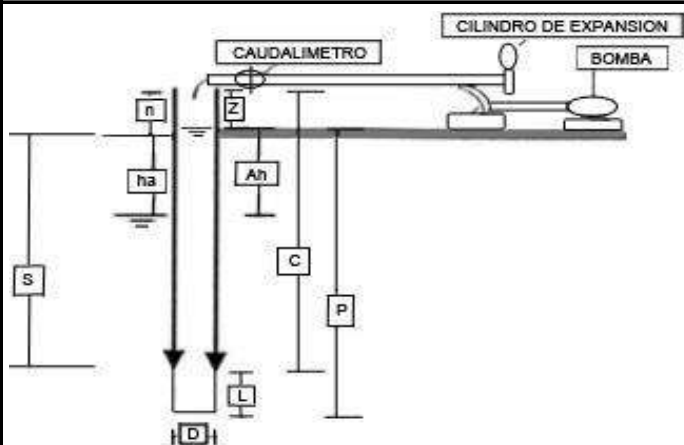
INVESTIGACIÓN IDENTIFICACIÓN : PERFORACION DDH-PAD-03 ELABORADO POR REVISADO POR : JOSE ARMIJO BARRIOS ALBERTO R. DIAZ RIOS

UBICACIÓN : ZONA DE AMPLIACION DEL PAD APROBADO POR : CRHYSTIAN A. CACERES DOMINGUEZ

N° DE ENSAYO : 4 TRAMO DE ENSAYO : 19.00 - 20.00 m

FECHA : 2/04/2019 HORA : 05:30:00 p.m

ENSAYO DE PERMEABILIDAD LEFRANC - NIVEL CONSTANTE

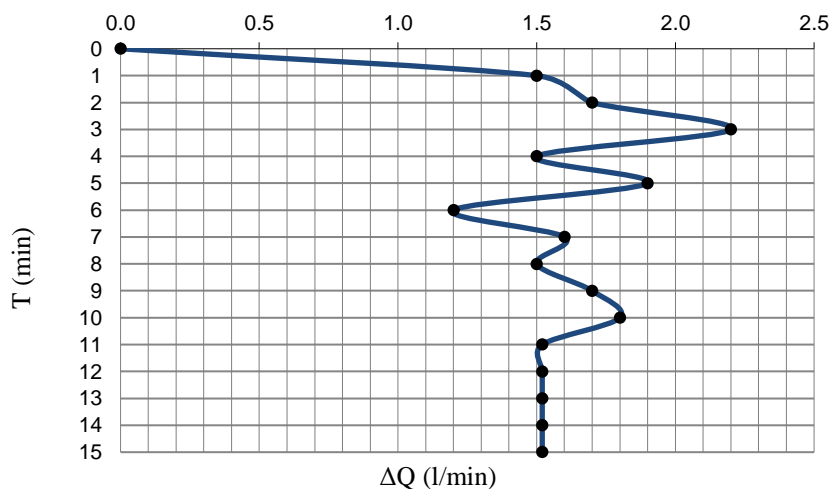


ha	: Profundidad nivel freático (m)	
n	: Ángulo de inclinación de Sondeo	90
n	: Sobrante del revestimiento (m)	0.50
S	: Profundidad del revestimiento (m)	19.00
C	: Longitud Total del revestimiento (m)	19.50
P	: Profundidad del frente de perforación (m)	20.00
L	: Longitud del bulbo de ensayo (cm)	100.00
Zn	: Profundidad agua a nivel constante (m)	0.00
D	: Diámetro del bulbo de ensayo (cm)	9.67
H	: Sobrecarga hidráulica (cm.)	2000.00
H	: Sobrecarga hidráulica corregida (cm)	2000.00
d	: Diámetro interno del revestimiento (cm)	6.35
Con Nivel Freático		
H	= ha + n - Zn	cm 50.00

TIPO DE ENSAYO: NIVEL CONSTANTE

t (min)	Q(l)	ΔQ(l/min)	t (min)	Q(l)	ΔQ(l/min)
0	432.00	0.00			
1	433.50	1.50			
2	435.20	1.70			
3	437.40	2.20			
4	438.90	1.50			
5	440.80	1.90			
6	442.00	1.20			
7	443.60	1.60			
8	445.10	1.50			
9	446.80	1.70			
10	448.60	1.80			
11	450.12	1.52			
12	451.64	1.52			
13	453.16	1.52			
14	454.68	1.52			
15	456.20	1.52			

REPRESENTACIÓN GRÁFICA



CÁLCULO DE COEFICIENTE DE PERMEABILIDAD

CÁLCULO DEL CAUDAL (Q)

Nivel Constante Q = l/min

Q = cm³/seg

CÁLCULO DE PERMEABILIDAD (K)

CASO I si: $L/D \cdot K = Q / (\pi \times D \times H)$

CASO II si: $L/D \cdot K = Q / (2 \times \pi \times D \times H \times (L/D + 0.25)^{0.5})$


CASO III si: $L/D \cdot K = Q \times \ln(2L/D) / (2 \times \pi \times H \times L)$

De la relación $L/D = 10.3$ Por lo tanto, K es igual:
CASO III

K de Permeabilidad = cm / seg

OBSERVACIONES:


JOSE ARMIJO BARRIOS
SUPERVISOR DE CAMPO


ALBERTO R. DIAZ RIOS
JEFE DE PROYECTO


CRHYSTIAN A. CÁCERES DOMINGUEZ
GERENTE GENERAL

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN : ANALISIS COMPARATIVO ENTRE LA NORMA E 030 Y EL ESTUDIO DE PELIGRO SISMICO EN LA ESTABILIDAD DEL PAD DE LIXIVIACIÓN CUAJONE - 2019

INVESTIGACIÓN : PERFORACION ELABORADO POR : JOSE ARMIJO BARRIOS

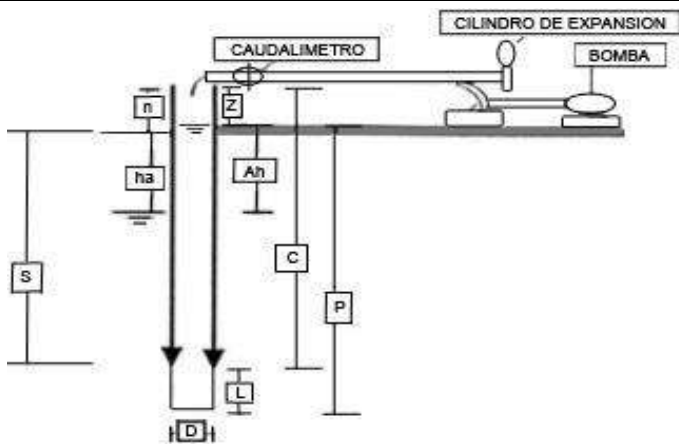
IDENTIFICACIÓN : DDH-PAD-03 REVISADO POR : ALBERTO R. DIAZ RIOS

UBICACIÓN : ZONA DE AMPLIACION APROBADO POR : CRHYSTIAN A. CACERES DOMINGUEZ

Nº DE ENSAYO : 5 TRAMO DE ENSAYO : 24.00 - 25.00 m

FECHA : 3/04/2019 HORA : 10:00:00 a.m

ENSAYO DE PERMEABILIDAD LEFRANC - NIVEL CONSTANTE

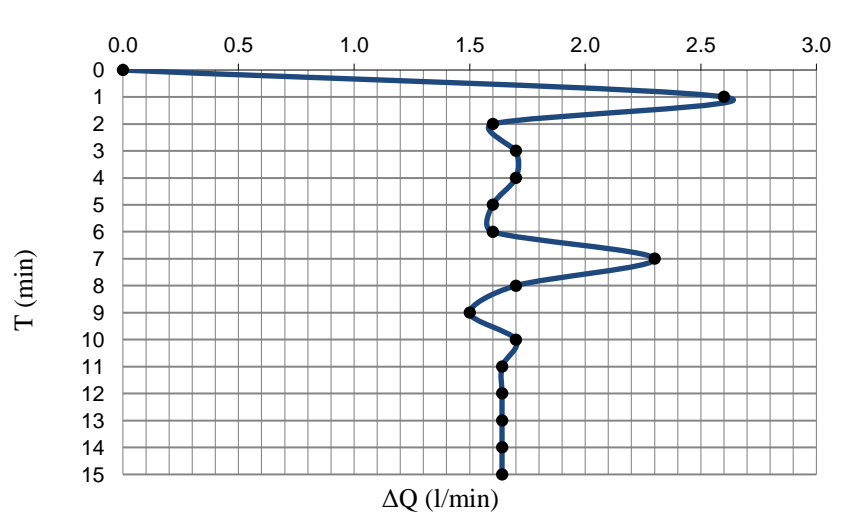


ha	: Profundidad nivel freático (m)	
	: Ángulo de inclinación de Sondeo	90
n	: Sobrante del revestimiento (m)	0.70
S	: Profundidad del revestimiento (m)	24.00
C	: Longitud Total del revestimiento (m)	24.70
P	: Profundidad del frente de perforación (m)	25.00
L	: Longitud del bulbo de ensayo (cm)	100.00
Zn	: Profundidad agua a nivel constante (m)	0.00
D	: Diámetro del bulbo de ensayo (cm)	9.67
H	: Sobrecarga hidráulica (cm.)	2520.00
	: Sobrecarga hidráulica corregida (cm)	2520.00
d	: Diámetro interno del revestimiento (cm)	6.35
	Con Nivel Freático	
H	= ha + n - Zn cm	70.00

TIPO DE ENSAYO: NIVEL CONSTANTE

t (min)	Q(l)	ΔQ(l/min)	t (min)	Q(l)	ΔQ(l/min)
0	529.00	0.00			
1	531.60	2.60			
2	533.20	1.60			
3	534.90	1.70			
4	536.60	1.70			
5	538.20	1.60			
6	539.80	1.60			
7	542.10	2.30			
8	543.80	1.70			
9	545.30	1.50			
10	547.00	1.70			
11	548.64	1.64			
12	550.28	1.64			
13	551.92	1.64			
14	553.56	1.64			
15	555.20	1.64			

REPRESENTACIÓN GRÁFICA



CÁLCULO DE COEFICIENTE DE PERMEABILIDAD

CÁLCULO DEL CAUDAL (Q)

Nivel Constante Q = l/min

Q = cm³/seg

CÁLCULO DE PERMEABILIDAD (K)

CASO I si: $L/D \cdot K = Q / (PI \cdot D \cdot H)$

CASO II si: $L/D \cdot K = Q / (2 \cdot PI \cdot D \cdot H \cdot (L/D + 0.25)^{(0.5)})$

CASO III si: $L/D \cdot K = Q \cdot \ln(2L/D) / (2 \cdot PI \cdot H \cdot L)$

De la relación $L/D = 10.3$ Por lo tanto, K es igual:
CASO III

K de Permeabilidad = cm / seg

OBSERVACIONES:

JOSE ARMIJO BARRIOS
SUPERVISOR DE CAMPO

ALBERTO R. DIAZ RIOS
JEFE DE PROYECTO

CRHYSTIAN A. CÁCERES DOMINGUEZ
GERENTE GENERAL

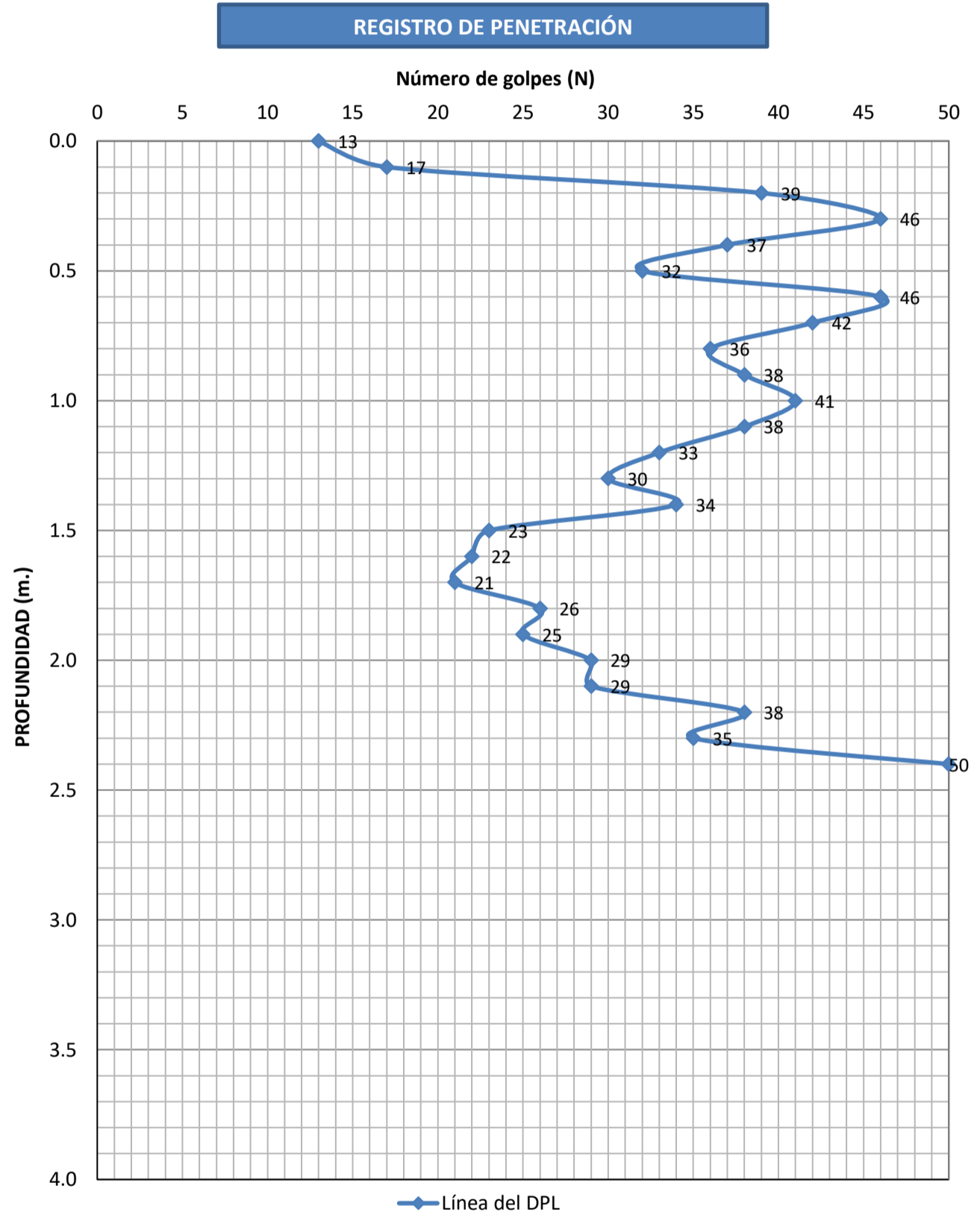


ENSAYO DE PENETRACIÓN LIGERA (NORMA DIN - 4094)



PROYECTO DE INVESTIGACIÓN:	ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE LA NORMA E 030 Y EL ESTUDIO DE PELIGRO SISMICO EN LA ESTABILIDAD DEL PAD LIXIVIACIÓN CUAJONE - 2019	ELABORADO POR:	JOSE ARMIJO BARRIOS
UBICACIÓN:	AMPLIACION PAD CUAJONE	REVISADO POR:	ALBERTO R. DIAZ RIOS
PROFUNDIDAD:	2.50 m	APROBADO POR:	CRHYSTIAN A. CÁCERES DOMINGUEZ
COORDENADAS:	ESTE 313375 NORTE 8112927	ENSAYO:	DPL-PAD-01
FECHA:	Mar-19		

PROF. (m.)	N (golpes)	C' (Tn/m ²)	Ø' (°)
0.00	13	0.0	31.1
0.10	17	0.0	32.4
0.20	39	0.0	38.2
0.30	46	0.0	40.0
0.40	37	0.0	37.7
0.50	32	0.0	36.5
0.60	46	0.0	40.0
0.70	42	0.0	39.0
0.80	36	0.0	37.5
0.90	38	0.0	38.0
1.00	41	0.0	38.7
1.10	38	0.0	38.0
1.20	33	0.0	36.8
1.30	30	0.0	36.0
1.40	34	0.0	37.0
1.50	23	0.0	34.1
1.60	22	0.0	33.9
1.70	21	0.0	33.6
1.80	26	0.0	35.0
1.90	25	0.0	34.7
2.00	29	0.0	35.7
2.10	29	0.0	35.7
2.20	38	0.0	38.0
2.30	35	0.0	37.3
2.40	50	0.0	41.0
2.50			
2.60			
2.70			
2.80			
2.90			
3.00			
3.10			
3.20			
3.30			
3.40			
3.50			
3.60			
3.70			
3.80			
3.90			
4.00			



OBSERVACIONES: Se concluye el ensayo a los 2.50 m. debido a que el suelo ofrece resistencia a la penetración.

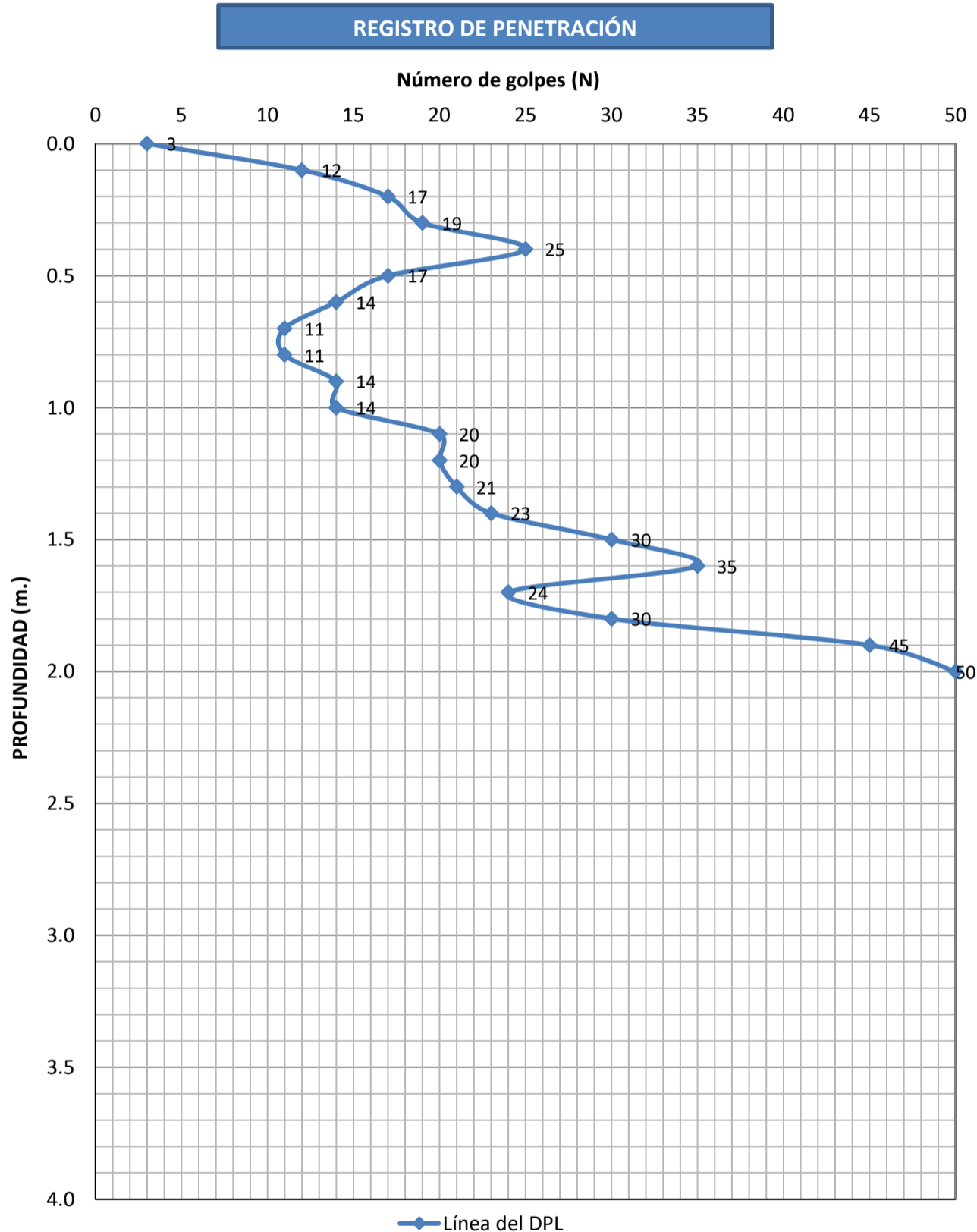
JOSE ARMIJO BARRIOS
SUPERVISOR DE CAMPO

ALBERTO R. DIAZ RIOS
JEFE DE PROYECTO

CRHYSTIAN A. CÁCERES DOMINGUEZ
GERENTE GENERAL

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN:	ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE LA NORMA E 030 Y EL ESTUDIO DE PELIGRO SISMICO EN LA ESTABILIDAD DEL PAD LIXIVIACIÓN CUAJONE - 2019	ELABORADO POR:	JOSE ARMIJO BARRIOS
UBICACIÓN:	AMPLIACION PAD CUAJONE	REVISADO POR:	ALBERTO R. DIAZ RIOS
PROFUNDIDAD:	2.50 m	APROBADO POR:	CRHYSTIAN A. CÁCERES DOMINGUEZ
COORDENADAS:	ESTE 313375 NORTE 8112927	ENSAYO:	DPL-PAD-02
FECHA:	Mar-19		


PROF. (m.)	N (golpes)	C' (Tn/m ²)	Ø' (°)
0.00	3	0.0	27.2
0.10	12	0.0	30.7
0.20	17	0.0	32.4
0.30	19	0.0	33.0
0.40	25	0.0	34.7
0.50	17	0.0	32.4
0.60	14	0.0	31.4
0.70	11	0.0	30.4
0.80	11	0.0	30.4
0.90	14	0.0	31.4
1.00	14	0.0	31.4
1.10	20	0.0	33.3
1.20	20	0.0	33.3
1.30	21	0.0	33.6
1.40	23	0.0	34.1
1.50	30	0.0	36.0
1.60	35	0.0	37.3
1.70	24	0.0	34.4
1.80	30	0.0	36.0
1.90	45	0.0	39.7
2.00	50	0.0	41.0
2.10			
2.20			
2.30			
2.40			
2.50			
2.60			
2.70			
2.80			
2.90			
3.00			
3.10			
3.20			
3.30			
3.40			
3.50			
3.60			
3.70			
3.80			
3.90			
4.00			



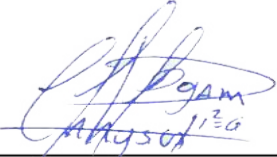
OBSERVACIONES: Se concluye el ensayo a los 2.10 m. debido a que el suelo ofrece resistencia a la penetración.



JOSE ARMIJO BARRIOS
SUPERVISOR DE CAMPO



ALBERTO R. DIAZ RIOS
JEFE DE PROYECTO



CRHYSTIAN A. CÁCERES DOMINGUEZ
GERENTE GENERAL

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN: ANALISIS COMPARATIVO ENTRE LA NORMA E 030 Y EL ESTUDIO DE PELIGRO SISMICO EN LA ESTABILIDAD DEL PAD LIXIVIACIÓN CUAJONE - 2019

UBICACIÓN: AMPLIACION PAD CUAJONE

PROFUNDIDAD: 2.50 m

COORDENADAS: ESTE 313375
NORTE 8112927

FECHA: Mar-19

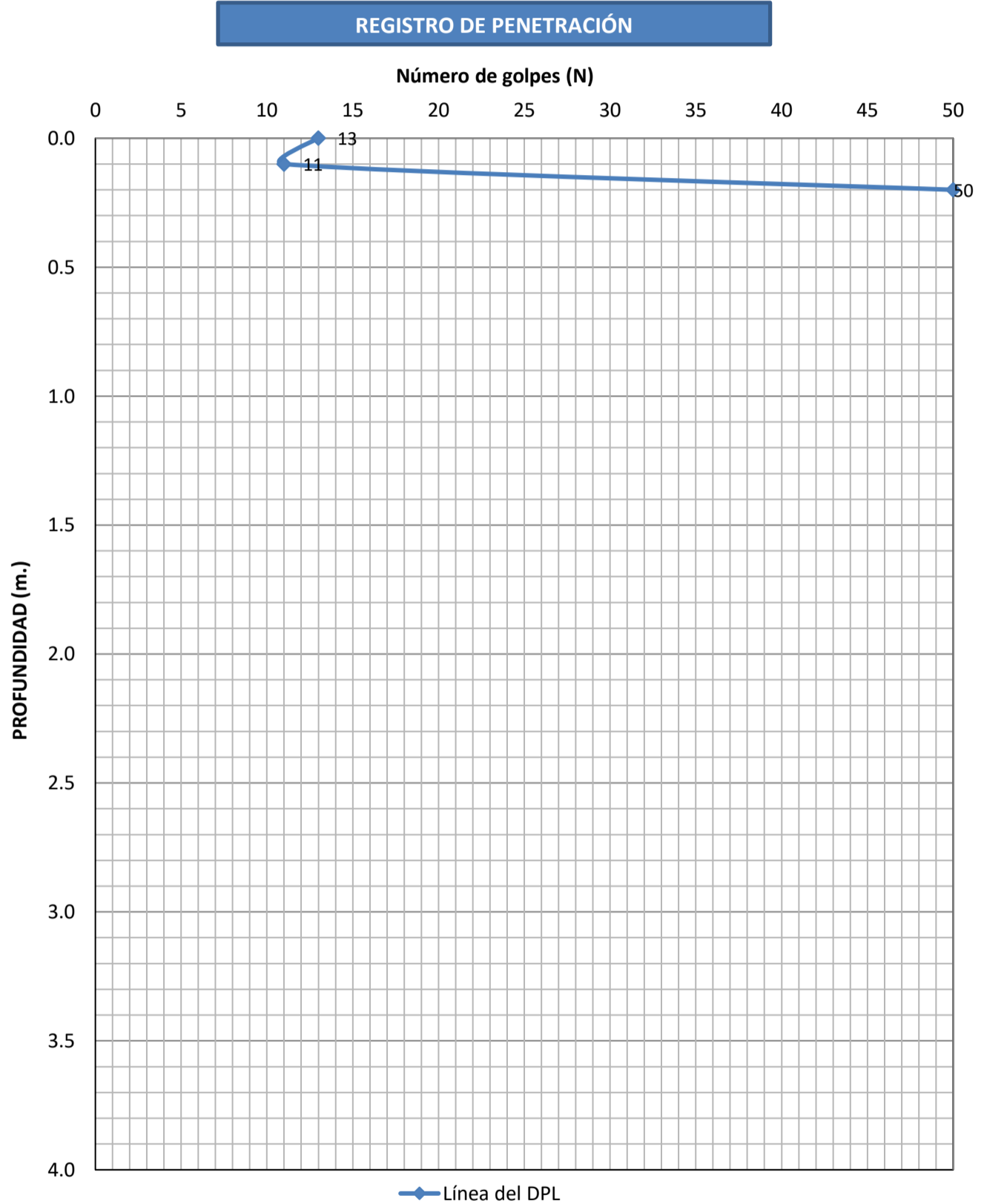
ELABORADO POR: JOSE ARMIJO BARRIOS

REVISADO POR: ALBERTO R. DIAZ RIOS

APROBADO POR: CRHYSTIAN A. CÁCERES DOMINGUEZ

ENSAYO: DPL-PAD-03


PROF. (m.)	N (golpes)	C' (Tn/m ²)	Ø' (°)
0.00	13	0.0	31.1
0.10	11	0.0	30.4
0.20	50	0.0	41.0
0.28			
0.40			
0.50			
0.60			
0.70			
0.80			
0.90			
1.00			
1.10			
1.20			
1.30			
1.40			
1.50			
1.60			
1.70			
1.80			
1.90			
2.00			
2.10			
2.20			
2.30			
2.40			
2.50			
2.60			
2.70			
2.80			
2.90			
3.00			
3.10			
3.20			
3.30			
3.40			
3.50			
3.60			
3.70			
3.80			
3.90			
4.00			



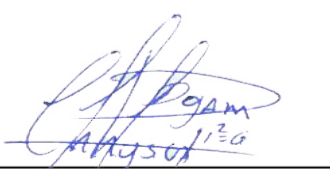
OBSERVACIONES: Se concluye el ensayo a los 0.28 m. debido a que el suelo ofrece resistencia a la penetración.



JOSE ARMIJO BARRIOS
SUPERVISOR DE CAMPO



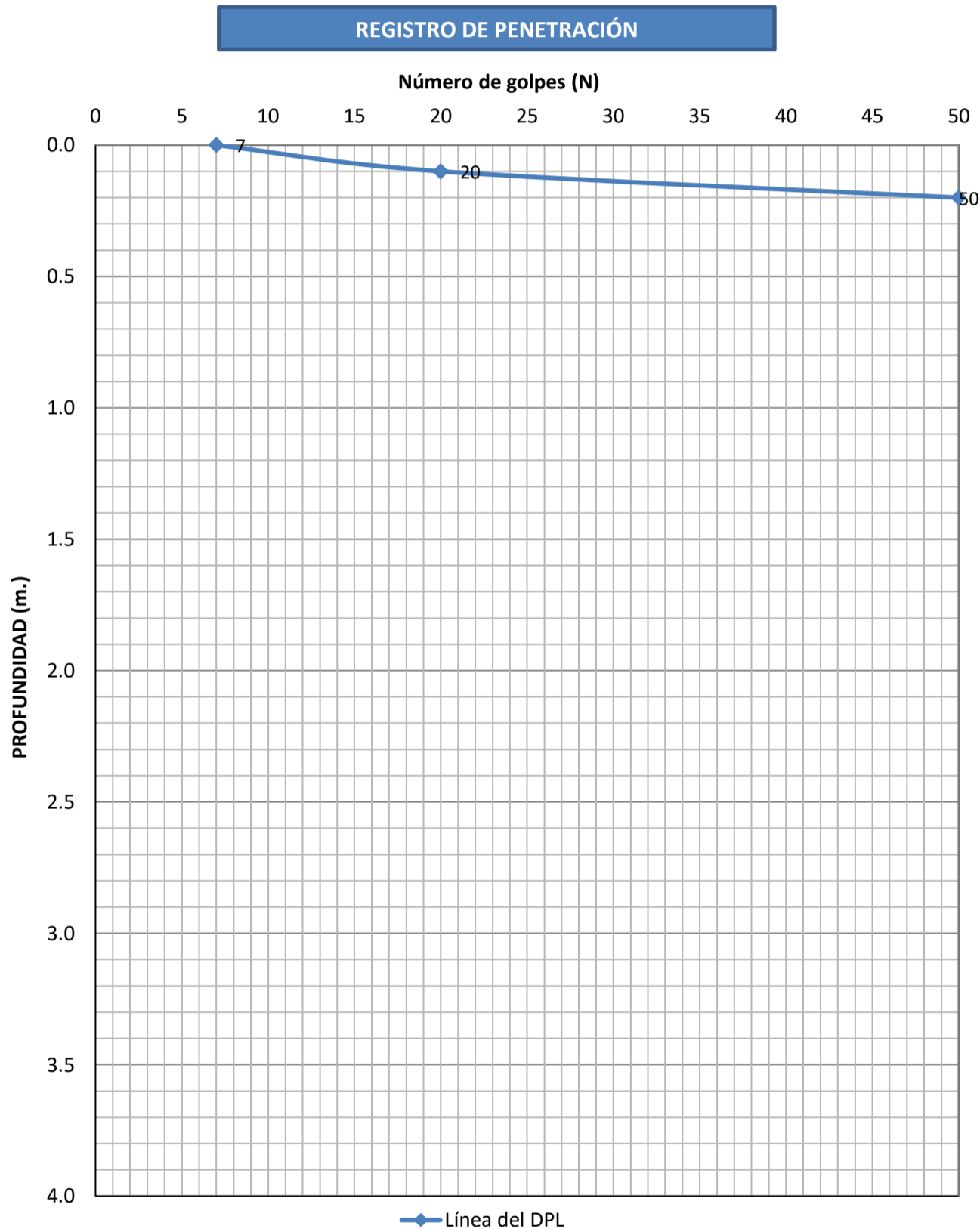
ALBERTO R. DIAZ RIOS
JEFE DE PROYECTO




CRHYSTIAN A. CÁCERES DOMINGUEZ
GERENTE GENERAL

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN:	ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE LA NORMA E 030 Y EL ESTUDIO DE PELIGRO SISMICO EN LA ESTABILIDAD DEL PAD LIXIVIACIÓN CUAJONE - 2019	ELABORADO POR:	JOSE ARMIJO BARRIOS
UBICACIÓN:	AMPLIACION PAD CUAJONE	REVISADO POR:	ALBERTO R. DIAZ RIOS
PROFUNDIDAD:	2.50 m	APROBADO POR:	CRHYSTIAN A. CÁCERES DOMINGUEZ
COORDENADAS:	ESTE 313375 NORTE 8112927	ENSAYO:	DPL-PAD-04
FECHA:	Mar-19		

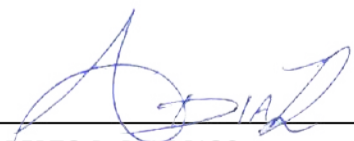
PROF. (m.)	N (golpes)	C' (Tn/m ²)	Ø' (°)
0.00	7	0.0	28.9
0.10	20	0.0	33.3
0.20	50	0.0	41.0
0.30			
0.40			
0.50			
0.60			
0.70			
0.80			
0.90			
1.00			
1.10			
1.20			
1.30			
1.40			
1.50			
1.60			
1.70			
1.80			
1.90			
2.00			
2.10			
2.20			
2.30			
2.40			
2.50			
2.60			
2.70			
2.80			
2.90			
3.00			
3.10			
3.20			
3.30			
3.40			
3.50			
3.60			
3.70			
3.80			
3.90			
4.00			



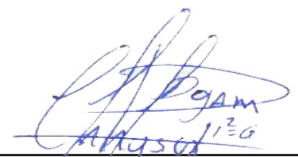
OBSERVACIONES: Se concluye el ensayo a los 0.30 m. debido a que el suelo ofrece resistencia a la penetración.



JOSE ARMIJO BARRIOS
SUPERVISOR DE CAMPO

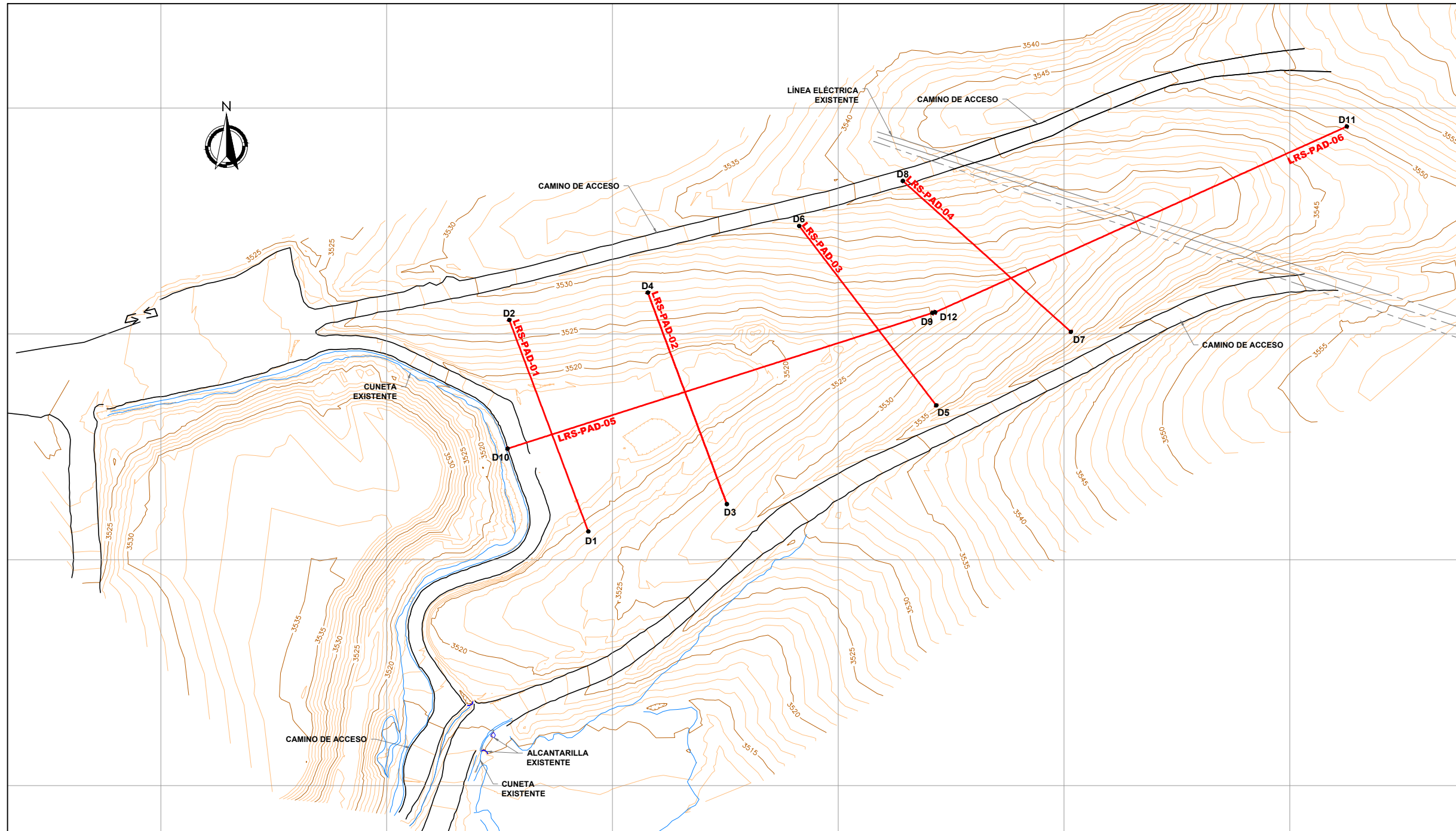


ALBERTO R. DIAZ RIOS
JEFE DE PROYECTO



CRHYSTIAN A. CÁCERES DOMINGUEZ
GERENTE GENERAL

ANEXO: PLANO DE UBICACIÓN DE ENSAYOS GEOFÍSICOS



LEYENDA

	10	CURVAS DE NIVEL SUPERFICIE TERRENO NATURAL
		CAMINO DE ACCESO
	Qda.	RÍO INTERMITENTE, QUEBRADA ESTACIONAL
		CANAL, CUNETA

INVESTIGACIONES GEOFÍSICAS: LÍNEA SÍSMICA CUADRO DE COORDENADAS

LÍNEA SÍSMICA	PUNTO	NORTE	ESTE	LONGITUD (m)	TIPO DE ONDA
LRS-PAD-01	D1	8112912.490	313389.368	100.00	P
	D2	8113006.155	313354.341		
LRS-PAD-02	D3	8112924.620	313450.723	100.00	P
	D4	8113018.285	313415.696		
LRS-PAD-03	D5	8112968.325	313543.444	100.00	P
	D6	8113047.796	313482.745		
LRS-PAD-04	D7	8113000.955	313603.074	100.00	P
	D8	8113067.732	313528.638		
LRS-PAD-05	D9	8113009.275	313541.775	200.00	P
	D10	8112949.216	313353.619		
LRS-PAD-06	D11	8113091.819	313725.251	200.00	P
	D12	8113009.560	313542.950		

SIMBOLOGIA

	MAM	MAM - MASW
	MASW	
	LRS	LÍNEA DE REFRACCIÓN SÍSMICA



TÍTULO PROYECTO
Análisis comparativo entre la Norma E030 y el estudio del Peligro Sísmico en la estabilidad del Pad de Lixiviación Moquegua - 2019

NOMBRE DEL AUTOR
Pedro Gerson De la Torre Mochcco

NOMBRE DEL ASESOR
Ing. Raul Antonio Pinto Barrantes

NOMBRE DEL PLANO
Ubicación del ensayo geofísico de Refracción Sísmica

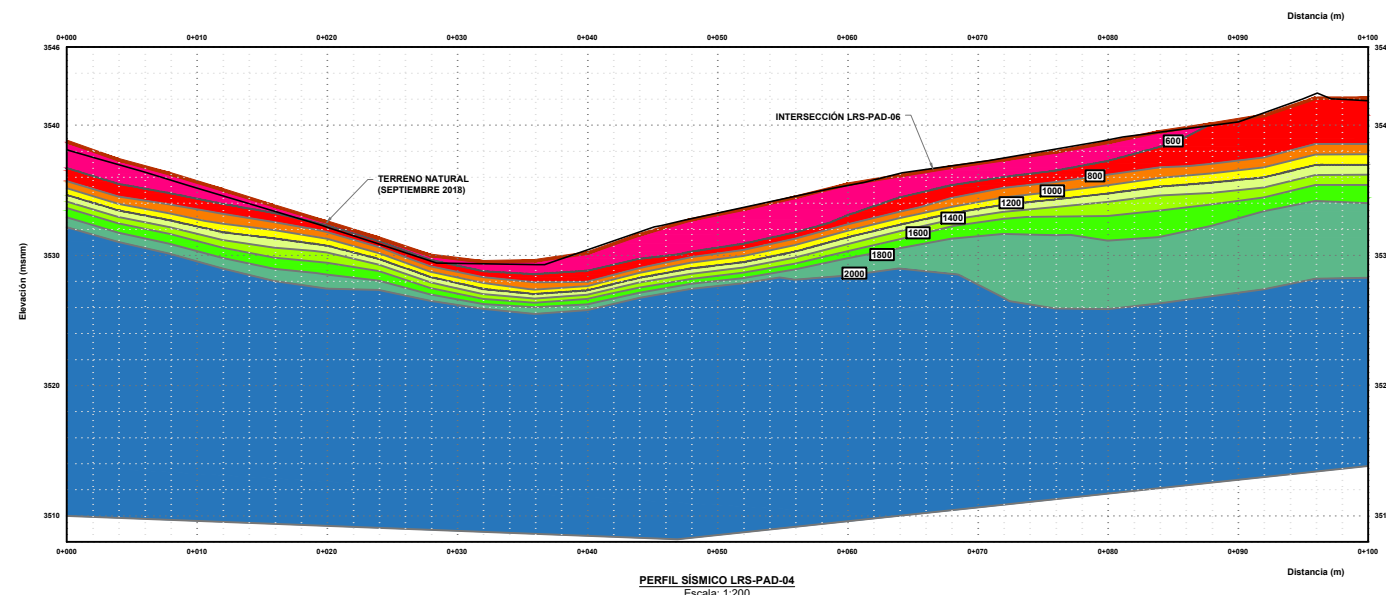
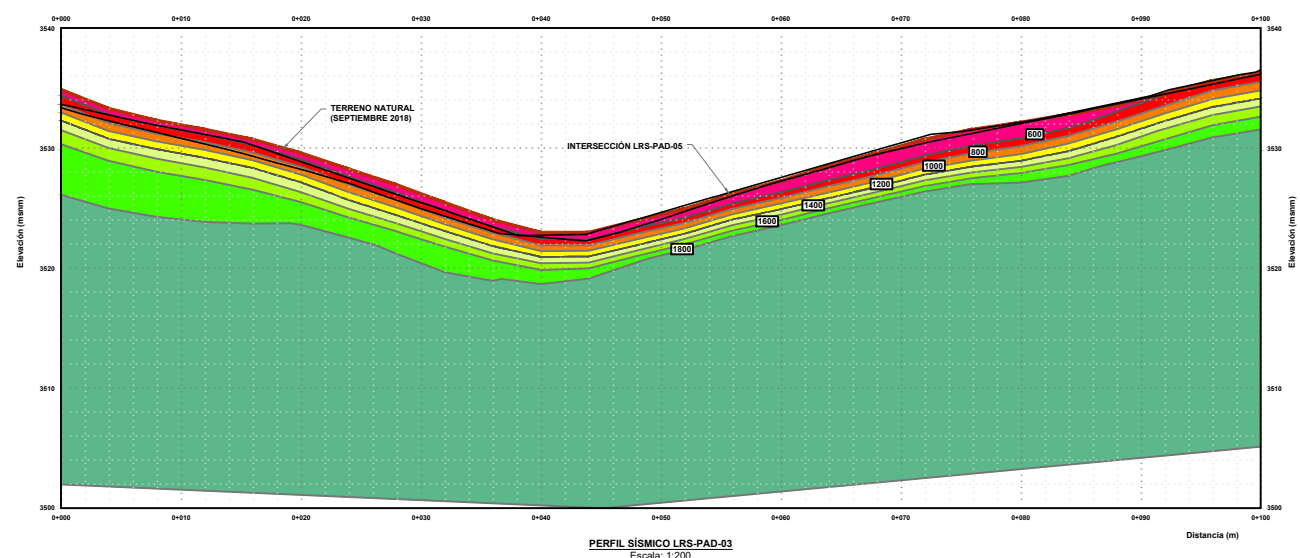
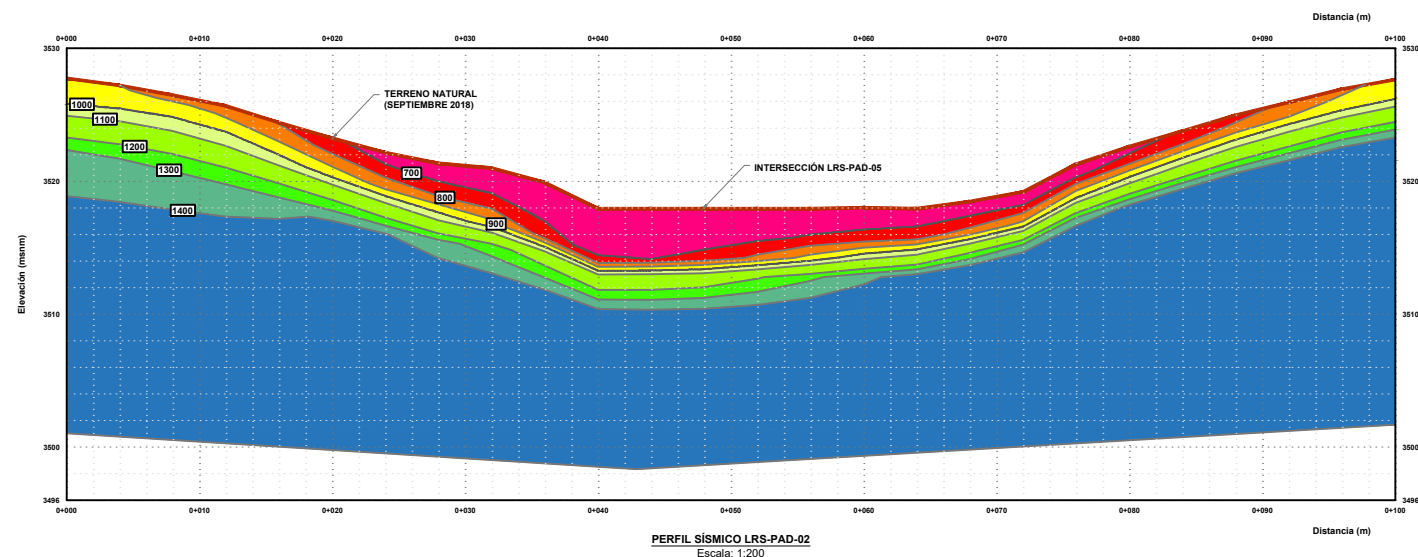
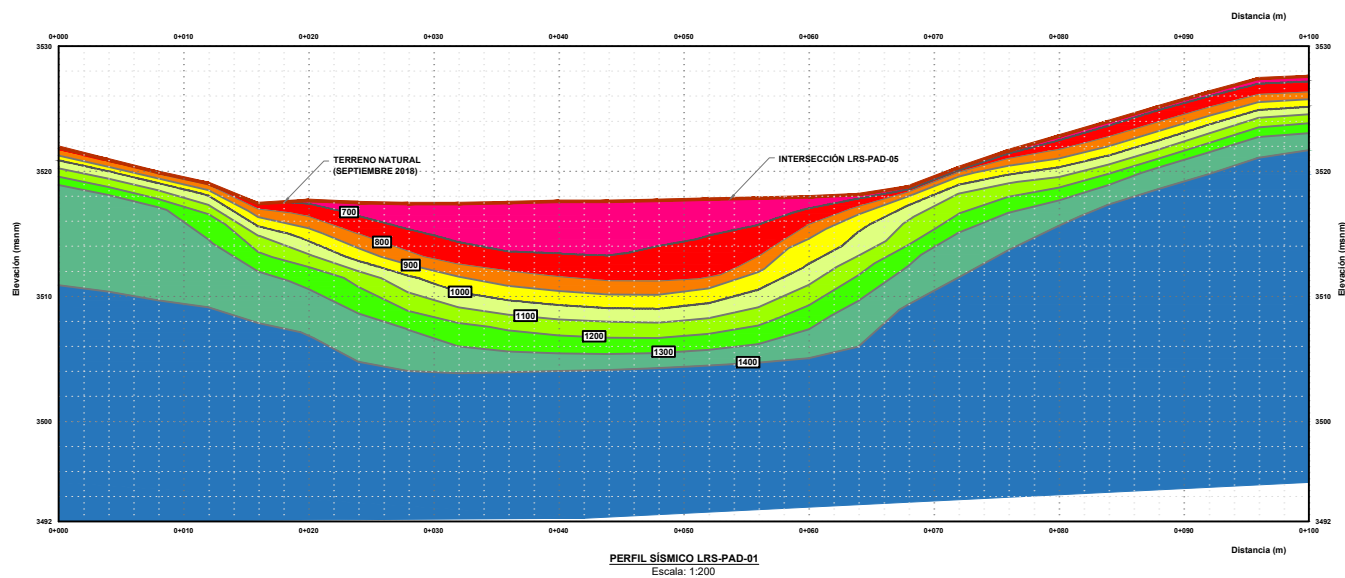
ESCALA
1/2000

N° DE PLANO
01

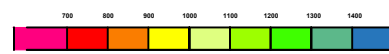
APROBADO POR

ING. ALBERTO R. DÍAZ RÍOS
JEFE DE PROYECTOS
CIP: 60377
GEOHIDRAC
GEOTECNIA E HIDRÁULICA CIVIL S.A.C.
Consultores y Ejecutores de Proyectos

ANEXO: PLANO DE REFRACCIÓN SISMICA



ESCALA DE VELOCIDADES Vp (m / seg.)



Sedimentos no graduados Rocas volcanicas alterdas Rocas volcanicas poca alteradas a sanas



TITULO PROYECTO
Análisis comparativo entre la Norma E030 y el estudio del Peligro Sismico en la estabilidad del Pad de Lixiviación Moquegua - 2019

NOMBRE DEL AUTOR
Pedro Gerson De la Torre Mochcco

NOMBRE DEL ASESOR
Ing. Raul Antonio Pinto Barrantes

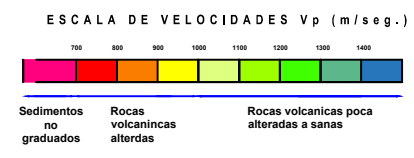
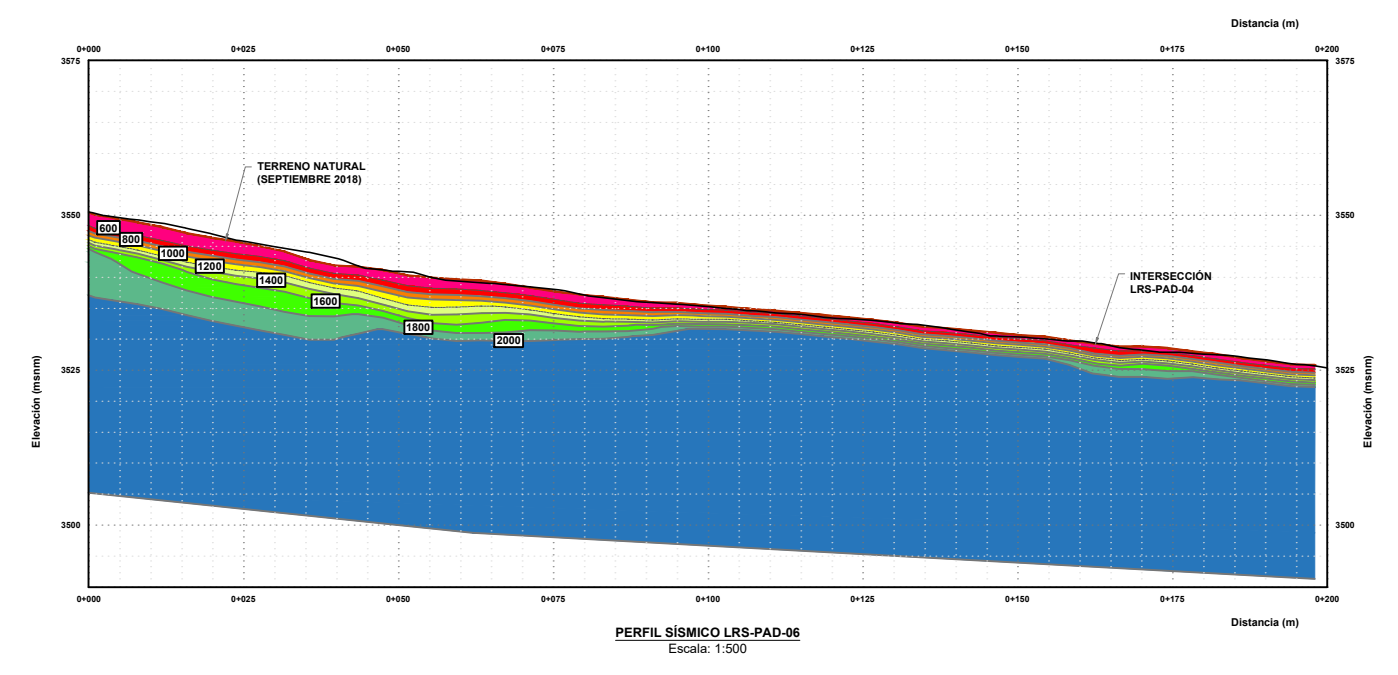
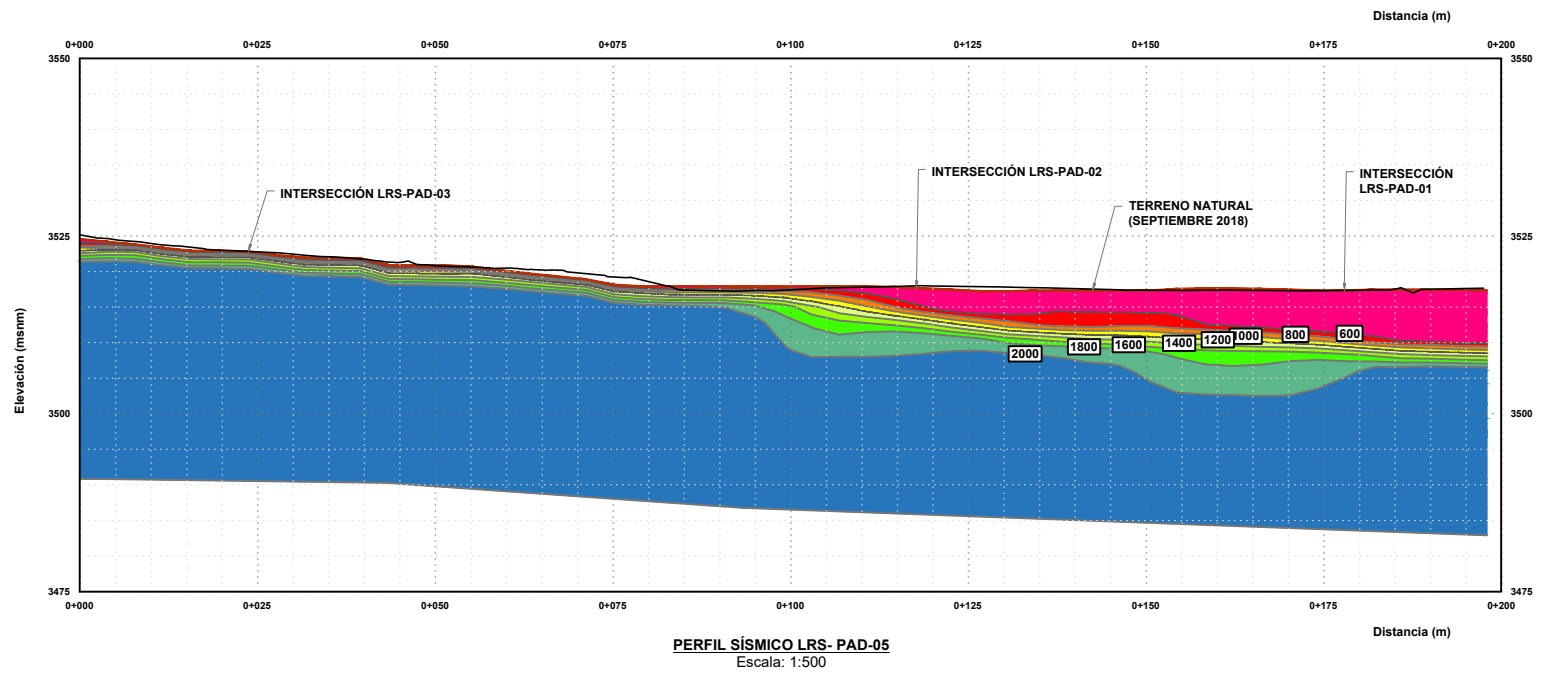
NOMBRE DEL PLANO
Ensayo de Refracción Sísmica 1,2,3 y 4

ESCALA
1/2000

N° DE PLANO
01

APROBADO POR

ING. ALBERTO R. DIAZ RIOS
JEFE DE PROYECTOS
CIP: 60877
GEOHIDRAC
GEOTECNIA E HIDRAULICA CIVIL S.A.C.
Consultores y Ejecutores de Proyectos



TITULO PROYECTO
Análisis comparativo entre la Norma E030 y el estudio del Peligro Sísmico en la estabilidad del Pad de Lixiviación Moquegua - 2019

NOMBRE DEL AUTOR
Pedro Gerson De la Torre Mochcco

NOMBRE DEL ASESOR
Ing. Raul Antonio Pinto Barrantes

NOMBRE DEL PLANO
Ensayo de Refracción Sísmica 5 y 6

ESCALA
1/2000

N° DE PLANO
01

APROBADO POR

ING. ALBERTO R. DÍAZ RÍOS
 JEFE DE PROYECTOS
 CIP: 60977
GEOHIDRAC
 GEOLOGÍA E HIDRÁULICA CIVIL S.A.C.
 Consultores y Ejecutores de Proyectos

ANEXO: ENSAYOS DE MECÁNICA DE SUELOS



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO



ASTM D - 422 N.T.P. - 339.128 MTC E - 204

PROYECTO : ESTUDIO GEOLÓGICO E INVESTIGACIÓN GEOTÉCNICA DE CAMPO PARA LA AMPLIACIÓN DEL ÁREA 2 DEL PAD DE LIXIVIACIÓN - CUAJONE

SOLICITADO : SOUTHERN PERU COPPER CORPORATION **REALIZADO POR :** GEOTECNIA E HIDRÁULICA CIVIL S.A.C

UBICACIÓN : ZONA DE AMPLIACIÓN DEL PAD **REVISADO POR :** ALBERTO R. DÍAZ RÍOS

FECHA : ABRIL 2019 **APROBADO POR :** CRHYSTIAN A. CÁCERES DOMINGUEZ

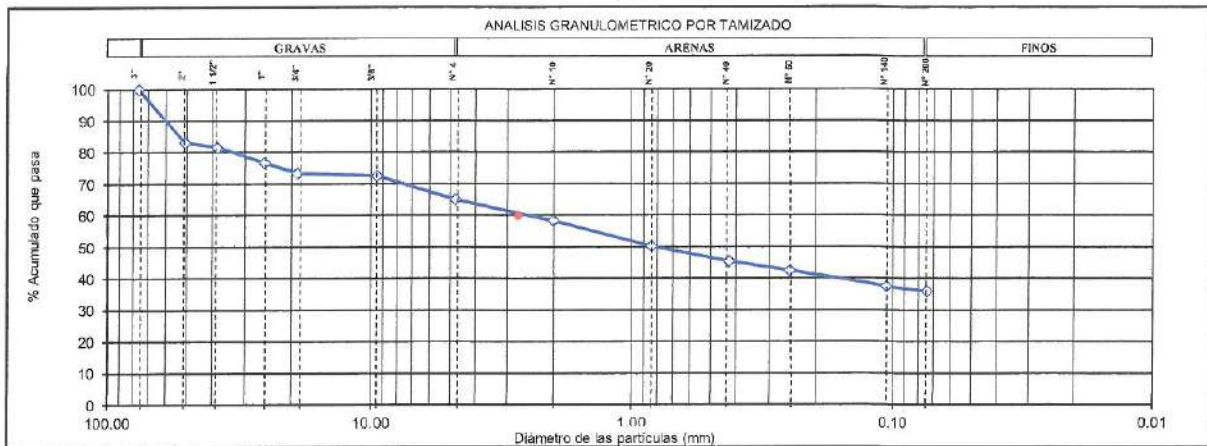
CALICATA : CAL-PAD 1 **MUESTRA :** M - 1 **PROFUNDIDAD :** 0.00 m - 2.00 m

HUMEDAD NATURAL (%):	9.96		
PESO DE LA MUESTRA SECA (gr):	17695.0	AASHTO:	ASTM D - 3262
PESO MUESTRA LAVADA Y SECA (gr):	11330.3	SUCS:	ASTM D - 2487
PESOS DE FINOS LAVADOS (gr):	6364.7		

A-6 (0)
GC
GRAVA ARCILLOSA CON ARENA

TAMICES ASTM	DESCRIPCION ABERTURA (m.m.)	PESO RETENIDO (gr.)	PORCENTAJE PARCIAL RETENIDO (%)	PORCENTAJE ACUMULADO	
				RETENIDO (%)	PASA(%)
3"	76.200				100.00
2"	50.800	3008.0	17.00	17.00	83.00
1 1/2"	38.100	253.0	1.43	18.43	81.57
1"	25.400	859.0	4.85	23.28	76.72
3/4"	19.050	594.0	3.36	26.64	73.36
3/8"	9.525	142.0	0.80	27.44	72.56
N° 4	4.760	1339.0	7.57	35.01	64.99
N° 10	2.000	1189.3	6.78	41.79	58.21
N° 20	0.840	1426.0	8.06	49.85	50.15
N° 40	0.426	854.7	4.83	54.68	45.32
N° 60	0.250	523.8	2.96	57.64	42.36
N° 140	0.106	856.2	4.84	62.48	37.52
N° 200	0.074	275.3	1.56	64.03	35.97
< N° 200	-	6364.7	35.97	100.00	0.00

D60	2.73	Gravas	35.01	Gruesa	28.64
D30	-			Fina	8.37
D10	-	Arenas	29.02	Gruesa	6.78
Cu	-			Media	12.89
Cc	-	Finos	35.97	Fina	9.35



OBSERVACIONES

ING. ALBERTO R. DÍAZ RÍOS
 JEFE DE PROYECTOS
ALBERTO R. DÍAZ RÍOS
 JEFE DE PROYECTO
 GEOHIDRAC
 GEOTECNIA E HIDRÁULICA CIVIL S.A.C.
 Consultores y Ejecutores de Proyectos

Crhystian Alexander Cáceres Domínguez
 GERENTE GENERAL
 CRHYSTIAN A. CÁCERES DOMINGUEZ
GEOHIDRAC
 GEOTECNIA E HIDRÁULICA CIVIL S.A.C.
 Consultores y Ejecutores de Proyectos

info@geohidrac.com
 01) 3178857
 www.geohidrac.com



ANALISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO



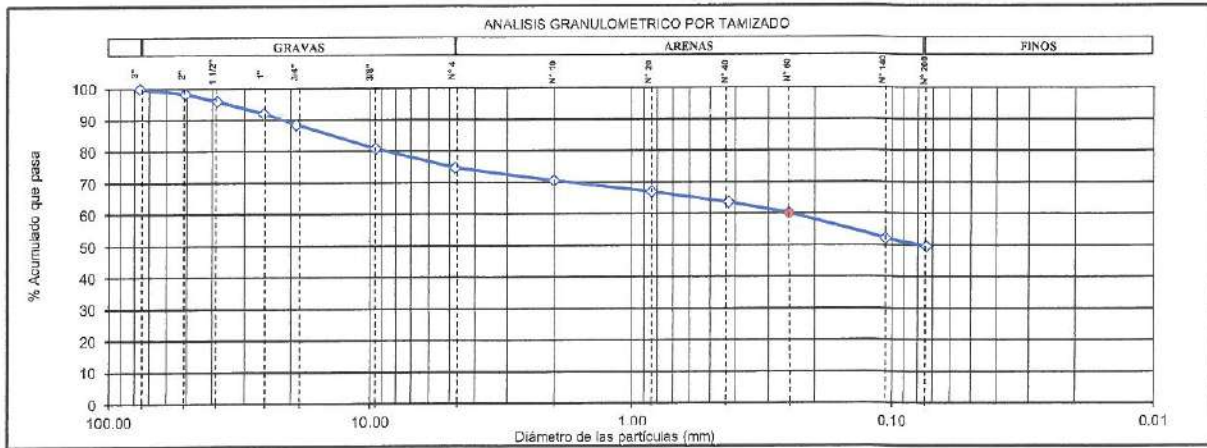
ASTM D - 422 N.T.P. - 339.128 MTC E - 204

PROYECTO : ESTUDIO GEOLÓGICO E INVESTIGACIÓN GEOTÉCNICA DE CAMPO PARA LA AMPLIACIÓN DEL ÁREA 2 DEL PAD DE LIXIVIACIÓN - CUAJONE
SOLICITADO : SOUTHERN PERU COPPER CORPORATION **REALIZADO POR :** GEOTECNIA E HIDRÁULICA CIVIL S.A.C
UBICACIÓN : ZONA DE AMPLIACIÓN DEL PAD **REVISADO POR :** ALBERTO R. DÍAZ RÍOS
FECHA : ABRIL 2019 **APROBADO POR :** CRHYSTIAN A. CÁCERES DOMINGUEZ
CALICATA : CAL-PAD 2 **MUESTRA :** M - 1 **PROFUNDIDAD :** 0.00 m - 2.20 m

HUMEDAD NATURAL (%) :	7.49	AASHTO :	ASTM D - 3282	A-6 (4)
PESO DE LA MUESTRA SECA (gr) :	24886.6	SUCS :	ASTM D - 2487	GC
PESO MUESTRA LAVADA Y SECA (gr) :	12529.5			GRAVA ARCILLOSA CON ARENA
PESOS DE FINOS LAVADOS (gr) :	12357.1			

TAMICES ASTM	DESCRIPCIÓN ABERTURA (m.m.)	PESO RETENIDO (gr.)	PORCENTAJE PARCIAL RETENIDO (%)	PORCENTAJE ACUMULADO	
				RETENIDO (%)	PASA (%)
3"	76.200				100.00
2"	50.800	437.3	1.76	1.76	98.24
1 1/2"	38.100	577.5	2.32	4.08	95.92
1"	25.400	976.7	3.92	8.00	92.00
3/4"	19.050	869.1	3.49	11.49	88.51
3/8"	9.525	1896.0	7.62	19.11	80.89
N° 4	4.760	1540.0	6.19	25.30	74.70
N° 10	2.000	1009.1	4.05	29.36	70.64
N° 20	0.840	918.3	3.69	33.05	66.95
N° 40	0.426	808.3	3.25	36.29	63.71
N° 60	0.250	858.9	3.45	39.74	60.26
N° 140	0.106	2001.8	8.04	47.79	52.21
N° 200	0.074	636.5	2.56	50.35	49.65
< N° 200	-	12357.1	49.65	100.00	0.00

D60	0.25	Gravas	25.30	Gruesa	11.49
D30	-			Fina	13.81
D10	-	Arenas	25.05	Gruesa	4.05
Cu	-			Media	8.94
Cc	-	Finos	49.65	Fina	14.05



OBSERVACIONES

ING. ALBERTO R. DÍAZ RÍOS
 JEFE DE PROYECTOS
 CIP: 80874
GEOHIDRAC
 GEOTECNIA E HIDRÁULICA CIVIL S.A.C.
 CONSULTORES Y EJECUTORES DE PROYECTOS
 ALBERTO R. DÍAZ RÍOS
 JEFE DE PROYECTO

Crhystian Alexander Cáceres Domínguez
 GERENTE GENERAL
GEOHIDRAC
 GEOTECNIA E HIDRÁULICA CIVIL S.A.C.
 CONSULTORES Y EJECUTORES DE PROYECTOS

info@geohidrac.com
 011 3170857
 www.geohidrac.com

ASTM D - 422 N.T.P. - 339.128 MTC E - 204

PROYECTO : ESTUDIO GEOLÓGICO E INVESTIGACIÓN GEOTÉCNICA DE CAMPO PARA LA AMPLIACIÓN DEL ÁREA 2 DEL PAD DE LIXIVIACIÓN - CUAJONE

SOLICITADO : SOUTHERN PERU COPPER CORPORATION **REALIZADO POR :** GEOTECNIA E HIDRÁULICA CIVIL S.A.C

UBICACIÓN : ZONA DE AMPLIACIÓN DEL PAD **REVISADO POR :** ALBERTO R. DÍAZ RÍOS

FECHA : ABRIL 2019 **APROBADO POR :** CRHYSTIAN A. CÁCERES DOMINGUEZ

CALICATA : CAL-PAD 3 **MUESTRA :** M - 1 **PROFUNDIDAD :** 0.00 m - 2.60 m

HUMEDAD NATURAL (%): 6.42

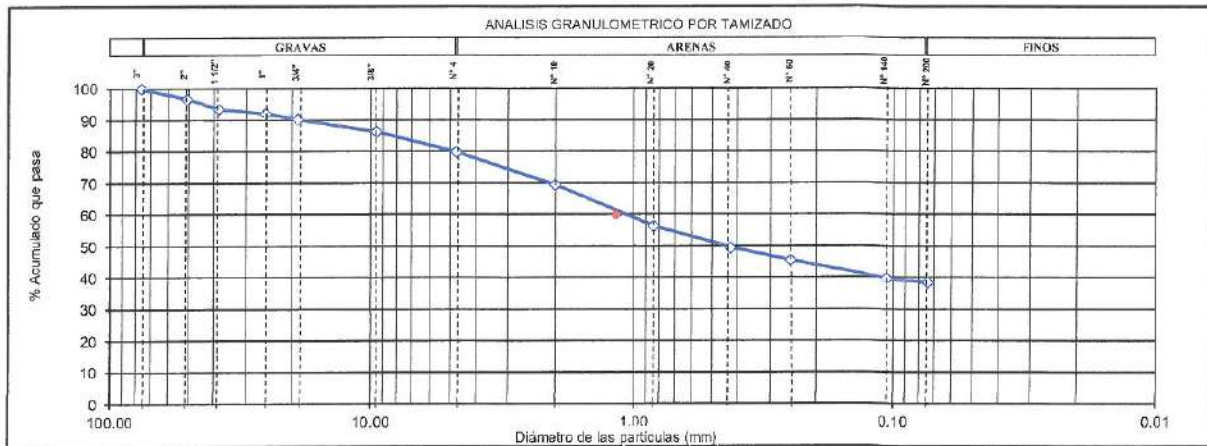
PESO DE LA MUESTRA SECA (gr): 24633.0 AASHTO: ASTM D - 3282 **A-5 (1)**

PESO MUESTRA LAVADA Y SECA (gr): 15160.9 SUCS: ASTM D - 2487 **SM**

PESOS DE FINOS LAVADOS (gr): 9472.1 **ARENA LIMOSA CON GRAVA**

TAMICES ASTM	DESCRIPCIÓN ABERTURA (m.m.)	PESO RETENIDO (gr.)	PORCENTAJE PARCIAL RETENIDO (%)	PORCENTAJE ACUMULADO	
				RETENIDO (%)	PASA (%)
3"	76.200				100.00
2"	50.800	829.0	3.37	3.37	96.63
1 1/2"	38.100	789.0	3.20	6.57	93.43
1"	25.400	370.0	1.50	8.07	91.93
3/4"	19.050	414.0	1.68	9.75	90.25
3/8"	9.525	982.0	3.99	13.74	86.26
N° 4	4.760	1572.0	6.38	20.12	79.88
N° 10	2.000	2581.6	10.48	30.60	69.40
N° 20	0.840	3225.3	13.09	43.69	56.31
N° 40	0.426	1688.7	6.88	50.55	49.45
N° 60	0.250	999.6	4.06	54.61	45.39
N° 140	0.106	1414.1	5.74	60.35	39.65
N° 200	0.074	295.6	1.20	61.55	38.45
< N° 200	-	9472.1	38.45	100.00	0.00

D60	1.17	Gravas	20.12	Gruesa	9.75
D30	-			Fina	10.37
D10	-	Arenas	41.43	Gruesa	10.48
Cu	-			Media	19.95
Cc	-	Finos	38.45	Fina	11.00



OBSERVACIONES

Alberto R. Díaz Ríos
ING. ALBERTO R. DÍAZ RÍOS
JEFE DE PROYECTOS
CIP: 80372
GEOHIDRAC
GEOTECNIA E HIDRÁULICA CIVIL S.A.C.
Consultores y Ejecutores de Proyectos
ALBERTO R. DÍAZ RÍOS
JEFE DE PROYECTO

Crhystian Alexander Cáceres Domínguez
Crhystian Alexander Cáceres Domínguez
GERENTE GENERAL
GEOHIDRAC
GEOTECNIA E HIDRÁULICA CIVIL S.A.C.
Consultores y Ejecutores de Proyectos



ANALISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO



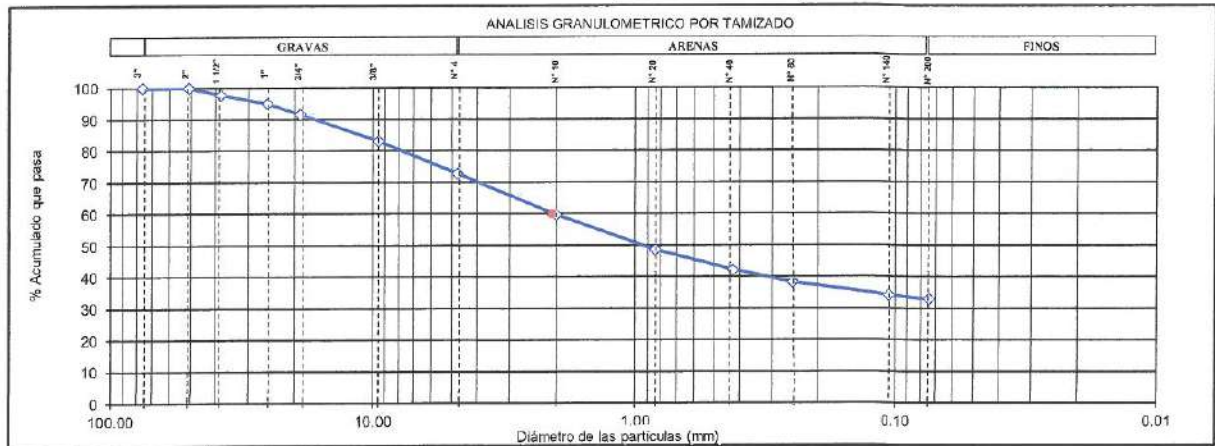
ASTM D - 422 N.T.P. - 339.128 MTC E - 204

PROYECTO : ESTUDIO GEOLÓGICO E INVESTIGACIÓN GEOTÉCNICA DE CAMPO PARA LA AMPLIACIÓN DEL ÁREA 2 DEL PAD DE LIXIVIACIÓN - CUAJONE
SOLICITADO : SOUTHERN PERU COPPER CORPORATION **REALIZADO POR :** GEOTECNIA E HIDRÁULICA CIVIL S.A.C
UBICACIÓN : ZONA DE AMPLIACIÓN DEL PAD **REVISADO POR :** ALBERTO R. DÍAZ RÍOS
FECHA : ABRIL 2019 **APROBADO POR :** CRHYSTIAN A. CÁCERES DOMINGUEZ
CALICATA : CAL-PAD 4 **MUESTRA :** M - 1 **PROFUNDIDAD :** 0.00 m - 2.50 m

HUMEDAD NATURAL (%) :	8.42	
PESO DE LA MUESTRA SECA (gr) :	16914.0	AASHTO : ASTM D - 3282 A-2-7 (0)
PESO MUESTRA LAVADA Y SECA (gr) :	11343.8	SUCS : ASTM D - 2487 SM
PESOS DE FINOS LAVADOS (gr) :	5570.2	ARENA LIMOSA CON GRAVA

TAMICES ASTM	DESCRIPCIÓN ABERTURA (m.m.)	PESO RETENIDO (gr.)	PORCENTAJE PARCIAL RETENIDO (%)	PORCENTAJE ACUMULADO	
				RETENIDO (%)	PASA(%)
3"	76.200				100.00
2"	50.800				100.00
1 1/2"	38.100	379.0	2.24	2.24	97.76
1"	25.400	486.0	2.87	5.11	94.89
3/4"	19.050	556.0	3.29	8.40	91.60
3/8"	9.525	1446.0	8.55	16.95	83.05
N° 4	4.760	1737.0	10.27	27.22	72.78
N° 10	2.000	2229.4	13.18	40.40	59.60
N° 20	0.840	1856.2	10.97	51.38	48.62
N° 40	0.426	1098.7	6.50	57.87	42.13
N° 60	0.250	658.8	3.90	61.77	38.23
N° 140	0.106	699.7	4.14	66.90	34.10
N° 200	0.074	197.1	1.17	67.07	32.93
< N° 200	-	5570.2	32.93	100.00	0.00

D60	2.08	Gravas	27.22	Gruesa	8.40
D30	-			Fina	18.82
D10	-	Arenas	39.85	Gruesa	13.18
Cu	-			Media	17.47
Cc	-	Finos	32.93	Fina	9.20



OBSERVACIONES

ING. ALBERTO R. DÍAZ RÍOS
 JEFE DE PROYECTOS
 CIP: 60377
GEOHIDRAC
 GEOTECNIA E HIDRÁULICA CIVIL S.A.C.
 Consultores ALBERTO R. DÍAZ RÍOS
 JEFE DE PROYECTO

Crhystian Alexander Cáceres Domínguez
 GERENTE GENERAL
GEOHIDRAC
 GEOTECNIA E HIDRÁULICA CIVIL S.A.C.
 Consultores y Ejecutores de Proyectos

ASTM D - 422 N.T.P. - 339.128 MTC E - 204

PROYECTO : ESTUDIO GEOLÓGICO E INVESTIGACIÓN GEOTÉCNICA DE CAMPO PARA LA AMPLIACIÓN DEL ÁREA 2 DEL PAD DE LIXIVIACIÓN - CUAJONE

SOLICITADO : SOUTHERN PERU COPPER CORPORATION **REALIZADO POR :** GEOTECNIA E HIDRÁULICA CIVIL S.A.C

UBICACIÓN : CANTERA DEL PAD **REVISADO POR :** ALBERTO R. DÍAZ RÍOS

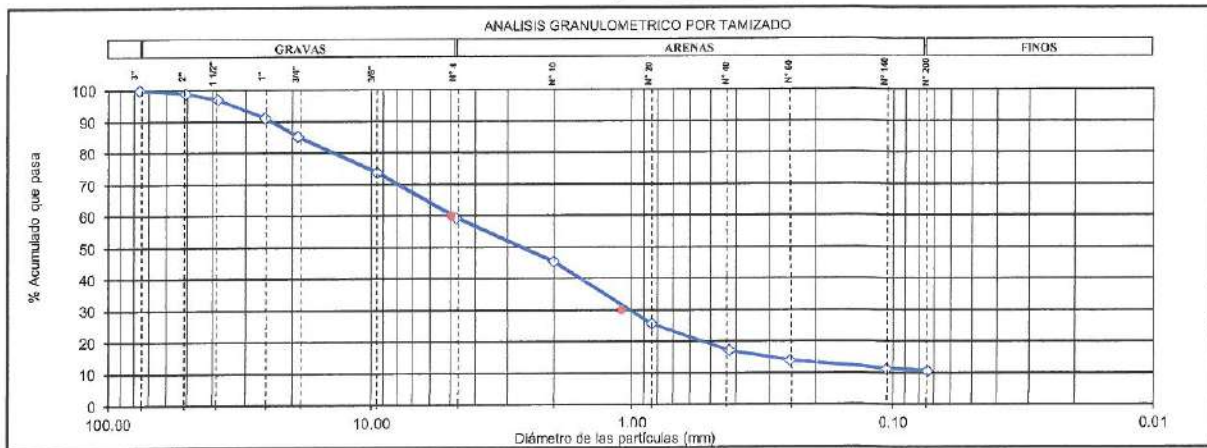
FECHA : ABRIL 2019 **APROBADO POR :** CRHYSTIAN A. CÁCERES DOMINGUEZ

CANTERA : TIERRA ROJA **MUESTRA :** M - 1 **PROFUNDIDAD :** 0.00 m - 1.00 m

HUMEDAD NATURAL (%):	4.88	AASHTO: ASTM D - 3282	A-2-4 (0)
PESO DE LA MUESTRA SECA (gr):	48433.0	SUCS: ASTM D - 2487	SW-SC
PESO MUESTRA LAVADA Y SECA (gr):	43295.1	ARENA BIEN GRADUADA CON ARCILLA Y GRAVA	
PESOS DE FINOS LAVADOS (gr):	5137.9		

TAMICES ASTM	DESCRIPCION ABERTURA (m.m.)	PESO RETENIDO (gr.)	PORCENTAJE PARCIAL RETENIDO (%)	PORCENTAJE ACUMULADO	
				RETENIDO (%)	PASA(%)
3"	76.200				100.00
2"	50.800	504.0	1.04	1.04	98.96
1 1/2"	38.100	1008.0	2.08	3.12	96.88
1"	25.400	2753.0	5.68	8.81	91.19
3/4"	19.050	2912.0	6.01	14.82	85.18
3/8"	9.525	5580.0	11.52	26.34	73.66
Nº 4	4.760	6916.0	14.28	40.62	59.38
Nº 10	2.000	6797.5	14.03	54.65	45.35
Nº 20	0.840	9596.6	19.81	74.47	25.53
Nº 40	0.426	4144.9	8.56	83.03	16.97
Nº 60	0.250	1501.3	3.10	86.13	13.87
Nº 140	0.106	1295.1	2.67	88.80	11.20
Nº 200	0.074	286.7	0.59	89.39	10.61
< Nº 200	-	5137.9	10.61	100.00	0.00

D60	4.97	Gravas	40.62	Gruesa	14.82
D30	1.10			Fina	25.80
D10	-	Arenas	48.77	Gruesa	14.03
Cu	-			Medía	28.37
Cc	-	Finos	10.61	Fina	6.37



OBSERVACIONES


ING. ALBERTO R. DÍAZ RÍOS
JEFE DE PROYECTOS
ALBERTO R. DÍAZ RÍOS
JEFE DE PROYECTO
GEOHIDRAC
GEOTECNIA E HIDRÁULICA CIVIL S.A.C.
Consultores y Ejecutores de Proyectos


Crhystian Alexander Cáceres Domínguez
GERENTE GENERAL


GEOHIDRAC
GEOTECNIA E HIDRÁULICA CIVIL S.A.C.
Consultores y Ejecutores de Proyectos

info@geohidrac.com
01) 3178857
www.geohidrac.com

ASTM D - 422 N.T.P. - 339.128 MTC E - 204

PROYECTO : ESTUDIO GEOLÓGICO E INVESTIGACIÓN GEOTÉCNICA DE CAMPO PARA LA AMPLIACIÓN DEL ÁREA 2 DEL PAD DE LIXIVIACIÓN - CUAJONE

SOLICITADO : SOUTHERN PERU COPPER CORPORATION **REALIZADO POR :** GEOTECNIA E HIDRÁULICA CIVIL S.A.C

UBICACIÓN : CANTERA DEL PAD **REVISADO POR :** ALBERTO R. DÍAZ RÍOS

FECHA : ABRIL 2019 **APROBADO POR :** CRHYSTIAN A. CÁCERES DOMINGUEZ

CANTERA : CAN-PAD 1 **MUESTRA :** M - 1 **PROFUNDIDAD :** 0.00 m - 1.00 m

HUMEDAD NATURAL (%): 4.59

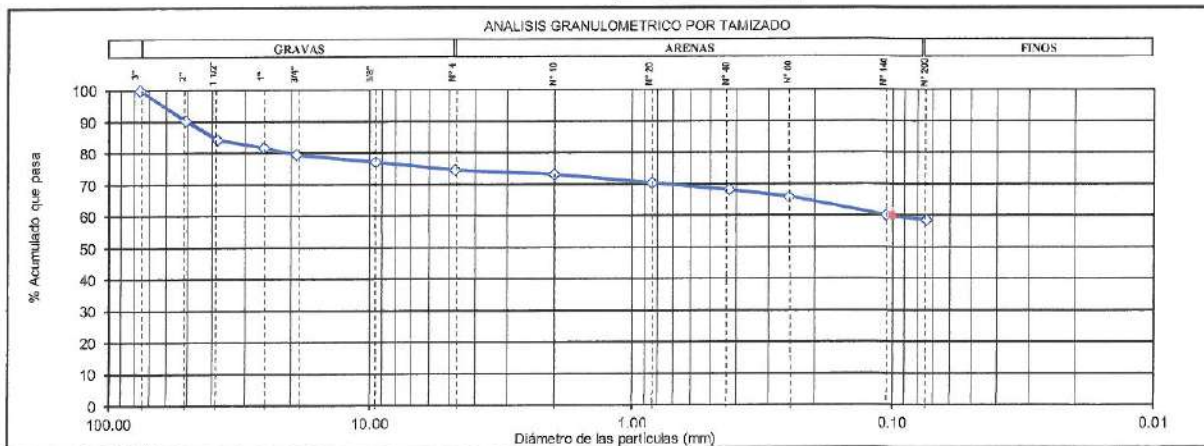
PESO DE LA MUESTRA SECA (gr): 22008.0 **AASHTO :** ASTM D - 3282 **A-7-6 (8)**

PESO MUESTRA LAVADA Y SECA (gr): 9123.2 **SUCS :** ASTM D - 2487 **ML**

PESOS DE FINOS LAVADOS (gr): 12882.8 **LIMO DE BAJA PLASTICIDAD GRAVOSO CON ARENA**

TAMICES ASTM	DESCRIPCIÓN ABERTURA (m.m.)	PESO RETENIDO (gr.)	PORCENTAJE PARCIAL RETENIDO (%)	PORCENTAJE ACUMULADO	
				RETENIDO (%)	PASA(%)
3"	76.200				100.00
2"	50.800	2114.0	9.61	9.61	90.39
1 1/2"	38.100	1350.0	6.13	15.74	84.26
1"	25.400	554.0	2.52	18.26	81.74
3/4"	19.050	508.0	2.31	20.57	79.43
3/8"	9.525	516.0	2.34	22.91	77.09
N° 4	4.750	552.0	2.51	25.42	74.58
N° 10	2.000	330.2	1.50	26.92	73.08
N° 20	0.840	590.2	2.68	29.60	70.40
N° 40	0.426	465.4	2.12	31.72	68.28
N° 60	0.250	521.9	2.37	34.09	65.91
N° 140	0.106	1288.0	5.84	39.93	60.07
N° 200	0.074	335.5	1.52	41.46	58.54
< N° 200	-	12882.8	58.54	100.00	0.00

D60	0.10	Gravas	25.42	Gruesa	20.57
D30	-			Fina	4.85
D10	-	Arenas	16.04	Gruesa	1.50
Cu	-			Media	4.80
Cc	-	Finos	58.54	Fina	9.74



OBSERVACIONES


ING. ALBERTO R. DÍAZ RÍOS
 JEFE DE PROYECTOS
ALBERTO R. DÍAZ RÍOS
 JEFE DE PROYECTO
 GEOTECNIA E HIDRÁULICA CIVIL S.A.C.
 Consultores y Ejecutores de Proyectos


Crhystian Alexander Cáceres Domínguez
 GERENTE GENERAL
CRHYSTIAN A. CÁCERES DOMÍNGUEZ
GEOHIDRAC
 GEOTECNIA E HIDRÁULICA CIVIL S.A.C.
 Consultores y Ejecutores de Proyectos

info@geohidrac.com
 011 3178657
 www.geohidrac.com

Av. Peres Salmon Mz. G. Lt. 11, Urb. 2 de Julio, Callao



ANALISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO



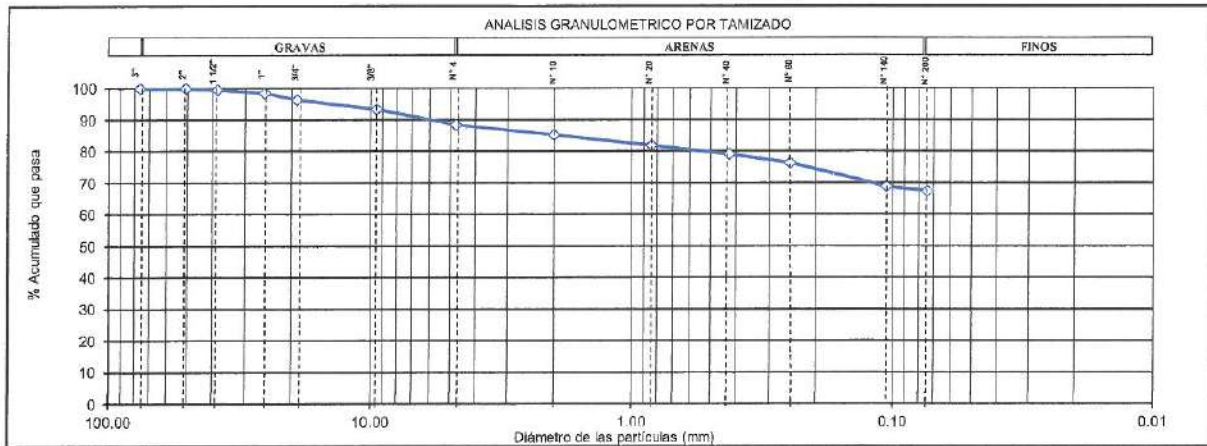
ASTM D - 422 N.T.P. - 339.128 MTC E - 204

PROYECTO : ESTUDIO GEOLÓGICO E INVESTIGACIÓN GEOTÉCNICA DE CAMPO PARA LA AMPLIACIÓN DEL ÁREA 2 DEL PAD DE LIXIVIACIÓN - CUAJONE
SOLICITADO : SOUTHERN PERU COPPER CORPORATION **REALIZADO POR :** GEOTECNIA E HIDRÁULICA CIVIL S.A.C.
UBICACIÓN : CANTERA DEL PAD **REVISADO POR :** ALBERTO R. DÍAZ RÍOS
FECHA : ABRIL 2019 **APROBADO POR :** CRHYSTIAN A. CÁCERES DOMINGUEZ
CANTERA : CAN-PAD 2 **MUESTRA :** M - 1 **PROFUNDIDAD :** 0.00 m - 1.00 m

HUMEDAD NATURAL (%):	5.45	AASHTO:	ASTM D - 3282	A-7-6 (10)
PESO DE LA MUESTRA SECA (gr):	22371.0	SUCS:	ASTM D - 2487	ML
PESO MUESTRA LAVADA Y SECA (gr):	7268.3	LIMO DE BAJA PLASTICIDAD ARENOSO		
PESOS DE FINOS LAVADOS (gr):	15102.7			

TAMICES ASTM	DESCRIPCION ABERTURA (m.m.)	PESO RETENIDO (gr.)	PORCENTAJE PARCIAL RETENIDO (%)	PORCENTAJE ACUMULADO	
				RETENIDO (%)	PASA(%)
3"	76.200				100.00
2"	50.800				100.00
1 1/2"	38.100	92.0	0.41	0.41	99.59
1"	25.400	240.0	1.07	1.48	98.52
3/4"	19.050	472.0	2.11	3.59	96.41
3/8"	9.525	695.0	3.11	6.70	93.30
N° 4	4.760	1088.0	4.86	11.56	88.44
N° 10	2.000	733.3	3.28	14.84	85.16
N° 20	0.840	748.3	3.34	18.19	81.81
N° 40	0.426	624.3	2.79	20.98	79.02
N° 60	0.250	609.3	2.72	23.70	76.30
N° 140	0.106	1662.7	7.43	31.13	68.87
N° 200	0.074	303.4	1.36	32.49	67.51
< N° 200	-	15102.7	67.51	100.00	0.00

D60	-	Gravas	11.56	Gruesa	3.59
D30	-			Fina	7.97
D10	-			Gruesa	3.28
Cu	-	Arenas	20.93	Media	6.14
Cc	-	Finos	67.51	Fina	11.51



OBSERVACIONES

ING. ALBERTO R. DÍAZ RÍOS
 ALBERTO R. DÍAZ RÍOS
 JEFE DE PROYECTO
 GEOTECNIA E HIDRÁULICA CIVIL S.A.C.
 Consultores y Ejecutores de Proyectos

Crhystian Alexander Cáceres Domínguez
 GERENTE GENERAL
 GEOTECNIA E HIDRÁULICA CIVIL S.A.C.
 Consultores y Ejecutores de Proyectos

info@geohidrac.com
 01) 3178657
 www.geohidrac.com



ANALISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO



ASTM D - 422 N.T.P. - 339.128 MTC E - 204

PROYECTO : ESTUDIO GEOLÓGICO E INVESTIGACIÓN GEOTÉCNICA DE CAMPO PARA LA AMPLIACIÓN DEL ÁREA 2 DEL PAD DE LIXIVIACIÓN - CUAJONE

SOLICITADO : SOUTHERN PERU COPPER CORPORATION **REALIZADO POR :** GEOTECNIA E HIDRÁULICA CIVIL S.A.C

UBICACIÓN : PAD DE LIXIVIACIÓN **REVISADO POR :** ALBERTO R. DÍAZ RÍOS

FECHA : ABRIL 2019 **APROBADO POR :** CRHYSTIAN A. CÁCERES DOMINGUEZ

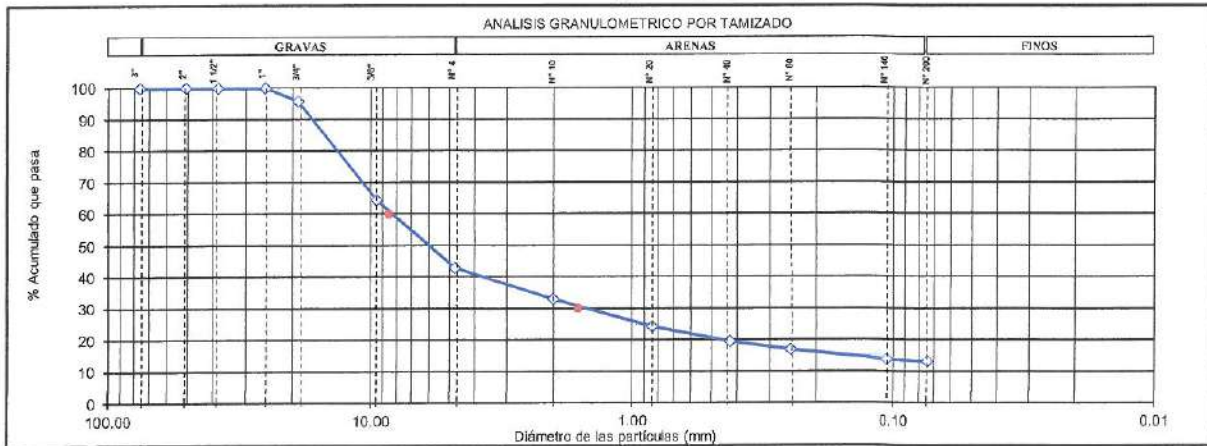
CANTERA : MIN-CH 1 **MUESTRA :** M - 1 **PROFUNDIDAD :** 0.00 m - 1.00 m

HUMEDAD NATURAL (%):	2.88		
PESO DE LA MUESTRA SECA (gr):	28863.0	AASHTO:	ASTM D - 3282
PESO MUESTRA LAVADA Y SECA (gr):	25097.7	SUCS:	ASTM D - 2487
PESOS DE FINOS LAVADOS (gr):	3765.3		

A-2-4 (0)
GC
GRAVA ARCILLOSA CON ARENA

TAMICES ASTM	DESCRIPCIÓN ABERTURA (m.m.)	PESO RETENIDO (gr.)	PORCENTAJE PARCIAL RETENIDO (%)	PORCENTAJE ACUMULADO	
				RETENIDO (%)	PASA (%)
3"	76.200				100.00
2"	50.800	0.0	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	38.100	0.0	0.00	0.00	100.00
1"	25.400	0.0	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.050	1243.0	4.31	4.31	95.69
3/8"	9.525	9031.0	31.29	35.60	64.40
N° 4	4.760	6243.0	21.63	57.23	42.77
N° 10	2.000	2842.9	9.85	67.08	32.92
N° 20	0.840	2519.7	8.73	75.80	24.20
N° 40	0.426	1379.5	4.78	80.58	19.42
N° 60	0.250	764.4	2.65	83.23	16.77
N° 140	0.106	888.6	3.01	86.24	13.76
N° 200	0.074	205.8	0.71	86.95	13.05
< N° 200	-	3765.3	13.05	100.00	0.00

D90	8.55	Gravas	57.23	Gruesa	4.31
D30	1.61			Fina	52.92
D10	-	Arenas	29.73	Gruesa	9.85
Cu	-			Media	13.51
Cc	-	Finos	13.05	Fina	6.37



OBSERVACIONES

ING. ALBERTO R. DÍAZ RÍOS
 JEFE DE PROYECTO
GEOHIDRAC
 GEOTECNIA E HIDRÁULICA CIVIL S.A.C.
 Consultores y Ejecutores de Proyectos

Crhystian Alexander Cáceres Domínguez
 GERENTE GENERAL
GEOHIDRAC
 GEOTECNIA E HIDRÁULICA CIVIL S.A.C.
 Ejecutores y Ejecutores de Proyectos

PROYECTO : ESTUDIO GEOLÓGICO E INVESTIGACIÓN GEOTÉCNICA DE CAMPO PARA LA AMPLIACIÓN DEL ÁREA 2 DEL PAD DE LIXIVIACIÓN - CUAJONE

SOLICITADO : SOUTHERN PERU COPPER CORPORATION

UBICACIÓN : ZONA DE AMPLIACIÓN DEL PAD

FECHA : Abr-19

REALIZADO POR : GEOTECNIA E HIDRÁULICA CIVIL S.A.C

REVISADO POR : ALBERTO R. DIAZ RIOS

APROBADO POR : CRHYSTIAN A. CÁCERES DOMINGUEZ

CALICATA	CAL-PAD 1	CAL-PAD 2	CAL-PAD 3	CAL-PAD 5	-----	
MUESTRA N°	M - 1	M - 1	M1	M1	-----	
PROFUNDIDAD (m)	0.00 - 2.00	0.00 - 1.20	0.00 - 2.22	0.00 - 2.50	-----	
NUMERO DE TARA (N°)	133	162	220	240	-----	
1. Peso recipiente + suelo húmedo	gr	107.45	135.73	142.01	121.62	-----
2. Peso recipiente + suelo seco	gr	99.10	127.43	134.43	109.67	-----
3. Peso de recipiente	gr	15.24	16.68	16.44	14.81	-----
4. Peso de agua	gr	8.35	8.30	7.58	11.95	-----
5. Peso de suelo seco	gr	83.86	110.75	117.99	94.86	-----
6. Contenido de humedad	%	9.96	7.49	6.42	12.60	-----

OBSERVACIONES







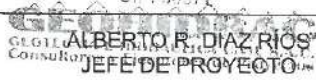

ING. ALBERTO R. DIAZ RIOS
JEFE DE PROYECTOS
CIP: 60377

ALBERTO R. DIAZ RIOS
JEFE DE PROYECTO



Crhystian Alexander Cáceres Domínguez
GERENTE GENERAL

CRHYSTIAN A. CÁCERES DOMINGUEZ
GEOHIDRAC
GEOTECNIA E HIDRÁULICA CIVIL S.A.C.
Consultores y Ejecutores de Proyectos

 <p>GEOHIDRAC CONSEJEROS Y EJECUTORES DE PROYECTOS</p>	CONTENIDO DE HUMEDAD			 <p>SOUTHERN COPPER SOUTHERN PERU</p>		
	ASTM D - 2216 N.T.P 339.127 MTC E - 108					
PROYECTO : ESTUDIO GEOLÓGICO E INVESTIGACIÓN GEOTÉCNICA DE CAMPO PARA LA AMPLIACIÓN DEL ÁREA 2 DEL PAD DE LIXIVIACIÓN - CUAJONE SOLICITADO : SOUTHERN PERU COPPER CORPORATION UBICACIÓN : CANTERA DEL PAD FECHA : Abr-19						
REALIZADO POR : GEOTECNIA E HIDRÁULICA CIVIL S.A.C REVISADO POR : ALBERTO R. DIAZ RIOS APROBADO POR : CRHYSTIAN A. CÁCERES DOMINGUEZ						
CANTERA		TIERRA ROJA	CAN-PAD 1	CAN-PAD 2	-----	-----
MUESTRA N°		M - 1	M - 1	M1	-----	-----
PROFUNDIDAD (m)		0.00 - 1.00	0.00 - 1.00	0.00 - 1.00	-----	-----
NUMERO DE TARA (N°)		63	157	92	-----	-----
1. Peso recipiente + suelo húmedo	gr	177.34	145.59	120.64	-----	-----
2. Peso recipiente + suelo seco	gr	169.90	139.89	115.24	-----	-----
3. Peso de recipiente	gr	17.50	15.77	16.10	-----	-----
4. Peso de agua	gr	7.44	5.70	5.40	-----	-----
5. Peso de suelo seco	gr	152.40	124.12	99.14	-----	-----
6. Contenido de humedad	%	4.88	4.59	5.45	-----	-----
OBSERVACIONES						
 ING. ALBERTO R. DIAZ RIOS JEFE DE PROYECTOS CIP: 50971			 Crhyistian Alexander Cáceres Dominguez GERENTE GENERAL			
 ALBERTO R. DIAZ RIOS JEFE DE PROYECTOS			 CRHYSTIAN A. CACERES DOMINGUEZ GERENTE GENERAL			

PROYECTO : ESTUDIO GEOLÓGICO E INVESTIGACIÓN GEOTÉCNICA DE CAMPO PARA LA AMPLIACIÓN DEL ÁREA 2 DEL PAD DE LIXIVIACIÓN - CUAJONE
SOLICITADO : SOUTHERN PERU COPPER CORPORATION
UBICACIÓN : MINERAL DEL PAD
FECHA : Abr-19
REALIZADO POR : GEOTECNIA E HIDRÁULICA CIVIL S.A.C
REVISADO POR : ALBERTO R. DIAZ RIOS
APROBADO POR : CRHYSTIAN A. CÁCERES DOMINGUEZ

MINERAL	MIN-PAD 1	MIN-CHA 1	-----	-----	-----
MUESTRA N°	M - 1	M - 1	-----	-----	-----
PROFUNDIDAD (m)	0.00 - 1.00	0.00 - 1.00	-----	-----	-----
NUMERO DE TARA (N°)	139	107	-----	-----	-----
1. Peso recipiente + suelo húmedo	gr 159.64	gr 177.35	-----	-----	-----
2. Peso recipiente + suelo seco	gr 154.01	gr 172.78	-----	-----	-----
3. Peso de recipiente	gr 15.17	gr 14.29	-----	-----	-----
4. Peso de agua	gr 5.63	gr 4.57	-----	-----	-----
5. Peso de suelo seco	gr 138.84	gr 158.49	-----	-----	-----
6. Contenido de humedad	% 4.06	% 2.88	-----	-----	-----

OBSERVACIONES

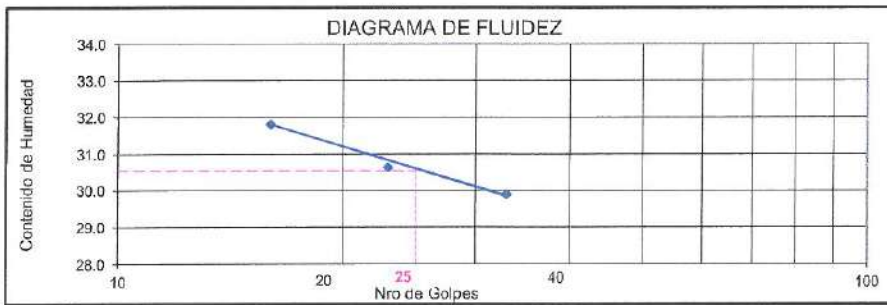

 ING. ALBERTO R. DIAZ RIOS
 JEFE DE PROYECTOS
 CIP: 50372
 ALBERTO R. DIAZ RIOS
 JEFE DE PROYECTO


 Crhystian Alexander Cáceres Domínguez
 GERENTE GENERAL
 CRHYSTIAN A. CÁCERES DOMINGUEZ
 GEOTECNIA E HIDRÁULICA CIVIL S.A.C.
 Consultores y Ejecutores de Proyectos

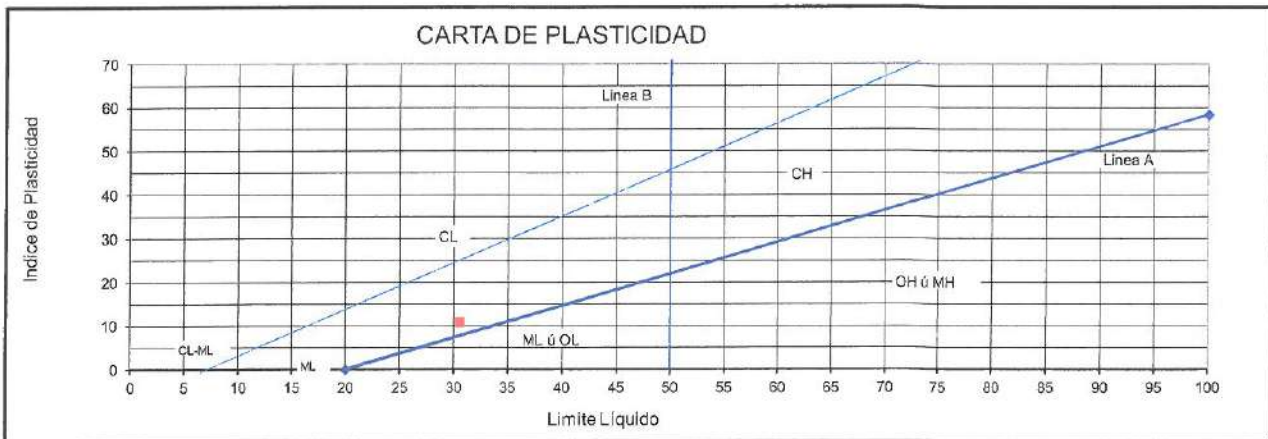
ASTM D - 4318 N.T.P. - 339.129 MTC E - 110 / E - 111

PROYECTO : ESTUDIO GEOLÓGICO E INVESTIGACIÓN GEOTÉCNICA DE CAMPO PARA LA AMPLIACIÓN DEL ÁREA 2 DEL PAD DE LIXIVIACIÓN - CUAJONE
 SOLICITANTE : SOUTHERN PERU COPPER CORPORATION REALIZADO POR : GEOTÉCNIA E HIDRÁULICA CIVIL S.A.C
 UBICACIÓN : ZONA DE AMPLIACIÓN DEL PAD REVISADO POR : ALBERTO R. DIAZ RIOS
 FECHA : ABRIL - 2019 APROBADO POR : CRHYSTIAN A. CACERES DOMINGUEZ
 CALICATA : CAL-PAD 1 MUESTRA : M - 1 PROF (m) : 0.00 - 2.00


ENSAYO N°	LIMITE PLASTICO (ASTM D-424)		LIMITE LIQUIDO (ASTM D-423)		
	1	2	1	2	3
a CAPSULA N°	171	41	225	216	178
b NUMERO DE GOLPES			16	23	33
1 PESO CAPSULA + SUELO HUMEDO	24.81	23.40	30.92	30.21	30.23
2 PESO CAPSULA + SUELO SECO	23.60	22.20	27.63	27.04	27.07
3 PESO CAPSULA	17.36	16.12	17.31	16.68	16.38
4 PESO AGUA (1-2)	1.22	1.20	3.29	3.17	3.16
5 PESO SUELO SECO (2-3)	6.24	6.08	10.33	10.36	10.69
6 CONTENIDO DE HUMEDAD(4/5*100)	19.52	19.71	31.81	30.63	29.59



LIMITE LIQUIDO
30.54
LIMITE PLÁSTICO
19.61
INDICE DE PLASTICIDAD
10.93
DESCRIPCIÓN DEL SUELO FINO
CL



OBSERVACIONES


 ING. ALBERTO R. DIAZ RIOS
 JEFE DE PROYECTOS
 G.P. 45377
 ALBERTO R. DIAZ RIOS
 JEFE DE PROYECTO
 GEOTECNIA E HIDRÁULICA CIVIL S.A.C.
 Consultoría y Ejecución de Proyectos

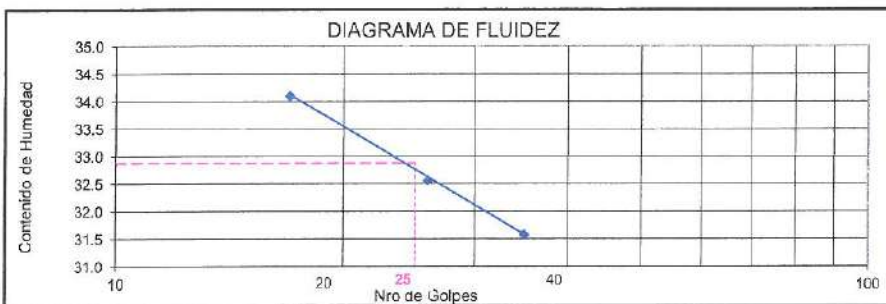

 Crhystian Alexander Cáceres Domínguez
 GERENTE GENERAL
 CRHYSTIAN A. CACERES DOMINGUEZ
GEOHIDRAC
 GEOTECNIA E HIDRÁULICA CIVIL S.A.C.
 Consultoría y Ejecución de Proyectos

info@geohidrac.com
 011 3178857
 www.geohidrac.com

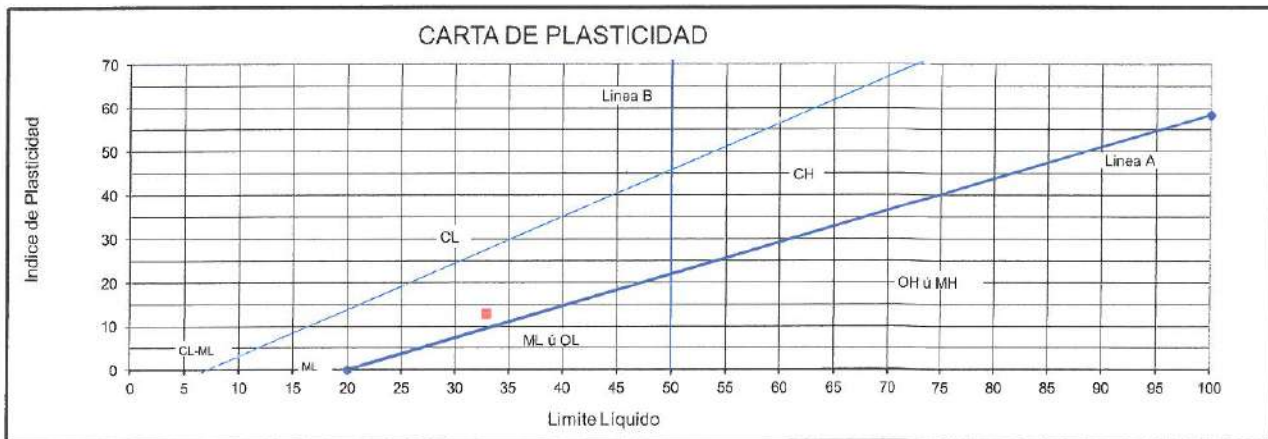
ASTM D - 4318 N.T.P. - 339.129 MTC E - 110 / E - 111

PROYECTO : ESTUDIO GEOLÓGICO E INVESTIGACIÓN GEOTÉCNICA DE CAMPO PARA LA AMPLIACIÓN DEL ÁREA 2 DEL PAD DE LIXIVIACIÓN - CUAJONE
 SOLICITANTE : SOUTHERN PERU COPPER CORPORATION REALIZADO POR : GEOTÉCNIA E HIDRÁULICA CIVIL S.A.C
 UBICACIÓN : ZONA DE AMPLIACIÓN DEL PAD REVISADO POR : ALBERTO R. DIAZ RIOS
 FECHA : ABRIL - 2019 APROBADO POR : CRHYSTIAN A. CÁCERES DOMINGUEZ
 CALICATA : CAL-PAD 2 MUESTRA : M - 1 PROF (m) : 0.00 - 1.20

ENSAYO N°	LIMITE PLASTICO (ASTM D-424)		LIMITE LIQUIDO (ASTM D-423)		
	1	2	1	2	3
a CAPSULA N°	38	23	12	229	25
b NUMERO DE GOLPES			17	26	35
1 PESO CAPSULA + SUELO HUMEDO	24.91	24.76	30.87	30.13	28.36
2 PESO CAPSULA + SUELO SECO	23.55	23.41	27.30	26.76	25.36
3 PESO CAPSULA	16.73	16.65	17.43	16.39	15.86
4 PESO AGUA (1-2)	1.36	1.35	3.37	3.38	3.00
5 PESO SUELO SECO (2-3)	6.82	6.76	9.87	10.37	9.50
6 CONTENIDO DE HUMEDAD(4/5*100)	19.97	19.96	34.10	32.56	31.58



LIMITE LIQUIDO
32.87
LIMITE PLÁSTICO
19.96
INDICE DE PLASTICIDAD
12.91
DESCRIPCIÓN DEL SUELO FINO
CL



OBSERVACIONES

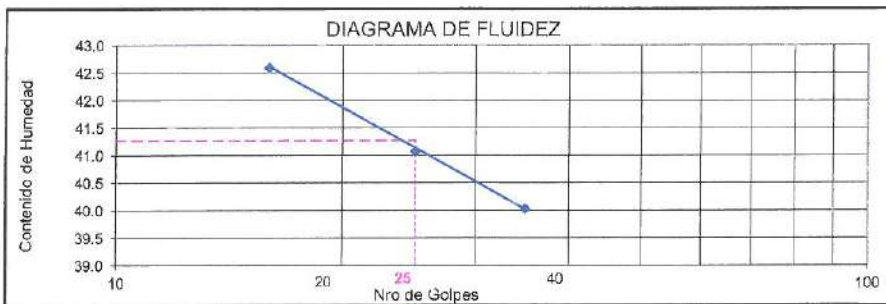
Alberto R. Díaz Ríos
 ALBERTO R. DIAZ RIOS
 JEFE DE PROYECTO
 GEOTECNIA E HIDRÁULICA CIVIL S.A.C.
 Consultores y Ejecutores de Proyectos

Crhystian Alexander Cáceres Domínguez
 Crhystian A. CÁCERES DOMINGUEZ
 GERENTE GENERAL
 GEOTECNIA E HIDRÁULICA CIVIL S.A.C.
 Consultores y Ejecutores de Proyectos

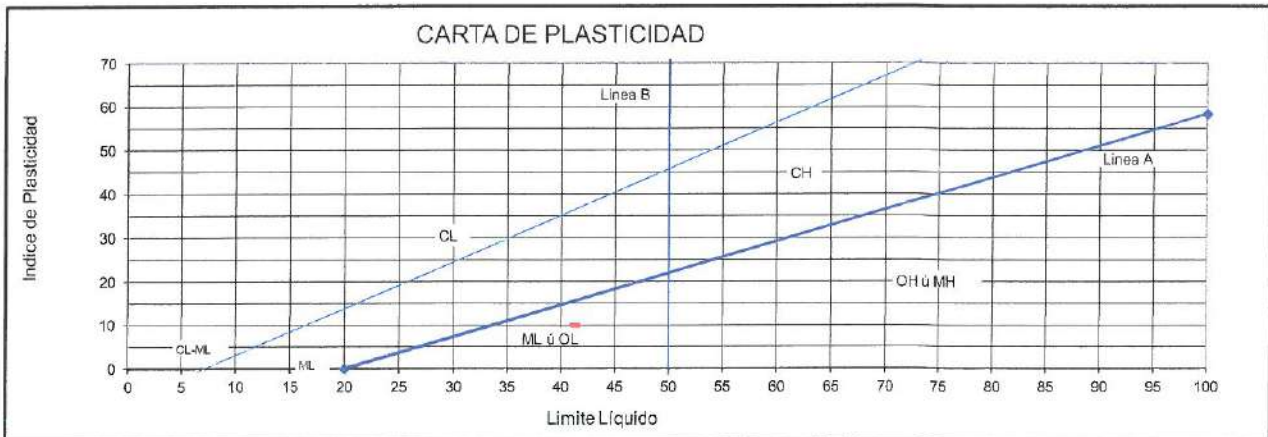
info@geohidrac.com
 011 3178857
 www.geohidrac.com

PROYECTO : ESTUDIO GEOLÓGICO E INVESTIGACIÓN GEOTÉCNICA DE CAMPO PARA LA AMPLIACIÓN DEL ÁREA 2 DEL PAD DE LIXIVIACIÓN - CUAJONE
 SOLICITANTE : SOUTHERN PERU COPPER CORPORATION REALIZADO POR : GEOTÉCNICA E HIDRÁULICA CIVIL S.A.C
 UBICACIÓN : ZONA DE AMPLIACIÓN DEL PAD REVISADO POR : ALBERTO R. DIAZ RIOS
 FECHA : ABRIL - 2019 APROBADO POR : CRHYSTIAN A. CÁCERES DOMINGUEZ
 CALICATA : CAL-PAD 3 MUESTRA : M - 1 PROF (m) : 0.00 - 2.20

ENSAYO N°	LIMITE PLASTICO (ASTM D-424)		LIMITE LIQUIDO (ASTM D-423)		
	1	2	1	2	3
a CAPSULA N°	120	138	108	169	170
b NUMERO DE GOLPES			16	25	35
1 PESO CAPSULA + SUELO HUMEDO	24.45	24.21	29.25	30.62	29.79
2 PESO CAPSULA + SUELO SECO	22.29	22.16	24.63	25.88	26.10
3 PESO CAPSULA	15.51	15.74	13.78	14.35	16.88
4 PESO AGUA (1-2)	2.16	2.05	4.62	4.74	3.69
5 PESO SUELO SECO (2-3)	6.78	6.42	10.85	11.54	9.22
6 CONTENIDO DE HUMEDAD(4/5*100)	31.86	31.94	42.59	41.08	40.03



LIMITE LIQUIDO
41.26
LIMITE PLÁSTICO
31.9
INDICE DE PLASTICIDAD
9.36
DESCRIPCIÓN DEL SUELO FINO
ML



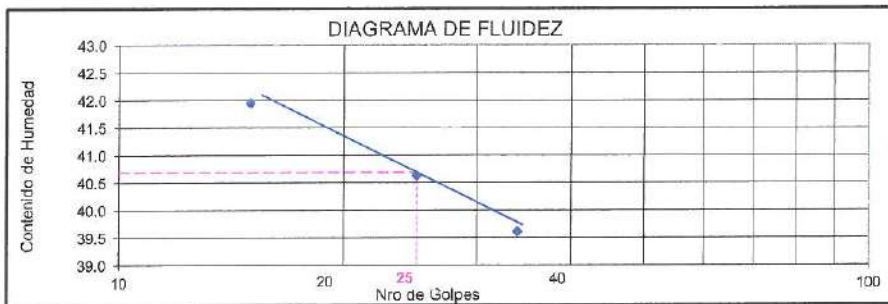
OBSERVACIONES


 ING. ALBERTO R. DIAZ RÍOS
 JEFE DE PROYECTO
 GEOTÉCNICA E HIDRÁULICA CIVIL S.A.C.
 Consultores y Ejecutores de Proyectos

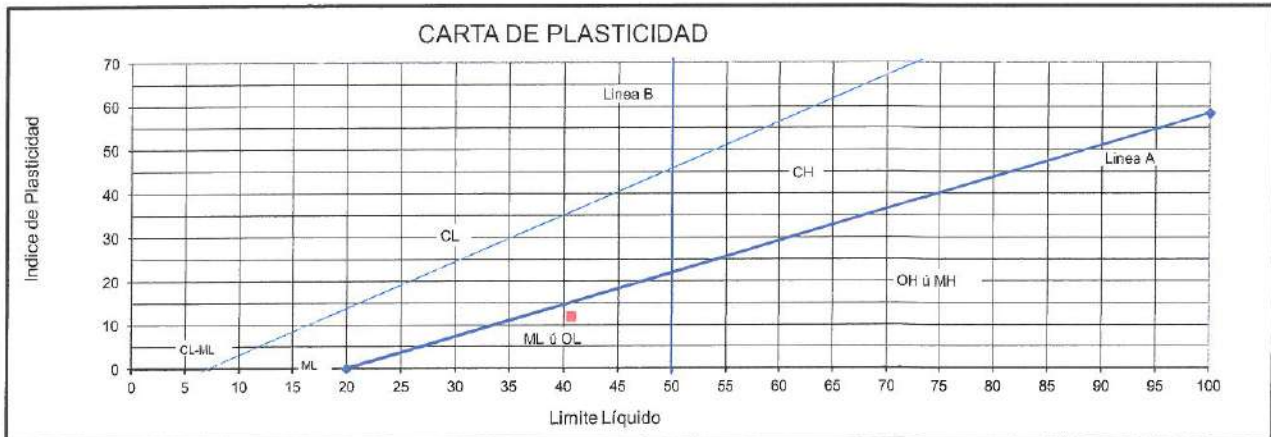

 Crhystian Alexander Cáceres Domínguez
 GERENTE GENERAL
 GEOTÉCNICA E HIDRÁULICA CIVIL S.A.C.
 Consultores y Ejecutores de Proyectos

PROYECTO : ESTUDIO GEOLÓGICO E INVESTIGACIÓN GEOTÉCNICA DE CAMPO PARA LA AMPLIACIÓN DEL ÁREA 2 DEL PAD DE LIXIVIACIÓN - GUAJONE
SOLICITANTE : SOUTHERN PERU COPPER CORPORATION **REALIZADO POR** : GEOTÉCNICA E HIDRÁULICA CIVIL S.A.C
UBICACIÓN : ZONA DE AMPLIACIÓN DEL PAD **REVISADO POR** : ALBERTO R. DIAZ RIOS
FECHA : ABRIL - 2019 **APROBADO POR** : CRHYSTIAN A. CÁCERES DOMINGUEZ
CALICATA : CAL-PAD 4 **MUESTRA** : M - 1 **PROF (m)** : 0.00 - 2.50

ENSAYO N°	LIMITE PLASTICO (ASTM D-424)		LIMITE LIQUIDO (ASTM D-423)		
	1	2	1	2	3
a CAPSULA N°	110	237	194	237	211
b NUMERO DE GOLPES			15	25	34
1 PESO CAPSULA + SUELO HUMEDO	23.65	22.83	30.91	26.17	26.69
2 PESO CAPSULA + SUELO SECO	21.46	20.81	27.00	22.59	23.25
3 PESO CAPSULA	13.85	13.77	17.69	13.79	14.58
4 PESO AGUA (1-2)	2.19	2.02	3.91	3.58	3.43
5 PESO SUELO SECO (2-3)	7.61	7.04	9.31	8.80	8.67
6 CONTENIDO DE HUMEDAD(4/5*100)	28.82	28.89	41.95	40.63	39.61



LIMITE LIQUIDO	40.68
LIMITE PLÁSTICO	28.75
INDICE DE PLASTICIDAD	11.93
DESCRIPCIÓN DEL SUELO FINO	ML



OBSERVACIONES


 ING. ALBERTO R. DIAZ RIOS
 ALBERTO R. DIAZ RIOS
 JEFE DE PROYECTO
 GEOHIDRAC
 GEOTÉCNICA E HIDRÁULICA CIVIL S.A.C.
 Consultores y Ejecutores de Proyectos

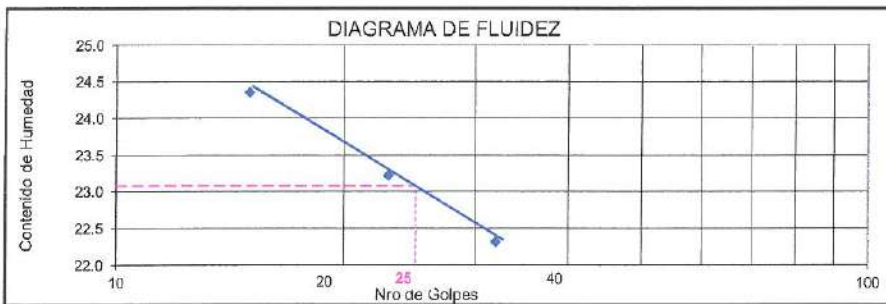

 Crhystian Alexander Cáceres Domínguez
 CRHYSTIAN CÁCERES DOMINGUEZ
 JEFE GENERAL
 GERENTE GENERAL
 GEOHIDRAC
 GEOTÉCNICA E HIDRÁULICA CIVIL S.A.C.
 Consultores y Ejecutores de Proyectos

info@geohidrac.com
 011 3178557
 www.geohidrac.com

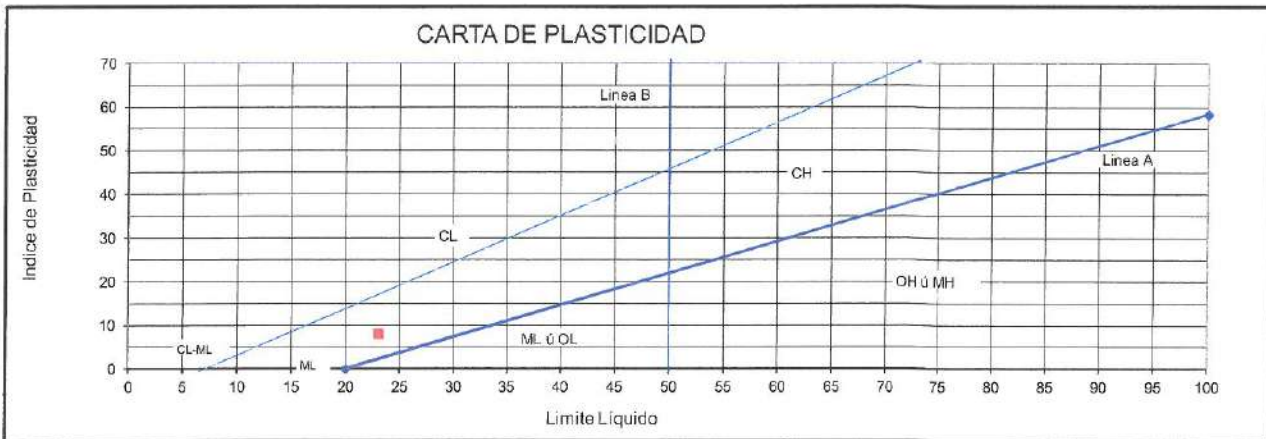
ASTM D - 4318 N.T.P. - 339.129 MTC E - 110 / E - 111

PROYECTO : ESTUDIO GEOLÓGICO E INVESTIGACIÓN GEOTÉCNICA DE CAMPO PARA LA AMPLIACIÓN DEL ÁREA 2 DEL PAD DE LIXIVIACIÓN - CUAJONE
 SOLICITANTE : SOUTHERN PERU COPPER CORPORATION REALIZADO POR : GEOTÉCNICA E HIDRÁULICA CIVIL S.A.C
 UBICACIÓN : CANTERA DEL PAD REVISADO POR : ALBERTO R. DIAZ RIOS
 FECHA : ABRIL - 2019 APROBADO POR : CRHYSTIAN A. CÁCERES DOMINGUEZ
 CANTERA : TIERRA ROJA MUESTRA : M - 1 PROF (m) : 0.00 - 1.00

ENSAYO N°	LIMITE PLASTICO (ASTM D-424)		LIMITE LIQUIDO (ASTM D-423)		
	1	2	1	2	3
a CAPSULA N°	197	75	133	45	158
b NUMERO DE GOLPES			15	23	32
1 PESO CAPSULA + SUELO HUMEDO	25.60	23.48	30.92	29.79	31.96
2 PESO CAPSULA + SUELO SECO	24.05	22.21	27.85	26.81	29.04
3 PESO CAPSULA	13.35	13.55	15.25	13.98	16.00
4 PESO AGUA (1-2)	1.64	1.27	3.07	2.98	2.91
5 PESO SUELO SECO (2-3)	10.70	8.67	12.60	12.83	13.04
6 CONTENIDO DE HUMEDAD(4/5*100)	15.33	14.52	24.36	23.22	22.32



LIMITE LIQUIDO	23.08
LIMITE PLÁSTICO	14.97
INDICE DE PLASTICIDAD	8.11
DESCRIPCIÓN DEL SUELO FINO	CL



OBSERVACIONES

Alberto R. Diaz Rios
 ING. ALBERTO R. DIAZ RIOS
 ALBERTO R. DIAZ RIOS
 JEFE DE PROYECTO
 GEOHIDRAC
 GEOTECNIA E HIDRÁULICA CIVIL S.A.C.
 Consultores y Ejecutores de Proyectos

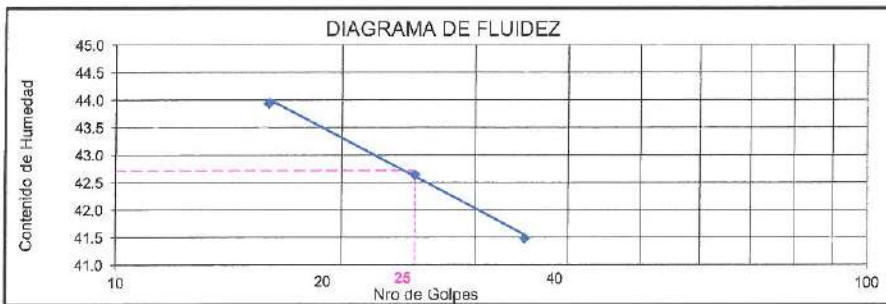
Crhystian A. Cáceres Domínguez
 Crhystian Alexander Cáceres Domínguez
 GERENTE GENERAL
 GEOHIDRAC
 GEOTECNIA E HIDRÁULICA CIVIL S.A.C.
 Consultores y Ejecutores de Proyectos

info@geohidrac.com
 011 3178857
 www.geohidrac.com

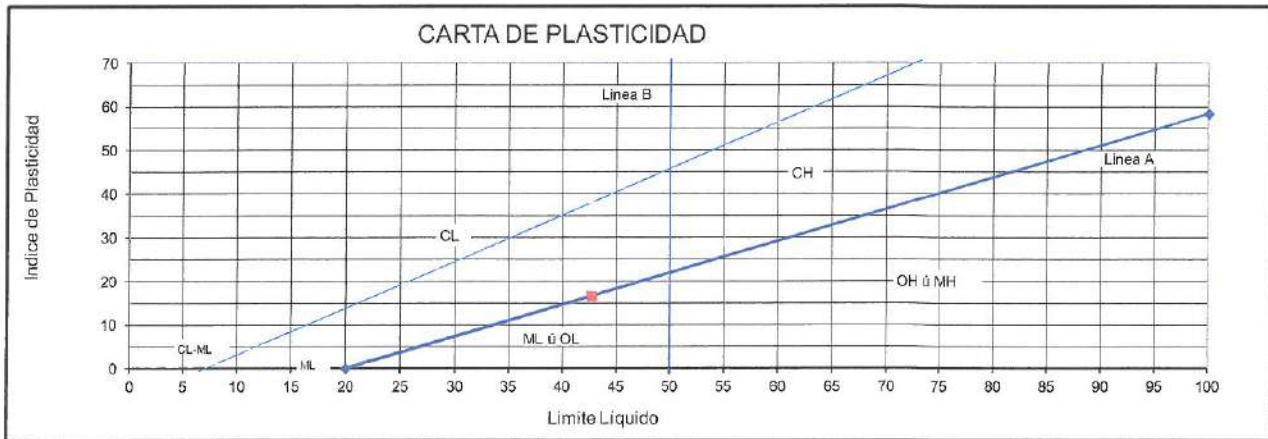
ASTM D - 4318 N.T.P. - 339.129 MTC E - 110 / E - 111

PROYECTO : ESTUDIO GEOLÓGICO E INVESTIGACIÓN GEOTÉCNICA DE CAMPO PARA LA AMPLIACIÓN DEL ÁREA 2 DEL PAD DE LIXIVIACIÓN - CUAJONE
 SOLICITANTE : SOUTHERN PERU COPPER CORPORATION REALIZADO POR : GEOTÉCNICA E HIDRÁULICA CIVIL S.A.C
 UBICACIÓN : CANTERA DEL PAD REVISADO POR : ALBERTO R. DIAZ RIOS
 FECHA : ABRIL - 2019 APROBADO POR : CRHYSTIAN A. CÁCERES DOMINGUEZ
 CANTERA : CAN-PAD 1 MUESTRA : M - 1 PROF (m) : 0.00 - 1.00

ENSAYO N°	LIMITE PLASTICO (ASTM D-424)		LIMITE LIQUIDO (ASTM D-423)		
	1	2	1	2	3
a CAPSULA N°	108	211	220	207	162
b NUMERO DE GOLPES			16	25	35
1 PESO CAPSULA + SUELO HUMEDO	21.55	21.76	28.87	29.07	29.83
2 PESO CAPSULA + SUELO SECO	19.94	20.26	25.07	25.37	25.88
3 PESO CAPSULA	13.77	14.58	16.44	16.68	16.33
4 PESO AGUA (1-2)	1.61	1.50	3.80	3.71	3.96
5 PESO SUELO SECO (2-3)	6.17	5.69	8.64	8.69	9.54
6 CONTENIDO DE HUMEDAD(4/5*100)	26.14	26.33	43.94	42.65	41.48



LIMITE LIQUIDO	42.72
LIMITE PLÁSTICO	26.24
INDICE DE PLASTICIDAD	16.48
DESCRIPCIÓN DEL SUELO FINO	ML



OBSERVACIONES

Alberto R. Díaz Ríos
 INC. ALBERTO R. DIAZ RIOS
 ALBERTO R. DIAZ RIOS
 JEFE DE PROYECTO
 GEOINTEGRAL HIDRÁULICA CIVIL S.A.C.
 Consultores y Ejecutores de Proyectos

Christian Alexander Cáceres Domínguez
 Christian Alexander Cáceres Domínguez
 GERENTE GENERAL
 GEOINTEGRAL HIDRÁULICA CIVIL S.A.C.
 Consultores y Ejecutores de Proyectos



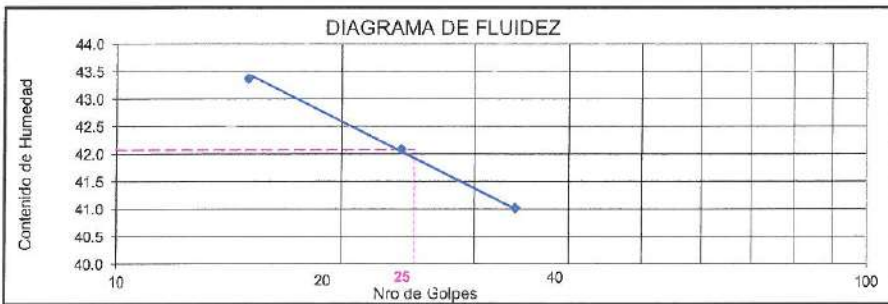
LIMITE LIQUIDO Y PLASTICO



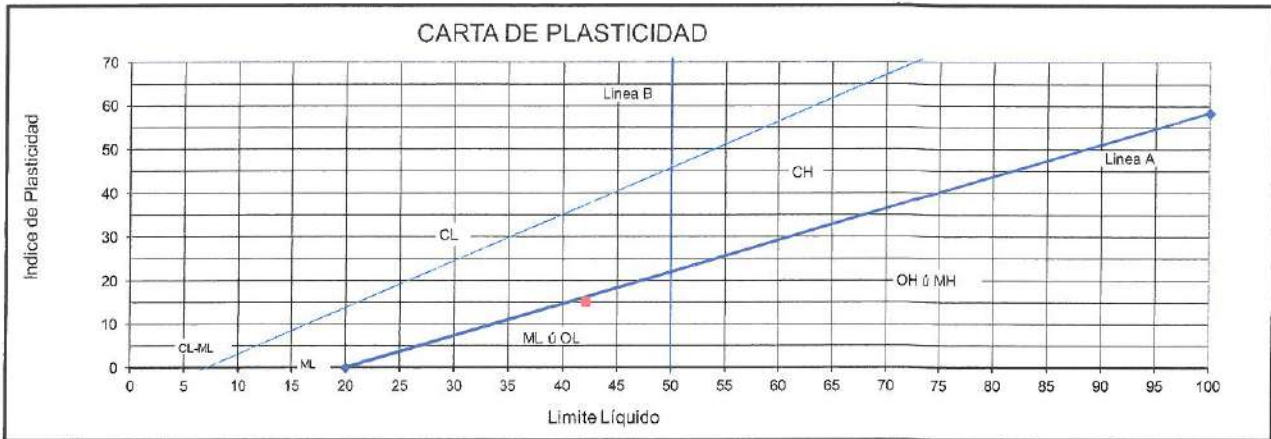
ASTM D - 4318 N.T.P. - 339.129 MTC E - 110 / E - 111

PROYECTO : ESTUDIO GEOLÓGICO E INVESTIGACIÓN GEOTÉCNICA DE CAMPO PARA LA AMPLIACIÓN DEL ÁREA 2 DEL PAD DE LIXIVIACIÓN - CUAJONE
SOLICITANTE : SOUTHERN PERU COPPER CORPORATION **REALIZADO POR :** GEOTÉCNICA E HIDRÁULICA CIVIL S.A.C
UBICACIÓN : CANTERA DEL PAD **REVISADO POR :** ALBERTO R. DIAZ RÍOS
FECHA : ABRIL - 2019 **APROBADO POR :** CRHYSTIAN A. CÁCERES DOMINGUEZ
CANTERA : CAN-PAD 2 **MUESTRA :** M - 1 **PROF (m) :** 0.00 - 1.00

ENSAYO N°	LIMITE PLASTICO (ASTM D-424)		LIMITE LIQUIDO (ASTM D-423)		
	1	2	1	2	3
a CAPSULA N°	225	216	240	63	157
b NUMERO DE GOLPES			15	24	34
1 PESO CAPSULA + SUELO HUMEDO	25.90	25.74	28.97	31.28	28.73
2 PESO CAPSULA + SUELO SECO	24.08	23.82	24.69	27.20	24.95
3 PESO CAPSULA	17.30	16.88	14.81	17.49	15.76
4 PESO AGUA (1-2)	1.82	1.92	4.28	4.08	3.77
5 PESO SUELO SECO (2-3)	6.78	7.14	9.88	9.70	9.20
6 CONTENIDO DE HUMEDAD(4/5*100)	26.82	26.92	43.37	42.09	41.02



LIMITE LIQUIDO	42.07
LIMITE PLÁSTICO	26.87
INDICE DE PLASTICIDAD	15.2
DESCRIPCIÓN DEL SUELO FINO	ML



OBSERVACIONES

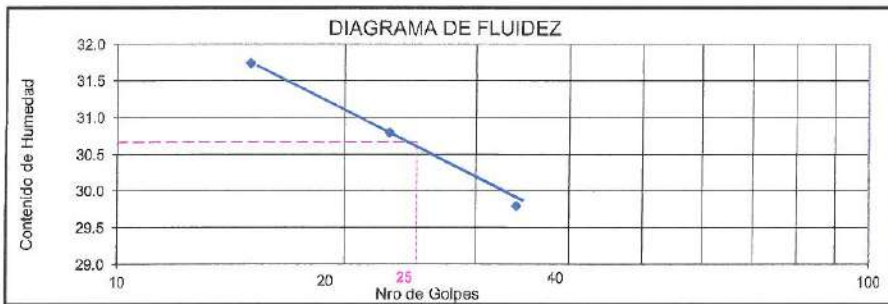
ING. ALBERTO R. DIAZ RÍOS
 JEFE DE PROYECTO

GERENTE GENERAL
 GEOTÉCNICA E HIDRÁULICA CIVIL S.A.C.
 Consultores y Ejecutores de Proyectos

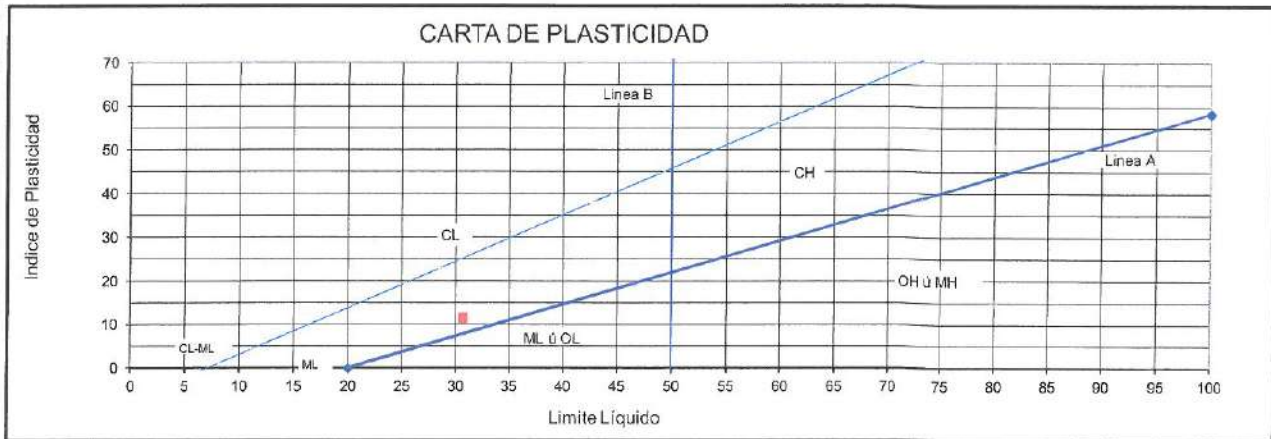
ASTM D - 4318 N.T.P. - 339.129 MTC E - 110 / E - 111

PROYECTO : ESTUDIO GEOLÓGICO E INVESTIGACIÓN GEOTÉCNICA DE CAMPO PARA LA AMPLIACIÓN DEL ÁREA 2 DEL PAD DE LIXIVIACIÓN - CUAJONE
 SOLICITANTE : SOUTHERN PERU COPPER CORPORATION REALIZADO POR : GEOTÉCNIA E HIDRÁULICA CIVIL S.A.C
 UBICACIÓN : PAD DE LIXIVIACIÓN REVISADO POR : ALBERTO R. DIAZ RIOS
 FECHA : ABRIL - 2019 APROBADO POR : CRHYSTIAN A. CACERES DOMINGUEZ
 CANTERA : MIN - PAD 1 MUESTRA : M - 1 PROF (m) : 0.00 - 1.00

ENSAYO N°	LIMITE PLASTICO (ASTM D-424)		LIMITE LIQUIDO (ASTM D-423)		
	1	2	1	2	3
a CAPSULA N°	124	169	92	126	185
b NUMERO DE GOLPES			16	23	34
1 PESO CAPSULA + SUELO HUMEDO	24.81	23.73	30.79	29.21	31.75
2 PESO CAPSULA + SUELO SECO	23.27	22.26	27.25	26.02	28.18
3 PESO CAPSULA	15.19	14.55	16.10	15.85	16.21
4 PESO AGUA (1-2)	1.55	1.47	3.54	3.19	3.57
5 PESO SUELO SECO (2-3)	8.08	7.72	11.15	10.37	11.97
6 CONTENIDO DE HUMEDAD(4/5*100)	19.13	19.08	31.74	30.79	29.80



LIMITE LIQUIDO
30.66
LIMITE PLÁSTICO
19.11
INDICE DE PLASTICIDAD
11.55
DESCRIPCIÓN DEL SUELO FINO
CL



OBSERVACIONES

Alberto R. Diaz Rios
 ING. ALBERTO R. DIAZ RIOS
 ALBERTO R. DIAZ RIOS
 JEFE DE PROYECTO
 GEOHIDRAC
 GEOTÉCNIA E HIDRÁULICA CIVIL S.A.C.
 Consultores y Ejecutores de Proyectos

Crhystian A. Cáceres Domínguez
 Crhystian Alexander Cáceres Domínguez
 GERENTE GENERAL
 GEOHIDRAC
 GEOTÉCNIA E HIDRÁULICA CIVIL S.A.C.
 Consultores y Ejecutores de Proyectos

info@geohidrac.com
 011 3170857
 www.geohidrac.com

ASTM D - 422 N.T.P. - 339.128 MTC E - 204

PROYECTO : ESTUDIO GEOLÓGICO E INVESTIGACIÓN GEOTÉCNICA DE CAMPO PARA LA AMPLIACIÓN DEL ÁREA 2 DEL PAD DE LIXIVIACIÓN - CUAJONE

SOLICITADO : SOUTHERN PERU COPPER CORPORATION **REALIZADO POR :** GEOTECNIA E HIDRÁULICA CIVIL S.A.C

UBICACIÓN : PAD DE LIXIVIACIÓN **REVISADO POR :** ALBERTO R. DÍAZ RÍOS

FECHA : ABRIL 2019 **APROBADO POR :** CRHYSTIAN A. CÁCERES DOMINGUEZ

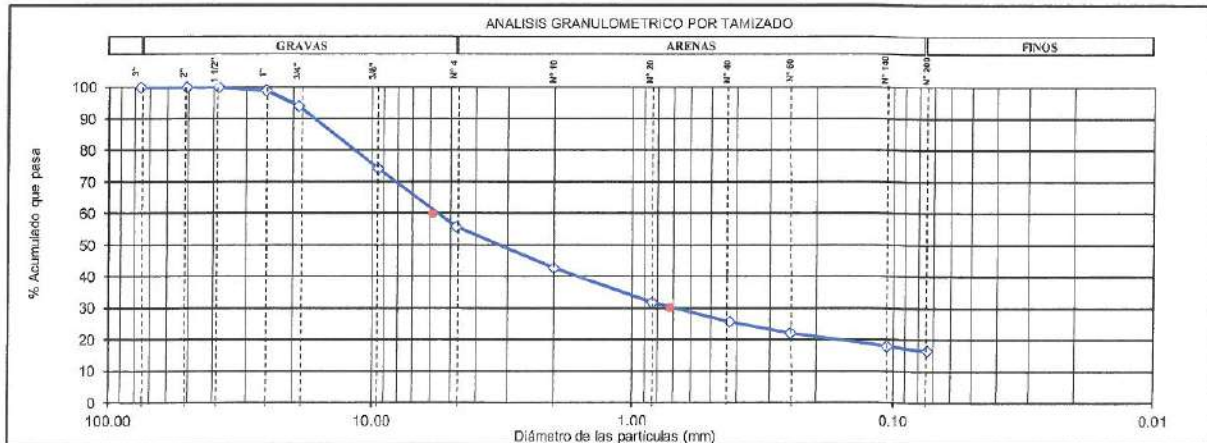
CANTERA : MIN-PAD 1 **MUESTRA :** M - 1 **PROFUNDIDAD :** 0.00 m - 1.00 m

HUMEDAD NATURAL (%):	4.06		
PESO DE LA MUESTRA SECA (gr):	6795.3	AASHTO :	ASTM D - 3282
PESO MUESTRA LAVADA Y SECA (gr):	5673.5	SUCS :	ASTM D - 2487
PESOS DE FINOS LAVADOS (gr):	1121.8		

A-2-6 (0)
GC
GRAVA ARCILLOSA CON ARENA

TAMICES ASTM	DESCRIPCION ABERTURA (m.m.)	PESO RETENIDO (gr.)	PORCENTAJE PARCIAL RETENIDO (%)	PORCENTAJE ACUMULADO	
				RETENIDO (%)	PASA (%)
3"	76.200				100.00
2"	50.800	0.0	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	38.100	0.0	0.00	0.00	100.00
1"	25.400	74.9	1.10	1.10	98.90
3/4"	19.050	332.8	4.90	6.00	94.00
3/8"	9.525	1342.2	19.75	25.75	74.25
N° 4	4.760	1260.4	18.55	44.30	55.70
N° 10	2.000	892.9	13.14	57.44	42.56
N° 20	0.840	734.3	10.81	68.25	31.75
N° 40	0.426	422.1	6.21	74.46	25.54
N° 60	0.250	244.3	3.60	78.05	21.95
N° 140	0.106	282.4	4.16	82.21	17.79
N° 200	0.074	87.2	1.28	83.49	16.51
< N° 200	-	1121.8	16.51	100.00	0.00

D60	5.86	Gravas	44.30	Gruesa	6.00
D30	0.72			Fina	38.30
D10	-	Arenas	39.19	Gruesa	13.14
Cu	-			Media	17.02
Cc	-	Finos	16.51	Fina	9.03



OBSERVACIONES

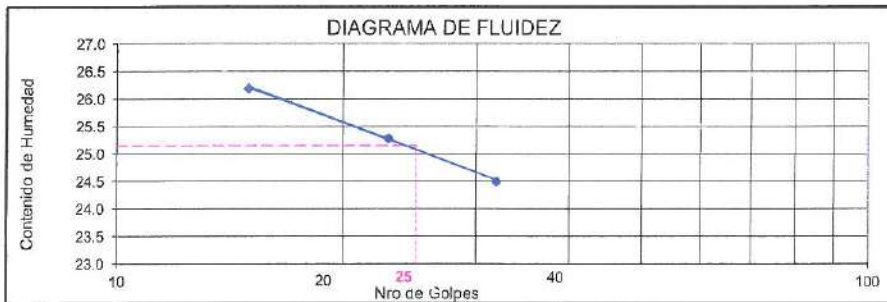

ING. ALBERTO R. DÍAZ RÍOS
 JEFE DE PROYECTO
GEOHIDRAC
 GEOTECNIA E HIDRÁULICA CIVIL S.A.C.
 Consultores y Ejecutores de Proyectos


Crystian Alexander Cáceres Domínguez
 GERENTE GENERAL
GEOHIDRAC
 GEOTECNIA E HIDRÁULICA CIVIL S.A.C.
 Consultores y Ejecutores de Proyectos
info@geohidrac.com
 (01) 3178657
www.geohidrac.com

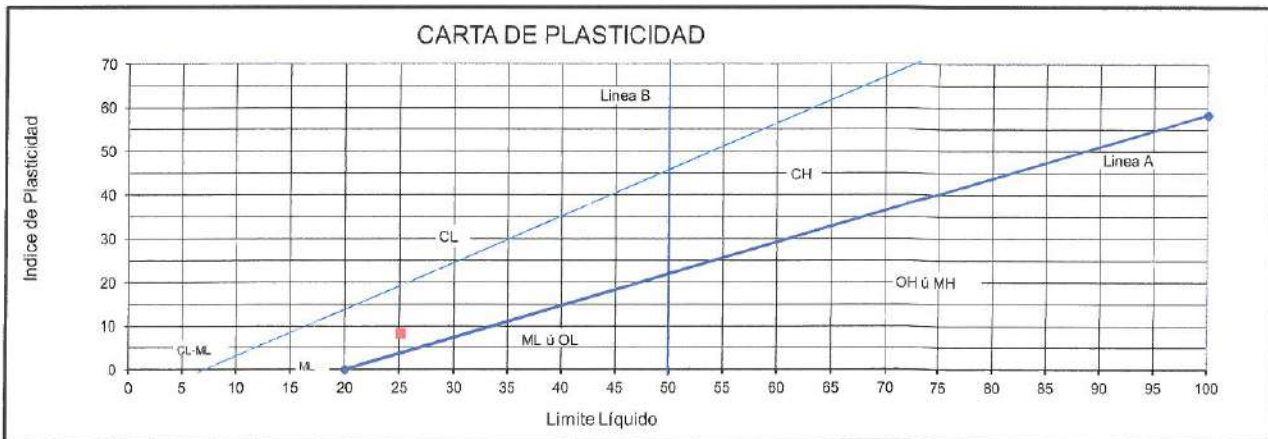
ASTM D - 4318 N.T.P. - 339.129 MTC E - 110 / E - 111

PROYECTO : ESTUDIO GEOLÓGICO E INVESTIGACIÓN GEOTÉCNICA DE CAMPO PARA LA AMPLIACIÓN DEL ÁREA 2 DEL PAD DE LIXIVIACIÓN - CUAJONE
 SOLICITANTE : SOUTHERN PERU COPPER CORPORATION REALIZADO POR : GEOTÉCNICA E HIDRÁULICA CIVIL S.A.C
 UBICACIÓN : PAD DE LIXIVIACIÓN REVISADO POR : ALBERTO R. DIAZ RIOS
 FECHA : ABRIL - 2019 APROBADO POR : CRHYSTIAN A. CÁCERES DOMINGUEZ
 CANTERA : MIN - CH 1 MUESTRA : M - 1 PROF (m) : 0.00 - 1.00

ENSAYO N°	LIMITE PLASTICO (ASTM D-424)		LIMITE LIQUIDO (ASTM D-423)		
	1	2	1	2	3
a CAPSULA N°	178	39	125	143	94
b NUMERO DE GOLPES			15	23	32
1 PESO CAPSULA + SUELO HUMEDO	25.93	24.14	31.61	31.65	29.59
2 PESO CAPSULA + SUELO SECO	24.56	22.75	28.22	28.68	26.96
3 PESO CAPSULA	16.38	14.47	15.30	16.95	16.24
4 PESO AGUA (1-2)	1.37	1.39	3.39	2.97	2.63
5 PESO SUELO SECO (2-3)	8.18	8.28	12.93	11.73	10.72
6 CONTENIDO DE HUMEDAD(4/5*100)	16.80	16.75	26.19	25.28	24.50



LIMITE LIQUIDO
25.15
LIMITE PLÁSTICO
16.77
INDICE DE PLASTICIDAD
8.38
DESCRIPCIÓN DEL SUELO FINO
CL



OBSERVACIONES

Alberto R. Díaz Ríos
 ING. ALBERTO R. DIAZ RIOS
 JEFE DE PROYECTO
 GEOHIDRAC
 GEOTECNIA E HIDRÁULICA CIVIL S.A.C.
 Consultores y Ejecutores de Proyectos

Christian Alexander Cáceres Domínguez
 CRHYSTIAN A. CÁCERES DOMINGUEZ
 GERENTE GENERAL
 GEOHIDRAC
 GEOTECNIA E HIDRÁULICA CIVIL S.A.C.
 Consultores y Ejecutores de Proyectos

ASTM D - 1557 NTP 339.141 AASHTO T - 160

PROYECTO : ESTUDIO GEOLÓGICO E INVESTIGACIÓN GEOTECNICA DE CAMPO PARA LA AMPLIACIÓN DEL ÁREA 2 DEL PAD DE LIXIVIACION - CUAJONE

SOLICITANTE : SOUTHERN PERU **REALIZADO POR :** GEOTECNIA E HIDRÁULICA CIVIL S.A.C

UBICACIÓN : ZONA DE AMPLIACIÓN DEL PAD **REVISADO POR :** ALBERTO R. DÍAZ RÍOS

FECHA : ABRIL-2019 **APROBADO POR :** CRHYSTIAN A. CÁCERES DOMINGUEZ

CALICATA : CAL-PAD 2 **MUESTRA :** M - 1 **PROFUNDIDAD :** 0.00 - 2.00

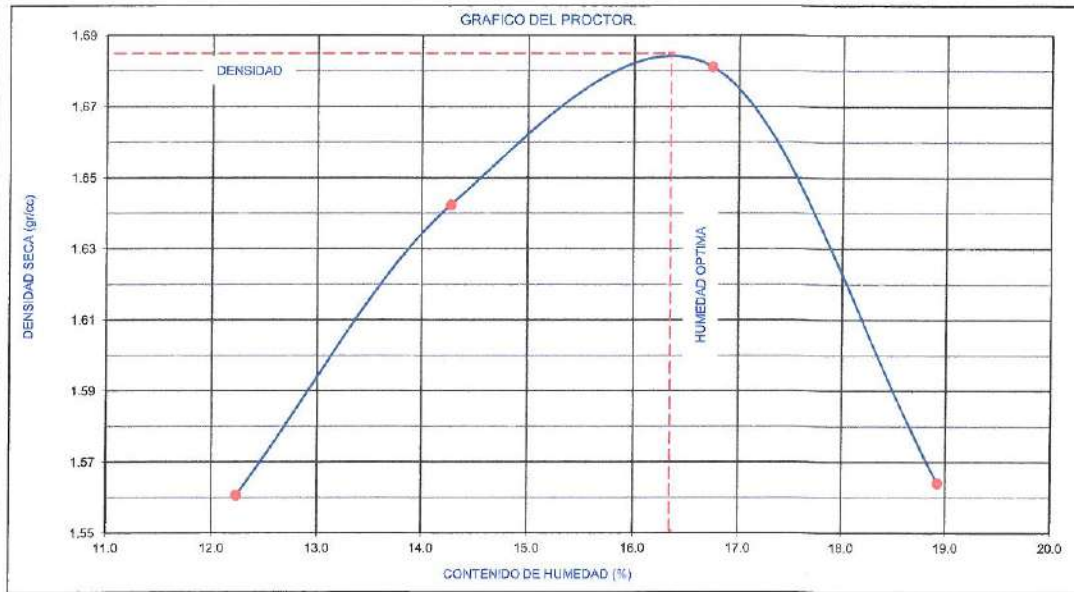
DATOS DEL ENSAYO

METODO E COMPACTACIÓN : "C" **N° DE CAPAS :** 5 **GOLPES/CAPA :** 56

MOLDE Nro. 1	Unid.	Peso del Molde :				Volumen Molde :			
NUMERO DE ENSAYOS		1				2			
Peso del suelo + molde	(g)	7678				7947			
Peso del suelo húmedo compactado	(g)	3758				4027			
Peso volumétrico húmedo	gr/cm ³	1.752				1.877			
Tara - recipiente	N°	122	97	62	2	134	55	115	45
Peso del suelo húmedo + tara	(g)	99.17	93.45	97.40	96.31	93.26	92.94	82.30	90.76
Peso del suelo seco + tara	(g)	89.99	85.08	87.34	86.36	81.94	82.13	71.17	78.59
Peso de la tara	(g)	15.65	16.02	16.71	16.82	15.17	16.75	12.62	14.00
Peso del agua	gr	9.18	8.37	10.06	9.95	11.32	10.81	11.13	12.17
Peso del suelo seco	gr	74.34	69.06	70.83	69.54	66.77	65.38	58.55	64.59
Humedad	%	12.35	12.12	14.24	14.31	16.95	16.53	19.01	18.84
Promedio Humedad	%	12.23		14.28		16.74		18.93	
Peso volumétrico seco	gr/cm ³	1.561		1.642		1.681		1.564	

DENSIDAD MAXIMA SECA : 1.685 gr/cc.

HUMEDAD OPTIMA : 16.35 %



RESULTADOS:

MAXIMA DENSIDAD SECA 1.706 gr/cm³

ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD 15.57 %

OBSERVACIONES

RESULTADOS CORREGIDOS POR LA FRACCIÓN GRUESA > 3/4" PARA EL MATERIAL TOTAL NORMAL: ASTM D-4718

FRACCIÓN GRUESA > 3/4" 11.49%
 ABSORCIÓN FRAC. GRUESA > 3/4" 9.55%
 GS (BULK) FRAC. GRUESA > 3/4" 1.883 gr/cm³


 ALBERTO R. DÍAZ RÍOS
 JEFE DE PROYECTOS
 C.P. 80577


 CRHYSTIAN A. CÁCERES DOMÍNGUEZ
 GERENTE GENERAL

ASTM D - 1557 NTP 339.141 AASHTO T - 180

PROYECTO : ESTUDIO GEOLÓGICO E INVESTIGACIÓN GEOTECNICA DE CAMPO PARA LA AMPLIACIÓN DEL ÁREA 2 DEL PAD DE LIXIVIACIÓN - CUAJONE

SOLICITANTE : SOUTHERN PERU **REALIZADO POR :** GEOTECNIA E HIDRÁULICA CIVIL S.A.C

UBICACIÓN : ZONA DE AMPLIACIÓN DEL PAD **REVISADO POR :** ALBERTO R. DÍAZ RÍOS

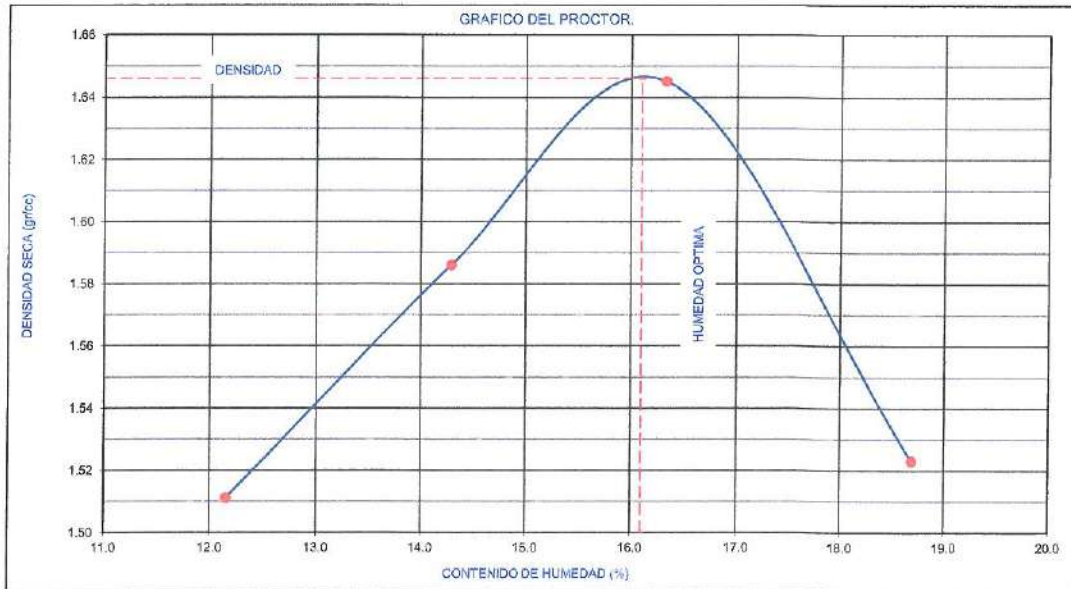
FECHA : ABRIL- 2019 **APROBADO POR :** CRHYSTIAN A. CÁCERES DOMINGUEZ

CALICATA : CAL-PAD 3 **MUESTRA :** M - 1 **PROFUNDIDAD :** 0.00 - 2.20

DATOS DEL ENSAYO									
METODO E COMPACTACIÓN	"B"	Nº DE CAPAS	5	GOLPES/CAPA	25				
MOLDE Nro. 1	Unid.	Peso del Molde :		1886		Volumen Molde :		948.2 cm3	
NUMERO DE ENSAYOS		1		2		3		4	
Peso del suelo + molde	(g)	3493		3605		3700		3600	
Peso del suelo húmedo compactado	(g)	1607		1719		1814		1714	
Peso volumétrico húmedo	gr/cm³	1.695		1.813		1.913		1.808	
Tara - recipiente	Nº	92	63	38	23	53	169	41	6
Peso del suelo húmedo + tara	(g)	107.41	115.65	106.60	103.30	93.35	91.39	91.95	97.17
Peso del suelo seco + tara	(g)	97.56	104.97	95.41	92.42	82.61	80.57	79.84	84.56
Peso de la tara	(g)	16.10	17.48	16.73	16.65	16.61	14.52	16.11	15.94
Peso del agua	gr	9.85	10.68	11.19	10.88	10.74	10.82	12.11	12.61
Peso del suelo seco	gr	81.46	87.49	78.68	75.77	66.00	66.05	63.73	68.62
Humedad	%	12.09	12.21	14.22	14.36	16.27	16.38	19.00	18.38
Promedio Humedad	%	12.15		14.29		16.33		18.69	
Peso volumétrico seco	gr/cm³	1.511		1.586		1.645		1.523	

DENSIDAD MAXIMA SECA : 1.646 gr/cc.

HUMEDAD OPTIMA : 16.10 %



RESULTADOS:

MAXIMA DENSIDAD SECA 1.673 gr/cm3

ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD 15.24 %

OBSERVACIONES

RESULTADOS CORREGIDOS POR LA FRACCIÓN GRUESA > 3/4" PARA EL MATERIAL TOTAL NORMAL: ASTM D-4718

FRACCIÓN GRUESA > 3/4" 9.75%

ABSORCIÓN FRAC. GRUESA > 3/4" 7.30%

GS (BULK) FRAC. GRUESA > 3/4" 1.972 gr/cm3


 ING ALBERTO R. DÍAZ RÍOS
 JEFE DE PROYECTO.
 GEOTECNIA E HIDRÁULICA CIVIL S.A.C.
 Consultores y Ejecutores de Proyectos


 CRHYSTIAN ALEXANDER CÁCERES DOMÍNGUEZ
 GERENTE GENERAL
GEOHIDRAC
 GEOTECNIA E HIDRÁULICA CIVIL S.A.C.
 Consultores y Ejecutores de Proyectos

ASTM D - 1557 NTP 339.141 AASHTO T - 180

PROYECTO : ESTUDIO GEOLÓGICO E INVESTIGACIÓN GEOTECNICA DE CAMPO PARA LA AMPLIACIÓN DEL ÁREA 2 DEL PAD DE LIXIVIACION - CUAJONE

SOLICITANTE : SOUTHERN PERU **REALIZADO POR :** GEOTECNIA E HIDRÁULICA CIVIL S.A.C

UBICACIÓN : ZONA DE AMPLIACIÓN DEL PAD **REVISADO POR :** ALBERTO R. DÍAZ RÍOS

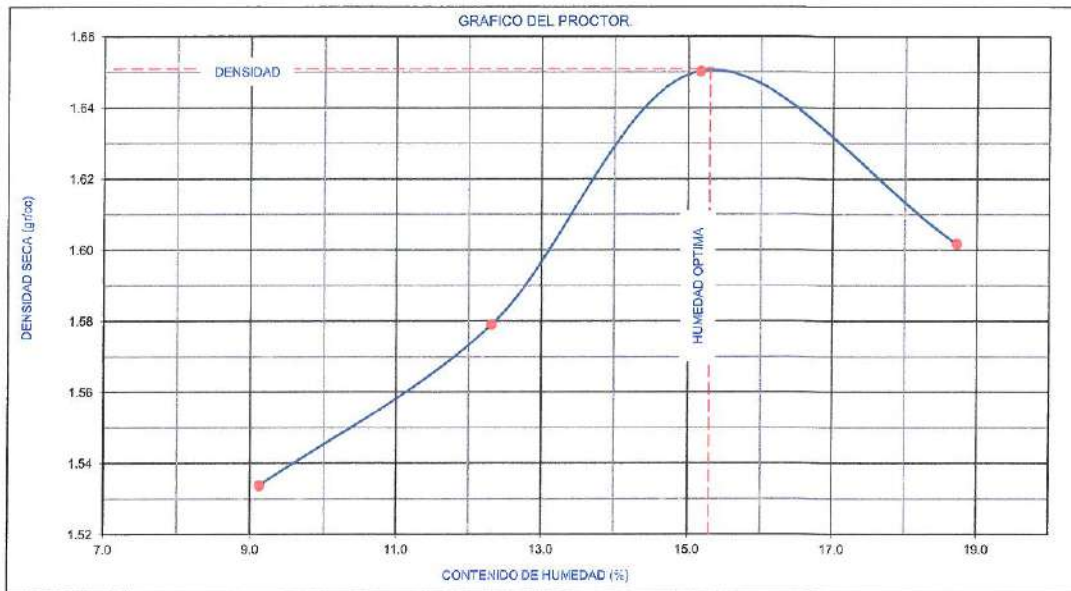
FECHA : ABRIL-2019 **APROBADO POR :** CRHYSTIAN A. CÁCERES DOMINGUEZ

CANTERA : CAN-PAD 1 **MUESTRA :** M - 1 **PROFUNDIDAD :** 0.00 - 1.00

DATOS DEL ENSAYO									
METODO E COMPACTACIÓN	"C"	N° DE CAPAS	5	GOLPES/CAPA	56				
MOLDE Nro. 1	Unid.	Peso del Molde :		3920 gr		Volumen Molde :		2145.6 cm3	
NUMERO DE ENSAYOS		1		2		3		4	
Peso del suelo + molde	(g)	7511		7725		7988		8000	
Peso del suelo humedo compactado	(g)	3591		3805		4078		4080	
Peso volumétrico húmedo	gr/cm ³	1.674		1.773		1.901		1.902	
Tara - recipiente	Nº	126	220	133	139	142	51	157	216
Peso del suelo húmedo + tara	(g)	96.58	93.76	80.44	86.07	91.24	90.98	80.73	87.27
Peso del suelo seco + tara	(g)	90.25	86.88	73.23	78.36	81.54	81.09	70.51	76.11
Peso de la tara	(g)	15.65	16.41	15.26	15.13	16.92	16.58	15.74	16.68
Peso del agua	gr	6.33	6.88	7.21	7.71	9.70	9.89	10.22	11.16
Peso del suelo seco	gr	74.60	70.47	57.97	63.23	64.62	64.51	54.77	59.43
Humedad	%	8.49	9.76	12.44	12.19	15.01	15.33	18.66	18.78
Promedio Humedad	%	9.12		12.32		15.17		18.72	
Peso volumétrico seco	gr/cm ³	1.534		1.579		1.650		1.602	

DENSIDAD MAXIMA SECA : 1.651 gr/cc.

HUMEDAD OPTIMA : 15.30 %



RESULTADOS:

MAXIMA DENSIDAD SECA 1.705 gr/cm3

ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD 13.85 %

OBSERVACIONES

RESULTADOS CORREGIDOS POR LA FRACCIÓN GRUESA > 3/4" PARA EL MATERIAL TOTAL NORMAL: ASTM D-4718

FRACCIÓN GRUESA > 3/4" 20.57 %

ABSORCIÓN FRAC. GRUESA > 3/4" 8.24 %

GS (BULK) FRAC. GRUESA > 3/4" 1.954 gr/cm3

Alberto R. Díaz Ríos
ALBERTO R. DÍAZ RÍOS
JEFE DE PROYECTO

Christian A. Cáceres Domínguez
CRHYSTIAN A. CÁCERES DOMINGUEZ
GERENTE GENERAL

GEOHIDRAC
GEOTECNIA E HIDRÁULICA CIVIL S.A.C.
Constructores y Ejecutores de Proyectos

ASTM D - 1557 NTP 339.141 AASHTO T - 180

PROYECTO : ESTUDIO GEOLÓGICO E INVESTIGACIÓN GEOTECNICA DE CAMPO PARA LA AMPLIACIÓN DEL ÁREA 2 DEL PAD DE LIXIVIACION - CUAJONE

SOLICITANTE : SOUTHERN PERU **REALIZADO POR :** GEOTECNIA E HIDRÁULICA CIVIL S.A.C

UBICACIÓN : ZONA DE AMPLIACIÓN DEL PAD **REVISADO POR :** ALBERTO R. DÍAZ RÍOS

FECHA : ABRIL- 2019 **APROBADO POR :** CRHYSTIAN A. CÁCERES DOMINGUEZ

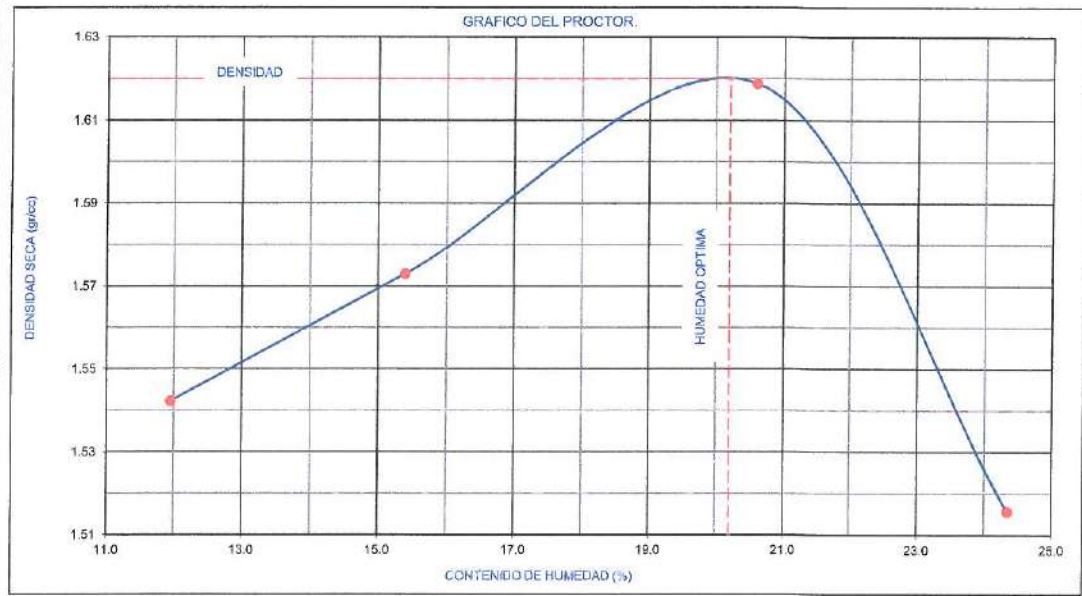
CANTERA : CAN-PAD 2 **MUESTRA :** M - 1 **PROFUNDIDAD :** 0.00 - 1.00

DATOS DEL ENSAYO

METODO E COMPACTACIÓN : "A" **Nº DE CAPAS :** 5 **GOLPES/CAPA :** 25

MOLDE Nro. 1	Unid.	Peso del Molde :				Volumen Molde :			
NUMERO DE ENSAYOS		1				2			
Peso del suelo + molde	(g)	3523				3607			
Peso del suelo húmedo compactado	(g)	1637				1721			
Peso volumétrico húmedo	gr/cm³	1.726				1.815			
Tara - recipiente	Nº	120	75	154	197	124	170	194	138
Peso del suelo húmedo + tara	(g)	117.55	114.19	103.64	97.38	103.88	96.81	94.92	90.32
Peso del suelo seco + tara	(g)	106.81	103.30	92.01	86.60	88.84	83.10	79.92	75.58
Peso de la tara	(g)	15.50	13.55	16.89	16.38	15.17	17.10	17.58	15.74
Peso del agua	gr	10.74	10.89	11.63	10.78	15.04	13.71	15.00	14.74
Peso del suelo seco	gr	91.31	89.75	75.32	70.22	73.67	66.00	62.34	59.84
Humedad	%	11.76	12.13	15.44	15.35	20.42	20.77	24.06	24.63
Promedio Humedad	%	11.95		15.40		20.59		24.35	
Peso volumétrico seco	gr/cm³	1.542				1.573			

DENSIDAD MAXIMA SECA : 1.620 gr/cc. **HUMEDAD OPTIMA :** 20.20 %



RESULTADOS:

MAXIMA DENSIDAD SECA	1.63 gr/cm3	ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD	19.79 %
-----------------------------	-------------	------------------------------------	---------

OBSERVACIONES

RESULTADOS CORREGIDOS POR LA FRACCIÓN GRUESA > 3/4" PARA EL MATERIAL TOTAL NORMAL: ASTM D-4718

FRACCIÓN GRUESA > 3/4" 3.59 %

ABSORCIÓN FRAC. GRUESA > 3/4" 8.88 %

GS (BULK) FRAC. GRUESA > 3/4" 1.935 gr/cm3



ING. ALBERTO R. DÍAZ RÍOS
JEFE DE PROYECTO



CRHYSTIAN A. CÁCERES DOMÍNGUEZ
GERENTE GENERAL

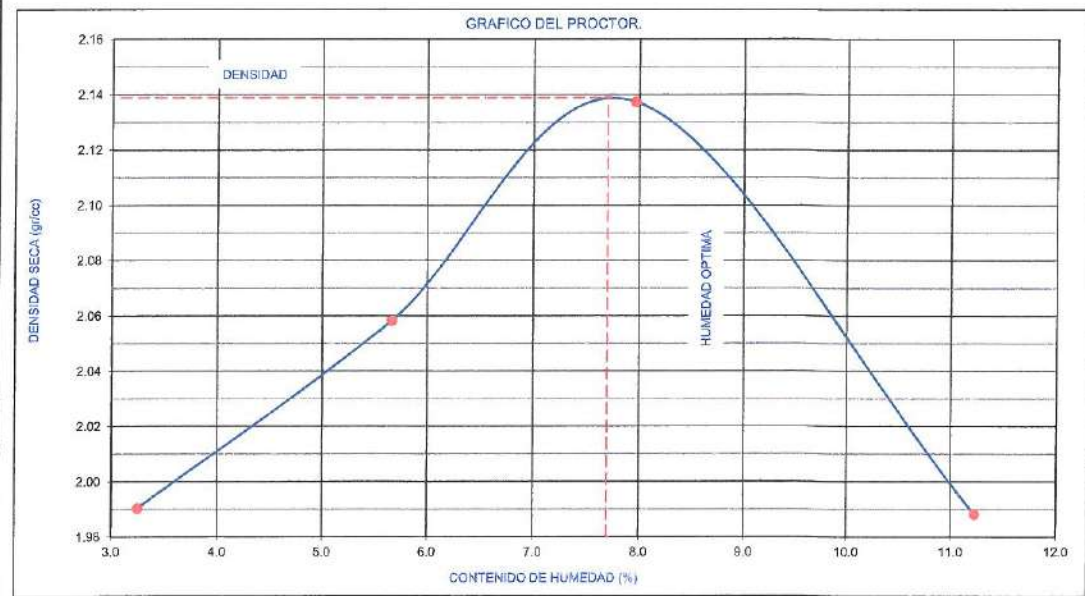
ASTM D - 1557 NTP 339.141 AASHTO T - 180

PROYECTO : ESTUDIO GEOLÓGICO E INVESTIGACIÓN GEOTECNICA DE CAMPO PARA LA AMPLIACIÓN DEL ÁREA 2 DEL PAD DE LIXIVIACION - CUAJONE
SOLICITANTE : SOUTHERN PERU **REALIZADO POR :** GEOTECNIA E HIDRÁULICA CIVIL S.A.C
UBICACIÓN : ZONA DE AMPLIACIÓN DEL PAD **REVISADO POR :** ALBERTO R. DÍAZ RÍOS
FECHA : ABRIL-2019 **APROBADO POR :** CRHYSTIAN A. CÁCERES DOMINGUEZ
CANTERA : TIERRA ROJA **MUESTRA :** M - 1 **PROFUNDIDAD :** 0.00 - 1.00

METODO E COMPACTACIÓN : "C" **DATOS DEL ENSAYO**
Nº DE CAPAS : 5 **GOLPES/CAPA :** 56

MOLDE Nro. 1	Unid.	Peso del Molde :				Volumen Molde :			
NUMERO DE ENSAYOS		1				2			
Peso del suelo + molde	(g)	8329				8586			
Peso del suelo húmedo compactado	(g)	4409				4666			
Peso volumétrico húmedo	gr/cm ³	2.055				2.175			
Tara - recipiente	Nº	136	216	28	202	178	21	161	25
Peso del suelo húmedo + tara	(g)	128.77	121.86	101.88	108.90	104.31	104.94	127.08	119.66
Peso del suelo seco + tara	(g)	125.35	118.39	97.39	103.87	97.79	98.47	115.76	109.34
Peso de la tara	(g)	15.19	15.99	16.55	16.61	16.35	16.72	16.64	15.84
Peso del agua	gr	3.42	3.47	4.49	5.03	6.52	6.47	11.32	10.32
Peso del suelo seco	gr	110.16	102.40	80.84	87.26	81.44	81.75	99.12	93.50
Humedad	%	3.10	3.39	5.55	5.76	8.01	7.91	11.42	11.04
Promedio Humedad	%	3.25		5.66		7.96		11.23	
Peso volumétrico seco	gr/cm ³	1.990		2.058		2.137		1.988	

DENSIDAD MAXIMA SECA : 2.139 gr/cc. **HUMEDAD OPTIMA :** 7.70 %



RESULTADOS:
MAXIMA DENSIDAD SECA : 2.179 gr/cm3 **ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD :** 7.06 %

OBSERVACIONES
 RESULTADOS CORREGIDOS POR LA FRACCIÓN GRUESA > 3/4" PARA EL MATERIAL TOTAL NORMAL: ASTM D-4718
 FRACCIÓN GRUESA > 3/4" 14.82 %
 ABSORCIÓN FRAC. GRUESA > 3/4" 3.35 %
 GS (BULK) FRAC. GRUESA > 3/4" 2.446 gr/cm3

Alberto R. Díaz Ríos
ALBERTO R. DÍAZ RÍOS
 JEFE DE PROYECTO

Christian Alexander Cáceres Domínguez
Christian Alexander Cáceres Domínguez
 GERENTE GENERAL

ASTM D - 1557 NTP 339.141 AASHTO T - 180

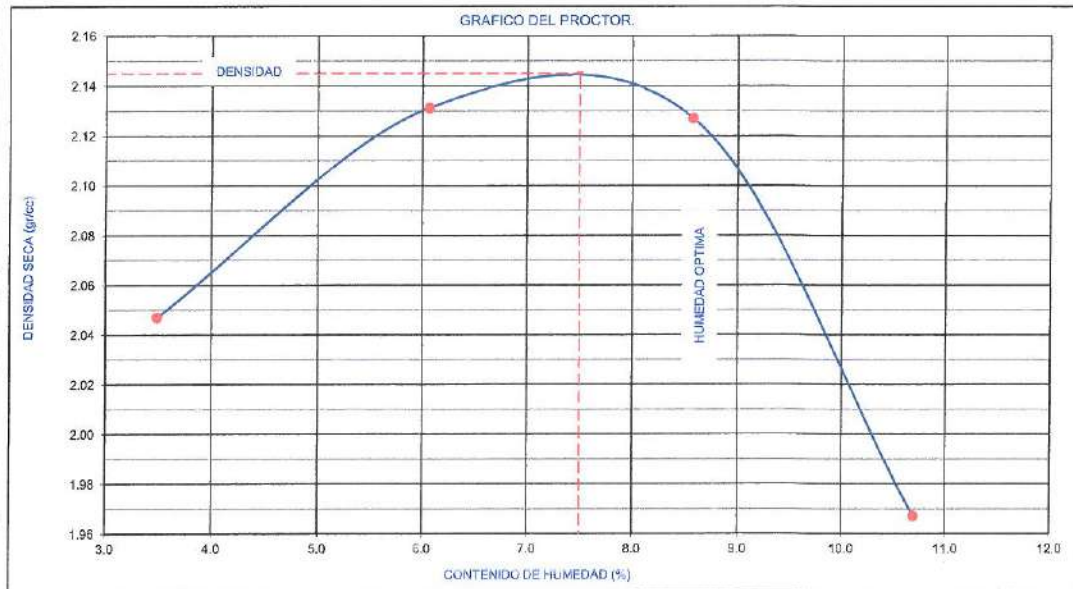
PROYECTO : ESTUDIO GEOLÓGICO E INVESTIGACIÓN GEOTECNICA DE CAMPO PARA LA AMPLIACIÓN DEL ÁREA 2 DEL PAD DE LIXIVIACION - CUAJONE
SOLICITANTE : SOUTHERN PERU **REALIZADO POR :** GEOTECNIA E HIDRÁULICA CIVIL S.A.C
UBICACIÓN : PAD DE LIXIVIACIÓN **REVISADO POR :** ALBERTO R. DÍAZ RÍOS
FECHA : ABRIL - 2019 **APROBADO POR :** CRHYSTIAN A. CÁCERES DOMINGUEZ
CANTERA : MIN-CH 1 **MUESTRA :** M - 1 **PROFUNDIDAD :** 0.00 - 1.00

METODO E COMPACTACIÓN : "C" **DATOS DEL ENSAYO**
Nº DE CAPAS : 6 **GOLPES/CAPA :** 56

MOLDE Nro. 1	Unid.	Peso del Molde :		3920 gr		Volumen Molde :		2145.6 cm3	
NUMERO DE ENSAYOS		1	2	3	4				
Peso del suelo + molde	(g)	8465	8770	8875	8592				
Peso del suelo húmedo compactado	(g)	4545	4850	4955	4672				
Peso volumétrico húmedo	gr/cm ³	2.118	2.260	2.309	2.177				
Tara - recipiente	Nº	85	160	1	68	107	43	162	240
Peso del suelo húmedo + tara	(g)	117.83	110.68	106.56	105.89	96.48	94.05	124.18	95.32
Peso del suelo seco + tara	(g)	114.49	107.47	101.49	100.48	89.89	87.98	113.40	87.81
Peso de la tara	(g)	17.16	16.83	16.11	13.05	14.29	15.96	16.28	14.81
Peso del agua	gr	3.34	3.21	5.07	5.41	6.59	8.07	10.78	7.51
Peso del suelo seco	gr	97.33	90.64	85.38	87.43	75.60	72.02	97.12	73.00
Humedad	%	3.43	3.54	5.94	6.19	8.72	8.43	11.10	10.29
Promedio Humedad	%	3.49		6.06		8.57		10.69	
Peso volumétrico seco	gr/cm ³	2.047		2.131		2.127		1.967	

DENSIDAD MAXIMA SECA : 2.145 gr/cc.

HUMEDAD OPTIMA : 7.50 %



RESULTADOS:

MAXIMA DENSIDAD SECA 2.159 gr/cm3

ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD 7.28 %

OBSERVACIONES

RESULTADOS CORREGIDOS POR LA FRACCIÓN GRUESA > 3/4" PARA EL MATERIAL TOTAL NORMAL: ASTM D-4718
 FRACCIÓN GRUESA > 3/4" 4.31 %
 ABSORCIÓN FRAC. GRUESA > 3/4" 2.43 %
 GS (BULK) FRAC. GRUESA > 3/4" 2.533 gr/cm3


 ING. ALBERTO R. DÍAZ RÍOS
 JEFE DE PROYECTO


 CRHYSTRIAN A. CÁCERES DOMÍNGUEZ
 GERENTE GENERAL

ASTM D - 2434

PROYECTO : ESTUDIO GEOLÓGICO E INVESTIGACIÓN GEOTECNICA DE CAMPO PARA LA AMPLIACIÓN DEL AREA 2 DEL PAD DE LIXIVIACIÓN - CUAJONE

SOLICITADO : SOUTHERN PERU **REALIZADO POR** : GEOTÉCNIA E HIDRÁULICA CIVIL S.A.C

UBICACIÓN : ZONA DE AMPLIACIÓN DEL PAD **REVISADO POR** : ALBERTO R. DIAZ RIOS

FECHA : ABRIL-2019 **APROBADO POR** : CRHYSTIAN A. CÁCERES DOMINGUEZ

CALICATA : CAL-PAD 2 **MUESTRA** : M - 1 **PROFUNDIDAD** : 0.00 - 1.20

Diámetro (cm)	11.20	Humedad inicial (%)	7.10
Altura (cm)	12.50	Humedad final (%)	15.50
gseca (g/cm ³)	1.55	Saturación. Inicial (%)	33.75
Gravedad Gs	2.30	Saturación Final (%)	97.75
		Carga Hidráulica (kg/cm ²) a T 20°	20.00

N° DE MEDICIONES	TIEMPO (min)	VOLUMEN (cm ³)	CAUDAL Q (cm ³ /s)	Kt (cm/s)	TEMPERATURA T(°c)	K _{520°C} (cm/s)
1	10.00	1.3	2.17E-03	1.09E-06	21.0	1.06E-06
2	10.00	1.5	2.50E-03	1.26E-06	21.0	1.22E-06
3	10.00	1.4	2.33E-03	1.18E-06	21.0	1.14E-06
4	10.00	1.3	2.17E-03	1.09E-06	21.0	1.06E-06
5	10.00	1.4	2.33E-03	1.18E-06	21.0	1.14E-06
6	10.00	1.4	2.33E-03	1.18E-06	21.0	1.14E-06
7	10.00	1.4	2.33E-03	1.18E-06	21.0	1.14E-06
K Promedio						1.13E-06

OBSERVACIONES


ING. ALBERTO R. DIAZ RIOS
JEFE DE PROYECTOS
C.P. 80577
ALBERTO R. DIAZ RIOS S.A.C.
JEFE DE PROYECTOS
Geotecnia e Hidráulica Civil S.A.C.
Consultores y Ejecutores de Proyectos


CRHYSTIAN ALEXANDER CÁCERES DOMINGUEZ
GERENTE GENERAL
GEOHIDRAC
GEOTECNIA E HIDRÁULICA CIVIL S.A.C.
Consultores y Ejecutores de Proyectos

info@geohidrac.com

01) 3178857

www.geohidrac.com

Av. Perez Salmon Mz. G, Lt 11, Urb. 2 de Julio, Callao

ASTM D - 2434

PROYECTO : ESTUDIO GEOLÓGICO E INVESTIGACIÓN GEOTÉCNICA DE CAMPO PARA LA AMPLIACIÓN DEL AREA 2 DEL PAD DE LIXIVIACIÓN - CUAJONE
SOLICITADO : SOUTHERN PERU **REALIZADO POR** : GEOTÉCNIA E HIDRÁULICA CIVIL S.A.C
UBICACIÓN : CANTERA DEL PAD **REVISADO POR** : ALBERTO R. DIAZ RIOS
FECHA : ABRIL-2019 **APROBADO POR** : CRHYSTIAN A. CÁCERES DOMINGUEZ
CANTERA : CAN-PAD 1 **MUESTRA** : M - 1 **PROFUNDIDAD** : 0.00 - 1.00

Diámetro (cm)	11.20	Humedad inicial (%)	4.60
Altura (cm)	12.50	Humedad final (%)	13.80
gseca (g/cm ³)	1.30	Saturación. Inicial (%)	15.23
Gravedad Gs	2.14	Saturación Final (%)	92.00
		Carga Hidráulica (kg/cm2) a T 20°	20.00

N° DE MEDICIONES	TIEMPO (min)	VOLUMEN (cm ³)	CAUDAL Q (cm3/s)	Kt (cm/s)	TEMPERATURA T(°c)	K _{T20°C} (cm/s)
1	10.00	0.6	1.00E-03	5.05E-07	21.0	4.90E-07
2	10.00	0.5	8.33E-04	4.21E-07	21.0	4.08E-07
3	10.00	0.4	6.67E-04	3.37E-07	21.0	3.26E-07
4	10.00	0.5	8.33E-04	4.21E-07	21.0	4.08E-07
5	10.00	0.6	1.00E-03	5.05E-07	21.0	4.90E-07
6	10.00	0.6	1.00E-03	5.05E-07	21.0	4.90E-07
7	10.00	0.6	1.00E-03	5.05E-07	21.0	4.90E-07
K Promedio						4.43E-07

OBSERVACIONES


 ING. ALBERTO R. DIAZ RIOS
 JEFE DE PROYECTOS
 ALBERTO R. DIAZ RIOS
 JEFE DE PROYECTO
 GEOTÉCNIA E HIDRÁULICA CIVIL S.A.C.
 Consultores y Ejecutores de Proyectos


 Crhystian Alexander Cáceres Dominguez
 GÉRENTE GENERAL
 CRHYSTIAN A. CÁCERES DOMINGUEZ
 GÉRENTE GENERAL
 GEOTÉCNIA E HIDRÁULICA CIVIL S.A.C.
 Consultores y Ejecutores de Proyectos

Info@geohidrac.com

01) 3178857

www.geohidrac.com

Av. Perez Saimon Mz. G. Lt. 11, Urb. 2 de Julio, Callao

ASTM D - 2434

PROYECTO : ESTUDIO GEOLÓGICO E INVESTIGACIÓN GEOTÉCNICA DE CAMPO PARA LA AMPLIACIÓN DEL AREA 2 DEL PAD DE LIXIVIACIÓN - CUAJONE

SOLICITADO : SOUTHERN PERU **REALIZADO POR** : GEOTÉCNIA E HIDRÁULICA CIVIL S.A.C

UBICACIÓN : CANTERA DEL PAD **REVISADO POR** : ALBERTO R. DIAZ RIOS

FECHA : ABRIL-2019 **APROBADO POR** : CRHYSTIAN A. CÁCERES DOMINGUEZ

CANTERA : CAN-PAD 2 **MUESTRA** : M - 1 **PROFUNDIDAD** : 0.00 - 1.00

Diámetro (cm)	11.20	Humedad inicial (%)	5.40
Altura (cm)	12.50	Humedad final (%)	18.80
gseca (g/cm ³)	1.30	Saturación. Inicial (%)	18.15
Gravedad Gs	2.12	Saturación Final (%)	98.66
		Carga Hidráulica (kg/cm2) a T 20°	20.00

N° DE MEDICIONES	TIEMPO (min)	VOLUMEN (cm ³)	CAUDAL Q (cm ³ /s)	Kt (cm/s)	TEMPERATURA T(°c)	K _{T20°C} (cm/s)
1	20.00	0.8	6.67E-04	3.37E-07	22.0	3.16E-07
2	20.00	0.6	5.00E-04	2.53E-07	22.0	2.37E-07
3	20.00	0.8	6.67E-04	3.37E-07	22.0	3.16E-07
4	20.00	0.7	5.83E-04	2.95E-07	22.0	2.77E-07
5	20.00	0.7	5.83E-04	2.95E-07	22.0	2.77E-07
6	20.00	0.7	5.83E-04	2.95E-07	22.0	2.77E-07
7	20.00	0.7	5.83E-04	2.95E-07	22.0	2.77E-07
K Promedio						2.82E-07

OBSERVACIONES


 INC. ALBERTO R. DIAZ RIOS
 JEFE DE PROYECTO
 ALBERTO R. DIAZ RIOS
 JEFE DE PROYECTO
 GEOTECNIA E HIDRÁULICA CIVIL S.A.C.
 Consultores y Ejecutores de Proyectos


 Christian Alexander Cáceres Domínguez
 GERENTE GENERAL
 CRHYSTIAN A. CÁCERES DOMINGUEZ
 GERENTE GENERAL
GEOHIDRAC
 GEOTECNIA E HIDRÁULICA CIVIL S.A.C.
 Consultores y Ejecutores de Proyectos

info@geohidrac.com

01) 3178857

www.geohidrac.com

Av. Perez Salmon Mz C. Lt. 11, Urb. 2 de Julio, Callao


ASTM D - 2434

PROYECTO : ESTUDIO GEOLÓGICO E INVESTIGACIÓN GEOTECNICA DE CAMPO PARA LA AMPLIACIÓN DEL AREA 2 DEL PAD DE LIXIVIACIÓN - CUAJONE
 SOLICITADO : SOUTHERN PERU REALIZADO POR : GEOTÉCNIA E HIDRÁULICA CIVIL S.A.C
 UBICACIÓN : CANTERA DEL PAD REVISADO POR : ALBERTO R. DIAZ RIOS
 FECHA : ABRIL-2019 APROBADO POR : CRHYSTIAN A. CÁCERES DOMINGUEZ
 CANTERA : CAN-PAD TR MUESTRA : M - 1 PROFUNDIDAD : 0.00 - 1.00

Diámetro (cm)	11.20	Humedad Inicial (%)	4.88
Altura (cm)	12.50	Humedad final (%)	7.00
gseca (g/cm ³)	1.59	Saturación. Inicial (%)	18.39
Gravedad Gs	2.75	Saturación Final (%)	58.60
		Carga Hidráulica (kg/cm2) a T 20°	15.00

N° DE MEDICIONES	TIEMPO (min)	VOLUMEN (cm ³)	CAUDAL Q (cm3/s)	Kt (cm/s)	TEMPERATURA T(°c)	K _{T20°C} (cm/s)
1	10.00	2.3	3.83E-03	2.58E-06	21.0	2.50E-06
2	10.00	2.4	4.00E-03	2.69E-06	21.0	2.61E-06
3	10.00	2.3	3.83E-03	2.58E-06	21.0	2.50E-06
4	10.00	2.4	4.00E-03	2.69E-06	21.0	2.61E-06
5	10.00	2.3	3.83E-03	2.58E-06	21.0	2.50E-06
6	10.00	2.3	3.83E-03	2.58E-06	21.0	2.50E-06
7	10.00	2.3	3.83E-03	2.58E-06	21.0	2.50E-06
K Promedio						2.53E-06

OBSERVACIONES


 ING. ALBERTO R. DIAZ RIOS
 JEFE DE PROYECTO
 GEOHIDRAC
 GEOTÉCNIA E HIDRÁULICA CIVIL S.A.C.
 Consultores y Ejecutores de Proyectos


 CRHYSTIAN A. CÁCERES DOMINGUEZ
 GERENTE GENERAL

GEOHIDRAC
 GEOTÉCNIA E HIDRÁULICA CIVIL S.A.C.
 Consultores y Ejecutores de Proyectos
 geohidrac.com
 01) 3178857
 www.geohidrac.com

Av. Perez Salmon Mz. G. Lt. 11, Urb. 2 de Julio, Callao

ASTM D - 2434

PROYECTO : ESTUDIO GEOLÓGICO E INVESTIGACIÓN GEOTECNICA DE CAMPO PARA LA AMPLIACIÓN DEL AREA 2 DEL PAD DE LIXIVIACIÓN - CUAJONE

SOLICITADO : SOUTHERN PERU **REALIZADO POR :** GEOTÉCNIA E HIDRÁULICA CIVIL S.A.C

UBICACIÓN : ZONA DE AMPLIACIÓN DEL PAD **REVISADO POR :** ALBERTO R. DIAZ RIOS


FECHA : ABRIL-2019 **APROBADO POR :** CRHYSTIAN A. CÁCERES DOMINGUEZ

CALICATA : CAL-PAD 1 **MUESTRA :** M - 1 **PROFUNDIDAD :** 0.00 - 2.00

Diámetro (cm)	11.20	Humedad inicial (%)	7.10
Altura (cm)	12.50	Humedad final (%)	15.50
gseca (g/cm ³)	1.55	Saturación. Inicial (%)	33.75
Gravedad Gs	2.30	Saturación Final (%)	97.75
		Carga Hidráulica (kg/cm2) a T 20°	20.00

Nº DE MEDICIONES	TIEMPO (min)	VOLUMEN (cm ³)	CAUDAL Q (cm3/s)	Kt (cm/s)	TEMPERATURA T(°c)	K _{T20°C} (cm/s)
1	10.00	1.0	1.67E-03	8.42E-07	22.0	7.91E-07
2	10.00	1.1	1.83E-03	9.26E-07	22.0	8.70E-07
3	10.00	1.1	1.83E-03	9.26E-07	22.0	8.70E-07
4	10.00	1.0	1.67E-03	8.42E-07	22.0	7.91E-07
5	10.00	1.0	1.67E-03	8.42E-07	22.0	7.91E-07
6	10.00	1.0	1.67E-03	8.42E-07	22.0	7.91E-07
7	10.00	1.0	1.67E-03	8.42E-07	22.0	7.91E-07
K Promedio						8.13E-07

OBSERVACIONES


ING. ALBERTO R. DIAZ RIOS
JEFE DE PROYECTO
GEOHIDRAC
GEOTECNIA E HIDRAULICA CIVIL S.A.C.
Consultores y Ejecutores de Proyectos


CRHYSTIAN A. CÁCERES DOMINGUEZ
GERENTE GENERAL
GEOHIDRAC
GEOTECNIA E HIDRAULICA CIVIL S.A.C.
Consultores y Ejecutores de Proyectos

ASTM D - 2434

PROYECTO : ESTUDIO GEOLÓGICO E INVESTIGACIÓN GEOTÉCNICA DE CAMPO PARA LA AMPLIACIÓN DEL AREA 2 DEL PAD DE LIXIVIACIÓN - CUAJONE

SOLICITADO : SOUTHERN PERU **REALIZADO POR** : GEOTÉCNIA E HIDRÁULICA CIVIL S.A.C

UBICACIÓN : ZONA DE AMPLIACIÓN DEL PAD **REVISADO POR** : ALBERTO R. DIAZ RIOS

FECHA : ABRIL-2019 **APROBADO POR** : CRHYSTIAN A. CÁCERES DOMINGUEZ


CALICATA : CAL-PAD 2 **MUESTRA** : M - 1 **PROFUNDIDAD** : 0.00 - 1.20

Diámetro (cm)	11.20	Humedad inicial (%)	7.10
Altura (cm)	12.50	Humedad final (%)	15.50
gseca (g/cm ³)	1.55	Saturación. Inicial (%)	33.75
Gravedad Gs	2.30	Saturación Final (%)	97.75
		Carga Hidráulica (kg/cm2) a T 20°	20.00

N° DE MEDICIONES	TIEMPO (min)	VOLUMEN (cm ³)	CAUDAL Q (cm3/s)	Kt (cm/s)	TEMPERATURA T(°c)	K _{T20°C} (cm/s)
1	10.00	1.3	2.17E-03	1.09E-06	21.0	1.06E-06
2	10.00	1.5	2.50E-03	1.26E-06	21.0	1.22E-06
3	10.00	1.4	2.33E-03	1.18E-06	21.0	1.14E-06
4	10.00	1.3	2.17E-03	1.09E-06	21.0	1.06E-06
5	10.00	1.4	2.33E-03	1.18E-06	21.0	1.14E-06
6	10.00	1.4	2.33E-03	1.18E-06	21.0	1.14E-06
7	10.00	1.4	2.33E-03	1.18E-06	21.0	1.14E-06
K Promedio						1.13E-06

OBSERVACIONES


ALBERTO R. DIAZ RIOS
Jefe de Proyecto
GEOHIDRAC
CONSULTORES Y EJECUTORES DE PROYECTOS


Crhystian Alexander Cáceres Dominguez
GERENTE GENERAL
GEOHIDRAC
CONSULTORES Y EJECUTORES DE PROYECTOS

info@geohidrac.com

01) 3178657

www.geohidrac.com

Av. Perez Salmon Mz. G, Lt. 11, Urb. 2 de Julio, Callao

ASTM D - 2434

PROYECTO : ESTUDIO GEOLÓGICO E INVESTIGACIÓN GEOTÉCNICA DE CAMPO PARA LA AMPLIACIÓN DEL AREA 2 DEL PAD DE LIXIVIACIÓN - CUAJONE
 SOLICITADO : SOUTHERN PERU REALIZADO POR : GEOTÉCNIA E HIDRÁULICA CIVIL S.A.C
 UBICACIÓN : CANTERA DEL PAD REVISADO POR : ALBERTO R. DIAZ RIOS
 FECHA : ABRIL-2019 APROBADO POR : CRHYSTIAN A. CÁCERES DOMINGUEZ
 CANTERA : MIN-PAD 1 MUESTRA : M - 1 PROFUNDIDAD : 0.00 - 1.00

Diámetro (cm)	11.20	Humedad inicial (%)	4.00
Altura (cm)	12.50	Humedad final (%)	7.00
gseca (g/cm ³)	1.52	Saturación. Inicial (%)	17.49
Gravedad Gs	2.33	Saturación Final (%)	98.85
		Carga Hidráulica (kg/cm2) a T 20°	20.00

N° DE MEDICIONES	TIEMPO (min)	VOLUMEN (cm ³)	CAUDAL Q (cm3/s)	Kt (cm/s)	TEMPERATURA T(°c)	K _{T20°C} (cm/s)
1	10.00	0.8	1.33E-03	6.73E-07	22.0	6.33E-07
2	10.00	0.9	1.50E-03	7.58E-07	22.0	7.12E-07
3	10.00	0.8	1.33E-03	6.73E-07	22.0	6.33E-07
4	10.00	0.9	1.50E-03	7.58E-07	22.0	7.12E-07
5	10.00	0.8	1.33E-03	6.73E-07	22.0	6.33E-07
6	10.00	0.8	1.33E-03	6.73E-07	22.0	6.33E-07
7	10.00	0.8	1.33E-03	6.73E-07	22.0	6.33E-07
K Promedio						6.55E-07

OBSERVACIONES


 ING. ALBERTO R. DIAZ RIOS
 JEFE DE PROYECTOS
 ALBERTO R. DIAZ RIOS
 JEFE PROYECTO
 GEOHIDRAC
 GEOTÉCNIA E HIDRÁULICA CIVIL S.A.C.
 Consultores y Ejecutores de Proyectos


 Crhystian Alexander Cáceres Domínguez
 GERENTE GENERAL
 CRHYSTIAN A. CÁCERES DOMINGUEZ
 GEOHIDRAC
 GEOTÉCNIA E HIDRÁULICA CIVIL S.A.C.
 Consultores y Ejecutores de Proyectos


ASTM D - 2434

PROYECTO : ESTUDIO GEOLÓGICO E INVESTIGACIÓN GEOTECNICA DE CAMPO PARA LA AMPLIACIÓN DEL AREA 2 DEL PAD DE LIXIVIACIÓN - CUAJONE
 SOLICITADO : SOUTHERN PERU REALIZADO POR : GEOTÉCNIA E HIDRÁULICA CIVIL S.A.C
 UBICACIÓN : CANTERA DEL PAD REVISADO POR : ALBERTO R. DIAZ RIOS
 FECHA : ABRIL-2019 APROBADO POR : CRHYSTIAN A. CÁCERES DOMINGUEZ
 CANTERA : CAN-PAD 1 MUESTRA : M - 1 PROFUNDIDAD : 0.00 - 1.00

Diámetro (cm)	11.20	Humedad inicial (%)	4.60
Altura (cm)	12.50	Humedad final (%)	13.80
gseca (g/cm ³)	1.30	Saturación. Inicial (%)	15.23
Gravedad Gs	2.14	Saturación Final (%)	92.00
		Carga Hidráulica (kg/cm2) a T 20°	20.00

N° DE MEDICIONES	TIEMPO (min)	VOLUMEN (cm ³)	CAUDAL Q (cm3/s)	Kt (cm/s)	TEMPERATURA T(°c)	K _{T20°C} (cm/s)
1	10.00	0.6	1.00E-03	5.05E-07	21.0	4.90E-07
2	10.00	0.5	8.33E-04	4.21E-07	21.0	4.08E-07
3	10.00	0.4	6.67E-04	3.37E-07	21.0	3.26E-07
4	10.00	0.5	8.33E-04	4.21E-07	21.0	4.08E-07
5	10.00	0.6	1.00E-03	5.05E-07	21.0	4.90E-07
6	10.00	0.6	1.00E-03	5.05E-07	21.0	4.90E-07
7	10.00	0.6	1.00E-03	5.05E-07	21.0	4.90E-07
K Promedio						4.43E-07

OBSERVACIONES


 ING. ALBERTO R. DIAZ RIOS
 JEFE DE PROYECTOS
 ALBERTO R. DIAZ RIOS
 JEFE DE PROYECTO
 GEOTÉCNIA E HIDRÁULICA CIVIL S.A.C.
 CONSULTORES Y EJECUTORES DE PROYECTOS


 Crhystian Alexander Cáceres Domínguez
 GERENTE GENERAL
 CRHYSTIAN A. CÁCERES DOMINGUEZ
 GEOTÉCNIA E HIDRÁULICA CIVIL S.A.C.
 CONSULTORES Y EJECUTORES DE PROYECTOS

ASTM D - 2434

PROYECTO : ESTUDIO GEOLÓGICO E INVESTIGACIÓN GEOTECNICA DE CAMPO PARA LA AMPLIACIÓN DEL AREA 2 DEL PAD DE LIXIVIACIÓN - CUAJONE
SOLICITADO : SOUTHERN PERU **REALIZADO POR** : GEOTÉCNIA E HIDRÁULICA CIVIL S.A.C
UBICACIÓN : CANTERA DEL PAD **REVISADO POR** : ALBERTO R. DIAZ RIOS
FECHA : ABRIL-2019 **APROBADO POR** : CRHYSTIAN A. CÁCERES DOMINGUEZ
CANTERA : CAN-PAD 2 **MUESTRA** : M - 1 **PROFUNDIDAD** : 0.00 - 1.00

Diámetro (cm)	11.20	Humedad inicial (%)	5.40
Altura (cm)	12.50	Humedad final (%)	18.80
gseca (g/cm ³)	1.30	Saturación. Inicial (%)	18.15
Gravedad Gs	2.12	Saturación Final (%)	98.66
		Carga Hidráulica (kg/cm2) a T 20°	20.00

N° DE MEDICIONES	TIEMPO (min)	VOLUMEN (cm ³)	CAUDAL Q (cm3/s)	Kt (cm/s)	TEMPERATURA T(°c)	K _{T20°C} (cm/s)
1	20.00	0.8	6.67E-04	3.37E-07	22.0	3.16E-07
2	20.00	0.6	5.00E-04	2.53E-07	22.0	2.37E-07
3	20.00	0.8	6.67E-04	3.37E-07	22.0	3.16E-07
4	20.00	0.7	5.83E-04	2.95E-07	22.0	2.77E-07
5	20.00	0.7	5.83E-04	2.95E-07	22.0	2.77E-07
6	20.00	0.7	5.83E-04	2.95E-07	22.0	2.77E-07
7	20.00	0.7	5.83E-04	2.95E-07	22.0	2.77E-07
K Promedio						2.82E-07

OBSERVACIONES


 ING. ALBERTO R. DIAZ RIOS
 JEFE DE PROYECTOS
 ALBERTO R. DIAZ RIOS
 JEFE DE PROYECTO
 GEOHIDRAC
 GEOTECNIA E HIDRÁULICA CIVIL S.A.C.
 Consultores y Ejecutores de Proyectos


 Crhystian Alexander Cáceres Dominguez
 GERENTE GENERAL
 CRHYSTIAN A. CÁCERES DOMINGUEZ
 GERENTE GENERAL
 GEOHIDRAC
 GEOTECNIA E HIDRÁULICA CIVIL S.A.C.
 Consultores y Ejecutores de Proyectos

info@geohidrac.com

01) 3178857

www.geohidrac.com

Av. Perez Salmon Mz. G, Lt 11, Urb. 2 de Julio, Callao


ASTM D - 2434

PROYECTO : ESTUDIO GEOLOGICO E INVESTIGACIÓN GEOTECNICA DE CAMPO PARA LA AMPLIACIÓN DEL AREA 2 DEL PAD DE LIXIVIACIÓN - CUAJONE
SOLICITADO : SOUTHERN PERU **REALIZADO POR** : GEOTÉCNIA E HIDRÁULICA CIVIL S.A.C
UBICACIÓN : CANTERA DEL PAD **REVISADO POR** : ALBERTO R. DIAZ RIOS
FECHA : ABRIL-2019 **APROBADO POR** : CRHYSTIAN A. CÁCERES DOMINGUEZ
CANTERA : CAN-PAD TR **MUESTRA** : M - 1 **PROFUNDIDAD** : 0.00 - 1.00

Diámetro (cm)	11.20	Humedad inicial (%)	4.88
Altura (cm)	12.50	Humedad final (%)	7.00
gseca (g/cm ³)	1.59	Saturación. Inicial (%)	18.39
Gravedad Gs	2.75	Saturación Final (%)	58.60
		Carga Hidráulica (kg/cm2) a T 20°	15.00

N° DE MEDICIONES	TIEMPO (min)	VOLUMEN (cm ³)	CAUDAL Q (cm3/s)	Kt (cm/s)	TEMPERATURA T(°c)	K _{T20°C} (cm/s)
1	10.00	2.3	3.83E-03	2.58E-06	21.0	2.50E-06
2	10.00	2.4	4.00E-03	2.69E-06	21.0	2.61E-06
3	10.00	2.3	3.83E-03	2.58E-06	21.0	2.50E-06
4	10.00	2.4	4.00E-03	2.69E-06	21.0	2.61E-06
5	10.00	2.3	3.83E-03	2.58E-06	21.0	2.50E-06
6	10.00	2.3	3.83E-03	2.58E-06	21.0	2.50E-06
7	10.00	2.3	3.83E-03	2.58E-06	21.0	2.50E-06
K Promedio						2.53E-06

OBSERVACIONES


 ING. ALBERTO R. DIAZ RIOS
 JEFE DE PROYECTO
 ALBERTO R. DIAZ RIOS
 JEFE DE PROYECTO
 GEOTÉCNIA E HIDRÁULICA CIVIL S.A.C.
 CONSULTORES Y EJECUTORES DE PROYECTOS


 Crhystian Alexander Cáceres Dominguez
 GERENTE GENERAL
 CRHYSTIAN A. CÁCERES DOMINGUEZ
 GEOTÉCNIA E HIDRÁULICA CIVIL S.A.C.
 CONSULTORES Y EJECUTORES DE PROYECTOS


ASTM D - 2434


PROYECTO : ESTUDIO GEOLÓGICO E INVESTIGACIÓN GEOTÉCNICA DE CAMPO PARA LA AMPLIACIÓN DEL AREA 2 DEL PAD DE LIXIVIACIÓN - CUAJONE
 SOLICITADO : SOUTHERN PERU REALIZADO POR : GEOTÉCNIA E HIDRÁULICA CIVIL S.A.C
 UBICACIÓN : CANTERA DEL PAD REVISADO POR : ALBERTO R. DIAZ RIOS
 FECHA : ABRIL-2019 APROBADO POR : CRHYSTIAN A. CÁCERES DOMINGUEZ
 CANTERA : MIN-CH 1 MUESTRA : M - 1 PROFUNDIDAD : 0.00 - 1.00

Diámetro (cm)	11.20	Humedad inicial (%)	2.85
Altura (cm)	12.50	Humedad final (%)	7.20
gseca (g/cm ³)	1.62	Saturación. Inicial (%)	12.10
Gravedad Gs	2.62	Saturación Final (%)	68.00
		Carga Hidráulica (kg/cm2) a T 20°	20.00

N° DE MEDICIONES	TIEMPO (min)	VOLUMEN (cm ³)	CAUDAL Q (cm3/s)	Kt (cm/s)	TEMPERATURA T(°c)	K _{T20°C} (cm/s)
1	10.00	1.2	2.00E-03	1.01E-06	22.0	9.49E-07
2	10.00	1.1	1.83E-03	9.26E-07	22.0	8.70E-07
3	10.00	1.1	1.83E-03	9.26E-07	22.0	8.70E-07
4	10.00	1.2	2.00E-03	1.01E-06	22.0	9.49E-07
5	10.00	1.2	2.00E-03	1.01E-06	22.0	9.49E-07
6	10.00	1.2	2.00E-03	1.01E-06	22.0	9.49E-07
7	10.00	1.2	2.00E-03	1.01E-06	22.0	9.49E-07
K Promedio						9.26E-07

OBSERVACIONES


 ING. ALBERTO R. DIAZ RIOS
 JEFE DE PROYECTO
 GEOTÉCNIA E HIDRÁULICA CIVIL S.A.C.
 Consultores y Ejecutores de Proyectos


 Crhystian Alexander Cáceres Domínguez
 GERENTE GENERAL
 CRHYSTIAN A. CÁCERES DOMINGUEZ
 GEOTÉCNIA E HIDRÁULICA CIVIL S.A.C.
 Consultores y Ejecutores de Proyectos

ASTM D - 2434

PROYECTO : ESTUDIO GEOLÓGICO E INVESTIGACIÓN GEOTÉCNICA DE CAMPO PARA LA AMPLIACIÓN DEL AREA 2 DEL PAD DE LIXIVIACIÓN - CUAJONE
 SOLICITADO : SOUTHERN PERU REALIZADO POR : GEOTÉCNIA E HIDRÁULICA CIVIL S.A.C
 UBICACIÓN : CANTERA DEL PAD REVISADO POR : ALBERTO R. DIAZ RIOS
 FECHA : ABRIL-2019 APROBADO POR : CRHYSTIAN A. CÁCERES DOMÍNGUEZ
 CANTERA : MIN-CH 1 MUESTRA : M - 1 PROFUNDIDAD : 0.00 - 1.00

Diámetro (cm)	11.20	Humedad inicial (%)	2.85
Altura (cm)	12.50	Humedad final (%)	7.20
gseca (g/cm ³)	1.62	Saturación Inicial (%)	12.10
Gravedad Gs	2.62	Saturación Final (%)	68.00
		Carga Hidráulica (kg/cm2) a T 20°	20.00

N° DE MEDICIONES	TIEMPO (min)	VOLUMEN (cm ³)	CAUDAL Q (cm3/s)	Ki (cm/s)	TEMPERATURA T(°c)	K _{T20°C} (cm/s)
1	10.00	1.2	2.00E-03	1.01E-06	22.0	9.49E-07
2	10.00	1.1	1.83E-03	9.26E-07	22.0	8.70E-07
3	10.00	1.1	1.83E-03	9.26E-07	22.0	8.70E-07
4	10.00	1.2	2.00E-03	1.01E-06	22.0	9.49E-07
5	10.00	1.2	2.00E-03	1.01E-06	22.0	9.49E-07
6	10.00	1.2	2.00E-03	1.01E-06	22.0	9.49E-07
7	10.00	1.2	2.00E-03	1.01E-06	22.0	9.49E-07
K Promedio						9.26E-07

OBSERVACIONES


 ING. ALBERTO R. DIAZ RIOS
 JEFE DE PROYECTOS
 C. 01 21577
 ALBERTO R. DIAZ RIOS S.A.C.
 JEFE DE PROYECTO
 GEOTÉCNIA E HIDRÁULICA CIVIL S.A.C.
 CONSULTORES Y EJECUTORES DE PROYECTOS


 Cristian Alexander Cáceres Domínguez
 GERENTE GENERAL
 GEOTÉCNIA E HIDRÁULICA CIVIL S.A.C.
 CONSULTORES Y EJECUTORES DE PROYECTOS

ASTM D - 2434

PROYECTO : ESTUDIO GEOLÓGICO E INVESTIGACIÓN GEOTECNICA DE CAMPO PARA LA AMPLIACIÓN DEL AREA 2 DEL PAD DE LIXIVIACIÓN - CUAJONE

SOLICITADO : SOUTHERN PERU **REALIZADO POR** : GEOTÉCNIA E HIDRÁULICA CIVIL S.A.C

UBICACIÓN : CANTERA DEL PAD **REVISADO POR** : ALBERTO R. DIAZ RIOS

FECHA : ABRIL-2019 **APROBADO POR** : CRHYSTIAN A. CÁCERES DOMINGUEZ


CANTERA : MIN-PAD 1 **MUESTRA** : M - 1 **PROFUNDIDAD** : 0.00 - 1.00

Diámetro (cm)	11.20	Humedad inicial (%)	4.00
Altura (cm)	12.50	Humedad final (%)	7.00
gseca (g/cm ³)	1.52	Saturación. Inicial (%)	17.49
Gravedad Gs	2.33	Saturación Final (%)	98.85
		Carga Hidráulica (kg/cm2) a T 20°	20.00

N° DE MEDICIONES	TIEMPO (min)	VOLUMEN (cm ³)	CAUDAL Q (cm3/s)	Kt (cm/s)	TEMPERATURA T(°c)	K _{T20°C} (cm/s)
1	10.00	0.8	1.33E-03	6.73E-07	22.0	6.33E-07
2	10.00	0.9	1.50E-03	7.58E-07	22.0	7.12E-07
3	10.00	0.8	1.33E-03	6.73E-07	22.0	6.33E-07
4	10.00	0.9	1.50E-03	7.58E-07	22.0	7.12E-07
5	10.00	0.8	1.33E-03	6.73E-07	22.0	6.33E-07
6	10.00	0.8	1.33E-03	6.73E-07	22.0	6.33E-07
7	10.00	0.8	1.33E-03	6.73E-07	22.0	6.33E-07
K Promedio						6.55E-07

OBSERVACIONES


ING. ALBERTO R. DIAZ RIOS
JEFE DE PROYECTOS
ALBERTO R. DIAZ RIOS
JEFE PROYECTO
GEOHIDRAC
CONSULTORES Y EJECUCIONES DE PROYECTOS


Crhystian Alexander Cáceres Domínguez
GERENTE GENERAL
CRHYSTIAN A. CÁCERES DOMINGUEZ
GEOHIDRAC
GEOTECNIA E HIDRÁULICA CIVIL S.A.C.
CONSULTORES Y EJECUCIONES DE PROYECTOS

Info@geohidrac.com

01) 3178857

www.geohidrac.com

Av. Perez Salmon Mz. G. Lt. 11, Urb. 2 de Julio, Callao

AASHTO T-236 ASTM D - 3080 MTC E-1232-2000

PROYECTO : ESTUDIO GEOLÓGICO E INVESTIGACIÓN GEOTÉCNICA DE CAMPO PARA LA AMPLIACIÓN DEL ÁREA 2 DEL PAD DE LIXIVIACIÓN - CUAJONE
 SOLICITADO : SOUTHERN PERU REALIZADO POR : GEOTECNIA E HIDRÁULICA CIVIL S.A.C
 UBICACIÓN : ZONA DE AMPLIACION DEL PAD REVISADO POR : ALBERTO R. DIAZ RIOS
 FECHA : ABRIL - 2019 APROBADO POR : CRHYSTIAN A. CÁCERES DOMINGUEZ
 CANTERA : CAL - PAD 1 MUESTRA : M - 1 PROFUNDIDAD : 0.00 - 2.00

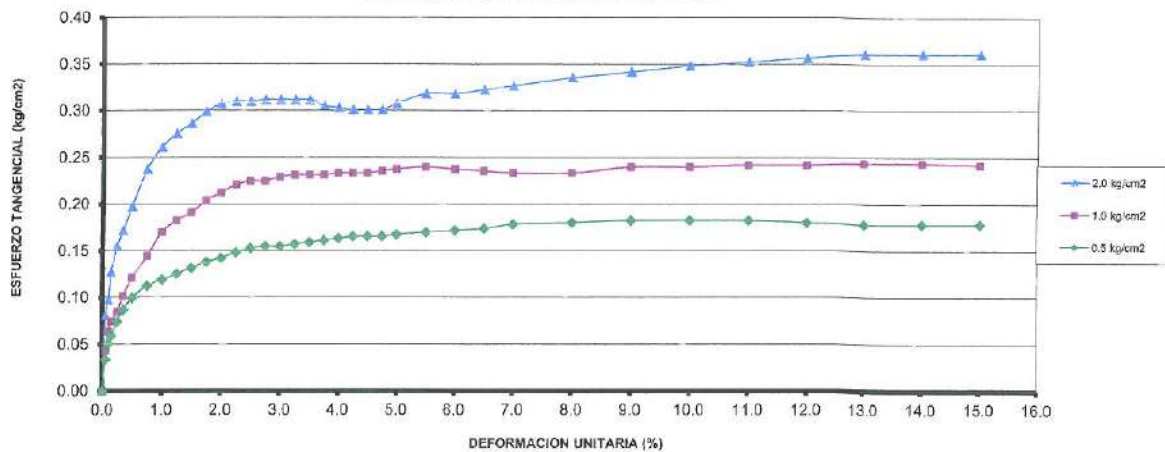
Datos del Especimen	Díametro :	6 cm.
	Altura :	2 cm.
	Area Contac.:	28.27

SUCS : MH Limo de alta plasticidad

Material menor del tamiz N° 4		
$\gamma_s =$	1.10	gr/cm ³
Peso =	52.21	gr
Estado/Muestra:	ALTERADO - REMOLDEADO	
Constante Dial de carga:	0.060	

Esf. Normal Deformación Tangencial %	0.5 Kg/cm ²			1.0 Kg/m ²			2.0 Kg/cm ²		
	Dial de Carga	Fuerza Cortante kg	Esfuerzo de Corte kg/cm ²	Dial de Carga	Fuerza Cortante kg	Esfuerzo de Corte kg/cm ²	Dial de Carga	Fuerza Cortante kg	Esfuerzo de Corte kg/cm ²
0.00	0.0	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00
0.05	16.0	0.96	0.03	20.0	1.20	0.04	38.0	2.28	0.08
0.10	24.0	1.44	0.05	30.0	1.80	0.06	46.0	2.76	0.10
0.15	28.0	1.68	0.06	35.0	2.10	0.07	60.0	3.60	0.13
0.25	35.0	2.10	0.07	40.0	2.40	0.08	73.0	4.38	0.15
0.35	41.0	2.46	0.09	48.0	2.88	0.10	81.0	4.86	0.17
0.50	47.0	2.82	0.10	57.0	3.42	0.12	93.0	5.58	0.20
0.75	53.0	3.18	0.11	68.0	4.08	0.14	112.0	6.72	0.24
1.00	56.0	3.36	0.12	80.0	4.80	0.17	123.0	7.38	0.26
1.25	59.0	3.54	0.13	86.0	5.16	0.18	130.0	7.80	0.28
1.50	62.0	3.72	0.13	90.0	5.40	0.19	135.0	8.10	0.29
1.75	65.0	3.90	0.14	96.0	5.76	0.20	141.0	8.46	0.30
2.00	67.0	4.02	0.14	100.0	6.00	0.21	145.0	8.70	0.31
2.25	70.0	4.20	0.15	104.0	6.24	0.22	146.0	8.76	0.31
2.50	72.0	4.32	0.15	106.0	6.36	0.22	149.0	8.76	0.31
2.75	73.0	4.38	0.15	106.0	6.36	0.22	147.0	8.82	0.31
3.00	73.0	4.38	0.15	108.0	6.48	0.23	147.0	8.82	0.31
3.25	74.0	4.44	0.16	109.0	6.54	0.23	147.0	8.82	0.31
3.50	75.0	4.50	0.16	109.0	6.54	0.23	147.0	8.82	0.31
3.75	76.0	4.56	0.16	109.0	6.54	0.23	144.0	8.64	0.31
4.00	77.0	4.62	0.16	110.0	6.60	0.23	143.0	8.58	0.30
4.25	78.0	4.68	0.17	110.0	6.60	0.23	142.0	8.52	0.30
4.50	78.0	4.68	0.17	110.0	6.60	0.23	142.0	8.52	0.30
4.75	78.0	4.68	0.17	111.0	6.66	0.24	142.0	8.52	0.30
5.00	79.0	4.74	0.17	112.0	6.72	0.24	145.0	8.70	0.31
5.50	80.0	4.80	0.17	113.0	6.78	0.24	150.0	9.00	0.32
6.00	81.0	4.86	0.17	112.0	6.72	0.24	150.0	9.00	0.32
6.50	82.0	4.92	0.17	111.0	6.66	0.24	152.0	9.12	0.32
7.00	84.0	5.04	0.18	110.0	6.60	0.23	154.0	9.24	0.33
8.00	85.0	5.10	0.18	110.0	6.60	0.23	158.0	9.48	0.34
9.00	86.0	5.16	0.18	113.0	6.78	0.24	161.0	9.66	0.34
10.00	86.0	5.16	0.18	113.0	6.78	0.24	164.0	9.84	0.35
11.00	86.0	5.16	0.18	114.0	6.84	0.24	166.0	9.96	0.35
12.00	85.0	5.10	0.18	114.0	6.84	0.24	168.0	10.08	0.36
13.00	84.0	5.04	0.18	115.0	6.90	0.24	170.0	10.20	0.36
14.00	84.0	5.04	0.18	115.0	6.90	0.24	170.0	10.20	0.36
15.00	84.0	5.04	0.18	114.0	6.84	0.24	170.0	10.20	0.36

ENSAYO DE CORTE DIRECTO



OBSERVACIONES

Alberto R. Diaz Rios
 ING. ALBERTO R. DIAZ RIOS
 JEFE DE PROYECTOS
 CIP: 89971

Alberto R. Diaz Rios
 ALBERTO R. DIAZ RIOS
 JEFE DE PROYECTOS
 GEOTECNIA E HIDRÁULICA CIVIL S.A.C.
 Consultores y Ejecutores de Proyectos

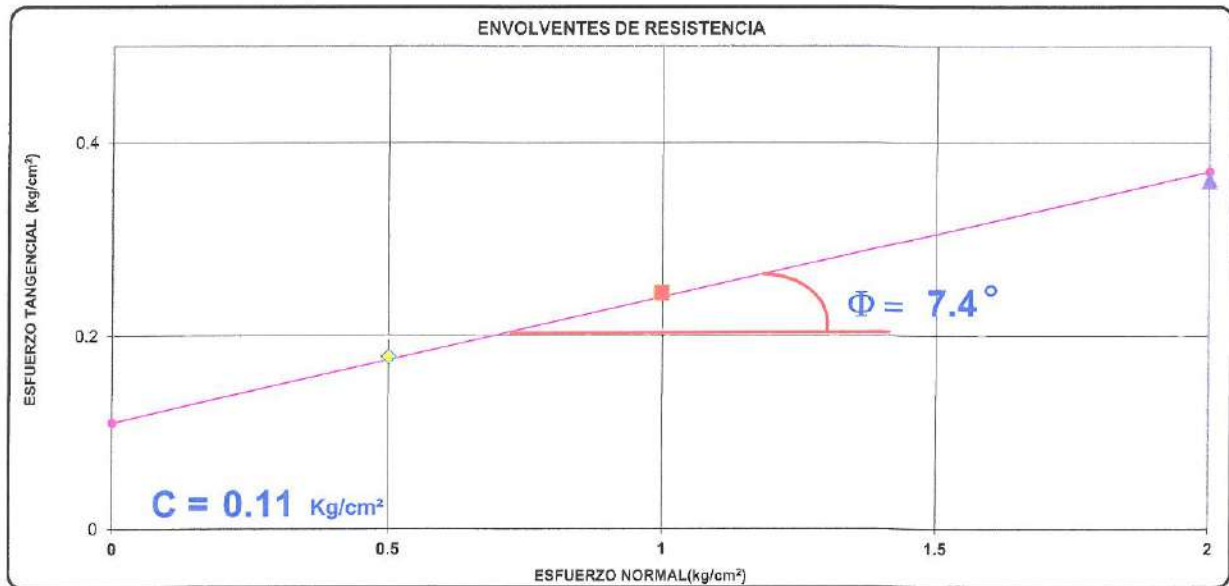
Crystian Alexander Cáceres Domínguez
 Crystian Alexander Cáceres Domínguez
 GERENTE GENERAL

GEOHIDRAC
 GEOTECNIA E HIDRÁULICA CIVIL S.A.C.
 Consultores y Ejecutores de Proyectos

AASHTO T-236 ASTM D - 3080 MTC E-1232-2000

PROYECTO : ESTUDIO GEOLÓGICO E INVESTIGACIÓN GEOTÉCNICA DE CAMPO PARA LA AMPLIACIÓN DEL ÁREA 2 DEL PAD DE LIXIVIACIÓN - CUAJONE
 SOLICITADO : SOUTHERN PERU REALIZADO POR : GEOTECNIA E HIDRÁULICA CIVIL S.A.C
 UBICACIÓN : ZONA DE AMPLIACION DEL PAD REVISADO POR : ALBERTO R. DIAZ RÍOS
 FECHA : ABRIL - 2019 APROBADO POR : CRHYSTIAN A. CÁCERES DOMINGUEZ
 CANTERA : CAL - PAD 1 MUESTRA : M - 1 PROFUNDIDAD : 0.00 - 2.00

Deformación Unitaria (%)	0.5	1	2	Alfa 12	Alfa 23	Alfa 13	Prom 123	Prom 12
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0
0.05	0.03	0.04	0.08	0.97	4.37	2.67	2.67	2.7
0.10	0.06	0.08	0.10	1.48	3.88	2.67	2.67	2.7
0.15	0.06	0.07	0.13	1.70	6.06	3.88	3.88	3.9
0.25	0.07	0.08	0.15	1.22	7.97	4.81	4.60	4.6
0.35	0.09	0.10	0.17	1.70	7.97	4.85	4.84	4.8
0.50	0.10	0.12	0.20	2.43	8.69	5.58	5.56	5.6
0.75	0.11	0.14	0.24	3.64	10.59	7.14	7.12	7.1
1.00	0.12	0.17	0.26	5.82	10.34	8.09	8.08	8.1
1.25	0.13	0.18	0.26	6.54	10.59	8.57	8.56	8.6
1.50	0.13	0.19	0.29	6.78	10.81	8.81	8.80	8.8
1.75	0.14	0.20	0.30	7.50	10.81	9.16	9.16	9.2
2.00	0.14	0.21	0.31	7.97	10.81	9.40	9.39	9.4
2.25	0.15	0.22	0.31	8.21	10.11	9.16	9.16	9.2
2.50	0.15	0.22	0.31	8.21	9.63	8.92	8.92	8.9
2.75	0.15	0.22	0.31	7.97	9.87	8.92	8.92	8.9
3.00	0.15	0.23	0.31	8.45	9.40	8.92	8.92	8.9
3.25	0.16	0.23	0.31	8.45	9.16	8.81	8.81	8.8
3.50	0.16	0.23	0.31	8.21	9.16	8.59	8.69	8.7
3.75	0.16	0.23	0.31	7.97	8.45	8.21	8.21	8.2
4.00	0.16	0.23	0.30	7.97	7.97	7.97	7.97	8.0
4.25	0.17	0.23	0.30	7.73	7.73	7.73	7.73	7.7
4.50	0.17	0.23	0.30	7.73	7.73	7.73	7.73	7.7
4.75	0.17	0.24	0.30	7.97	7.50	7.73	7.73	7.7
5.00	0.17	0.24	0.31	7.97	7.97	7.97	7.97	8.0
5.50	0.17	0.24	0.32	7.97	8.92	8.45	8.45	8.4
6.00	0.17	0.24	0.32	7.50	8.16	8.33	8.33	8.3
6.50	0.17	0.24	0.32	7.02	9.87	8.45	8.45	8.4
7.00	0.18	0.23	0.33	6.30	10.58	8.45	8.44	8.4
8.00	0.18	0.23	0.34	6.06	11.51	8.81	8.79	8.8
9.00	0.18	0.24	0.34	6.54	11.51	9.04	9.03	9.0
10.00	0.18	0.24	0.35	6.54	12.21	9.40	9.38	9.4
11.00	0.18	0.24	0.35	6.78	12.45	9.63	9.62	9.6
12.00	0.18	0.24	0.36	7.02	12.91	9.99	9.97	10.0
13.00	0.18	0.24	0.36	7.50	13.14	10.34	10.33	10.3
14.00	0.18	0.24	0.36	7.50	13.14	10.34	10.33	10.3
15.00	0.18	0.24	0.36	7.26	13.37	10.34	10.32	10.3



OBSERVACIONES

Alberto R. Diaz Rios
 ING. ALBERTO R. DIAZ RÍOS
 JEFE DE PROYECTO
 ALBERTO R. DIAZ RÍOS
 JEFE DE PROYECTO
 GEOHIDRAC
 CONSULTORIA E INGENIERIA CIVIL S.A.C.
 Consultores y Ejecutores de Proyectos

Christian Alexander Cáceres Domínguez
 CRHYSTIAN A. CÁCERES DOMINGUEZ
 GERENTE GENERAL
 GEOHIDRAC
 GEOTECNIA E HIDRÁULICA CIVIL S.A.C.
 Consultores y Ejecutores de Proyectos

AASHTO T-236 ASTM D - 3080 MTC E-1232-2000

PROYECTO : ESTUDIO GEOLÓGICO E INVESTIGACIÓN GEOTÉCNICA DE CAMPO PARA LA AMPLIACIÓN DEL ÁREA 2 DEL PAD DE LIXIVIACIÓN - CUAJONE
 SOLICITADO : SOUTHERN PERU REALIZADO POR : GEOTECNIA E HIDRÁULICA CIVIL S.A.C
 UBICACIÓN : CANTERA DEL PAD REVISADO POR : ALBERTO R. DIAZ RÍOS
 FECHA : ABRIL - 2019 APROBADO POR : CRHYSTIAN A. CACERES DOMINGUEZ
 CANTERA : GAN - PAD 1 MUESTRA : M - 1 PROFUNDIDAD : 0.00 - 1.00

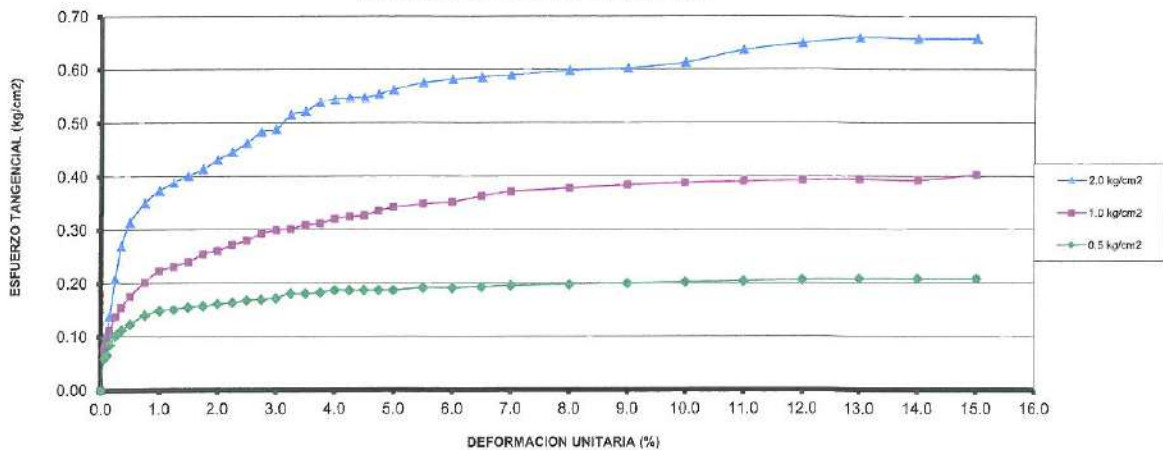
Datos del Especimen	Díametro :	6 cm.
	Altura :	2 cm.
	Area Contact.:	28.27

Material menor del tamiz Nº 4		
$\gamma_d =$	1.29	gr/cm3
Peso =	72.95	gr
Estado/Muestra:	ALTERADO - REMOLDEADO	
Constante Dial de carga:	0.060	

SUCS : **ML** Limo de baja plasticidad gravoso

Esf. Normal	0.5 Kg/cm2			1.0 Kg/m2			2.0 Kg/cm2		
	Dial de Carga	Fuerza Cortante kg	Esfuerzo de Corte kg/cm2	Dial de Carga	Fuerza Cortante kg	Esfuerzo de Corte kg/cm2	Dial de Carga	Fuerza Cortante kg	Esfuerzo de Corte kg/cm2
0.00	0.0	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00
0.05	28.0	1.68	0.06	35.0	2.10	0.07	40.0	2.40	0.08
0.10	31.0	1.86	0.07	44.0	2.84	0.09	50.0	3.00	0.11
0.15	40.0	2.40	0.08	53.0	3.16	0.11	65.0	3.90	0.14
0.25	48.0	2.88	0.10	65.0	3.90	0.14	98.0	6.88	0.21
0.35	53.0	3.18	0.11	73.0	4.38	0.15	127.0	7.62	0.27
0.50	58.0	3.48	0.12	83.0	4.98	0.16	148.0	8.88	0.31
0.75	66.0	3.96	0.14	95.0	5.70	0.20	165.0	9.90	0.35
1.00	70.0	4.20	0.15	105.0	6.30	0.22	176.0	10.56	0.37
1.25	71.0	4.26	0.15	109.0	6.54	0.23	183.0	10.98	0.39
1.50	73.0	4.38	0.15	113.0	6.78	0.24	189.0	11.34	0.40
1.75	74.0	4.44	0.16	120.0	7.20	0.25	195.0	11.70	0.41
2.00	78.0	4.56	0.16	123.0	7.38	0.26	203.0	12.18	0.43
2.25	77.0	4.62	0.16	128.0	7.68	0.27	210.0	12.60	0.45
2.50	79.0	4.74	0.17	132.0	7.92	0.28	218.0	13.08	0.46
2.75	80.0	4.80	0.17	138.0	8.28	0.29	228.0	13.68	0.48
3.00	81.0	4.86	0.17	141.0	8.46	0.30	230.0	13.80	0.49
3.25	85.0	5.10	0.18	142.0	8.52	0.30	243.0	14.58	0.52
3.50	85.0	5.10	0.18	146.0	8.76	0.31	248.0	14.76	0.52
3.75	88.0	5.18	0.18	147.0	8.82	0.31	254.0	15.24	0.54
4.00	88.0	5.28	0.19	151.0	9.06	0.32	256.0	15.36	0.54
4.25	88.0	5.28	0.19	153.0	9.18	0.32	258.0	15.48	0.55
4.50	88.0	5.28	0.19	154.0	9.24	0.33	258.0	15.48	0.55
4.75	88.0	5.28	0.19	158.0	9.48	0.34	261.0	15.86	0.55
5.00	88.0	5.28	0.19	161.0	9.66	0.34	265.0	15.90	0.56
5.50	80.0	5.40	0.19	164.0	9.84	0.35	271.0	16.26	0.58
6.00	90.0	5.40	0.19	166.0	9.96	0.35	274.0	16.44	0.58
6.50	91.0	5.46	0.19	171.0	10.26	0.35	276.0	16.56	0.59
7.00	92.0	5.52	0.20	175.0	10.50	0.37	278.0	16.68	0.59
8.00	93.0	5.58	0.20	178.0	10.88	0.38	282.0	16.92	0.60
9.00	94.0	5.64	0.20	181.0	10.86	0.38	284.0	17.04	0.60
10.00	95.0	5.70	0.20	183.0	10.98	0.39	289.0	17.34	0.61
11.00	96.0	5.76	0.20	184.0	11.04	0.39	300.0	18.00	0.64
12.00	97.0	5.82	0.21	185.0	11.10	0.39	306.0	18.36	0.65
13.00	98.0	5.88	0.21	186.0	11.16	0.39	311.0	18.66	0.66
14.00	98.0	5.88	0.21	185.0	11.10	0.39	310.0	18.60	0.66
15.00	98.0	5.88	0.21	190.0	11.40	0.40	310.0	18.60	0.66

ENSAYO DE CORTE DIRECTO



OBSERVACIONES

Alberto R. Diaz Rios
 ING. ALBERTO R. DIAZ RÍOS
 JEFE DE PROYECTO

Crhystian Alexander Cáceres Domínguez
 Crhystian Alexander Cáceres Domínguez
 GERENTE GENERAL

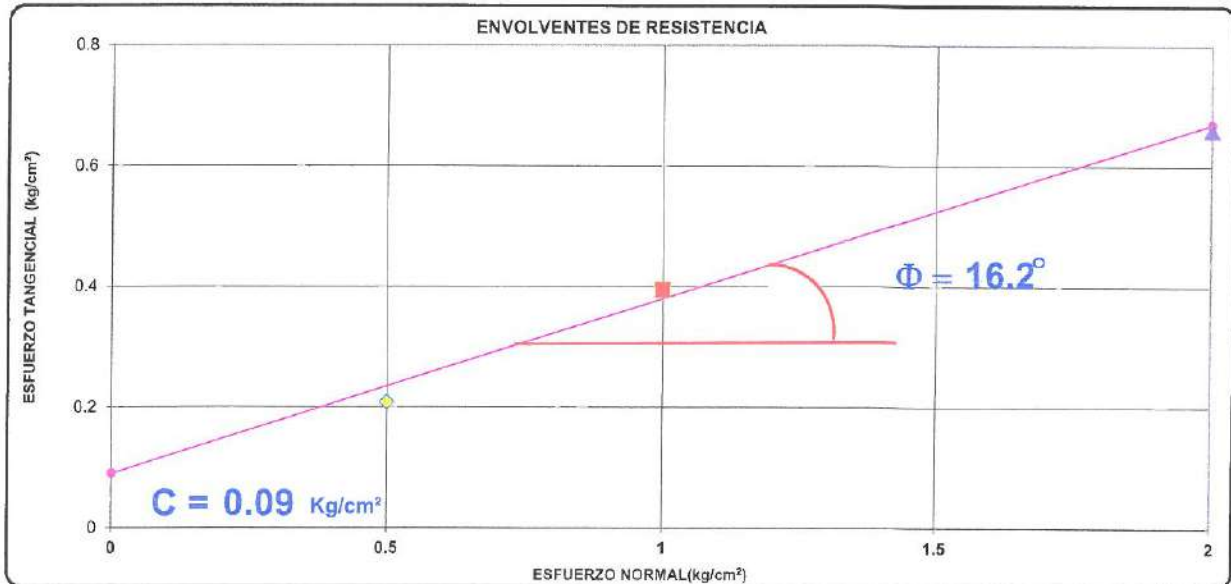
GEOHIDRAC
 GEOTECNIA E HIDRÁULICA CIVIL S.A.C.
 Consultores y Legitimos de Proyectos

GEOHIDRAC
 GEOTECNIA E HIDRÁULICA CIVIL S.A.C.
 Consultores y Legitimos de Proyectos

AASHTO T-238 ASTM D - 3080 MTC E-1232-2000

PROYECTO : ESTUDIO GEOLÓGICO E INVESTIGACIÓN GEOTÉCNICA DE CAMPO PARA LA AMPLIACIÓN DEL ÁREA 2 DEL PAD DE LIXIVIACIÓN - CUAJONE
 SOLICITADO : SOUTHERN PERU REALIZADO POR : GEOTECNIA E HIDRÁULICA CIVIL S.A.C
 UBICACIÓN : CANTERA DEL PAD REVISADO POR : ALBERTO R. DIAZ RÍOS
 FECHA : ABRIL - 2019 APROBADO POR : CRHYSTIAN A. CÁCERES DOMINGUEZ
 CANTERA : CAN - PAD 1 MUESTRA : M - 1 PROFUNDIDAD : 0.00 - 1.00

Deformación Unitaria (%)	0.5	1	2	Alfa 12	Alfa 23	Alfa 13	Prom 123	Prom 12
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0
0.05	0.05	0.07	0.08	1.70	1.22	1.46	1.46	1.5
0.10	0.07	0.09	0.11	3.16	1.46	2.31	2.31	2.3
0.15	0.08	0.11	0.14	3.16	2.92	3.04	3.04	3.0
0.25	0.10	0.14	0.21	4.13	7.97	6.06	6.06	6.0
0.35	0.11	0.15	0.27	4.85	12.91	8.92	8.89	8.9
0.50	0.12	0.18	0.31	6.06	15.42	10.81	10.76	10.7
0.75	0.14	0.20	0.35	7.02	16.55	11.86	11.81	11.8
1.00	0.15	0.22	0.37	8.45	16.77	12.68	12.63	12.6
1.25	0.15	0.23	0.39	9.16	17.44	13.37	13.32	13.3
1.50	0.15	0.24	0.40	9.63	17.88	13.83	13.78	13.8
1.75	0.16	0.25	0.41	11.05	17.66	14.40	14.37	14.4
2.00	0.16	0.26	0.43	11.28	18.75	15.08	15.04	15.0
2.25	0.16	0.27	0.45	12.21	19.19	15.76	15.72	15.7
2.50	0.17	0.28	0.46	12.68	20.06	16.43	16.39	16.4
2.75	0.17	0.29	0.48	13.83	20.91	17.44	17.39	17.4
3.00	0.17	0.30	0.49	14.29	20.89	17.55	17.51	17.5
3.25	0.18	0.30	0.52	13.60	23.20	18.54	18.45	18.4
3.50	0.18	0.31	0.52	14.51	23.00	18.86	18.79	18.8
3.75	0.18	0.31	0.54	14.51	24.42	19.82	19.52	19.5
4.00	0.19	0.32	0.54	14.97	24.02	19.62	19.54	19.5
4.25	0.19	0.32	0.55	15.42	24.02	19.84	19.76	19.7
4.50	0.19	0.33	0.55	15.65	23.82	19.84	19.77	19.7
4.75	0.19	0.34	0.55	16.55	23.81	20.16	20.11	20.1
5.00	0.19	0.34	0.56	17.21	23.82	20.59	20.54	20.5
5.50	0.19	0.35	0.58	17.44	24.42	21.01	20.96	20.9
6.00	0.19	0.35	0.58	17.88	24.63	21.33	21.28	21.3
6.50	0.19	0.36	0.59	18.75	24.02	21.43	21.40	21.4
7.00	0.20	0.37	0.59	19.41	23.81	21.64	21.52	21.5
8.00	0.20	0.38	0.60	19.84	23.82	21.85	21.84	21.8
9.00	0.20	0.38	0.60	20.27	23.81	21.96	21.95	21.9
10.00	0.20	0.39	0.61	20.48	24.22	22.38	22.36	22.4
11.00	0.20	0.39	0.64	20.48	26.21	23.41	23.37	23.3
12.00	0.21	0.39	0.65	20.48	27.18	23.92	23.86	23.8
13.00	0.21	0.39	0.65	20.48	27.95	24.32	24.25	24.2
14.00	0.21	0.39	0.65	20.27	27.95	24.22	24.14	24.1
15.00	0.21	0.40	0.66	21.33	26.99	24.22	24.18	24.2



OBSERVACIONES

Alberto R. Diaz Rios
 ALBERTO R. DIAZ RÍOS
 JEFE DE PROYECTO

GEOHIDRAC
 GEOTECNIA E HIDRÁULICA CIVIL S.A.C.
 Consultores y Ejecutores de Proyectos

Crhystian A. Cáceres Domínguez
 CRHYSTIAN A. CÁCERES DOMINGUEZ
 GERENTE GENERAL

GEOHIDRAC
 GEOTECNIA E HIDRÁULICA CIVIL S.A.C.
 Consultores y Ejecutores de Proyectos

AASHTO T-236 ASTM D - 3080 MTC E-1232-2000

PROYECTO : ESTUDIO GEOLÓGICO E INVESTIGACIÓN GEOTÉCNICA DE CAMPO PARA LA AMPLIACIÓN DEL ÁREA 2 DEL PAD DE LIXIVIACIÓN - CUAJONE
SOLICITADO : SOUTHERN PERU **REALIZADO POR :** GEOTECNIA E HIDRÁULICA CIVIL S.A.C
UBICACIÓN : CANTERA DEL PAD **REVISADO POR :** ALBERTO R. DIAZ RÍOS
FECHA : ABRIL - 2019 **APROBADO POR :** CRHYSTIAN A. CÁCERES DOMÍNGUEZ
CANTERA : CAN - PAD 2 **MUESTRA :** M - 1 **PROFUNDIDAD :** 0.00 - 1.00

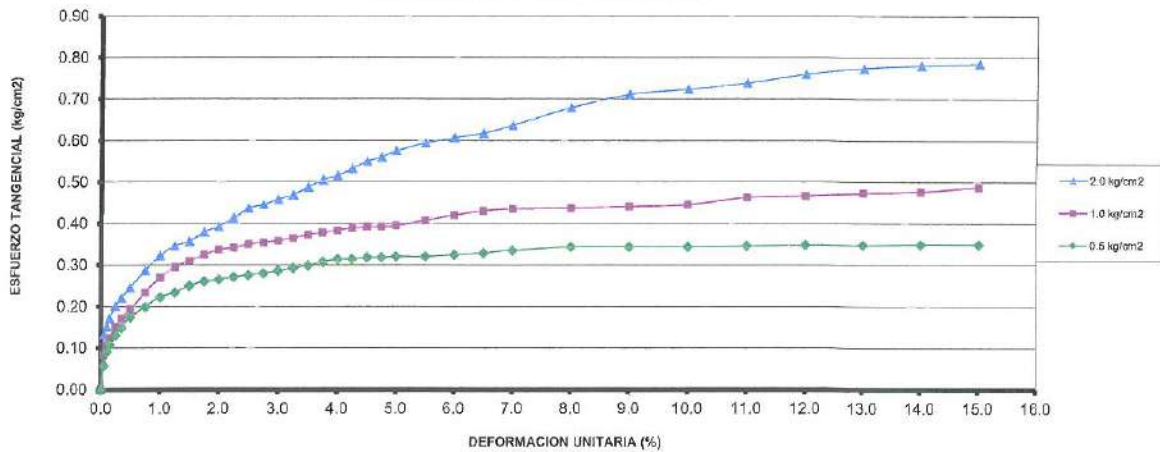
Datos del Especimen	Diámetro :	6 cm.
	Altura :	2 cm.
	Area Cortante :	28.27

Material menor del tamiz Nº 4		
$\gamma_s =$	1.30	gr/cm ³
Peso =	73.52	gr
Estado/Muestra:	ALTERADO - REMOLDEADO	
Constante Dial de carga:	0.060	

SUCS : ML Limo de baja plasticidad gravoso

Esf. Normal	0.5 Kg/cm ²			1.0 Kg/m ²			2.0 Kg/cm ²		
	Dial de Carga	Fuerza Cortante kg	Esfuerzo de Corte kg/cm ²	Dial de Carga	Fuerza Cortante kg	Esfuerzo de Corte kg/cm ²	Dial de Carga	Fuerza Cortante kg	Esfuerzo de Corte kg/cm ²
0.00	0.0	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00
0.05	27.0	1.62	0.06	39.0	2.34	0.09	62.0	3.72	0.13
0.10	43.0	2.58	0.09	50.0	3.00	0.11	71.0	4.26	0.15
0.15	51.0	3.06	0.11	59.0	3.54	0.13	81.0	4.86	0.17
0.25	62.0	3.72	0.13	71.0	4.26	0.15	96.0	5.70	0.20
0.35	70.0	4.20	0.15	81.0	4.86	0.17	104.0	6.24	0.22
0.50	82.0	4.92	0.17	91.0	5.46	0.19	116.0	6.96	0.25
0.75	94.0	5.64	0.20	110.0	6.60	0.23	135.0	8.10	0.29
1.00	105.0	6.30	0.22	127.0	7.62	0.27	152.0	9.12	0.32
1.25	110.0	6.60	0.23	139.0	8.34	0.29	163.0	9.78	0.35
1.50	118.0	7.08	0.25	146.0	8.76	0.31	168.0	10.08	0.36
1.75	123.0	7.38	0.26	153.0	9.18	0.32	179.0	10.74	0.38
2.00	125.0	7.50	0.27	159.0	9.54	0.34	185.0	11.10	0.39
2.25	128.0	7.68	0.27	161.0	9.66	0.34	195.0	11.70	0.41
2.50	130.0	7.80	0.28	165.0	9.90	0.35	206.0	12.36	0.44
2.75	132.0	7.92	0.28	167.0	10.02	0.35	210.0	12.60	0.45
3.00	135.0	8.10	0.29	169.0	10.14	0.36	216.0	12.96	0.46
3.25	138.0	8.28	0.29	172.0	10.32	0.36	221.0	13.26	0.47
3.50	141.0	8.46	0.30	176.0	10.56	0.37	230.0	13.80	0.49
3.75	145.0	8.70	0.31	178.0	10.68	0.38	238.0	14.28	0.51
4.00	148.0	8.88	0.31	181.0	10.86	0.38	243.0	14.58	0.52
4.25	148.0	8.88	0.31	183.0	10.98	0.39	251.0	15.06	0.53
4.50	150.0	9.00	0.32	185.0	11.10	0.39	259.0	15.54	0.55
4.75	150.0	9.00	0.32	185.0	11.10	0.39	264.0	15.84	0.56
5.00	151.0	9.06	0.32	186.0	11.16	0.39	271.0	16.26	0.58
5.50	151.0	9.06	0.32	192.0	11.52	0.41	280.0	16.80	0.59
6.00	153.0	9.18	0.32	198.0	11.88	0.42	286.0	17.16	0.61
6.50	155.0	9.30	0.33	203.0	12.18	0.43	291.0	17.46	0.62
7.00	158.0	9.48	0.34	205.0	12.30	0.44	300.0	18.00	0.64
8.00	162.0	9.72	0.34	206.0	12.36	0.44	320.0	19.20	0.68
9.00	162.0	9.72	0.34	208.0	12.48	0.44	335.0	20.10	0.71
10.00	162.0	9.72	0.34	210.0	12.60	0.45	341.0	20.46	0.72
11.00	163.0	9.78	0.35	218.0	13.08	0.46	348.0	20.88	0.74
12.00	164.0	9.84	0.35	220.0	13.20	0.47	358.0	21.48	0.76
13.00	164.0	9.84	0.35	223.0	13.36	0.47	365.0	21.90	0.77
14.00	165.0	9.90	0.35	225.0	13.50	0.48	369.0	22.08	0.78
15.00	165.0	9.90	0.35	230.0	13.80	0.49	370.0	22.20	0.79

ENSAYO DE CORTE DIRECTO



OBSERVACIONES


ALBERTO R. DIAZ RÍOS
 Jefe de Proyecto

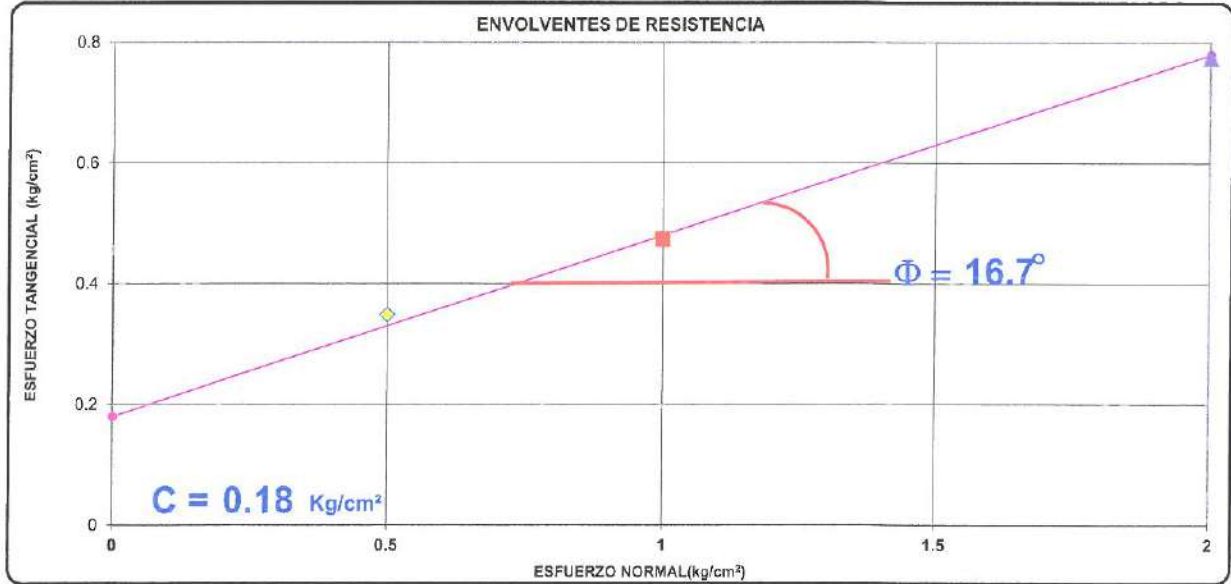

Crhystian Alexander Cáceres Domínguez
 GERENTE GENERAL

GEOHIDRAC
 GEOTECNIA E HIDRÁULICA CIVIL S.A.C.
 Consultores y Ejecutores de Proyectos

AASHTO T-236 ASTM D - 3080 MTC E-1232-2000

PROYECTO : ESTUDIO GEOLÓGICO E INVESTIGACIÓN GEOTÉCNICA DE CAMPO PARA LA AMPLIACIÓN DEL ÁREA 2 DEL PAD DE LIXIVIACIÓN - CUAJONE
 SOLICITADO : SOUTHERN PERU REALIZADO POR : GEOTECNIA E HIDRÁULICA CIVIL S.A.C
 UBICACIÓN : CANTERA DEL PAD REVISADO POR : ALBERTO R. DIAZ RÍOS
 FECHA : ABRIL - 2019 APROBADO POR : CRHYSTIAN A. CÁCERES DOMINGUEZ
 CANTERA : CAN - PAD 2 MUESTRA : M - 1 PROFUNDIDAD : 0.00 - 1.00

Deformación Unitaria (%)	0.5	1	2	Alfa 12	Alfa 23	Alfa 13	Prom 123	Prom 12
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0
0.05	0.06	0.08	0.13	2.92	5.58	4.25	4.25	4.2
0.10	0.09	0.11	0.15	1.70	5.09	3.40	3.40	3.4
0.15	0.11	0.13	0.17	1.94	5.33	3.64	3.64	3.6
0.25	0.13	0.15	0.20	2.19	5.82	4.01	4.00	4.0
0.35	0.15	0.17	0.22	2.67	5.58	4.13	4.12	4.1
0.50	0.17	0.19	0.25	2.19	6.06	4.13	4.12	4.1
0.75	0.20	0.23	0.29	3.88	6.06	4.97	4.97	5.0
1.00	0.22	0.27	0.32	5.33	6.06	5.70	5.70	5.7
1.25	0.23	0.29	0.35	7.02	5.82	6.42	6.42	6.4
1.50	0.25	0.31	0.36	6.78	5.33	6.06	6.06	6.1
1.75	0.26	0.32	0.38	7.28	6.30	6.78	6.78	6.8
2.00	0.27	0.34	0.39	8.21	6.30	7.25	7.25	7.3
2.25	0.27	0.34	0.41	7.97	8.21	8.09	8.09	8.1
2.50	0.28	0.35	0.44	8.45	9.87	9.16	9.16	9.2
2.75	0.28	0.35	0.45	8.45	10.34	9.40	9.40	9.4
3.00	0.29	0.36	0.46	8.21	11.28	9.75	9.75	9.7
3.25	0.29	0.36	0.47	8.21	11.75	9.99	9.99	10.0
3.50	0.30	0.37	0.49	8.45	12.91	10.70	10.88	10.7
3.75	0.31	0.38	0.51	7.97	14.29	11.16	11.14	11.1
4.00	0.31	0.38	0.52	7.97	14.74	11.40	11.37	11.4
4.25	0.31	0.39	0.53	8.45	16.10	12.33	12.29	12.3
4.50	0.32	0.39	0.55	8.45	17.44	13.02	12.97	12.9
4.75	0.32	0.39	0.56	8.45	18.54	13.60	13.53	13.5
5.00	0.32	0.39	0.58	8.45	19.84	14.29	14.19	14.1
5.50	0.32	0.41	0.59	9.87	20.48	15.31	15.22	15.2
6.00	0.32	0.42	0.61	10.81	20.48	15.76	15.68	15.6
6.50	0.33	0.43	0.62	11.51	20.48	16.10	16.03	16.0
7.00	0.34	0.44	0.64	11.28	21.96	16.77	16.67	16.6
8.00	0.34	0.44	0.68	10.58	25.82	18.54	18.31	18.2
9.00	0.34	0.44	0.71	11.05	28.32	20.16	19.84	19.7
10.00	0.34	0.45	0.72	11.51	29.07	20.90	20.46	20.3
11.00	0.35	0.46	0.74	13.14	28.89	21.43	21.15	21.0
12.00	0.35	0.47	0.76	13.37	30.36	22.38	22.03	21.9
13.00	0.35	0.47	0.77	14.06	31.08	23.10	22.74	22.6
14.00	0.35	0.48	0.78	14.29	31.25	23.31	22.95	22.8
15.00	0.35	0.49	0.79	15.42	30.72	23.51	23.22	23.1



OBSERVACIONES

Alberto R. Diaz Rios
 ALBERTO R. DIAZ RÍOS
 JEFE DE PROYECTO

GEOHIDRAC
 GEOTECNIA E HIDRÁULICA CIVIL S.A.C.
 Consultores y Ejecutores de Proyectos

Crhystian A. Cáceres Domínguez
 CRHYSTIAN A. CÁCERES DOMINGUEZ
 GERENTE GENERAL

GEOHIDRAC
 GEOTECNIA E HIDRÁULICA CIVIL S.A.C.
 Consultores y Ejecutores de Proyectos

AASHTO T-236 ASTM D - 3080 MTC E-1232-2000

PROYECTO : ESTUDIO GEOLÓGICO E INVESTIGACIÓN GEOTÉCNICA DE CAMPO PARA LA AMPLIACIÓN DEL ÁREA 2 DEL PAD DE LIXIVIACIÓN - CUAJONE
 SOLICITADO : SOUTHERN PERU REALIZADO POR : GEOTECNIA E HIDRÁULICA CIVIL S.A.C
 UBICACIÓN : PAD DE LIXIVIACIÓN REVISADO POR : ALBERTO R. DIAZ RÍOS
 FECHA : ABRIL - 2019 APROBADO POR : CRHYSTIAN A. CÁCERES DOMINGUEZ
 CANTERA : MIN - CH 1 MUESTRA : M - 1 PROFUNDIDAD : 0.00 - 1.00

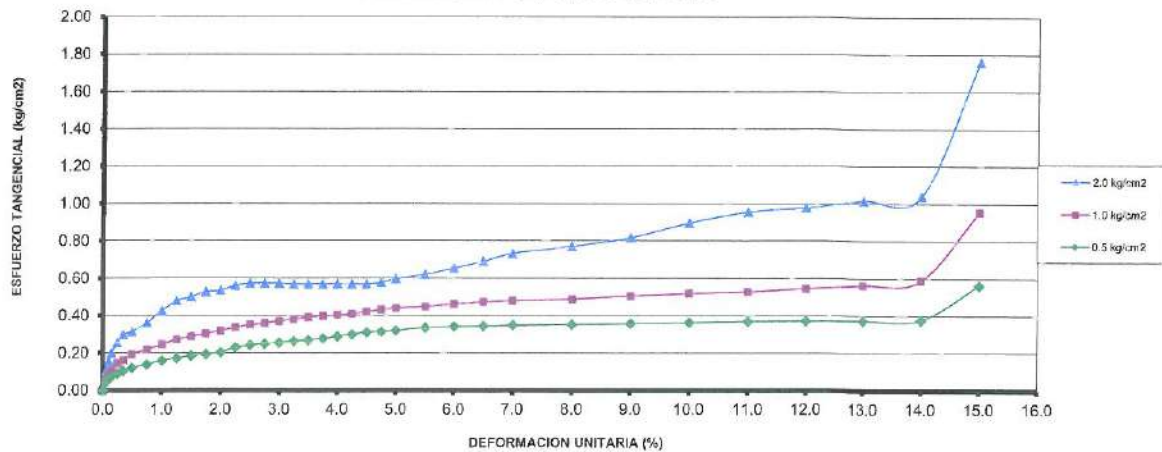
Datos del Especimen	Diámetro :	6 cm.
	Altura :	2 cm.
	Area Contac.:	28.27

Material menor del tamiz N° 4		
$\gamma_s =$	1.62	gr/cm ³
Peso =	91.61	gr
Estado/Muestra:	ALTERADO - REMOLDEADO	
Constante Dial de carga:	0.060	

SUCS : GC Grava arcillosa con arena

Esf. Normal	0.5 Kg/cm ²			1.0 Kg/m ²			2.0 Kg/cm ²			
	Deformación Tangencial %	Dial de Carga	Fuerza Cortante kg	Esfuerzo de Corte kg/cm ²	Dial de Carga	Fuerza Cortante kg	Esfuerzo de Corte kg/cm ²	Dial de Carga	Fuerza Cortante kg	Esfuerzo de Corte kg/cm ²
0.00	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00
0.05	21.0	1.26	0.04	25.0	1.50	0.05	48.0	2.88	0.10	0.10
0.10	28.0	1.68	0.06	38.0	2.28	0.08	72.0	4.32	0.15	0.15
0.15	35.0	2.10	0.07	49.0	2.94	0.10	93.0	5.58	0.20	0.20
0.25	42.0	2.52	0.09	68.0	4.08	0.14	120.0	7.20	0.25	0.25
0.35	49.0	2.94	0.10	76.0	4.56	0.16	140.0	8.40	0.30	0.30
0.50	56.0	3.36	0.12	90.0	5.40	0.19	148.0	8.88	0.31	0.31
0.75	65.0	3.90	0.14	103.0	6.16	0.22	170.0	10.20	0.36	0.36
1.00	74.0	4.44	0.16	115.0	6.90	0.24	200.0	12.00	0.42	0.42
1.25	81.0	4.86	0.17	128.0	7.68	0.27	225.0	13.50	0.48	0.48
1.50	86.0	5.16	0.18	135.0	8.10	0.29	235.0	14.10	0.50	0.50
1.75	91.0	5.46	0.19	143.0	8.58	0.30	248.0	14.88	0.53	0.53
2.00	96.0	5.76	0.20	159.0	9.00	0.32	252.0	15.12	0.53	0.53
2.25	108.0	6.48	0.23	159.0	9.54	0.34	264.0	15.84	0.56	0.56
2.50	114.0	6.84	0.24	165.0	9.90	0.35	270.0	16.20	0.57	0.57
2.75	118.0	7.08	0.25	170.0	10.20	0.36	270.0	16.20	0.57	0.57
3.00	120.0	7.20	0.25	174.0	10.44	0.37	270.0	16.20	0.57	0.57
3.25	124.0	7.44	0.26	179.0	10.74	0.38	268.0	16.08	0.57	0.57
3.50	126.0	7.56	0.27	184.0	11.04	0.39	268.0	16.08	0.57	0.57
3.75	130.0	7.80	0.28	187.0	11.22	0.40	268.0	16.08	0.57	0.57
4.00	136.0	8.16	0.29	190.0	11.40	0.40	268.0	16.08	0.57	0.57
4.25	141.0	8.46	0.30	193.0	11.58	0.41	268.0	16.08	0.57	0.57
4.50	146.0	8.76	0.31	198.0	11.88	0.42	268.0	16.08	0.57	0.57
4.75	148.0	8.88	0.31	203.0	12.18	0.43	272.0	16.32	0.58	0.58
5.00	151.0	9.06	0.32	207.0	12.42	0.44	281.0	16.86	0.60	0.60
5.50	158.0	9.48	0.34	211.0	12.66	0.45	292.0	17.52	0.62	0.62
6.00	161.0	9.66	0.34	218.0	13.08	0.46	308.0	18.48	0.65	0.65
6.50	162.0	9.72	0.34	223.0	13.38	0.47	325.0	19.50	0.69	0.69
7.00	164.0	9.84	0.35	226.0	13.56	0.48	345.0	20.70	0.73	0.73
8.00	165.0	9.96	0.35	230.0	13.80	0.49	353.0	21.78	0.77	0.77
9.00	168.0	10.08	0.36	238.0	14.28	0.51	385.0	23.10	0.82	0.82
10.00	171.0	10.26	0.36	244.0	14.64	0.52	422.0	25.32	0.90	0.90
11.00	174.0	10.44	0.37	249.0	14.94	0.53	450.0	27.00	0.95	0.95
12.00	175.0	10.50	0.37	257.0	15.42	0.55	481.0	27.66	0.98	0.98
13.00	176.0	10.56	0.37	265.0	15.90	0.56	479.0	28.74	1.02	1.02
14.00	178.0	10.68	0.38	277.0	16.62	0.59	490.0	29.40	1.04	1.04
15.00	265.0	15.90	0.56	450.0	27.00	0.95	830.0	49.80	1.76	1.76

ENSAYO DE CORTE DIRECTO



OBSERVACIONES


 ING. ALBERTO R. DIAZ RÍOS
 ALBERTO R. DIAZ RÍOS
 JEFE DE PROYECTO
 GEOTECNIA E HIDRÁULICA CIVIL S.A.C.
 Consultores y Ejecutores de Proyectos


 Crhystian Alexander Cáceres Domínguez
 GERENTE GENERAL
 CRHYSTIAN A. CÁCERES DOMINGUEZ
 GERENTE GENERAL
 GEOTECNIA E HIDRÁULICA CIVIL S.A.C.
 Consultores y Ejecutores de Proyectos

170

011 3178557

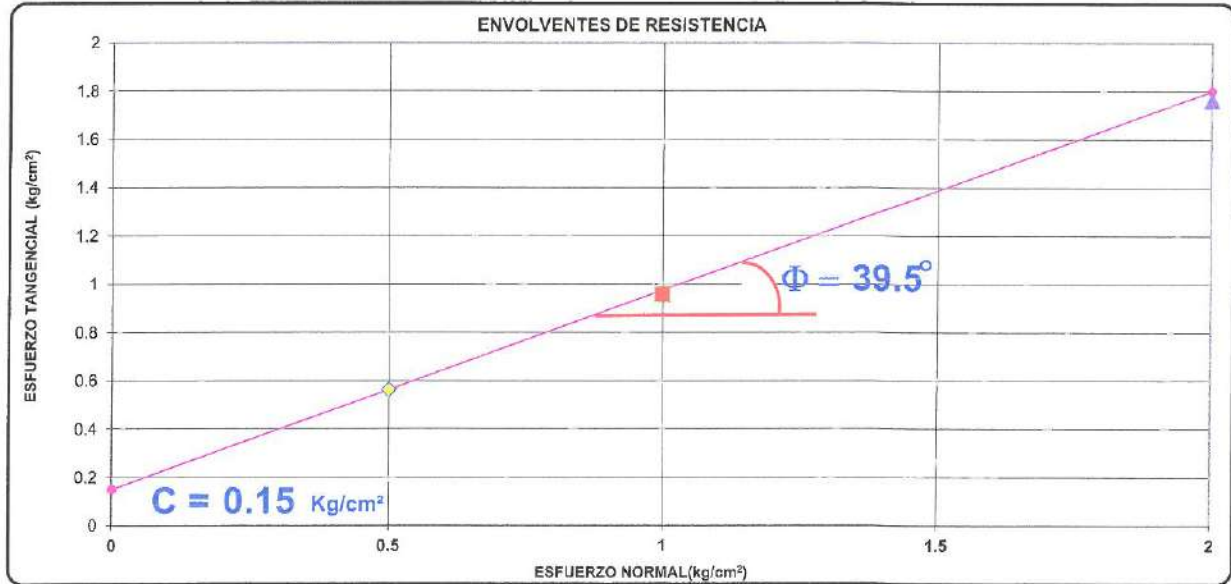
www.geohidrac.com

Ax. Pérez Salmerón M2 - G. L1 - 11. Urb. 2 de Julio, Callao

AASHTO T-236 ASTM D - 3080 MTC E-1232-2000

PROYECTO : ESTUDIO GEOLÓGICO E INVESTIGACIÓN GEOTÉCNICA DE CAMPO PARA LA AMPLIACIÓN DEL ÁREA 2 DEL PAD DE LIXIVIACIÓN - CUAJONE
 SOLICITADO : SOUTHERN PERU REALIZADO POR : GEOTECNIA E HIDRÁULICA CIVIL S.A.C
 UBICACIÓN : PAD DE LIXIVIACIÓN REVISADO POR : ALBERTO R. DIAZ RÍOS
 FECHA : ABRIL - 2019 APROBADO POR : CRHYSTIAN A. CÁCERES DOMINGUEZ
 CANTERA : MIN - CH 1 MUESTRA : M - 1 PROFUNDIDAD : 0.00 - 1.00

Deformación Unitaria (%)	0.5	1	2	Alfa 12	Alfa 23	Alfa 13	Prom 123	Prom 12
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0
0.05	0.04	0.05	0.10	0.97	5.58	3.28	3.28	3.3
0.10	0.06	0.08	0.15	2.43	8.21	5.33	5.33	5.3
0.15	0.07	0.10	0.20	3.40	10.58	7.02	7.00	7.0
0.25	0.09	0.14	0.25	6.30	12.45	9.40	9.38	9.4
0.35	0.10	0.16	0.30	6.54	15.20	10.93	10.89	10.9
0.50	0.12	0.19	0.31	8.21	13.83	11.05	11.03	11.0
0.75	0.14	0.22	0.36	9.16	15.87	12.56	12.53	12.5
1.00	0.16	0.24	0.42	9.87	19.84	14.97	14.89	14.9
1.25	0.17	0.27	0.48	11.28	22.38	16.99	16.88	16.8
1.50	0.18	0.29	0.50	11.76	23.00	17.55	17.43	17.4
1.75	0.19	0.30	0.53	12.45	24.02	18.43	18.30	18.2
2.00	0.20	0.32	0.53	12.91	23.41	18.32	18.21	18.2
2.25	0.23	0.34	0.56	12.21	24.02	18.32	18.18	18.1
2.50	0.24	0.35	0.57	12.21	24.02	18.32	18.18	18.1
2.75	0.25	0.38	0.57	12.45	23.00	17.88	17.77	17.7
3.00	0.25	0.37	0.57	12.91	22.17	17.66	17.58	17.5
3.25	0.26	0.38	0.57	13.14	20.69	16.99	16.94	16.9
3.50	0.27	0.39	0.57	13.83	19.62	16.77	16.74	16.7
3.75	0.28	0.40	0.57	13.60	18.97	16.32	16.30	16.3
4.00	0.29	0.40	0.57	12.91	18.32	15.65	15.62	15.6
4.25	0.30	0.41	0.57	12.45	17.66	15.08	15.08	15.1
4.50	0.31	0.42	0.57	12.45	16.55	14.51	14.50	14.5
4.75	0.31	0.43	0.58	13.14	16.32	14.74	14.73	14.7
5.00	0.32	0.44	0.60	13.37	17.44	15.42	15.41	15.4
5.50	0.34	0.45	0.62	12.68	18.97	15.67	15.84	15.8
6.00	0.34	0.45	0.65	13.60	20.91	17.32	17.28	17.3
6.50	0.34	0.47	0.69	14.51	23.41	19.08	19.00	19.0
7.00	0.35	0.48	0.73	14.74	26.80	21.01	20.85	20.8
8.00	0.35	0.49	0.77	15.20	29.44	22.69	22.44	22.3
9.00	0.36	0.51	0.82	16.55	31.96	24.73	24.41	24.3
10.00	0.38	0.52	0.90	17.21	37.07	28.04	27.44	27.1
11.00	0.37	0.53	0.95	17.66	40.47	30.36	29.49	29.1
12.00	0.37	0.55	0.98	19.19	40.59	31.25	30.44	30.0
13.00	0.37	0.56	1.02	20.69	42.25	32.74	31.89	31.5
14.00	0.38	0.59	1.04	22.79	42.11	33.51	32.80	32.5
15.00	0.58	0.95	1.76	38.14	58.20	50.17	48.84	48.2



OBSERVACIONES

Alberto R. Diaz Rios
 ING. ALBERTO R. DIAZ RÍOS
 ALBERTO R. DIAZ RÍOS
 JEFE DE PROYECTO

Christian Alexander Cáceres Domínguez
 Christian Alexander Cáceres Domínguez
 GERENTE GENERAL
 CRHYSTIAN A. CÁCERES DOMINGUEZ
 GERENTE GENERAL

AASHTO T-236 ASTM D - 3080 MTC E-1232-2000

PROYECTO : ESTUDIO GEOLÓGICO E INVESTIGACIÓN GEOTÉCNICA DE CAMPO PARA LA AMPLIACIÓN DEL ÁREA 2 DEL PAD DE LIXIVIACIÓN - CUAJONE
 SOLICITADO : SOUTHERN PERU REALIZADO POR : GEOTECNIA E HIDRÁULICA CIVIL S.A.C
 UBICACIÓN : CANTERA DEL PAD REVISADO POR : ALBERTO R. DIAZ RÍOS
 FECHA : ABRIL - 2019 APROBADO POR : CRHYSTIAN A. CÁCERES DOMÍNGUEZ
 CANTERA : CAN - PAD TR MUESTRA : M - 1 PROFUNDIDAD : 0.00 - 1.00

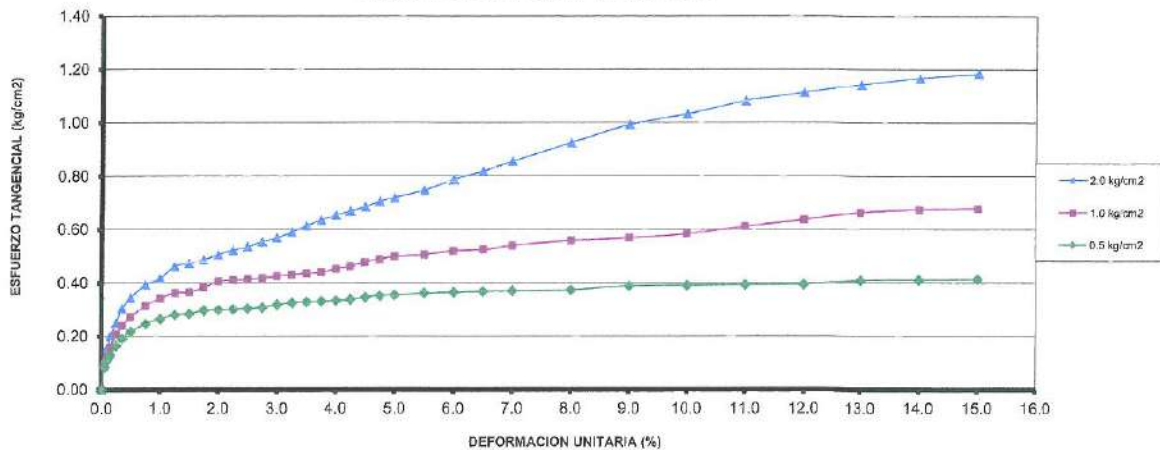
Datos del Especimen	Diámetro :	6 cm.
	Altura :	2 cm.
	Area Contac.:	28.27

Material menor del tamiz N° 4		
$\gamma_d =$	1.59	gr/cm3
Peso =	89.91	gr
Estado/Muestra:	ALTERADO - REMOLDEADO	
Constante Dial de carga:	0.060	

SUCS : SW - SC Arena bien graduada con arcilla

Esf. Normal	0.5 Kg/cm2			1.0 Kg/m2			2.0 Kg/cm2		
	Dial de Carga	Fuerza Cortante kg	Esfuerzo de Corte kg/cm2	Dial de Carga	Fuerza Cortante kg	Esfuerzo de Corte kg/cm2	Dial de Carga	Fuerza Cortante kg	Esfuerzo de Corte kg/cm2
0.00	0.0	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00
0.05	40.0	2.40	0.08	41.0	2.46	0.09	54.0	3.24	0.11
0.10	52.0	3.12	0.11	59.0	3.54	0.13	76.0	4.56	0.16
0.15	61.0	3.66	0.13	76.0	4.56	0.16	95.0	5.70	0.20
0.25	78.0	4.68	0.17	98.0	5.88	0.21	118.0	7.08	0.25
0.35	90.0	5.40	0.19	113.0	6.78	0.24	143.0	8.58	0.30
0.50	103.0	6.18	0.22	129.0	7.74	0.27	162.0	9.72	0.34
0.75	116.0	6.96	0.25	148.0	8.88	0.31	185.0	11.10	0.39
1.00	125.0	7.50	0.27	161.0	9.66	0.34	196.0	11.76	0.42
1.25	132.0	7.92	0.28	171.0	10.26	0.36	218.0	13.08	0.46
1.50	134.0	8.04	0.28	172.0	10.32	0.36	222.0	13.32	0.47
1.75	140.0	8.40	0.30	180.0	10.80	0.38	229.0	13.74	0.49
2.00	141.0	8.46	0.30	191.0	11.46	0.41	238.0	14.28	0.51
2.25	142.0	8.52	0.30	193.0	11.58	0.41	246.0	14.76	0.52
2.50	143.0	8.58	0.30	195.0	11.70	0.41	252.0	15.12	0.53
2.75	145.0	8.70	0.31	197.0	11.82	0.42	261.0	15.66	0.55
3.00	150.0	9.00	0.32	200.0	12.00	0.42	268.0	16.08	0.57
3.25	153.0	9.18	0.32	203.0	12.18	0.43	278.0	16.68	0.59
3.50	155.0	9.30	0.33	205.0	12.30	0.44	289.0	17.34	0.61
3.75	158.0	9.36	0.33	207.0	12.42	0.44	299.0	17.94	0.63
4.00	157.0	9.42	0.33	213.0	12.78	0.46	308.0	18.48	0.65
4.25	159.0	9.54	0.34	218.0	13.08	0.46	315.0	18.90	0.67
4.50	163.0	9.78	0.35	225.0	13.50	0.48	323.0	19.38	0.69
4.75	166.0	9.96	0.35	230.0	13.80	0.49	332.0	19.92	0.70
5.00	167.0	10.02	0.35	235.0	14.10	0.50	339.0	20.34	0.72
5.50	170.0	10.20	0.36	238.0	14.28	0.51	352.0	21.12	0.75
6.00	172.0	10.32	0.36	245.0	14.70	0.52	371.0	22.26	0.79
6.50	173.0	10.38	0.37	247.0	14.82	0.52	386.0	23.16	0.82
7.00	174.0	10.44	0.37	254.0	15.24	0.54	403.0	24.18	0.86
8.00	176.0	10.56	0.37	263.0	15.78	0.56	436.0	26.16	0.93
9.00	183.0	10.98	0.39	268.0	16.08	0.57	468.0	28.08	0.99
10.00	184.0	11.04	0.39	275.0	16.50	0.58	487.0	29.22	1.03
11.00	185.0	11.10	0.39	288.0	17.28	0.61	510.0	30.60	1.08
12.00	186.0	11.16	0.39	300.0	18.00	0.64	525.0	31.50	1.11
13.00	193.0	11.58	0.41	313.0	18.78	0.65	539.0	32.34	1.14
14.00	194.0	11.64	0.41	318.0	19.08	0.67	560.0	33.00	1.17
15.00	195.0	11.70	0.41	320.0	19.20	0.68	558.0	33.48	1.18

ENSAYO DE CORTE DIRECTO



OBSERVACIONES

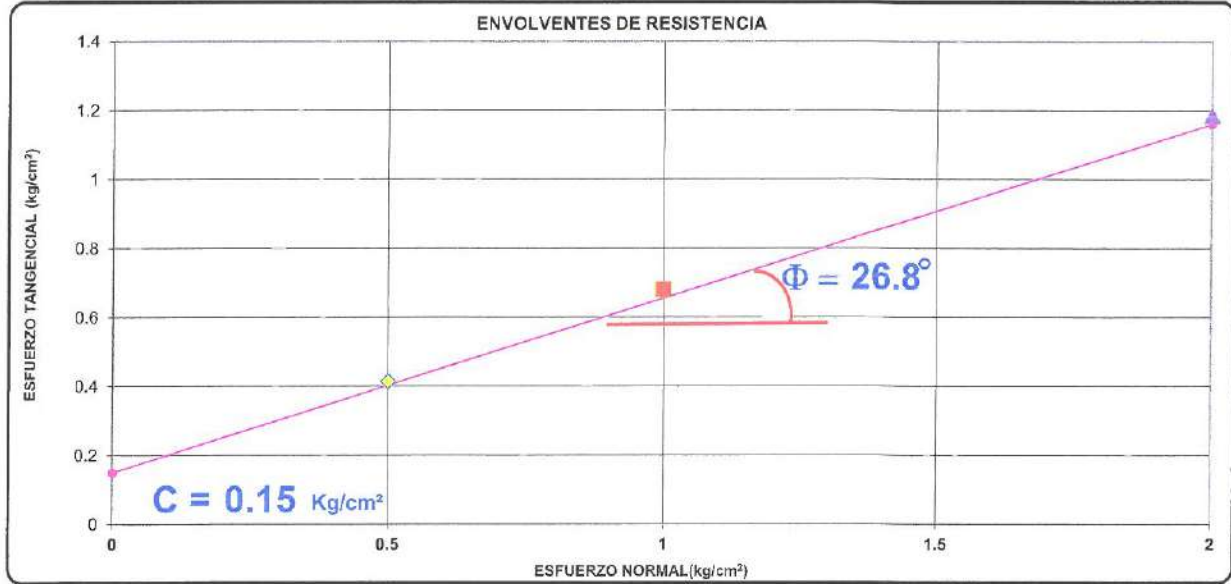
Alberto R. Diaz Rios
 ING. ALBERTO R. DIAZ RÍOS
 JEFE DE PROYECTO

Christian Alexander Cáceres Domínguez
 CRHYSTIAN A. CÁCERES DOMÍNGUEZ
 GERENTE GENERAL

AASHTO T-236 ASTM D - 3080 MTC E-1232-2000

PROYECTO : ESTUDIO GEOLÓGICO E INVESTIGACIÓN GEOTÉCNICA DE CAMPO PARA LA AMPLIACIÓN DEL ÁREA 2 DEL PAD DE LIXIVIACIÓN - CUAJONE
 SOLICITADO : SOUTHERN PERU REALIZADO POR : GEOTECNIA E HIDRÁULICA CIVIL S.A.C
 UBICACIÓN : CANTERA DEL PAD REVISADO POR : ALBERTO R. DIAZ RÍOS
 FECHA : ABRIL - 2019 APROBADO POR : CRHYSTIAN A. CÁCERES DOMÍNGUEZ
 CANTERA : CAN - PAD TR MUESTRA : M - 1 PROFUNDIDAD : 0.00 - 1.00

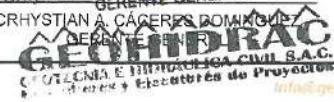
Deformación Unitaria (%)	0.5	1	2	Alfa 12	Alfa 23	Alfa 13	Prom 123	Prom 12
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0
0.05	0.08	0.09	0.11	0.24	3.16	1.70	1.70	1.7
0.10	0.11	0.13	0.16	1.70	4.13	2.92	2.91	2.9
0.15	0.13	0.16	0.20	3.64	4.81	4.13	4.13	4.1
0.25	0.17	0.21	0.25	4.85	4.85	4.85	4.85	4.9
0.35	0.19	0.24	0.30	5.58	7.26	6.42	6.42	6.4
0.50	0.22	0.27	0.34	6.30	7.97	7.14	7.14	7.1
0.75	0.25	0.31	0.39	7.73	8.92	8.33	8.33	8.3
1.00	0.27	0.34	0.42	8.69	8.45	8.57	8.57	8.6
1.25	0.28	0.36	0.46	9.40	11.28	10.34	10.34	10.3
1.50	0.28	0.36	0.47	9.18	11.98	10.58	10.57	10.6
1.75	0.30	0.36	0.49	9.63	11.75	10.70	10.69	10.7
2.00	0.30	0.41	0.51	11.98	11.28	11.63	11.63	11.6
2.25	0.30	0.41	0.52	12.21	12.68	12.45	12.45	12.4
2.50	0.30	0.41	0.53	12.45	13.60	13.02	13.02	13.0
2.75	0.31	0.42	0.55	12.45	15.20	13.83	13.82	13.8
3.00	0.32	0.42	0.57	11.98	16.10	14.06	14.05	14.0
3.25	0.32	0.43	0.59	11.98	17.66	14.88	14.83	14.8
3.50	0.33	0.44	0.61	11.98	19.62	15.87	15.83	15.8
3.75	0.33	0.44	0.63	12.21	21.33	16.88	16.81	16.8
4.00	0.33	0.45	0.65	13.37	21.96	17.77	17.70	17.7
4.25	0.34	0.46	0.67	14.06	22.38	18.32	18.25	18.2
4.50	0.35	0.48	0.69	14.74	22.58	18.75	18.69	18.7
4.75	0.35	0.49	0.70	15.20	23.41	19.41	19.34	19.3
5.00	0.35	0.50	0.72	16.10	23.62	20.05	19.99	20.0
5.50	0.36	0.51	0.75	16.10	25.82	21.12	21.01	21.0
6.00	0.36	0.52	0.79	17.21	28.14	22.89	22.75	22.7
6.50	0.37	0.52	0.82	17.44	30.54	24.32	24.10	24.0
7.00	0.37	0.54	0.86	18.76	32.31	25.62	25.68	25.5
8.00	0.37	0.56	0.93	20.27	36.29	28.89	28.48	28.3
9.00	0.39	0.57	0.99	19.84	40.33	31.17	30.44	30.1
10.00	0.39	0.58	1.03	21.12	41.98	32.74	31.95	31.5
11.00	0.39	0.61	1.08	23.61	43.30	34.56	33.63	33.5
12.00	0.39	0.64	1.11	25.82	43.68	35.73	35.08	34.7
13.00	0.41	0.66	1.14	26.99	43.81	36.29	35.69	35.4
14.00	0.41	0.67	1.17	27.76	44.56	37.07	36.46	36.2
15.00	0.41	0.68	1.18	27.95	45.29	37.61	36.95	36.6



OBSERVACIONES

Alberto R. Diaz Rios
 ING. ALBERTO R. DIAZ RÍOS
 JEFE DE PROYECTO

Crhystian Alexander Cáceres Domínguez
 CRHYSTIAN A. CÁCERES DOMÍNGUEZ
 GERENTE GENERAL



AASHTO T-236 ASTM D - 3080 MTC E-1232-2000

PROYECTO : ESTUDIO GEOLÓGICO E INVESTIGACIÓN GEOTÉCNICA DE CAMPO PARA LA AMPLIACIÓN DEL ÁREA 2 DEL PAD DE LIXIVIACIÓN - CUAJONE
SOLICITADO : SOUTHERN PERU **REALIZADO POR :** GEOTECNIA E HIDRÁULICA CIVIL S.A.C
UBICACIÓN : PAD DE LIXIVIACIÓN **REVISADO POR :** ALBERTO R. DIAZ RÍOS
FECHA : ABRIL - 2019 **APROBADO POR :** CRHYSTIAN A. CÁCERES DOMÍNGUEZ
CANTERA : MIN - PAD 1 **MUESTRA :** M - 1 **PROFUNDIDAD :** 0.00 - 1.00

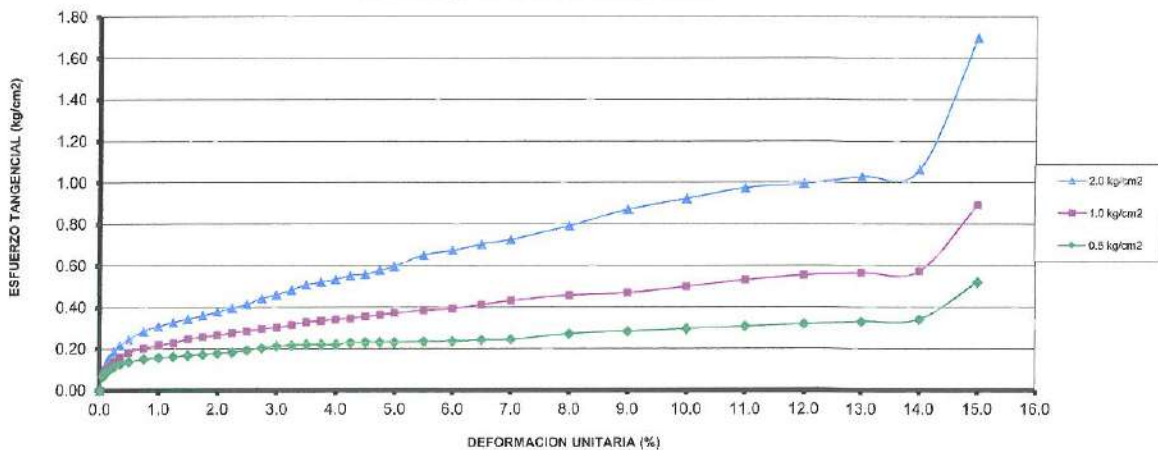
Datos del Especimen	Diametro :	6 cm.
	Altura :	2 cm.
	Area Contac.:	28.27

Material menor del tamiz Nº 4		
$\gamma_d =$	1.52	gr/cm ³
Peso =	85.96	gr
Estado/Muestra:	ALTERADO - REMOLDEADO	
Constante Dial de carga:	0.060	

SUCS : GC Grava arcillosa con arena

Esf. Normal Deformación Tangencial %	0.5 Kg/cm ²			1.0 Kg/m ²			2.0 Kg/cm ²		
	Dial de Carga	Fuerza Cortante kg	Esfuerzo de Corte kg/cm ²	Dial de Carga	Fuerza Cortante kg	Esfuerzo de Corte kg/cm ²	Dial de Carga	Fuerza Cortante kg	Esfuerzo de Corte kg/cm ²
0.00	0.0	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00
0.05	32.0	1.92	0.07	36.0	2.10	0.07	41.0	2.46	0.09
0.10	41.0	2.46	0.09	44.0	2.84	0.09	56.0	3.36	0.12
0.15	45.0	2.70	0.10	53.0	3.18	0.11	70.0	4.20	0.15
0.25	54.0	3.24	0.11	66.0	3.96	0.14	88.0	5.28	0.19
0.35	60.0	3.60	0.13	75.0	4.50	0.16	102.0	6.12	0.22
0.50	65.0	3.90	0.14	86.0	5.16	0.18	115.0	6.90	0.24
0.75	71.0	4.26	0.15	95.0	5.70	0.20	134.0	8.04	0.28
1.00	74.0	4.44	0.16	103.0	6.18	0.22	145.0	8.70	0.31
1.25	76.0	4.56	0.16	107.0	6.42	0.23	154.0	9.24	0.33
1.50	79.0	4.74	0.17	116.0	6.96	0.25	161.0	9.66	0.34
1.75	81.0	4.86	0.17	121.0	7.26	0.26	169.0	10.14	0.36
2.00	84.0	5.04	0.18	125.0	7.50	0.27	176.0	10.68	0.38
2.25	86.0	5.16	0.18	130.0	7.80	0.28	186.0	11.16	0.39
2.50	91.0	5.46	0.19	134.0	8.04	0.28	195.0	11.70	0.41
2.75	95.0	5.70	0.20	139.0	8.34	0.29	208.0	12.48	0.44
3.00	100.0	6.00	0.21	142.0	8.52	0.30	216.0	12.96	0.46
3.25	102.0	6.12	0.22	148.0	8.88	0.31	227.0	13.62	0.48
3.50	104.0	6.24	0.22	155.0	9.30	0.33	239.0	14.34	0.51
3.75	104.0	6.24	0.22	157.0	9.42	0.33	245.0	14.70	0.52
4.00	104.0	6.24	0.22	161.0	9.66	0.34	251.0	15.06	0.53
4.25	108.0	6.48	0.23	163.0	9.78	0.35	260.0	15.60	0.55
4.50	109.0	6.54	0.23	167.0	10.02	0.36	263.0	15.78	0.56
4.75	109.0	6.54	0.23	171.0	10.26	0.36	272.0	16.32	0.58
5.00	109.0	6.54	0.23	175.0	10.50	0.37	281.0	16.86	0.60
5.50	110.0	6.60	0.23	181.0	10.86	0.38	306.0	18.36	0.65
6.00	111.0	6.66	0.24	185.0	11.10	0.39	317.0	19.02	0.67
6.50	114.0	6.84	0.24	194.0	11.64	0.41	331.0	19.86	0.70
7.00	115.0	6.90	0.24	203.0	12.18	0.43	342.0	20.52	0.73
8.00	128.0	7.68	0.27	215.0	12.90	0.46	373.0	22.38	0.79
9.00	134.0	8.04	0.28	221.0	13.26	0.47	410.0	24.80	0.87
10.00	139.0	8.34	0.29	235.0	14.10	0.50	436.0	26.10	0.92
11.00	145.0	8.70	0.31	250.0	15.00	0.53	459.0	27.54	0.97
12.00	150.0	9.00	0.32	261.0	15.66	0.55	499.0	28.74	1.00
13.00	156.0	9.36	0.33	267.0	16.02	0.57	486.0	28.10	1.03
14.00	161.0	9.66	0.34	270.0	16.20	0.57	500.0	30.00	1.06
15.00	245.0	14.70	0.52	420.0	25.20	0.89	800.0	48.00	1.70

ENSAYO DE CORTE DIRECTO



OBSERVACIONES

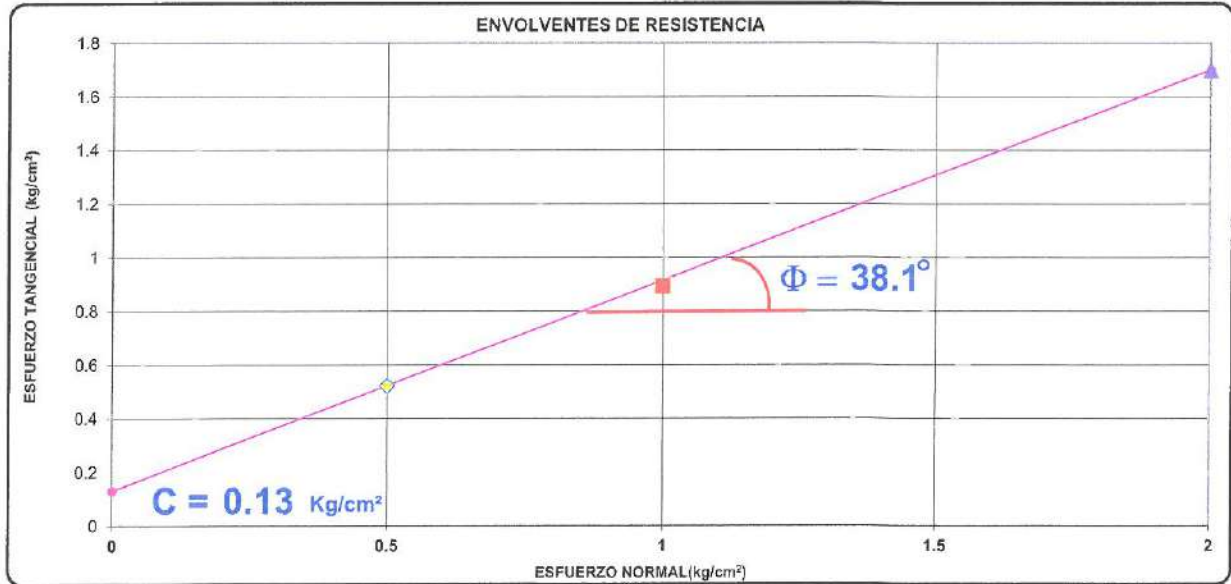

 ING. ALBERTO R. DIAZ RÍOS
 JEFE DE PROYECTO
 ALBERTO R. DIAZ RÍOS
 JEFE DE PROYECTO
 GEOTECNIA E HIDRÁULICA CIVIL S.A.C.
 Consultores y Ejecutores de Proyectos


 Crhystian Alexander Cáceres Domínguez
 GERENTE GENERAL
 CRHYSTIAN A. CÁCERES DOMÍNGUEZ
 GERENTE GENERAL
 GEOTECNIA E HIDRÁULICA CIVIL S.A.C.
 Consultores y Ejecutores de Proyectos

AASHTO T-236 ASTM D - 3080 MTC E-1232-2000

PROYECTO : ESTUDIO GEOLÓGICO E INVESTIGACIÓN GEOTÉCNICA DE CAMPO PARA LA AMPLIACIÓN DEL ÁREA 2 DEL PAD DE LIXIVIACIÓN - CUAJONE
 SOLICITADO : SOUTHERN PERU REALIZADO POR : GEOTECNIA E HIDRÁULICA CIVIL S.A.C
 UBICACIÓN : PAD DE LIXIVIACIÓN REVISADO POR : ALBERTO R. DIAZ RÍOS
 FECHA : ABRIL - 2019 APROBADO POR : CRHYSTIAN A. CÁCERES DOMINGUEZ
 CANTERA : MIN - PAD 1 MUESTRA : M - 1 PROFUNDIDAD : 0,00 - 1,00

Deformación Unitaria (%)	0.5	1	2	Alfa 12	Alfa 23	Alfa 13	Prom 123	Prom 12
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0
0.05	0.07	0.07	0.09	0.73	1.46	1.09	1.09	1.1
0.10	0.09	0.09	0.12	0.73	2.92	1.82	1.82	1.8
0.15	0.10	0.11	0.15	1.94	4.13	3.04	3.04	3.0
0.25	0.11	0.14	0.19	2.92	5.33	4.13	4.13	4.1
0.35	0.13	0.16	0.22	3.64	6.54	5.09	5.09	5.1
0.50	0.14	0.18	0.24	5.09	7.02	6.06	6.06	6.1
0.75	0.15	0.20	0.28	5.82	9.40	7.61	7.61	7.6
1.00	0.16	0.22	0.31	7.02	10.11	8.57	8.57	8.6
1.25	0.16	0.23	0.33	7.50	11.28	9.40	9.39	9.4
1.50	0.17	0.25	0.34	8.92	10.81	9.87	9.87	9.9
1.75	0.17	0.26	0.36	9.63	11.51	10.58	10.58	10.6
2.00	0.18	0.27	0.36	9.87	12.68	11.28	11.28	11.3
2.25	0.18	0.28	0.39	10.58	13.37	11.98	11.98	12.0
2.50	0.19	0.28	0.41	10.34	14.51	12.45	12.43	12.4
2.75	0.20	0.29	0.44	10.34	16.32	13.37	13.34	13.3
3.00	0.21	0.30	0.46	10.11	17.44	13.83	13.79	13.8
3.25	0.22	0.31	0.48	11.05	18.54	14.86	14.81	14.8
3.50	0.22	0.33	0.51	12.21	19.62	15.99	15.94	15.9
3.75	0.22	0.33	0.52	12.68	20.48	16.66	16.60	16.6
4.00	0.22	0.34	0.53	13.60	20.91	17.32	17.28	17.3
4.25	0.23	0.35	0.55	13.14	22.38	17.88	17.80	17.8
4.50	0.23	0.35	0.56	13.83	22.17	18.10	18.03	18.0
4.75	0.23	0.36	0.58	14.74	23.20	19.08	19.01	19.0
5.00	0.23	0.37	0.60	15.85	24.22	20.05	19.97	19.9
5.50	0.23	0.38	0.65	16.77	27.95	22.58	22.43	22.4
6.00	0.24	0.39	0.67	17.44	29.26	23.61	23.44	23.3
6.50	0.24	0.41	0.70	18.75	30.18	24.73	24.55	24.5
7.00	0.24	0.43	0.73	20.48	30.54	25.72	25.58	25.5
8.00	0.27	0.46	0.79	20.27	33.84	27.47	27.19	27.1
9.00	0.28	0.47	0.87	20.27	38.73	30.36	29.79	29.5
10.00	0.29	0.50	0.92	22.17	40.33	32.13	31.54	31.2
11.00	0.31	0.53	0.97	24.02	41.57	33.68	33.09	32.6
12.00	0.32	0.55	1.00	25.23	41.44	34.10	33.59	33.3
13.00	0.33	0.57	1.03	25.23	42.78	34.92	34.31	34.0
14.00	0.34	0.57	1.06	24.83	44.31	35.73	34.95	34.6
15.00	0.52	0.89	1.70	36.60	58.20	49.87	48.16	47.4



OBSERVACIONES

[Signature]
 INC. ALBERTO R. DIAZ RÍOS
 JEFE DE PROYECTOS
 ALBERTO R. DIAZ RÍOS
 JEFE DE PROYECTO
 GEOHIDRAC
 CONSULTORES Y EJECUTORES DE PROYECTOS

[Signature]
 Crhystian Alexander Cáceres Domínguez
 GERENTE GENERAL
 CRHYSTIAN A. CÁCERES DOMINGUEZ
 GERENTE GENERAL
 GEOHIDRAC
 CONSULTORES Y EJECUTORES DE PROYECTOS

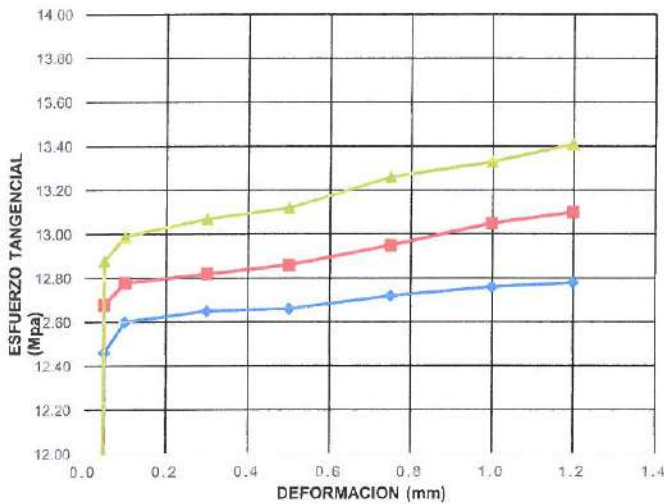
ASTM D - 5607 - 95

PROYECTO : ESTUDIO GEOLÓGICO E INVESTIGACIÓN GEOTÉCNICA DE CAMPO PARA LA AMPLIACIÓN DEL ÁREA 2 DEL PAD DE LIXIVIACIÓN - CUAJONE
SOLICITADO : SOUTHERN PERU
UBICACIÓN : ZONA DE AMPLIACIÓN DEL PAD
FECHA : ABRIL - 2019
INVESTIGACIÓN : ROCA - 1 **MUESTRA :** LADO DER. DEL PAD **REALIZADO POR :** GEOTECNIA E HIDRÁULICA CIVIL S.A.C
REVISADO POR : ALBERTO R. DIAZ RIOS
APROBADO POR : CRHYSTIAN A. CÁCERES DOMINGUEZ

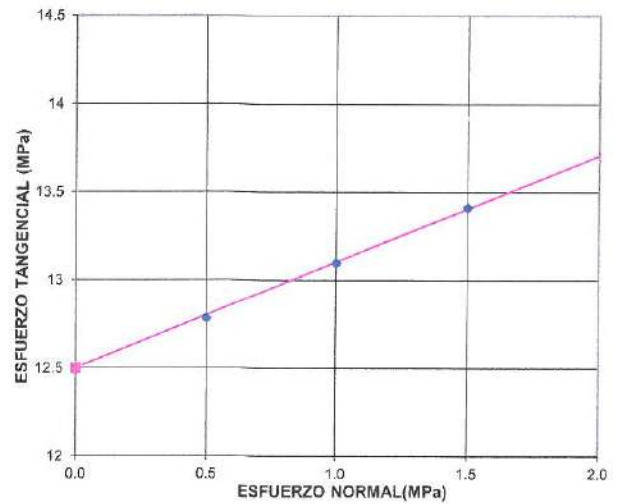
RESISTENCIA (Mpa)	DENSIDAD (g/cm3)	PESO (gr)	∅ (°)	C (Mpa)
75.6	2.53	250	31.1	12.5

Esfuerzo Normal	Normal 1		Normal 2		Normal 3	
	5		10		15	
	0.5		1		1.5	
Kg/cm2						
Mpa						
Desplazamiento (mm)	Esfuerzo de Corte kg/cm2	Esfuerzo de Corte Mpa	Esfuerzo de Corte kg/cm2	Esfuerzo de Corte Mpa	Esfuerzo de Corte kg/cm2	Esfuerzo de Corte Mpa
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.05	124.62	12.46	126.75	12.68	128.75	12.88
0.10	126.00	12.60	127.75	12.78	129.93	12.99
0.30	126.46	12.65	128.21	12.82	130.66	13.07
0.50	126.55	12.66	128.61	12.86	131.20	13.12
0.75	127.16	12.72	129.49	12.95	132.56	13.26
1.00	127.60	12.76	130.48	13.05	133.25	13.33
1.20	127.83	12.78	130.95	13.10	134.12	13.41

ESFUERZO TANGENCIAL VS DEFORMACION



ENSAYO DE CORTE DIRECTO



OBSERVACIONES


 ING. ALBERTO R. DIAZ RIOS
 JEFE DE PROYECTOS
 CIP: 5097
ALBERTO R. DIAZ RIOS
 GEOTECNIA E HIDRÁULICA CIVIL S.A.C.
 CONSULTORES Y EJECUTORES DE PROYECTOS


 Christian Alexander Cáceres Domínguez
 GERENTE GENERAL
CRHYSTIAN A. CÁCERES DOMINGUEZ
GEOHIDRAC
 GEOTECNIA E HIDRÁULICA CIVIL S.A.C.
 CONSULTORES Y EJECUTORES DE PROYECTOS

ASTM D - 5607 - 95

PROYECTO : ESTUDIO GEOLÓGICO E INVESTIGACIÓN GEOTÉCNICA DE CAMPO PARA LA AMPLIACIÓN DEL ÁREA 2 DEL PAD DE LIXIVIACIÓN - CUAJONE

SOLICITADO : SOUTHERN PERU

UBICACIÓN : ZONA DE AMPLIACIÓN DEL PAD

FECHA : ABRIL - 2019

INVESTIGACIÓN : ROCA - 1

REALIZADO POR : GEOTECNIA E HIDRÁULICA CIVIL S.A.C

REVISADO POR : ALBERTO R. DIAZ RIOS

APROBADO POR : CRHYSTIAN A. CÁCERES DOMINGUEZ

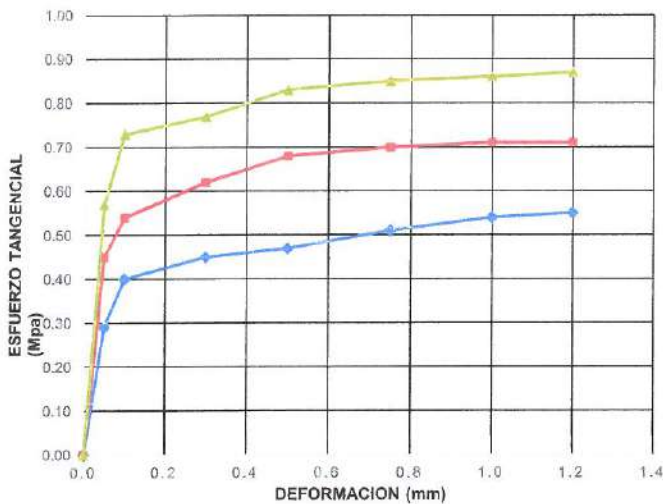
MUESTRA : LADO IZQ. DEL PAD

PROFUNDIDAD : SUPERFICIE

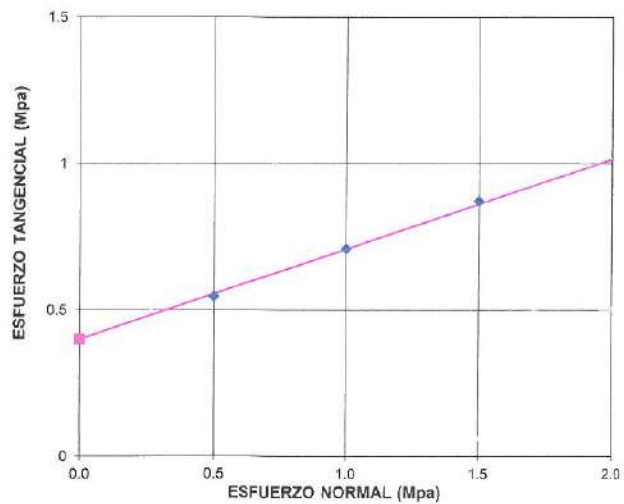
RESISTENCIA (Mpa)	DENSIDAD (g/cm3)	PESO (gr)	Ø (°)	C (Mpa)
13.4	1.472	260	17.1	0.4

Esfuerzo Normal	Normal 1		Normal 2		Normal 3	
	Kg/cm2	Mpa	Kg/cm2	Mpa	Kg/cm2	Mpa
	5	0.5	10	1	15	1.5
Desplazamiento (mm)	Esfuerzo de Corte kg/cm2	Esfuerzo de Corte Mpa	Esfuerzo de Corte kg/cm2	Esfuerzo de Corte Mpa	Esfuerzo de Corte kg/cm2	Esfuerzo de Corte Mpa
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.05	2.94	0.29	4.50	0.45	5.70	0.57
0.10	4.00	0.40	5.40	0.54	7.30	0.73
0.30	4.52	0.45	6.20	0.62	7.70	0.77
0.50	4.73	0.47	6.80	0.68	8.30	0.83
0.75	5.10	0.51	7.00	0.70	8.50	0.85
1.00	5.35	0.54	7.10	0.71	8.60	0.86
1.20	5.45	0.55	7.10	0.71	8.72	0.87

ESFUERZO TANGENCIAL VS DEFORMACION



ENSAYO DE CORTE DIRECTO



OBSERVACIONES


 INC. ALBERTO R. DIAZ RIOS
 GERENTE GENERAL
 CIP: 5037
 ALBERTO R. DIAZ RIOS
 GEOTECNIA E HIDRÁULICA CIVIL S.A.C.
 CONSULTORES Y EJECUTORES DE PROYECTOS


 Crhystian Alexander Cáceres Domínguez
 GERENTE GENERAL
 CRHYSTIAN A. CÁCERES DOMINGUEZ
 GERENTE GENERAL
 GEOHIDRAC
 GEOTECNIA E HIDRÁULICA CIVIL S.A.C.
 CONSULTORES Y EJECUTORES DE PROYECTOS



RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN EN ROCA



178

ASTM D - 3148

PROYECTO : ESTUDIO GEOLÓGICO E INVESTIGACIÓN GEOTÉCNICA DE CAMPO PARA LA AMPLIACIÓN DEL ÁREA 2 DEL PAD DE LIXIVIACIÓN - CUAJONE

SOLICITADO : SOUTHERN PERU **REALIZADO POR :** GEOTECNIA E HIDRÁULICA CIVIL S.A.C

UBICACIÓN : ZONA DE AMPLIACIÓN DEL PAD **REVISADO POR :** ALBERTO R. DIAZ RÍOS

FECHA : ABRIL - 2019 **APROBADO POR :** CRHYSTIAN A. CÁCERES DOMINGUEZ

INVESTIGACIÓN : ROCA - 1 **MUESTRA :** LADO IZQ. DEL PAD **PROFUNDIDAD :** SUPERFICIE

PRENSA HIDRÁULICA UTILIZADA SOILTEST

MUESTRA	MUESTRA	FUERZA (Kg)	AREA (cm2)	RESISTENCIA AL A COMPRESION (MPA)
ROCA	ROCA - 1	3200.0	23.8	13.40

OBSERVACIONES

Alberto R. Díaz Ríos
 ING. ALBERTO R. DIAZ RÍOS
 JEFE DE PROYECTOS
 CIP: 59377
GEOHIDRAC
 GEOTECNIA E HIDRÁULICA CIVIL S.A.C.
 CONSULTORES Y EJECUTORES DE PROYECTOS
 ALBERTO R. DIAZ RÍOS
 JEFE DE PROYECTO

Crhystian Alexander Cáceres Domínguez
 Crhystian Alexander Cáceres Domínguez
 GERENTE GENERAL
GEOHIDRAC
 GEOTECNIA E HIDRÁULICA CIVIL S.A.C.
 CONSULTORES Y EJECUTORES DE PROYECTOS
 CRHYSTIAN A. CÁCERES DOMINGUEZ
 GERENTE GENERAL

Info@geohidrac.com
 01) 3178857
 www.geohidrac.com

Av. Perez Salmon Mz. G, Lt. 11, Urb. 2 de Julio, Callao



RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN EN ROCA



SOUTHERN COPPER
SOUTHERN PERU

179

ASTM D - 3148

PROYECTO : ESTUDIO GEOLÓGICO E INVESTIGACIÓN GEOTÉCNICA DE CAMPO PARA LA AMPLIACIÓN DEL ÁREA 2 DEL PAD DE LIXIVIACIÓN - CUAJONE
SOLICITADO : SOUTHERN PERU **REALIZADO POR :** GEOTECNIA E HIDRÁULICA CIVIL S.A.C
UBICACIÓN : ZONA DE AMPLIACIÓN DEL PAD **REVISADO POR :** ALBERTO R. DIAZ RÍOS
FECHA : ABRIL - 2019 **APROBADO POR :** CRHYSTIAN A. CÁCERES DOMINGUEZ
INVESTIGACIÓN : ROCA - 1 **MUESTRA :** LADO DER. DEL PAD **PROFUNDIDAD :** SUPERFICIE
PRESA HIDRÁULICA UTILIZADA SOILTEST

MUESTRA	MUESTRA	FUERZA (Kg)	AREA (cm2)	RESISTENCIA AL A COMPRESION (MPA)
ROCA	ROCA - 1	18000.0	23.8	75.60

OBSERVACIONES


 ING. ALBERTO R. DIAZ RÍOS
 JEFE DE PROYECTO
 GEOHIDRAC CONSULTORES Y EJECUTORES DE PROYECTOS S.A.C.


 Crhystian Alexander Cáceres Domínguez
 GERENTE GENERAL
 GEOHIDRAC CONSULTORES Y EJECUTORES DE PROYECTOS S.A.C.

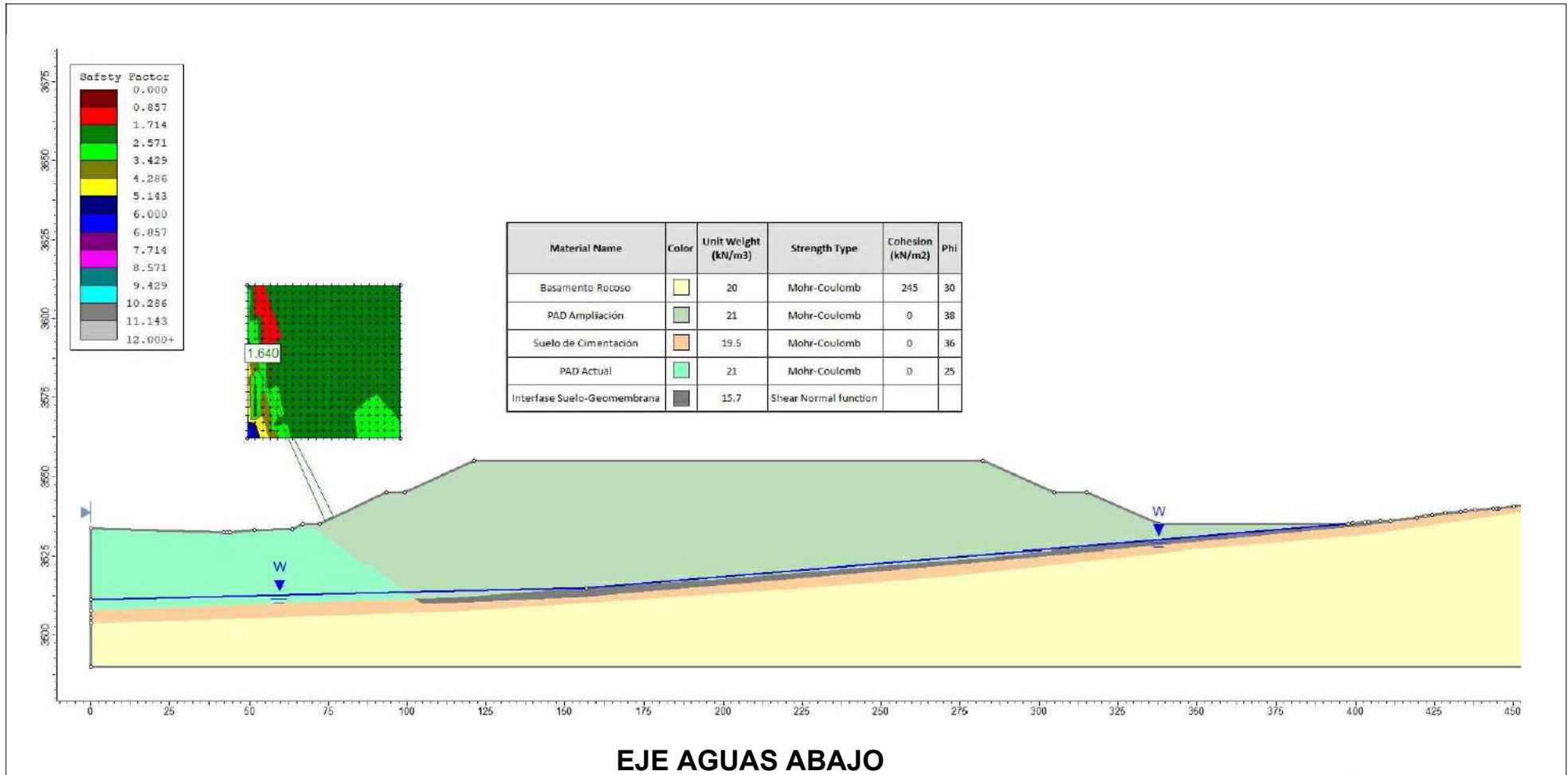
info@geohidrac.com

01) 3178857

www.geohidrac.com

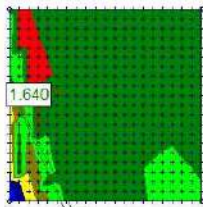
Av. Perez Salmon Mz G, Lt. 11, Urb. 2 de Julio, Callao

ANEXO: PLANOS DE ANÁLISIS DE ESTABILIDAD - ESTÁTICO



Safety Factor
0.000
0.857
1.714
2.571
3.429
4.286
5.143
6.000
6.857
7.714
8.571
9.429
10.286
11.143
12.000+

Material Name	Color	Unit Weight (kN/m ³)	Strength Type	Cohesion (kN/m ²)	Phi
Basamento Rocoso	Yellow	20	Mohr-Coulomb	245	30
PAD Ampliación	Light Green	21	Mohr-Coulomb	0	38
Suelo de Cimentación	Orange	19.5	Mohr-Coulomb	0	36
PAD Actual	Light Blue	21	Mohr-Coulomb	0	25
Interfase Suelo-Geomembrana	Dark Grey	15.7	Shear Normal function		




UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

TITULO PROYECTO
 Análisis comparativo entre la Norma E030 y el estudio del Peligro Sísmico en la estabilidad del Pad de Lixiviación Moquegua - 2019

NOMBRE DEL AUTOR
 Pedro Gerson De la Torre Mochcco

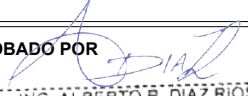
NOMBRE DEL ASESOR
 Ing. Raul Antonio Pinto Barrantes

NOMBRE DEL PLANO
 ANALISIS ESTÁTICO - BISHOP

ESCALA
 1/2500

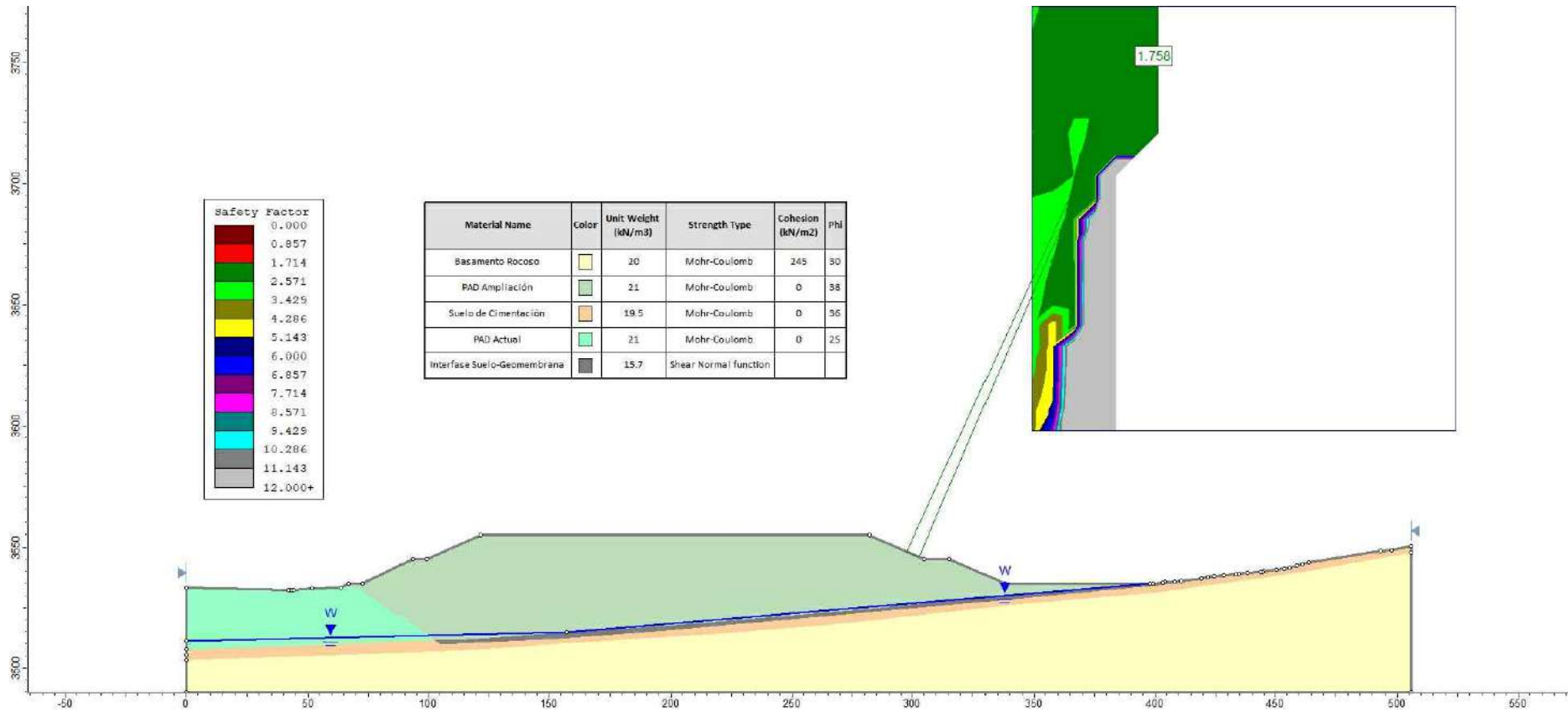
N° DE PLANO
 05

APROBADO POR



ING. ALBERTO R. DÍAZ RÍOS
 JEFE DE PROYECTOS
 CIP: 60977

GEOHIDRAC
 GEOTECNIA E HIDRÁULICA CIVIL S.A.C.
 Consultores y Ejecutores de Proyectos



EJE AGUAS ARRIBA



TITULO PROYECTO
 Análisis comparativo entre la Norma E030 y el estudio del Peligro Sísmico en la estabilidad del Pad de Lixiviación Moquegua - 2019

NOMBRE DEL AUTOR
 Pedro Gerson De la Torre Mochcco

NOMBRE DEL ASESOR
 Ing. Raul Antonio Pinto Barrantes

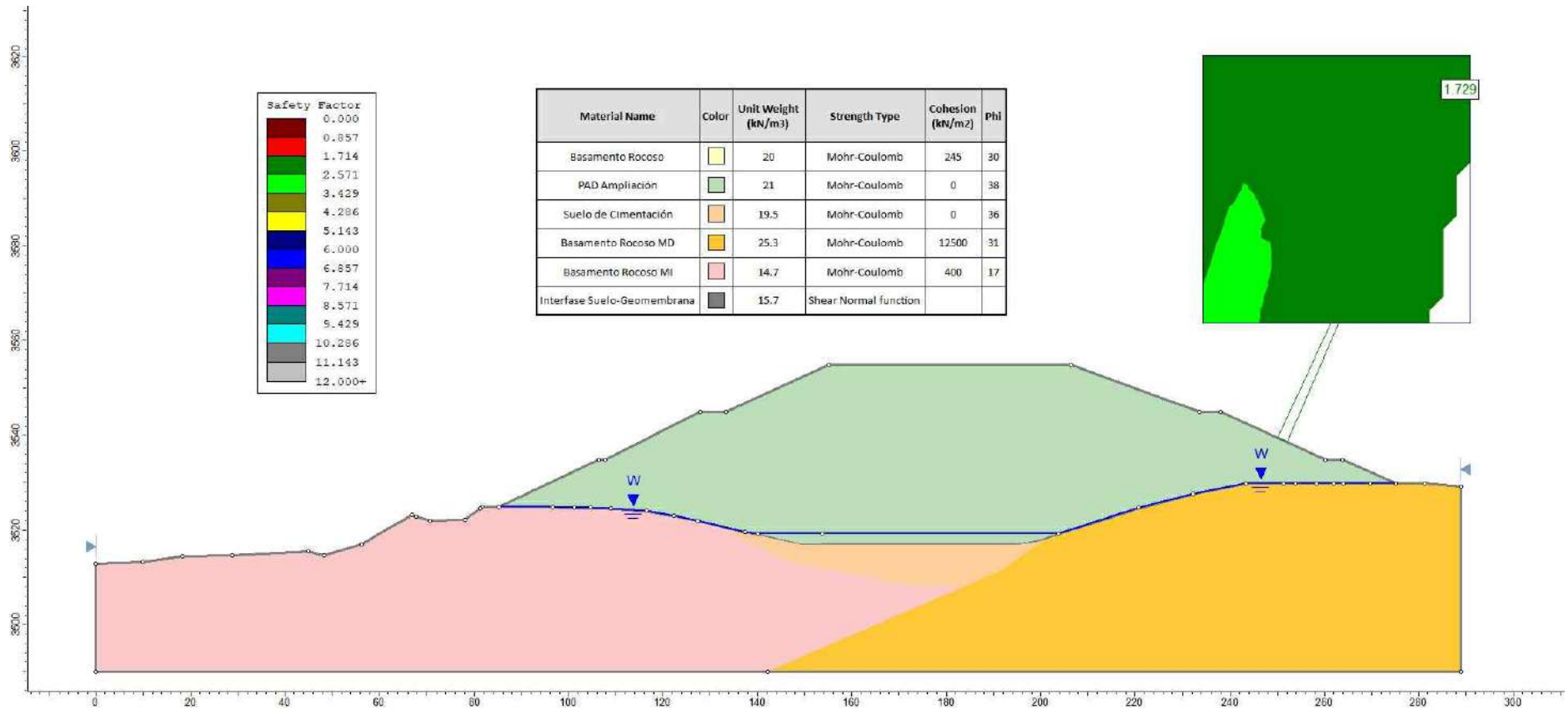
NOMBRE DEL PLANO
 ANALISIS ESTÁTICO - BISHOP

ESCALA
 1/2500

N° DE PLANO
 06

APROBADO POR

Alberto R. Díaz Ríos
 ING. ALBERTO R. DÍAZ RÍOS
 JEFE DE PROYECTOS
 CIP: 60977
GEOHIDRAC
 CONSULTORA E HIDRÁULICA CIVIL S.A.C.
 Consultores y Ejecutores de Proyectos



SECCIÓN 1 - 1 MARGEN DERECHO



TITULO PROYECTO
Análisis comparativo entre la Norma E030 y el estudio del Peligro Sísmico en la estabilidad del Pad de Lixiviación Moquegua - 2019

NOMBRE DEL AUTOR
Pedro Gerson De la Torre Mochcco

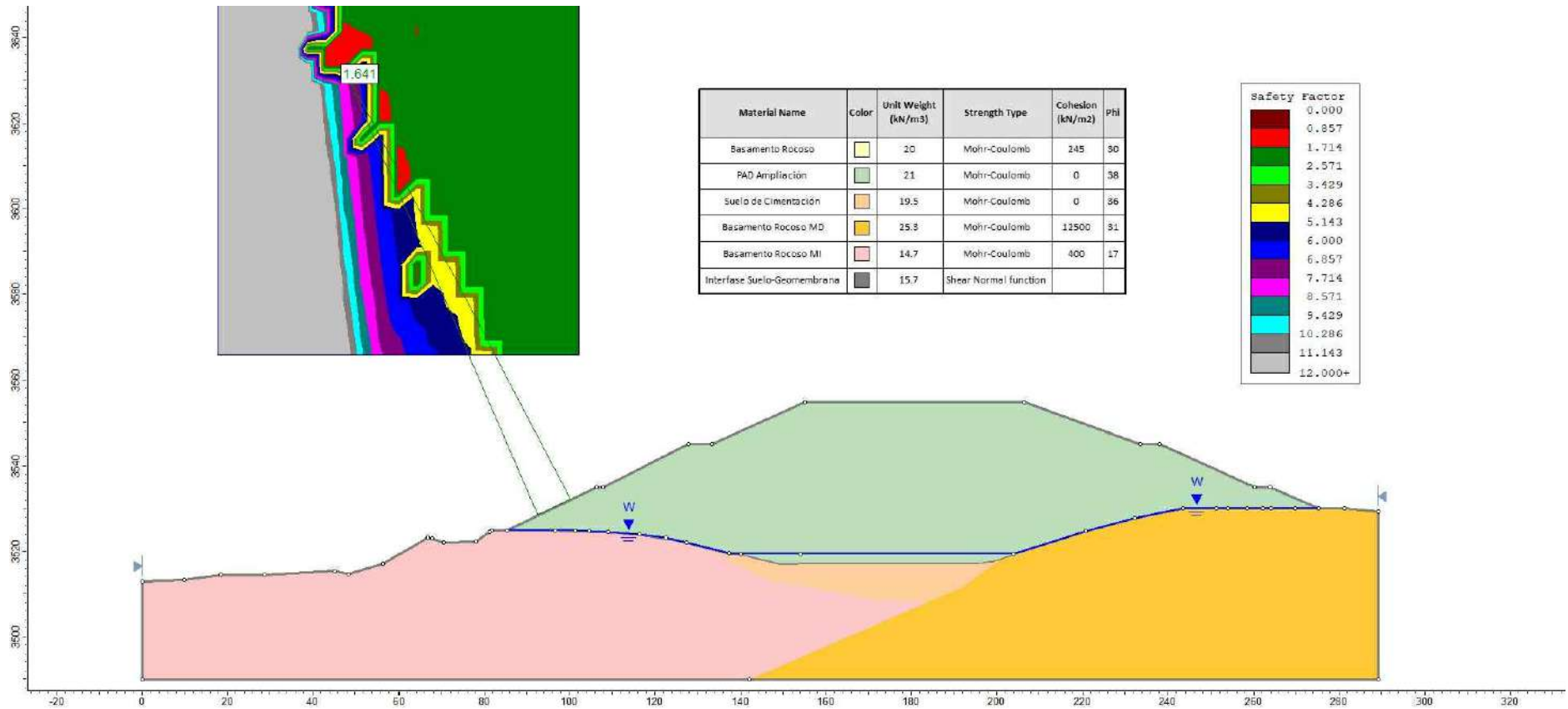
NOMBRE DEL ASESOR
Ing. Raul Antonio Pinto Barrantes

NOMBRE DEL PLANO
ANÁLISIS ESTÁTICO - BISHOP


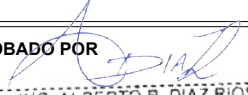
ESCALA
1/2500

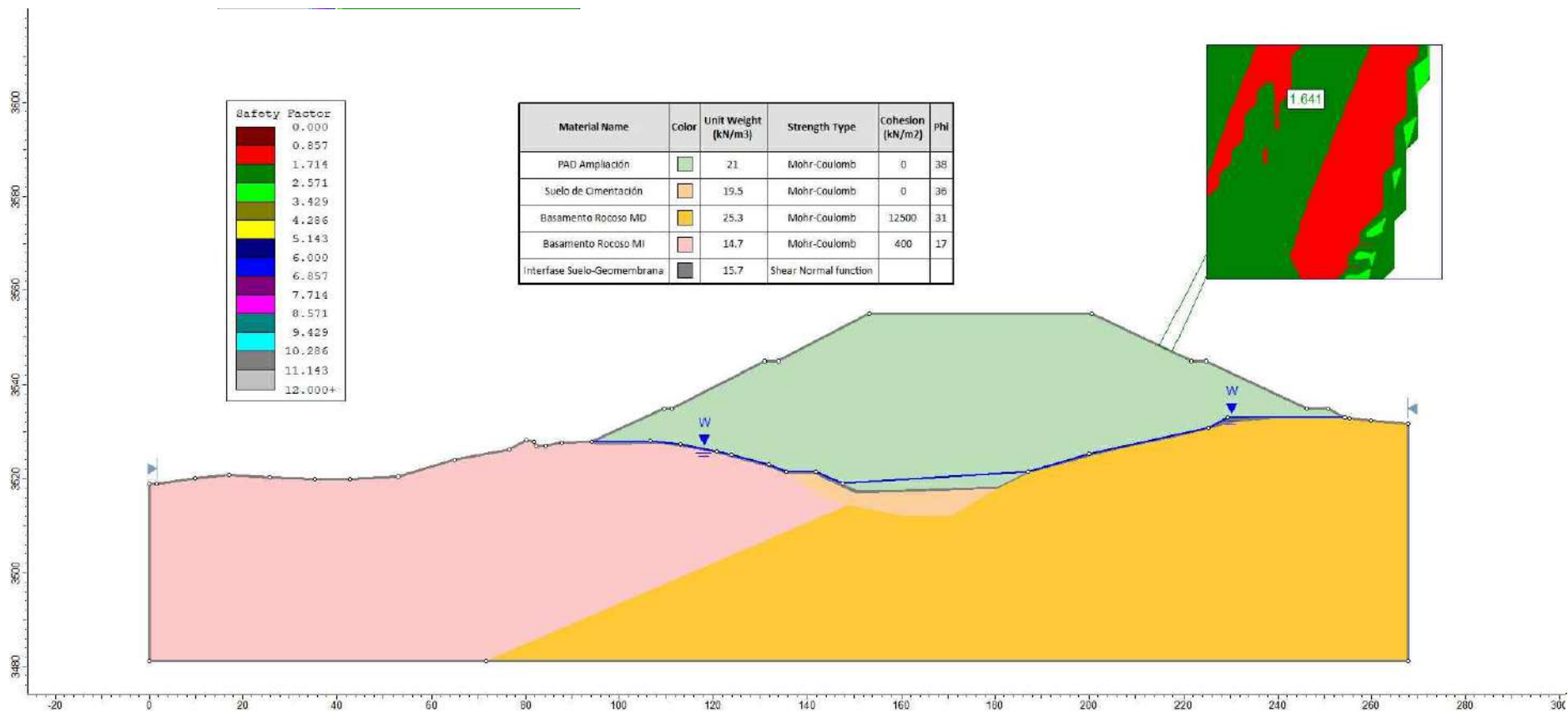
N° DE PLANO
07

APROBADO POR
ING. ALBERTO R. DÍAZ RÍOS
JEFE DE PROYECTOS
CIP: 60877
GEOHIDRAC
INGENIERÍA E HIDRÁULICA CIVIL S.A.C.
Consultores y Ejecutores de Proyectos



SECCIÓN 1 - 1 MARGEN IZQUIERDO

	TITULO PROYECTO Análisis comparativo entre la Norma E030 y el estudio del Peligro Sísmico en la estabilidad del Pad de Lixiviación Moquegua - 2019	NOMBRE DEL AUTOR Pedro Gerson De la Torre Mochcco	NOMBRE DEL PLANO ANALISIS ESTÁTICO - BISHOP	APROBADO POR  ING. ALBERTO R. DÍAZ RÍOS JEFE DE PROYECTOS CIP: 60977 GEOHIDRAC GEOTECNIA E HIDRÁULICA CIVIL S.A.C. Consultores y Ejecutores de Proyectos
	NOMBRE DEL ASESOR Ing. Raul Antonio Pinto Barrantes	ESCALA 1/2500	N° DE PLANO 08	



SECCIÓN 2 - 2 MARGEN DERECHO



TITULO PROYECTO
Análisis comparativo entre la Norma E030 y el estudio del Peligro Sísmico en la estabilidad del Pad de Lixiviación Moquegua - 2019

NOMBRE DEL AUTOR
Pedro Gerson De la Torre Mochcco

NOMBRE DEL ASESOR
Ing. Raul Antonio Pinto Barrantes

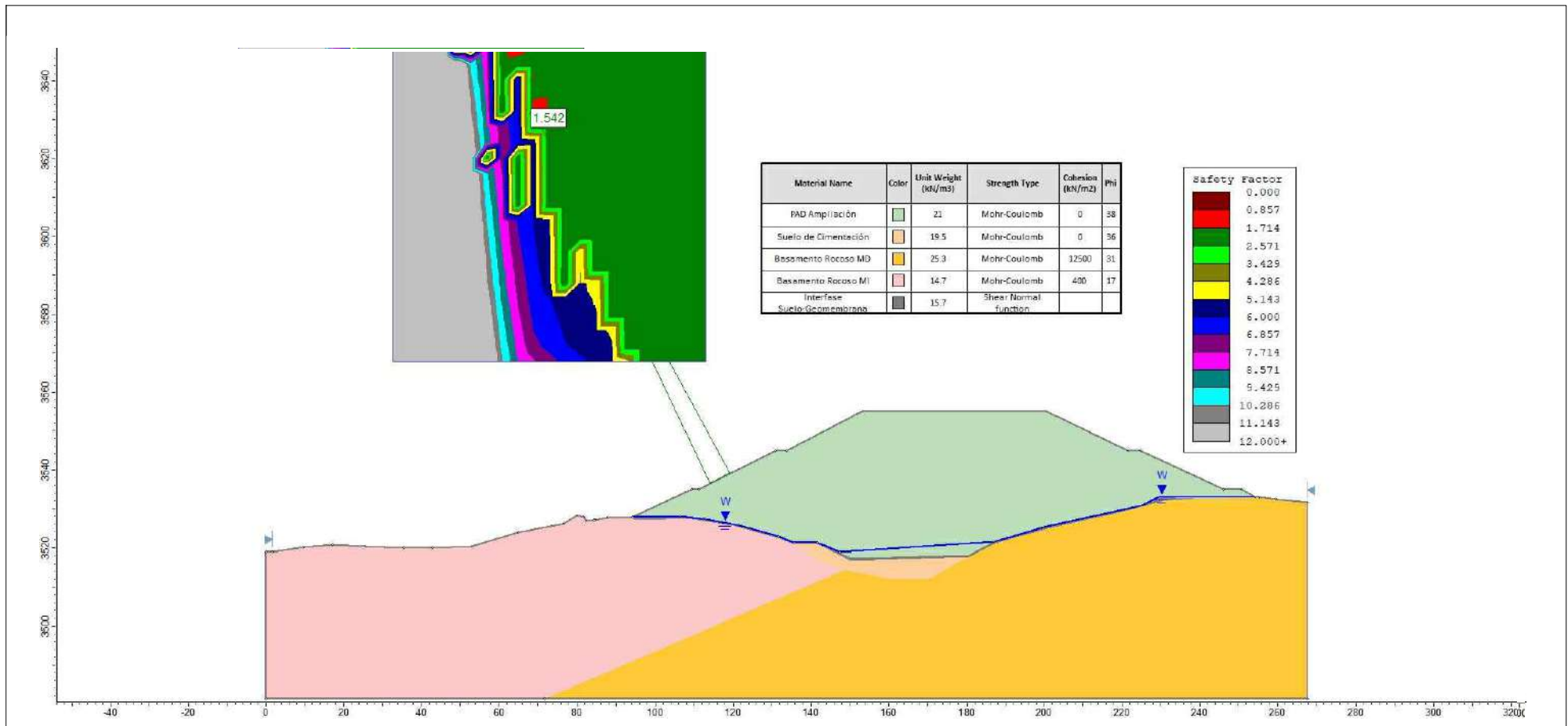
NOMBRE DEL PLANO
ANÁLISIS ESTÁTICO - BISHOP

ESCALA
1/2500



N° DE PLANO
09

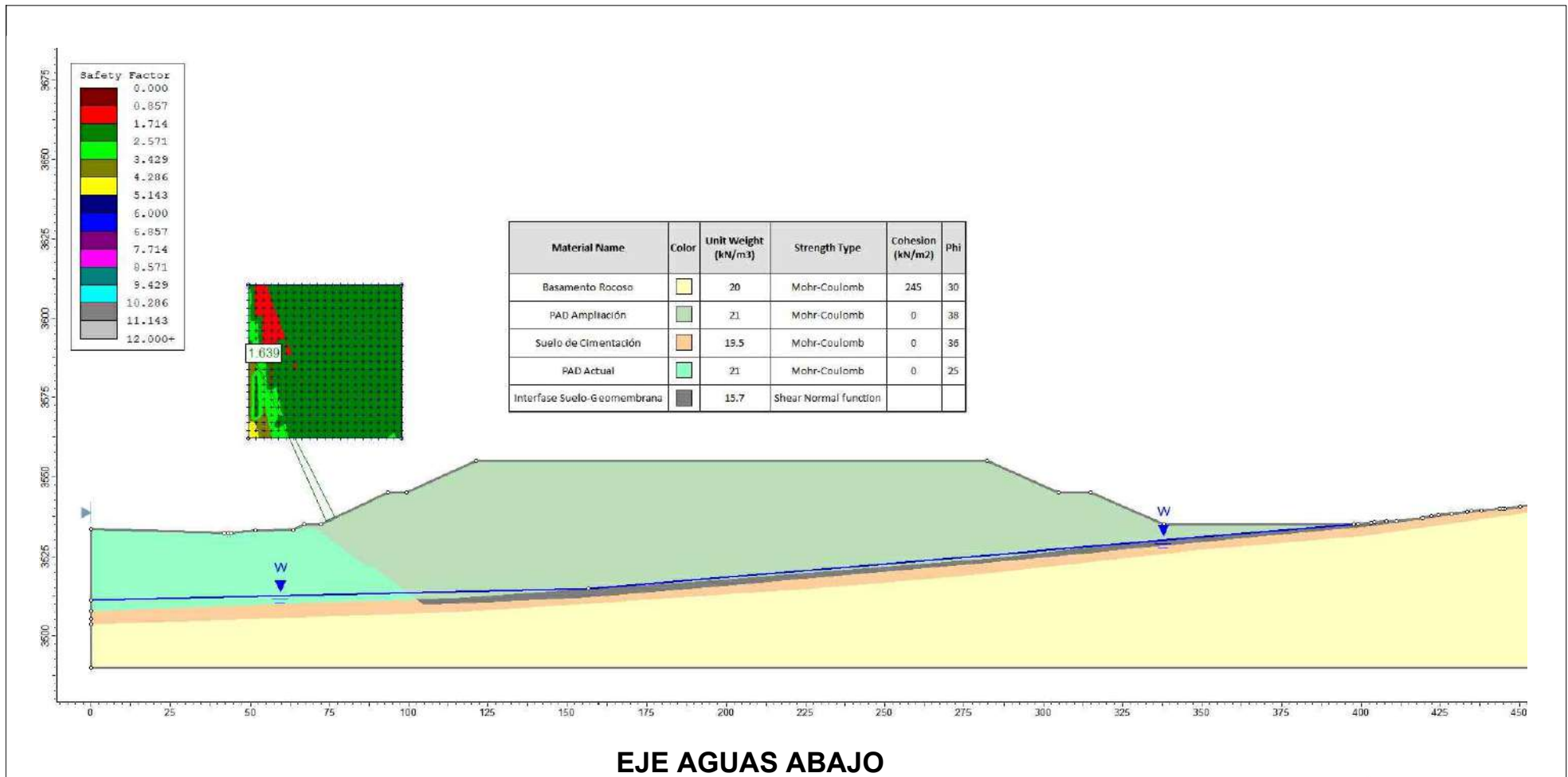
APROBADO POR


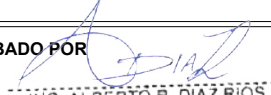
Alberto R. Díaz Ríos
ING. ALBERTO R. DÍAZ RÍOS
JEFE DE PROYECTOS
CIP: 60977
GEOHIDRAC
GEOTECNIA E HIDRÁULICA CIVIL S.A.C.
Consultores y Ejecutores de Proyectos

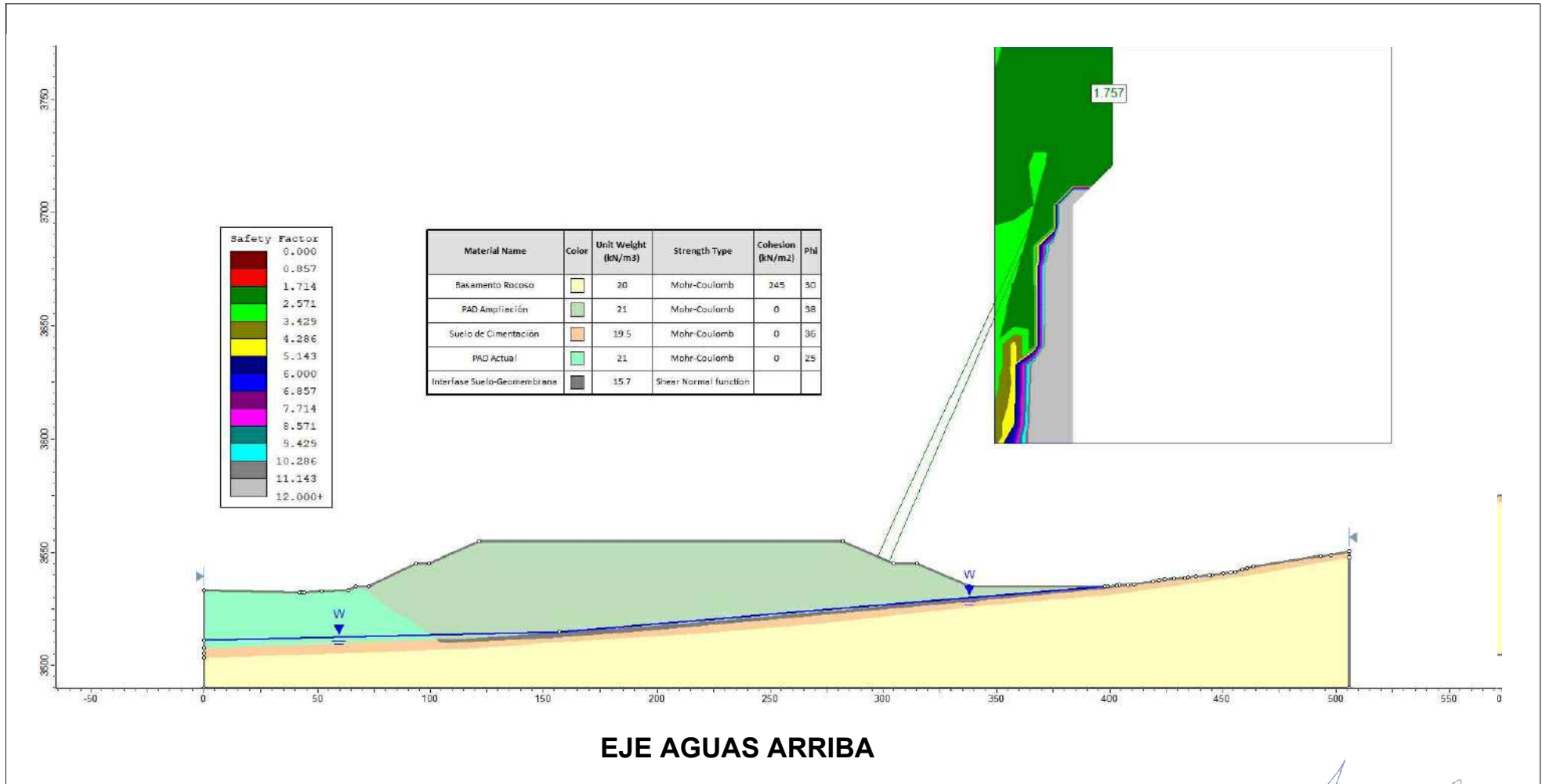




SECCIÓN 2 - 2 MARGEN IZQUIERDO

	TITULO PROYECTO Análisis comparativo entre la Norma E030 y el estudio del Peligro Sísmico en la estabilidad del Pad de Lixiviación Moquegua - 2019	NOMBRE DEL AUTOR Pedro Gerson De la Torre Mochcco	NOMBRE DEL PLANO ANALISIS ESTÁTICO - BISHOP	APROBADO POR  ING. ALBERTO R. DÍAZ RÍOS JEFE DE PROYECTOS CIP: 60977 GEOHIDRAC GEOTECNIA E HIDRAULICA CIVIL S.A.C. Consultores y Ejecutores de Proyectos
		NOMBRE DEL ASESOR Ing. Raul Antonio Pinto Barrantes	ESCALA 1/2500	

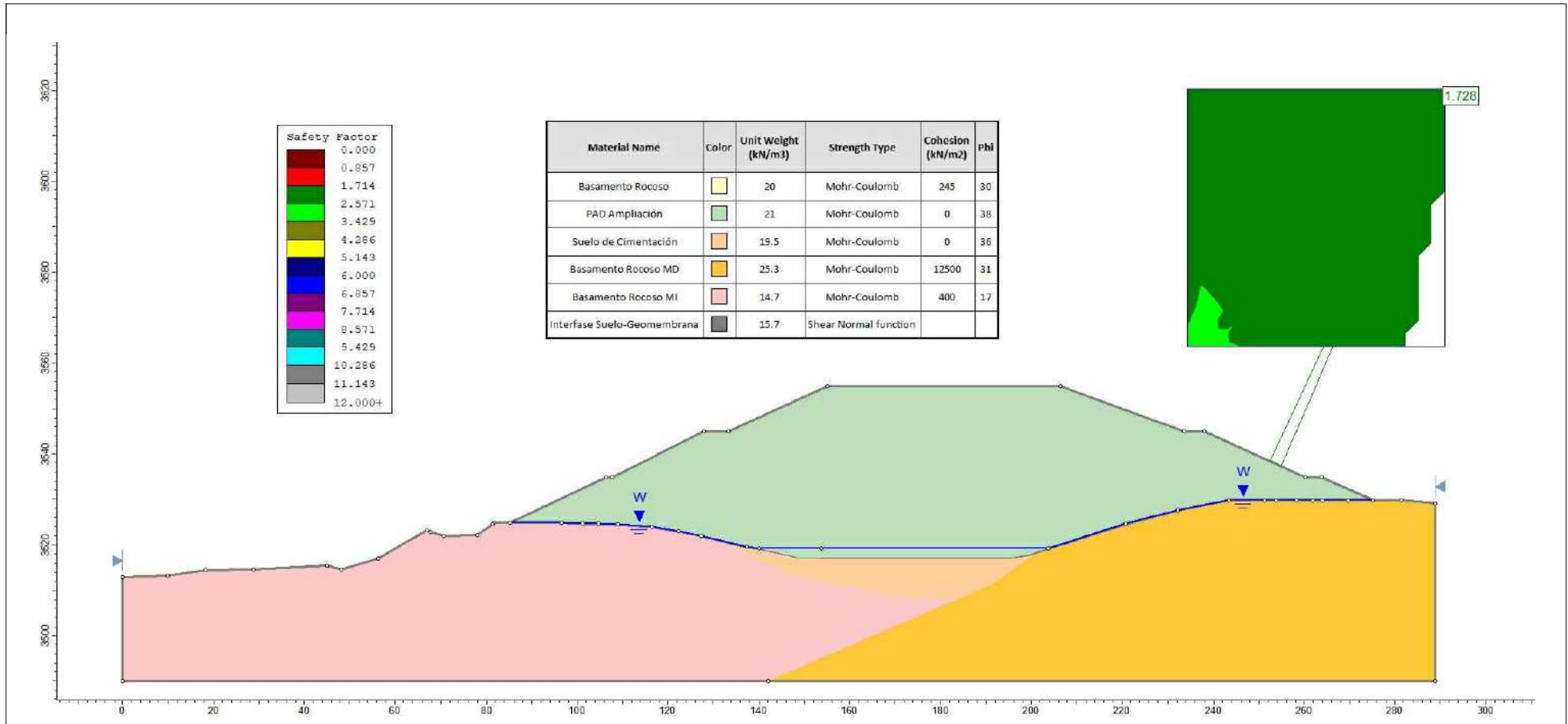


	TITULO PROYECTO Análisis comparativo entre la Norma E030 y el estudio del Peligro Sísmico en la estabilidad del Pad de Lixiviación Moquegua - 2019	NOMBRE DEL AUTOR Pedro Gerson De la Torre Mochcco	NOMBRE DEL PLANO ANALISIS ESTÁTICO - JANBU	APROBADO POR  ING. ALBERTO R. DÍAZ RÍOS JEFE DE PROYECTOS CIP: 60977
		NOMBRE DEL ASESOR Ing. Raul Antonio Pinto Barrantes	ESCALA 1/2500	N° DE PLANO 11


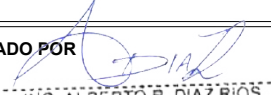



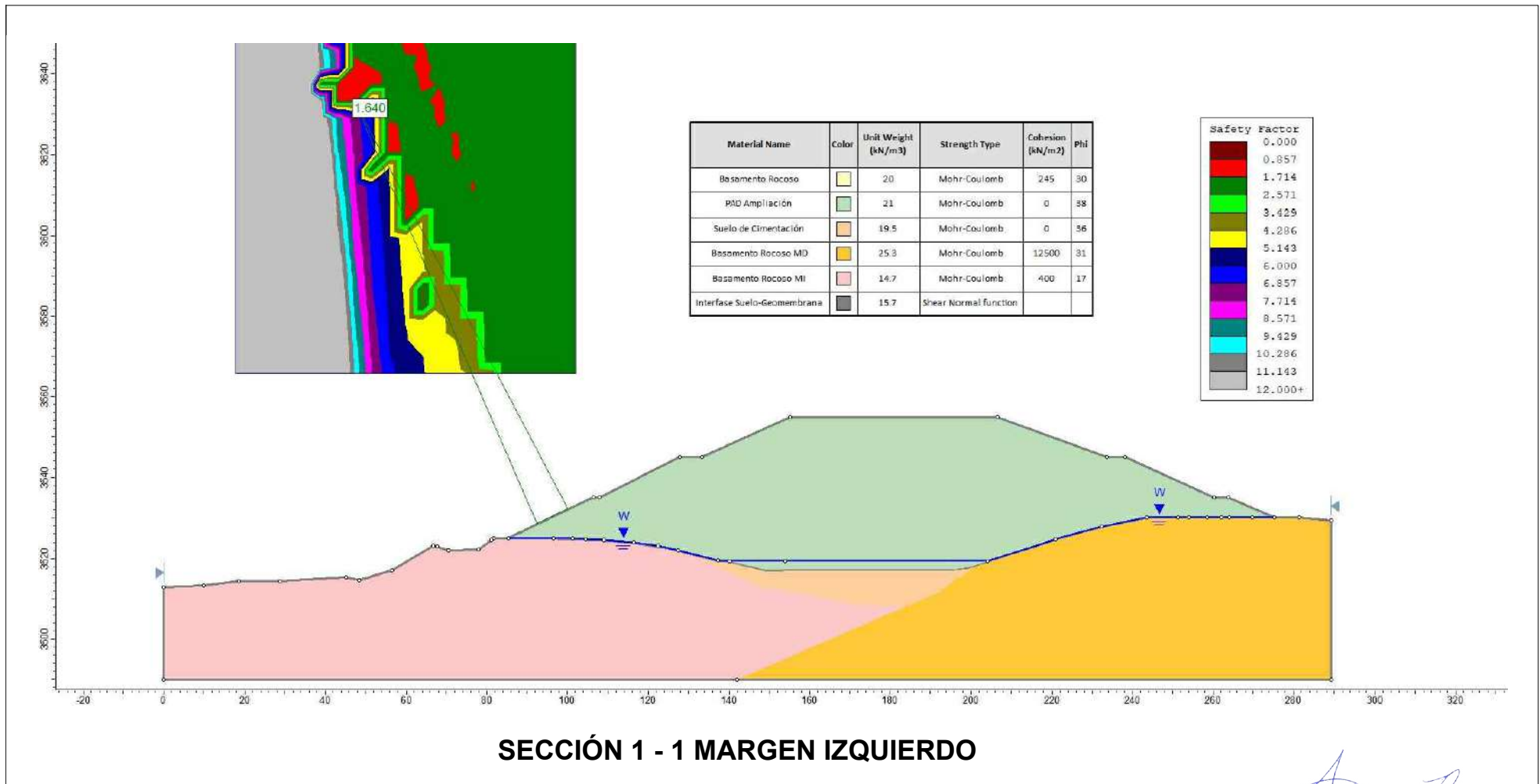
	TITULO PROYECTO Análisis comparativo entre la Norma E030 y el estudio del Peligro Sísmico en la estabilidad del Pad de Lixiviación Moquegua - 2019	NOMBRE DEL AUTOR Pedro Gerson De la Torre Mochcco	NOMBRE DEL PLANO ANALISIS ESTÁTICO - JANBU	APROBADO POR  ING. ALBERTO R. DÍAZ RÍOS JEFE DE PROYECTOS CIP: 50977
		NOMBRE DEL ASESOR Ing. Raul Antonio Pinto Barrantes	ESCALA 1/2500	N° DE PLANO 12


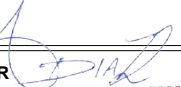


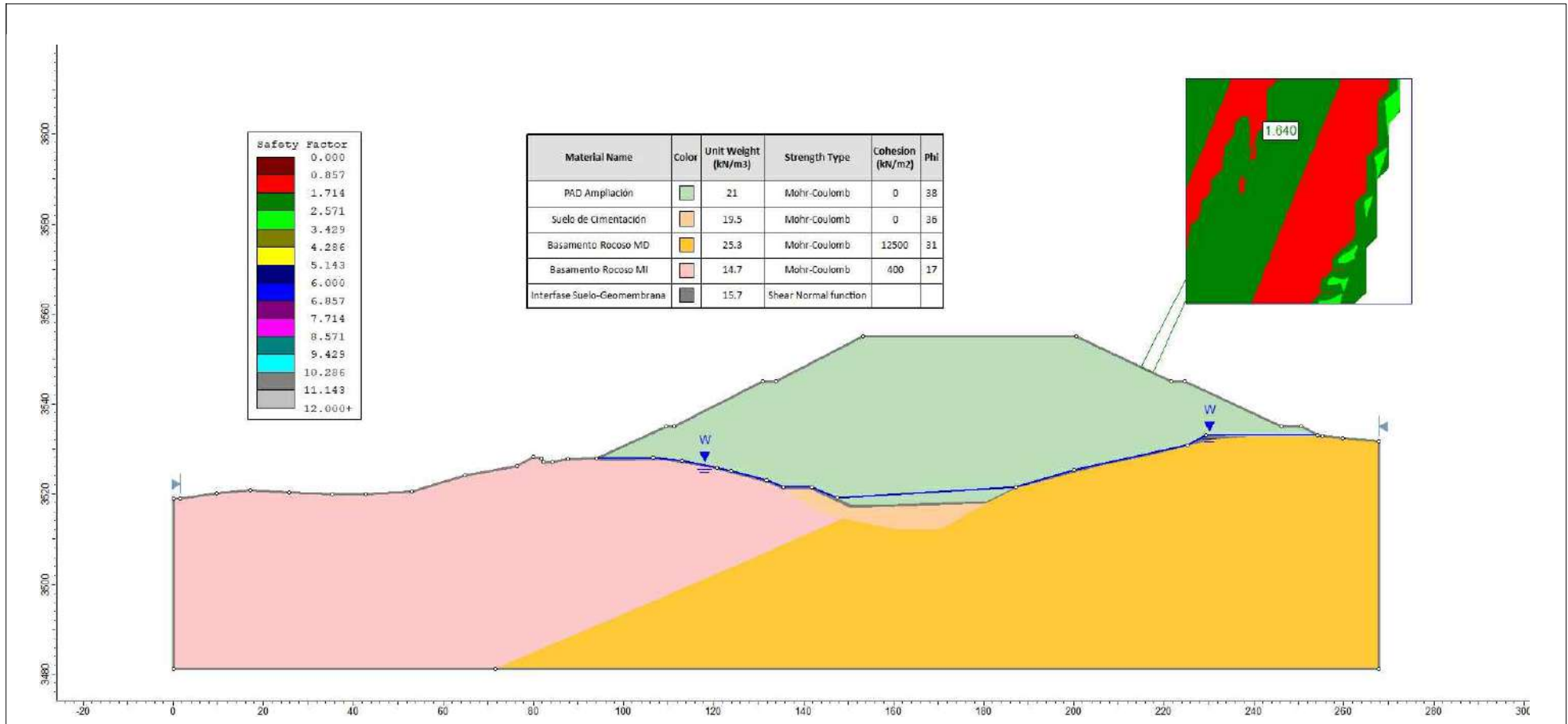


SECCIÓN 1 - 1 MARGEN DERECHO



	TITULO PROYECTO Análisis comparativo entre la Norma E030 y el estudio del Peligro Sísmico en la estabilidad del Pad de Lixiviación Moquegua - 2019	NOMBRE DEL AUTOR Pedro Gerson De la Torre Mochcco	NOMBRE DEL PLANO ANALISIS ESTÁTICO - JANBU	APROBADO POR  ING. ALBERTO R. DÍAZ RÍOS JEFE DE PROYECTOS CIP: 60977
	NOMBRE DEL ASESOR Ing. Raul Antonio Pinto Barrantes	ESCALA 1/2500	N° DE PLANO 13	

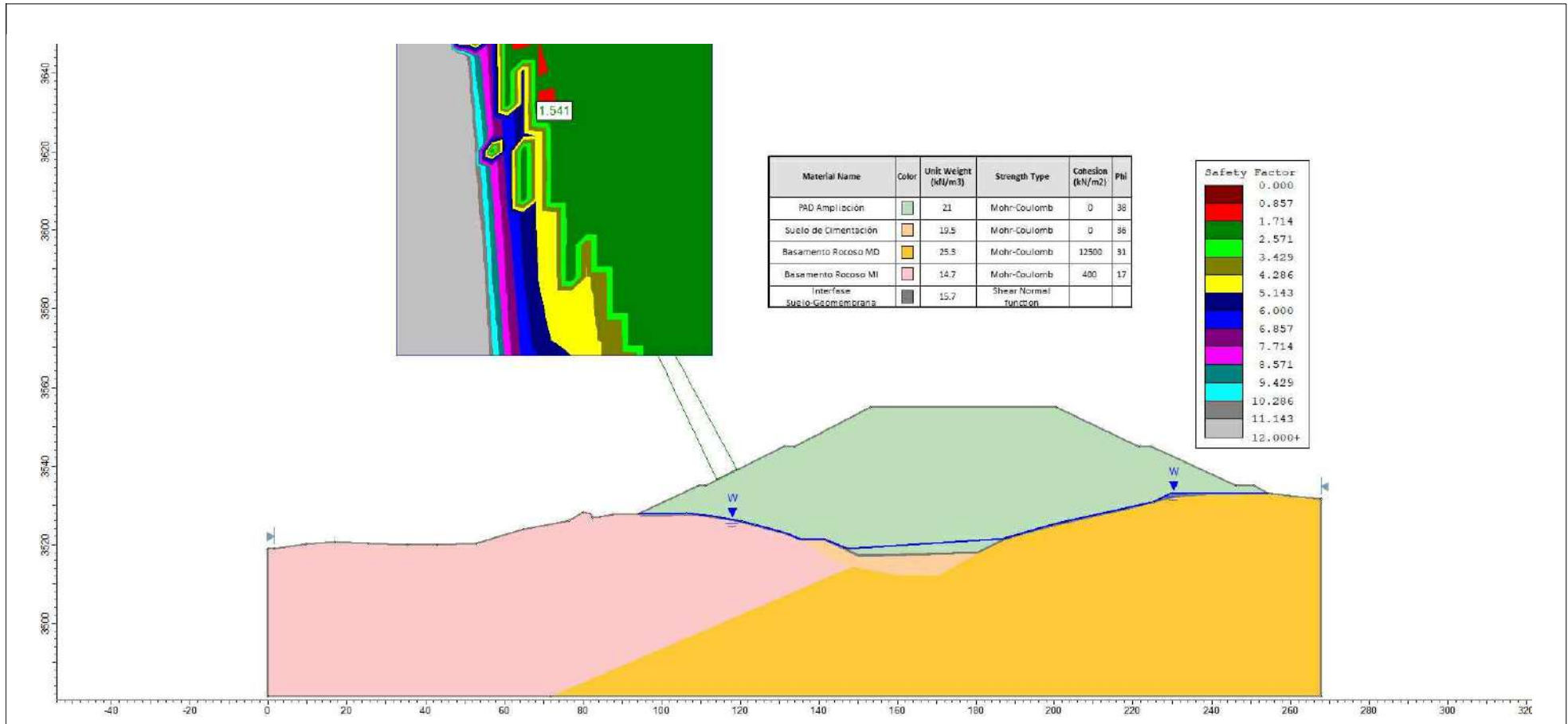


	TITULO PROYECTO Análisis comparativo entre la Norma E030 y el estudio del Peligro Sísmico en la estabilidad del Pad de Lixiviación Moquegua - 2019	NOMBRE DEL AUTOR Pedro Gerson De la Torre Mochcco	NOMBRE DEL PLANO ANALISIS ESTÁTICO - JANBU	APROBADO POR  ING. ALBERTO R. DÍAZ RÍOS JEFE DE PROYECTOS CIP: 60377 GEOHIDRAC GEOTECNIA E HIDRAULICA CIVIL S.A.C. Consultores y Ejecutores de Proyectos
	NOMBRE DEL ASESOR Ing. Raul Antonio Pinto Barrantes	ESCALA 1/2500	N° DE PLANO 14	


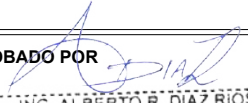


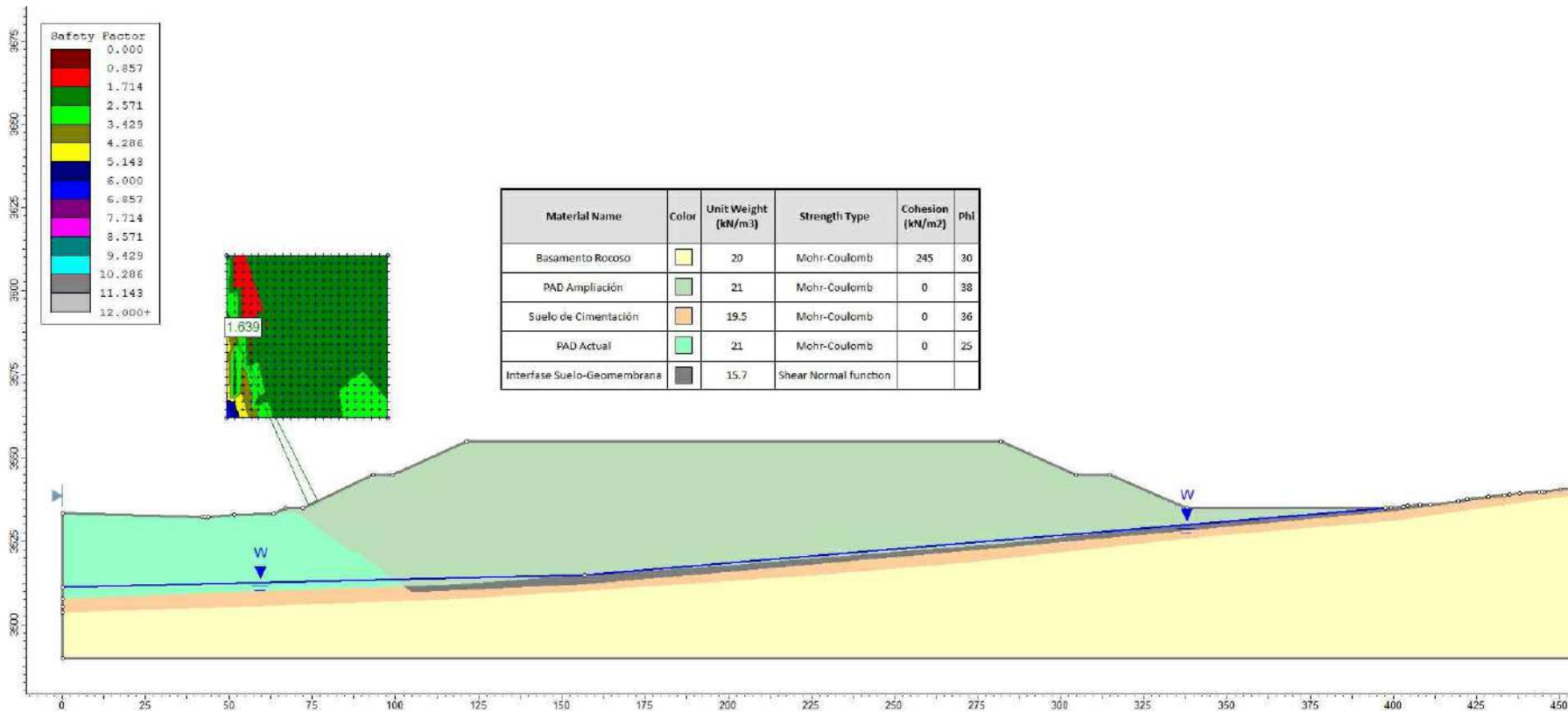
SECCIÓN 2 - 2 MARGEN DERECHO

	TITULO PROYECTO Análisis comparativo entre la Norma E030 y el estudio del Peligro Sísmico en la estabilidad del Pad de Lixiviación Moquegua - 2019	NOMBRE DEL AUTOR Pedro Gerson De la Torre Mochcco	NOMBRE DEL PLANO ANALISIS ESTÁTICO - JANBU	APROBADO POR  ING. ALBERTO R. DÍAZ RÍOS JEFE DE PROYECTOS CIP: 60977 GEOHIDRAC GEOTECNIA E HIDRÁULICA CIVIL S.A.C. Consultores y Ejecutores de Proyectos
		NOMBRE DEL ASESOR Ing. Raul Antonio Pinto Barrantes	ESCALA 1/2500	





SECCIÓN 2 - 2 MARGEN IZQUIERDO

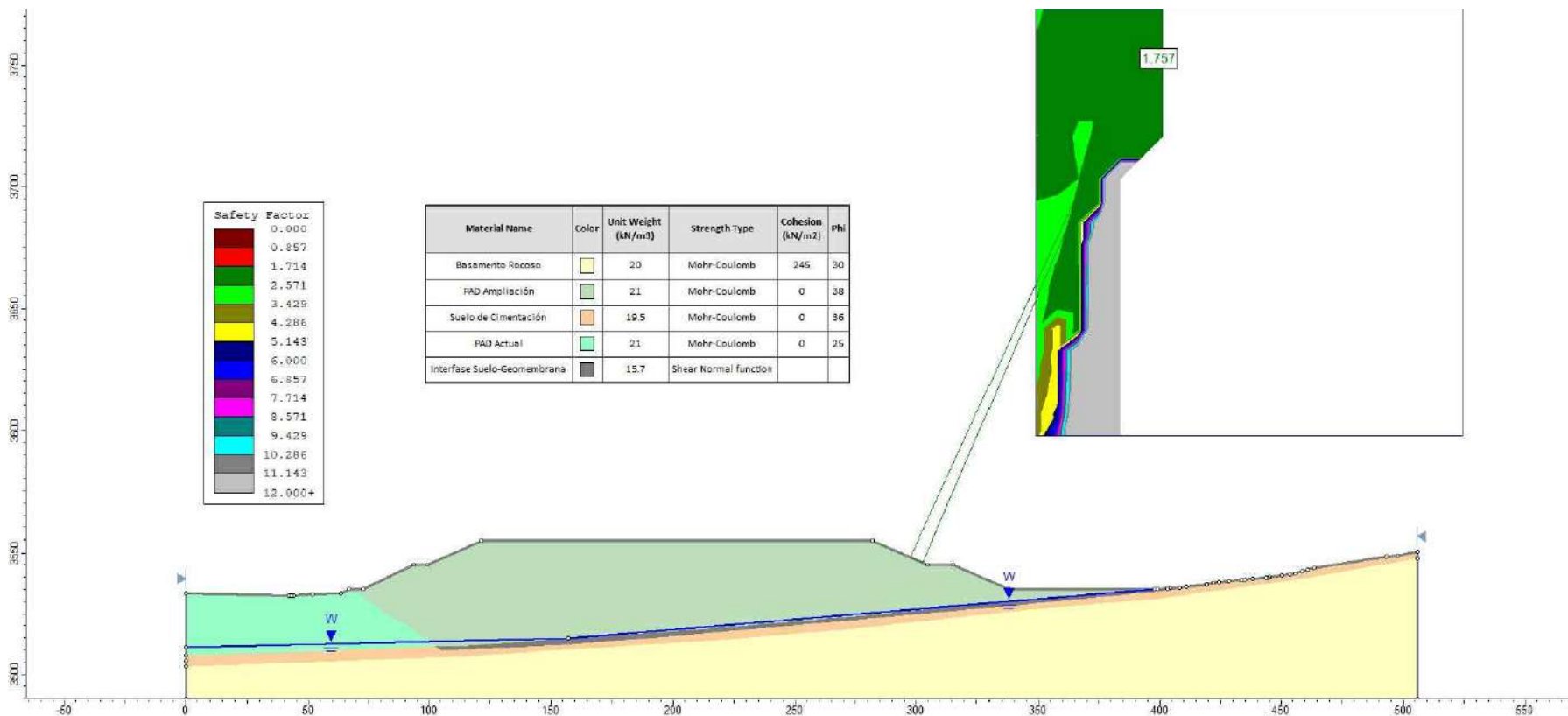
	TITULO PROYECTO Análisis comparativo entre la Norma E030 y el estudio del Peligro Sísmico en la estabilidad del Pad de Lixiviación Moquegua - 2019	NOMBRE DEL AUTOR Pedro Gerson De la Torre Mochcco	NOMBRE DEL PLANO ANALISIS ESTÁTICO - JANBU	APROBADO POR  ING. ALBERTO R. DÍAZ RÍOS JEFE DE PROYECTOS CIP: 60977 GEOHIDRAC GEOTECNIA E HIDRÁULICA CIVIL S.A.C. Consultores y Ejecutores de Proyectos
	NOMBRE DEL ASESOR Ing. Raul Antonio Pinto Barrantes	ESCALA 1/2500	N° DE PLANO 16	



Material Name	Color	Unit Weight (kN/m ³)	Strength Type	Cohesion (kN/m ²)	Phi
Basamento Rocoso	[Yellow]	20	Mohr-Coulomb	245	30
PAD Ampliación	[Light Green]	21	Mohr-Coulomb	0	38
Suelo de Cimentación	[Light Orange]	19.5	Mohr-Coulomb	0	36
PAD Actual	[Light Blue]	21	Mohr-Coulomb	0	25
Interfase Suelo-Geomembrana	[Grey]	15.7	Shear Normal function		

EJE AGUAS ABAJO

	TITULO PROYECTO Análisis comparativo entre la Norma E030 y el estudio del Peligro Sísmico en la estabilidad del Pad de Lixiviación Moquegua - 2019	NOMBRE DEL AUTOR Pedro Gerson De la Torre Mochcco	NOMBRE DEL PLANO ANALISIS ESTÁTICO - SPENCER		APROBADO POR  ING. ALBERTO R. DÍAZ RÍOS JEFE DE PROYECTOS CIP: 60877 GEOHIDRAC GEOLOGÍA E HIDRÁULICA CIVIL S.A.C. Consultores y Ejecutores de Proyectos
	NOMBRE DEL ASESOR Ing. Raul Antonio Pinto Barrantes	ESCALA 1/2500	N° DE PLANO 17		



EJE AGUAS ARRIBA



TITULO PROYECTO
Análisis comparativo entre la Norma E030 y el estudio del Peligro Sísmico en la estabilidad del Pad de Lixiviación Moquegua - 2019

NOMBRE DEL AUTOR
Pedro Gerson De la Torre Mochcco

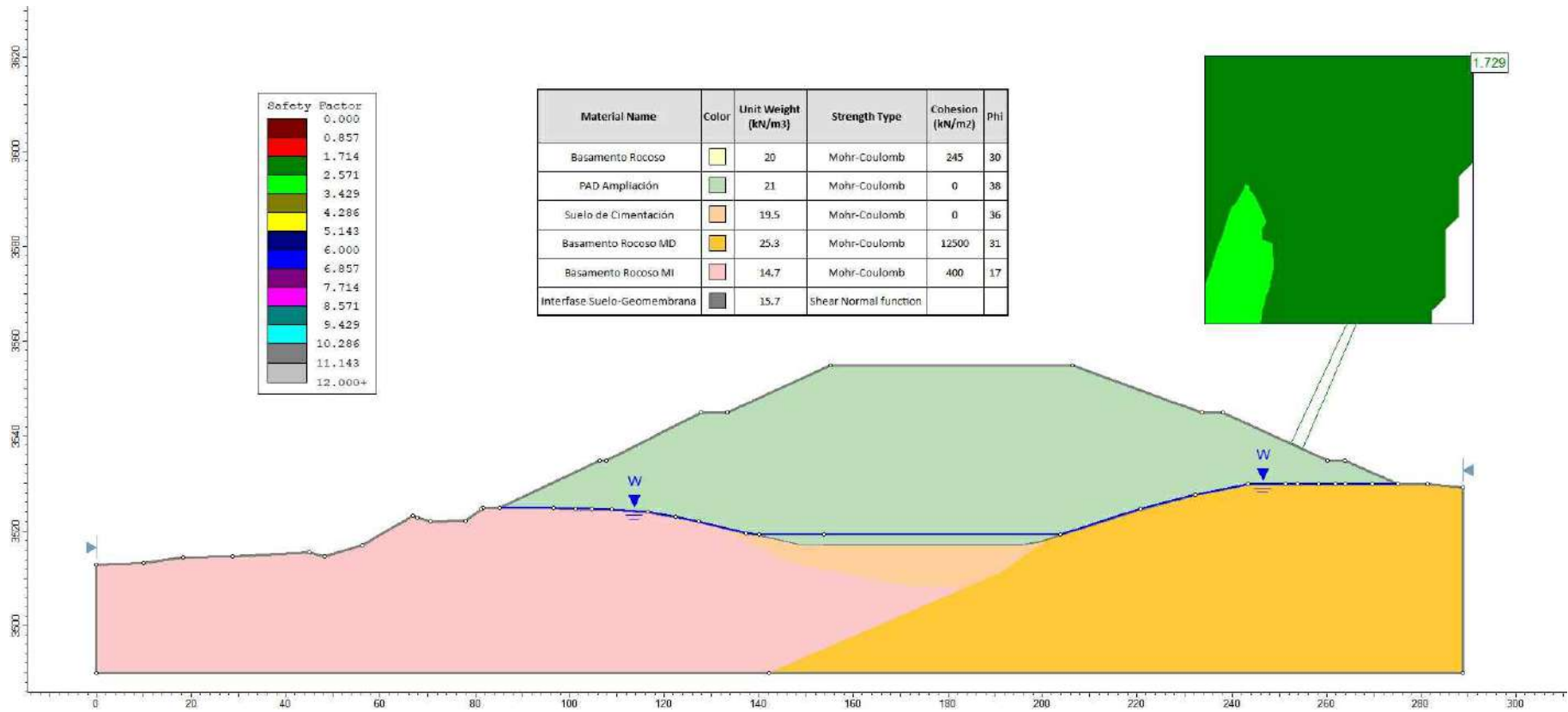
NOMBRE DEL ASESOR
Ing. Raul Antonio Pinto Barrantes

NOMBRE DEL PLANO
ANALISIS ESTÁTICO - SPENCER

ESCALA
1/2500

N° DE PLANO
17

APROBADO POR
[Signature]
ING. ALBERTO R. DÍAZ RÍOS
JEFE DE PROYECTOS
CIP: 60977
GEOHIDRAC
INGENIERÍA E HIDRÁULICA CIVIL S.A.C.
Consultores y Ejecutores de Proyectos



SECCIÓN 1 - 1 MARGEN DERECHO



TITULO PROYECTO
Análisis comparativo entre la Norma E030 y el estudio del Peligro Sísmico en la estabilidad del Pad de Lixiviación Moquegua - 2019

NOMBRE DEL AUTOR
Pedro Gerson De la Torre Mochcco

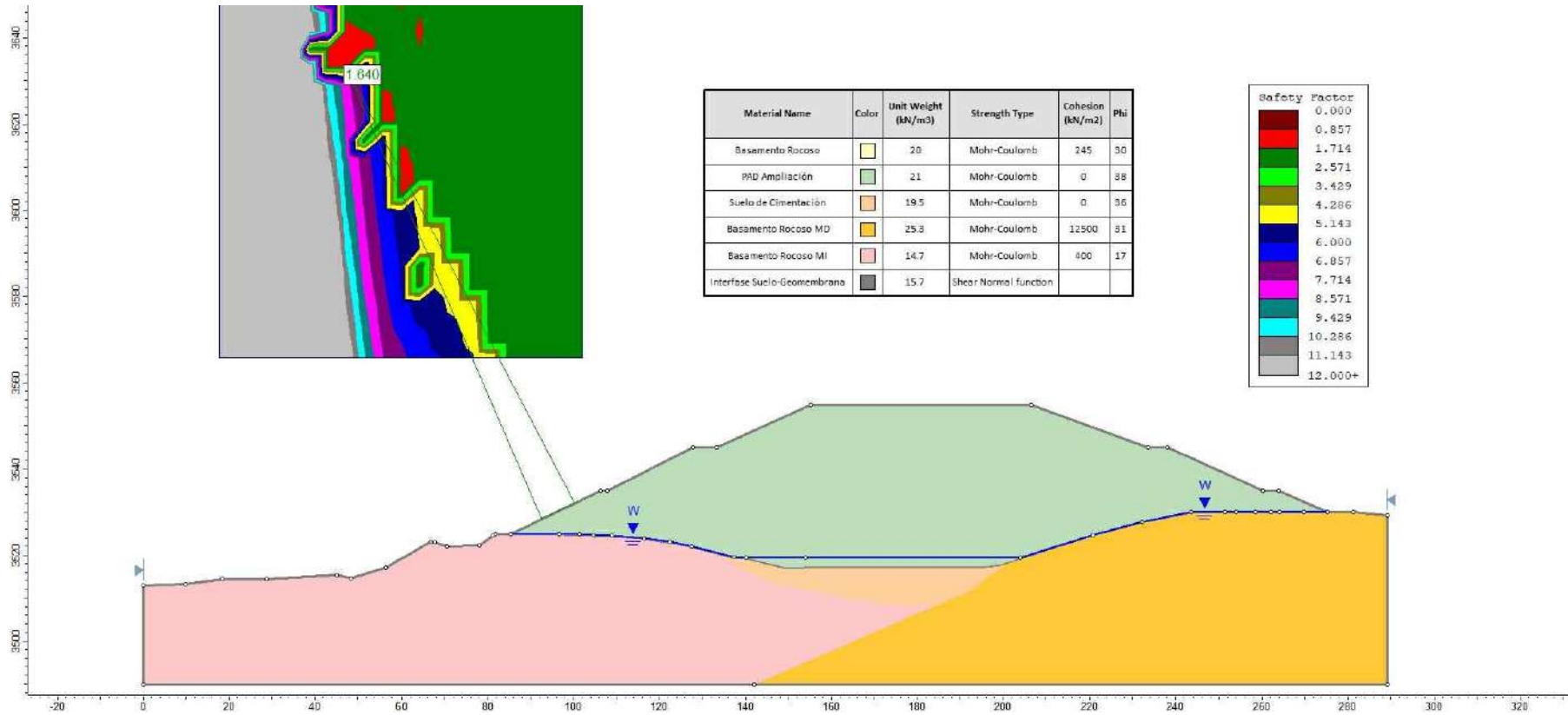
NOMBRE DEL ASESOR
Ing. Raul Antonio Pinto Barrantes

NOMBRE DEL PLANO
ANÁLISIS ESTÁTICO - SPENCER

ESCALA
1/2500

N° DE PLANO
19

APROBADO POR
ING. ALBERTO R. DÍAZ RÍOS
JEFE DE PROYECTOS
CIP: 50977
GEOHIDRAC
GEOTECNIA E HIDRÁULICA CIVIL S.A.C.
Consultores y Ejecutores de Proyectos



SECCIÓN 1 - 1 MARGEN IZQUIERDO



TITULO PROYECTO
Análisis comparativo entre la Norma E030 y el estudio del Peligro Sísmico en la estabilidad del Pad de Lixiviación Moquegua - 2019

NOMBRE DEL AUTOR
Pedro Gerson De la Torre Mochcco

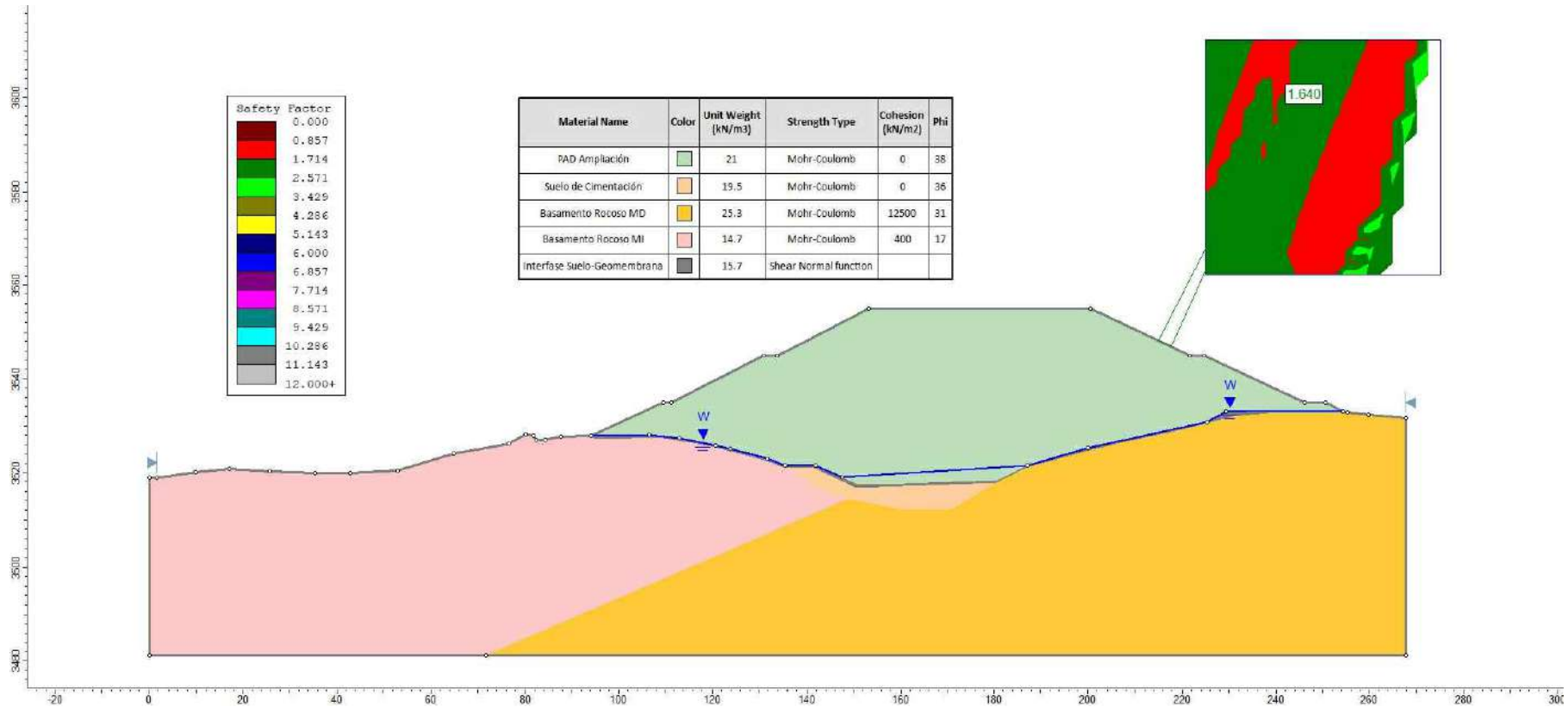
NOMBRE DEL ASESOR
Ing. Raul Antonio Pinto Barrantes

NOMBRE DEL PLANO
ANÁLISIS ESTÁTICO - SPENCER

ESCALA
1/2500

N° DE PLANO
20

APROBADO POR
[Signature]
ING. ALBERTO R. DÍAZ RÍOS
JEFE DE PROYECTOS
CIP: 60977
GEOHIDRAC
GEOTECNIA E HIDRÁULICA CIVIL S.A.C.
Consultores y Ejecutores de Proyectos



SECCIÓN 2 - 2 MARGEN DERECHO



TITULO PROYECTO
Análisis comparativo entre la Norma E030 y el estudio del Peligro Sísmico en la estabilidad del Pad de Lixiviación Moquegua - 2019

NOMBRE DEL AUTOR
Pedro Gerson De la Torre Mochcco

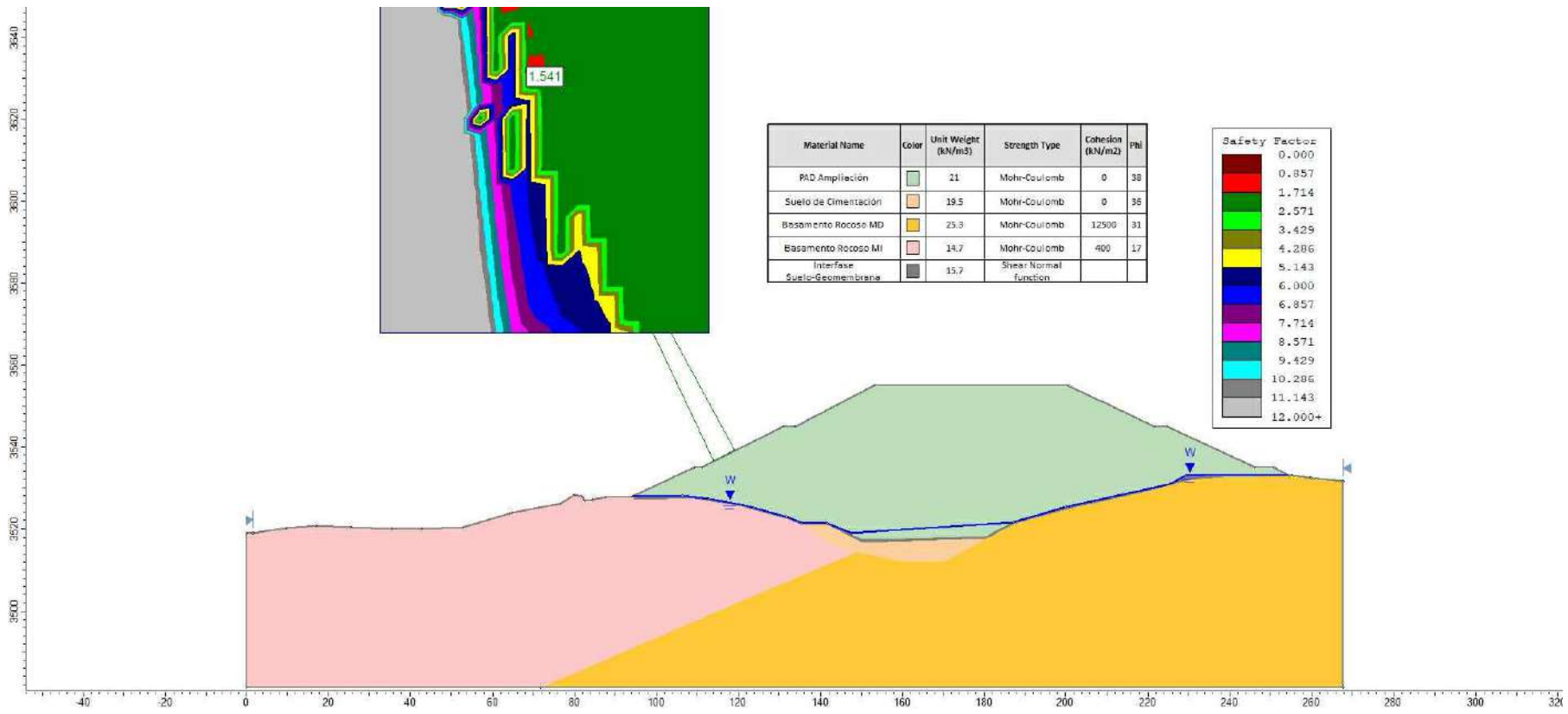
NOMBRE DEL ASESOR
Ing. Raul Antonio Pinto Barrantes

NOMBRE DEL PLANO
ANÁLISIS ESTÁTICO - SPENCER


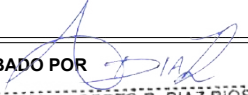
ESCALA
1/2500

N° DE PLANO
21

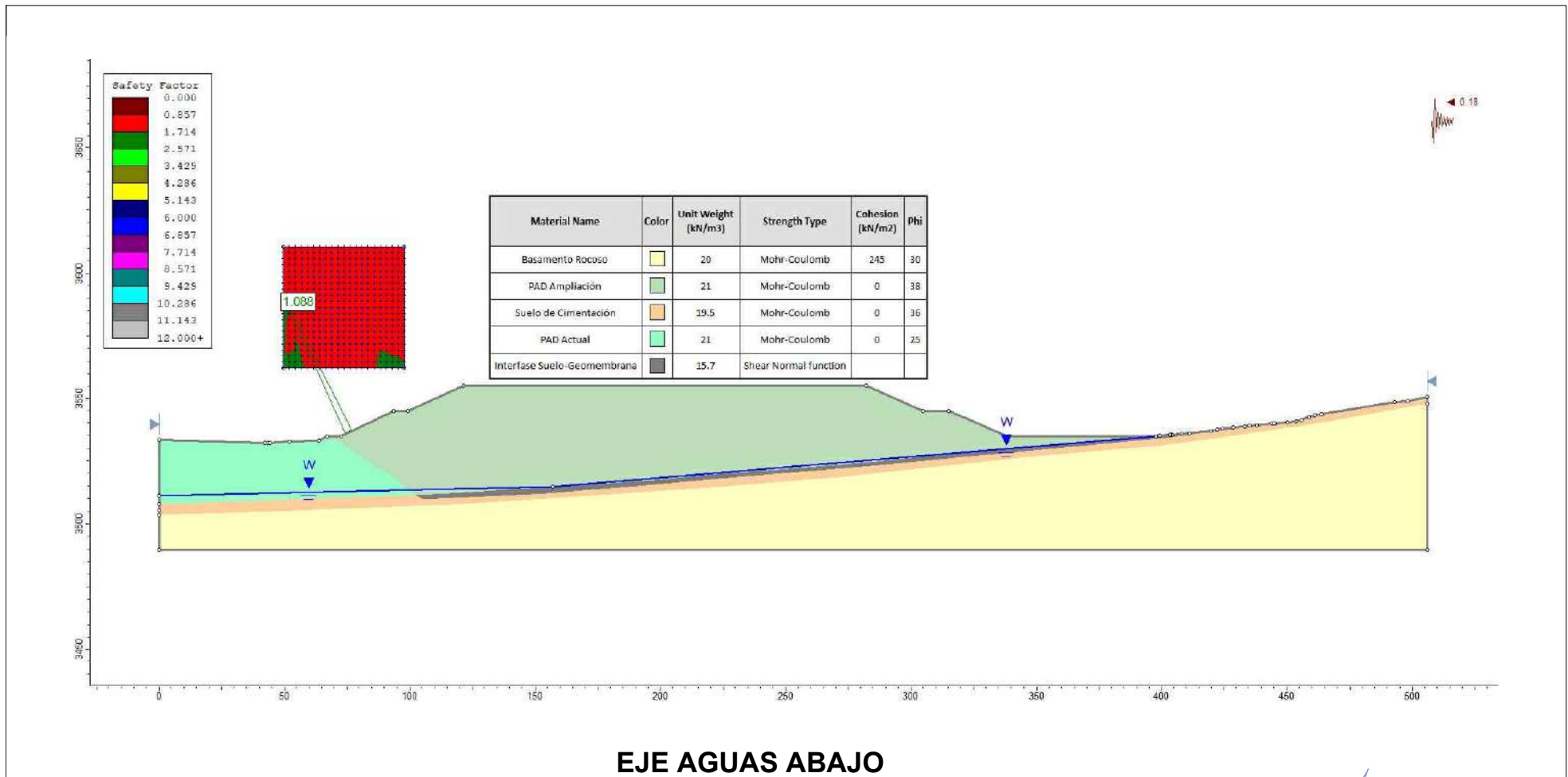
APROBADO POR
ING. ALBERTO R. DIAZ RÍOS
JEFE DE PROYECTOS
CIP: 60977
GEOHIDRAC
GEOTECNIA E HIDRÁULICA CIVIL S.A.C.
Consultores y Ejecutores de Proyectos




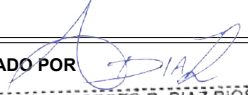
SECCIÓN 2 - 2 MARGEN IZQUIERDO

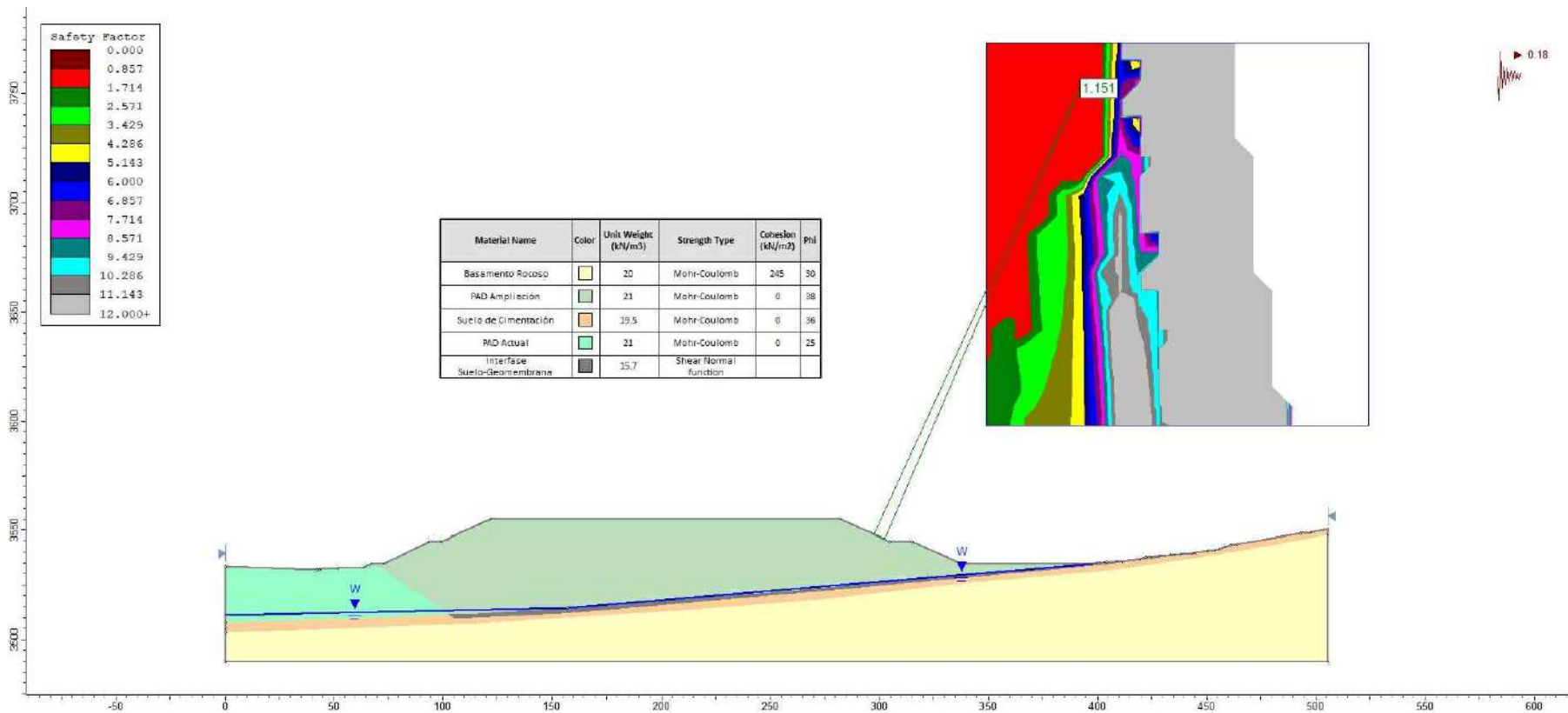
	TITULO PROYECTO Análisis comparativo entre la Norma E030 y el estudio del Peligro Sísmico en la estabilidad del Pad de Lixiviación Moquegua - 2019	NOMBRE DEL AUTOR Pedro Gerson De la Torre Mochcco	NOMBRE DEL PLANO ANALISIS ESTÁTICO - SPENCER		APROBADO POR  ING. ALBERTO R. DÍAZ RÍOS JEFE DE PROYECTOS CIP: 60977 GEOHIDRAC CONSULTORIA E INGENIERIA CIVIL S.A.C. Consultores y Ejecutores de Proyectos
	NOMBRE DEL ASESOR Ing. Raul Antonio Pinto Barrantes	ESCALA 1/2500	N° DE PLANO 22		

ANEXO: PLANOS DE ANÁLISIS DE ESTABILIDAD - PSEUDO ESTÁTICO



EJE AGUAS ABAJO

	TITULO PROYECTO Análisis comparativo entre la Norma E030 y el estudio del Peligro Sísmico en la estabilidad del Pad de Lixiviación Moquegua - 2019	NOMBRE DEL AUTOR Pedro Gerson De la Torre Mochcco	NOMBRE DEL PLANO ANALISIS PSEUDO ESTÁTICO - BISHOP - 0.35 g		APROBADO POR  ING. ALBERTO R. DÍAZ RÍOS JEFE DE PROYECTOS CIP: 60977
	NOMBRE DEL ASESOR Ing. Raul Antonio Pinto Barrantes	ESCALA 1/2500	N° DE PLANO 41		



EJE AGUAS ARRIBA



TITULO PROYECTO
Análisis comparativo entre la Norma E030 y el estudio del Peligro Sísmico en la estabilidad del Pad de Lixiviación Moquegua - 2019

NOMBRE DEL AUTOR
Pedro Gerson De la Torre Mochcco

NOMBRE DEL ASESOR
Ing. Raul Antonio Pinto Barrantes

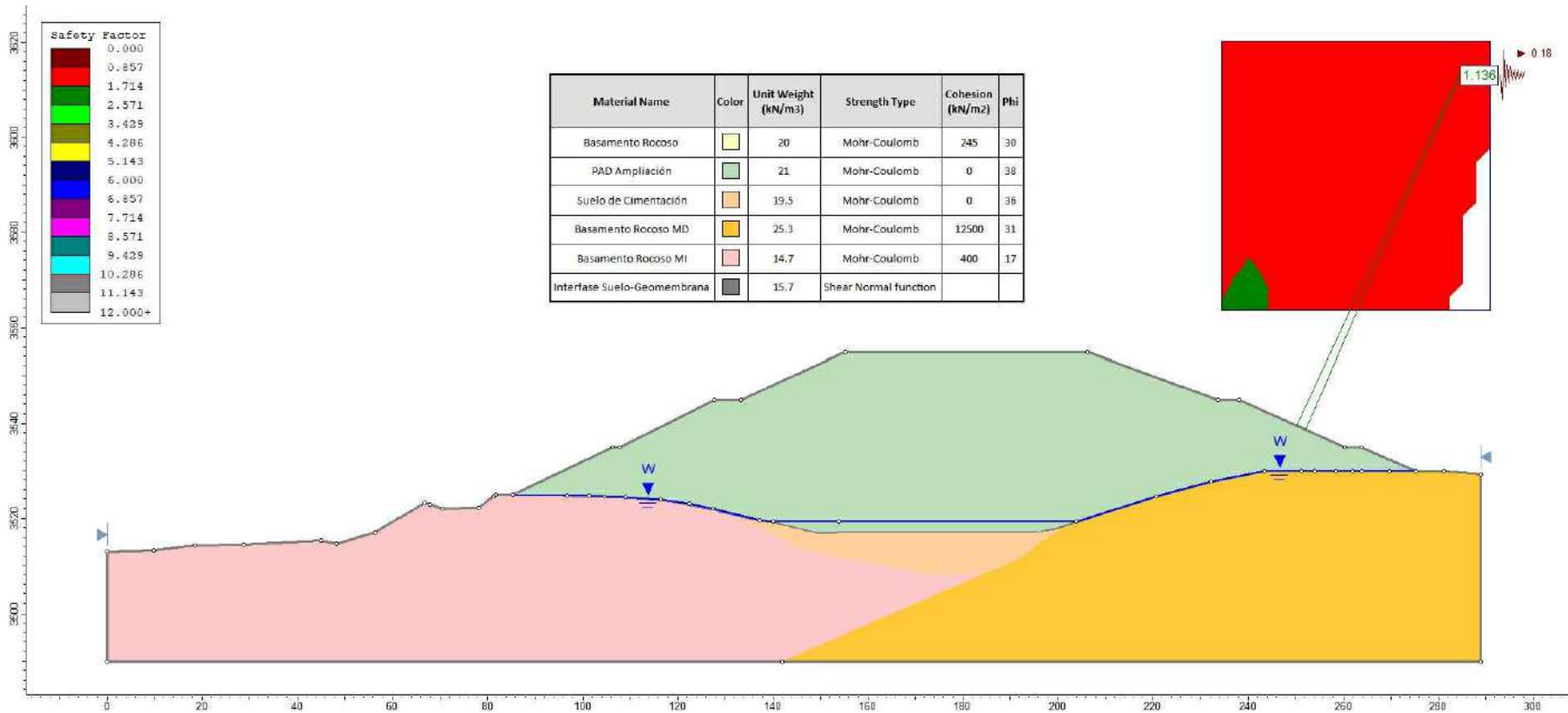
NOMBRE DEL PLANO
ANÁLISIS PSEUDO ESTÁTICO - BISHOP - 0.35 g

ESCALA
1/2500

N° DE PLANO
42

APROBADO POR

ING. ALBERTO R. DÍAZ RÍOS
JEFE DE PROYECTOS
CIP: 60977
GEOHIDRAC
INGENIERÍA E HIDRÁULICA CIVIL S.A.C.
Consultores y Ejecutores de Proyectos



SECCIÓN 1 - 1 MARGEN DERECHO



TITULO PROYECTO
Análisis comparativo entre la Norma E030 y el estudio del Peligro Sísmico en la estabilidad del Pad de Lixiviación Moquegua - 2019

NOMBRE DEL AUTOR
Pedro Gerson De la Torre Mochcco

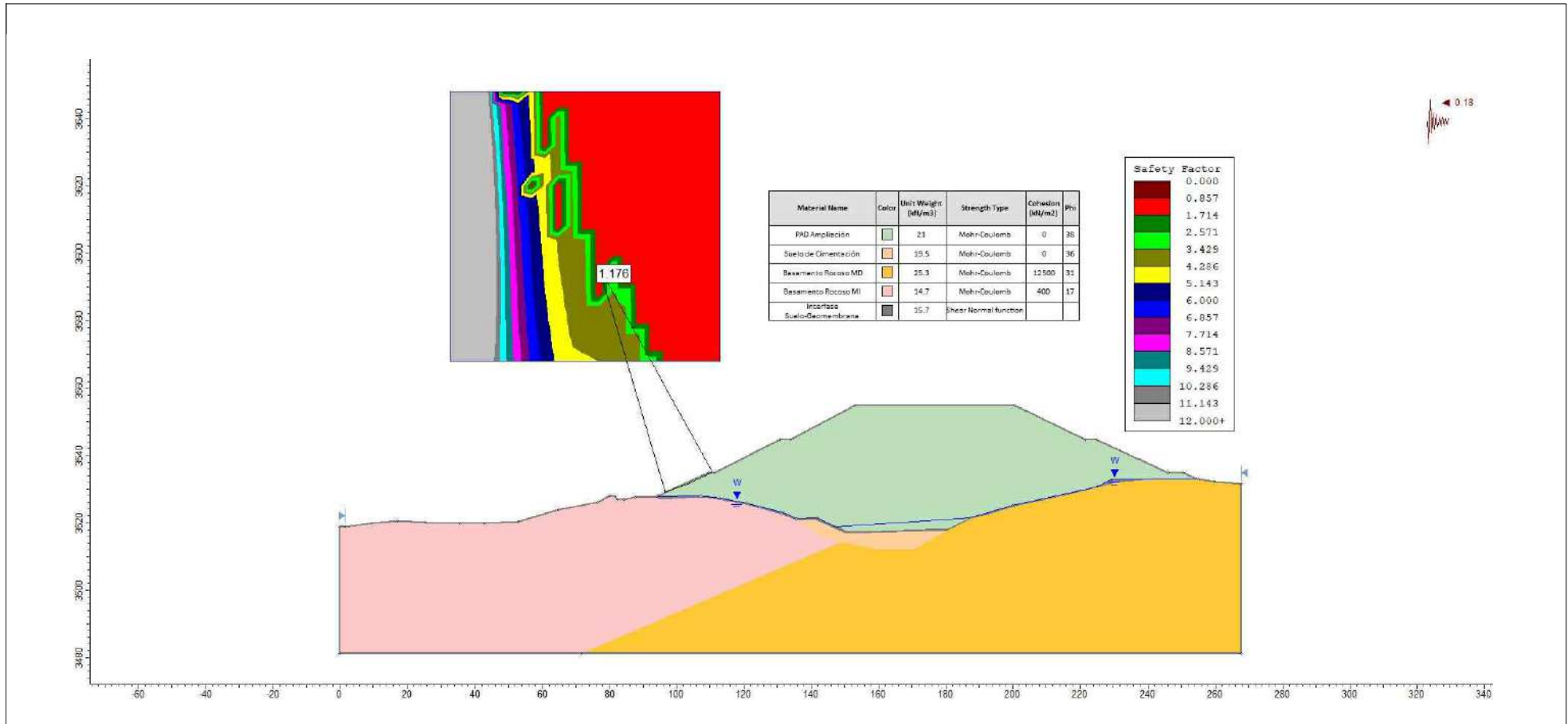
NOMBRE DEL ASESOR
Ing. Raul Antonio Pinto Barrantes

NOMBRE DEL PLANO
ANÁLISIS PSEUDO ESTÁTICO - BISHOP - 0.35 g


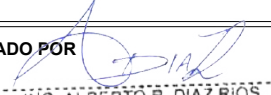
ESCALA
1/2500

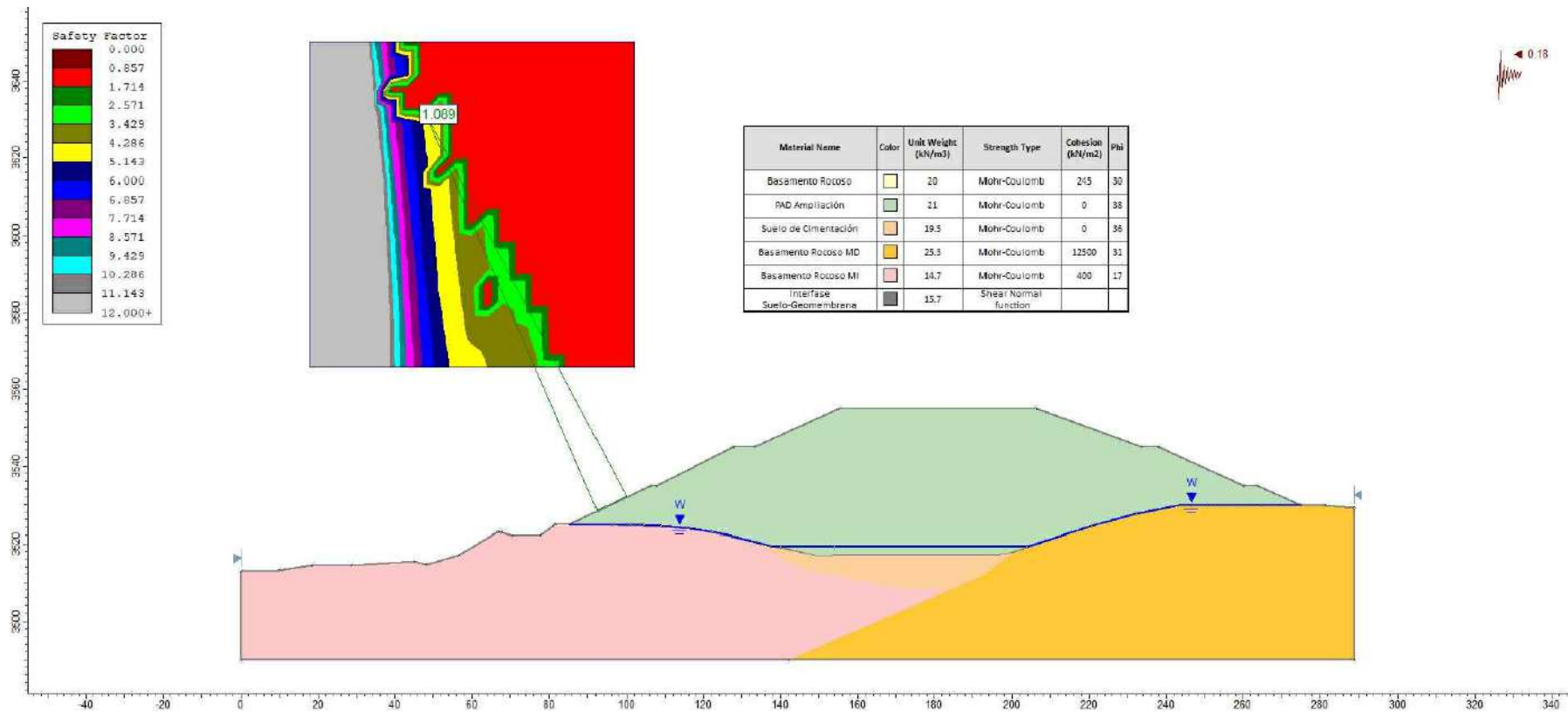
N° DE PLANO
43

APROBADO POR
ING. ALBERTO R. DÍAZ RÍOS
JEFE DE PROYECTOS
CIP: 60877
GEOHIDRAC
GEOTECNIA E HIDRÁULICA CIVIL S.A.C.
Consultores y Operadores de Proyectos



SECCIÓN 2 - 2 MARGEN IZQUIERDO

	TITULO PROYECTO Análisis comparativo entre la Norma E030 y el estudio del Peligro Sísmico en la estabilidad del Pad de Lixiviación Moquegua - 2019	NOMBRE DEL AUTOR Pedro Gerson De la Torre Mochcco	NOMBRE DEL PLANO ANALISIS PSEUDO ESTÁTICO - BISHOP - 0.35 g		APROBADO POR  ING. ALBERTO R. DÍAZ RÍOS JEFE DE PROYECTOS CIP: 60977 GEOHIDRAC GEOTECNIA E HIDRÁULICA CIVIL S.A.C. Consultores y Ejecutores de Proyectos
	NOMBRE DEL ASESOR Ing. Raul Antonio Pinto Barrantes	ESCALA 1/2500	N° DE PLANO 46		



SECCIÓN 1 - 1 MARGEN IZQUIERDO



TITULO PROYECTO
Análisis comparativo entre la Norma E030 y el estudio del Peligro Sísmico en la estabilidad del Pad de Lixiviación Moquegua - 2019

NOMBRE DEL AUTOR
Pedro Gerson De la Torre Mochcco

NOMBRE DEL ASESOR
Ing. Raul Antonio Pinto Barrantes

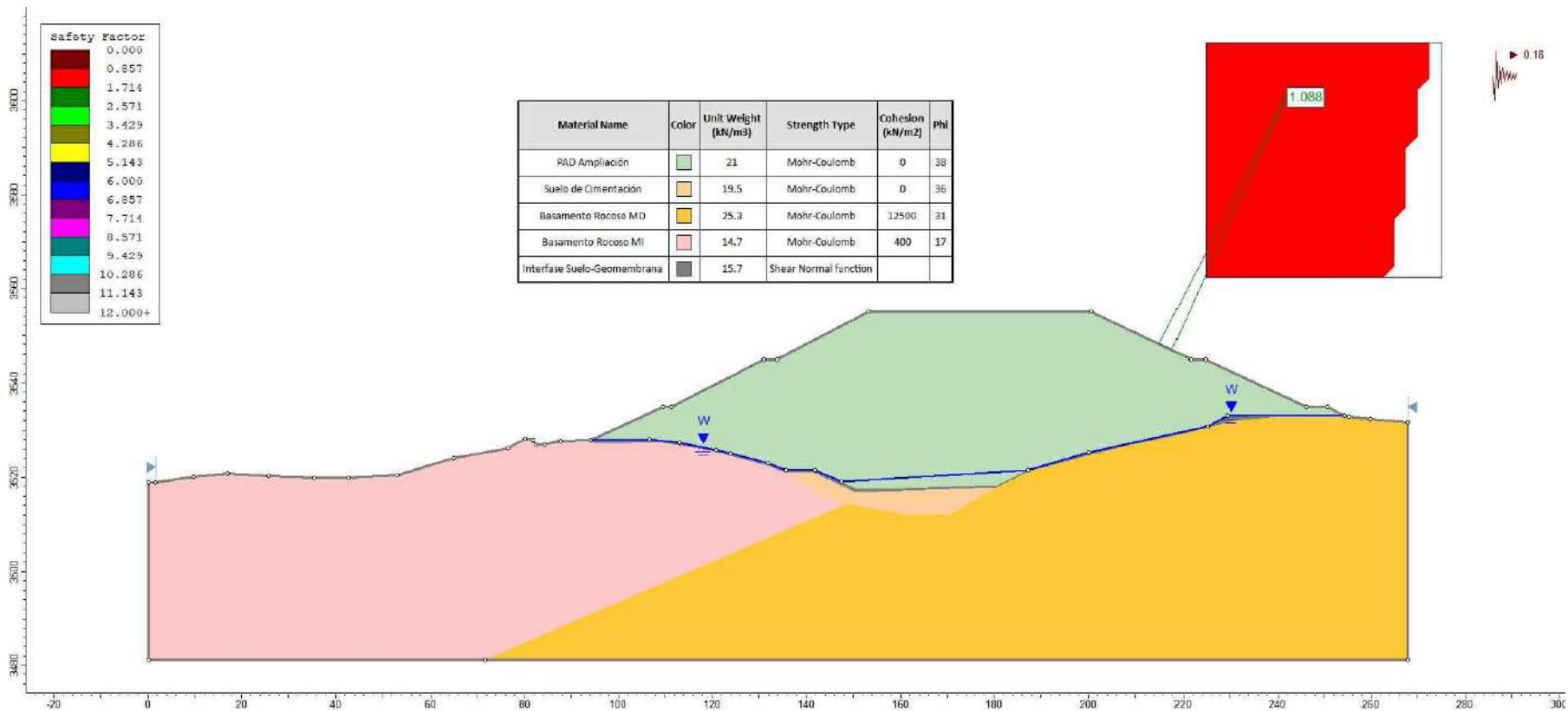
NOMBRE DEL PLANO
ANÁLISIS PSEUDO ESTÁTICO - BISHOP - 0.35 g

ESCALA
1/2500

N° DE PLANO
44

APROBADO POR

ING. ALBERTO R. DÍAZ RÍOS
JEFE DE PROYECTOS
CIP: 60977
GEOHIDRAC
INGENIERÍA E HIDRÁULICA CIVIL S.A.C.
Consultores y Ejecutores de Proyectos



SECCIÓN 2 - 2 MARGEN DERECHO



TITULO PROYECTO
Análisis comparativo entre la Norma E030 y el estudio del Peligro Sísmico en la estabilidad del Pad de Lixiviación Moquegua - 2019

NOMBRE DEL AUTOR
Pedro Gerson De la Torre Mochcco

NOMBRE DEL ASESOR
Ing. Raul Antonio Pinto Barrantes

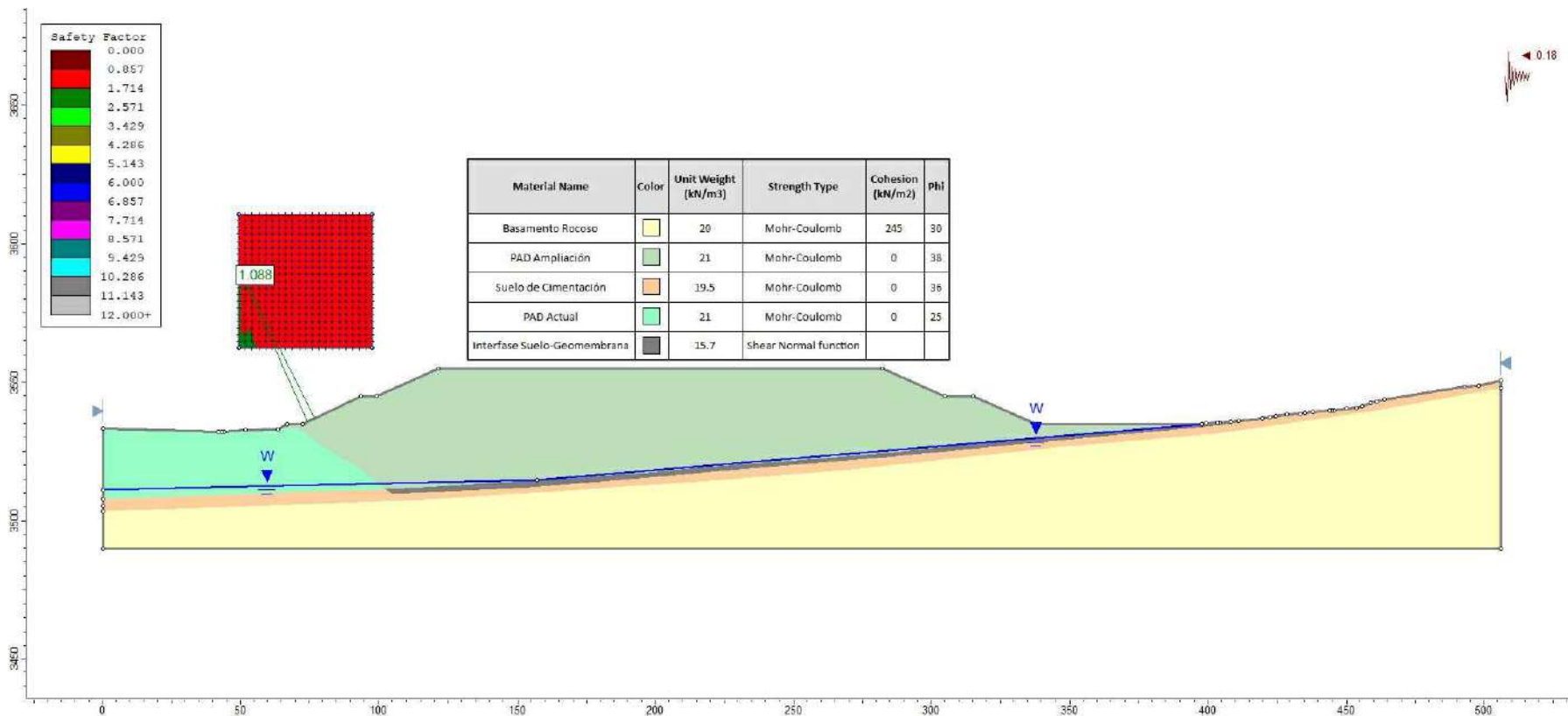
NOMBRE DEL PLANO
ANÁLISIS PSEUDO ESTÁTICO - BISHOP - 0.35 g

ESCALA
1/2500

N° DE PLANO
45

APROBADO POR

Alberto R. Díaz Ríos
ING. ALBERTO R. DÍAZ RÍOS
JEFE DE PROYECTOS
CIP: 60977
GEOHIDRAC
GEOTECNIA E HIDRAULICA CIVIL S.A.C.
Consultores y Operadores de Proyectos



EJE AGUAS ABAJO



TITULO PROYECTO
Análisis comparativo entre la Norma E030 y el estudio del Peligro Sísmico en la estabilidad del Pad de Lixiviación Moquegua - 2019

NOMBRE DEL AUTOR
Pedro Gerson De la Torre Mochcco

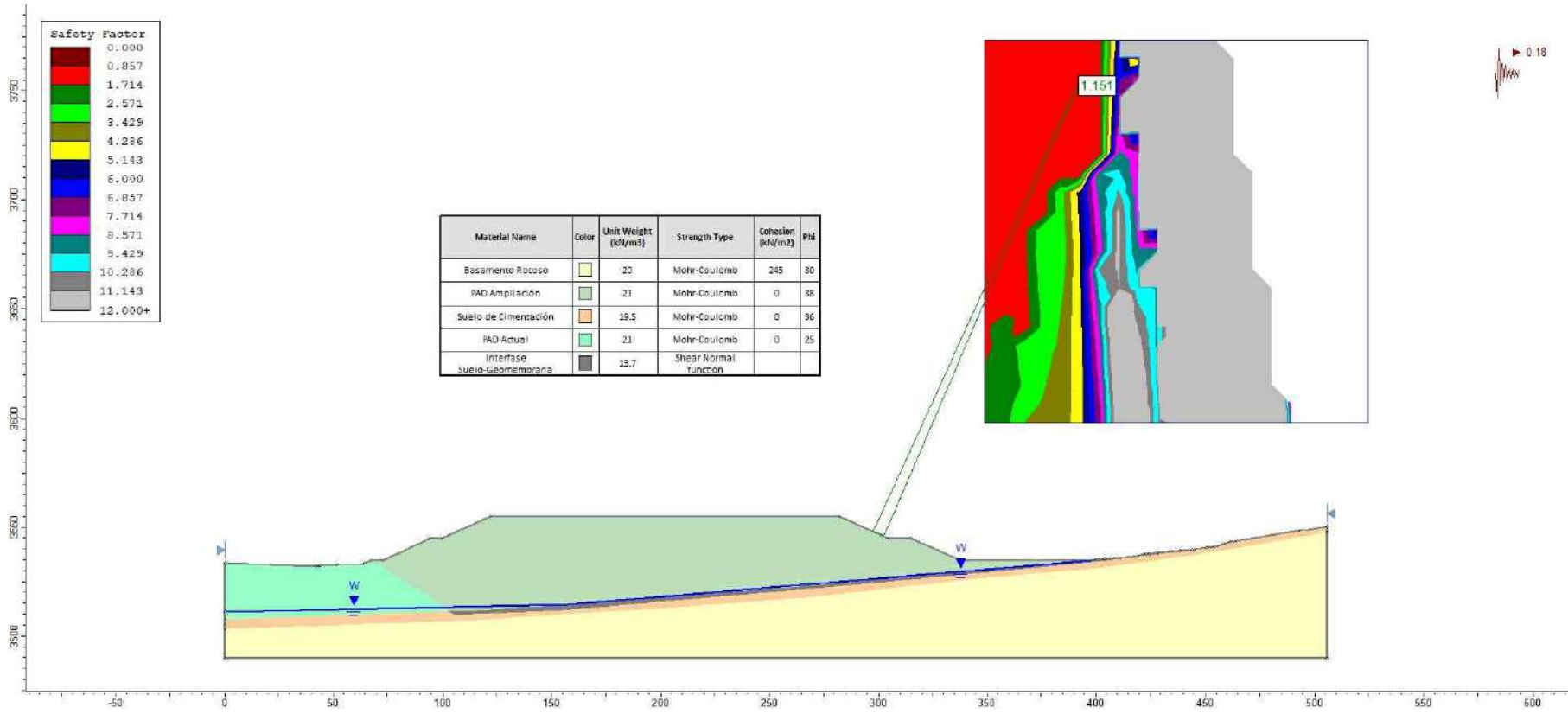
NOMBRE DEL ASESOR
Ing. Raul Antonio Pinto Barrantes

NOMBRE DEL PLANO
ANÁLISIS PSEUDO ESTÁTICO - JANBU - 0.35 g

ESCALA
1/2500

N° DE PLANO
47

APROBADO POR
ING. ALBERTO R. DÍAZ RÍOS
JEFE DE PROYECTOS
CIP: 60977
GEOHIDRAC
GEOTECNIA E HIDRÁULICA CIVIL S.A.C.
Consultores y Ejecutores de Proyectos



EJE AGUAS ARRIBA



TITULO PROYECTO
 Análisis comparativo entre la Norma E030 y el estudio del Peligro Sísmico en la estabilidad del Pad de Lixiviación Moquegua - 2019

NOMBRE DEL AUTOR
 Pedro Gerson De la Torre Mochcco

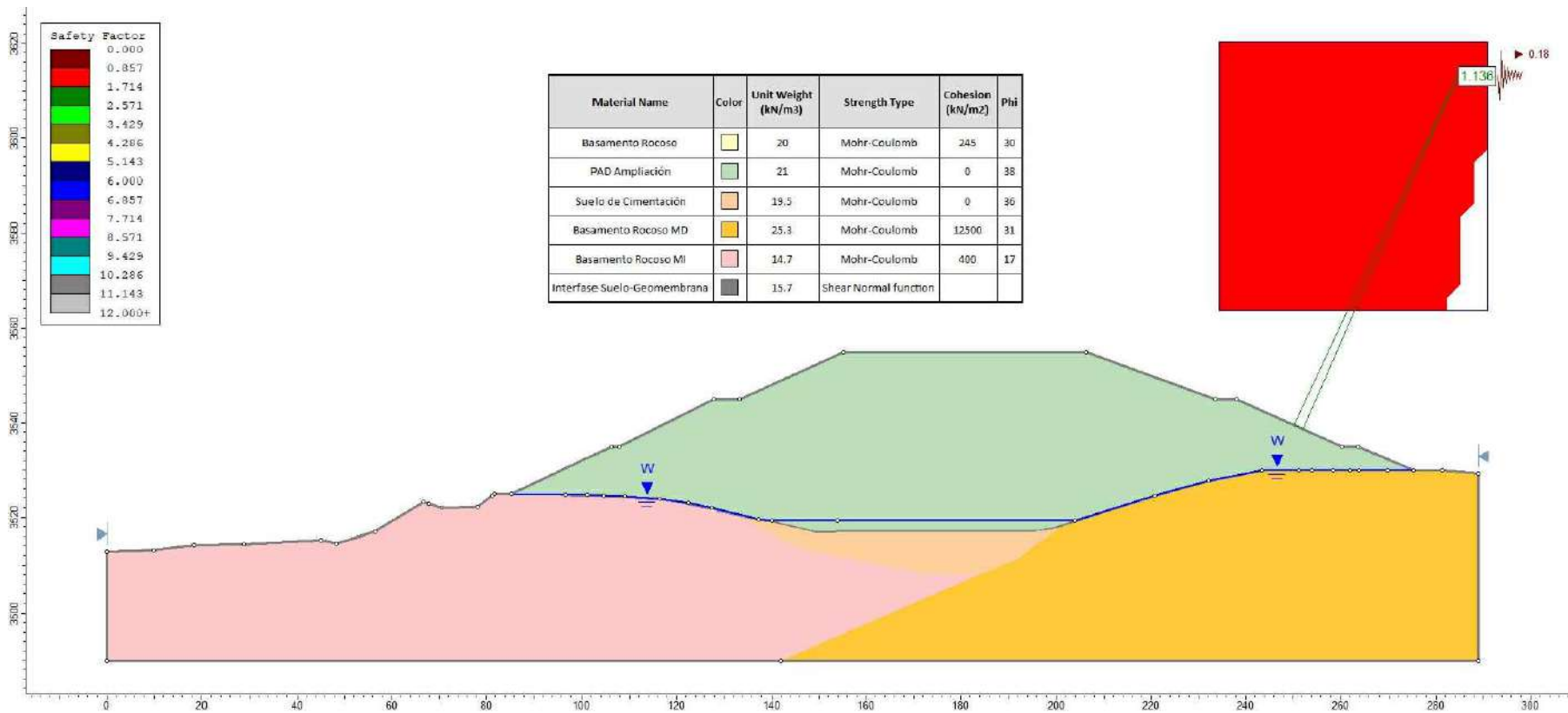
NOMBRE DEL ASESOR
 Ing. Raul Antonio Pinto Barrantes

NOMBRE DEL PLANO
 ANALISIS PSEUDO ESTÁTICO - JANBU - 0.35 g

ESCALA
 1/2500

N° DE PLANO
 48

APROBADO POR
 ING. ALBERTO R. DIAZ RÍOS
 JEFE DE PROYECTOS
 CIP: 60377
GEOHIDRAC
 GEOTECNIA E HIDRÁULICA CIVIL S.A.C.
 Consultores y Ejecutores de Proyectos



SECCIÓN 1 - 1 MARGEN DERECHO



TITULO PROYECTO
Análisis comparativo entre la Norma E030 y el estudio del Peligro Sísmico en la estabilidad del Pad de Lixiviación Moquegua - 2019

NOMBRE DEL AUTOR
Pedro Gerson De la Torre Mochcco

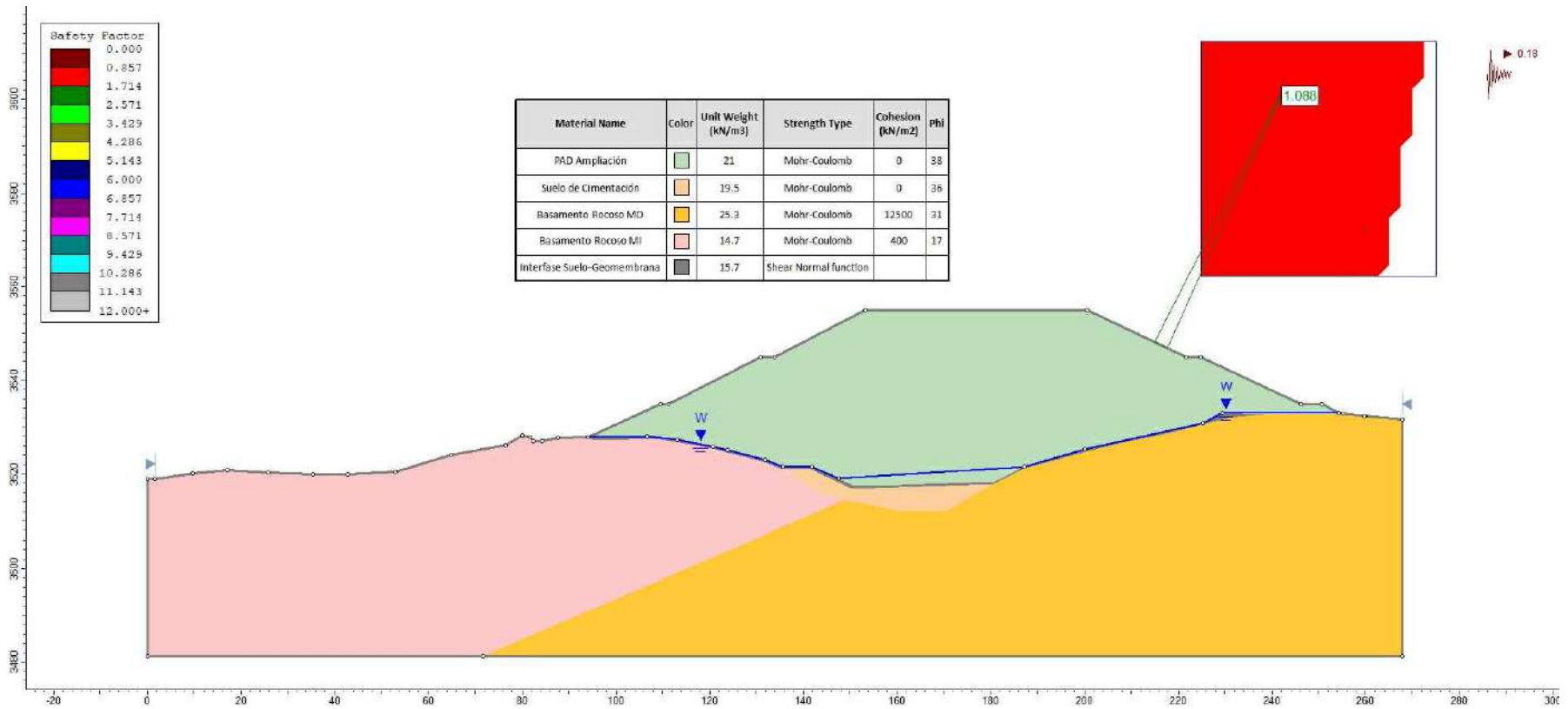
NOMBRE DEL ASESOR
Ing. Raul Antonio Pinto Barrantes

NOMBRE DEL PLANO
ANÁLISIS PSEUDO ESTÁTICO - JANBU - 0.35 g

ESCALA
1/2500

N° DE PLANO
49

APROBADO POR
ING. ALBERTO R. DÍAZ RÍOS
JEFE DE PROYECTOS
CIP: 60977
GEOHIDRAC
GEOTECNIA E HIDRÁULICA CIVIL S.A.C.
Consultores y Ejecutores de Proyectos



SECCIÓN 2 - 2 MARGEN DERECHO



TITULO PROYECTO
Análisis comparativo entre la Norma E030 y el estudio del Peligro Sísmico en la estabilidad del Pad de Lixiviación Moquegua - 2019

NOMBRE DEL AUTOR
Pedro Gerson De la Torre Mochcco

NOMBRE DEL ASESOR
Ing. Raul Antonio Pinto Barrantes

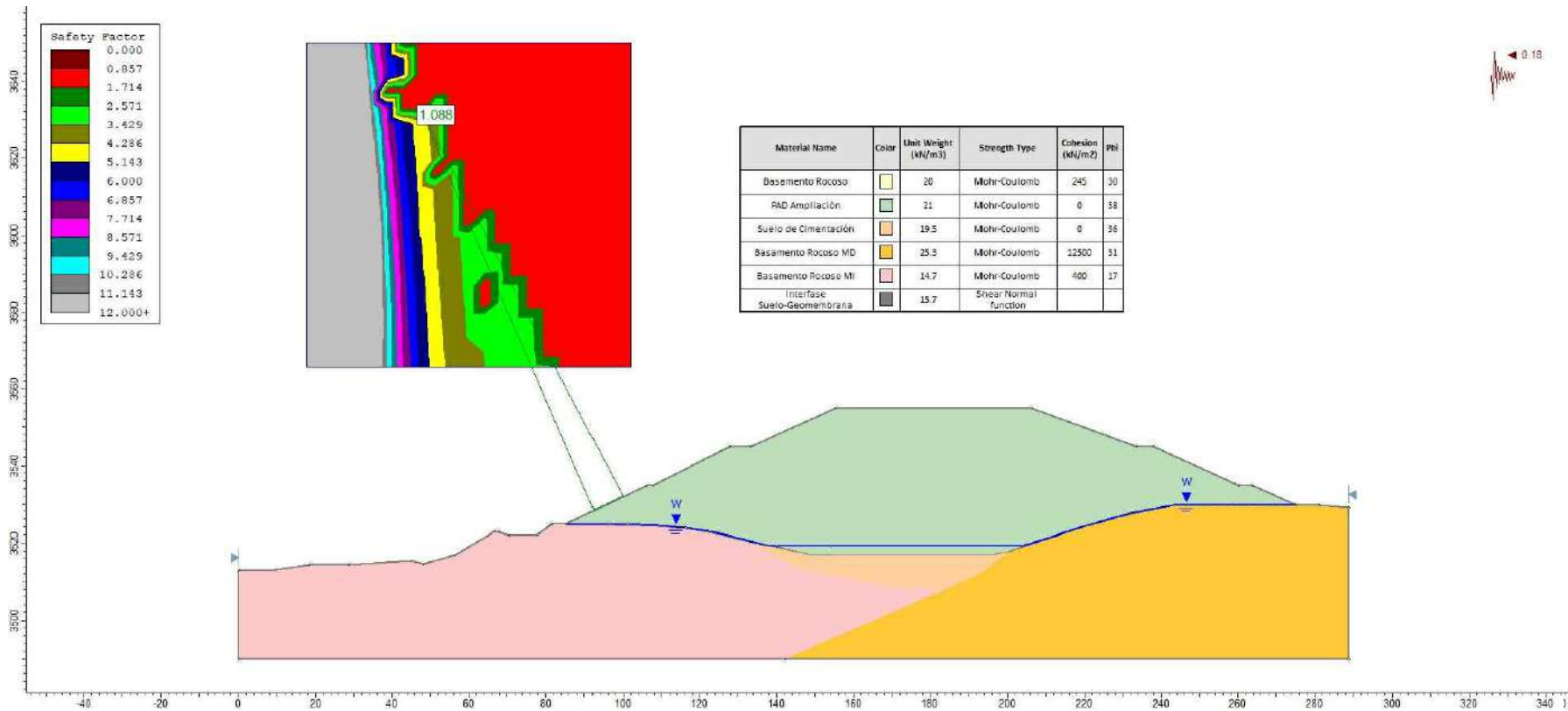
NOMBRE DEL PLANO
ANÁLISIS PSEUDO ESTÁTICO - JANBU - 0.35 g

ESCALA
1/2500

N° DE PLANO
51

APROBADO POR

ING. ALBERTO R. DÍAZ RÍOS
JEFE DE PROYECTOS
CIP: 60977
GEOHIDRAC
GLOBALIA E HIDRÁULICA CIVIL S.A.C.
Consultores y Ejecutores de Proyectos



SECCIÓN 1 - 1 MARGEN IZQUIERDO



TITULO PROYECTO
Análisis comparativo entre la Norma E030 y el estudio del Peligro Sísmico en la estabilidad del Pad de Lixiviación Moquegua - 2019

NOMBRE DEL AUTOR
Pedro Gerson De la Torre Mochcco

NOMBRE DEL ASESOR
Ing. Raul Antonio Pinto Barrantes

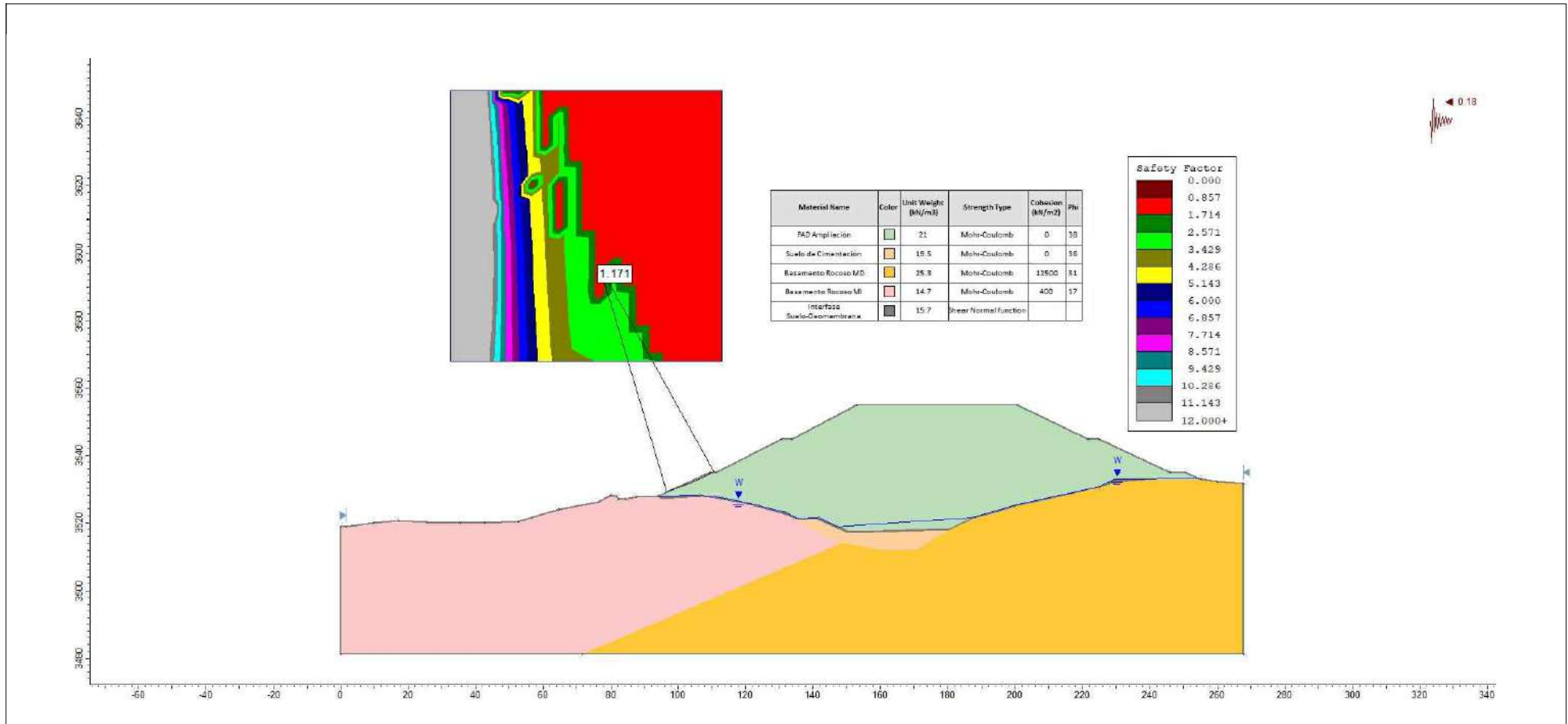
NOMBRE DEL PLANO
ANÁLISIS PSEUDO ESTÁTICO - JANBU - 0.35 g

ESCALA
1/2500


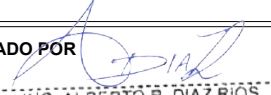
N° DE PLANO
50

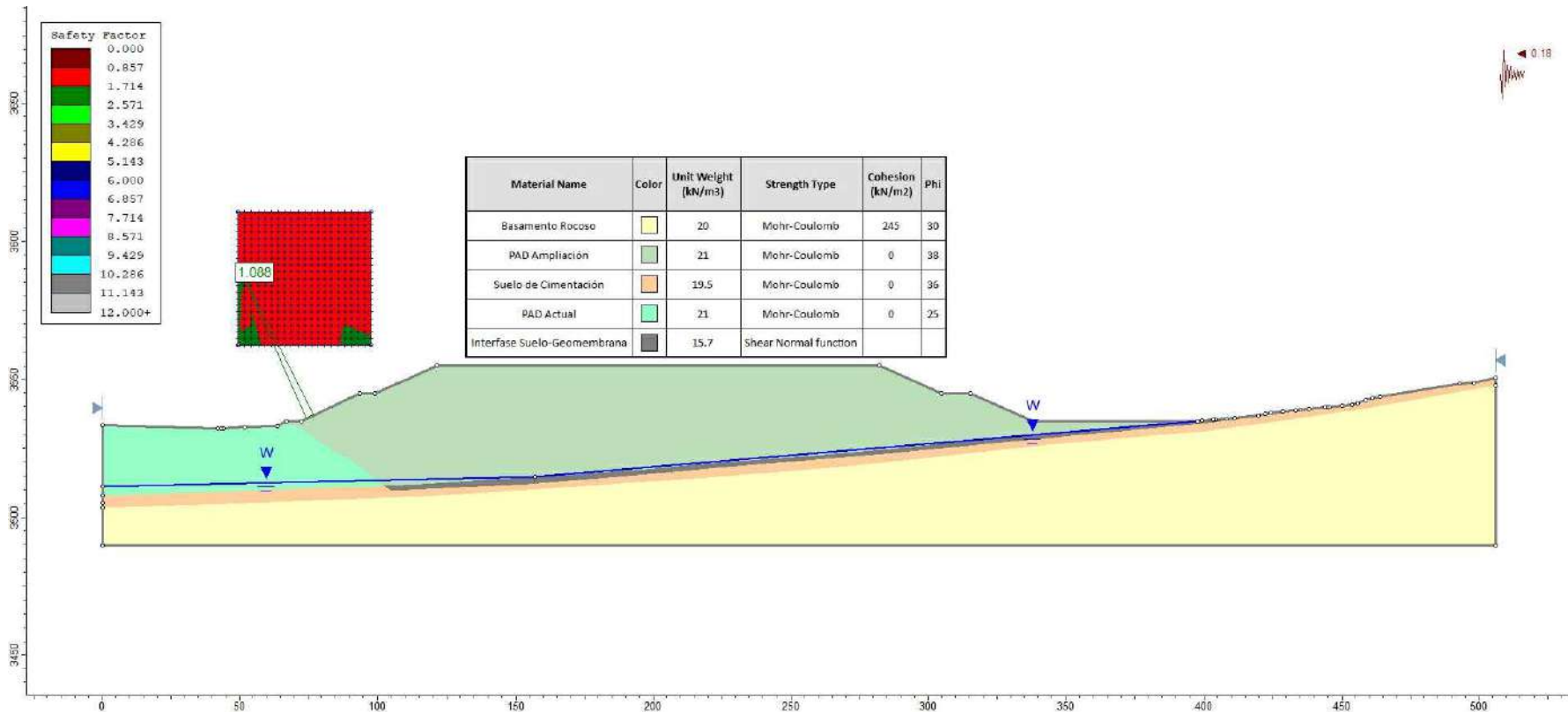
APROBADO POR

ING. ALBERTO R. DÍAZ RÍOS
JEFE DE PROYECTOS
CIP: 60977
GEOHIDRAC
GEOTECNIA E HIDRÁULICA CIVIL S.A.C.
Consultores y Ejecutores de Proyectos



SECCIÓN 2 - 2 MARGEN IZQUIERDO

	TITULO PROYECTO Análisis comparativo entre la Norma E030 y el estudio del Peligro Sísmico en la estabilidad del Pad de Lixiviación Moquegua - 2019	NOMBRE DEL AUTOR Pedro Gerson De la Torre Mochcco	NOMBRE DEL PLANO ANALISIS PSEUDO ESTÁTICO - JANBU - 0.35 g		APROBADO POR  ING. ALBERTO R. DÍAZ RÍOS JEFE DE PROYECTOS CIP: 60977 GEOHIDRAC CONSULTORA E HIDRÁULICA CIVIL S.A.C. Consultores y Ejecutores de Proyectos
	NOMBRE DEL ASESOR Ing. Raul Antonio Pinto Barrantes	ESCALA 1/2500	N° DE PLANO 52		



EJE AGUAS ABAJO



TITULO PROYECTO
Análisis comparativo entre la Norma E030 y el estudio del Peligro Sísmico en la estabilidad del Pad de Lixiviación Moquegua - 2019

NOMBRE DEL AUTOR
Pedro Gerson De la Torre Mochcco

NOMBRE DEL ASESOR
Ing. Raul Antonio Pinto Barrantes

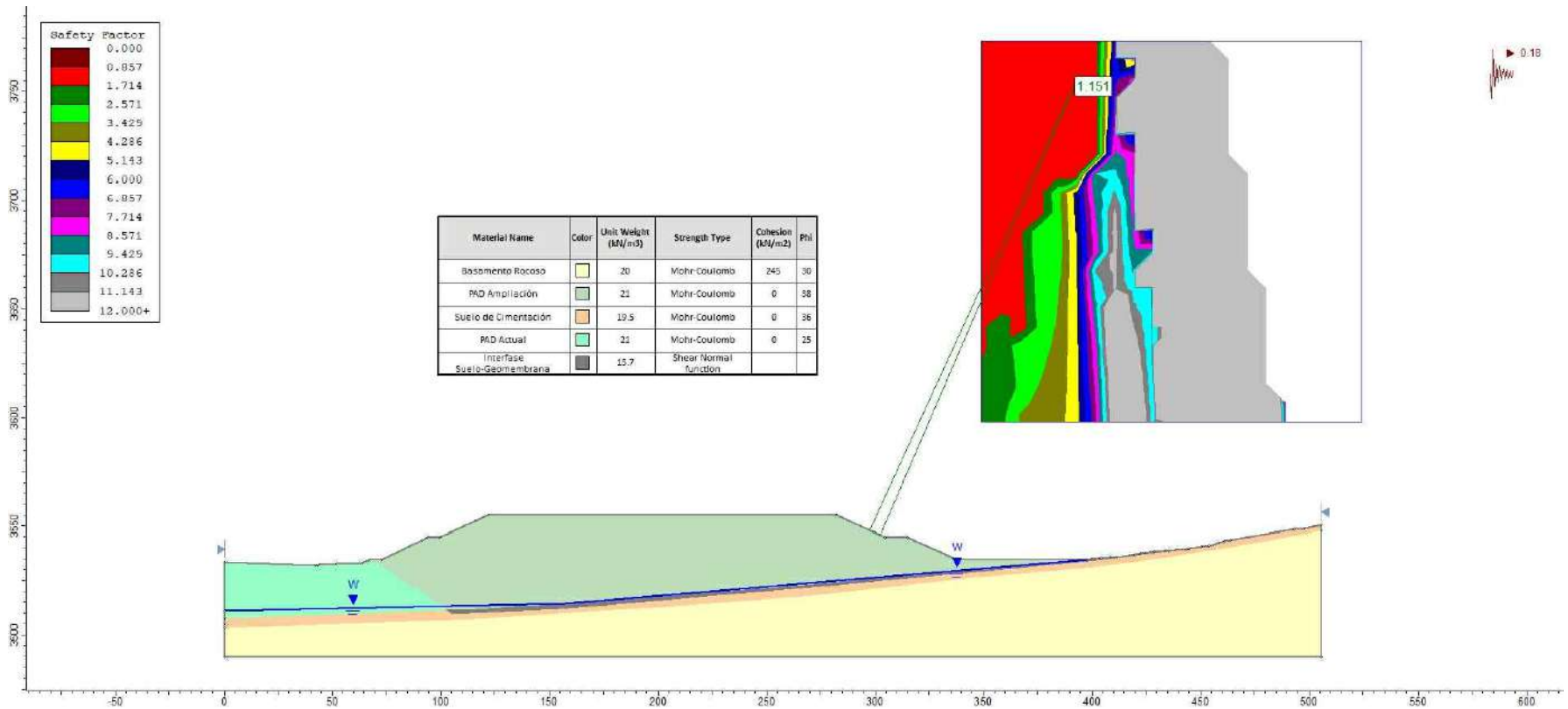
NOMBRE DEL PLANO
ANÁLISIS PSEUDO ESTÁTICO - SPENCER - 0.35 g

ESCALA
1/2500

N° DE PLANO
53

APROBADO POR

Alberto R. Díaz Ríos
ING. ALBERTO R. DÍAZ RÍOS
JEFE DE PROYECTOS
CIP: 50977
GEOHIDRAC
GEOTECNIA E HIDRÁULICA CIVIL S.A.C.
Consultores y Ejecutores de Proyectos



EJE AGUAS ARRIBA



TITULO PROYECTO
 Análisis comparativo entre la Norma E030 y el estudio del Peligro Sísmico en la estabilidad del Pad de Lixiviación Moquegua - 2019

NOMBRE DEL AUTOR
 Pedro Gerson De la Torre Mochcco

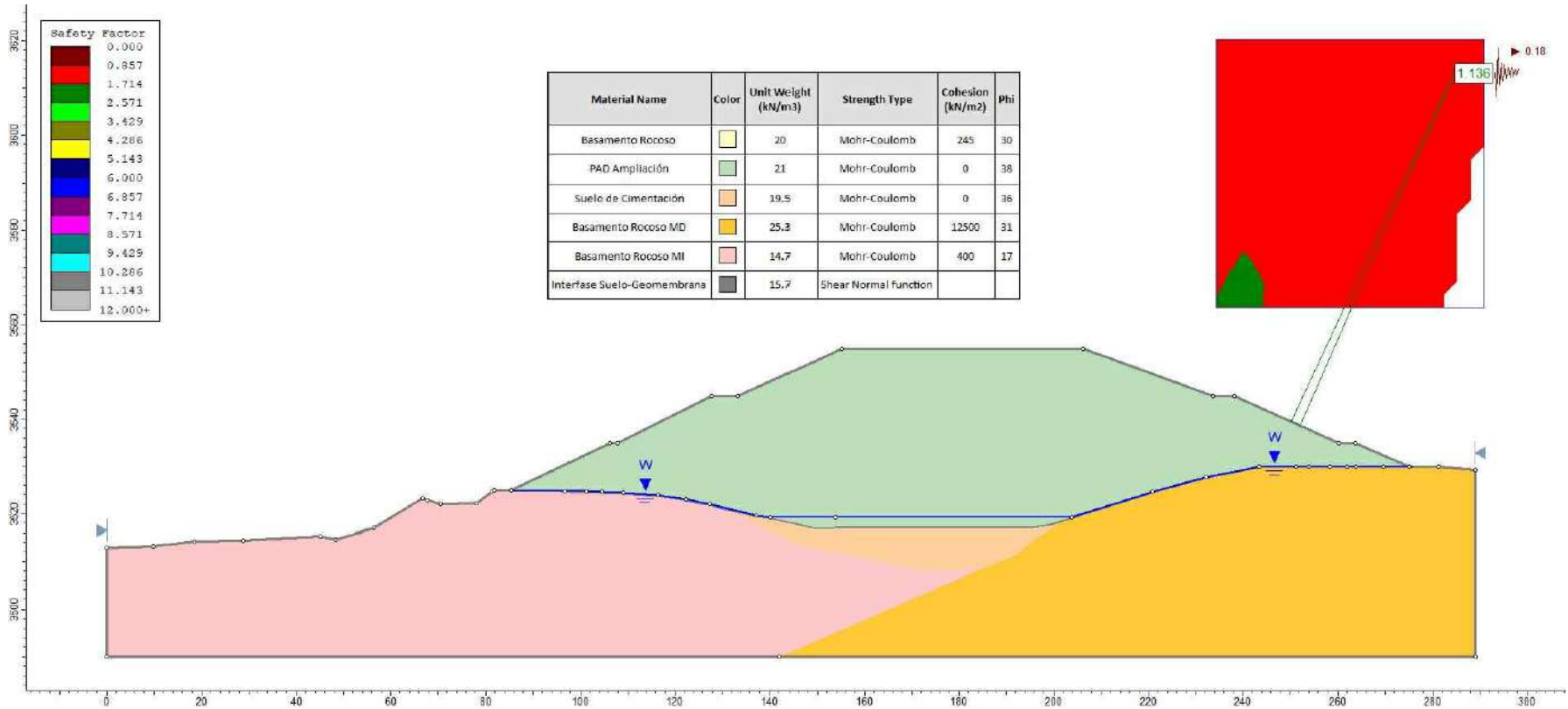
NOMBRE DEL ASESOR
 Ing. Raul Antonio Pinto Barrantes

NOMBRE DEL PLANO
 ANALISIS PSEUDO ESTÁTICO - SPENCER - 0.35 g

ESCALA
 1/2500

N° DE PLANO
 54

APROBADO POR
 ING. ALBERTO R. DIAZ RIOS
 JEFE DE PROYECTOS
 CIP: 60977
GEOHIDRAC
 GEOTECNIA E HIDRAULICA CIVIL S.A.C.
 Consultores y Ejecutores de Proyectos



SECCIÓN 1 - 1 MARGEN DERECHO



TITULO PROYECTO
Análisis comparativo entre la Norma E030 y el estudio del Peligro Sísmico en la estabilidad del Pad de Lixiviación Moquegua - 2019

NOMBRE DEL AUTOR
Pedro Gerson De la Torre Mochcco

NOMBRE DEL ASESOR
Ing. Raul Antonio Pinto Barrantes

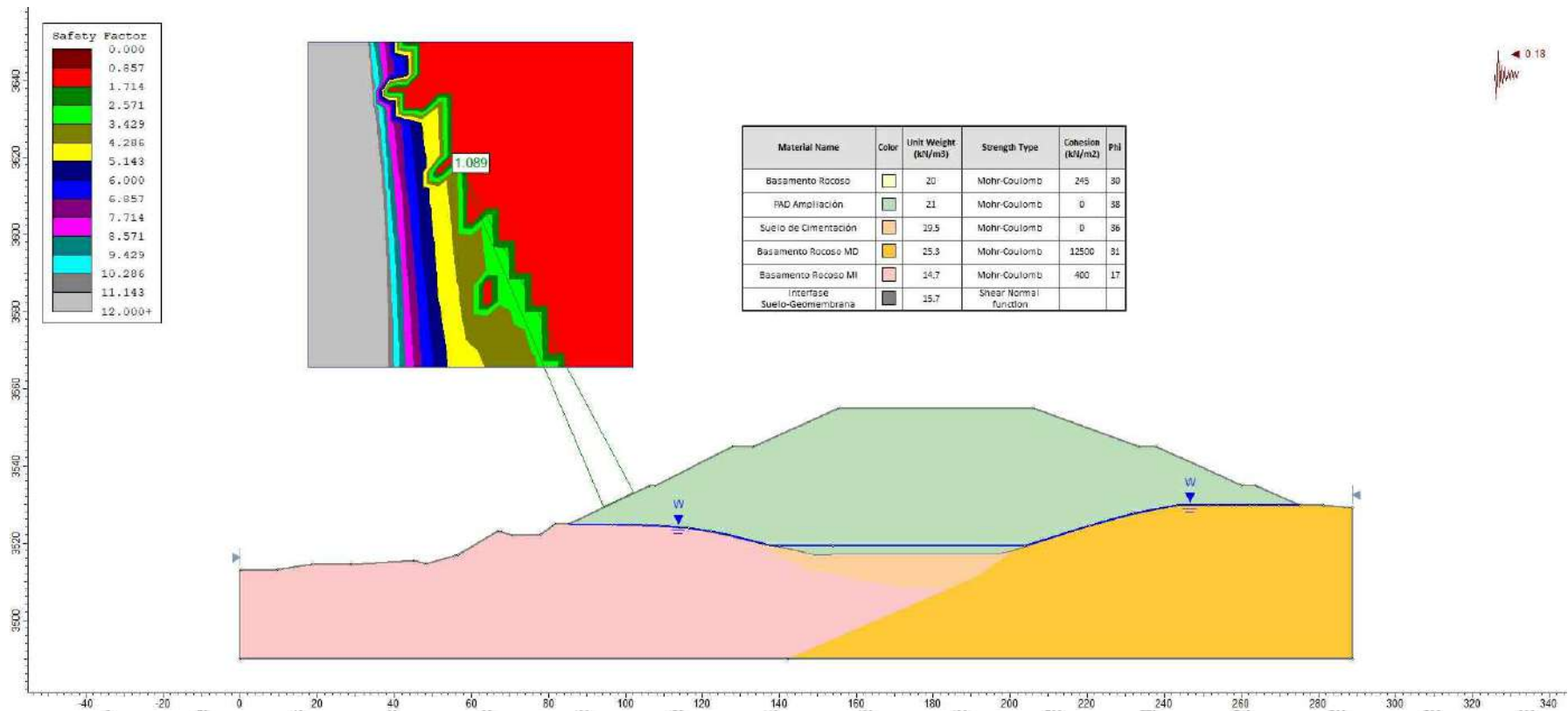
NOMBRE DEL PLANO
ANÁLISIS PSEUDO ESTÁTICO - SPENCER - 0.35 g

ESCALA
1/2500

N° DE PLANO
55

APROBADO POR

Alberto R. Díaz Ríos
ING. ALBERTO R. DÍAZ RÍOS
JEFE DE PROYECTOS
CIP: 50977
GEOHIDRAC
GEOTECNIA E HIDRAULICA CIVIL S.A.C.
Consultores y Ejecutores de Proyectos



SECCIÓN 1 - 1 MARGEN IZQUIERDO



TITULO PROYECTO
Análisis comparativo entre la Norma E030 y el estudio del Peligro Sísmico en la estabilidad del Pad de Lixiviación Moquegua - 2019

NOMBRE DEL AUTOR
Pedro Gerson De la Torre Mochcco

NOMBRE DEL ASESOR
Ing. Raul Antonio Pinto Barrantes

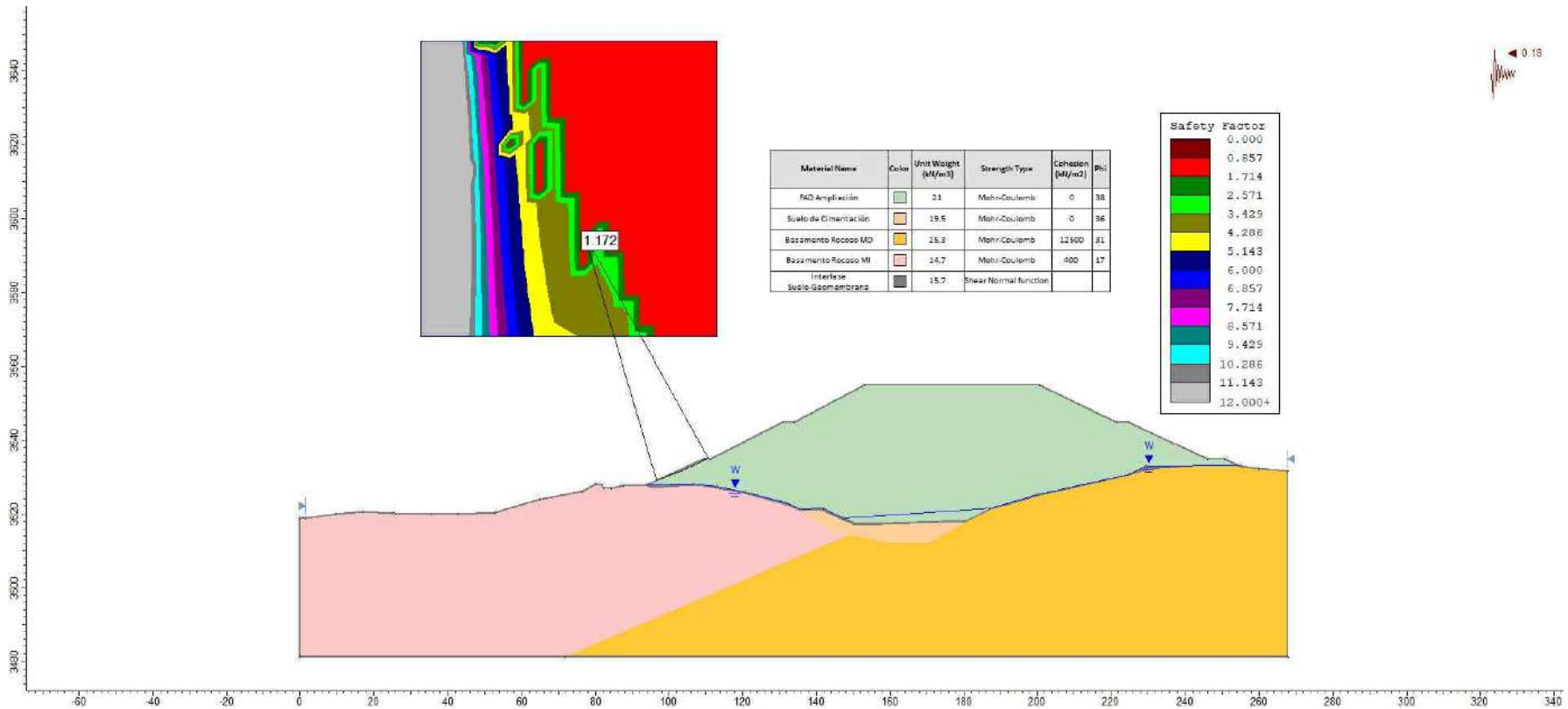
NOMBRE DEL PLANO
ANÁLISIS PSEUDO ESTÁTICO - SPENCER - 0.35 g

ESCALA
1/2500

N° DE PLANO
56

APROBADO POR

ING. ALBERTO R. DÍAZ RÍOS
JEFE DE PROYECTOS
CIP: 60377
GEOHIDRAC
GEOTECNIA E HIDRAULICA CIVIL S.A.C.
Consultores y Ejecutores de Proyectos



SECCIÓN 2 - 2 MARGEN IZQUIERDO



TITULO PROYECTO
 Análisis comparativo entre la Norma E030 y el estudio del Peligro Sísmico en la estabilidad del Pad de Lixiviación Moquegua - 2019

NOMBRE DEL AUTOR
 Pedro Gerson De la Torre Mochcco

NOMBRE DEL ASESOR
 Ing. Raul Antonio Pinto Barrantes

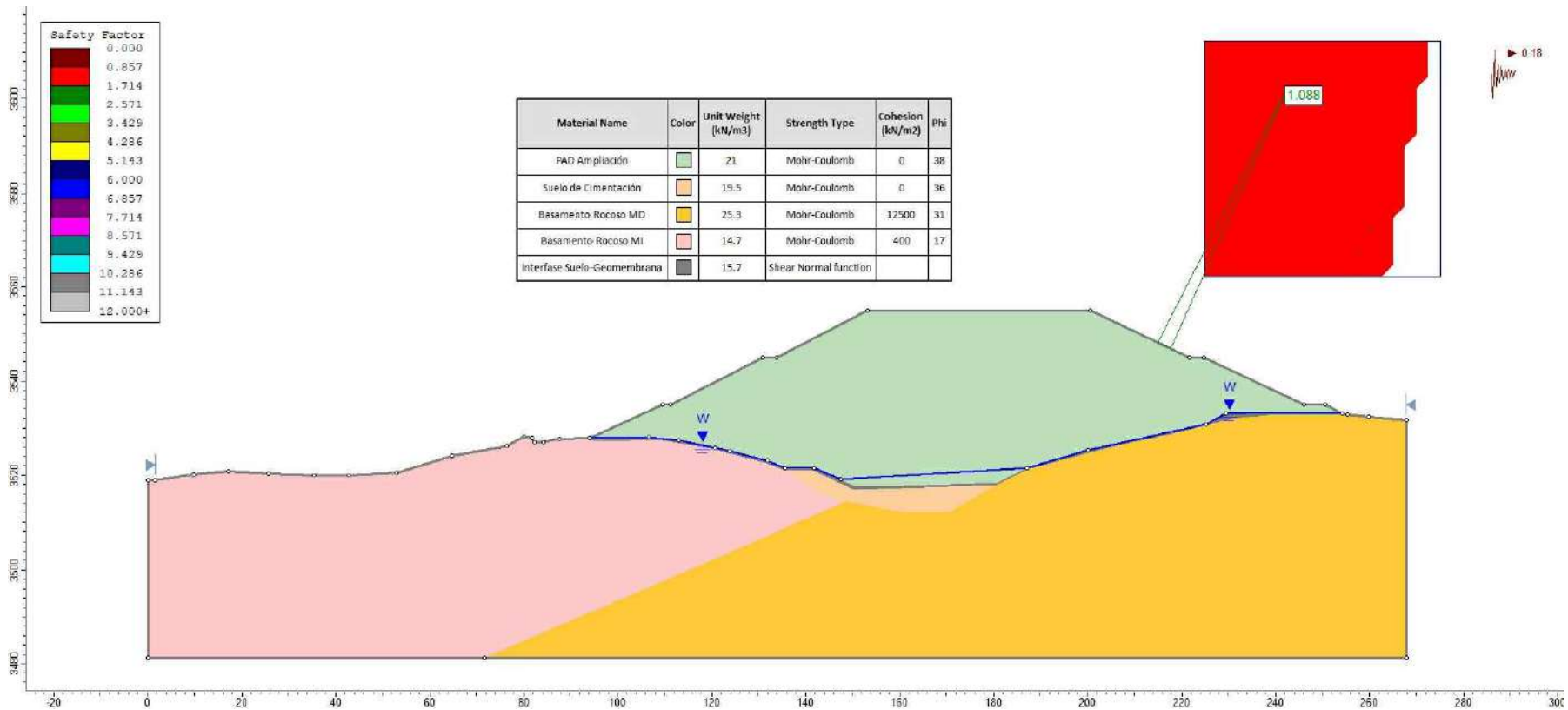
NOMBRE DEL PLANO
 ANALISIS PSEUDO ESTÁTICO - SPENCER - 0.35 g

ESCALA
 1/2500

N° DE PLANO
 58

APROBADO POR

Alberto R. Díaz Ríos
 ING. ALBERTO R. DÍAZ RÍOS
 JEFE DE PROYECTOS
 CIP: 60377
GEOHIDRAC
 GEOTECNIA E HIDRAULICA CIVIL S.A.C.
 Consultores y Ejecutores de Proyectos



SECCIÓN 2 - 2 MARGEN DERECHO



TITULO PROYECTO
Análisis comparativo entre la Norma E030 y el estudio del Peligro Sísmico en la estabilidad del Pad de Lixiviación Moquegua - 2019

NOMBRE DEL AUTOR
Pedro Gerson De la Torre Mochcco

NOMBRE DEL ASESOR
Ing. Raul Antonio Pinto Barrantes

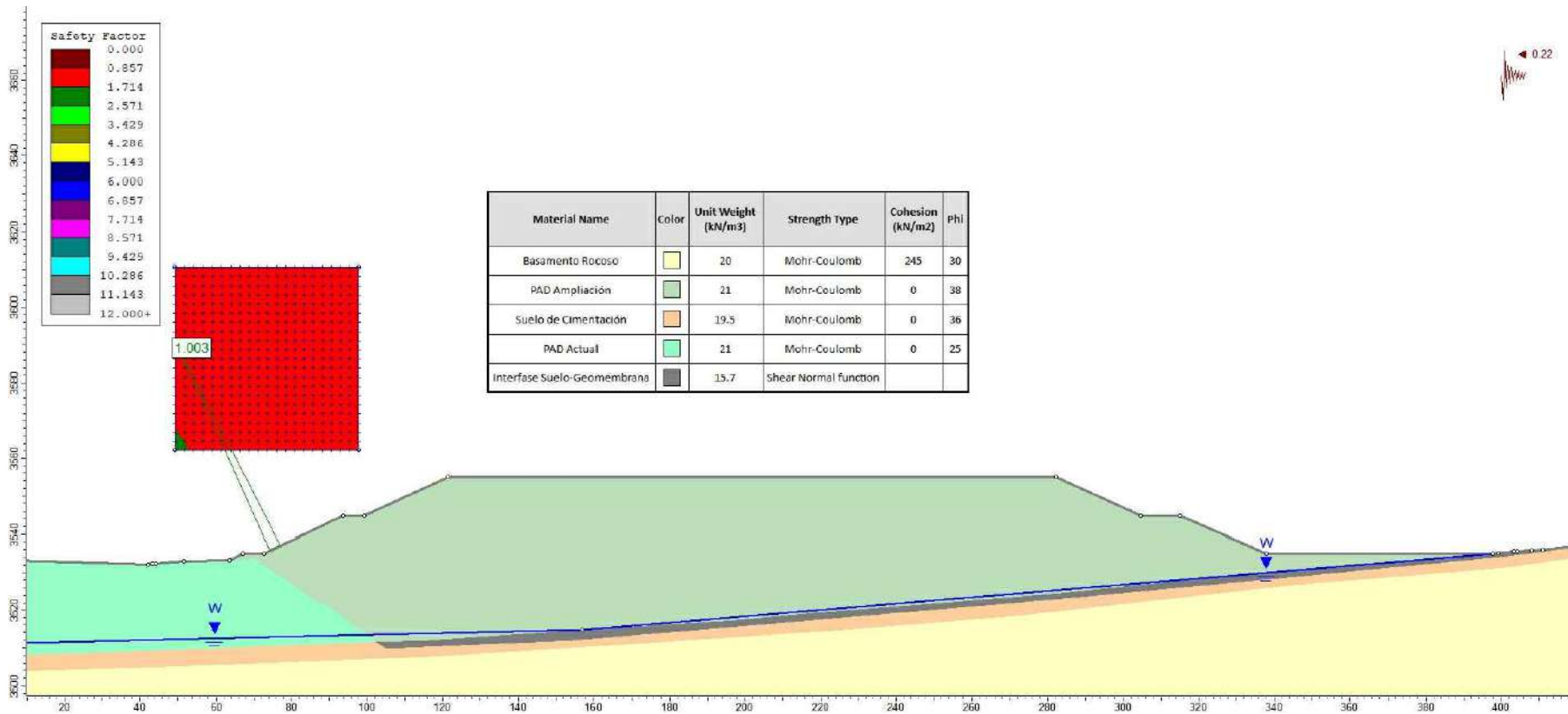
NOMBRE DEL PLANO
ANÁLISIS PSEUDO ESTÁTICO - SPENCER - 0.35 g

ESCALA
1/2500

N° DE PLANO
57

APROBADO POR

Alberto R. Díaz Ríos
ING. ALBERTO R. DÍAZ RÍOS
JEFE DE PROYECTOS
CIP: 60977
GEOHIDRAC
GEOTECNIA E HIDRAULICA CIVIL S.A.C.
Consultores y Ejecutores de Proyectos



EJE AGUAS ABAJO



TITULO PROYECTO
 Análisis comparativo entre la Norma E030 y el estudio del Peligro Sísmico en la estabilidad del Pad de Lixiviación Moquegua - 2019

NOMBRE DEL AUTOR
 Pedro Gerson De la Torre Mochcco

NOMBRE DEL ASESOR
 Ing. Raul Antonio Pinto Barrantes

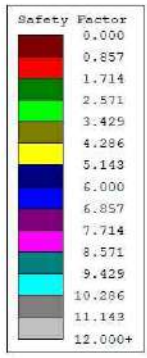
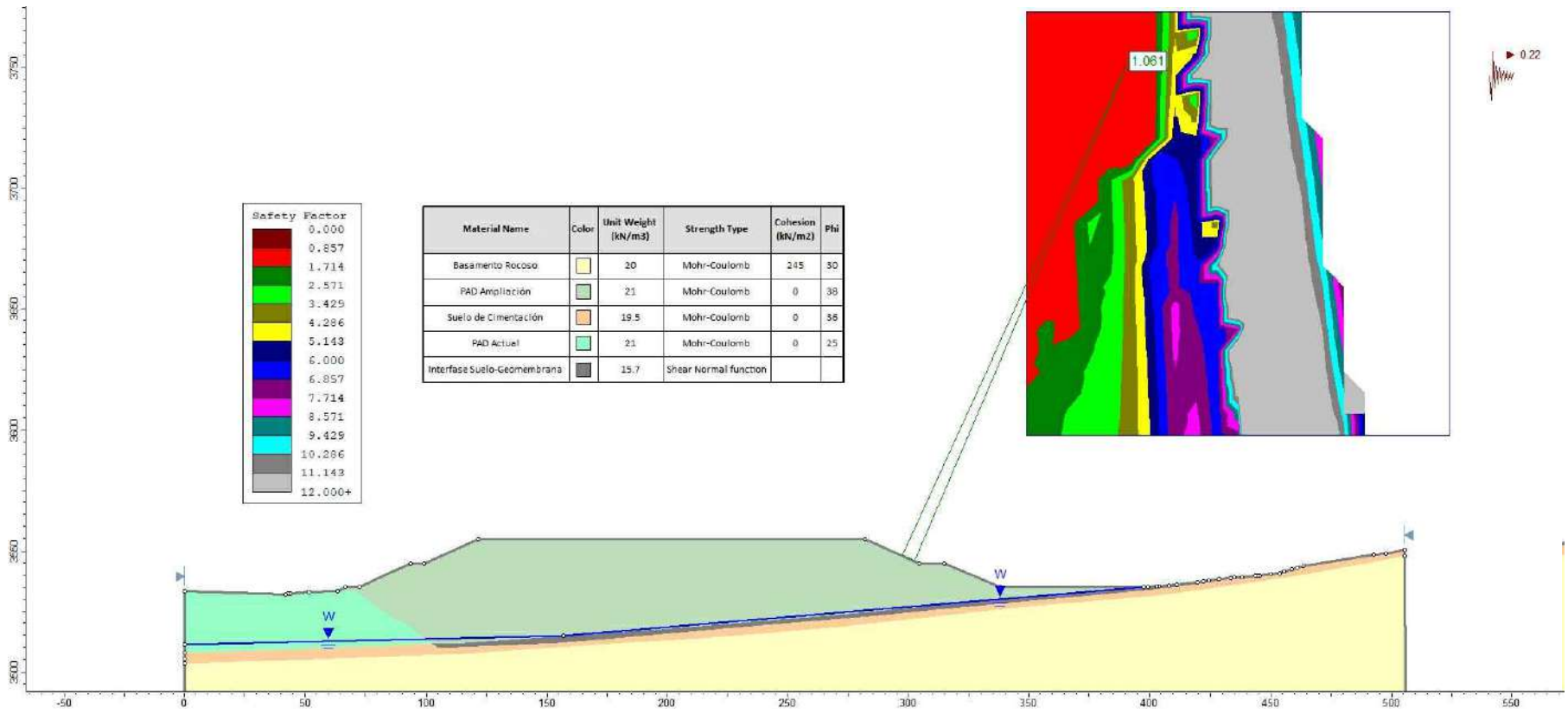
NOMBRE DEL PLANO
 ANALISIS PSEUDO ESTÁTICO - BISHOP - 0.432 g

ESCALA
 1/2500

N° DE PLANO
 23

APROBADO POR

Alberto R. Díaz Ríos
 ING. ALBERTO R. DÍAZ RÍOS
 JEFE DE PROYECTOS
 CIP: 60977
GEOHIDRAC
 GEOTECNIA E HIDRAULICA CIVIL S.A.C.
 Consultores y Ejecutores de Proyectos



Material Name	Color	Unit Weight (kN/m3)	Strength Type	Cohesion (kN/m2)	Phi
Basamento Rocoso	Yellow	20	Mohr-Coulomb	245	30
PAD Ampliación	Light Green	21	Mohr-Coulomb	0	38
Suelo de Cementación	Orange	19.5	Mohr-Coulomb	0	36
PAD Actual	Light Blue	21	Mohr-Coulomb	0	25
Interfase Suelo-Geomembrana	Grey	15.7	Shear Normal function		

EJE AGUAS ARRIBA



TITULO PROYECTO
 Análisis comparativo entre la Norma E030 y el estudio del Peligro Sísmico en la estabilidad del Pad de Lixiviación Moquegua - 2019

NOMBRE DEL AUTOR
 Pedro Gerson De la Torre Mochcco

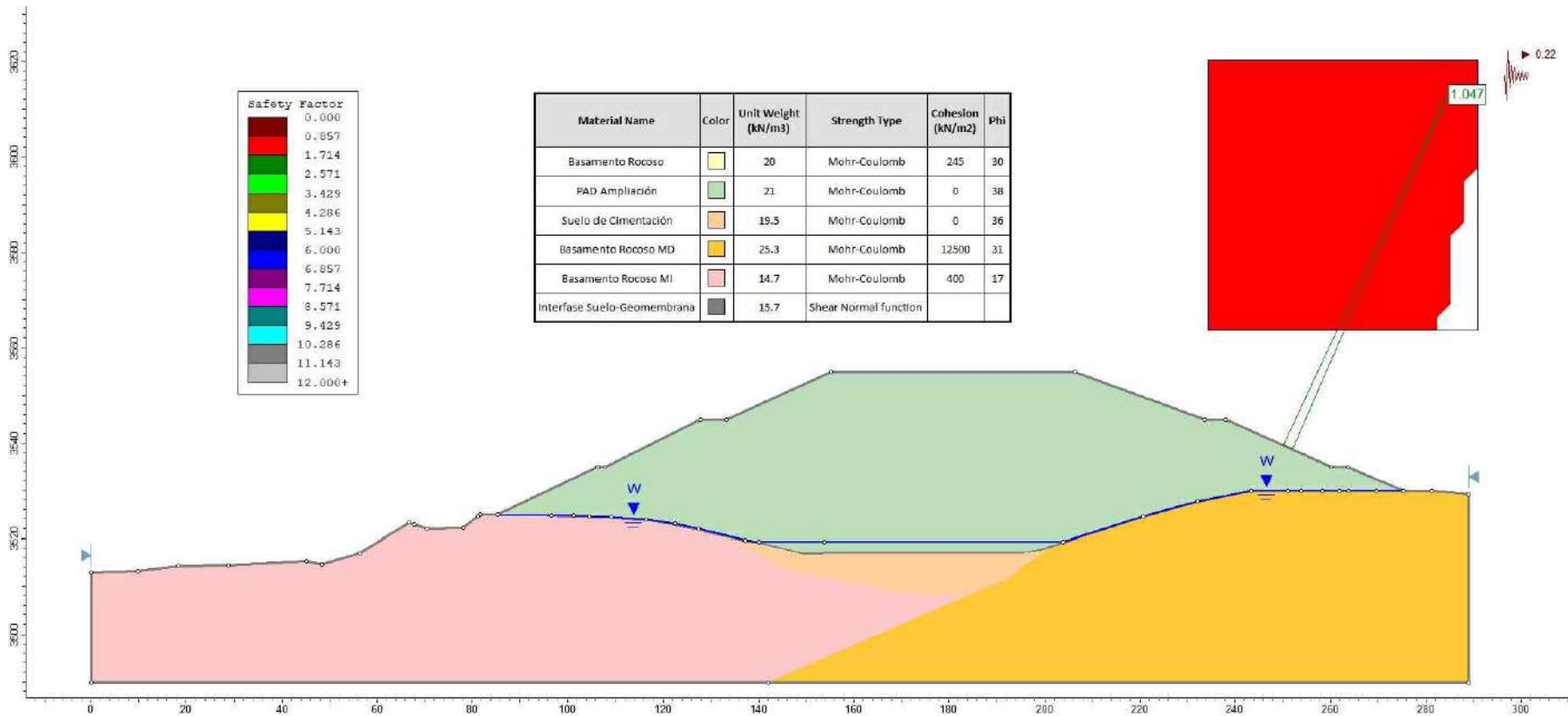
NOMBRE DEL ASESOR
 Ing. Raul Antonio Pinto Barrantes

NOMBRE DEL PLANO
 ANALISIS PSEUDO ESTÁTICO - BISHOP - 0.432 g

ESCALA
 1/2500

N° DE PLANO
 24

APROBADO POR
 ING. ALBERTO R. DÍAZ RÍOS
 JEFE DE PROYECTOS
 CIP: 60977
GEOHIDRAC
 GEOTECNIA E HIDRÁULICA CIVIL S.A.C.
 Consultores y Ejecutores de Proyectos



SECCIÓN 1 - 1 MARGEN DERECHO



TITULO PROYECTO
Análisis comparativo entre la Norma E030 y el estudio del Peligro Sísmico en la estabilidad del Pad de Lixiviación Moquegua - 2019

NOMBRE DEL AUTOR
Pedro Gerson De la Torre Mochcco

NOMBRE DEL ASESOR
Ing. Raul Antonio Pinto Barrantes

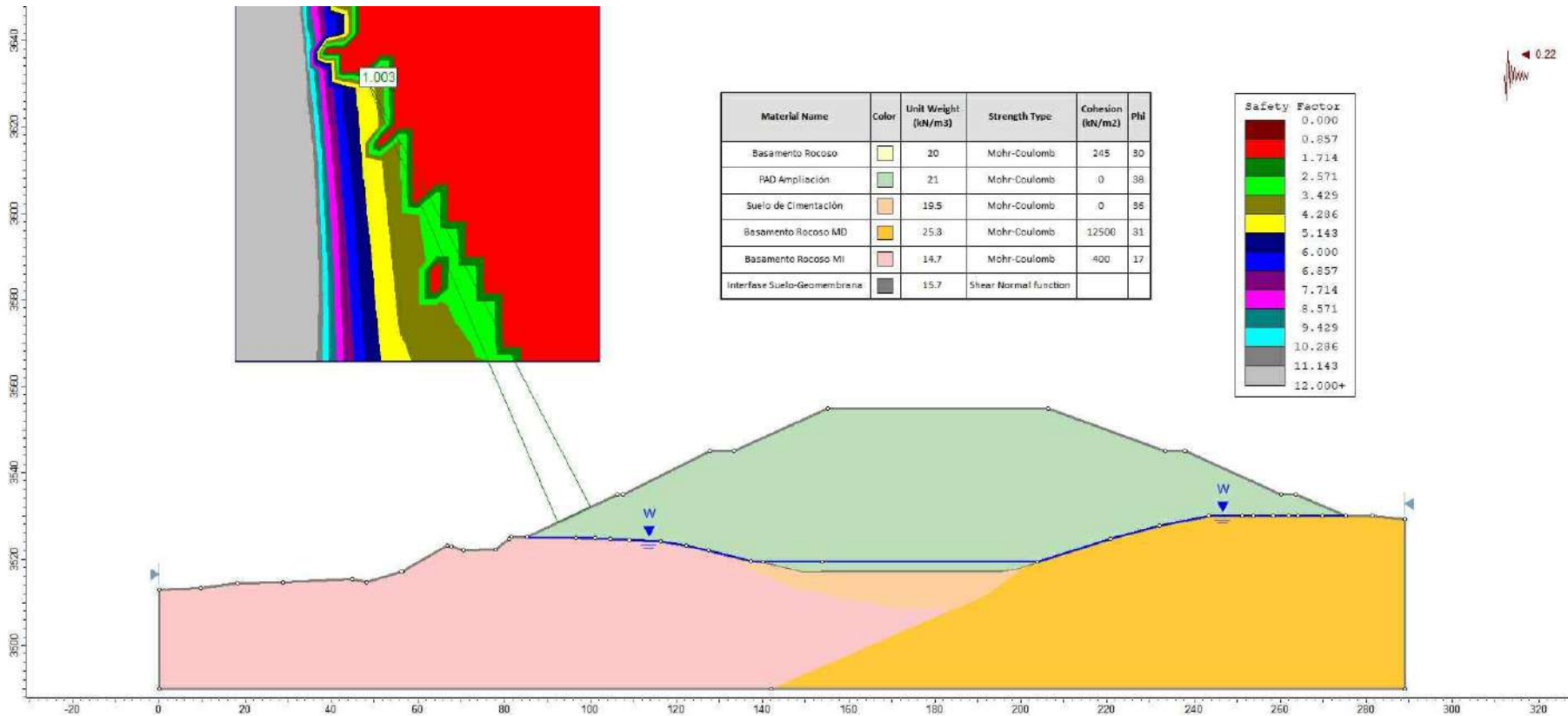
NOMBRE DEL PLANO
ANÁLISIS PSEUDO ESTÁTICO - BISHOP - 0.432 g

ESCALA
1/2500

N° DE PLANO
25

APROBADO POR

Alberto R. Díaz Ríos
ING. ALBERTO R. DÍAZ RÍOS
JEFE DE PROYECTOS
CIP: 60977
GEOHIDRAC
INGENIERÍA E HIDRÁULICA CIVIL S.A.C.
Consultores y Ejecutores de Proyectos



SECCIÓN 1 - 1 MARGEN IZQUIERDO



TITULO PROYECTO
Análisis comparativo entre la Norma E030 y el estudio del Peligro Sísmico en la estabilidad del Pad de Lixiviación Moquegua - 2019

NOMBRE DEL AUTOR
Pedro Gerson De la Torre Mochcco

NOMBRE DEL ASESOR
Ing. Raul Antonio Pinto Barrantes

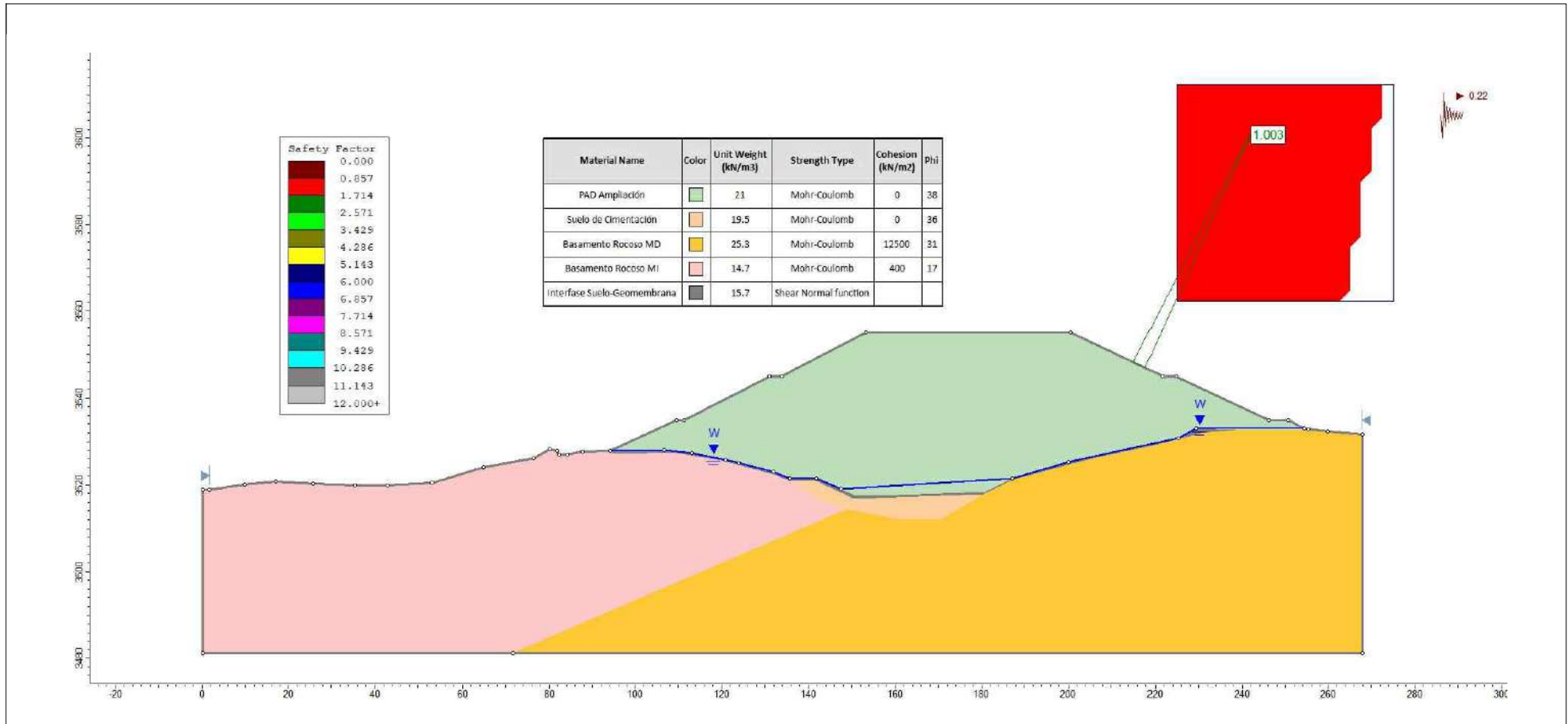
NOMBRE DEL PLANO
ANÁLISIS PSEUDO ESTÁTICO - BISHOP - 0.432 g

ESCALA
1/2500

N° DE PLANO
26

APROBADO POR

Alberto R. Díaz Ríos
ING. ALBERTO R. DÍAZ RÍOS
JEFE DE PROYECTOS
CIP: 60877
GEOHIDRAC
GEOTECNIA E HIDRAULICA CIVIL S.A.C.
Consultores y Ejecutores de Proyectos



SECCIÓN 2 - 2 MARGEN DERECHO



TITULO PROYECTO
Análisis comparativo entre la Norma E030 y el estudio del Peligro Sísmico en la estabilidad del Pad de Lixiviación Moquegua - 2019

NOMBRE DEL AUTOR
Pedro Gerson De la Torre Mochcco

NOMBRE DEL ASESOR
Ing. Raul Antonio Pinto Barrantes

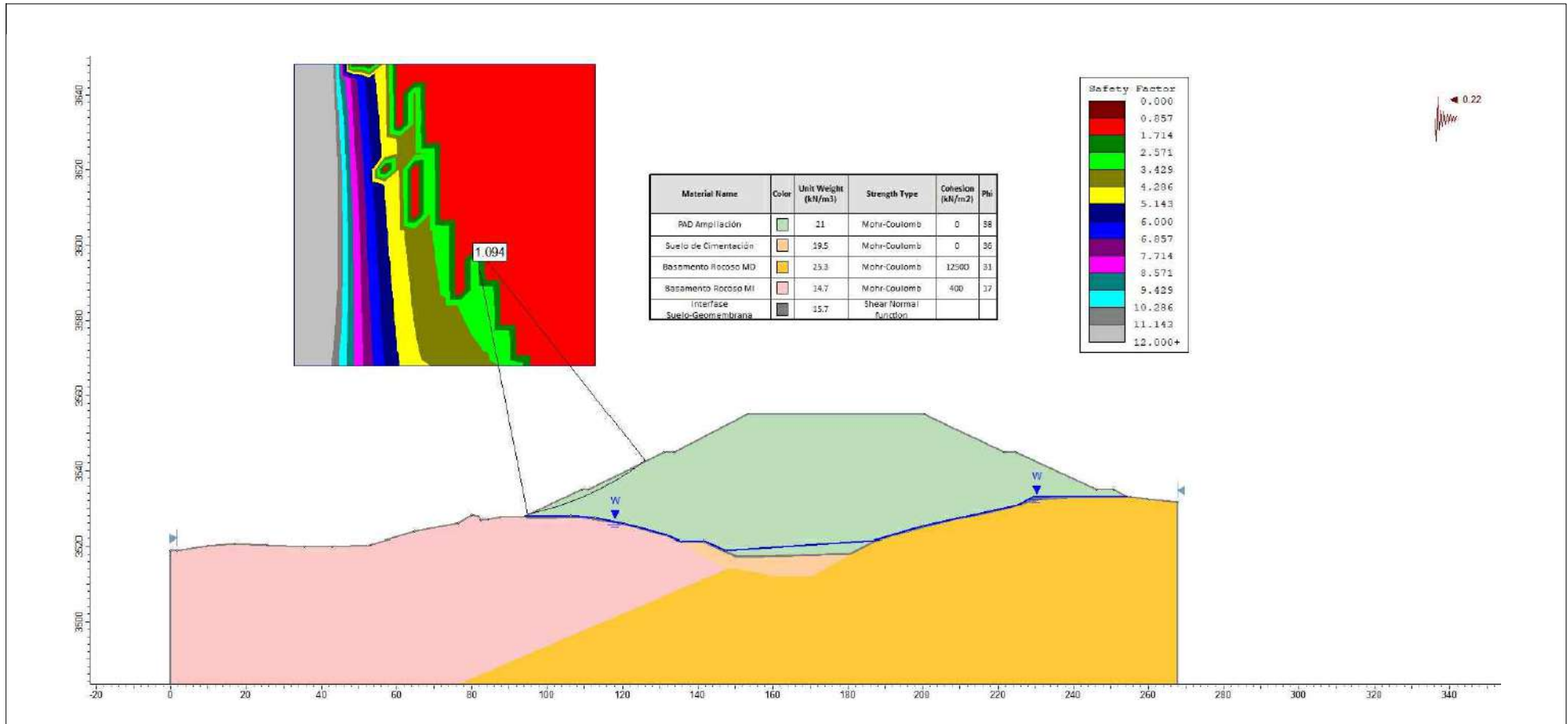
NOMBRE DEL PLANO
ANÁLISIS PSEUDO ESTÁTICO - BISHOP - 0.432 g

ESCALA
1/2500


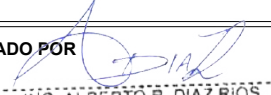
N° DE PLANO
27

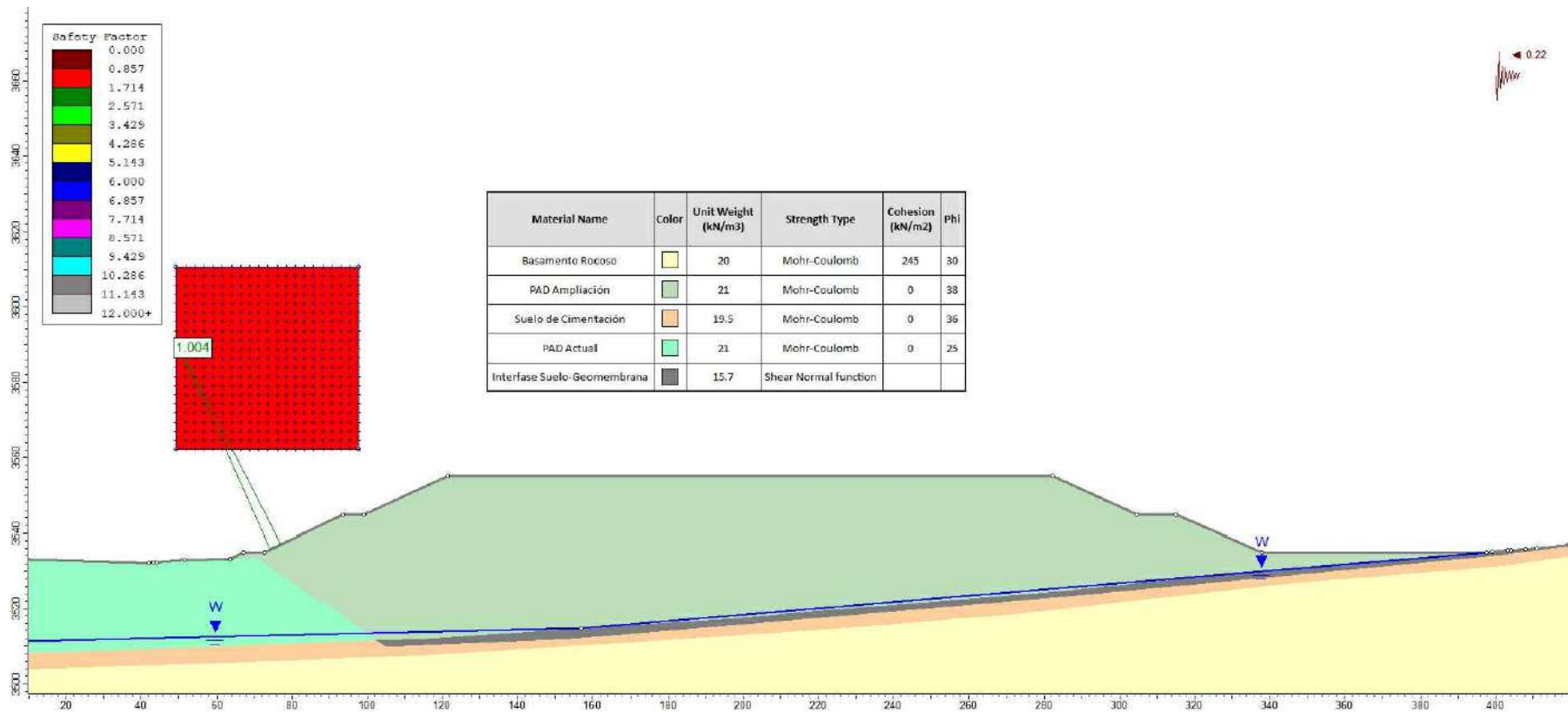
APROBADO POR

Alberto R. Díaz Ríos
ING. ALBERTO R. DÍAZ RÍOS
JEFE DE PROYECTOS
CIP: 60977
GEOHIDRAC
GEOTECNIA E HIDRÁULICA CIVIL S.A.C.
Consultores y Ejecutores de Proyectos



SECCIÓN 2 - 2 MARGEN IZQUIERDO

	TITULO PROYECTO Análisis comparativo entre la Norma E030 y el estudio del Peligro Sísmico en la estabilidad del Pad de Lixiviación Moquegua - 2019	NOMBRE DEL AUTOR Pedro Gerson De la Torre Mochcco	NOMBRE DEL PLANO ANALISIS PSEUDO ESTÁTICO - BISHOP - 0.432 g		APROBADO POR  ING. ALBERTO R. DÍAZ RÍOS JEFE DE PROYECTOS CIP: 60977 GEOHIDRAC CONSULTORIA E HIDRÁULICA CIVIL S.A.C. Consultores y Operadores de Proyectos
		NOMBRE DEL ASESOR Ing. Raul Antonio Pinto Barrantes	ESCALA 1/2500	N° DE PLANO 28	



EJE AGUAS ABAJO



TITULO PROYECTO
Análisis comparativo entre la Norma E030 y el estudio del Peligro Sísmico en la estabilidad del Pad de Lixiviación Moquegua - 2019

NOMBRE DEL AUTOR
Pedro Gerson De la Torre Mochcco

NOMBRE DEL ASESOR
Ing. Raul Antonio Pinto Barrantes

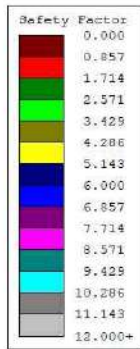
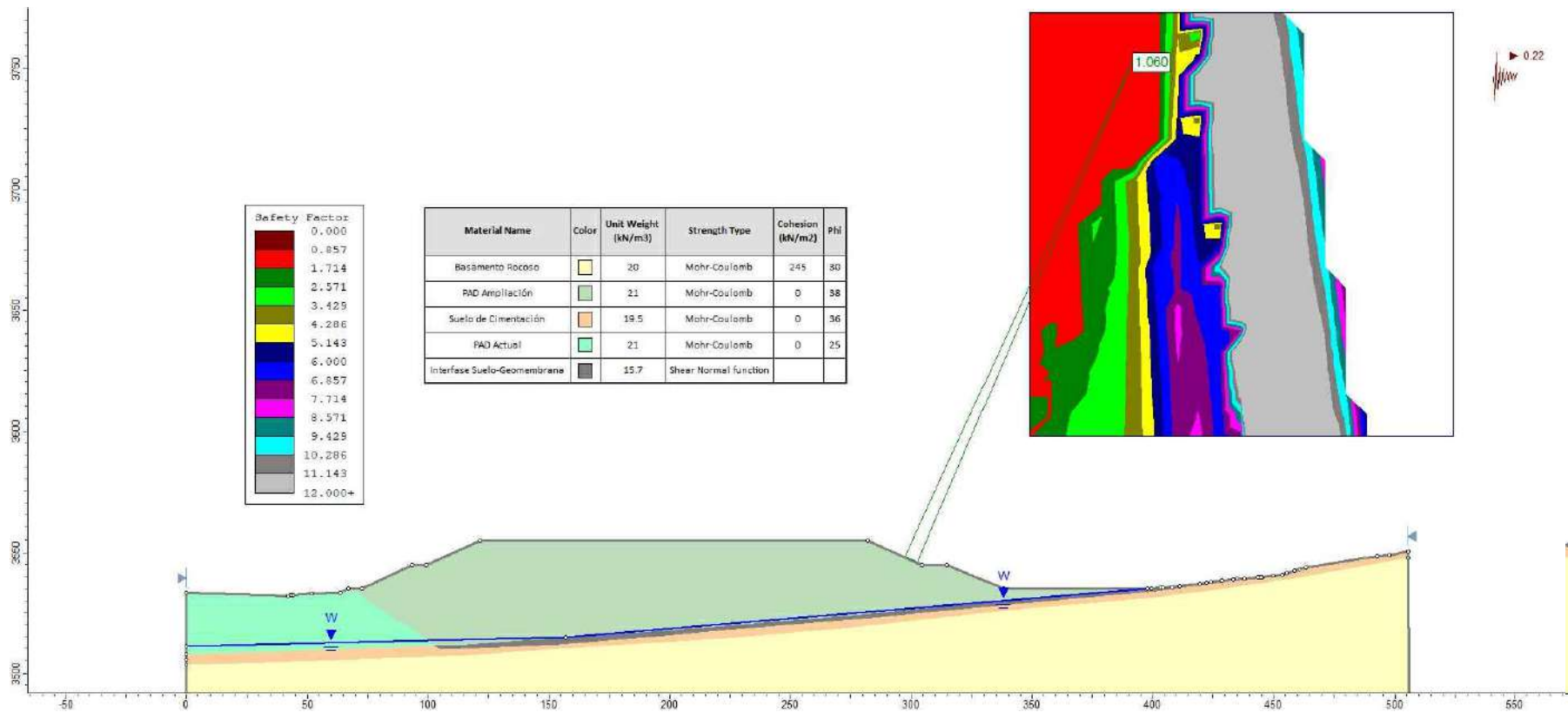
NOMBRE DEL PLANO
ANÁLISIS PSEUDO ESTÁTICO - JANBU - 0.432 g

ESCALA
1/2500

N° DE PLANO
29

APROBADO POR

ING. ALBERTO R. DÍAZ RÍOS
JEFE DE PROYECTOS
CIP: 60977
GEOHIDRAC
GEOTECNIA E HIDRÁULICA CIVIL S.A.C.
Consultores y Ejecutores de Proyectos



Material Name	Color	Unit Weight (kN/m ³)	Strength Type	Cohesion (kN/m ²)	Phi
Basamento Rocoso	Yellow	20	Mohr-Coulomb	245	30
PAD Ampliación	Light Green	21	Mohr-Coulomb	0	38
Suelo de cimentación	Orange	19.5	Mohr-Coulomb	0	36
PAD Actual	Green	21	Mohr-Coulomb	0	25
Interfase Suelo-Geomembrana	Grey	15.7	Shear Normal function		

EJE AGUAS ARRIBA



TITULO PROYECTO
Análisis comparativo entre la Norma E030 y el estudio del Peligro Sísmico en la estabilidad del Pad de Lixiviación Moquegua - 2019

NOMBRE DEL AUTOR
Pedro Gerson De la Torre Mochcco

NOMBRE DEL ASESOR
Ing. Raul Antonio Pinto Barrantes

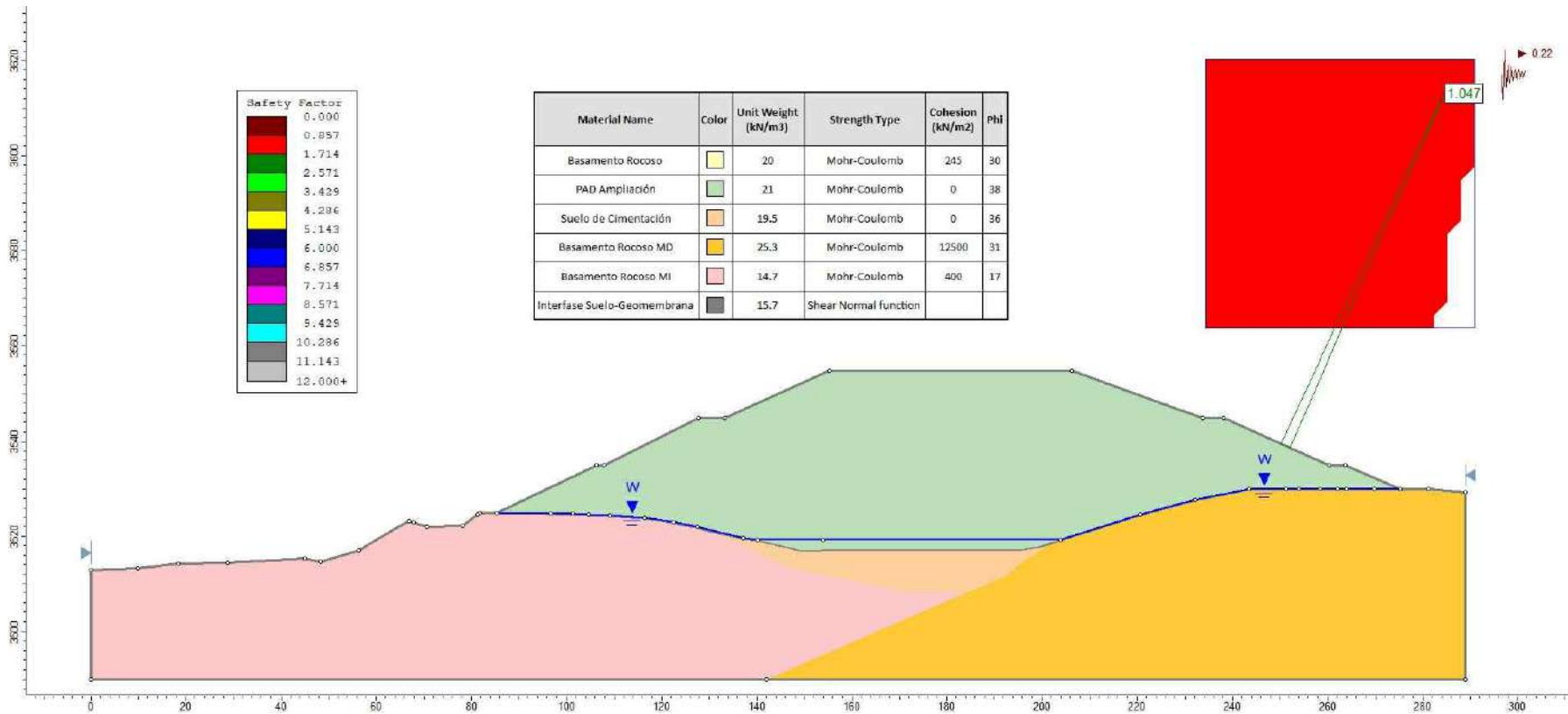
NOMBRE DEL PLANO
ANÁLISIS PSEUDO ESTÁTICO - JANBU - 0.432 g

ESCALA
1/2500

N° DE PLANO
30

APROBADO POR

ING. ALBERTO R. DÍAZ RÍOS
JEFE DE PROYECTOS
CIP: 60977
GEOHIDRAC
GEOTECNIA E HIDRÁULICA CIVIL S.A.C.
Consultores y Operadores de Proyectos



SECCIÓN 1 - 1 MARGEN DERECHO



TITULO PROYECTO
Análisis comparativo entre la Norma E030 y el estudio del Peligro Sísmico en la estabilidad del Pad de Lixiviación Moquegua - 2019

NOMBRE DEL AUTOR
Pedro Gerson De la Torre Mochcco

NOMBRE DEL ASESOR
Ing. Raul Antonio Pinto Barrantes

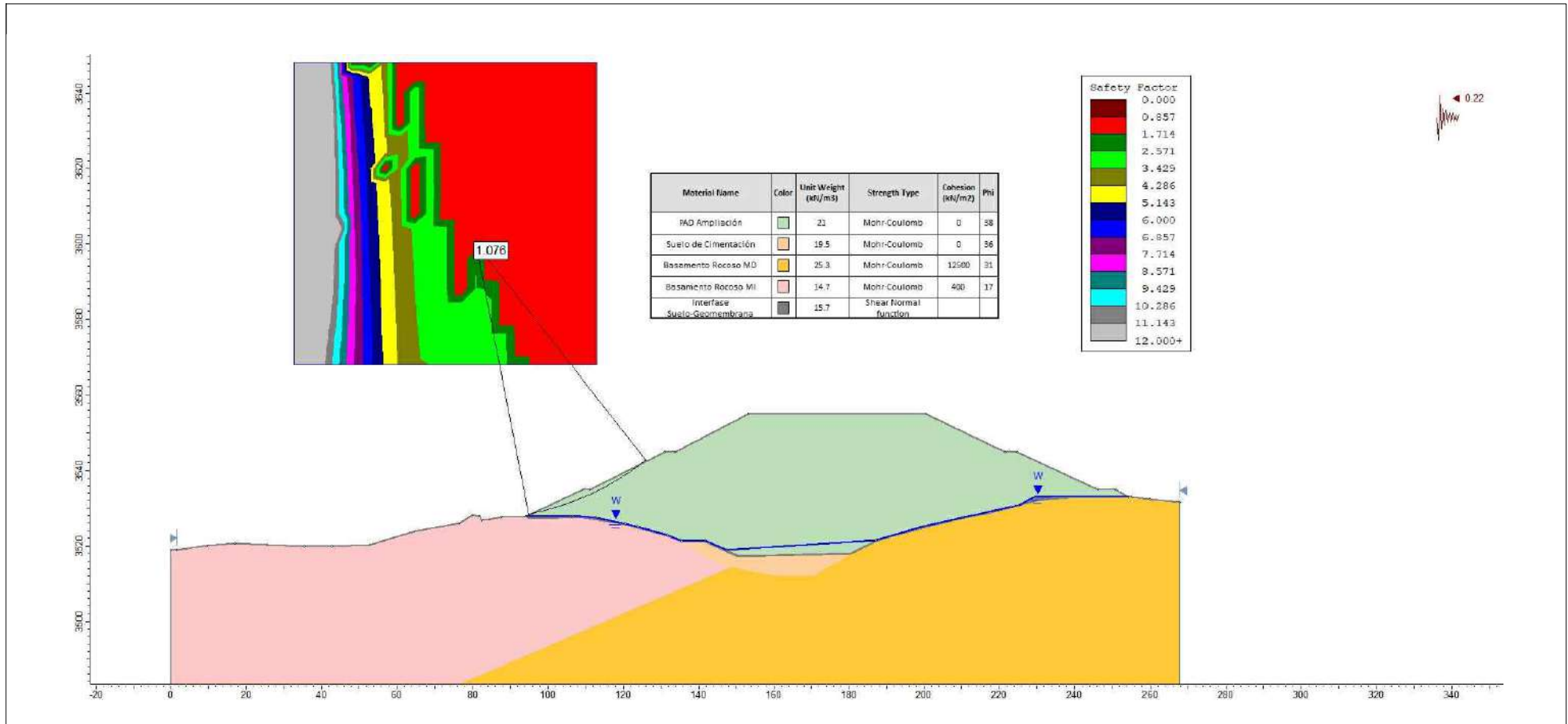
NOMBRE DEL PLANO
ANÁLISIS PSEUDO ESTÁTICO - JANBU - 0.432 g

ESCALA
1/2500


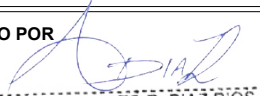
N° DE PLANO
31

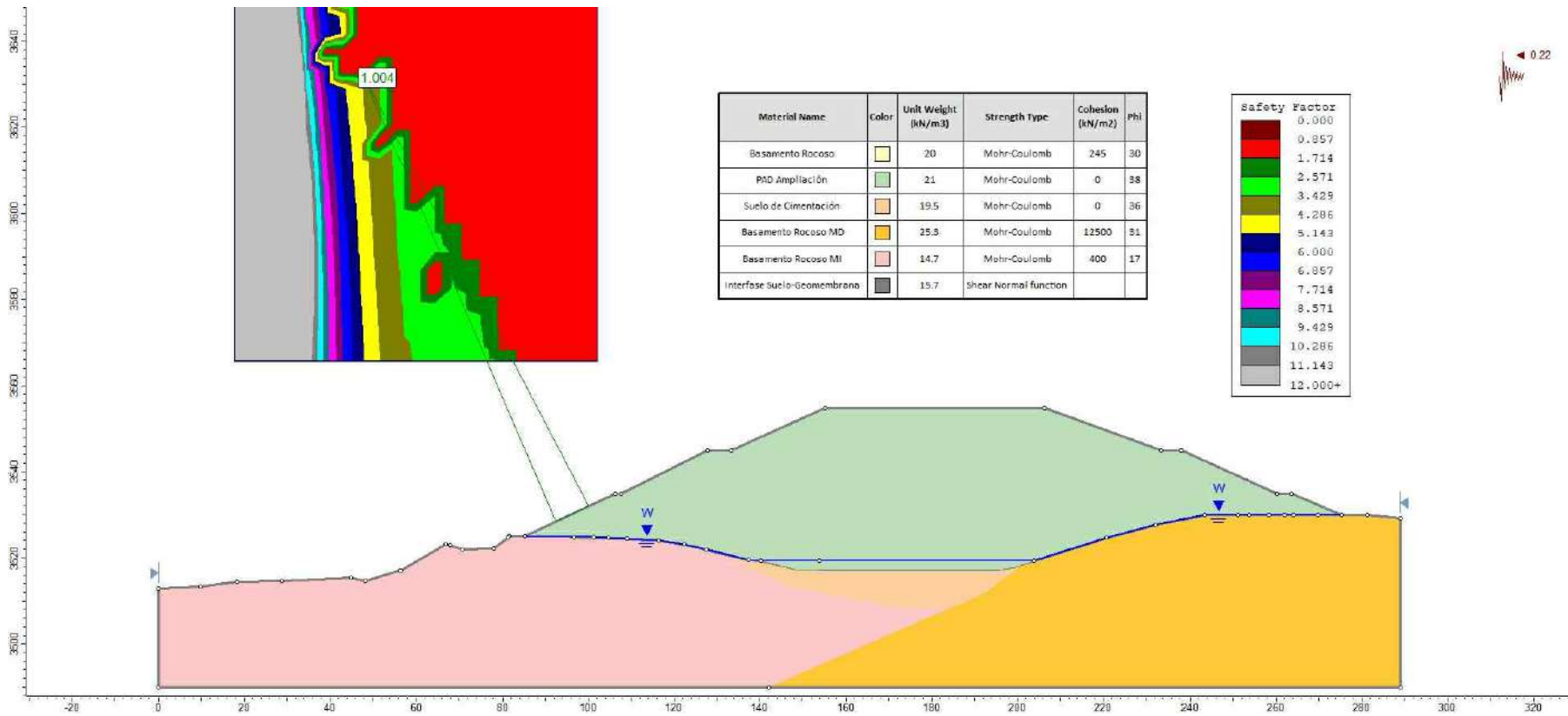
APROBADO POR

Alberto R. Díaz Ríos
ING. ALBERTO R. DÍAZ RÍOS
JEFE DE PROYECTOS
CIP: 60977
GEOHIDRAC
GEOTECNIA E HIDRÁULICA CIVIL S.A.C.
Consultores e Ingeniería de Proyectos



SECCIÓN 2 - 2 MARGEN IZQUIERDO

	TÍTULO PROYECTO Análisis comparativo entre la Norma E030 y el estudio del Peligro Sísmico en la estabilidad del Pad de Lixiviación Moquegua - 2019	NOMBRE DEL AUTOR Pedro Gerson De la Torre Mochcco	NOMBRE DEL PLANO ANALISIS PSEUDO ESTÁTICO - JANBU - 0.432 g		APROBADO POR  ING. ALBERTO R. DÍAZ RÍOS JEFE DE PROYECTOS CIP: 60977 GEOHIDRAC CONSULTORA E INGENIERÍA CIVIL S.A.C. <small>Consultores y Operadores de Proyectos</small>
		NOMBRE DEL ASESOR Ing. Raul Antonio Pinto Barrantes	ESCALA 1/2500	N° DE PLANO 34	



SECCIÓN 1 - 1 MARGEN IZQUIERDO



TITULO PROYECTO
Análisis comparativo entre la Norma E030 y el estudio del Peligro Sísmico en la estabilidad del Pad de Lixiviación Moquegua - 2019

NOMBRE DEL AUTOR
Pedro Gerson De la Torre Mochcco

NOMBRE DEL ASESOR
Ing. Raul Antonio Pinto Barrantes

NOMBRE DEL PLANO
ANÁLISIS PSEUDO ESTÁTICO - JANBU - 0.432 g

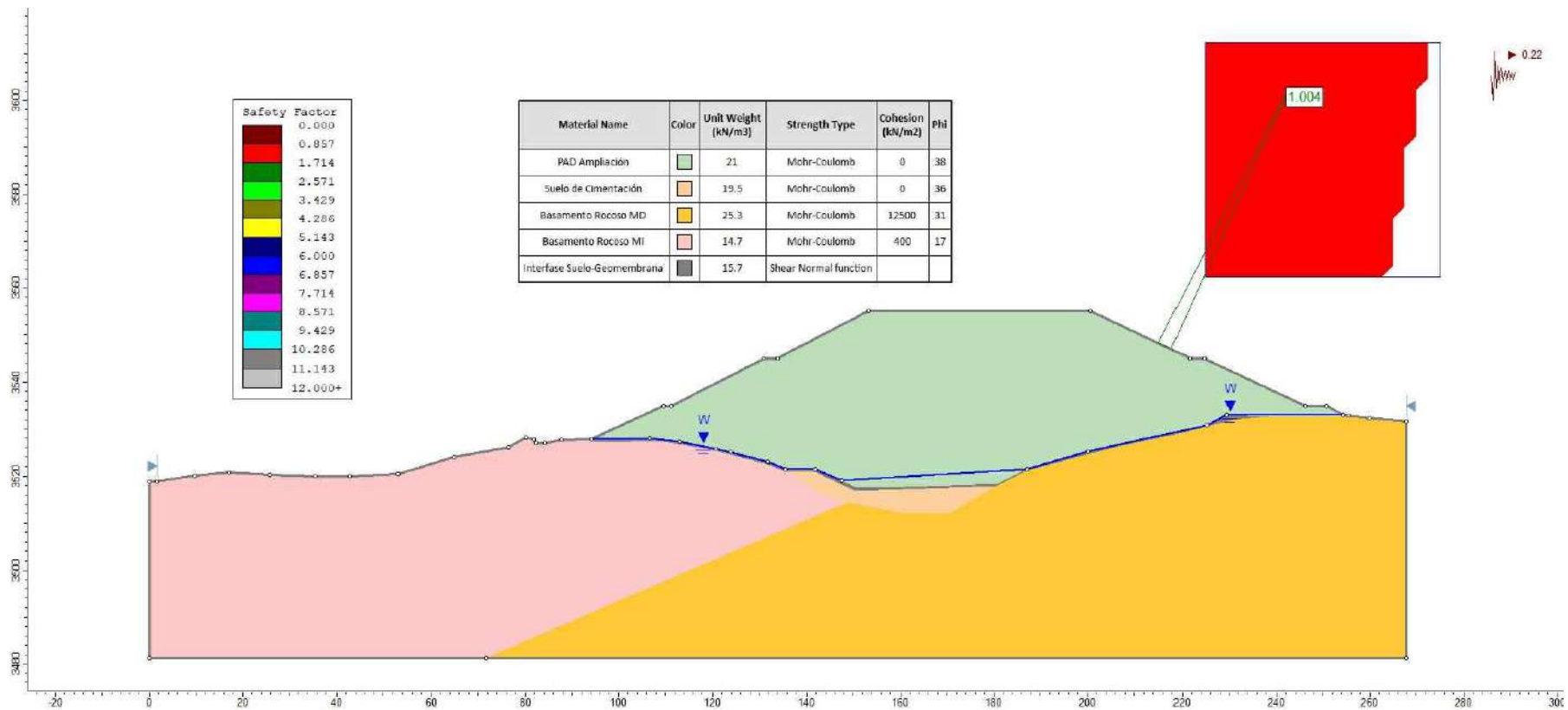
ESCALA
1/2500

N° DE PLANO
32

APROBADO POR

Alberto R. Díaz Ríos
ING. ALBERTO R. DÍAZ RÍOS
JEFE DE PROYECTOS
CIP: 59377

GEOHIDRAC
INGENIERÍA E HIDRÁULICA S.A.S.
Consultores y Ejecutores de 226.com



SECCIÓN 2 - 2 MARGEN DERECHO



TITULO PROYECTO
Análisis comparativo entre la Norma E030 y el estudio del Peligro Sísmico en la estabilidad del Pad de Lixiviación Moquegua - 2019

NOMBRE DEL AUTOR
Pedro Gerson De la Torre Mochcco

NOMBRE DEL ASESOR
Ing. Raul Antonio Pinto Barrantes

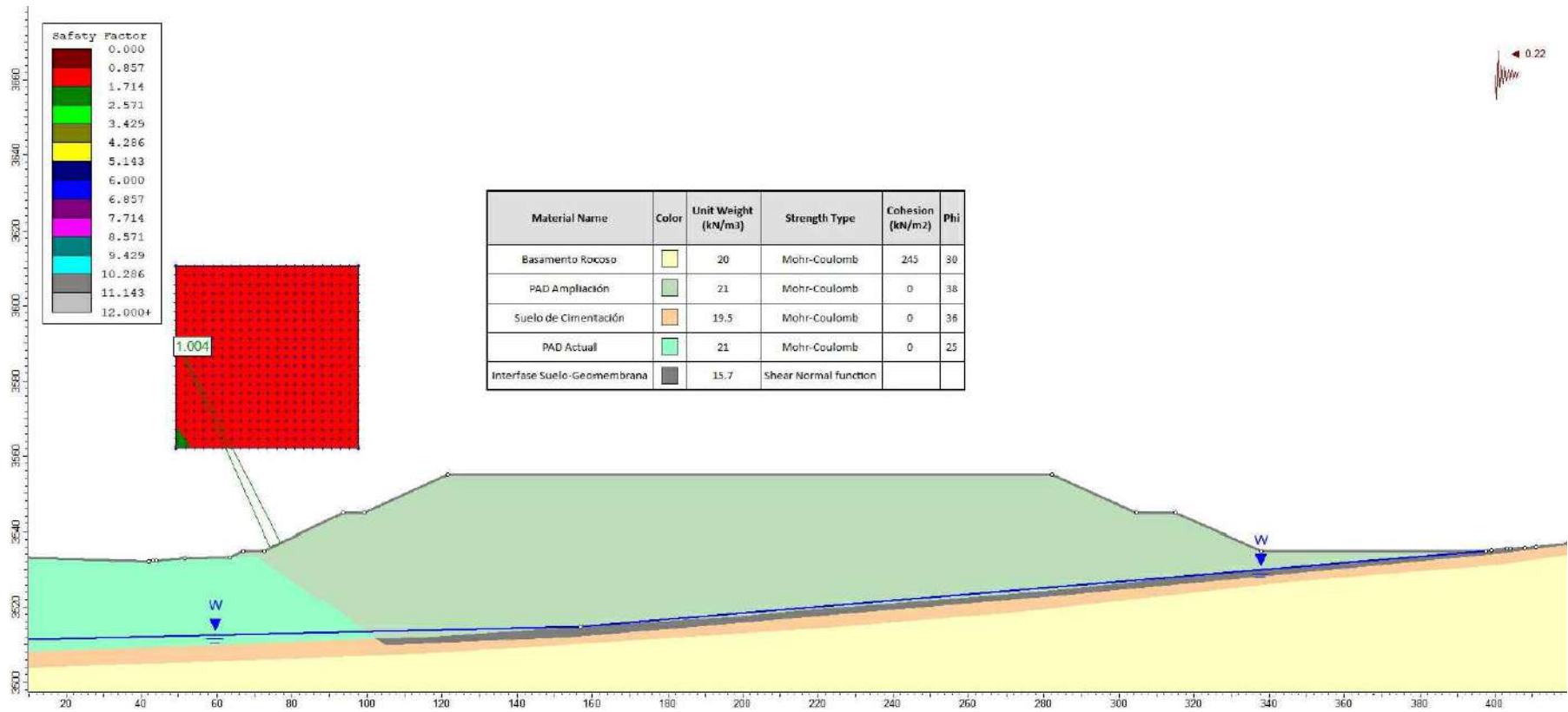
NOMBRE DEL PLANO
ANÁLISIS PSEUDO ESTÁTICO - JANBU - 0.432 g

ESCALA
1/2500

N° DE PLANO
33

APROBADO POR

Alberto R. Díaz Ríos
ING. ALBERTO R. DÍAZ RÍOS
JEFE DE PROYECTOS
C.I.P. 60977
GEOHIDRAC
GEOTECNIA E HIDRÁULICA CIVIL S.A.C.
Consultores e Implementadores de Proyectos



Material Name	Color	Unit Weight (kN/m ³)	Strength Type	Cohesion (kN/m ²)	Phi
Basamento Rocoso	Yellow	20	Mohr-Coulomb	245	30
PAD Ampliación	Light Green	21	Mohr-Coulomb	0	38
Suelo de Cimentación	Light Orange	19.5	Mohr-Coulomb	0	36
PAD Actual	Light Blue	21	Mohr-Coulomb	0	25
Interfase Suelo-Geomembrana	Grey	15.7	Shear Normal function		

EJE AGUAS ABAJO



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

TITULO PROYECTO
 Análisis comparativo entre la Norma E030 y el estudio del Peligro Sísmico en la estabilidad del Pad de Lixiviación Moquegua - 2019

NOMBRE DEL AUTOR
 Pedro Gerson De la Torre Mochcco

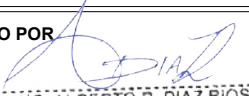
NOMBRE DEL ASESOR
 Ing. Raul Antonio Pinto Barrantes

NOMBRE DEL PLANO
 ANALISIS PSEUDO ESTÁTICO - SPENCER - 0.432 g

ESCALA
 1/2500

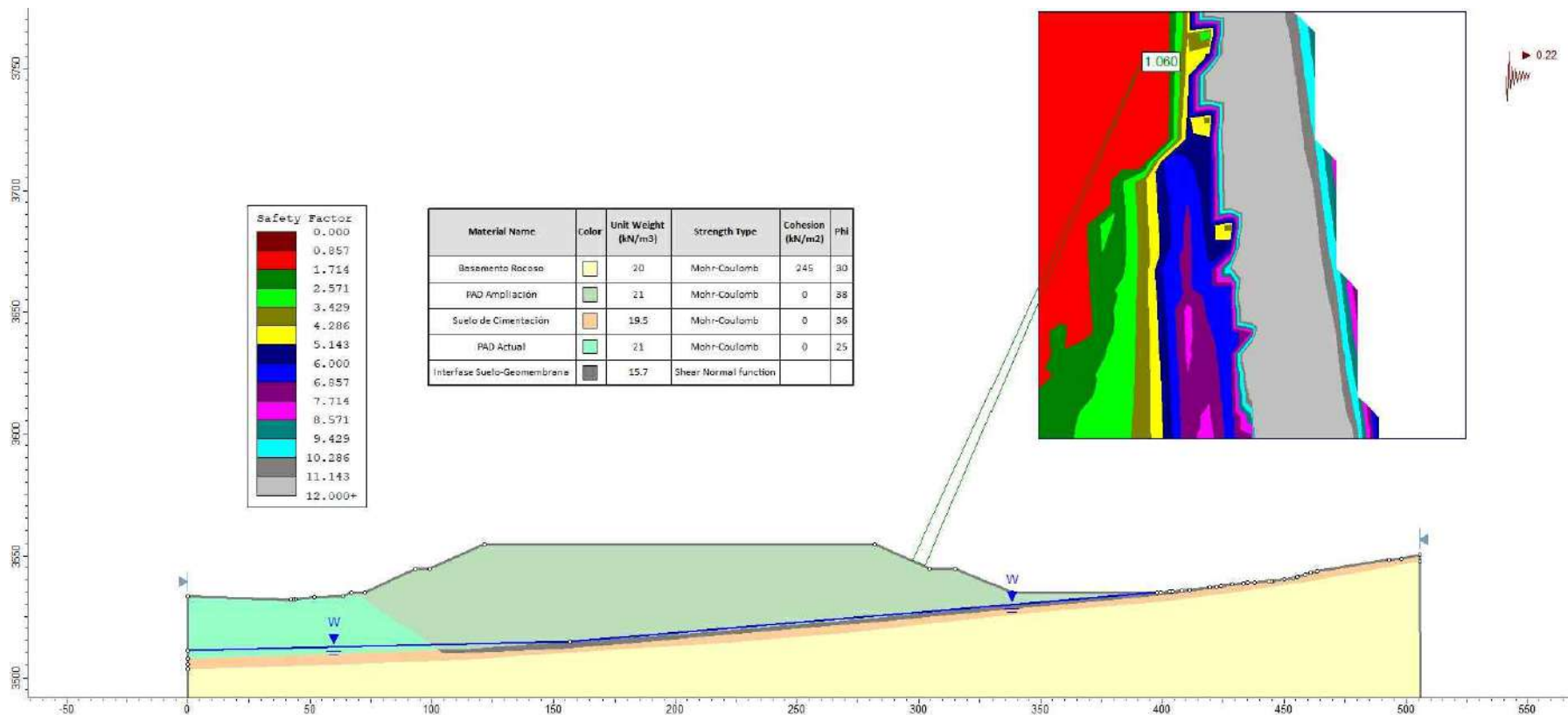
N° DE PLANO
 35

APROBADO POR



ING. ALBERTO R. DÍAZ RÍOS
 JEFE DE PROYECTOS
 CIP: 60977

GEOHIDRAC
 CONSULTORA E INGENIERIA CIVIL S.A.C.
 Consultores Ejecutores de Proyectos



EJE AGUAS ARRIBA



TITULO PROYECTO
Análisis comparativo entre la Norma E030 y el estudio del Peligro Sísmico en la estabilidad del Pad de Lixiviación Moquegua - 2019

NOMBRE DEL AUTOR
Pedro Gerson De la Torre Mochcco

NOMBRE DEL ASESOR
Ing. Raul Antonio Pinto Barrantes

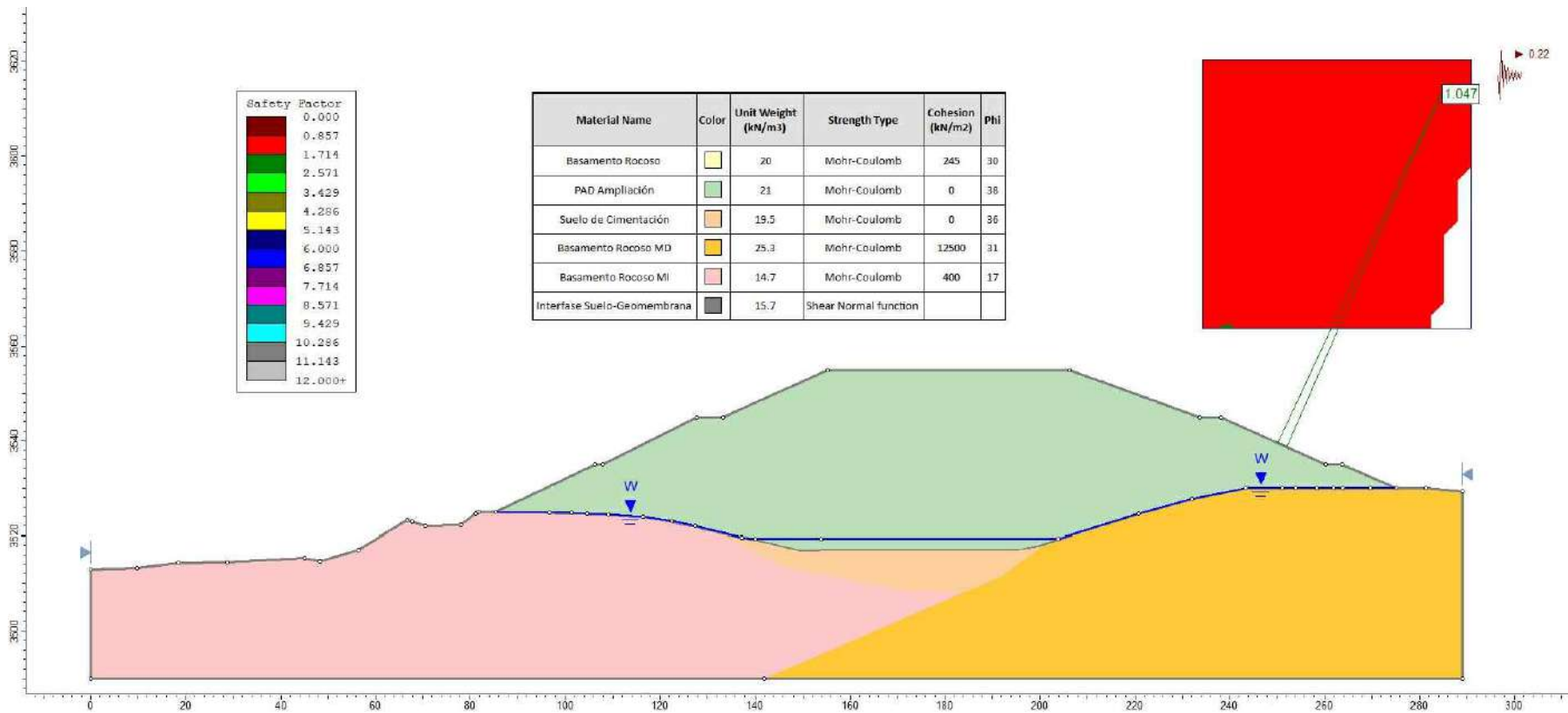
NOMBRE DEL PLANO
ANÁLISIS PSEUDO ESTÁTICO - SPENCER - 0.432 g

ESCALA
1/2500

N° DE PLANO
36

APROBADO POR

Alberto R. Díaz Ríos
ING. ALBERTO R. DÍAZ RÍOS
JEFE DE PROYECTOS
CIP: 60977
GEOHIDRAC
GEOTECNIA E HIDRÁULICA CIVIL S.A.C.
Consultores y Ejecutores de Proyectos



SECCIÓN 1 - 1 MARGEN DERECHO



TITULO PROYECTO
Análisis comparativo entre la Norma E030 y el estudio del Peligro Sísmico en la estabilidad del Pad de Lixiviación Moquegua - 2019

NOMBRE DEL AUTOR
Pedro Gerson De la Torre Mochcco

NOMBRE DEL ASESOR
Ing. Raul Antonio Pinto Barrantes

NOMBRE DEL PLANO
ANÁLISIS PSEUDO ESTÁTICO - SPENCER - 0.432 g

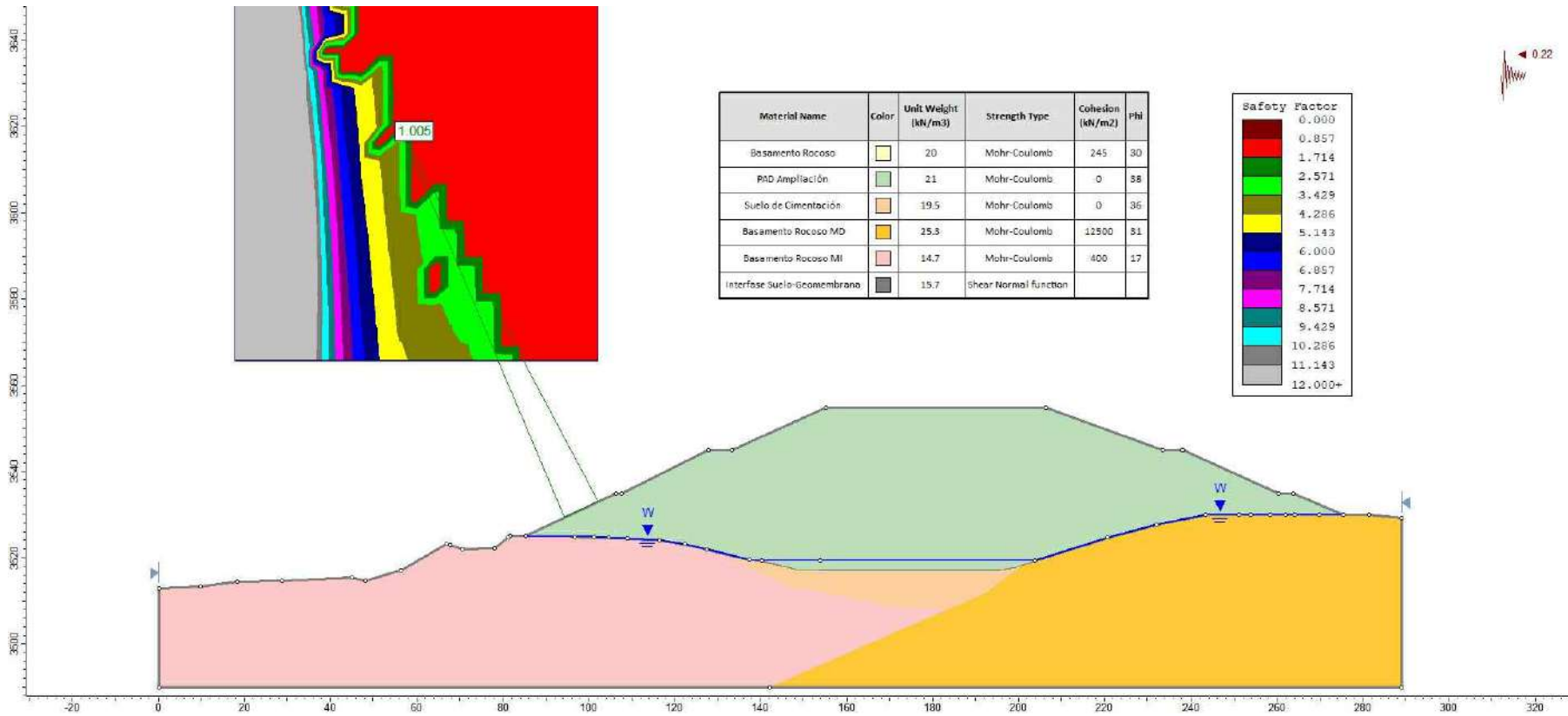
ESCALA
1/2500

N° DE PLANO
37

APROBADO POR

Alberto R. Díaz Ríos
ING. ALBERTO R. DÍAZ RÍOS
JEFE DE PROYECTOS
CIP: 60877

GEOHIDRAC
GEOTECNIA E HIDRÁULICA ESPECIALIZADA
Consultores y Operadores de



SECCIÓN 1 - 1 MARGEN IZQUIERDO



TITULO PROYECTO
Análisis comparativo entre la Norma E030 y el estudio del Peligro Sísmico en la estabilidad del Pad de Lixiviación Moquegua - 2019

NOMBRE DEL AUTOR
Pedro Gerson De la Torre Mochcco

NOMBRE DEL ASESOR
Ing. Raul Antonio Pinto Barrantes

NOMBRE DEL PLANO
ANÁLISIS PSEUDO ESTÁTICO - SPENCER - 0.432 g

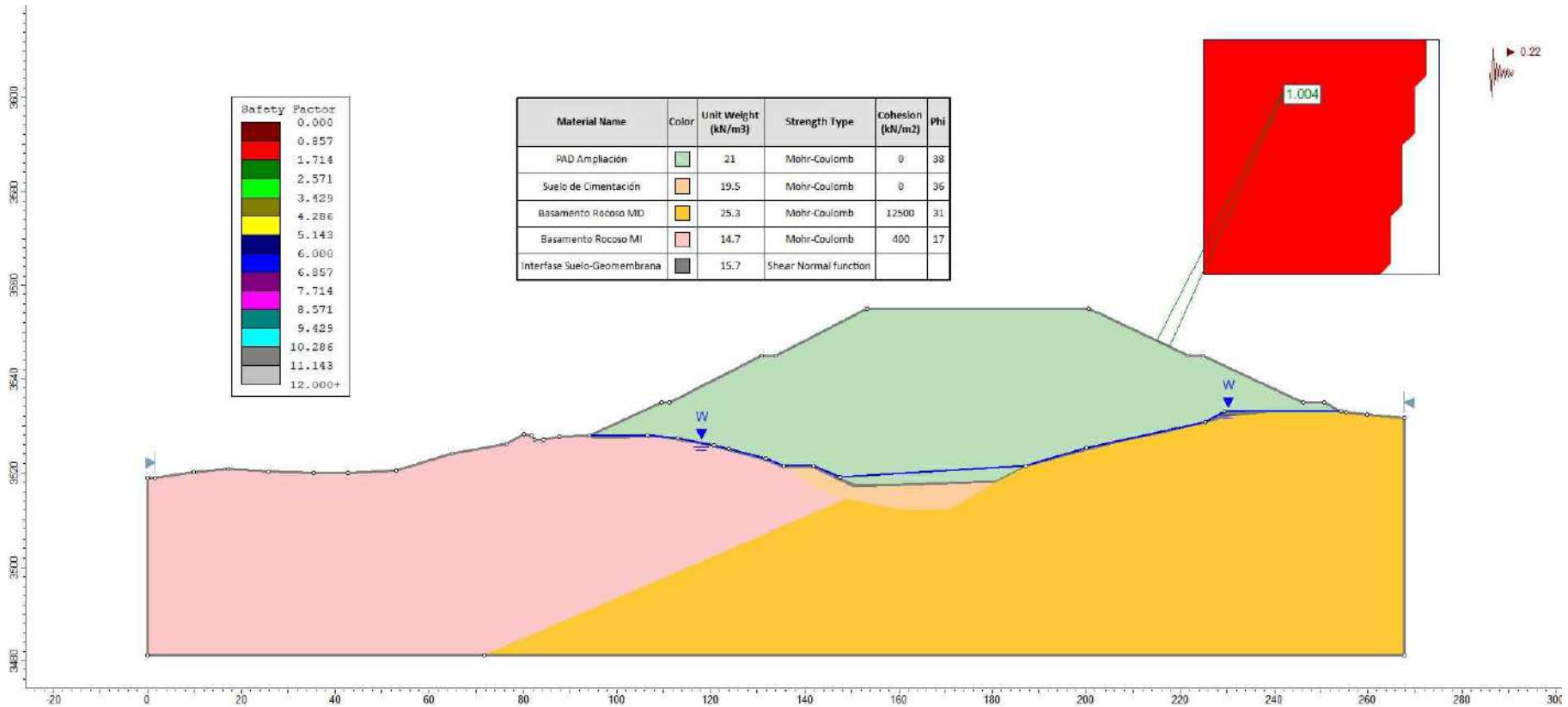
ESCALA
1/2500

N° DE PLANO
38

APROBADO POR

Alberto R. Díaz Ríos
ING. ALBERTO R. DÍAZ RÍOS
JEFE DE PROYECTOS
CIP: 60977

GEOHIDRAC
INGENIERÍA Y HIDRÁULICA CIVIL
Consultores y Ejecutores de Proyectos



SECCIÓN 2 - 2 MARGEN DERECHO



TITULO PROYECTO
Análisis comparativo entre la Norma E030 y el estudio del Peligro Sísmico en la estabilidad del Pad de Lixiviación Moquegua - 2019

NOMBRE DEL AUTOR
Pedro Gerson De la Torre Mochcco

NOMBRE DEL ASESOR
Ing. Raul Antonio Pinto Barrantes

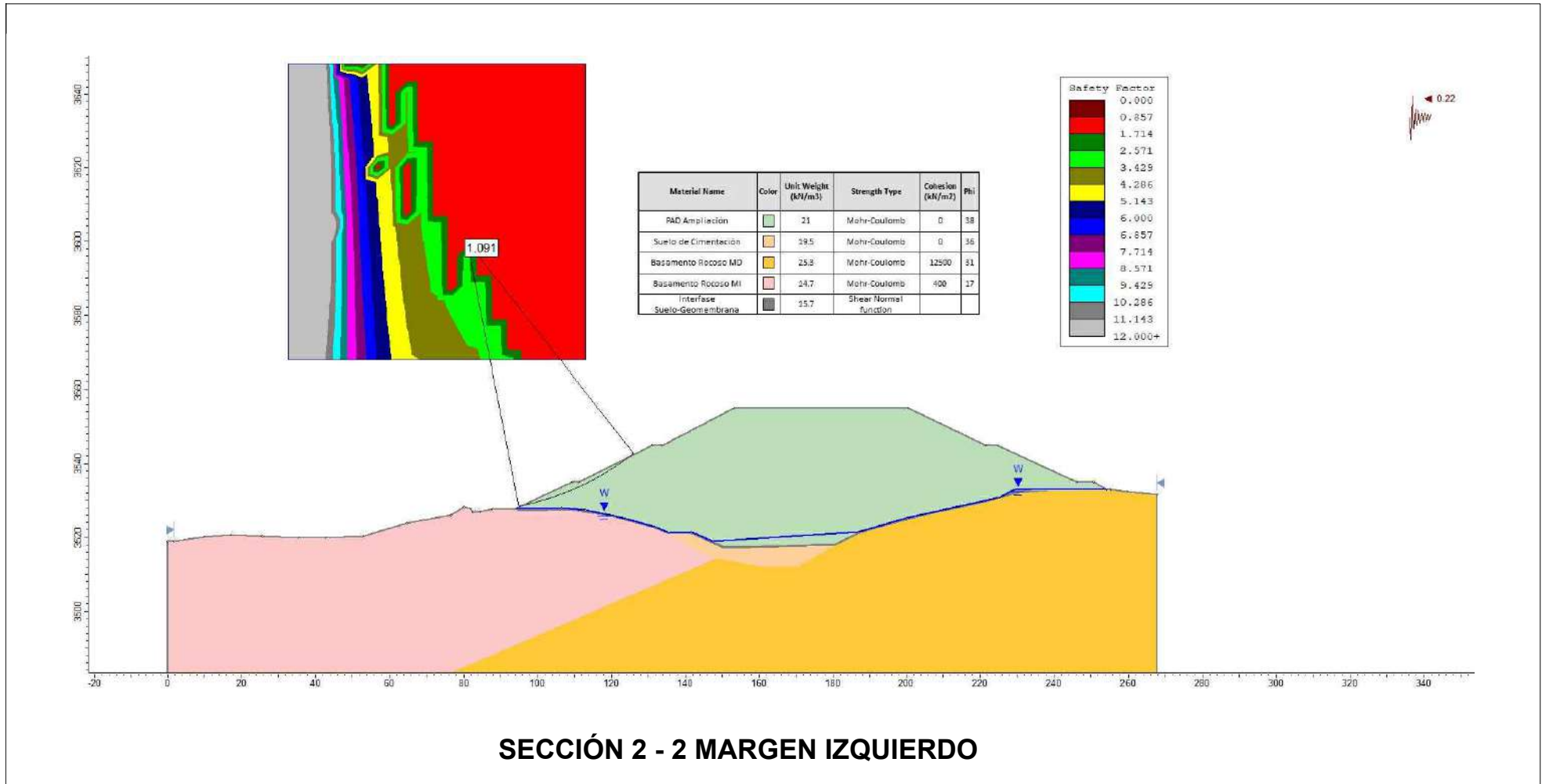
NOMBRE DEL PLANO
ANÁLISIS PSEUDO ESTÁTICO - SPENCER - 0.432 g

ESCALA
1/2500


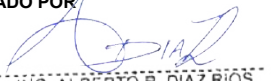
N° DE PLANO
39

APROBADO POR

ING. ALBERTO R. DÍAZ RÍOS
JEFE DE PROYECTOS
CIP: 60977
GEOHIDRAC
GEOTECNIA E HIDRAULICA
Consultores y Ejecutores de Proyectos



SECCIÓN 2 - 2 MARGEN IZQUIERDO

	TITULO PROYECTO Análisis comparativo entre la Norma E030 y el estudio del Peligro Sísmico en la estabilidad del Pad de Lixiviación Moquegua - 2019	NOMBRE DEL AUTOR Pedro Gerson De la Torre Mochcco	NOMBRE DEL PLANO ANALISIS PSEUDO ESTÁTICO - SPENCER - 0.432 g		APROBADO POR  ING. ALBERTO R. DÍAZ RÍOS JEFE DE PROYECTOS CIP: 60977 GEOHIDRAC <small>GEOTECNIA E HIDRÁULICA CIVIL S.A.S. Consultores e Ejecutores de Proyectos</small>
		NOMBRE DEL ASESOR Ing. Raul Antonio Pinto Barrantes	ESCALA 1/2500	N° DE PLANO 40	

ANEXO: PANEL FOTOGRÁFICO



Descripción: Elaboración y corrección de la documentación de afiliación del personal en la U.O Cuajone.



Descripción: Estandarización del área de trabajo – armado de campamento.



Descripción: Charla de 5 minutos antes de realizar los trabajos de Campo.



Descripción: Izaje – descarga de la máquina perforadora.



Descripción: Ejecución del ensayo de Refracción Sísmica y verificación de la data recolectada.



Descripción: Ejecución de la Perforación Diamantina.



Descripción: Ejecución mecanizada de Calicatas.



Descripción: Ejecución del ensayo Lefranc en las perforaciones diamantinas.



Descripción: Recuperación de muestras – Perforación diamantina.