



FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de Ingeniería Civil

“ESTUDIO DEL SISTEMA DE DRENAJE DE AGUAS PLUVIALES DEL AEROPUERTO INTERNACIONAL CAP. FAP. DAVID ABENZUR RENGIFO EN LA CIUDAD DE PUCALLPA EN EL AÑO 2017”

Proyecto de tesis para optar el título profesional de:

Ingeniero Civil

Autor:

Yuri Liseth Serkovich Pascual

Asesor:

Dr. Ing. Máximo Huambachano Martel

Lima - Perú

APROBACIÓN DE LA TESIS

El (La) asesor(a) y los miembros del jurado evaluador asignados, **APRUEBAN** la tesis desarrollada por el (la) Bachiller **Yuri Liseth, Serkovich Pascual**, denominada:

“ESTUDIO DEL SISTEMA DE DRENAJE DE AGUAS PLUVIALES DEL
AEROPUERTO INTERNACIONAL CAP. FAP. DAVID ABENZUR RENGIFO EN
LA CIUDAD DE PUCALLPA EN EL AÑO 2017”

Dr. Ing. Máximo Huambachano Martel
ASESOR

Ing. Taylor I. Barrenechea Zavala
JURADO
PRESIDENTE

Ing. Manuel Vidal Velásquez
JURADO

Ing. Luis A. Colonio García
JURADO

DEDICATORIA

Este trabajo se lo dedico a mis profesores y en especial a mi madre, Ya que todo lo logrado en este tiempo Necesariamente tiene una causa; pues sin causa nada puede tener origen.

AGRADECIMIENTO

A la universidad UPN, de especial manera a mi asesor que ha tenido una gran paciencia y mucha dedicación y a todos mis profesores quienes me dieron un buen soporte durante los años académicos para poder lograr y concluir finalmente con este trabajo, estaré agradecida hoy y siempre.

Tabla de contenidos

DEDICATORIA	3
AGRADECIMIENTO	4
ÍNDICE DE TABLAS	7
ÍNDICE DE FIGURAS	8
ÍNDICE DE ECUACIONES	9
RESUMEN	10
CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN	12
1.1. Realidad problemática	12
1.2. Formulación del problema	14
1.3. Objetivos	14
1.3.1. <i>Objetivo general</i>	14
1.3.1. <i>Objetivos específicos</i>	15
1.4. Marco Teórico	15
1.4.1. <i>Antecedentes</i>	15
1.4.2. <i>Bases Teóricas</i>	17
1. SISTEMA DE DRENAJE DE AGUAS PLUVIALES	17
1.1. <i>Definición</i>	17
1.2. <i>Tipos de Sistema de Drenaje</i>	18
1.2.1. Sistema de Drenaje Superficial	18
1.2.2. Sistema de Drenaje Sub-superficial	18
1.2.3. Sistema de Drenaje Subterráneo	19
1.2.4. Sistema de drenaje de circunvalación	19
1.3. <i>Aguas Pluviales</i>	19
1.3.1. Captación de aguas pluviales	19
1.4. <i>Escorrentía</i>	20
1.4.1. Escorrentía Superficial	20
1.5. <i>Obras de Arte y Drenaje</i>	20
2. ESTUDIO GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO	20
2.1. <i>Estudio Geológico</i>	20
2.2. <i>Tipos de suelos</i>	20
2.2.1. Suelos NO Cohesivos	20
2.2.2. Suelos Cohesivos	22
2.3. <i>Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS)</i>	23
2.4. <i>Estudio Geotécnico</i>	23
3. ESTUDIOS HIDROLÓGICOS E HIDRÁULICOS	24
3.1. <i>Hidrología</i>	24
3.2. <i>Estudios Hidrológicos</i>	24

3.2.1.	Intensidad de lluvia y duración	24
3.2.2	Tiempo de concentración	24
3.2.3	Evaluación del Caudal	25
3.2.4	Frecuencia de Lluvia	25
3.2.5	Método Racional	25
3.3.	<i>Hidráulica</i>	26
3.3.1	Estudios Hidráulicos.....	26
3.3.2	Parámetros de diseño	26
1.4.3.	<i>Operacionalización de Variable</i>	28
CAPÍTULO II: METODOLOGÍA.....		29
2.1	Tipo de investigación	29
2.1.1	<i>Investigación Descriptiva - Cuantitativa</i>	29
2.1.2	<i>Estudio No Experimental</i>	29
2.1.3	<i>Diseño Descriptivo</i>	29
2.2	Población y Muestra	29
2.2.1	<i>Población</i>	29
2.2.2	<i>Muestra</i>	29
2.3	Técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos	30
2.3.1	<i>Técnicas e instrumentos</i>	30
2.3.2	<i>Análisis de datos</i>	30
2.3.2.1	<i>Análisis Geológico y Geotécnico de Calitas y trincheras</i>	30
2.3.2.2	<i>Análisis Hidrológico e Hidráulico de los drenes de canal</i>	34
2.4	Procedimientos	35
2.4.1	<i>ESTUDIO GEOLÓGICO</i>	35
2.4.2	<i>ESTUDIO HDROLÓGICO E HIDRÁULICO</i>	39
2.4.3	<i>ESTUDIO GEOTÉCNICO</i>	43
CAPITULO III: RESULTADOS		47
3.1.	Descripción del Área de Interés Según Estudio Geológico.....	47
3.2.	Rendimiento de Evacuación de Aguas Pluviales según Estudio Hidrológico e Hidráulico ..	48
3.3.	Estudio Geotécnico	50
CAPITULO IV: DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES.....		54
4.1	Discusión.....	54
4.2	Conclusiones.....	55
ANEXOS.....		58

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Frecuencia de diseño según el área drenada.....	25
Tabla 2. Ubicación de Toma de Muestra de Calicatas	31
Tabla 3. Ubicación de Toma de Muestra de Trinchera	31
Tabla 4. Estimación Probable de presión de Hinchamiento	32
Tabla 5. Datos para estimar el cambio volumétrico probable en materiales expansivos .	33
Tabla 6. Relación entre el grado de expansión y limite líquido.....	33
Tabla 7. Relación entre el potencial de hinchamiento y índice de plasticidad	33
Tabla 8. Factores de seguridad mínimo, para considerar estable un talud.....	34
Tabla 9. Resumen de valores típicos para distintos tipos de perfiles de suelo	39
Tabla 10. Ubicación y Características de las Estaciones Pluviométricas en la Zona de estudio	40
Tabla 11. Serie Anual máxima de la Estación de Pucallpa	40
Tabla 12. Valores de Periodo de Retorno T (años)	42
Tabla 13. Periodos de Retorno para las Estructuras de Drenaje	42
Tabla 14. Parámetros Geotécnicos considerados en el análisis de Estabilidad de Talud	46
Tabla 15. Coeficiente de Escorrentía del Área de Estudio para Cada Dren	48
Tabla 16. Intensidades Máximas (mm/hora) de la Estación de Pucallpa	49
Tabla 17. Cálculo de Caudales.....	49
Tabla 18. Resultados de Ensayos Estándares en suelos.....	50
Tabla 19. Resultado de Laboratorio y Potencial de Expansión	51
Tabla 20. Resultados del Ensayo de peso Unitario	51
Tabla 21. Resultados del Ensayo de Expansión Libre.....	52
Tabla 22. Resultados de Ensayo de Compresión no Confinada	52
Tabla 23. Resultados de Ensayo Triaxial CU.....	52
Tabla 24. Resultados de los Análisis de Estabilidad de Taludes	53
Tabla 25. Resultados de Estabilidad de Talud según Programa SLIDE V 6.0	53

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Suelo Gravoso.....	21
Figura 2. Suelo Arenoso.....	21
Figura 3. Suelo Limoso.....	22
Figura 4. Suelo Arcilloso.....	22
Figura 5. Tabla de Clasificación de Suelos.....	23
Figura 6. Fórmula para hallar el Tiempo de concentración en minutos	24
Figura 7. Vista Satelital de la Ubicación de la Pista de Aterrizaje del Aeropuerto Internacional CAP. FAP. David Abenzur Rengifo.....	36
Figura 8. Área de Influencia de Dren de lado derecho y Dren de lado Izquierdo	36
Figura 9. Factores de Zona de Sismicidad	37
Figura 10. Identificación de las Zonas sísmicas según la Norma E-030	38
Figura 11. Registro de precipitaciones máximas anuales en 24 horas de la Estación Pucallpa	41
Figura 12. Canales de Drenaje del Aeropuerto Internacional "CAP. FAP: David.....	47
Figura 13. Área de Influencia de Dren Lado Derecho y de Dren Lado Izquierdo	48

ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1. Fórmula de Tiempo de Concentración	24
Ecuación 2. Coeficiente de escorrentía	27
Ecuación 3. Formula de la descarga máxima de diseño en (m ³ /s)	35
Ecuación 4. Función de riesgo de falla admisible	41

RESUMEN

La presente tesis trata sobre el estudio del sistema de drenaje de aguas pluviales del “Aeropuerto Internacional CAP. FAP. David Abenzur Rengifo” de la ciudad de Pucallpa.

El objetivo del presente estudio, pretende describir las características que presenta el sistema de drenaje de dicho aeropuerto, la cual limita su rendimiento de evacuación de las aguas pluviales en épocas de precipitaciones altas, afectando la estabilidad del talud y vida útil del canal. No obstante, llevando a cabo ciertos estudios geotécnicos, geológicos, hidrológicos e hidráulicos en la zona de influencia y aplicando los ensayos correspondientes tanto en los taludes y los drenes de los canales, podríamos identificar algunas deficiencias para evitar daños en el sistema de drenaje e inestabilidad en el talud lo que a posterior podrían perjudicar la pista de aterrizaje. Además, hay que tener en cuenta que hay factores muy importantes que se debe considerar de un sistema de drenaje de un aeropuerto y sobre todo en zonas donde las precipitaciones son constantes y hay mucha escorrentía y el tipo de suelo es arcilloso.

Se tomó como referencia los informes técnicos existentes de estudios realizados en la zona de influencia como: geológicos, hidrológicos, geotécnicos, hidráulicos y ensayos de suelos de los drenes de los canales y del talud de la zona de interés del Aeropuerto Internacional Cap. Fap. David Abenzur Rengifo, que sirvieron como fundamento real para dicho estudio. Teniendo claro todos estos factores se pudo realizar un análisis del sistema de drenaje, determinar el rendimiento de evacuación de las aguas pluviales en el flujo adecuado y determinar la estabilidad de talud y vida útil del canal.

En conclusión, se analizaron diferentes estudios pre-existentes y se consideraron todos los factores del área de influencia en los drenes de los canales del Aeropuerto Internacional CAP. FAP. David Abenzur Rengifo, para poder describir las características del sistema de drenaje y de esa manera describir el área de interés, determinar el rendimiento de evacuación de aguas pluviales y establecer los parámetros geotécnicos y perfil estratigráfico tanto de los drenes del canal y el talud, así como su estabilidad y vida útil del sistema de drenaje.

Palabras Clave: Sistema de drenaje, captación de aguas pluviales, dren longitudinal, dren transversal, escorrentía superficial, parámetros de diseño, estudios hidráulicos e hidrológicos.

ABSTRACT

This thesis deals with the study of the storm water drainage system of the "International Airport CAP. FAP. David Abenzur Rengifo" from the city of Pucallpa.

The objective of this study, aims to describe the characteristics of the drainage system of the airport, which limits its efficiency of evacuation of rainwater in times of high rainfall, affecting the stability of the slope and useful life of the channel. However, by carrying out certain geotechnical, geological, hydrological and hydraulic studies in the area of influence and applying the corresponding tests both on the slopes and drains of the channels, we could identify some deficiencies to avoid damage to the drainage system and instability on the slope which could damage the runway later. In addition, we must bear in mind that there are very important factors that should be considered of an airport drainage system and especially in areas where rainfall is constant and there is a lot of runoff and the type of soil is clayey.

The existing technical reports of studies carried out in the area of influence were taken as reference: geological, hydrological, geotechnical, hydraulic and soil tests of the drains of the channels and the slope of the area of interest of the International Airport Cap. Fap. David Abenzur Rengifo, who served as the real foundation for this study. Having all these factors clear, an analysis of the drainage system could be made, the evacuation performance of the rainwater in the adequate flow could be determined and the slope stability and useful life of the channel determined.

In conclusion, different pre-existing studies were analyzed and all factors of the area of influence in the drains of the channels of the International Airport CAP. FAP. David Abenzur Rengifo, to be able to describe the characteristics of the drainage system and thus describe the area of interest, determine the performance of storm water drainage and establish the geotechnical parameters and stratigraphic profile of both the drains of the channel and the slope, as well as its stability and useful life of the drainage system.

Keywords: Drainage system, rainwater harvesting, longitudinal drain, transversal drain, surface runoff, design parameters, hydraulic and hydrological studies.

CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN

1.1. Realidad problemática

Actualmente en la ciudad de Pucallpa, el Aeropuerto Internacional CAP. FAP. DAVID ABENZUR RENGIFO, Se encuentra ubicado en la Región de Ucayali, Provincia de Coronel Portillo y Distrito Calleria a 5.5 km de la Ciudad de Pucallpa, en una zona urbana, dicha área de estudio se ubica en la parte Centro de la ciudad de Pucallpa, paralelo a la margen izquierda del río Ucayali en el llano amazónico a una altitud promedio de 155 msnm. Este Aeropuerto Cuenta con una pista de aterrizaje asfaltada de 2,800 metros de largo por 60 metros de ancho, una torre de control de cinco pisos de 14 metros de altura y un sistema de drenaje paralelas a la pista de aterrizaje y otras transversales. Sin embargo, se resalta que los sistemas de drenaje son importantes para la seguridad de la pista de aterrizaje dado que se encuentran situadas en un amplio terreno llano y sobre una superficie relativamente ondulada, las cuales deben encontrarse correctamente drenadas y con una adecuada canalización de las aguas pluviales para impedir el encharcamiento en las mismas y sobre todo durante las operaciones aéreas en épocas de lluvia.

En este contexto encontramos a la empresa JPC INGENIEROS S.A.C, que se encuentra ubicada en la ciudad de Pucallpa con sede principal en la ciudad lima ubicada en Av. Alfredo Benavides 2150 – Ofic. 202, en Miraflores; actualmente cuenta con varios proyectos en ejecución y otros en procesos de licitación. Entre sus principales clientes están las entidades Municipales, Regionales y las Entidades privadas.

Sin embargo, el sistema de drenaje viene presentando ciertas deficiencias lo cual limita su rendimiento en épocas de lluvias máximas. Dentro de ello cuenta con sistema de drenaje longitudinal de 6,141mtrs., construido por drenes ubicados al lado derecho y al lado izquierdo de la pista de aterrizaje, cuyas secciones hidráulicas es de capacidad variable debido a que no presenta una geometría uniforme, las cuales recogen el escurrimiento superficial de las precipitaciones pluviales que se generan en la pista de aterrizaje y en las zonas de separación con los canales de drenaje. La pista de aterrizaje tiene un bombeo transversal superior al 2.5%, desde el centro de la pista hacia los costados, permitiendo dirigir los flujos superficiales hacia los drenes longitudinales, dichos drenes longitudinales presentan actualmente una *colmatación* total por vegetación y consecuente pérdida de la sección hidráulica del canal afectado por la erosión y acumulación de sedimento lo que impide un buen funcionamiento en el flujo adecuado de aguas pluviales. Sus suelos son de color arcilloso rojizo, que en temporadas de precipitaciones pluviales altas se vuelven muy barrosas. El clima es tropical, con temperatura de bastante calor en todo el año, siendo clasificada como de clima ecuatorial

y los meses de junio a septiembre son los días cálidos y secos con mayor iluminación solar y la temperatura promedio puede alcanzar los 26° C y una temperatura de 41°C. A lo largo de los drenes laterales de la pista de aterrizaje también se observan trabajos de mantenimiento mal ejecutados los cuales han producido inestabilidad en los taludes y en gran parte del canal de observa acumulación de sedimentos y erosiones en ambos márgenes de los drenes laterales con material suelto al ser removidos y no estar bien compactados o revestidos con algún *Geo-sintético* especial para taludes. Sin embargo, en otros sectores se observa la colocación de una *Geomanta* con la finalidad de poder estabilizar el talud, que debido a la pérdida de material en algunos sectores la cimentación se está viendo afectada por dicha erosión, y hay otras secciones con mayores daños aun, también se ha observado los diferentes problemas en los drenes que comprometen considerablemente al buen funcionamiento del sistema de drenaje del Aeropuerto, entre ellos podemos mencionar la falta de *encauzamiento* con un perfil adecuado para dirección de los flujos generados por la *escorrentía* superficial hacia las obras de drenaje existentes, insuficiencia hidráulica de algunas estructuras ubicadas en el dren del lado derecho, asimismo; se ha observado la afectación en los taludes de los drenes laterales que hasta la fecha muestran una erosión progresiva por las altas precipitaciones y *escorrentía* superficial que ingresan en las marcas de huellas dejadas por las maquinarias y en los taludes, provocando la caída del material al fondo del canal con lo cual se observa la pérdida de la pendiente de diseño debido a la acumulación de sedimentos por material suelto caído del talud y por mala ejecución de trabajos de limpieza de fondo de canal, donde se puede observar empozamiento de agua producto de la sobre excavación. Además, hay presencias de alcantarillas en los drenes con secciones hidráulicas variables las cuales no permiten desarrollar un drenaje fluido.

Respecto a esta problemática se encontró que un “mal drenaje pluvial” afecta todas las actividades humanas (económicas, recreativas, turismo, transportes, etc), de acuerdo a la publicación (1999) del Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del ambiente, así mismo la Empresa Aero comercial UPISA (2018) en una publicación virtual menciona que si no se tiene un buen sistema de drenaje de aguas pluviales puede dar lugar a inundaciones en situaciones de tormenta fuerte y esto puede hacer que el avión patine y se vaya de pista.

Frente a esta problemática, el presente estudio descriptivo pretende conocer las características del sistema de drenaje mediante los estudios geológicos, geotécnicos, hidrológicos e hidráulicos, y así poder identificar ciertas deficiencias en los drenes del canal que pueden ser perjudiciales para el correcto funcionamiento de la pista de aterrizaje del aeropuerto, ya que un *emplazamiento* inadecuado puede producir interferencias con el ciclo hidráulico o incluso contaminación con las fuentes hidrológicas. Por ello, es de vital importancia considerar la zona de influencia y el origen proveniente de las aguas pluviales

ya que la formación de charcos puede ser sumamente peligrosa para la circulación de las aeronaves y otros vehículos que transitan a su alrededor. Aparte, lo que se busca es crear conciencia en realizar un buen mantenimiento preventivo de manera óptima en los sistemas de drenaje del Aeropuerto Internacional CAP. FAP. David Abenzur Rengifo, para impedir la erosión progresiva, formación de sedimentos y que estén libres de aguas residuales y *colmatación* de vegetación sobre todo en épocas de precipitaciones altas que hay en la zona y así tener una buena gestión medio ambiental. Por último, mejorar la estabilidad del talud, calidad y vida útil del canal y tener un buen rendimiento del sistema de drenaje.

1.2. Formulación del problema

¿De qué manera el estudio descriptivo permite conocer las características del sistema de drenaje de aguas pluviales, mediante una investigación Geotécnica, geológica, hidrológica e hidráulica del área de influencia en los drenes del canal y el talud, del sistema de drenaje del Aeropuerto Internacional “CAP. FAP? David Abenzur Rengifo” en la ciudad de Pucallpa, en el año 2017?

1.- ¿De qué manera se puede realizar la descripción, mediante un estudio geológico del área de interés del sistema de drenaje de aguas pluviales del Aeropuerto Internacional CAP. FAP. David Abenzur Rengifo en la ciudad de Pucallpa, en el año 2017?

2.- ¿De qué manera se puede determinar el rendimiento de evacuación de aguas pluviales, a través de un estudio hidrológico e hidráulico del área de influencia del sistema de drenaje del Aeropuerto Internacional CAP. FAP. David Abenzur Rengifo, en la ciudad de Pucallpa, en el año 2017?

3.- ¿De qué manera se puede establecer los parámetros geotécnicos y el perfil estratigráfico, mediante un estudio geotécnico para describir las características que presentan tanto los drenes del canal y el talud, así como su estabilidad y vida útil del sistema de drenaje del Aeropuerto Internacional David Abenzur Rengifo, en la ciudad de Pucallpa, en el año 2017?

1.3. Objetivos

1.3.1. *Objetivo general*

Estudiar el sistema de drenaje de aguas pluviales, mediante una investigación Geotécnica, geológica, hidrológica e hidráulica del área de estudio en los drenes del canal

y del talud, del sistema de drenaje del Aeropuerto Internacional CAP. FAP. David Abenzur Rengifo en la ciudad de Pucallpa, en el año 2017.

1.3.1. Objetivos específicos

1.- Realizar la descripción, mediante un estudio geológico del área de interés del sistema de drenaje de aguas pluviales del Aeropuerto Internacional CAP. FAP. David Abenzur Rengifo en la ciudad de Pucallpa, en el año 2017.

2.- Determinar el rendimiento de evacuación de aguas pluviales, a través de un estudio hidrológico e hidráulico del área de influencia del sistema de drenaje del Aeropuerto Internacional CAP. FAP. David Abenzur Rengifo, en la ciudad de Pucallpa, en el año 2017.

3.- Establecer los parámetros geotécnicos y el perfil estratigráfico, mediante un estudio geotécnico para describir las características que presentan tanto los drenes del canal y el talud, así como su estabilidad y vida útil del sistema de drenaje del Aeropuerto Internacional David Abenzur Rengifo, en la ciudad de Pucallpa, en el año 2017.

1.4. Marco Teórico

1.4.1. Antecedentes

(Frederick, Romero y Bernardo, 2011) en la ciudad de Bolívar, en un trabajo final de grado para optar al título de Ingeniero Civil, sustento “Evaluación de las condiciones de funcionamiento del canal de drenaje de aguas pluviales del aeropuerto José Tomas de Heres de ciudad Bolívar, Municipio Heres” el objetivo de la tesis fue Evaluar las condiciones de funcionamiento del canal de drenaje de aguas pluviales del Aeropuerto José Tomas de Heres de Ciudad Bolívar, Municipio Heres. Desarrollo una investigación descriptiva con una población de sistemas de drenajes del Aeropuerto José Tomas de Heres en Ciudad Bolívar-Estado Bolívar. Las conclusiones de esta investigación nos indican que, los parámetros *morfométricos* del área correspondiente al canal en estudio abarca una extensión que va desde el sector Sur correspondiente a Vista Hermosa II hasta la zona Norte donde culmina el aeropuerto José Tomas de Heres. Dentro de los límites del área se obtuvo en los cálculos una pendiente media de categoría suave cuyo rango esta de 0 a 2%, la superficie de la zona urbana (133,88Ha) posee más de un 85% de concreto (pavimento y tejado) y menos de un 15% de vegetación lo que provoca menor retención de aguas pluviales y caso contrario dentro de los límites del aeropuerto con más del 85% de cobertura vegetal en 76,50Ha.

(Bedoya & Fandiño, 2017) en la ciudad de Bogotá, en un trabajo de grado para optar al título de Especialista en Recursos Hídricos, sustentó “Caracterización del drenaje de aguas lluvias de la plataforma interior del Aeropuerto El Dorado” el objetivo de la tesis fue caracterizar el drenaje de aguas lluvias de la plataforma interior del aeropuerto internacional El Dorado. Desarrollo una investigación descriptiva con una población de drenaje de aguas lluvias del Aeropuerto El Dorado de la ciudad de Bogotá. Las conclusiones de esta investigación nos indican que, ante fenómenos de alta precipitación se debe proceder al monitoreo constante de la plataforma, para evitar problemas de inundación. Y de acuerdo con Ven Te Chow (1994) para aeropuertos con volúmenes altos de pasajeros, como es el caso del aeropuerto El Dorado, el periodo de retorno debería encontrarse entre 50 y 100 años. Sin embargo, de acuerdo con OPAIN el periodo de retorno es de 10 años.

(Galindez, 2007) en la ciudad de Cancún, en una tesis para optar el título de Ingeniero Civil, sustentó “Demanda – capacidad del Aeropuerto Internacional de Cancún, Quintana ROO” el objetivo de la tesis fue analizar la infraestructura aeroportuaria para atender la demanda requerida de dicho aeropuerto. Las conclusiones de esta investigación nos indican que siendo el agua el principal enemigo de las estructuras de los pavimentos, el cálculo y diseño de drenaje de las áreas de operaciones, debe cumplirse con la normatividad en vigor y tomar en cuenta las características topográficas tanto de mecánica de suelo, hidrológicos y meteorológicos del lugar para garantizar un funcionamiento eficaz del mismo.

(Zubieta, 2017) en la ciudad de Lima, en una tesis para optar al grado de Doctoris Philosophiae (Ph.D.), sustentó “Estimación de concentración de lluvia diaria y eventos hidrológicos extremos en cuencas Andino-Amazónicas empleando precipitación basada en satélites”, el objetivo de la tesis fue evaluación de la utilidad de las estimaciones de lluvia por sensoramiento remoto para la estimación de eventos hidrológicos extremos y concentraciones de lluvia diaria en cuencas andino-amazónicas. Desarrollo una investigación exploratoria con una población de concentración de lluvia diaria y eventos hidrológicos en cuencas Andino-Amazónicas. Las conclusiones de esta investigación nos indican que, la estructura estadística de lluvia diaria mediante el índice de concentración en la cuenca amazónica, puede ser aplicado para el análisis estadístico de la predominancia de altas cantidades de lluvia diaria que pueden influir en las condiciones medias de precipitación en un mes, estación o determinado año. Este procesamiento conlleva a obtener la distribución espacial de la concentración de la precipitación diaria de toda la cuenca amazónica, identificando sus diferencias con la estacionalidad de la precipitación, lo cual se pudo obtener que el índice de concentración en la parte central sur presenta predominantemente valores superiores a 0.60, lo que indica una mayor

aportación de días con lluvias extremas en relación a la precipitación total anual y en la parte noroeste el índice de concentración es menor que 0.52.

(Ochoa, 2016) en la ciudad de Huancayo, en una tesis para optar el título de Ingeniero Civil, sustento “Inestabilidad de taludes en el sector de Santa Bárbara de la Ciudad de Huancavelica” el objetivo de la tesis fue determinar el factor de seguridad y el grado de susceptibilidad que presentan los taludes inestables en el Sector de santa Bárbara de la ciudad de Huancavelica en el año 2015. Desarrollo una investigación Sistemática con una población de 6 taludes que conforman a los sub-sectores de Santa Bárbara de la ciudad de Huancavelica en el año 2015. Las conclusiones de esta investigación nos indican que, el modelo de estabilización más eficiente para la estabilización es el sistema flexible de mallas de acero y pernos de anclaje el cual si garantiza la estabilidad de los taludes al incrementar su factor de seguridad.

(García, 2015) en la ciudad de León, en una tesis para optar el grado de doctor, sustento “Diseño y evaluación de un nuevo sistema de drenaje en las obras lineales” el objetivo de la tesis fue comparar el drenaje ramificado propuesto de evacuación de aguas de escorrentía superficial con respecto al drenaje tradicional, mediante la realización de cálculos teóricos y experimentales en la ciudad de León. Desarrollo una investigación teórica basado en una maqueta de drenaje con un canal tradicional y otra ramificada. Las conclusiones de esta investigación demuestran que de forma teórica, los cálculos arrojan que el drenaje ramificado consigue una menor velocidad media del fluido (de hasta un 6%), y por tanto una inferior energía específica (12%) y menor fuerza de arrastre (6%) que el drenaje tradicional.

1.4.2. Bases Teóricas

La forma de describir las características que presenta el sistema de drenaje y algunas deficiencias como: la acumulación de sedimentos, la erosión progresiva, la inestabilidad y deterioro de talud, están basadas en los estudios y ensayos realizados en la zona de interés.

Como resultado de dicho estudio realizado, y debido a las lluvias constantes y a la escorrentía que se presenta en toda la zona de interés se considerado analizar cientos temas importantes.

1. SISTEMA DE DRENAJE DE AGUAS PLUVIALES

1.1. Definición

Es un sistema que facilita el traslado del agua de lluvia con la finalidad de desaguar y de asegurar la retirada del agua no deseada.

1.2. Tipos de Sistema de Drenaje

1.2.1. Sistema de Drenaje Superficial

La idea principal que se plantea “Es cuando el agua procede de las lluvias “Es la remoción de los excesos de agua sobre la superficie del terreno, a causa de lluvias muy intensas y frecuentes, topografía muy plana e irregular y suelos poco permeables” (Rojas, 1984, p.).

Cuando el agua procede de las lluvias, se realiza un sistema de drenaje sobre la propia losa existente, que corresponderá a la totalidad de agua procedente para luego ser dirigida hacia los correspondientes colectores que recibirá los caudales previstos.

La necesidad del drenaje superficial se justifica en zonas donde los factores climáticos, las condiciones hidrológicas, las características de los suelos, la topografía y la utilización de la tierra, dan lugar a que el agua permanezca inundando la superficie del suelo.

Generalmente la *napa freática* se ubica sobre un estrato impermeable, la cual impide el movimiento vertical del agua, produciendo la condición de suelo saturado.

- **Drenaje Longitudinal**

El concepto principal del sistema de drenaje longitudinal “se destina a la recolección del agua pluvial que incide directamente sobre la superficie, donde la evacuación del flujo acumulado en las estructuras de drenaje longitudinal que se lograra a través de estructuras de drenaje transversal” (Barreto, 2004, p. 5).

- **Drenaje Transversal**

Según el autor su función es “convertirse en un medio a través del cual el agua superficial que escurre por cauces naturales o artificiales, pueda atravesar por debajo de la plataforma de la vía, sin causar daño a la misma, generar riesgos al tráfico y estructuras adyacentes” (Carrión & Orellana, 2016, p. 27).

1.2.2. Sistema de Drenaje Sub-superficial

Un sistema de drenaje sub-superficial que tiene como objetivo fundamental el control de la profundidad de la napa freática de forma tal que el balance de aguas y sales dentro de la zona radicular sea el óptimo para los requerimientos del

cultivo en una condición de suelos y clima específico y para lograr este objetivo, consta de tres tipos de drenes:

- **Laterales**
Generalmente se disponen paralelos unos a otros y tienen como misión principal el control de la profundidad de la napa freática.
- **Colectores**
Aunque también drenan el terreno adyacente, su misión fundamental es transportar el agua extraída por los laterales hasta el dren principal donde se produce la descarga del sistema.
- **Drenaje Principal**
Que puede ser artificial o natural, es el que recoge los excedentes provenientes de varios sistemas de drenaje.

1.2.3. Sistema de Drenaje Subterráneo

Cuando el agua procede del subsuelo, se realiza un sistema de drenaje bajo las losas existentes de la pista de aterrizaje a fin de evitar el efecto perjudicial de aguas infiltradas y/o provenientes del nivel freático. Este sistema de drenaje constará de una red de tubos drenantes y un colector paralelo que recibirá los caudales recogidos de los drenes longitudinales.

1.2.4. Sistema de drenaje de circunvalación

Cuando el agua procede de los terrenos adyacentes al aeropuerto. Correspondiente a las aguas que pueden proceder tanto de escorrentías como de la lluvia en parcelas adyacentes al aeropuerto y que también deben ser conducidas a su correspondiente sistema de recogida formado por colectores que recibirá los caudales importantes, dependiendo de la orografía del terreno.

1.3. Aguas Pluviales

Las aguas pluviales son aquellas que se originan durante los fenómenos meteorológicos con precipitación como resultado de las lluvias, las cuales pueden originar problemas debido al volumen de agua, la intensidad de la escorrentía y los contaminantes potenciales que transporta el agua.

1.3.1. Captación de aguas pluviales

La recuperación de agua pluvial consiste en filtrar el agua de lluvia captada en una superficie determinada (SOLICLIMA).

1.4. Escorrentía

El informe indica que la escorrentía de las aguas pluviales ocurre cuando la lluvia o la nieve derretida fluyen por un terreno.

1.4.1. Escorrentía Superficial

“Es la corriente de agua de lluvia que se vierte de manera libre y superficial sobre una determinada área de terreno, la cual consiste en la ocurrencia y el transporte de agua en la superficie terrestre. Comprende el exceso de precipitación que ocurre después de una lluvia intensa y se mueve libremente por la superficie terrestre” (Delgado & Sánchez, 2013, p. 25).

1.5. Obras de Arte y Drenaje

Consiste en la excavación de drenes laterales y transversales a la pista de aterrizaje y en caso que los taludes presenten deterioros se harán las correcciones correspondientes, la estructura de drenaje se medirá en metros cúbicos. Se colocara una manta para el control de erosión permanente para taludes de suelo en trabajos de protección y revestimiento de taludes y esto se hará con el fin de proteger los taludes de los diferentes agentes que aceleran el proceso de erosión.

2. ESTUDIO GEOLOGICO-GEOTECNICO

2.1. Estudio Geológico

Es el estudio de un terreno mediante un documento que analiza todas las características geológicas del suelo, para dar a conocer tanto las características físicas y mecánicas de dicho suelo como: la humedad, la profundidad, el tipo de cimentación más adecuado y los asentamientos de la estructura en la relación al peso que va soportar.

2.2. Tipos de suelos

Desde el Punto de Vista de la Mecánica de suelos, tenemos los siguientes tipos:

2.2.1. Suelos NO Cohesivos

Cuando las partículas del suelo no tienden a juntarse ni a adherirse, sus partículas son relativamente grandes, también llamados suelos granulares o friccionantes. (Gravas, arenas, limos). (Universidad del cauca – mecánica de suelos—Lucio Gerardo Cruz Velazco)

- **Suelos Gravosos**

Son aquellas que tienen partículas de cualquier sustancia inorgánica mayor a 0,02mm.



Figura 1. Suelo Gravoso

- **Suelos Arenosos**

Son las que contienen partículas más grandes que el resto de los suelos. Es áspero y seco al tacto porque las partículas que lo componen están muy separadas entre ellas y no mantienen bien el agua.



Figura 2. Suelo Arenoso

- **Suelos Limosos**

Estos tipos de suelos están compuestos de partículas más pequeñas y suaves al tacto, su color es marrón oscuro. Los limos se componen de una mezcla de arena fina y arcilla que forma una especie de barro junto al lodo y restos vegetales que retienen el agua por más tiempo.



Figura 3. Suelo Limoso

2.2.2. Suelos Cohesivos

“partículas muy pequeñas, predominan los efectos electroquímicos superficiales. Las partículas tienden a juntarse (Interacción agua partícula). Suelos plásticos. (Arcillas). (Universidad del Cauca – mecánica de suelos—Lucio Gerardo Cruz Velazco).

- **Suelos Arcillosos**

Son aquellos que formados por arcilla de granos muy finos de color amarillento y contienen arcilla en un 45%, tienen el gran poder de retener agua y una gran porosidad que hace difícil trabajarlos.



Figura 4. Suelo Arcilloso

2.3. Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS)

Es un sistema de clasificación de suelos usado en ingeniería y geología para describir la textura y el tamaño de las partículas de un suelo. Este tipo de clasificación puede ser aplicado a la mayoría de los materiales sin consolidar y se representa mediante un símbolo con dos letras. (USCS, 2 017)

Símbolo del grupo	Nombre del grupo
GW	grava bien graduada, grava fina a gruesa
GP	grava pobremente graduada
GM	grava limosa
GC	grava arcillosa
SW	Arena bien graduada, arena fina a gruesa.
SP	Arena pobremente graduada
SM	Arena limosa
SC	Arena arcillosa
ML	limo
CL	arcilla
OL	Limo orgánico, arcilla orgánica
MH	limo de alta plasticidad, limo elástico
CH	Arcilla de alta plasticidad
OH	Arcilla orgánica, Limo orgánico
Pt	turba

Figura 5. Tabla de Clasificación de Suelos

Fuente: Norma ASTM D 2487-93 (USCS Unified Soil Classification System)

2.4. Estudio Geotécnico

Según la norma ecuatoriana son actividades que “comprenden el reconocimiento de campo, la investigación del subsuelo, el análisis y recomendaciones de ingeniería necesarios para el diseño y construcción de las obras en contacto con el suelo, de tal forma que garantice un comportamiento adecuado de las estructuras” (NEC, 2014, p. 06).

3. ESTUDIOS HIDROLOGICOS E HIDRAULICOS

3.1. Hidrología

Es la ciencia geográfica que se dedica al estudio de la distribución, espacial y temporal, y las propiedades del agua presente en la atmosfera y en la corteza terrestre. Esto incluye las precipitaciones, la escorrentía, la humedad del suelo, la evapotranspiración y el equilibrio de las masas glaciares. (Manual de hidrología, hidráulica y drenaje, 2016, p. 6)

3.2. Estudios Hidrológicos

Consiste en un documento en el cual se recoge las repercusiones hidráulicas que una obra puede llegar a tener sobre una cuenca hidrográfica y para ello se tienen los siguientes factores:

3.2.1. Intensidad de lluvia y duración

La Intensidad de lluvia y la duración son dos conceptos asociados entre sí. La intensidad se expresa como el promedio de lluvia en mm/hora para un periodo de retorno determinado y una duración igual al tiempo de concentración (T_c) de la cuenca.

3.2.2 Tiempo de concentración

De acuerdo al autor “es el tiempo de recorrido del flujo en el sistema de causas de una cuenca o tiempo de concentración relacionado con la intensidad media de precipitación y la cual se determina mediante la siguiente ecuación” (Benítez, 2014, p. 10)

Ecuación 1. Fórmula de tiempo de concentración

$$T_c = \left(\frac{3.28L_c}{\sqrt{S_c}} \right)^{0.77} \quad (\text{Ec. 1})$$

Donde: T_c = Tiempo de concentración en minutos

L_c = Longitud del cauce (km).

S_c = Pendiente del cauce.

3.28 = Factor de conversión de Km a min.

La duración es simplemente el intervalo de tiempo en minuto.

Figura 6. Fórmula para hallar el Tiempo de concentración en minutos

3.2.3 Evaluación del Caudal

Para el autor en general puede ser “empleado cualquier modelo de lluvia-escorrentía para superficies menores de 1,300Ha y se recomienda utilizar el método racional, dado su simplicidad. Sin embargo, para áreas mayores de 1,300 Ha se deberá utilizar un modelo del hidrograma unitario u otro método similar” (García, Montoya & Rodríguez, 2013, p. 27).

3.2.4 Frecuencia de Lluvia

En general, se pueden indicar que las frecuencias utilizadas varían entre 3 años como mínimo, hasta el orden de 100 años. La escorrentía de un valor dependerá de varios criterios tales como la importancia relativa de la zona y el área que se está drenando. De esta manera, se indican algunos valores que pueden ser utilizados como guías para esta determinación en los tramos o tuberías de alcantarillado pluvial. (García, Montoya & Rodríguez, 2013, p. 27)

Tabla 1. Frecuencia de diseño según el área drenada

Área drenada (Ha)	Frecuencia (años)
Menor de 3 Ha	3
Entre 3 Ha y 10 Ha	5
Mayor de 10 Ha	10

Fuente: Diseño de acueductos y alcantarillados, Ricardo Alfredo López Cualla, 2da edición.

3.2.5 Método Racional

Para el autor, el método considera que si una lluvia con intensidad (i) empieza de manera instantánea y continua en forma indefinida, la tasa de escorrentía continuara hasta que se llegue al tiempo de concentración T_c , en el cual toda la cuenca está contribuyendo al flujo de salida. De esta manera, el producto de la intensidad de lluvia (i) y el área de la cuenca (A) es el caudal de entrada al sistema, y la relación entre dicho caudal y el caudal máximo Q (que ocurre en el tiempo T_c), se conoce como el coeficiente de escorrentía, el cual se encuentra en un intervalo de 0 hasta 1. (Bedoya & Fandiño, 2017, p. 26)

3.3. Hidráulica

Según el autor “es una rama de la física y la ingeniería que se encarga del estudio de las propiedades mecánicas de los fluidos. Todo esto depende de las fuerzas que se interponen con la masa (fuerza) y empuje de la misma” (Manual de hidrología, hidráulica y drenaje, 2016, p. 6)

3.3.1 Estudios Hidráulicos

Los estudios hidráulicos, consiste en determinar el comportamiento hidráulico de los cauces a su paso por la zona de objeto de estudio, y para ello se tiene en cuenta lo siguiente:

3.3.2 Parámetros de diseño

Para llevar a cabo un análisis hidráulico de un sistema de drenaje y evacuación de aguas pluviales, se tiene los siguientes parámetros:

- **Áreas de drenaje**

Estas son las áreas de las cuales se drena el agua para luego ser conducidas por el trazado de la red de drenaje de aguas lluvias, que en general debe seguir las calles de la localidad. El área aferente debe incluir el área tributaria propia del tramo en consideración. Las áreas de drenaje deben ser determinadas por medición directa en planos, y su delimitación debe ser consistente con las redes de drenaje natural. (Brewer y Herrera, 2015, p. 24)

- **Caudal de diseño**

Para el cálculo de los caudales de diseño se debe utilizar el Método Racional, el cual calcula el caudal pico de aguas lluvias con base en intensidad media del evento de precipitación con una duración igual al tiempo de concentración del área de drenaje y un coeficiente de escorrentía. (Brewer y Herrera, 2015, p. 24)

- **Densidad de drenaje**

Es definida como la relación entre la longitud total de los cursos de agua y el área de la cuenca, y es llamada también longitud de canales por unidad de área. Una densidad alta indica que el drenaje en la cuenca es buena y que responde rápido frente a las precipitaciones, mientras que una densidad baja, denota una respuesta mucho más lenta y una cuenca probablemente ya drenada. (León, 2016, p. 19)

- **Coeficiente de escorrentía**

La idea principal como lo define el autor indica que es la relación entre el volumen de agua escurrida superficialmente y el volumen de agua precipitada. Puede ser dependiente a un episodio aislado de lluvia o a un periodo de tiempo dentro del cual se presentan varias precipitaciones. Además, depende de un gran número de elementos y no es constante para un área dada ni aun durante una sola lluvia. (Daza & Pérez, 2013, p.44)

Ecuación 2. Coeficiente de escorrentía

$$\phi = Q_E / Q_T$$

Dónde:

QE = Precipitación Superficial

QT = Precipitación Total

1.4.3. Operacionalización de Variable

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	OPERACIONALIZACIÓN			
		DIMENSIONES	SUBDIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTO
SISTEMA DE DRENAJE DE AGUAS PLUVIALES	Se define el sistema de drenaje de aguas pluviales como la acción y efecto de drenar, recolectar las aguas del escurrimiento y facilitar la canalización adecuada del agua de lluvia, para evitar encharcamientos e inundaciones y proteger las estructuras de la zona de influencia y evitar daños secundarios.	Eficiencia en las redes de drenaje y evacuación de aguas pluviales	Acumulación de sedimentos	Informe de Estudio Geológico -geotécnico	Revisión Documental
			Colmatación de vegetación	Imágenes Fotográficas	Observación
			Precipitaciones pluviales	Informe pluviométrico de SENAMHI	Revisión Documental
		Estabilización de talud del canal	Erosión progresiva	Registros de estudios pre-existentes	Revisión Documental
			Mala compactación y revestimiento Inadecuado	Informe de Mantenimiento de los drenes del canal	Revisión Documental
		Restauración de las pendientes de los canales	Pérdida de la sección hidráulica	Informe de estudio Hidráulico	Revisión Documental
				Imágenes Fotográficas	Observación

CAPÍTULO II: METODOLOGÍA

Para llevar a cabo el siguiente estudio descriptivo se consideró la información existente como: estudios de campo e informes de estudio físico y ensayos, convirtiendo este estudio descriptivo de tipo cuantitativo en donde se describirán las características principales del sistema de drenaje mediante estudios geotécnicos, geológicos, hidrológicos e hidráulicos.

2.1 Tipo de investigación

2.1.1 *Investigación Descriptiva - Cuantitativa*

Aquella investigación que busca describir en forma analítica el comportamiento, propiedades o características de un determinado fenómeno, objeto o grupo humano. Contribuye a ordenar, agrupar o sistematizar los objetos de estudio de la investigación y constituye una base diagnóstica para trabajos posteriores de mayor amplitud (Hernández, 2010, p.80).

2.1.2 *Estudio No Experimental*

Es una investigación sistemática e empírica, porque no se ha manipulado las variables independientes, ya que solo se ha basado en observación de los fenómenos en su ambiente natural del estudio que se va estudiar.

2.1.3 *Diseño Descriptivo*

Indaga la incidencia de las modalidades, categorías o niveles de una o más variables de una población. El procedimiento consiste en ubicar en una o diversas variables a un grupo de personas u otros seres vivos, objetos, situaciones, contextos, fenómenos, comunidades; y así proporcionar su descripción. Son por tanto, estudios puramente descriptivos y cuando establecen hipótesis, estas son también descriptivas. (Hernández, 2010, p.80).

2.2 Población y Muestra

2.2.1 *Población*

El Sistema de Drenaje del Aeropuerto Internacional CAP. FAP. David Abenzur Rengifo en la Ciudad de Pucallpa.

2.2.2 *Muestra*

Canales de drenaje

2.3 Técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos

Para la recopilación de la información se usó la Técnica Cuantitativa.

2.3.1 Técnicas e instrumentos

- Entrevista : Guía de entrevista
- Encuesta : Test , Cuestionarios
- Observación : Cámaras, Instrumentos de laboratorio, lista de cotejo
- Revisión documental : Registros, Informes, Manuales

2.3.2 Análisis de datos

2.3.2.1 Análisis Geológico y Geotécnico de Calitas y trincheras

Etapa preliminar

En esta etapa se realizó la recopilación, análisis y revisión de información del área de estudio como:

- Revisión de informes existentes como: Topográfico, Hidrológico e Hidráulico.
- Boletín N° 102: “Geología de los cuadrángulos y serie A de la carta Geológica Nacional, INGEMMET, 1997, Lima – Perú.
- Fotografías satelitales de “Erarte Google”, en la edición Imagen NASA – Europa Technologies – Digital Globe 2017.

Etapa de Trabajos de Campo y Ensayos de Laboratorio

Trabajos de Prospección directa

Primero se realizó la Visita de campo para la identificación visual de las condiciones en que se encuentran los taludes de los drenes y el canal.

- Segundo se realizó la descripción geológica del área de estudio y se analizó la estabilidad de taludes, para verificar en el estado en el que se encuentra.
- Luego se extrajeron de diez muestras (10) de calicatas hasta 2.5m de profundidad en el fondo del dren del canal y cuatro (4) trincheras en los taludes, para realizar ensayos geotécnicos directos en el laboratorio y en el caso de las calitas 10 ensayos de clasificación.
- Luego se realizaron los diez (10) ensayos de clasificación, cuatro (04) ensayos de peso volumétrico, un (01) ensayo de expansión libre, dos (02) ensayos triaxiales CU y dos (02) ensayos de compresión no confinada. Del material que conforman los taludes y el perfil estratigráfico longitudinal, así describir las características geotécnicas tanto del talud como del fondo del dren
- Se realizó un muestreo de los materiales que conforman los taludes, en los distintos sectores evaluados y en cada una de las trincheras y calicatas, para identificar y describir las características de los materiales tales como tipo de suelo, humedad,

plasticidad, compacidad, color y forma. Todo ello se realizó en concordancia con la nomenclatura establecida en la norma ASTM D2488 – 06 “Practice for Description and Identification of Soils (Visual – Manual Procedure)”

Trabajo de Inspección de Campo

Con la finalidad de establecer los parámetros geotécnicos se extrajeron muestras de diez (10) calicatas y cuatro (04) trincheras para poder establecer las características geotécnicas de los taludes y del fondo del dren. En las siguientes tablas se indicaran la ubicación de dichos sondeos realizados.

Tabla 2. Ubicación de Toma de Muestra de Calicatas

Calicatas	Metros excavados	Coordenadas UTM		Cota (m.s.n.m.)
		Este	Norte	
C-01	3.00	547318	9075350	133.20
C-02	3.00	547238	9075122	135.20
C-03	3.00	546835	9074039	136.80
C-04	3.00	546557	9073209	135.80
C-05	3.00	546362	9072725	134.00
C-06	3.00	547333	9074952	134.20
C-07	3.00	547143	9074429	134.40
C-08	3.00	546571	9072873	135.40
C-09	3.00	546482	9072615	134.80
C-10	3.00	546463	9072526	136.60

Fuente: GMI S.A. Ingenieros Consultores (2017). Registro de Excavación de calicatas.

Tabla 3. Ubicación de Toma de Muestra de Trincheras

Trincheras	Metros excavados	Coordenadas UTM		Cota (m.s.n.m.)
		Este	Norte	
T-01	0.00 – 1.50	547272	9075228	133.80
T-02	0.00 – 2.00	547214	9075075	135.40
T-03	0.20 – 2.50	546991	9074027	135.40
T-04	0.20 – 2.50	546532	9072761	135.00

Fuente: GMI S.A. Ingenieros Consultores (2017). Registro de Excavación de Trincheras.

De cada sondeo realizado se obtuvieron muestras representativas en cantidades suficientes tanto de las calicatas y trincheras para la ejecución de distintos ensayos de laboratorio requeridos para así poder determinar las características físicas y geotécnicas de los suelos de fundación y sobre todo describir geotécnicamente el suelo conformante.

Ensayos de laboratorio

Con las muestras que se extrajeron de las calicatas y trincheras, se realizaron distintos ensayos de laboratorio, con la finalidad de describir las características geotécnicas y geológicas de la zona de estudio.

También se consideraron ensayos de tipo estándares y especiales en suelo, para ser utilizados en los análisis de estabilidad de talud, donde nos darán la geometría del área, su alcance de profundidad y determinara sus parámetros físicos mecánicos.

- Ensayos Estándares
- Análisis Granulométrico (método mecánico)
- Ensayo de Peso Volumétrico en Suelos Cohesivos
- Ensayo de Expansión libre
- Ensayo de Compresión no Confinada
- Ensayo Triaxial CU

Etapa de Gabinete

En esta etapa se han considerado las siguientes tablas como referencia para llevar a cabo los ensayos correspondientes.

- Estimación probable de presión de hinchamiento

Tabla 4. Estimación Probable de presión de Hinchamiento

Porcentaje que pasa 75 μ m tamiz	Límite Líquido (%)	Resistencia de Penetración Estandar, golpes 300 mm	Probable porcentaje de expansión cambio de volumen total	Presión de Hinchado (Kn/m ²)	Grado de Expansión
>35	>60	>30	>10	>1000	Muy alto
60 – 95	40 – 60	20 – 30	3 – 10	250 – 1000	Alto
30 – 60	30 – 40	10 – 20	1 – 5	150 – 250	Medio
< 30	< 30	< 10	< 1	< 50	Bajo

Fuente: After Chen (1973).

- Estimación de cambio volumétrico probable en materiales expansivos

En esta propuesta se toma en cuenta los valores del Índice Plástico (IP) y ciertos parámetros dados, para poder definir el potencial d expansión.

Tabla 5. Datos para estimar el cambio volumétrico probable en materiales expansivos

Contenido coloide más fino que 0.001 mm en %	Índice Plástico (%)	Resistencia de Penetración Estandar, golpes 300 mm	Probable porcentaje de expansión cambio de volumen total	Potencial de Expansión
>28	>35	<11	>10	Muy alto
20 – 31	25 – 41	7 – 12	3 – 10	Alto
13 – 23	15 – 28	10 – 16	1 – 5	Medio
< 15	< 18	> 15	< 1	Bajo

Fuente: W. G. Holtz and H. J. Gibbs (1956). Informe de Investigación: Propiedades de ingeniería de suelos expansivos (Vol. 121, pp. 641-679). Transacciones de ASCE.

- Relación entre el Grado de expansión y límite líquido

Tabla 6. Relación entre el grado de expansión y límite líquido

Límite Líquido (%)	Grado de Expansión
0 – 20	No hay hinchamiento
20 – 35	Bajo hinchamiento
35 – 50	Hinchamiento medio
50 – 70	Alto hinchamiento
70 – 90	Hinchamiento muy alto
Mayor que 90	Hinchamiento extra largo

Fuente: Dakshanamurthy y Raman (1973)

- Relación entre el Potencial de Hinchamiento y el Índice de Plasticidad

Tabla 7. Relación entre el potencial de hinchamiento y índice de plasticidad

Índice Plástico	Potencial de hinchamiento
0 – 15	Bajo
15 – 35	Medio
20 – 55	Alto
35 ó más	Muy alto

Fuente: Seed Woodward y Luddgren (1962)

- Factores de seguridad mínimos para considerar estable un talud

Tabla 8. Factores de seguridad mínimo, para considerar estable un talud

Tipo de Talud	FS mínimo en condiciones estáticas	FS mínimo en condiciones pseudo estáticas
Taludes permanentes	1.50	1.25

Fuente: U.S Army Corps of Engineers (2003). Manual Técnico EM1110-2-1902, Slope Stability

2.3.2.2 Análisis Hidrológico e Hidráulico de los drenes de canal

Etapa preliminar

En esta etapa se ha tomado en cuenta los siguientes datos:

- Se ha recopilado y revisado información técnica referente a estudios elaborados con anterioridad referente a hidrología y drenaje del tramo de estudio.
- Se utilizó la cartografía proporcionada por el Instituto Geográfico Nacional (IGN) a escala 1/1000.00 del departamento de Ucayali.
- Se revisó la información pluviométrica existente proporcionado por SENAMHI hasta el 2010, donde tiene ubicado la “Estación Pucallpa”.
- Se ha realizado un reconocimiento de campo y una evaluación preliminar de los daños a la estructura de drenaje.
- Re reviso el informe de mantenimiento respecto a la reconfiguración de canales que se usaron con maquinaria pesada inadecuadamente, lo que genero desestabilización de talud de dichos canales y que se han ido socavando por efectos de las fuertes lluvias producidas en la zona.
- Se realizó un informe de los daños incluyendo diseños de la obra hidráulica.
- Se revisó el manual de Hidrología, Hidráulica y Drenaje.
- Por último se revisó la información de características generales de la zona de estudio, y relación de estaciones pluviométricas.

Etapa de Trabajos de Campo y Ensayos de Laboratorio

Trabajos de Evaluación de Campo

- Se realizó la visita de campo con la finalidad de obtener mayores alcances y referencias de los sectores que involucran a los canales de drenaje, para su estudio desde un punto de vista Hidrológico e Hidráulico.

- Durante la visita al campo se pudo comprobar la presencia de alcantarillas de cruces con el eje de la pista de aterrizaje y con los ejes de la calle de rodaje, los cuales se deberán tomar en cuenta durante la etapa de restauración a fin de que no ocasione alteraciones en el drenaje debido a la incorporación de curvas que producen mayor erosión con el aumento del caudal en épocas de lluvias máximas.
- También se observó el comportamiento hidráulico de los drenes en los sectores afectados por erosión de talud

Etapa de Gabinete

En esta etapa se consideró el siguiente método para el cálculo de caudal.

Método racional (Modelo de Frederick Bell)

Es un método desarrollado en el año 1,889, y se utiliza en hidrología para determinar el Caudal Instantáneo Máximo de descarga de Una Cuenda hidrográfica.

Ecuación 3. *Formula de la descarga máxima de diseño en (m3/s)*

$$Q = 0,278 CIA$$

Dónde:

Q = Descarga Máxima de diseño (m3/s)

C = Coeficiente de escorrentía

I = Intensidad de precipitación máxima horaria (mm/h)

A = Área de la cuenca (km2)

2.4 Procedimientos

Los procedimientos para llevar a cabo el siguiente estudio se realizó siguiendo las siguientes etapas de acuerdo a cada estudio considerado:

2.4.1 ESTUDIO GEOLÓGICO

Para llevar a cabo la descripción del área de estudio del sistema de drenaje del Aeropuerto Internacional CAP. FAP. David Abenzur Rengifo, se ha tomado en cuenta lo siguiente información de la zona de interés.

Ubicación

El Área de estudio se encuentra ubicada en el Aeropuerto Internacional Capitán FAP David Abenzur Rengifo, localizado en el Departamento de Ucayali, provincia de coronel portillo y distrito de Pucallpa a 5.5 km de la Ciudad de, en una zona urbana.

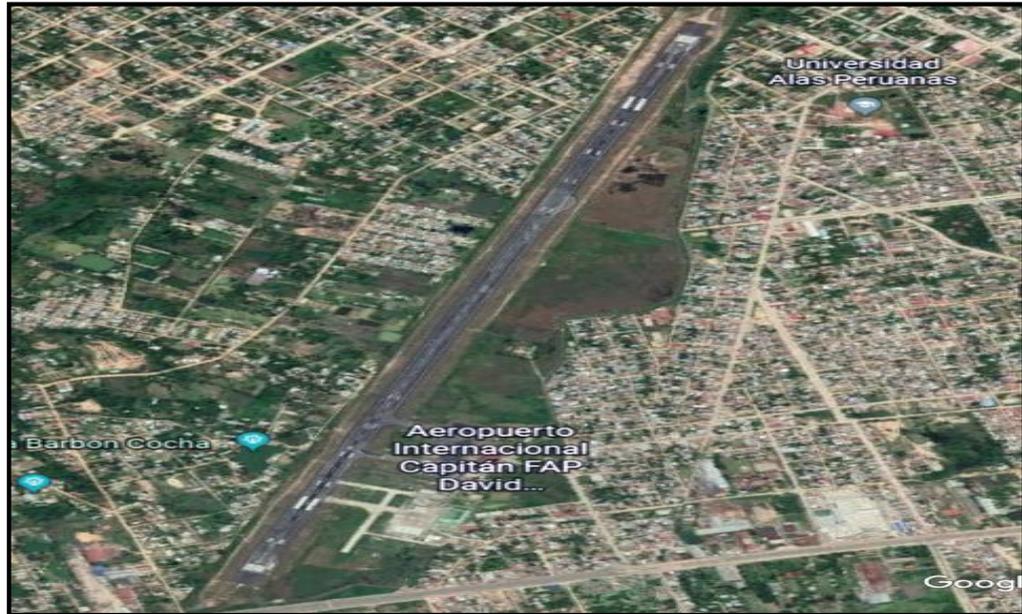


Figura 7. Vista Satelital de la Ubicación de la Pista de Aterrizaje del Aeropuerto Internacional CAP. FAP. David Abenzur Rengifo
Fuente: Fotografía Satelital de “Google Earth”



Figura 8. Área de Influencia de Dren de lado derecho y Dren de lado Izquierdo
Fuente: GMI S.A. Ingenieros Consultores (2017). Fotografías Satelitales

Geología Local del Área de Estudio y Estratigrafía

Se encuentra sobre depósitos cuaternarios aluviales, que se extiende lateralmente en ambas márgenes del río Ucayali, conformado por una *peneplanicie* sub-horizontal, y moderadamente inclinada al Noroeste.

Geomorfología Local

Se encuentra conformada por la siguiente Unidad Geomorfológica;

- Planicies: El área de estudio comprende una superficie relativamente ondulada, entre los 100 y 150 m.s.n.m.
- Geología estructural: El área de estudio se encuentra comprendida sobre una planicie, por lo cual no está afectado desde el punto de vista de geología estructural.
- Geodinámica externa local: Debido a que el área de estudio se encuentra en una planicie, se encuentra exento de todo riesgo de geodinámica externa ligado a derrumbes, deslizamientos, flujo de piedras o lodos.

Zonificación sísmica y propiedades mecánicas del suelo

De acuerdo a la nueva modificación de la Norma Peruana E.030 de Diseño Sismo Resistente, concordante con el Reglamento Nacional de Edificaciones, el territorio nacional se considera dividido en cuatro zonas de comportamiento sísmico tal como se muestra abajo en la Figura N° 9.

FACTORES DE ZONA "Z"	
ZONA	Z
4	0,45
3	0,35
2	0,25
1	0,10

Figura 9. Factores de Zona de Sismicidad

Fuente: Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (2016). Reglamento Nacional de Edificación, Norma E-030, (p. 210).

Según los factores mencionados en la tabla, indica los valores de aceleración máxima horizontal en suelo rígido con una probabilidad del 10% de ser excedida en 50 años. Por ello, el factor Z se expresa como una fracción de la aceleración de la gravedad.

Este valor varía de $Z=0.10$ para la zona 1 hasta $Z=0.45$ para la zona 4. Por ello, el área de *emplazamiento* de la zona de estudio se encuentra ubicada en la Zona 2 de sismicidad, correspondiente a un valor de $Z=0.25$.

Además, según la norma E-030 indica que tomando en cuenta las propiedades mecánicas del suelo, el espesor del estrato, el periodo fundamental de vibración y la velocidad de propagación de las ondas de corte. Los perfiles de suelo se clasificarían en cinco.

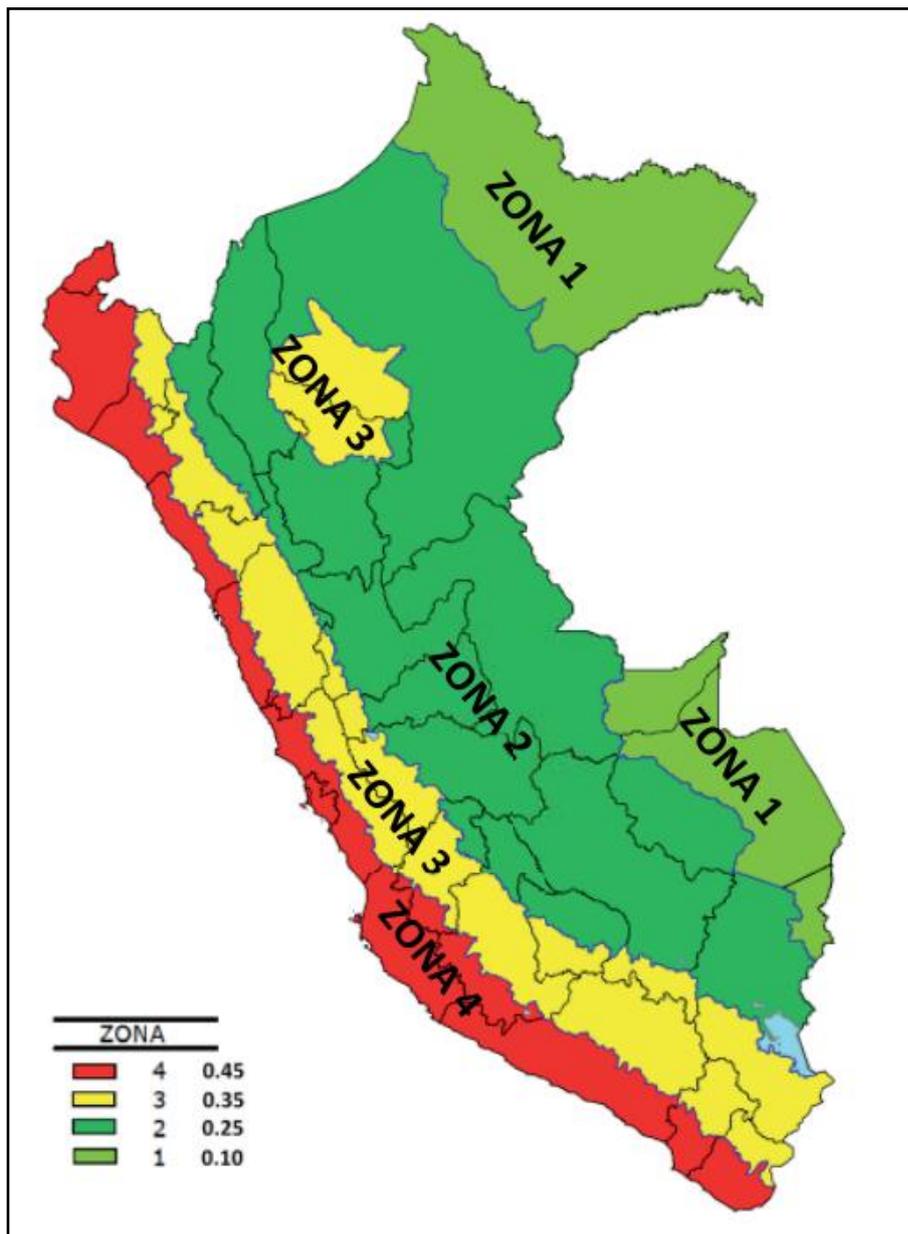


Figura 10. Identificación de las Zonas sísmicas según la Norma E-030
 Fuente: Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (2016). Reglamento Nacional de Edificación, Norma E-030, (p. 210).

Tabla 9. Resumen de valores típicos para distintos tipos de perfiles de suelo

Tabla N° 2			
CLASIFICACIÓN DE LOS PERFILES DE SUELO			
Perfil	\bar{V}_s	\bar{N}_{60}	\bar{S}_u
S ₀	> 1500 m/s	-	-
S ₁	500 m/s a 1500 m/s	> 50	>100 kPa
S ₂	180 m/s a 500 m/s	15 a 50	50 kPa a 100 kPa
S ₃	< 180 m/s	< 15	25 kPa a 50 kPa
S ₄	Clasificación basada en el EMS		

Fuente: Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (2016). Reglamento Nacional de Edificación, Norma E-030, (p. 211).

Dónde:

V_s: Velocidad Promedio de las Ondas de Corte

N₆₀: Promedio Ponderado del Ensayo Estándar de Penetración

S_u: Promedio Ponderado de la Resistencia al Corte en Condición no drenada

Siendo:

Perfil Tipo S0: Roca Dura

Perfil Tipo S1: Roca o suelos muy rígidos

Perfil Tipo S2: Suelos Intermedios

Perfil Tipo S3: Suelos Blandos

Perfil Tipo S4: Suelos con Condiciones Excepcionales

2.4.2 ESTUDIO HDROLOGICO E HIDRAULICO

Se realizó los estudios hidrológicos e hidráulicos para determinar las descargas de caudal de las obras de drenaje longitudinal, de acuerdo a la exigencia hídrica en la zona proveniente principalmente de precipitaciones extremas, y para ello se ha considerado lo siguiente:

Información cartográfica

La información cartográfica utilizada en este estudio es de acuerdo a lo proporcionado por el Instituto Geográfico Nacional (IGN) a escala 1/100,000. Sin embargo, solo se ha considerado la hoja correspondiente al departamento de Ucayali.

Información Pluviométrica

Aquí se consideró la información proporcionada por SENAMHI solamente de la "Estación Pucallpa", donde se ha registrado una precipitación media mensual que van desde los

43.60mm (Julio) hasta 236.58mm (Marzo), con valores máximos que ascienden hasta 502.00mm (Febrero) y valores mínimos que descienden hasta 0.0mm (Agosto). El promedio anual alcanza a los 1,640mm y una precipitación máxima en 24 horas de 147.7mm.

Tabla 10. *Ubicación y Características de las Estaciones Pluviométricas en la Zona de estudio*

NOMBRE DE LA ESTACIÓN	TIPO	ENTIDAD OPERADORA	UBICACIÓN		ALTITUD msnm	PROVINCIA	DPTO.	PERIODO DE REGISTRO
			LATITUD	LONGITUD				
Pucallpa	PLU	SENAMHI	8° 23' S	74° 34' W	154	Coronel Portillo	Ucayali	1975-2001 2005-2010

Fuente: Consorcio Ing. Latina de Consulta, Estudio definitivo para la Ampliación de la Segunda calzada de la carretera Tingo María – Pucallpa, Tramo: DV. Aeropuerto Pucallpa (2014).

Tabla 11. *Serie Anual máxima de la Estación de Pucallpa*

N°	Año	Mes	Pp max. 24 horas (mm)	N°	Año	Mes	Pp max. 24 horas (mm)
1	1975	Diciembre	88.70	18	1992	Octubre	88.00
2	1976	Enero	118.90	19	1993	Enero	79.00
3	1977	Diciembre	200.00	20	1994	Enero	104.00
4	1978	Diciembre	105.00	21	1995	Diciembre	78.60
5	1979	Marzo	114.00	22	1996	Enero	137.50
6	1980	Enero	98.90	23	1997	Marzo	147.70
7	1981	Mayo	113.00	24	1998	Setiembre	120.20
8	1982	Diciembre	95.00	25	1999	Febrero	156.60
9	1983	Noviembre	111.00	26	2000	Febrero	103.00
10	1984	Noviembre	104.00	27	2001	Enero	80.30
11	1985	Febrero	140.00	28	2005	Diciembre	106.50
12	1986	Marzo	125.00	29	2006	Febrero	144.00
13	1987	Abril	104.00	30	2007	Marzo	101.00
14	1988	Noviembre	70.00	31	2008	Abril	117.00
15	1989	Junio	76.00	32	2009	Enero	142.00
16	1990	Marzo	55.00	33	2010	Marzo	119.00
17	1991	Marzo	71.00				

Fuente: Consorcio Ing. Latina de Consulta, Estudio definitivo para la Ampliación de la Segunda calzada de la carretera Tingo María – Pucallpa, Tramo: DV. Aeropuerto Pucallpa (2014).

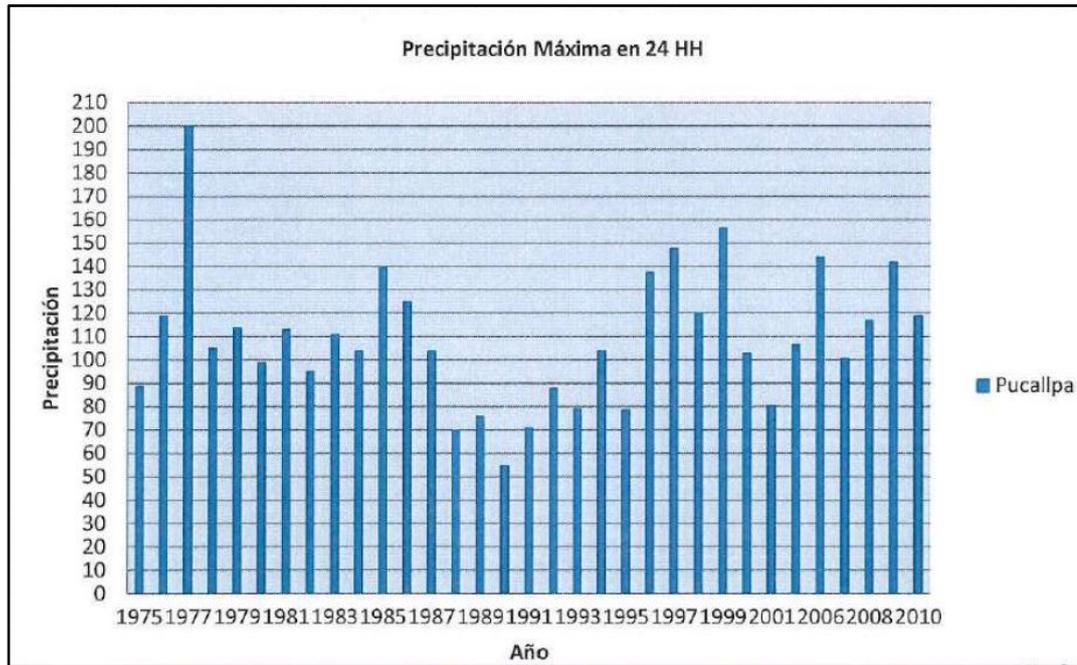


Figura 11. Registro de precipitaciones máximas anuales en 24 horas de la Estación Pucallpa
 Fuente: Consorcio Ing. Latina de Consulta, Estudio definitivo para la Ampliación de la Segunda
 calzada de la carretera Tingo María – Pucallpa, Tramo: DV. Aeropuerto Pucallpa (2014).

Intensidades de lluvia

Se realizó el análisis de las estaciones de lluvia ubicadas en la zona y se determinó que no cuentan con registros pluviográficos que permitan obtener las intensidades máximas. Por ello, para poder estimar la intensidad a partir de la precipitación máxima de 24 horas se recurrió al modelo de Frederick Bell que nos permite calcular la lluvia máxima en función del periodo de retorno, la duración de la tormenta en minutos y la precipitación máxima de una hora de duración y periodo de retorno en 10 años.

Periodo de Retorno y vida útil de las estructuras de drenaje

Se ha considerado el riesgo de falla admisible en función del periodo de retorno y vida útil de la obra dada por:

Ecuación 4. Función de riesgo de falla admisible

$$R = 1 - (1 - 1/T)^n$$

Dónde:

R = Riesgo de falla admisible

T = Periodo de retorno

N = Años de vida útil de la obra

Si la obra tiene una vida útil de n años, la fórmula anterior permite calcular el periodo de retorno T , fijando el riesgo de falla admisible R , el cual es la probabilidad de ocurrencia del pico de la crecida estudiada, durante la vida útil de dicha obra.

Tabla 12. Valores de Periodo de Retorno T (años)

RIESGO ADMISIBLE	VIDA ÚTIL DE LAS OBRAS (n años)												
	K	1	2	3	5	10	20	25	30	40	50	100	200
0.01	100	199	299	498	995	1990	2488	2985	3980	4975	9950	19900	49750
0.02	50	99	149	248	495	990	1238	1485	1980	2475	4950	9900	24750
0.05	20	39	59	98	195	390	488	585	780	975	1950	3900	9748
0.1	10	19	29	48	95	190	238	285	380	475	950	1899	4746
0.2	5	9	14	23	45	90	113	135	180	225	449	897	2241
0.25	4	7	11	18	35	70	87	105	140	174	348	696	1739
0.3	3	6	9	15	29	57	71	85	113	141	281	561	1402
0.4	3	4	6	10	20	40	49	59	79	98	196	392	979
0.5	2	3	5	8	15	29	37	44	58	73	145	289	722
0.6	2	3	4	6	11	22	28	33	44	55	110	219	546
0.75	1	2	3	4	8	15	19	22	29	37	73	145	361
0.99	1	1	1	2	3	5	6	7	9	11	22	44	109

Fuente: Ministerio de Transporte y Comunicaciones, Reglamento Nacional de Gestión de Infraestructura vial (2012). Manual de Hidrología, hidráulica y drenaje (p. 17).

En este caso los periodos de recurrencia media, para el diseño de las obras de drenaje y protección, se ajustaron a los valores mínimos establecidos en la normatividad vigente según el (Manual de Hidrología, Hidráulica y Drenaje).

Tabla 13. Periodos de Retorno para las Estructuras de Drenaje

DESCRIPCIÓN	Riesgo Admisible	Vida Útil (Recomendado Manual de Hidrología)	Periodo de Retorno (Tr)
Puentes	25%	40 años	150 años
Alcantarillas (Pase de quebradas importantes y badenes)	30%	25 años	70 años
Alcantarillas (Alivio y pase de quebradas menores)	35%	15 años	35 años
Drenaje de la plataforma	40%	15 años	25 años
Subdrenes	40%	15 años	30 años

Fuente: Ministerio de Transporte y Comunicaciones, Reglamento Nacional de Gestión de Infraestructura vial (2018). Manual de Hidrología, hidráulica y drenaje (p. 24).

Caudales Máximos en Sub-cuencas de drenaje

En este caso, para el cálculo de caudal de diseño se considerado el área de aporte de cada dren longitudinal del aeropuerto, tanto al lado derecho como al lado izquierdo y debido a que son menores de 13km², se tomó en cuenta el método racional para dicho cálculo.

Área de Dren lado Derecho: 0.30 Km²

Área de Dren de lado Izquierdo: 0.24 Km²

2.4.3 ESTUDIO GEOTECNICO

Para poder establecer los parámetros geotécnicos y perfil estratigráfico de los drenes del canal y de los taludes, así como su estabilidad y vida útil se ha considerado lo siguiente:

Ensayos de Laboratorio

Ensayos Estándares (Ver Anexo 2)

En este ensayo se consideró los siguientes análisis:

- Limite Liquido del suelo (LL) %
- Limite Plástico del suelo (LP) %
- Contenido de humedad
- Índice de Plasticidad del suelo (IP) (%): Es un parámetro físico que se relaciona con la facilidad de manejo del suelo por una parte, y con el contenido y tipo de arcilla presente en el suelo.

$$IP = LL - LP > 10 \text{ Sera Plástico}$$

$$IP = LL - LP < 10 \text{ Sera No Plástico}$$

Análisis Granulométrico (método mecánico) (Ver Anexo 3)

Este ensayo se realizó para determinar las propiedades en las secciones excavadas del canal de drenaje y para ello se usaron los siguientes equipos de laboratorio:

- Juego de tamices (Nº 10, 20, 35, 60, 120, 200 y pan)
- Un Rotad
- Un Mortero
- Una Balanza de sensibilidad de 0,1g
- Un vaso precipitado
- Bolsas plásticas y bandeja de aluminio

Procedimiento

- a) Se separó la muestra de suelo en un mortero sin triturarla, para no cambiar la forma de las partículas.
- b) Luego se agarró una cantidad adecuada de la muestra, preferiblemente unos 500gr aproximadamente.
- c) Se pesó la muestra en una balanza, teniendo en cuenta la diferencia con el peso de la bandeja o instrumento que la contenga.
- d) Se procedió a Verificar el peso de cada uno de los tamices (#10, #20, #35, #60, #120, #200, Pan).
- e) Se Colocaron los tamices de manera descendente para vaciar la muestra en el tamiz #10.
- f) Luego se colocaron los tamices en el rotad entre 10 a 15 minutos aproximadamente.
- g) Después se sacaron los tamices del rotad para pesar cada uno por separado en la balanza.
- h) Por último se realizaron los cálculos respectivos (% retenido, %pasante, etc.) para poder realizar la curva granulométrica.

Ensayo de Peso Volumétrico en Suelos Cohesivos (Ver Anexo 4.1)

En este ensayo se consideró las muestras que se extrajeron de las trincheras, con la finalidad de poder determinar el peso volumétrico del suelo cohesivo de las muestras inalteradas. NTP 339.139 (BS1377)

Ensayo de Expansión libre (Ver Anexo 4.2)

Este ensayo se realizó para determinar el contenido de cal requerido para controlar los cambios volumétricos causados por el incremento y decremento de la humedad producida por las lluvias constantes.

Mediante este ensayo también se determina a) la expansión libre, b) el porcentaje de expansión para una presión vertical menor que la presión de expansión y c) la presión de expansión. NTP 339.170 (ASTM D-4546)

Ensayo de Compresión no Confinada (Ver Anexo 4.3)

Este ensayo se realizó con la finalidad de determinar la resistencia a la compresión no confinada (q_u), de un cilindro de suelo cohesivo o semi-cohesivo. NTP 339.167 (ASTM D-2166)

Ensayo Triaxial CU (Ver Anexo 4.4)

En este ensayo Triaxial consolidado – no drenado, se realizó generalmente con la medición de la presión de poros o neutra con el fin de determinar los parámetros de cohesión "C" y ángulo de fricción interna " ϕ " en términos de esfuerzos totales y esfuerzos efectivos. NTP 339.166 (ASTM D-24767)

Análisis de estabilidad de talud en suelos

De acuerdo a la investigación realizada que nos indica su geometría del área, su alcance de profundidad y determinación de parámetros físicos mecánicos, para establecer los factores de seguridad del talud se ha considerado lo siguiente:

Análisis en taludes permanentes y de reposo

Para este caso se analizó los taludes de los drenes, ya que son taludes definitivos a largo plazo y debe garantizar su estabilidad tanto en condiciones estáticas y pseudo-estáticas.

- Condición Estática

Es cuando la estructura solo estará sometida a la acción de las fuerzas debidas a su peso propio, carga aplicada y a las condiciones de infiltración, las cuales generan condiciones de presión de poros que influyen en la estabilidad de la estructura.

- Condición Pseudo-estática

Es cuando la estructura va estar sometida además de su peso propio a la acción de la fuerza horizontal que es proporcional al peso de la estructura, y a un coeficiente sísmico.

Uso de Programa de Cómputo Geotécnico

Se utilizó un Software de reconocida confiabilidad llamado SLIDE v.6.0 para los cálculos relativos de análisis de estabilidad de talud. Además, analiza la estabilidad de talud tomando en cuenta las propiedades del suelo como: (peso unitario natural, peso unitario saturado, cohesión y ángulo de fricción), las características geométricas del talud y las variables desencadenantes de deslizamiento (nivel de agua, efecto del sismo, cargas externas etc.)

Coefficiente Sísmico

Para el Análisis de estabilidad de taludes, se adoptara el 50% del valor de la máxima aceleración sísmica, de acuerdo a lo recomendado por la US Army Corps of

Engineers en el Manual Técnico EM1110-2-1902-Slope Stability (2003). Por ello, de manera conservadora se ha considerado $A_h = 0.13g$.

Parámetros Geotécnicos

Los Parámetros geotécnicos correspondientes a las propiedades de los materiales que componen el talud que se requieren para el análisis de estabilidad, son los siguientes:

- Peso Volumétrico
- Cohesión no drenada

Tabla 14. *Parámetros Geotécnicos considerados en el análisis de Estabilidad de Talud*

Progresiva (Km)	Tipo de Suelo	Peso Volumétrico, γ (kN/m ³)	Cohesión, C
0+360	CH	17.54	10 Kpa
	Material reconvertido	17.54*	34.6 Kpa
Km 3+660	CH	19.34	16 Kpa
	Material reconvertido	19.34*	34.6 Kpa

Fuente: GMI S.A. Ingenieros Consultores (2017). Registro de Ensayos de Campo.

Los valores de estos parámetros han sido seleccionados teniendo en consideración los resultados obtenidos en los diferentes ensayos de campo y de laboratorio realizado

Factores de Seguridad

Los factores de seguridad mínimos considerados en taludes permanentes estables, se han tomado de la norma U.S Army Corps of Engineers.

CAPITULO III: RESULTADOS

De acuerdo al estudio, ensayos de laboratorio realizado y métodos aplicados al sistema de drenaje y de acuerdo a los diversos análisis de campo, a continuación se presentaran los cuadros de los resultados obtenidos según el estudio.

3.1. Descripción del Área de Interés Según Estudio Geológico

Culminados los estudios Geológicos del área de interés, mediante los análisis y evaluación de campo, tomas fotográficas y teniendo en cuenta la norma E030 se obtuvo los siguientes resultados:

- El área de estudio está constituida por una secuencia arcillosa
- Se encuentran sobre suelos intermedios
- Su factor de sismicidad según la zona es de 0,25g.
- El área de interés esta sobre una superficie plana
- Se identificó el área de influencia de los drenes longitudinales



Figura 12. Canales de Drenaje del Aeropuerto Internacional "CAP. FAP: David"
Fuente: GMI S.A. Ingenieros Consultores (2017). Informe de Hidrología y Drenaje (p. 5).



Figura 13. Área de Influencia de Dren Lado Derecho y de Dren Lado Izquierdo
Fuente: GMI S.A. Ingenieros Consultores (2017). Informe de Hidrología y Drenaje (p. 7).

3.2. Rendimiento de Evacuación de Aguas Pluviales según Estudio Hidrológico e Hidráulico

De acuerdo a los estudios realizados y según el método utilizado se obtuvieron los siguientes resultados.

Tabla 15. Coeficiente de Escorrentía del Área de Estudio para Cada Dren

Cuenca	Área de la cuenca (Km ²)	Área de Asfalto (Km ²)	Área de zona vegetación (Km ²)	C Asfalto	C Terreno con vegetación	C Promedio
Dren Lado Derecho	0.3	0.11	0.19	0.6	0.25	0.38
Dren Lado Izquierdo	0.24	0.1	0.14	0.6	0.25	0.40

Fuente: GMI S.A. Ingenieros Consultores (2017). Informe de Hidrología y Drenaje (p. 14).

Tabla 16. Intensidades Máximas (mm/hora) de la Estación de Pucallpa

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

K= 226.07
m= 0.173
n= 0.527

Duración (t) (minutos)	Período de Retorno (T) en años			
	20	25	50	100
10	112.68	117.11	132.00	148.80
20	78.19	81.26	91.60	103.25
30	63.14	65.62	73.97	83.38
40	54.25	56.39	63.56	71.65
50	48.23	50.13	56.51	63.69
60	43.81	45.54	51.33	57.86
70	40.39	41.98	47.32	53.34
80	37.65	39.13	44.11	49.72
90	35.38	36.77	41.45	46.72
100	33.47	34.78	39.21	44.20
110	31.83	33.08	37.29	42.03
120	30.40	31.60	35.62	40.15

Fuente: Consorcio Ing. Latina de Consulta (2016).

Para el cálculo de la intensidad máxima, se ha considerado los factores característicos de la zona de estudio proporcionados por: (Consorcio Ingeniería Latina de Consultas 2017).

Dónde:

I = Intensidad máxima (mm/hora)

T = Periodo de Retorno en años

K = Riesgo de falla admisible

m = Parámetro adicional constante e independiente

n = Exponente positivo menos que uno

t = Duración de la precipitación en minutos

Tabla 17. Resultado de Cálculo de Caudales

Cuenca	Coefficiente de escorrentía	Intensidad mm/h	Área de la cuenca (Km ²)	Q(m ³ /s)
Lado Derecho	0.38	117.11	0.3	3.70
Lado Izquierdo	0.40	117.11	0.24	3.09

Fuente: GMI S.A. Ingenieros Consultores (2017). Informe de Hidrología y Drenaje (p. 14).

3.3. Estudio Geotécnico

Perfil Estratigráfico (Ensayo Estándar)

De acuerdo a algunas consideraciones de estudio, métodos aplicados y los ensayos de laboratorio realizado al talud y drenes del canal, se tiene como resultado el siguiente perfil estratigráfico:

Tabla 18. Resultados de Ensayos Estándares en suelos

Calicata	Prof. del estrato (m.)	Clasificación		W (%)	LL (%)	LP (%)	IP (%)	% de Gravas	% de Arenas	% < N°200
		SUCS	AASTHO							
C-01	0.00 – 1.50	CL	A-4(6)	14.6	27	17	10	--	20.9	79.1
	1.50 – 3.00	CL-ML	A-4-3	18.2	24	18	6	--	20.3	79.7
C-02	0.00 – 0.55	CL	A-6(10)	21.3	33	20	13	--	15.5	84.5
	0.55 – 2.50	CL	A-4(3)	21.2	26	17	9	--	41.5	58.5
C-03	0.00 – 2.50	CL	A-7-6(21)	19.8	42	17	25	--	13.9	86.1
C-04	0.00 – 2.50	CL	A-7-6(19)	21.6	46	25	21	--	15.3	84.7
C-05	0.00 – 3.00	CH	A-7-6(34)	26.1	62	26	36	--	13.7	86.3
C-06	0.00 – 3.00	CL	A-6(7)	17.1	38	19	19	--	46.1	53.9
C-07	0.10 - 3.00	CL	A-6(6)	17.9	29	18	11	--	28.1	71.9
C-08	0.00 – 3.00	CH	A-7-5(38)	34.7	69	31	38	--	13.9	86.1
C-09	0.00 – 3.00	CH	A-7-6(27)	24.9	52	21	31	--	16.4	83.6
C-10	0.15 – 3.00	CL	A-7-6(15)	23.7	42	25	17	--	17.4	82.6
T-01	0.00 – 1.50	CL	A-7-6(7)	21.3	43	22	21	--	49.0	51.0
T-02	0.00 – 2.00	CH	A-7-6(41)	26.7	66	25	41	--	10.0	90.0
T-03	0.20 – 2.50	CH	A-7-6(28)	28.3	56	21	35	--	22.0	78.0
T-04	0.20 – 2.50	CH	A-7-6(41)	25.9	65	15	50	--	19.0	81.0

Fuente: GMI S.A. Ingenieros Consultores (2017). Informe del Laboratorio de Ensayos Estándares y Análisis Granulométrico.

Ensayos especiales

Son aquellos ensayos realizados a las muestras para poder obtener el potencial de expansión, peso volumétrico, cohesión, esfuerzos totales y entre otros.

De acuerdo a los conceptos aplicados en los ensayos realizados, se tienen los siguientes resultados:

Tabla 19. Resultado de Laboratorio y Potencial de Expansión

Calicata	Prof. del estrato (m.)	SUCS	LL (%)	IP (%)	Potencial de Expansión
C-01	0.00 – 1.50	CL	27	10	Bajo
	1.50 – 3.00	CL-ML	24	6	Bajo
C-02	0.00 – 0.55	CL	33	13	Bajo
	0.55 – 2.50	CL	26	9	Bajo
C-03	0.00 – 2.50	CL	42	25	Medio
C-04	0.00 – 2.50	CL	46	21	Medio
C-05	0.00 – 3.00	CH	62	36	Alto
C-06	0.00 – 3.00	CL	38	19	Medio
C-07	0.10 - 3.00	CL	29	11	Bajo
C-08	0.00 – 3.00	CH	69	38	Alto
C-09	0.00 – 3.00	CH	52	31	Alta
C-10	0.15 – 3.00	CL	42	17	Medio
T-01	0.00 - 1.50	CL	43	21	Medio
T-02	0.00 – 2.50	CH	66	41	Alto
T-03	0.00 – 2.80	CH	56	35	Alto
T-04	0.00 – 2.00	CH	65	50	Alto

Fuente: GMI S.A. Ingenieros Consultores (2017). Informe del Laboratorio de Ensayos Especiales.

Tabla 20. Resultados del Ensayo de peso Unitario

Trinchera	Peso Volumetrico Humedo (P.U.)	Peso Volumetrico Seco (P.U.)
T-01	1.933	1.596
T-02	1.934	1.527
T-03	1.918	1.495
T-04	1.754	1.393

Fuente: GMI S.A. Ingenieros Consultores (2017). Informe del Laboratorio de Ensayos Especiales.

Tabla 21. Resultados del Ensayo de Expansión Libre

Calicata	Profundidad del estrato (m.)	Presión vertical de Ensayo (KPa)	Hinchamiento (%)	Riesgo de Potencial de Hinchamiento
T-01	-	10.00	0.727	Bajo

Fuente: GMI S.A. Ingenieros Consultores (2017). Informe del Laboratorio de Ensayos Especiales.

Tabla 22. Resultados de Ensayo de Compresión no Confinada

Trinchera	Profundidad del estrato (m.)	Compresión no confinada (Kg/cm ²)	Cohesión (Kg/cm ²)
T-03	0.00 – 2.80	0.58	0.29
T-04	0.00 – 2.00	0.21	0.10

Fuente: GMI S.A. Ingenieros Consultores (2017). Informe del Laboratorio de Ensayos Especiales.

Tabla 23. Resultados de Ensayo Triaxial CU

Trinchera	Profundidad del estrato (m.)	Densidad Seca (g/cm ³)	Esfuerzos Efectivos Máximos		Esfuerzos Totales Máximos	
			Cohesión (KPa)	Ángulo de fricción (°)	Cohesión (KPa)	Ángulo de fricción (°)
T-01	0.00 - 1.50	1.613	34.6	25.7	20.2	22.4
T-02	0.00 – 2.50	1.635	38.4	24.6	20.6	21.7

Fuente: GMI S.A. Ingenieros Consultores (2017). Informe del Laboratorio de Ensayos Especiales.

En base a las propiedades geotécnicas de los materiales reportados, para desarrollar el estudio se ha efectuado el análisis de estabilidad de taludes en las secciones representativas, habiéndose considerado los taludes de corte a aplicar en el estudio.

Tabla 24. Resultados de los Análisis de Estabilidad de Taludes

Progresiva (Km)	Factor de Seguridad				Condición
	Talud Inestable*		Con Talud reconformado		
	Estático	Pseudo Estático	Estático	Pseudo Estático	
0+360 (LD)	1.582	1.094	1.674	1.274	Estable
3+660 (LI)	1.758	1.334	1.801	1.380	Estable

Fuente: GMI S.A. Ingenieros Consultores (2017). Informe del Laboratorio de Ensayos Especiales.

Tabla 25. Resultados de Estabilidad de Talud según Programa SLIDE V 6.0

Tramos seleccionados	Talud de corte del terreno natural (H:V)	Talud de inclinación del material reconformado para el dren (H:V)	Medida de protección adicional por Reparación de los Taludes
Km. 0+000 – Km. 3+540	1.5:1	1.5:1	-
Km. 3+640 – Km. 3+740	Perfilar	1.5:1	Colocar geomanta
Km. 3+740 – Km. 3+980	1.5:1	1.5:1	-
Km. 3+980 – Km. 4+140	1:1	1.5:1	Colocar geomanta
Km. 4+140 – Km. 5+220	1.5:1	1.5:1	-
Km. 5+220 – Km. 5+260	1:1	1.5:1	Colocar geomanta
Km. 5+260 – Km. 6+557	1.5:1	1.5:1	-

Fuente: GMI S.A. Ingenieros Consultores (2017). Informe del Laboratorio de Ensayos Especiales.

CAPITULO IV: DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

4.1 Discusión

De acuerdo a la evaluación realizada en la presente tesis y según los estudios existentes tanto del expediente técnico como de los informes de consultoría, se ha podido determinar que el periodo de retorno debe encontrarse entre 50 y 100 años. Sin embargo, para el caso de drenaje de plataforma según la norma vigente del (Manual de Hidrología, Hidráulica y Drenaje) el periodo de retorno es de 25 años.

Además, para tener una estabilización más eficiente en los taludes según antecedentes encontrados se debe tener en cuenta el sistema flexible de mallas de acero y pernos de anclaje, ya que en el caso nuestro en algunos sectores del dren longitudinal se pudo apreciar el uso de geo-mantas lo cual podrían indicar que si bien es cierto puede estabilizar el talud pero su factor de seguridad es inferior a otros tipos de sistemas de estabilización.

Tomando en cuenta los estudios realizados en los informes técnicos y los datos obtenidos según el estudio (topográfico, hidráulico e hidrológico y geotécnico), se ha considerado los parámetros de diseño para un periodo de retorno de 25 años, ya que los periodos de recurrencia media para el diseño de las obras de drenaje y protección, se ajustan a los valores mínimos según lo establece la norma.

Este estudio tiene un aporte significativo, al demostrar mediante la descripción y el análisis las causas principales que pueden dañar la estructura de un canal de drenaje pluvial y que ocasionan un mal funcionamiento en la evacuación de aguas pluviales sobre todo en épocas de precipitaciones máximas. Además, resalta diferentes puntos y conceptos a tener en cuenta en futuros proyectos de este tipo, para que las mismas sean viables y su vida útil sea por mucho más tiempo de lo propuesto.

4.2 Conclusiones

- Según el estudio realizado, se ha podido determinar que los estudios geológicos del área de interés y los criterios ingenieriles, fueron aplicadas en la documentación técnica, normas e informes existentes, donde indican que el área de interés está conformado por un sistema de drenaje transversal ubicado en medio de la pista de aterrizaje que se encarga de llevar el agua de la escorrentía superficial al dren longitudinal, y que dicha área de influencia es de 0,30 km² para el dren de lado derecho y de 0,24km² para el dren de lado izquierdo. De igual forma, los estudios realizados muestran que el área de interés se encuentra sobre depósitos aluviales y sobre arcillas de media a alta plasticidad, conformado por suelos limo arcilloso que forman una planicie. Así como también se pudo determinar que se encuentran sobre suelos intermedios correspondientes al perfil tipo S2, el cual según la Norma E-030 del RNE, la zona donde está ubicada presenta una aceleración sísmica de 0,25g.
- De acuerdo a los estudios básicos de la ingeniería realizados en dicho proyecto fueron hidrológico e hidráulico según los informes existentes, en donde el área de interés del sistema de drenaje se pudo determinar el rendimiento de evacuación de aguas pluviales, mostrando así como resultado las intensidades máximas de 117,11mm/hora en un periodo de retorno de 25 años y con un caudal de 3,70m³/s para el dren de lado derecho y de 3,09m³/s para el dren de lado izquierdo del sistema de drenaje de aguas pluviales del Aeropuerto Internacional CAP. FAP. David Abenzur Rengifo, en la ciudad de Pucallpa.
- En base al Estudio Geotécnico y de acuerdo a las evaluaciones de trabajos de campo, ensayos de laboratorio realizados al sistema de drenaje, tanto en los taludes como en los drenes del canal se determinaron que están conformados por suelos de naturaleza aluvial y donde se registraron un perfil estratigráfico de arcillas y arcillas limosas de media a alta plasticidad. También, de los ensayos realizados de limite líquido e índice de plasticidad se pudo identificar que en todo el sistema de drenaje el potencial de expansión es diferente, ya que en una parte es medio a alto y en otras es alto y otras de bajo a medio. Por otro lado, según el análisis de estabilidad de talud realizados mediante el Software SLIDE v.6.0, para hallar el factor de seguridad en los drenes del canal fueron: Dren LI en condición estática de 1.758 y en condición pseudo-estática de 1.334 y el Dren LD en condición estática de 1.582 y en condición pseudo-estática de 1.094, donde se muestra que en el dren de lado derecho el factor de seguridad es mínimo y se recomienda ser reconformado más adelante.

REFERENCIAS

- Barreto Atoc, J.M (2004). *Control de Erosión en Obras de drenaje Transversal de Carreteras ubicadas en Zonas Andinas*. (Tesis de Ingeniería). Universidad Nacional de Ingeniería, UNI, Lima, Perú.
- Bedoya Paniagua, M.A. & Fandiño Piamonte, J.S. (2017). *Caracterización del drenaje de aguas lluvias de la plataforma interior del aeropuerto El Dorado*. (Trabajo de Grado). Universidad Católica de Colombia, UCC. Bogotá, Colombia.
- Benítez Díaz, D. (2014). *Evaluación del nivel hidráulico de la defensa ribereña de la quebrada de Magllanalante una máxima avenida en el sector oeste de la ciudad de Jaén*. (Tesis de Ingeniería). Escuela Académico Profesional de Ingeniería Civil – Sede Jaén. Universidad Nacional de Cajamarca, Perú.
- Brewer, H. (2016). *Evaluación del drenaje fluvial existente con descarga al mar caribe frente a la alternativa solución con descarga sobre la bahía de Cartagena, en el área comprendida entre las avenidas primera y San Martín*. (Tesis de Ingeniería). Universidad de Cartagena, UC, Cartagena, Colombia.
- Carrión, O. (2016). *Estudio del sistema de drenaje para la vía Molleturo – Tres Marías – La Iberia, en la provincia del Azuay*. (Tesis de Ingeniería). Universidad de Cuenca, UC, Azuay, Ecuador.
- Daza, O & Perez, L. (2013). *Estudio para determinar la variación del coeficiente de escorrentía y su impacto en la capacidad de la red de alcantarillado en los colectores de las calles Arirumba e Imbabura*. (Tesis de Ingeniería). Universidad de Cuenca, UC. Cuenca, Ecuador.
- Delgado, S. (2003). *Diseño Hidráulico y estructural del Sistema de drenaje Pluvial Urbano del sector Progreso Margen Izquierda quebrada choclino, en la Banda de Shilcayo*. (Tesis de Ingeniería). Universidad Nacional de San Martín, UNSM, Tarapoto, Perú.
- Frederick, R.B. (2011). *Evaluación de las condiciones de Funcionamiento del canal de drenaje de Aguas Pluviales del Aeropuerto José Tomas de Heres de Ciudad Bolívar, Municipio Heres*. (Tesis de Ingeniería). Universidad de Oriente, UO, Bolívar, Venezuela.
- Hernández, S., Fernández, C., & Baptista, L.M. (2010). *Metodología de la investigación*. (5.^a Edición). Chile: McGraw-Hill / Interamericana Editores.
- León Romero, L.M (2016). *Aprovechamiento Sostenible de Recursos Hídricos Pluviales en Zonas Residenciales*. (Tesis de Ingeniería). Pontificia Universidad Católica del Perú, PUCP, Lima, Perú.

Ministerio de Transporte y Comunicaciones (2016). *Manual de Hidrología, Hidráulica y Drenaje*.
Lima: MTC, Dirección de Transparencia.

Ministerio de Vivienda y Construcción (2016). *Reglamento Nacional de Edificaciones*. Lima

NEC. (2014) "*NORMA ECUATORIANA DE LA CONSTRUCCION – Geotecnia y Cimentaciones*.
Ecuador.

Ochoa Quispe, L. (2016). *Inestabilidad de taludes en el sector de Santa Bárbara de la Ciudad de
Huancavelica*. (Tesis de Ingeniería). Facultad de Ingeniería. Universidad Peruana los
Andes, Perú.

US Army Corps of Engineers (2003). *Manual Técnico EM1110-2-1902-Slope Stability*

Zubieta Barragán, R. (2017). *Estimación de concentración de lluvia diaria y eventos hidrológicos
extremos en cuencas Andino-Amazónicas empleando precipitación basada en satélites*.
(Tesis doctoral). Escuela de Posgrado. Universidad Nacional Agraria la Molina, Perú.

ANEXOS

ANEXO n.º 1. IMÁGENES FOTOGRÁFICAS DEL ÁREA DE ESTUDIO

ANEXO n.º 2. REGISTRO DE CALICATAS Y TRINCHERAS

ANEXO n.º 2.1: Registro de Calicata C-01

ANEXO n.º 2.2: Registro de Calicata C-02

ANEXO n.º 2.3: Registro de Calicata C-03

ANEXO n.º 2.4: Registro de Calicata C-04

ANEXO n.º 2.5: Registro de Calicata C-05

ANEXO n.º 2.6: Registro de Calicata C-06

ANEXO n.º 2.7: Registro de Calicata C-07

ANEXO n.º 2.8: Registro de Calicata C-08

ANEXO n.º 2.9: Registro de Calicata C-09

ANEXO n.º 2.10: Registro de Calicata C-10

ANEXO n.º 2.11: Registro de Calicata T-01

ANEXO n.º 2.12: Registro de Calicata T-02

ANEXO n.º 2.13: Registro de Calicata T-03

ANEXO n.º 2.14: Registro de Calicata T-04

ANEXO n.º 3. CERTIFICADOS DE ENSAYOS DE ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

ANEXO n.º 3.1: Certificado de ensayo de Calicata C-01

ANEXO n.º 3.2: Certificado de ensayo de Calicata C-02

ANEXO n.º 3.3: Certificado de ensayo de Calicata C-03

ANEXO n.º 3.4: Certificado de ensayo de Calicata C-04

ANEXO n.º 3.5: Certificado de ensayo de Calicata C-05

ANEXO n.º 3.6: Certificado de ensayo de Calicata C-06

ANEXO n.º 3.7: Certificado de ensayo de Calicata C-07

ANEXO n.º 3.8: Certificado de ensayo de Calicata C-08

ANEXO n.º 3.9: Certificado de ensayo de Calicata C-09

ANEXO n.º 3.10: Certificado de ensayo de Calicata C-10

ANEXO n.º 4. CERTIFICADOS DE ENSAYOS DE LABORATORIO DE TALUD

ANEXO n.º 4.1: Ensayo de Peso Volumétrico

ANEXO n.º 4.2: Ensayo de Expansión Libre

ANEXO n.º 4.3: Ensayo de Comprensión no confinada

ANEXO n.º 4.4: Ensayo Triaxial CU

ANEXO n.º 5. ANÁLISIS DE ESTABILIDAD DE TALUD SEGÚN PROGRAMA DE CÓMPUTO SLIDE V 6.0

ANEXO n.º 5.1: Análisis de Estabilidad Estático - Terreno Natural

ANEXO n.º 5.2: Análisis de Estabilidad Pseudo Estático - Terreno Natural

ANEXO n.º 1. IMÁGENES FOTOGRAFICAS DEL ÁREA DE ESTUDIO

Fotografía N° 1: Talud del lado derecho con surcos visibles



Fotografía N° 2: Vista de Dren de lado derecho y erosión de talud



*Fotografía N° 3: Vista de Dren de lado izquierdo con colocación
de Geomanta en una parte del talud*



Fotografía N° 4: Vista de Geomanta dañada y perdida de material de talud



ANEXO n.º 2. REGISTRO DE CALICATAS Y TRINCHERAS (ENSAYO ESTÁNDAR)

ANEXO n.º 2.1. Registro de Calicata C-01

PROYECTO :		181531 - Expediente técnico para la ejecución de las obras de drenaje del aeropuerto internacional "CAP. FAP. DAVID ABENZUR RENGIFO" de Pucallpa."									
		ESTRUCTURA :		DRENAJE							
		PROGRESIVA :		C-01							
		CLIENTE :		ADP							
		REALIZADO POR :		C. CONTRERAS							
		REVISADO POR :		RENE HERENCIA							
		APROBADO POR :		JOSÉ MELCHOR							
COORDENADAS											
ESTE :		0547318									
NORTE :		9075350									
OBSERVACIONES :		Excavación Manual									
ESTÁNDAR FOR DESCRIPTION IDENTIFICATION OF SOILS (VISUAL-MANUAL PROCEDURE) DESIGNATION (ASTM D2488-09a)											
PROF. (m)	SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL	% Gravas	% Arenas	% Finos	Estructura	Angularidad	Compacidad	Consistencia	Resistencia en Estado Seco	MUESTRA
1.50	CL	0.00-1.50: Arcilla de baja plasticidad arenoso, en estado humedo de color rojiso.	-	21	79	Homogeneo	-	Denso	Firme	Alta	M-1
3.00	CL-ML	1.50 - 3.00 Arcilla Limosa Arenosa, de plasticidad baja, en estado humedo de color marron claro.	-	20	80	homogeneo	-	Medianamente Denso	firme	alta	M-2

ANEXO n.º 2.2. Registro de Calicata C-02

PROYECTO :		181531 - Expediente tecnico para la ejecucion de las obras de drenaje del aeropuerto internacional "CAP. FAP. DAVID ABENZUR RENGIFO" de Pucallpa."									
		ESTRUCTURA :		DRENAJE							
		PROGRESIVA :									
		CALICATA :		C-02							
		CLIENTE :		ADP							
		REALIZADO POR :		C. CONTRERAS							
		REVISADO POR :		RENE HERENCIA							
APROBADO POR :		JOSÉ MELCHOR									
COORDENADAS											
ESTE :		0547238									
NORTE :		9075122									
OBSERVACIONES :		Excavación Manual									
PROF. (m)	SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL	% Gravas	% Arenas	% Finos	Estructura	Angulosidad	Compacidad	Consistencia	Resistencia en Estado Seco	MUESTRA
	CL	0.00 - 0.85 m : Arcilla de baja plasticidad arenosa, en estado humedo de color rojo.	-	15	85	Homogeneo	-	Denso	Suave	Alta	M-1
1.50	CL	0.65 - 3.00 m : Arcilla de baja plasticidad arenosa, en estado humdo de color gris claro	-	41	50	Homogeneo	-	Medianamente Denso	Muy suave	Alta	M-2
3.00											

ANEXO n.º 2.3: Registro de Calicata C-03

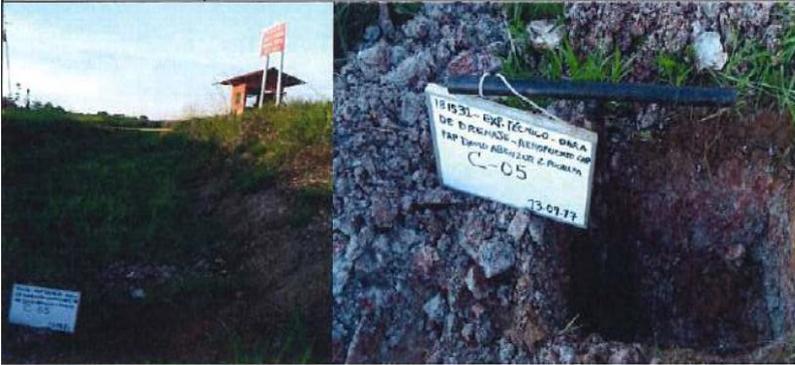
REGISTRO DE EXCAVACIÓN DE CALICATA (ASTM D-2488)											
PROYECTO :		181531 - Expediente tecnico para la ejecucion de las obras de drenaje del aeropuerto internacional "CAP. FAP. DAVID ABENZUR RENGIFO" de Pucallpa."									
		ESTRUCTURA :		INTERCAMBIO VIAL							
		PROGRESIVA :									
		CALICATA :		C-03							
		CLIENTE :		ADP							
		REALIZADO POR :		C. CONTRERAS							
		REVISADO POR :		RENE HERENCIA							
APROBADO POR :		JOSÉ MELCHOR									
COORDENADAS											
ESTE :		0546838									
NORTE :		9074039									
OBSERVACIONES :		Excavación Manual									
ESTÁNDAR FOR DESCRIPTION IDENTIFICATION OF SOILS (VISUAL-MANUAL PROCEDURE) DESIGNATION (ASTM D2488-09a)											
PROF. (m)	SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL	% Gravas	% Arenas	% Finos	Estructura	Angularidad	Compacidad	Consistencia	Resistencia en Estado Seco	MUESTRA
1.50	CL	0.00 - 1.50 Arcilla de baja plasticidad arenoso, de mediana plasticidad, en estado humedo de color gris claro	-	14	86	Homogenea	-	Denso	Firme	Alta	M-1
3.00											

ANEXO n.º 2.4: Registro de Calicata C-04

PROYECTO :	181531 - Expediente tecnico para la ejecucion de las obras de drenaje del aeropuerto internacional "CA'P. FAP. DAVID ABENZUR RENGIFO" de Pucallpa."	
	ESTRUCTURA :	DRENAJE
	PROGRESIVA :	
CALICATA :	C-04	
CLIENTE :	ADP	
REALIZADO POR :	C. CONTRERAS	
REVISADO POR :	RENE HERENCIA	
APROBADO POR :	JOSÉ MELCHOR	
COORDENADAS		
ESTE :	0546557	
NORTE :	9073209	
OBSERVACIONES :	Excavación Mec nica	

PROF. (m)	SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL	% Gravas	% Arenas	% Finos	Estructura	Angularidad	Compacidad	Consistencia	Resistencia en Estado Seco	MUESTRA
1.50	CL	0.00 - 3.00 M. : Arcilla de baja plasticidad, en estado húmedo de color gris claro		15	85	Homogeneo		Mediana media Densa	Firme	Alta	M-1
3.00											

ANEXO n.º 2.5: Registro de Calicata C-05

PROYECTO :		181531 - Expediente tecnico para la ejecucion de las obras de drenaje del aeropuerto internacional "CAP. FAP. DAVID ABENZUR RENGIFO" de Pucallpa."									
		ESTRUCTURA :		DRENAJE							
		PROGRESIVA :									
		CALICATA :		C-05							
		CLIENTE :		ADP							
		REALIZADO POR :		C. CONTRERAS							
		REVISADO POR :		RENE HERENCIA							
		APROBADO POR :		JOSÉ MELCHOR							
COORDENADAS											
		ESTE :		0546362							
		NORTE :		9072725							
		OBSERVACIONES :		Excavación Manual							
ESTÁNDAR FOR DESCRIPTION IDENTIFICATION OF SOILS (VISUAL-MANUAL PROCEDURE) DESIGNATION (ASTM D2488-09a)											
PROF. (m)	SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL	% Gravias	% Arenas	% Finos	Estructura	Angularidad	Compacidad	Consistencia	Resistencia en Estado Seco	MUESTRA
1.50	CH	0.00 - 3.00 Arcilla de Alta plasticidad arenosa, en estado humedo de color gris claro	-	14	86	Homogeneo	-	Denso	Suave	Alta	M-1
3.00											

ANEXO n.º 2.6: Registro de Calicata C-06

PROYECTO :		181531 - Expediente técnico para la ejecución de las obras de drenaje del aeropuerto internacional "CAP. FAP. DAVID ABENZUR RENGIFO" de Pucallpa."									
		ESTRUCTURA :		DRENAJE							
		PROGRESIVA :									
		CALICATA :		C-06							
		CLIENTE :		ADP							
		REALIZADO POR :		G. CONTRERAS							
		REVISADO POR :		RENE HERENCIA							
APROBADO POR :		JOSÉ MELCHOR									
COORDENADAS											
ESTE :		0547333									
NORTE :		9074953									
OBSERVACIONES :		Excavación Mecánica									
ESTÁNDAR FOR DESCRIPTION IDENTIFICATION OF SOILS (VISUAL-MANUAL PROCEDURE) DESIGNATION (ASTM D2488-09a)											
PROF. (m)	SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL	% C ravas	% Arenas	% Finos	Estructura	Angulosidad	Compacidad	Consistencia	Resistencia en Estado Seco	MUESTRA
	MD	0.00 - 0.20 m. Cobertura Vegetal	-	-	-	-	-	-	-	-	S/M
1.50	CL	0.20 - 3.00 Arcilla de baja plasticidad, en estado húmedo de color rojizo.	-	46	54	Homogénea	-	Denso	Suave	Medía	M-1
3.00											

ANEXO n.º 2.7: Registro de Calicata C-07

REGISTRO DE EXCAVACIÓN DE CALICATA (ASTM D-2488)											
PROYECTO :		181531 - Expediente tecnico para la ejecución de las obras de drenaje del aeropuerto internacional "CAP. FAP. DAVID ABENZUR RENGIFO" de Pucallpa."									
		ESTRUCTURA :	DRENAJE								
		PROGRESIVA :									
		CALICATA :	C-07								
		CLIENTE :	ADP								
		REALIZADO POR :	C. CONTRERAS								
		REVISADO POR :	RENE HERENCIA								
APROBADO POR :	JOSÉ MELCHOR										
COORDENADAS											
ESTE :		0547143									
NORTE :		9074429									
OBSERVACIONES :		Excavación Mec nica									
ESTÁNDAR FOR DESCRIPTION IDENTIFICATION OF SOILS (VISUAL-MANUAL PROCEDURE) DESIGNATION (ASTM D2488-09a)											
PROF. (m)	SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL	% Gravas	% Arenas	% Finos	Estructura	Angulosidad	Compacidad	Consistencia	Resistencia en Estado Seco	MUESTRA
		0.00 - 0.10 Cobertura Vegetal	-	-	-	-	-	-	-	-	S/M
1.50	CL	0.10 - 3.00 Arcilla de baja plasticidad arenoso, en estado húmedo de color gris claro con tonos rojizos	-	28	72	Homogenea	-	Mediamente Densa	Firme	Alta	M-1
3.00											

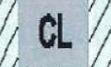
ANEXO n.º 2.8: Registro de Calicata C-08

PROYECTO :		181531 - Expediente tecnico para la ejecucion de las obras de drenaje del aeropuerto internacional "CAP. FAP. DAVID ABENZUR RENGIFO" de Pucallpa."									
				ESTRUCTURA :		DRENAJE					
				PROGRESIVA :							
		CALICATA :		C-08							
		CLIENTE :		ADP							
		REALIZADO POR :		C. CONTRERAS							
		REVISADO POR :		RENE HERENCIA							
		APROBADO POR :		JOSÉ MELCHOR							
COORDENADAS											
		ESTE :		0546571							
		NORTE :		9072873							
		OBSERVACIONES :		Excavación Mec nica							
ESTÁNDAR FOR DESCRIPTION IDENTIFICATION OF SOILS (VISUAL-MANUAL PROCEDURE) DESIGNATION (ASTM D2488-09a)											
PROF. (m)	SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL	% Gravas	% Arenas	% Finos	Estructura	Angularidad	Compacidad	Consistencia	Resistencia en Estado Seco	MUESTRA
1.50	CH	0.00- 3.00 Arcilla de alta plasticidad arenosa, en estado humedo de color gris claro con tonos rojizos	-	14	86	Homogeneo	-	Medianamente denso	Suave	Duro	M-1
3.00											

ANEXO n.º 2.9: Registro de Calicata C-09

REGISTRO DE EXCAVACIÓN DE CALICATA (ASTM D-2488)											
PROYECTO :		181531 - Expediente tecnico para la ejecucion de las obras de drenaje del aeropuerto internacional "CAP. FAP. DAVID ABENZUR RENGIFO" de Pucallpa."									
		ESTRUCTURA :		DRENAJE							
		PROGRESIVA :									
		CALICATA :		C-09							
		CLIENTE :		ADP							
		REALIZADO POR :		C. CONTRERAS							
REVISADO POR :		RENE HERENCIA									
APROBADO POR :		JOSÉ MELCHOR									
COORDENADAS											
ESTE :		0546481									
NORTE :		9072614									
OBSERVACIONES :		Excavación Mec nica									
ESTÁNDAR FOR DESCRITION IDENTIFICATION OF SOILS (VISUAL-MANUAL PROCEDURE) DESIGNATION (ASTM D2488-09a)											
PROF. (m)	SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL	% Gravas	% Arenas	% Fines	Estructura	Angularidad	Compacidad	Consistencia	Resistencia en Estado Seco	MUESTRA
1.50	CH	0.00 - 3.00 m: Arcilla de alta plasticidad con arena, en estado humedo de color gris claro, con presencia de filtraciones de agua a una profundidad de 1.4 m	-	16	84	Homogeneo	.	Mediamente Densa	Slurry	Alta	M-1
3.00											

ANEXO n.º 2.10: Registro de Calicata C-10

PROYECTO :		181531 - Expediente tecnico para la ejecucion de las obras de drenaje del aeropuerto internacional "CA'P. FAP. DAVID ABENZUR RENGIFO" de Pucallpa."									
		ESTRUCTURA :		DRENAJE							
		PROGRESIVA :									
		CALICATA :		C-10							
		CLIENTE :		ADP							
		REALIZADO POR :		C. CONTRERAS							
		REVISADO POR :		RENE HERENCIA							
APROBADO POR :		JOSÉ MELCHOR									
COORDENADAS											
ESTE :		0546463									
NORTE :		9072526									
OBSERVACIONES :		Excavación Mec nica									
ESTÁNDAR FOR DESCRITION IDENTIFICATION OF SOILS (VISUAL-MANUAL PROCEDURE) DESIGNATION (ASTM D2488-09a)											
PROF. (m)	SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL	% Gravas	% Arenas	% Fines	Estructura	Angularidad	Compacidad	Consistencia	Resistencia en Estado Seco	MUESTRA
		0.00-0.15 m. Cobertura Vegetal	-	-	-	-	-	-	-	-	S/M
1.50		0.15 - 3.00 M. : Arcilla de baja plasticidad, en estado humedo de color gris claro, con presencia de filtraciones de agua a una profundidad de 1.20 m.	-	17	83	Homogenea	-	Mediamente Densa	Slurry	Alta	M -1
3.00											

ANEXO n.º 2.11: Registro de Trinchera T-01

PROYECTO :		181531 - Expediente tecnico para la ejecucion de las obras de drenaje del aeropuerto internacional "CAP. FAP. DAVID ABENZUR RENGIFO de Pucallpa."									
		ESTRUCTURA		DRENAJE							
		CALICATA :		T-1							
		LADO :		-							
		CLIENTE :		COVISOL S.A							
REALIZADO POR :		C. QUISPE									
REVISADO POR :		R. HERENCIA									
APROBADO POR :		G. CASTILLA									
COORDENADAS											
ESTE :		0547272									
NORTE :		9075228									
OBSERVACIONES :		Excavación Manual									
ESTÁNDAR FOR DESCRIPTION IDENTIFICATION OF SOILS (VISUAL-MANUAL PROCEDURE) DESIGNATION (ASTM D2488-09a)											
PROF. (m)	SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL	% Gravas	% Arenas	% Finos	Estructura	Angulosidad	Compacidad	Consistencia	Resistencia en Estado Seco	MUESTRA
0.00	CL	0.00 - 1.50 m.: Arcilla con arena de baja plasticidad, de color rojizo en estado húmedo.		49	51	Homogenea		Mediamente Densa	Firme	Alta	M-1
0.10											
0.20											
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											

ANEXO n.º 2.12: Registro de Trinchera T-02

PROYECTO :		181531 - Expediente tecnico para la ejecucion de las obras de drenaje del aeropuerto internacional "CAP. FAP. DAVID ABENZUR RENGIFO de Pucallpa."									
		ESTRUCTURA		DRENAJE							
		CALICATA :		T-2							
		LADO :		-							
		CLIENTE :		COVISOL S.A							
		REALIZADO POR :		C. QUISPE							
		REVISADO POR :		R. HERENCIA							
		APROBADO POR :		G. CASTILLA							
		COORDENADAS									
		ESTE :		0547214							
		NORTE :		9075075							
		OBSERVACIONES :		Excavación Manual							
ESTÁNDAR FOR DESCRIPTION IDENTIFICATION OF SOILS (VISUAL-MANUAL PROCEDURE) DESIGNATION (ASTM D2488-09a)											
PROF. (m)	SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL	% Gravas	% Arenas	% Finos	Estructura	Angularidad	Compacidad	Consistencia	Resistencia en Estado Seco	MUESTRA
0.00	CH	0.00 - 2.00 m.: Arcilla de alta plasticidad, de color gris claro en estado húmedo.		10	90	Homogenea		Mediamente Densos	Firme	Alta	M-1
0.10											
0.20											
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											

ANEXO n.º 2.13: Registro de Trinchera T-03

PROYECTO :		181531 - Expediente tecnico para la ejecucion de las obras de drenaje del aeropuerto internacional "CAP. FAP. DAVID ABENZUR RENGIFO de Pucallpa."									
		ESTRUCTURA		DRENAJE							
		CALICATA :		T-3							
		LADO :		-							
		CLIENTE :		COVISOL S.A							
		REALIZADO POR :		C. QUISPE							
		REVISADO POR :		R. HERENCIA							
APROBADO POR :		G. CASTILLA									
		COORDENADAS									
		ESTE :		0546991							
		NORTE :		9074027							
		OBSERVACIONES :		Excavación Manual							
ESTÁNDAR FOR DESCRIPTION IDENTIFICATION OF SOILS (VISUAL-MANUAL PROCEDURE) DESIGNATION (ASTM D2488-09a)											
PROF. (m)	SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL	% Gravas	% Arenas	% Finos	Estructura	Angularidad	Compacidad	Consistencia	Resistencia en Estado Seco	MUESTRA
0.00	MD	0.00 - 0.20 m: Material de cobertura vegetal	-	-	-	-	-	-	-	-	S/M
0.30	CH	0.20 - 3.00 m.: Arcilla de alta plasticidad con arena, de color gris claro en estado húmedo	-	22	78	Homogenea	-	Mediamente Densa	Firme	Alta	M -1
2.50											

ANEXO n.º 2.14: Registro de Trinchera T-04

181531-PT-REG-T4	LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS		181531-70-LAB-C15-T4								
	FECHA: 18/09/2017		181531-70-LAB-C15								
REGISTRO DE EXCAVACIÓN DE CALICATA (ASTM D-2488)											
PROYECTO :	181531 - Expediente tecnico para la ejecucion de las obras de drenaje del aeropuerto internacional "CAP. FAP. DAVID ABENZUR RENGIFO de Pucallpa."										
	ESTRUCTURA	DRENAJE									
	CALICATA :	T-4									
	LADO :	-									
	CLIENTE :	COVISOL S.A									
	REALIZADO POR :	C. QUISPE									
	REVISADO POR :	R. HERENCIA									
	APROBADO POR :	G. CASTILLA									
	COORDENADAS										
	ESTE :	0546532									
	NORTE :	9072761									
OBSERVACIONES :	Excavación Manual										
ESTÁNDAR FOR DESCRIPTION IDENTIFICATION OF SOILS (VISUAL-MANUAL PROCEDURE) DESIGNATION (ASTM D2488-09a)											
PROF. (m)	SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL	% Gravas	% Arenas	% Finos	Estructura	Angularidad	Compacidad	Consistencia	Resistencia en Estado Seco	MUESTRA
0.00	MD	0.00 - 0.20 m. Material de cobertura vegetal	-	-	-	-	-	-	-	-	S/M
1.00	CH	0.20 - 3.00 m.: Arcilla de alta plasticidad con arena, de color gris claro en estado húmedo	-	19	81	Homogenea	-	Mediamente Denso	Firme	Alta	M-1
2.50											

ANEXO n.º 3. CERTIFICADOS DE ENSAYOS DE ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

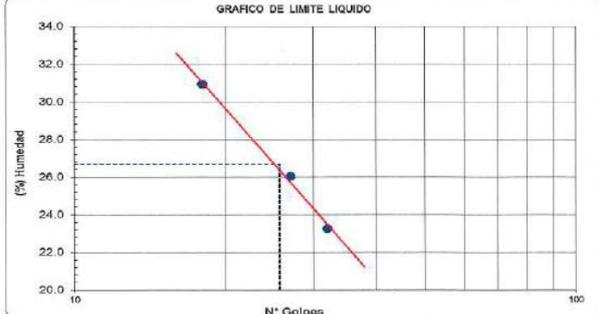
ANEXO n.º 3.1: Certificado de ensayo de Calicata C-01: M-01

Tamiz		Abertura (mm)	Peso Retenido	% Retenido		% que Pasa
ASTM				Parcial	Acumulado	
4"		101.600				
3"		76.200				
2 1/2"		63.500				
2"		50.800				
1 1/2"		38.100				
1"		25.400				
3/4"		19.050				
1/2"		12.700				
3/8"		9.525				
1/4"		6.350				
No. 4		4.750				
No. 8		2.360				
No. 10		2.000				
No. 16		1.190				
No. 20		0.834				
No. 30		0.600				100.0
No. 40		0.420	1.6	0.7	0.7	99.3
No. 50		0.300	1.4	0.7	1.4	98.6
No. 60		0.250	1.9	0.9	2.3	97.7
No. 80		0.177	2.4	10.1	12.4	87.6
No. 100		0.149	1.2	0.6	13.0	87.0
No. 140		0.106	9.2	4.3	17.3	82.7
No. 200		0.075	7.8	3.6	20.9	79.1
-200			188.4	79.1	100.0	

LIMITE PLASTICO MTC E 111 - 2016		HUM. NAT. MTC E 108	
Capsula Nro	31	32	21
Peso de la Capsula (g)	13.50	15.04	317.1
Peso de la Capsula+Suelo Humedo (g)	23.15	26.32	1767.3
Peso de la Capsula+Suelo Seco (g)	21.73	24.65	1582.0
Peso del Agua (g)	1.42	1.67	185
Peso del Suelo Seco (g)	8.23	9.61	1285
Contenido de Humedad (%)	17.25	17.38	14.65
PROMEDIO		17	14.6

LIMITE LIQUIDO (MTC E 110 - 2016)		HUM. NAT. MTC E 108	
Capsula Nro	35	32	21
Peso de la Capsula (g)	29.10	29.02	23.40
Peso de la Capsula+Suelo Humedo (g)	46.86	47.17	47.66
Peso de la Capsula+Suelo Seco (g)	43.50	43.42	41.92
Numero de Golpes	32	27	18
Peso del agua (g)	3.35	3.75	5.73
Peso del Suelo Seco (g)	14.40	14.40	18.52
Contenido de Humedad (%)	23.3	26.0	30.9

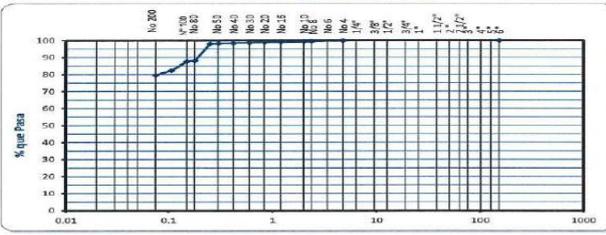
CONSTANTES FÍSICAS		
LIMITE LIQUIDO :	27	LIMITE PLÁSTICO : 17
		IND. PLASTICIDAD : 10



ANEXO n.º 3.2: Certificado de Ensayo de Calicata C-01: M-02

GMI		LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS			
GMI S.A. INGENIEROS CONSULTORES		INFORME DE ENSAYO			
		181531-70-LAB12-20170927-02			
SOLICITANTE	: GMI S.A. INGENIEROS CONSULTORES	PROYECTO	: 181531: Expediente Técnico para la ejecución de las Obras de Reparación del Drenaje del aeropuerto Internacional "CAP. FAP. DAVID ABENZUR		
DIRECCIÓN	: Av. Paseo de la República N° 4667 - Dpto 701, Surquillo Lima.	CLIENTE	: AEROPUERTOS DEL PERU SA		
REFERENCIA	: Expediente N° 021-2017				
Datos de la Muestra					
Descripción	: DRENAJE	Coordenadas	: E:547318	Ubicación	: Pucallpa
Progresiva	: -	N: 9075350		Profundidad	: 1.50 - 3.00
Perforación	: C - 01	Muestra: M-02		Fecha	: 27/07/2017
ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO					
MTC E 107 - 2016					
Tamiz ASTM	Abertura (mm.)	Peso Retenido	% Retenido		% que Pasa
			Parcial	Acumulado	
4"	101.600				
3"	76.200				
2 1/2"	63.500				
2"	50.800				
1 1/2"	38.100				
1"	25.400				
3/4"	19.050				
1/2"	12.700				
3/8"	9.525				
1/4"	6.350				
No. 4	4.750				100.0
No. 8	2.360	1.0	0.4	0.4	99.6
No. 10	2.000	0.4	0.2	0.6	99.4
No. 16	1.190	0.5	0.2	0.8	99.2
No. 20	0.854	0.5	0.2	1.0	99.0
No. 30	0.600	0.5	0.2	1.2	98.8
No. 40	0.420	0.5	0.2	1.4	98.6
No. 50	0.300	0.6	0.2	1.6	98.4
No. 60	0.250	0.4	0.2	1.8	98.2
No. 80	0.177	3.8	10.1	11.9	88.1
No. 100	0.149	1.0	0.4	12.3	87.7
No. 140	0.106	13.3	5.3	17.6	82.4
No. 200	0.075	6.8	2.7	20.3	79.7
-200		223.6	79.7	100.0	

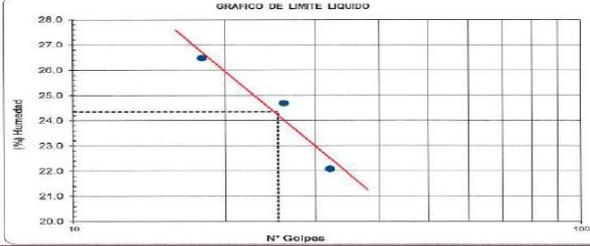
CLASIFICACIÓN SUCS : CL-ML
CLASIFICACIÓN AASHTO : A-4(3)
- Arcilla Limosa arenosa



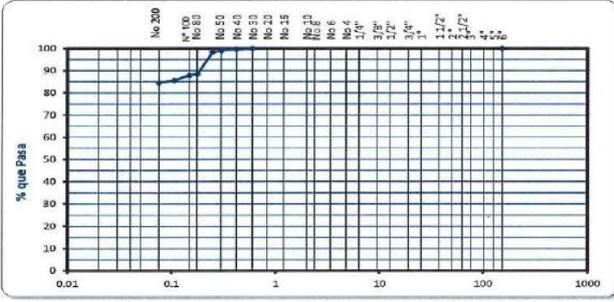
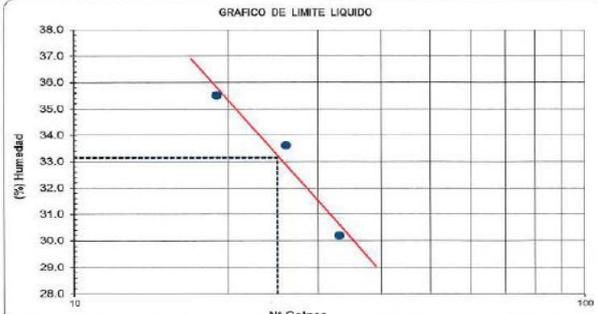
Peso Inicial (g) : 252.9 Peso Fracción (g) :

DETERMINACION DE LOS LIMITES DE CONSISTENCIA Y HUMEDAD NATURAL			
	LIMITE PLASTICO MTC E 111 - 2016		HUM. NAT. MTC E 108
	Capsula Nro	45	46
Peso de la Capsula (g)	12.72	14.78	308.8
Peso de la Capsula+Suelo Humedo (g)	20.44	21.66	1824.3
Peso de la Capsula+Suelo Seco (g)	19.27	20.64	1590.6
Peso del Agua (g)	1.17	1.02	234
Peso del Suelo Seco (g)	6.55	5.76	1262
Contenido de Humedad (%)	17.86	17.71	18.23
PROMEDIO	18		18.2

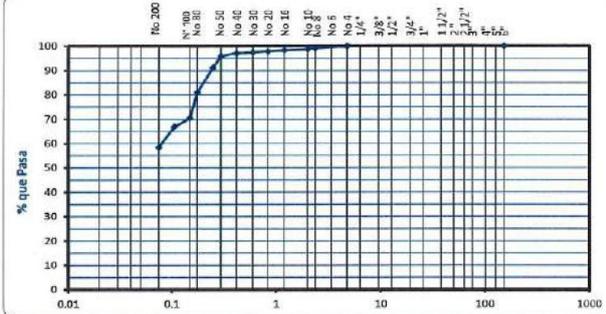
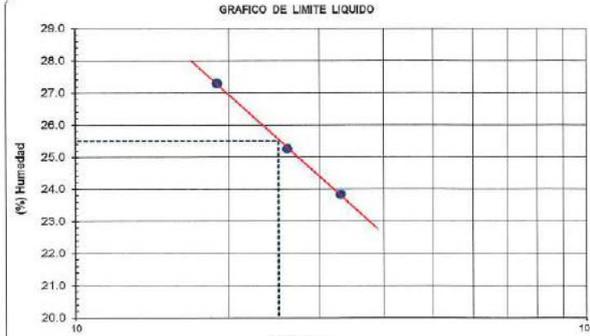
CONSTANTES FÍSICAS			
GRAFICO DE LIMITE LIQUIDO			
LIMITE LIQUIDO :	24	LIMITE PLÁSTICO :	18
		IND. PLASTICIDAD :	6



ANEXO n.º 3.3: Certificado de Ensayo de Calicata C-02: M-01

																																																																																																																																																									
GMI S.A. INGENIEROS CONSULTORES																																																																																																																																																									
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS																																																																																																																																																									
INFORME DE ENSAYO 181531-70-LAB12-20170927-03																																																																																																																																																									
SOLICITANTE : GMI S.A. INGENIEROS CONSULTORES	PROYECTO : 181531: Expediente Técnico para la ejecución de las Obras de																																																																																																																																																								
DIRECCIÓN : Av. Paseo de la República N° 4667 - Dpto 701, Surquillo Lima.	Reparación de Drenaje del Aeropuerto Internacional "CAP. FAP. DAVID ABENZUR																																																																																																																																																								
REFERENCIA : Expediente N° 021-2017	CLIENTE : AEROPUERTOS DEL PERU SA																																																																																																																																																								
Datos de la Muestra																																																																																																																																																									
Descripción : DRENAJE	Coordenadas : E:547238																																																																																																																																																								
Progresiva : -	N: 6075122																																																																																																																																																								
Perforación : C - 02	Muestra: M-01																																																																																																																																																								
Ubicación : Pucallpa	Profundidad : 0.00 - 0.55																																																																																																																																																								
	Fecha : 27/07/2017																																																																																																																																																								
ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO MTC E 107 - 2016																																																																																																																																																									
<table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Tamiz ASTM</th> <th rowspan="2">Abertura (mm)</th> <th rowspan="2">Peso Retenido</th> <th colspan="2">% Retenido</th> <th rowspan="2">% que Pasa</th> </tr> <tr> <th>Parcial</th> <th>Acumulado</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>4"</td><td>101.600</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>3"</td><td>76.200</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>2 1/2"</td><td>63.500</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>2"</td><td>50.800</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>1 1/2"</td><td>38.100</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>1"</td><td>25.400</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>3/4"</td><td>19.050</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>1/2"</td><td>12.700</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>3/8"</td><td>9.525</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>1/4"</td><td>6.350</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>No. 4</td><td>4.750</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>No. 8</td><td>2.360</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>No. 10</td><td>2.000</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>No. 16</td><td>1.180</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>No. 20</td><td>0.850</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>No. 30</td><td>0.600</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>No. 40</td><td>0.420</td><td>1.2</td><td>0.5</td><td>0.5</td><td>99.5</td></tr> <tr><td>No. 50</td><td>0.300</td><td>1.0</td><td>0.5</td><td>1.0</td><td>99.0</td></tr> <tr><td>No. 60</td><td>0.250</td><td>1.1</td><td>0.5</td><td>1.5</td><td>98.5</td></tr> <tr><td>No. 80</td><td>0.177</td><td>2.0</td><td>10.1</td><td>11.6</td><td>88.4</td></tr> <tr><td>No. 100</td><td>0.149</td><td>1.0</td><td>0.5</td><td>12.1</td><td>87.9</td></tr> <tr><td>No. 140</td><td>0.106</td><td>5.0</td><td>2.3</td><td>14.4</td><td>85.6</td></tr> <tr><td>No. 200</td><td>0.075</td><td>2.5</td><td>1.1</td><td>15.5</td><td>84.5</td></tr> <tr><td>-200</td><td></td><td>208.9</td><td>84.5</td><td>100.0</td><td></td></tr> </tbody> </table>	Tamiz ASTM	Abertura (mm)	Peso Retenido	% Retenido		% que Pasa	Parcial	Acumulado	4"	101.600					3"	76.200					2 1/2"	63.500					2"	50.800					1 1/2"	38.100					1"	25.400					3/4"	19.050					1/2"	12.700					3/8"	9.525					1/4"	6.350					No. 4	4.750					No. 8	2.360					No. 10	2.000					No. 16	1.180					No. 20	0.850					No. 30	0.600					No. 40	0.420	1.2	0.5	0.5	99.5	No. 50	0.300	1.0	0.5	1.0	99.0	No. 60	0.250	1.1	0.5	1.5	98.5	No. 80	0.177	2.0	10.1	11.6	88.4	No. 100	0.149	1.0	0.5	12.1	87.9	No. 140	0.106	5.0	2.3	14.4	85.6	No. 200	0.075	2.5	1.1	15.5	84.5	-200		208.9	84.5	100.0		<p>CLASIFICACIÓN SUCS : GL CLASIFICACIÓN AASHTO : A-5(10) - Arcilla de baja plasticidad arenosa</p>  <p>Peso Inicial (g) : 220.7 Peso Fracción (g) :</p>
Tamiz ASTM				Abertura (mm)	Peso Retenido		% Retenido		% que Pasa																																																																																																																																																
	Parcial	Acumulado																																																																																																																																																							
4"	101.600																																																																																																																																																								
3"	76.200																																																																																																																																																								
2 1/2"	63.500																																																																																																																																																								
2"	50.800																																																																																																																																																								
1 1/2"	38.100																																																																																																																																																								
1"	25.400																																																																																																																																																								
3/4"	19.050																																																																																																																																																								
1/2"	12.700																																																																																																																																																								
3/8"	9.525																																																																																																																																																								
1/4"	6.350																																																																																																																																																								
No. 4	4.750																																																																																																																																																								
No. 8	2.360																																																																																																																																																								
No. 10	2.000																																																																																																																																																								
No. 16	1.180																																																																																																																																																								
No. 20	0.850																																																																																																																																																								
No. 30	0.600																																																																																																																																																								
No. 40	0.420	1.2	0.5	0.5	99.5																																																																																																																																																				
No. 50	0.300	1.0	0.5	1.0	99.0																																																																																																																																																				
No. 60	0.250	1.1	0.5	1.5	98.5																																																																																																																																																				
No. 80	0.177	2.0	10.1	11.6	88.4																																																																																																																																																				
No. 100	0.149	1.0	0.5	12.1	87.9																																																																																																																																																				
No. 140	0.106	5.0	2.3	14.4	85.6																																																																																																																																																				
No. 200	0.075	2.5	1.1	15.5	84.5																																																																																																																																																				
-200		208.9	84.5	100.0																																																																																																																																																					
DETERMINACION DE LOS LIMITES DE CONSISTENCIA Y HUMEDAD NATURAL																																																																																																																																																									
<table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2"></th> <th colspan="2">LIMITE PLASTICO MTC E 111 - 2016</th> <th rowspan="2">HUM. NAT. MTC E 108</th> </tr> <tr> <th>38</th> <th>46</th> <th>20</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>Capsula Nro</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Peso de la Capsula (g)</td><td>12.75</td><td>14.78</td><td>271.1</td></tr> <tr><td>Peso de la Capsula+Suelo Humedo (g)</td><td>25.78</td><td>26.02</td><td>1439.0</td></tr> <tr><td>Peso de la Capsula+Suelo Seco (g)</td><td>23.58</td><td>24.12</td><td>1234.1</td></tr> <tr><td>Peso del Agua (g)</td><td>2.20</td><td>1.90</td><td>205</td></tr> <tr><td>Peso del Suelo Seco (g)</td><td>10.83</td><td>9.34</td><td>963</td></tr> <tr><td>Contenido de Humedad (%)</td><td>20.31</td><td>20.34</td><td>21.28</td></tr> <tr><td>PROMEDIO</td><td>20</td><td></td><td>21.3</td></tr> </tbody> </table>		LIMITE PLASTICO MTC E 111 - 2016		HUM. NAT. MTC E 108	38	46	20	Capsula Nro				Peso de la Capsula (g)	12.75	14.78	271.1	Peso de la Capsula+Suelo Humedo (g)	25.78	26.02	1439.0	Peso de la Capsula+Suelo Seco (g)	23.58	24.12	1234.1	Peso del Agua (g)	2.20	1.90	205	Peso del Suelo Seco (g)	10.83	9.34	963	Contenido de Humedad (%)	20.31	20.34	21.28	PROMEDIO	20		21.3	<p style="text-align: center;">CONSTANTES FÍSICAS</p> <p>LIMITE LIQUIDO : 33 LIMITE PLÁSTICO : 20 IND. PLASTICIDAD : 13</p> 																																																																																																																	
		LIMITE PLASTICO MTC E 111 - 2016			HUM. NAT. MTC E 108																																																																																																																																																				
	38	46	20																																																																																																																																																						
Capsula Nro																																																																																																																																																									
Peso de la Capsula (g)	12.75	14.78	271.1																																																																																																																																																						
Peso de la Capsula+Suelo Humedo (g)	25.78	26.02	1439.0																																																																																																																																																						
Peso de la Capsula+Suelo Seco (g)	23.58	24.12	1234.1																																																																																																																																																						
Peso del Agua (g)	2.20	1.90	205																																																																																																																																																						
Peso del Suelo Seco (g)	10.83	9.34	963																																																																																																																																																						
Contenido de Humedad (%)	20.31	20.34	21.28																																																																																																																																																						
PROMEDIO	20		21.3																																																																																																																																																						
<table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2"></th> <th colspan="3">LIMITE LIQUIDO (MTC E 110 - 2016)</th> </tr> <tr> <th>22</th> <th>41</th> <th>46</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>Capsula Nro</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Peso de la Capsula (g)</td><td>23.28</td><td>28.33</td><td>28.57</td></tr> <tr><td>Peso de la Capsula+Suelo Humedo (g)</td><td>45.05</td><td>45.26</td><td>45.74</td></tr> <tr><td>Peso de la Capsula+Suelo Seco (g)</td><td>40.00</td><td>41.00</td><td>41.24</td></tr> <tr><td>Numero de Golpes</td><td>33</td><td>26</td><td>19</td></tr> <tr><td>Peso del agua (g)</td><td>5.05</td><td>4.26</td><td>4.50</td></tr> <tr><td>Peso del Suelo Seco (g)</td><td>16.72</td><td>12.67</td><td>12.67</td></tr> <tr><td>Contenido de Humedad (%)</td><td>30.2</td><td>33.6</td><td>35.5</td></tr> </tbody> </table>		LIMITE LIQUIDO (MTC E 110 - 2016)			22	41	46	Capsula Nro				Peso de la Capsula (g)	23.28	28.33	28.57	Peso de la Capsula+Suelo Humedo (g)	45.05	45.26	45.74	Peso de la Capsula+Suelo Seco (g)	40.00	41.00	41.24	Numero de Golpes	33	26	19	Peso del agua (g)	5.05	4.26	4.50	Peso del Suelo Seco (g)	16.72	12.67	12.67	Contenido de Humedad (%)	30.2	33.6	35.5																																																																																																																		
		LIMITE LIQUIDO (MTC E 110 - 2016)																																																																																																																																																							
	22	41	46																																																																																																																																																						
Capsula Nro																																																																																																																																																									
Peso de la Capsula (g)	23.28	28.33	28.57																																																																																																																																																						
Peso de la Capsula+Suelo Humedo (g)	45.05	45.26	45.74																																																																																																																																																						
Peso de la Capsula+Suelo Seco (g)	40.00	41.00	41.24																																																																																																																																																						
Numero de Golpes	33	26	19																																																																																																																																																						
Peso del agua (g)	5.05	4.26	4.50																																																																																																																																																						
Peso del Suelo Seco (g)	16.72	12.67	12.67																																																																																																																																																						
Contenido de Humedad (%)	30.2	33.6	35.5																																																																																																																																																						

ANEXO n.º 3.4: Certificado de Ensayo de Calicata C-02: M-02

																																																																																																																																																									
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS																																																																																																																																																									
INFORME DE ENSAYO 181531-70-LAB12-20170927-04																																																																																																																																																									
SOLICITANTE : GMI S.A. INGENIEROS CONSULTORES	PROYECTO : 181531: Expediente Técnico para la ejecución de las Obras de Reparación del Drenaje del aeropuerto internacional "CAP. FAP. DAVID ABENZUR																																																																																																																																																								
DIRECCIÓN : Av. Paseo de la República N° 4667 - Dpto 701, Surquillo Lima.	CLIENTE : AEROPUERTOS DEL PERU SA																																																																																																																																																								
REFERENCIA : Expediente N° 021-2017																																																																																																																																																									
Datos de la Muestra																																																																																																																																																									
Descripción : DRENAJE	Coordenadas : E:847238																																																																																																																																																								
Progresiva : -	N: 8075122																																																																																																																																																								
Porforación : C - 02	Muestra: M-02																																																																																																																																																								
Ubicación : Pucallpa	Profundidad : 0.55 - 2.50																																																																																																																																																								
	Fecha : 27/07/2017																																																																																																																																																								
ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO MTC E 107 - 2016																																																																																																																																																									
<table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Tamiz ASTM</th> <th rowspan="2">Abertura (mm.)</th> <th rowspan="2">Peso Retenido</th> <th colspan="2">% Retenido</th> <th rowspan="2">% que Pasa</th> </tr> <tr> <th>Parcial</th> <th>Acumulado</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>4"</td><td>101.600</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>3"</td><td>76.200</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>2 1/2"</td><td>63.500</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>2"</td><td>50.800</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>1 1/2"</td><td>38.100</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>1"</td><td>25.400</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>3/4"</td><td>19.050</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>1/2"</td><td>12.700</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>3/8"</td><td>9.525</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>1/4"</td><td>6.350</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>No. 4</td><td>4.750</td><td></td><td></td><td></td><td>100.0</td></tr> <tr><td>No. 8</td><td>2.360</td><td>2.1</td><td>0.8</td><td>0.8</td><td>99.2</td></tr> <tr><td>No. 10</td><td>2.000</td><td>1.0</td><td>0.4</td><td>1.2</td><td>98.8</td></tr> <tr><td>No. 16</td><td>1.190</td><td>1.2</td><td>0.6</td><td>1.7</td><td>98.3</td></tr> <tr><td>No. 20</td><td>0.854</td><td>1.0</td><td>0.4</td><td>2.1</td><td>97.9</td></tr> <tr><td>No. 30</td><td>0.600</td><td>1.0</td><td>0.4</td><td>2.5</td><td>97.5</td></tr> <tr><td>No. 40</td><td>0.420</td><td>1.3</td><td>0.5</td><td>3.0</td><td>97.0</td></tr> <tr><td>No. 50</td><td>0.300</td><td>2.9</td><td>1.1</td><td>4.1</td><td>95.9</td></tr> <tr><td>No. 60</td><td>0.250</td><td>12.4</td><td>4.7</td><td>8.8</td><td>91.2</td></tr> <tr><td>No. 80</td><td>0.177</td><td>16.3</td><td>10.1</td><td>18.9</td><td>81.1</td></tr> <tr><td>No. 100</td><td>0.149</td><td>28.1</td><td>10.7</td><td>29.6</td><td>70.4</td></tr> <tr><td>No. 140</td><td>0.106</td><td>9.0</td><td>3.4</td><td>33.0</td><td>67.0</td></tr> <tr><td>No. 200</td><td>0.075</td><td>22.1</td><td>8.5</td><td>41.5</td><td>58.5</td></tr> <tr><td>-200</td><td></td><td>163.0</td><td>58.5</td><td>100.0</td><td></td></tr> </tbody> </table>	Tamiz ASTM	Abertura (mm.)	Peso Retenido	% Retenido		% que Pasa	Parcial	Acumulado	4"	101.600					3"	76.200					2 1/2"	63.500					2"	50.800					1 1/2"	38.100					1"	25.400					3/4"	19.050					1/2"	12.700					3/8"	9.525					1/4"	6.350					No. 4	4.750				100.0	No. 8	2.360	2.1	0.8	0.8	99.2	No. 10	2.000	1.0	0.4	1.2	98.8	No. 16	1.190	1.2	0.6	1.7	98.3	No. 20	0.854	1.0	0.4	2.1	97.9	No. 30	0.600	1.0	0.4	2.5	97.5	No. 40	0.420	1.3	0.5	3.0	97.0	No. 50	0.300	2.9	1.1	4.1	95.9	No. 60	0.250	12.4	4.7	8.8	91.2	No. 80	0.177	16.3	10.1	18.9	81.1	No. 100	0.149	28.1	10.7	29.6	70.4	No. 140	0.106	9.0	3.4	33.0	67.0	No. 200	0.075	22.1	8.5	41.5	58.5	-200		163.0	58.5	100.0		<p>CLASIFICACIÓN SUCS : CL CLASIFICACIÓN AASHTO : A-4(3) - Arcilla de baja plasticidad arenoso</p>  <p>Peso Inicial (g) : 261.4 Peso Fracción (g) :</p>
Tamiz ASTM				Abertura (mm.)	Peso Retenido		% Retenido		% que Pasa																																																																																																																																																
	Parcial	Acumulado																																																																																																																																																							
4"	101.600																																																																																																																																																								
3"	76.200																																																																																																																																																								
2 1/2"	63.500																																																																																																																																																								
2"	50.800																																																																																																																																																								
1 1/2"	38.100																																																																																																																																																								
1"	25.400																																																																																																																																																								
3/4"	19.050																																																																																																																																																								
1/2"	12.700																																																																																																																																																								
3/8"	9.525																																																																																																																																																								
1/4"	6.350																																																																																																																																																								
No. 4	4.750				100.0																																																																																																																																																				
No. 8	2.360	2.1	0.8	0.8	99.2																																																																																																																																																				
No. 10	2.000	1.0	0.4	1.2	98.8																																																																																																																																																				
No. 16	1.190	1.2	0.6	1.7	98.3																																																																																																																																																				
No. 20	0.854	1.0	0.4	2.1	97.9																																																																																																																																																				
No. 30	0.600	1.0	0.4	2.5	97.5																																																																																																																																																				
No. 40	0.420	1.3	0.5	3.0	97.0																																																																																																																																																				
No. 50	0.300	2.9	1.1	4.1	95.9																																																																																																																																																				
No. 60	0.250	12.4	4.7	8.8	91.2																																																																																																																																																				
No. 80	0.177	16.3	10.1	18.9	81.1																																																																																																																																																				
No. 100	0.149	28.1	10.7	29.6	70.4																																																																																																																																																				
No. 140	0.106	9.0	3.4	33.0	67.0																																																																																																																																																				
No. 200	0.075	22.1	8.5	41.5	58.5																																																																																																																																																				
-200		163.0	58.5	100.0																																																																																																																																																					
DETERMINACION DE LOS LIMITES DE CONSISTENCIA Y HUMEDAD NATURAL																																																																																																																																																									
<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>LIMITE PLASTICO MTC E 111 - 2016</th> <th>HUM. NAT. MTC E 108</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>Capsula Nro</td><td>32</td><td>34</td></tr> <tr><td>Peso de la Capsula (g)</td><td>15.04</td><td>12.54</td></tr> <tr><td>Peso de la Capsula+Suelo Humedo (g)</td><td>26.20</td><td>27.15</td></tr> <tr><td>Peso de la Capsula+Suelo Seco (g)</td><td>24.65</td><td>25.02</td></tr> <tr><td>Peso del Agua (g)</td><td>1.65</td><td>2.13</td></tr> <tr><td>Peso del Suelo Seco (g)</td><td>9.51</td><td>12.38</td></tr> <tr><td>Contenido de Humedad (%)</td><td>17.35</td><td>17.21</td></tr> <tr><td>PROMEDIO</td><td>17</td><td>21.2</td></tr> </tbody> </table>		LIMITE PLASTICO MTC E 111 - 2016	HUM. NAT. MTC E 108	Capsula Nro	32	34	Peso de la Capsula (g)	15.04	12.54	Peso de la Capsula+Suelo Humedo (g)	26.20	27.15	Peso de la Capsula+Suelo Seco (g)	24.65	25.02	Peso del Agua (g)	1.65	2.13	Peso del Suelo Seco (g)	9.51	12.38	Contenido de Humedad (%)	17.35	17.21	PROMEDIO	17	21.2	<p>CONSTANTES FÍSICAS</p> <p>LIMITE LIQUIDO : 26 LIMITE PLÁSTICO : 17 IND. PLASTICIDAD : 9</p> 																																																																																																																													
	LIMITE PLASTICO MTC E 111 - 2016	HUM. NAT. MTC E 108																																																																																																																																																							
Capsula Nro	32	34																																																																																																																																																							
Peso de la Capsula (g)	15.04	12.54																																																																																																																																																							
Peso de la Capsula+Suelo Humedo (g)	26.20	27.15																																																																																																																																																							
Peso de la Capsula+Suelo Seco (g)	24.65	25.02																																																																																																																																																							
Peso del Agua (g)	1.65	2.13																																																																																																																																																							
Peso del Suelo Seco (g)	9.51	12.38																																																																																																																																																							
Contenido de Humedad (%)	17.35	17.21																																																																																																																																																							
PROMEDIO	17	21.2																																																																																																																																																							
<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th colspan="3">LIMITE LIQUIDO (MTC E 110 - 2016)</th> </tr> <tr> <th></th> <th>8</th> <th>4</th> <th>2</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>Capsula Nro</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Peso de la Capsula (g)</td><td>22.94</td><td>20.92</td><td>23.26</td></tr> <tr><td>Peso de la Capsula+Suelo Humedo (g)</td><td>46.11</td><td>40.75</td><td>46.25</td></tr> <tr><td>Peso de la Capsula+Suelo Seco (g)</td><td>41.65</td><td>36.75</td><td>41.32</td></tr> <tr><td>Numero de Golpes</td><td>33</td><td>26</td><td>19</td></tr> <tr><td>Peso del agua (g)</td><td>4.46</td><td>4.00</td><td>4.93</td></tr> <tr><td>Peso del Suelo Seco (g)</td><td>18.71</td><td>15.83</td><td>18.06</td></tr> <tr><td>Contenido de Humedad (%)</td><td>23.8</td><td>25.3</td><td>27.3</td></tr> </tbody> </table>		LIMITE LIQUIDO (MTC E 110 - 2016)				8	4	2	Capsula Nro				Peso de la Capsula (g)	22.94	20.92	23.26	Peso de la Capsula+Suelo Humedo (g)	46.11	40.75	46.25	Peso de la Capsula+Suelo Seco (g)	41.65	36.75	41.32	Numero de Golpes	33	26	19	Peso del agua (g)	4.46	4.00	4.93	Peso del Suelo Seco (g)	18.71	15.83	18.06	Contenido de Humedad (%)	23.8	25.3	27.3																																																																																																																	
	LIMITE LIQUIDO (MTC E 110 - 2016)																																																																																																																																																								
	8	4	2																																																																																																																																																						
Capsula Nro																																																																																																																																																									
Peso de la Capsula (g)	22.94	20.92	23.26																																																																																																																																																						
Peso de la Capsula+Suelo Humedo (g)	46.11	40.75	46.25																																																																																																																																																						
Peso de la Capsula+Suelo Seco (g)	41.65	36.75	41.32																																																																																																																																																						
Numero de Golpes	33	26	19																																																																																																																																																						
Peso del agua (g)	4.46	4.00	4.93																																																																																																																																																						
Peso del Suelo Seco (g)	18.71	15.83	18.06																																																																																																																																																						
Contenido de Humedad (%)	23.8	25.3	27.3																																																																																																																																																						

ANEXO n.º 3.5: Certificado de Ensayo de Calicata C-03: M-01



GMI S.A. INGENIEROS CONSULTORES

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS

INFORME DE ENSAYO
181531-70-LAB12-20170927-05

SOLICITANTE : GMI S.A. INGENIEROS CONSULTORES

DIRECCIÓN : Av. Paseo de la República N° 4667 - Dpto 701, Surquillo Lima.

REFERENCIA : Expediente N° 021-2017

PROYECTO : 181531: Expediente Técnico para la ejecución de las Obras de Reparación de Drenaje del aeropuerto Internacional "CAP. FAP. DAVID ABENZUR

CLIENTE : AEROPUERTOS DEL PERU SA

Datos de la Muestra

Descripción : DRENAJE

Progresiva : -

Perforación : C - 03

Coordenadas : E:545838
N: 9074039

Ubicación : Pucallpa

Profundidad : 0.00 - 2.50

Fecha : 27/07/2017

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO

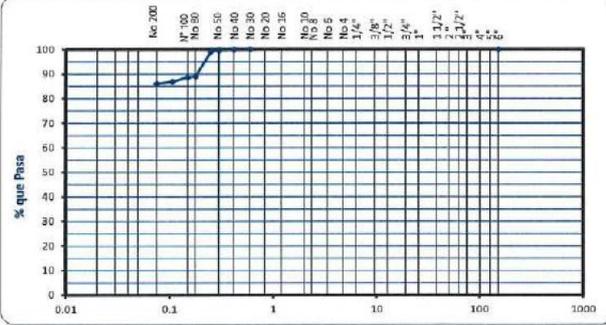
MTC E 107 - 2016

Tamiz ASTM	Abertura (mm.)	Peso Retenido	% Retenido		% que Pasa
			Parcial	Acumulado	
4"	101.600				
3"	76.200				
2 1/2"	63.500				
2"	50.800				
1 1/2"	38.100				
1"	25.400				
3/4"	19.050				
1/2"	12.700				
3/8"	9.525				
1/4"	6.350				
No. 4	4.750				
No. 8	2.360				
No. 10	2.000				
No. 16	1.190				
No. 20	0.834				
No. 30	0.600				100.0
No. 40	0.420	0.2	0.1	0.1	99.9
No. 50	0.300	0.8	0.3	0.4	99.8
No. 60	0.250	1.0	0.4	0.8	99.2
No. 80	0.177	1.2	10.1	10.9	89.1
No. 100	0.149	1.0	0.4	11.3	88.7
No. 140	0.106	4.1	1.8	13.1	86.9
No. 200	0.075	1.9	0.8	13.9	86.1
-200		218.8	86.1	100.0	

CLASIFICACIÓN SUCS : CL

CLASIFICACIÓN AASHTO : A-7-6(21)

- Arcilla de baja plasticidad arenoso



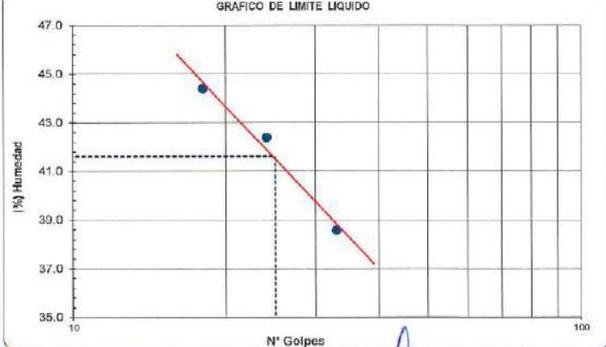
Peso Inicial (g) : 229.0 **Peso Fracción (g)** :

DETERMINACION DE LOS LIMITES DE CONSISTENCIA Y HUMEDAD NATURAL

	LIMITE PLASTICO MTC E 111 - 2016		HUM. NAT. MTC E 108
	32	34	
Capsula Nro	32	34	16
Peso de la Capsula (g)	16.04	12.64	271.0
Peso de la Capsula+Suelo Humedo (g)	26.20	27.16	1618.3
Peso de la Capsula+Suelo Seco (g)	24.55	25.02	1395.9
Peso del Agua (g)	1.65	2.13	222
Peso del Suelo Seco (g)	9.51	12.38	1125
Contenido de Humedad (%)	17.35	17.21	19.77
PROMEDIO	17	17	19.8

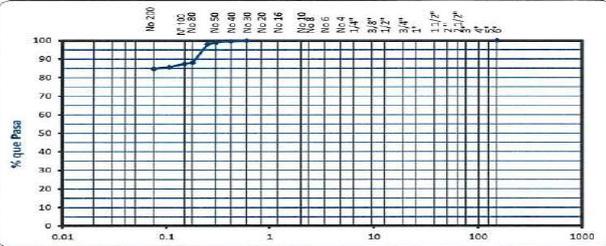
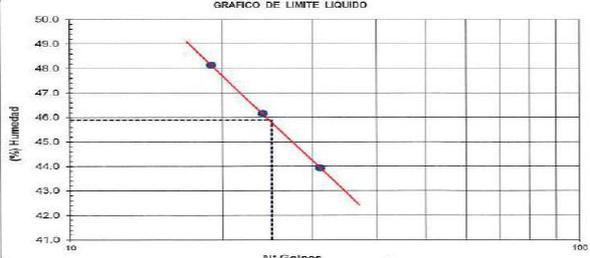
CONSTANTES FÍSICAS

LIMITE LIQUIDO : 42 **LIMITE PLÁSTICO** : 17 **IND. PLASTICIDAD** : 25



	LIMITE LIQUIDO (MTC E 110 - 2016)		
	21	34	44
Capsula Nro	21	34	44
Peso de la Capsula (g)	23.40	26.48	29.39
Peso de la Capsula+Suelo Humedo (g)	45.02	44.01	41.68
Peso de la Capsula+Suelo Seco (g)	39.00	38.79	37.90
Numero de Golpes	33	24	18
Peso del agua (g)	6.02	5.22	3.78
Peso del Suelo Seco (g)	15.60	12.31	8.51
Contenido de Humedad (%)	38.6	42.4	44.4

ANEXO n.º 3.6: Certificado de ensayo de Calicata C-04: M-01

																																																																																																																																																													
GMI S.A. INGENIEROS CONSULTORES																																																																																																																																																													
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS																																																																																																																																																													
INFORME DE ENSAYO 181531-70-LAB12-20170927-06																																																																																																																																																													
SOLICITANTE : GMI S.A. INGENIEROS CONSULTORES	PROYECTO : 181531: Expediente Técnico para la ejecución de las Obras de Reparación del Drenaje del aeropuerto internacional "CAP. FAP. DAVID ABENZUR																																																																																																																																																												
DIRECCIÓN : Av. Paseo de la República N° 4867 - Dpto 701, Surquillo Lima.	CLIENTE : AEROPUERTOS DEL PERU SA																																																																																																																																																												
REFERENCIA : Expediente N° 021-2017																																																																																																																																																													
Datos de la Muestra																																																																																																																																																													
Descripción : DRENAJE	Coordenadas : E:0549657																																																																																																																																																												
Progresiva : -	N: 9073269																																																																																																																																																												
Perforación : C - 04	Muestra: M-01																																																																																																																																																												
Ubicación : Pucallpa	Profundidad : 0.00 - 2.50																																																																																																																																																												
	Fecha : 27/07/2017																																																																																																																																																												
ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO MTC E 107 - 2016																																																																																																																																																													
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Tamiz ASTM</th> <th>Abertura (mm.)</th> <th>Peso Retenido</th> <th colspan="2">% Retenido</th> <th>% que Pasa</th> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <th>Parcial</th> <th>Acumulado</th> <td></td> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>4"</td><td>101.600</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>3"</td><td>76.200</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>2 1/2"</td><td>63.500</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>2"</td><td>50.800</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>1 1/2"</td><td>38.100</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>1"</td><td>25.400</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>3/4"</td><td>19.050</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>1/2"</td><td>12.700</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>3/8"</td><td>9.525</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>1/4"</td><td>6.350</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>No. 4</td><td>4.760</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>No. 8</td><td>2.360</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>No. 10</td><td>2.000</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>No. 18</td><td>1.190</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>No. 20</td><td>0.834</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>No. 30</td><td>0.600</td><td></td><td></td><td></td><td>100.0</td></tr> <tr><td>No. 40</td><td>0.420</td><td>1.0</td><td>0.5</td><td>0.5</td><td>99.5</td></tr> <tr><td>No. 50</td><td>0.300</td><td>1.0</td><td>0.5</td><td>1.0</td><td>99.0</td></tr> <tr><td>No. 60</td><td>0.250</td><td>2.0</td><td>0.9</td><td>1.9</td><td>98.1</td></tr> <tr><td>No. 80</td><td>0.177</td><td>2.7</td><td>10.1</td><td>12.0</td><td>88.0</td></tr> <tr><td>No. 100</td><td>0.149</td><td>1.0</td><td>0.5</td><td>12.5</td><td>87.5</td></tr> <tr><td>No. 140</td><td>0.106</td><td>4.2</td><td>1.9</td><td>14.4</td><td>85.8</td></tr> <tr><td>No. 200</td><td>0.075</td><td>2.0</td><td>0.9</td><td>16.3</td><td>84.7</td></tr> <tr><td>-200</td><td></td><td>204.3</td><td>84.7</td><td>100.0</td><td></td></tr> </tbody> </table>	Tamiz ASTM	Abertura (mm.)	Peso Retenido	% Retenido		% que Pasa				Parcial	Acumulado		4"	101.600					3"	76.200					2 1/2"	63.500					2"	50.800					1 1/2"	38.100					1"	25.400					3/4"	19.050					1/2"	12.700					3/8"	9.525					1/4"	6.350					No. 4	4.760					No. 8	2.360					No. 10	2.000					No. 18	1.190					No. 20	0.834					No. 30	0.600				100.0	No. 40	0.420	1.0	0.5	0.5	99.5	No. 50	0.300	1.0	0.5	1.0	99.0	No. 60	0.250	2.0	0.9	1.9	98.1	No. 80	0.177	2.7	10.1	12.0	88.0	No. 100	0.149	1.0	0.5	12.5	87.5	No. 140	0.106	4.2	1.9	14.4	85.8	No. 200	0.075	2.0	0.9	16.3	84.7	-200		204.3	84.7	100.0		<p>CLASIFICACIÓN SUCS : CL CLASIFICACIÓN AASHTO : A-7-6(18)</p> <p style="text-align: center;">- Arcilla de baja plasticidad arenoso</p>  <p>Peso Inicial (g) : 218.2 Peso Fracción (g) :</p>
Tamiz ASTM	Abertura (mm.)	Peso Retenido	% Retenido		% que Pasa																																																																																																																																																								
			Parcial	Acumulado																																																																																																																																																									
4"	101.600																																																																																																																																																												
3"	76.200																																																																																																																																																												
2 1/2"	63.500																																																																																																																																																												
2"	50.800																																																																																																																																																												
1 1/2"	38.100																																																																																																																																																												
1"	25.400																																																																																																																																																												
3/4"	19.050																																																																																																																																																												
1/2"	12.700																																																																																																																																																												
3/8"	9.525																																																																																																																																																												
1/4"	6.350																																																																																																																																																												
No. 4	4.760																																																																																																																																																												
No. 8	2.360																																																																																																																																																												
No. 10	2.000																																																																																																																																																												
No. 18	1.190																																																																																																																																																												
No. 20	0.834																																																																																																																																																												
No. 30	0.600				100.0																																																																																																																																																								
No. 40	0.420	1.0	0.5	0.5	99.5																																																																																																																																																								
No. 50	0.300	1.0	0.5	1.0	99.0																																																																																																																																																								
No. 60	0.250	2.0	0.9	1.9	98.1																																																																																																																																																								
No. 80	0.177	2.7	10.1	12.0	88.0																																																																																																																																																								
No. 100	0.149	1.0	0.5	12.5	87.5																																																																																																																																																								
No. 140	0.106	4.2	1.9	14.4	85.8																																																																																																																																																								
No. 200	0.075	2.0	0.9	16.3	84.7																																																																																																																																																								
-200		204.3	84.7	100.0																																																																																																																																																									
DETERMINACION DE LOS LIMITES DE CONSISTENCIA Y HUMEDAD NATURAL																																																																																																																																																													
<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>LIMITE PLASTICO MTC E 111 - 2016</th> <th>HUM. NAT. MTC E 108</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>Capsula Nro</td><td>34</td><td>34</td></tr> <tr><td>Peso de la Capsula (g)</td><td>12.64</td><td>12.64</td></tr> <tr><td>Peso de la Capsula+Suelo Humedo (g)</td><td>23.58</td><td>25.26</td></tr> <tr><td>Peso de la Capsula+Suelo Seco (g)</td><td>21.41</td><td>22.78</td></tr> <tr><td>Peso del Agua (g)</td><td>2.17</td><td>2.48</td></tr> <tr><td>Peso del Suelo Seco (g)</td><td>8.77</td><td>10.14</td></tr> <tr><td>Contenido de Humedad (%)</td><td>24.74</td><td>24.46</td></tr> <tr><td>PROMEDIO</td><td>25</td><td>21.6</td></tr> </tbody> </table>		LIMITE PLASTICO MTC E 111 - 2016	HUM. NAT. MTC E 108	Capsula Nro	34	34	Peso de la Capsula (g)	12.64	12.64	Peso de la Capsula+Suelo Humedo (g)	23.58	25.26	Peso de la Capsula+Suelo Seco (g)	21.41	22.78	Peso del Agua (g)	2.17	2.48	Peso del Suelo Seco (g)	8.77	10.14	Contenido de Humedad (%)	24.74	24.46	PROMEDIO	25	21.6	<p style="text-align: center;">CONSTANTES FÍSICAS</p> <p>LIMITE LIQUIDO : 46 LIMITE PLÁSTICO : 25 IND. PLASTICIDAD : 21</p> 																																																																																																																																	
	LIMITE PLASTICO MTC E 111 - 2016	HUM. NAT. MTC E 108																																																																																																																																																											
Capsula Nro	34	34																																																																																																																																																											
Peso de la Capsula (g)	12.64	12.64																																																																																																																																																											
Peso de la Capsula+Suelo Humedo (g)	23.58	25.26																																																																																																																																																											
Peso de la Capsula+Suelo Seco (g)	21.41	22.78																																																																																																																																																											
Peso del Agua (g)	2.17	2.48																																																																																																																																																											
Peso del Suelo Seco (g)	8.77	10.14																																																																																																																																																											
Contenido de Humedad (%)	24.74	24.46																																																																																																																																																											
PROMEDIO	25	21.6																																																																																																																																																											
<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th colspan="2">LIMITE LIQUIDO (MTC E 110 - 2016)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>Capsula Nro</td><td>52</td><td>40</td></tr> <tr><td>Peso de la Capsula (g)</td><td>28.22</td><td>29.65</td></tr> <tr><td>Peso de la Capsula+Suelo Humedo (g)</td><td>42.73</td><td>45.48</td></tr> <tr><td>Peso de la Capsula+Suelo Seco (g)</td><td>38.30</td><td>40.48</td></tr> <tr><td>Numero de Golpes</td><td>31</td><td>24</td></tr> <tr><td>Peso del agua (g)</td><td>4.43</td><td>5.00</td></tr> <tr><td>Peso del Suelo Seco (g)</td><td>10.08</td><td>10.83</td></tr> <tr><td>Contenido de Humedad (%)</td><td>43.9</td><td>46.2</td></tr> </tbody> </table>		LIMITE LIQUIDO (MTC E 110 - 2016)		Capsula Nro	52	40	Peso de la Capsula (g)	28.22	29.65	Peso de la Capsula+Suelo Humedo (g)	42.73	45.48	Peso de la Capsula+Suelo Seco (g)	38.30	40.48	Numero de Golpes	31	24	Peso del agua (g)	4.43	5.00	Peso del Suelo Seco (g)	10.08	10.83	Contenido de Humedad (%)	43.9	46.2																																																																																																																																		
	LIMITE LIQUIDO (MTC E 110 - 2016)																																																																																																																																																												
Capsula Nro	52	40																																																																																																																																																											
Peso de la Capsula (g)	28.22	29.65																																																																																																																																																											
Peso de la Capsula+Suelo Humedo (g)	42.73	45.48																																																																																																																																																											
Peso de la Capsula+Suelo Seco (g)	38.30	40.48																																																																																																																																																											
Numero de Golpes	31	24																																																																																																																																																											
Peso del agua (g)	4.43	5.00																																																																																																																																																											
Peso del Suelo Seco (g)	10.08	10.83																																																																																																																																																											
Contenido de Humedad (%)	43.9	46.2																																																																																																																																																											

ANEXO n.º 3.7: Certificado de Ensayo de Calicata C-05: M-01

Tamiz ASTM		Abertura (mm.)	Peso Retenido	% Retenido		% que Pasa
				Parcial	Acumulado	
4"		101.600				
3"		76.200				
2 1/2"		63.500				
2"		50.800				
1 1/2"		38.100				
1"		25.400				
3/4"		19.050				
1/2"		12.700				
3/8"		9.525				
1/4"		6.350				
No. 4		4.750				
No. 8		2.360				
No. 10		2.000				
No. 16		1.190				
No. 20		0.834				
No. 30		0.600				100.0
No. 40		0.420	1.5	0.6	0.6	99.4
No. 50		0.300	2.7	1.2	1.8	98.2
No. 60		0.250	1.0	0.4	2.2	97.8
No. 80		0.177	1.1	10.1	12.3	87.7
No. 100		0.149	1.0	0.4	12.7	87.3
No. 140		0.106	1.3	0.6	13.3	86.7
No. 200		0.075	1.0	0.4	13.7	86.3
-200			223.4	86.3	100.0	

LIMITE PLASTICO MTC E 111 - 2016		HUM. NAT. MTC E 108	
Capsula Nro	48	44	10
Peso de la Capsula (g)	12.93	12.87	270.3
Peso de la Capsula+Suelo Humedo (g)	22.83	23.66	1447.8
Peso de la Capsula+Suelo Seco (g)	20.78	21.42	1203.9
Peso del Agua (g)	2.05	2.24	244
Peso del Suelo Seco (g)	7.85	8.55	934
Contenido de Humedad (%)	26.11	26.20	26.12
PROMEDIO	26	26.1	

LIMITE LIQUIDO (MTC E 110 - 2016)			
Capsula Nro	39	53	40
Peso de la Capsula (g)	29.57	28.48	29.65
Peso de la Capsula+Suelo Humedo (g)	43.85	43.36	45.62
Peso de la Capsula+Suelo Seco (g)	38.66	37.76	39.10
Numero de Golpes	33	24	19
Peso del agua (g)	5.19	5.60	6.52
Peso del Suelo Seco (g)	9.09	9.28	9.45
Contenido de Humedad (%)	57.1	60.3	69.0

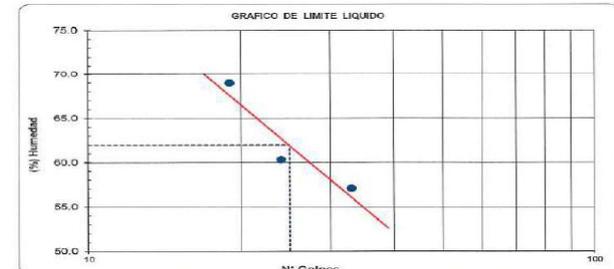
CLASIFICACIÓN SUCS : CH
CLASIFICACIÓN AASHTO : A-7-6(34)
- Arcilla de alta plasticidad arenosa



Peso Inicial (g) : 233.0 Peso Fracción (g) :

CONSTANTES FÍSICAS

LIMITE LIQUIDO : 62 LIMITE PLÁSTICO : 26 IND. PLASTICIDAD : 36



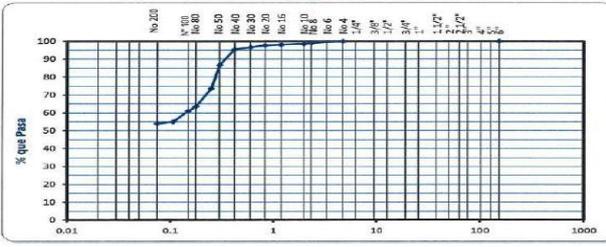
ANEXO n.º 3.8: Certificado de Ensayo de Calicata C-06

Tamiz		Abertura (mm.)	Peso Retenido	% Retenido		% que Pasa
ASTM				Parcial	Acumulado	
4"		101.600				
3"		76.200				
2 1/2"		63.500				
2"		50.800				
1 1/2"		38.100				
1"		25.400				
3/4"		19.050				
1/2"		12.700				
3/8"		9.525				
1/4"		6.350				
No. 4		47.500				100.0
No. 8		2.360	2.0	0.9	0.9	99.1
No. 10		2.000	1.2	0.5	1.4	98.6
No. 16		1.190	1.0	0.4	1.8	98.2
No. 20		0.834	1.0	0.4	2.2	97.8
No. 30		0.600	2.5	1.1	3.3	96.7
No. 40		0.420	2.8	1.2	4.5	95.5
No. 50		0.300	20.2	8.7	13.2	86.8
No. 60		0.250	30.5	13.1	26.3	73.7
No. 80		0.177	40.0	10.1	36.4	63.6
No. 100		0.149	5.8	2.5	38.9	61.1
No. 140		0.106	14.2	6.1	45.0	55.0
No. 200		0.075	2.5	1.1	46.1	53.9
-200			109.3	53.9	100.0	

LIMITE PLASTICO MTC E 111 - 2016		HUM. NAT. MTC E 108	
	21	20	4
Capsula Nro			
Peso de la Capsula (g)	16.22	17.14	271.1
Peso de la Capsula+Suelo Humedo (g)	27.64	26.66	1843.6
Peso de la Capsula+Suelo Seco (g)	25.85	25.15	1614.0
Peso del Agua (g)	1.79	1.51	230
Peso del Suelo Seco (g)	9.83	8.01	1343
Contenido de Humedad (%)	18.59	18.85	17.10
PROMEDIO		19	17.1

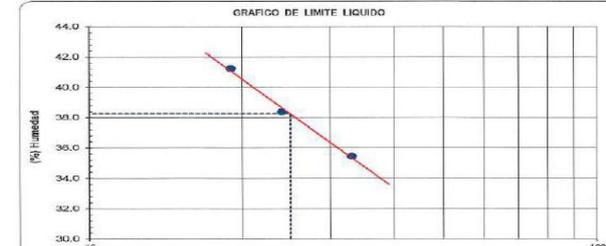
LIMITE LIQUIDO (MTC E 110 - 2016)		HUM. NAT. MTC E 108	
	22	53	40
Capsula Nro			
Peso de la Capsula (g)	23.28	28.48	29.65
Peso de la Capsula+Suelo Humedo (g)	45.65	45.24	46.36
Peso de la Capsula+Suelo Seco (g)	39.80	40.59	41.48
Numero de Golpes	33	24	19
Peso del agua (g)	5.86	4.65	4.88
Peso del Suelo Seco (g)	16.52	12.11	11.83
Contenido de Humedad (%)	35.5	38.4	41.3

CLASIFICACIÓN SUCS : CL
CLASIFICACIÓN AASHTO : A-6(7)
- Arcilla de baja plasticidad arenoso



Peso Inicial (g) : 233.0 Peso Fracción (g) :

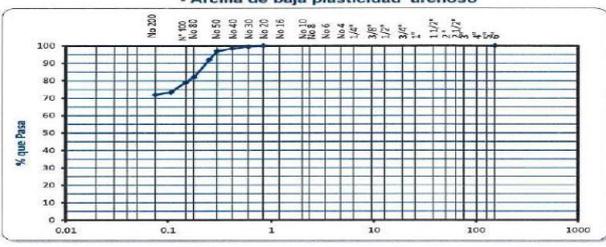
CONSTANTES FÍSICAS
LIMITE LIQUIDO : 38 LIMITE PLÁSTICO : 19 IND. PLASTICIDAD : 19



ANEXO n.º 3.9: Certificado de Ensayo de Calicata C-07

		GMI S.A. INGENIEROS CONSULTORES			
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS					
INFORME DE ENSAYO 181531-70-LAB12-20170927-09					
SOLICITANTE	: GMI S.A. INGENIEROS CONSULTORES	PROYECTO	: 181531: Expediente Técnico para la ejecución de las Obras de Reparación del Drenaje del aeropuerto internacional "CAP. FAP. DAVID ABENZUR"		
DIRECCIÓN	: Av. Paseo de la República N° 4667 - Dpto 701, Surquillo Lima.	CLIENTE	: AEROPUERTOS DEL PERU SA		
REFERENCIA	: Expediente N° 021-2017				
Datos de la Muestra					
Descripción	: DRENAJE	Coordenadas	: E:0547143 Ubicación : Puenteña		
Progresiva	: -	N: 0074429	Profundidad : 0.10 - 3.00		
Perforación	: C - 07 Muestra: M-01	Fecha : 27/07/2017			
ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO MTC E 107 - 2016					
Tamiz ASTM	Abertura (mm.)	Peso Retenido	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% que Pasa
4"	101.600				
3"	76.200				
2 1/2"	63.500				
2"	50.800				
1 1/2"	38.100				
1"	25.400				
3/4"	19.050				
1/2"	12.700				
3/8"	9.525				
1/4"	6.350				
No. 4	4.750				
No. 8	2.360				
No. 10	2.000				
No. 16	1.190				
No. 20	0.854				100.0
No. 30	0.600	1.1	0.5	0.5	99.5
No. 40	0.420	2.2	1.0	1.5	98.5
No. 50	0.300	3.3	1.4	2.9	97.1
No. 60	0.250	11.7	5.1	8.0	92.0
No. 80	0.177	19.3	10.1	18.1	81.9
No. 100	0.149	6.1	2.7	20.8	79.2
No. 150	0.106	13.4	5.9	26.7	73.3
No. 200	0.075	3.3	1.4	28.1	71.9
-200		168.6	71.9	100.0	

CLASIFICACIÓN SUCS : CL
CLASIFICACIÓN AASHTO : A-6(B)
- Arcilla de baja plasticidad arenoso



Peso Inicial (g) : 228.9 Peso Fracción (g) :

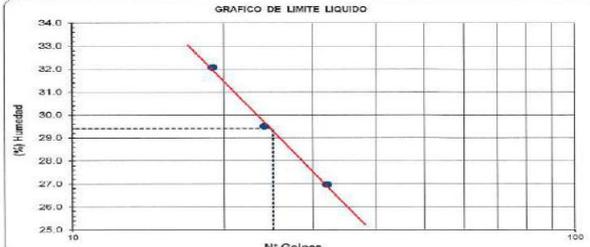
DETERMINACION DE LOS LIMITES DE CONSISTENCIA Y HUMEDAD NATURAL

	LIMITE PLASTICO MTC E 111 - 2016	HUM. NAT. MTC E 108
Capsula Nro	46	17
Peso de la Capsula (g)	14.78	16.58
Peso de la Capsula+Suelo Humedo (g)	24.79	26.36
Peso de la Capsula+Suelo Seco (g)	23.26	24.86
Peso del Agua (g)	1.54	1.51
Peso del Suelo Seco (g)	8.47	8.27
Contenido de Humedad (%)	18.18	18.26
PROMEDIO	18	17.9

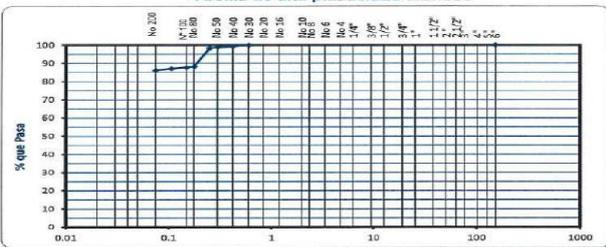
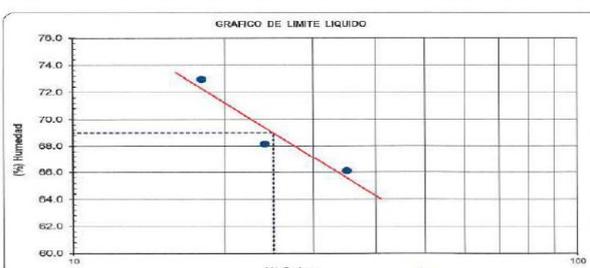
	LIMITE LIQUIDO (MTC E 110 - 2016)		
Capsula Nro	51	50	39
Peso de la Capsula (g)	26.76	27.79	29.57
Peso de la Capsula+Suelo Humedo (g)	51.02	46.97	45.26
Peso de la Capsula+Suelo Seco (g)	46.29	42.60	41.45
Numero de Golpes	32	24	19
Peso del Agua (g)	4.73	4.37	3.81
Peso del Suelo Seco (g)	17.63	14.81	11.88
Contenido de Humedad (%)	27.0	29.5	32.1

CONSTANTES FÍSICAS

LIMITE LIQUIDO : 29 LIMITE PLÁSTICO : 18 IND. PLASTICIDAD : 11



ANEXO n.º 3.10: Certificado de Ensayo de Calicata C-08

																																																																																																																																																									
GMI S.A. INGENIEROS CONSULTORES																																																																																																																																																									
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS																																																																																																																																																									
INFORME DE ENSAYO 181531-70-LAB12-20170927-10																																																																																																																																																									
SOLICITANTE : GMI S.A. INGENIEROS CONSULTORES	PROYECTO : 181531: Expediente Técnico para la ejecución de las Obras de Reparación del Drenaje del aeropuerto internacional "CAP. FAP. DAVID ABENZUR																																																																																																																																																								
DIRECCIÓN : Av. Paseo de la República N° 4667 - Dpto 701, Surquillo Lima.	CLIENTE : AEROPUERTOS DEL PERU SA																																																																																																																																																								
REFERENCIA : Expediente N° 021-2017																																																																																																																																																									
Datos de la Muestra																																																																																																																																																									
Descripción : DRENAJE	Coordenadas : E:0546571																																																																																																																																																								
Progresiva : -	N: 9072673																																																																																																																																																								
Perforación : C - C8	Muestra: M-01																																																																																																																																																								
	Ubicación : Pucallpa																																																																																																																																																								
	Profundidad : 0.00 - 3.00																																																																																																																																																								
	Fecha : 27/07/2017																																																																																																																																																								
ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO																																																																																																																																																									
MTC E 107 - 2016																																																																																																																																																									
<table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Tamiz ASTM</th> <th rowspan="2">Abertura (mm.)</th> <th rowspan="2">Peso Retenido</th> <th colspan="2">% Retenido</th> <th rowspan="2">% que Pasa</th> </tr> <tr> <th>Parcial</th> <th>Acumulado</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>4"</td><td>101.600</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>3"</td><td>76.200</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>2 1/2"</td><td>63.500</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>2"</td><td>50.800</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>1 1/2"</td><td>38.100</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>1"</td><td>25.400</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>3/4"</td><td>19.050</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>1/2"</td><td>12.700</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>3/8"</td><td>9.525</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>1/4"</td><td>6.350</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>No. 4</td><td>4.750</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>No. 8</td><td>2.350</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>No. 10</td><td>2.000</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>No. 16</td><td>1.190</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>No. 20</td><td>0.834</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>No. 30</td><td>0.600</td><td></td><td></td><td></td><td>100.0</td></tr> <tr><td>No. 40</td><td>0.420</td><td>1.2</td><td>0.6</td><td>0.6</td><td>99.4</td></tr> <tr><td>No. 50</td><td>0.300</td><td>1.0</td><td>0.5</td><td>1.1</td><td>98.9</td></tr> <tr><td>No. 60</td><td>0.250</td><td>1.0</td><td>0.5</td><td>1.6</td><td>98.4</td></tr> <tr><td>No. 80</td><td>0.177</td><td>1.4</td><td>10.1</td><td>11.7</td><td>88.3</td></tr> <tr><td>No. 100</td><td>0.149</td><td>1.0</td><td>0.5</td><td>12.2</td><td>87.8</td></tr> <tr><td>No. 140</td><td>0.106</td><td>1.5</td><td>0.7</td><td>12.9</td><td>87.1</td></tr> <tr><td>No. 200</td><td>0.075</td><td>2.9</td><td>1.0</td><td>13.9</td><td>86.1</td></tr> <tr><td>-200</td><td></td><td>196.7</td><td>88.1</td><td>100.0</td><td></td></tr> </tbody> </table>	Tamiz ASTM	Abertura (mm.)	Peso Retenido	% Retenido		% que Pasa	Parcial	Acumulado	4"	101.600					3"	76.200					2 1/2"	63.500					2"	50.800					1 1/2"	38.100					1"	25.400					3/4"	19.050					1/2"	12.700					3/8"	9.525					1/4"	6.350					No. 4	4.750					No. 8	2.350					No. 10	2.000					No. 16	1.190					No. 20	0.834					No. 30	0.600				100.0	No. 40	0.420	1.2	0.6	0.6	99.4	No. 50	0.300	1.0	0.5	1.1	98.9	No. 60	0.250	1.0	0.5	1.6	98.4	No. 80	0.177	1.4	10.1	11.7	88.3	No. 100	0.149	1.0	0.5	12.2	87.8	No. 140	0.106	1.5	0.7	12.9	87.1	No. 200	0.075	2.9	1.0	13.9	86.1	-200		196.7	88.1	100.0		<p>CLASIFICACIÓN SUCS : CH CLASIFICACIÓN AASHTO : A-7-5(38) - Arcilla de alta plasticidad arenoso</p>  <p>Peso Inicial (g) : 205.8 Peso Fracción (g) :</p>
Tamiz ASTM				Abertura (mm.)	Peso Retenido		% Retenido		% que Pasa																																																																																																																																																
	Parcial	Acumulado																																																																																																																																																							
4"	101.600																																																																																																																																																								
3"	76.200																																																																																																																																																								
2 1/2"	63.500																																																																																																																																																								
2"	50.800																																																																																																																																																								
1 1/2"	38.100																																																																																																																																																								
1"	25.400																																																																																																																																																								
3/4"	19.050																																																																																																																																																								
1/2"	12.700																																																																																																																																																								
3/8"	9.525																																																																																																																																																								
1/4"	6.350																																																																																																																																																								
No. 4	4.750																																																																																																																																																								
No. 8	2.350																																																																																																																																																								
No. 10	2.000																																																																																																																																																								
No. 16	1.190																																																																																																																																																								
No. 20	0.834																																																																																																																																																								
No. 30	0.600				100.0																																																																																																																																																				
No. 40	0.420	1.2	0.6	0.6	99.4																																																																																																																																																				
No. 50	0.300	1.0	0.5	1.1	98.9																																																																																																																																																				
No. 60	0.250	1.0	0.5	1.6	98.4																																																																																																																																																				
No. 80	0.177	1.4	10.1	11.7	88.3																																																																																																																																																				
No. 100	0.149	1.0	0.5	12.2	87.8																																																																																																																																																				
No. 140	0.106	1.5	0.7	12.9	87.1																																																																																																																																																				
No. 200	0.075	2.9	1.0	13.9	86.1																																																																																																																																																				
-200		196.7	88.1	100.0																																																																																																																																																					
DETERMINACION DE LOS LIMITES DE CONSISTENCIA Y HUMEDAD NATURAL																																																																																																																																																									
<table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Capsula Nro</th> <th colspan="2">LIMITE PLASTICO MTC E 111 - 2016</th> <th rowspan="2">HUM. NAT. MTC E 108</th> </tr> <tr> <th>3</th> <th>5</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>Peso de la Capsula (g)</td><td>16.69</td><td>16.52</td><td>267.4</td></tr> <tr><td>Peso de la Capsula+Suelo Humedo (g)</td><td>28.68</td><td>29.94</td><td>1701.3</td></tr> <tr><td>Peso de la Capsula+Suelo Seco (g)</td><td>25.80</td><td>26.80</td><td>1332.3</td></tr> <tr><td>Peso del Agua (g)</td><td>2.88</td><td>3.14</td><td>369</td></tr> <tr><td>Peso del Suelo Seco (g)</td><td>9.11</td><td>10.28</td><td>1065</td></tr> <tr><td>Contenido de Humedad (%)</td><td>31.61</td><td>30.54</td><td>34.65</td></tr> <tr><td>PROMEDIO</td><td>31</td><td></td><td>34.7</td></tr> </tbody> </table>	Capsula Nro	LIMITE PLASTICO MTC E 111 - 2016		HUM. NAT. MTC E 108	3	5	Peso de la Capsula (g)	16.69	16.52	267.4	Peso de la Capsula+Suelo Humedo (g)	28.68	29.94	1701.3	Peso de la Capsula+Suelo Seco (g)	25.80	26.80	1332.3	Peso del Agua (g)	2.88	3.14	369	Peso del Suelo Seco (g)	9.11	10.28	1065	Contenido de Humedad (%)	31.61	30.54	34.65	PROMEDIO	31		34.7	<p>CONSTANTES FÍSICAS</p> <p>LIMITE LIQUIDO : 69 LIMITE PLÁSTICO : 31 IND. PLASTICIDAD : 38</p> 																																																																																																																						
Capsula Nro		LIMITE PLASTICO MTC E 111 - 2016			HUM. NAT. MTC E 108																																																																																																																																																				
	3	5																																																																																																																																																							
Peso de la Capsula (g)	16.69	16.52	267.4																																																																																																																																																						
Peso de la Capsula+Suelo Humedo (g)	28.68	29.94	1701.3																																																																																																																																																						
Peso de la Capsula+Suelo Seco (g)	25.80	26.80	1332.3																																																																																																																																																						
Peso del Agua (g)	2.88	3.14	369																																																																																																																																																						
Peso del Suelo Seco (g)	9.11	10.28	1065																																																																																																																																																						
Contenido de Humedad (%)	31.61	30.54	34.65																																																																																																																																																						
PROMEDIO	31		34.7																																																																																																																																																						
<table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Capsula Nro</th> <th colspan="3">LIMITE LIQUIDO (MTC E 110 - 2016)</th> </tr> <tr> <th>42</th> <th>38</th> <th>30</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>Peso de la Capsula (g)</td><td>28.42</td><td>27.69</td><td>22.46</td></tr> <tr><td>Peso de la Capsula+Suelo Humedo (g)</td><td>43.82</td><td>39.58</td><td>41.02</td></tr> <tr><td>Peso de la Capsula+Suelo Seco (g)</td><td>37.69</td><td>34.76</td><td>33.19</td></tr> <tr><td>Numero de Golpes</td><td>35</td><td>24</td><td>18</td></tr> <tr><td>Peso del agua (g)</td><td>6.13</td><td>4.82</td><td>7.93</td></tr> <tr><td>Peso del Suelo Seco (g)</td><td>9.27</td><td>7.07</td><td>10.73</td></tr> <tr><td>Contenido de Humedad (%)</td><td>66.1</td><td>68.2</td><td>73.0</td></tr> </tbody> </table>	Capsula Nro	LIMITE LIQUIDO (MTC E 110 - 2016)			42	38	30	Peso de la Capsula (g)	28.42	27.69	22.46	Peso de la Capsula+Suelo Humedo (g)	43.82	39.58	41.02	Peso de la Capsula+Suelo Seco (g)	37.69	34.76	33.19	Numero de Golpes	35	24	18	Peso del agua (g)	6.13	4.82	7.93	Peso del Suelo Seco (g)	9.27	7.07	10.73	Contenido de Humedad (%)	66.1	68.2	73.0																																																																																																																						
Capsula Nro		LIMITE LIQUIDO (MTC E 110 - 2016)																																																																																																																																																							
	42	38	30																																																																																																																																																						
Peso de la Capsula (g)	28.42	27.69	22.46																																																																																																																																																						
Peso de la Capsula+Suelo Humedo (g)	43.82	39.58	41.02																																																																																																																																																						
Peso de la Capsula+Suelo Seco (g)	37.69	34.76	33.19																																																																																																																																																						
Numero de Golpes	35	24	18																																																																																																																																																						
Peso del agua (g)	6.13	4.82	7.93																																																																																																																																																						
Peso del Suelo Seco (g)	9.27	7.07	10.73																																																																																																																																																						
Contenido de Humedad (%)	66.1	68.2	73.0																																																																																																																																																						

ANEXO n.º 3.11: Certificado de Ensayo de Calicata C-09



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS

INFORME DE ENSAYO
181531-70-LAB12-20170927-11

SOLICITANTE : GMI S.A. INGENIEROS CONSULTORES

DIRECCIÓN : Av. Paseo de la República N° 4667 - Dpto 701, Surquillo Lima.

REFERENCIA : Expediente N° 021-2017

PROYECTO : 181531: Expediente Técnico para la ejecución de las Obras de Reparación del Drenaje del aeropuerto internacional "CAP. FAP. DAVID ABENZUR

CLIENTE : AEROPUERTOS DEL PERU SA

Datos de la Muestra

Descripción : DRENAJE

Progresiva : -

Perforación : C - 09

Coordenadas : E:0546481
N: 6072814

Muestra : M-01

Ubicación : Pucallpa

Profundidad : 0.00 - 3.00

Fecha : 27/07/2017

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

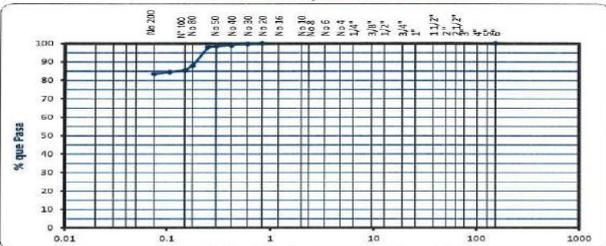
MTC E 107 - 2016

Tamiz ASTM	Abertura (mm.)	Peso Retenido	% Retenido		% que Pasa
			Parcial	Acumulado	
4"	101.600				
3"	76.200				
2 1/2"	63.500				
2"	50.800				
1 1/2"	38.100				
1"	25.400				
3/4"	19.050				
1/2"	12.700				
3/8"	9.525				
1/4"	6.350				
No. 4	4.750				
No. 8	2.360				
No. 10	2.000				
No. 18	1.190				
No. 20	0.834				100.0
No. 30	0.600	1.0	0.4	0.4	99.6
No. 40	0.420	1.1	0.5	0.9	99.1
No. 50	0.300	1.0	0.4	1.3	98.7
No. 60	0.250	1.4	0.8	1.9	98.1
No. 80	0.177	1.0	10.1	12.0	88.0
No. 100	0.149	6.0	2.6	14.6	85.4
No. 150	0.106	2.1	0.9	15.5	84.5
No. 200	0.075	2.0	0.9	16.4	83.6
-200		218.9	83.6	100.0	

CLASIFICACIÓN SUCS : CH

CLASIFICACIÓN AASHTO : A-7-6(27)

- Arcilla de alta plasticidad arenoso



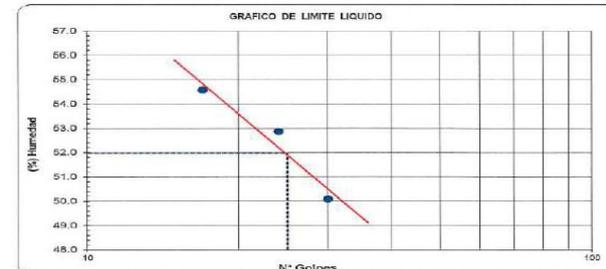
Peso Inicial (g) : 232.5 **Peso Fracción (g)** :

DETERMINACION DE LOS LIMITES DE CONSISTENCIA Y HUMEDAD NATURAL

	LIMITE PLASTICO MTC E 111 - 2016		HUM. NAT. MTC E 108
Capsula Nro	5	7	13
Peso de la Capsula (g)	18.52	15.67	276.7
Peso de la Capsula+Suelo Humedo (g)	27.34	28.56	1502.9
Peso de la Capsula+Suelo Seco (g)	25.42	26.30	1258.8
Peso del Agua (g)	1.92	2.26	244
Peso del Suelo Seco (g)	8.90	10.63	982
Contenido de Humedad (%)	21.57	21.26	24.85
PROMEDIO	21		24.9

CONSTANTES FÍSICAS

LIMITE LIQUIDO : 52 **LIMITE PLÁSTICO** : 21 **IND. PLASTICIDAD** : 31



	LIMITE LIQUIDO (MTC E 110 - 2016)		
Capsula Nro	43	48	35
Peso de la Capsula (g)	29.10	27.82	29.10
Peso de la Capsula+Suelo Humedo (g)	44.44	43.23	43.26
Peso de la Capsula+Suelo Seco (g)	39.32	37.90	38.26
Número de Golpes	30	24	17
Peso del agua (g)	5.12	5.33	5.00
Peso del Suelo Seco (g)	10.22	10.08	9.16
Contenido de Humedad (%)	50.1	52.9	54.6

Serkovich Pascual, Yuri Liseth

Pág. 88

ANEXO n.º 4. CERTIFICADOS DE ENSAYOS ESPECIALES DE LABORATORIO DE TALUD

ANEXO n.º 4.1: Ensayo de Peso Volumétrico

Muestra de Talud T-01

INFORME DE ENSAYO			
SOLICITANTE	: GMI SA INGENIEROS CONSULTORES	PROYECTO	: *181531: Expediente Técnico Obras De Drenaje
DIRECCIÓN	: Av. Paseo de la Republica Nro. 4675 – Surquillo – Lima		: Aeropuerto Cap Fap David Abensur Rengifo – Pucallpa*
		UBICACIÓN	: Pucallpa
FECHA DE RECEPCIÓN	: Lima, 22 de Setiembre del 2017	FECHA DE EMISIÓN	: Lima, 04 de Octubre del 2017
REFERENCIAS DE LA PRUEBA			
IDENTIFICACIÓN	: Talud "T - 1"		
PRESENTACIÓN	: 01 Tubo porta muestra		
DESCRIPCIÓN DEL SUELO	: Arcilla arenosa de baja plasticidad		
NTP 339.139 (1999)		PESO VOLUMÉTRICO DE SUELOS	
IDENTIFICACIÓN		Talud "T - 1"	
Peso Volumétrico Húmedo	(g/cm ³)	2.981	
Contenido de Humedad	(%)	21.3	
Peso Volumétrico Seco	(g/cm ³)	1.716	

Muestra de Talud T-02

INFORME DE ENSAYO			
SOLICITANTE	: GMI SA INGENIEROS CONSULTORES	PROYECTO	: *181531: Expediente Técnico Obras De Drenaje
DIRECCIÓN	: Av. Paseo de la Republica Nro. 4675 – Surquillo – Lima		: Aeropuerto Cap Fap David Abensur Rengifo – Pucallpa*
		UBICACIÓN	: Pucallpa
FECHA DE RECEPCIÓN	: Lima, 22 de Setiembre del 2017	FECHA DE EMISIÓN	: Lima, 26 de Setiembre del 2017
REFERENCIAS DE LA PRUEBA			
IDENTIFICACIÓN	: Talud "T - 2"		
PRESENTACIÓN	: 01 Tubo porta muestra		
DESCRIPCIÓN DEL SUELO	: Arcilla de alta compresibilidad alta plasticidad		
NTP 339.139 (1999)		PESO VOLUMÉTRICO DE SUELOS	
IDENTIFICACIÓN		Talud "T - 2"	
Peso Volumétrico Húmedo	(g/cm ³)	1.934	
Contenido de Humedad	(%)	26.7	
Peso Volumétrico Seco	(g/cm ³)	1.527	

Muestra de Talud T-03

INFORME DE ENSAYO			
SOLICITANTE	: GMI SA INGENIEROS CONSULTORES	PROYECTO	: "181531: Expediente Técnico Obras De Drenaje
DIRECCIÓN	: Av. Paseo de la Republica Nro. 4675 – Surquillo – Lima		: Aeropuerto Cap Fap David Abensur Rengifo – Pucallpa"
		UBICACIÓN	: Pucallpa
FECHA DE RECEPCIÓN	: Lima, 22 de Setiembre del 2017	FECHA DE EMISIÓN	: Lima, 26 de Setiembre del 2017
REFERENCIAS DE LA PRUEBA			
IDENTIFICACIÓN	: Talud "T - 3"		
PRESENTACIÓN	: 01 Tubo porta muestra		
DESCRIPCIÓN DEL SUELO	: Arcilla de alta compresibilidad alta plasticidad con arena		
NTP 339.139 (1999) PESO VOLUMÉTRICO DE SUELOS			
IDENTIFICACIÓN		Talud "T - 3"	
Peso Volumétrico Húmedo	(g/cm ³)	1.918	
Contenido de Humedad	(%)	28.3	
Peso Volumétrico Seco	(g/cm ³)	1.485	

Muestra de Talud T-04

INFORME DE ENSAYO			
SOLICITANTE	: GMI SA INGENIEROS CONSULTORES	PROYECTO	: "181531: Expediente Técnico Obras De Drenaje
DIRECCIÓN	: Av. Paseo de la Republica Nro. 4675 – Surquillo – Lima		: Aeropuerto Cap Fap David Abensur Rengifo – Pucallpa"
		UBICACIÓN	: Pucallpa
FECHA DE RECEPCIÓN	: Lima, 22 de Setiembre del 2017	FECHA DE EMISIÓN	: Lima, 26 de Setiembre del 2017
REFERENCIAS DE LA PRUEBA			
IDENTIFICACIÓN	: Talud "T - 4"		
PRESENTACIÓN	: 01 Tubo porta muestra		
DESCRIPCIÓN DEL SUELO	: Arcilla de alta compresibilidad alta plasticidad con arena		
NTP 339.139 (1999) PESO VOLUMÉTRICO DE SUELOS			
IDENTIFICACIÓN		Talud "T - 4"	
Peso Volumétrico Húmedo	(g/cm ³)	1.754	
Contenido de Humedad	(%)	25.9	
Peso Volumétrico Seco	(g/cm ³)	1.393	

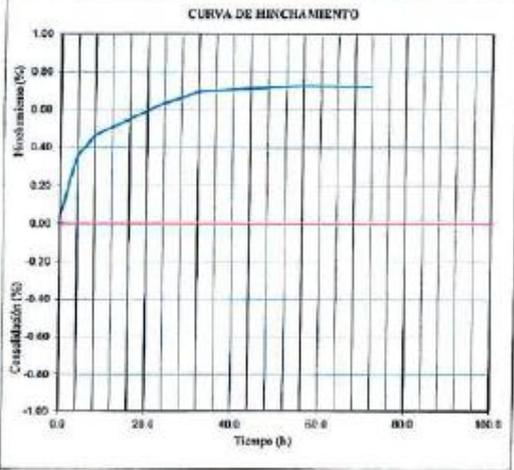
ANEXO n.º 4.2: Ensayo de Expansión Libre

Muestra de Talud T-01

INFORME DE ENSAYO					
SOLICITANTE	: GUISA INGENIEROS CONSULTORES	PROYECTO	: "181631: Explotación Teórica Obras De Drenaje Aeropuerto		
DIRECCIÓN	: Av. Paseo de la República No. 4675 – Surquillo – Lima	UBICACIÓN	: Pucallpa		
FECHA DE RECEPCIÓN	: Lima, 22 de Setiembre del 2017	FECHA DE EMISIÓN	: Lima, 02 de Octubre del 2017		
UNE 103.601 ENSAYO DEL HINCHAMIENTO LIBRE DE UN SUELO EN EDÓMETRO					
REFERENCIAS DE LA MUESTRA					
IDENTIFICACIÓN	: Talud "T - 1"	PRESENTACIÓN	: 01 Tubo por la muestra		
DESCRIPCIÓN	: Arcilla arenosa de bajo plasticidad	CANTIDAD	: 2 kg aprox.		
CARACTERÍSTICAS DEL SUELO		CARACTERÍSTICAS DEL MOLDE DE ENSAYO N°1			
Clasificación SUCS (ASTM D 2007)	CL	Altura (mm)	22.00		
Clasificación Obras Viales (ASTM D 2002)	A-7-6 (7)	Diámetro (mm)	50.00		
Límite Líquido (ASTM D 4318) (%)	43	Área (cm²)	19.63		
Índice Plástico (ASTM D 4318) (%)	21	Volumen (cm³)	43.20		
Más más Paso N° 200 (ASTM D 1140) (%)	51	Peso (g)	98.51		
CARACTERÍSTICAS DE LOS ESPECIMENES DE ENSAYO					
Condiciones Iniciales	Densidad Humeda (g/cm³)	2.093	Condiciones Finales		
	Humedad (%)	21.6			
	Densidad Seca (g/cm³)	1.226			
	Área del espécimen (cm²)	22.00			
HINCHAMIENTO DEL SUELO (%)					
Presión Vertical de Ensayo	10 kPa	(Según Procedimiento de ensayo)			
ETAPA DE SATURACIÓN					
N° 1	0'	-0.003	-0.003	0.000	
	5'	-0.001	-0.001	0.000	
	15'	0.000	0.000	0.000	
	30'	0.001	0.001	0.000	
	1'	0.001	0.001	0.000	
	2'	0.002	0.002	0.014	
	4'	0.003	0.003	0.030	
	8'	0.005	0.005	0.067	
	15'	0.009	0.009	0.145	
	20'	0.015	0.015	0.173	
	1h	0.023	0.023	0.300	
	2h	0.044	0.044	0.300	
	4h	0.077	0.077	0.385	
	8h	0.101	0.101	0.464	
	N° 2	24h	0.139	0.139	0.633
		28h	0.142	0.142	0.601
32h		0.152	0.152	0.606	
N° 3	48h	0.157	0.157	0.718	
	56h	0.159	0.159	0.727	
N° 4	72h	0.158	0.158	0.720	

GRÁFICO

CURVA DE HINCHAMIENTO



Hinchamiento máximo obtenido = 0.727 %

"El espécimen luego de experimente por saturación, con el tiempo, llega a consolidarse"

ANEXO n.º 4.3: Ensayo de Compresión no confinada

Muestra de Talud T-03

INFORME DE ENSAYO							
SOLICITANTE	: GMI SA INGENIEROS CONSULTORES			PROYECTO	: "181531: Expediente Técnico Obras De Drenaje Aeropuerto		
DIRECCIÓN	: Av. Paseo de la República Nro. 4676 - Surquillo - Lima			UBICACIÓN	: Pucallpa		
FECHA DE RECEP.	: Lima, 22 de Setiembre del 2017			FECHA DE EMISIÓN	: Lima, 27 de Setiembre del 2017		
ASTM D 2166-00e1				COMPRESIÓN NO CONFINADA EN MUESTRAS DE SUELOS COHESIVOS			
REFERENCIAS DE LA MUESTRA							
IDENTIFICACIÓN	: Talud "T - 3"			PRESENTACIÓN	: 01 Muestra tubular inalterada de 4 pulg. de diámetro		
DESCRIPCIÓN	: Arcilla de alta compresibilidad alta plasticidad con arena						
CONTENIDO DE HUMEDAD (ASTM D 2216-05)				CARACTERÍSTICAS DE LA MUESTRA			
Nº Tarro	193			Condición de la Muestra	Remoldeada		
Peso del Tarro + Suelo Húmedo (g)	642.1			Límite Líquido (ASTM D 4318-05) (%)	56		
Peso del Tarro + Suelo Seco (g)	439.4			Límite Plástico (ASTM D 4318-05) (%)	21		
Peso del Agua (g)	102.7			Índice Plástico (ASTM D 4318-05) (%)	35		
Peso del Tarro (g)	78.6			Mat. más Fino N° 200 (ASTM D 1140-00) (%)	78		
Peso del Suelo seco (g)	300.8			Gravedad Específica (ASTM C 128-04a) (%)	--		
Contenido de Humedad (%)	25.5			Clasificación SUCS (ASTM D 2487-05)	CH		
VELOCIDAD DE ENSAYO (% / min.)	0.03			Clasificación Obras Vales (ASTM D 3282-04e1)	A-7-G(28)		
CARACTERÍSTICAS DEL ESPECIMEN DE ENSAYO							
Dimensiones	Inicial	Final (a la)	Forma				
Diámetro (cm)	18.10	10.95	Cilindro	Volumen Inicial (cm³)	1930.88		
Altura (cm)	24.10	20.50	Peso (g)	3723.8			
Área (cm²)	80.12	94.19	Peso Unitario Húmedo Inicial (NTP 339.139) (g/cm³)	1.929			
Relación Altura/Diámetro (Esbeltez)	2.39		Peso Unitario Seco Inicial (NTP 339.139) (g/cm³)	1.501			
Leerura del Dial de Carga	Carga Axial (kg)	Dial de Deformación	Deformación Total (mm)	Deformación Unitaria (%)	Factor de Corrección	Área Corregida (cm²)	Esfuerzo a la Compresión (kg/cm²)
0.0	0.000	0	0	0.0	1.000	80.12	0.00
4.0	7.7	280	2	0.3	0.992	80.79	0.19
8.0	16.5	450	4	1.7	0.983	81.47	0.29
8.0	25.5	600	6	2.5	0.975	82.16	0.31
9.0	39.0	800	8	3.3	0.967	82.87	0.38
10.0	34.5	1,050	10	4.1	0.958	83.59	0.41
11.0	38.9	1,200	12	5.0	0.950	84.32	0.46
12.0	43.4	1,400	14	5.8	0.942	85.06	0.51
12.0	43.4	1,600	16	6.6	0.934	85.82	0.51
13.0	47.9	1,800	18	7.5	0.926	86.59	0.55
13.0	47.9	2,000	20	8.3	0.917	87.37	0.56
13.0	47.9	2,200	22	9.1	0.909	88.17	0.54
14.0	52.3	2,400	24	10.0	0.900	88.98	0.59
14.0	52.3	2,600	26	10.8	0.892	89.81	0.58
14.0	52.3	2,800	28	11.6	0.884	90.65	0.58
13.0	47.9	3,000	30	12.4	0.876	91.51	0.52
12.0	43.4	3,200	32	13.3	0.867	92.39	0.47
10.0	34.5	3,400	34	14.1	0.859	93.28	0.37
7.0	21.1	3,600	36	14.9	0.851	94.19	0.22
Factor del Anillo (kg)					0.00100 X ² + 4.48360 X - 10.1743		
Referencias:							

INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE : GMI SA INGENIEROS CONSULTORES PROYECTO : *181531: Expediente Técnico Obras De Drenaje
DIRECCIÓN : Av. Paseo de la Republica No. 4675 - Surquillo - Lima Aeropuerto Cap Fap David Abenzur Rengifo - Pucallpa
UBICACIÓN : Pucallpa
FECHA DE RECEP. : Lima, 22 de Setiembre del 2017 FECHA DE EMISIÓN : Lima, 27 de Setiembre del 2017

ASTM D 2166-00a1

COMPRESIÓN NO CONFINADA EN MUESTRAS DE SUELOS COHESIVOS

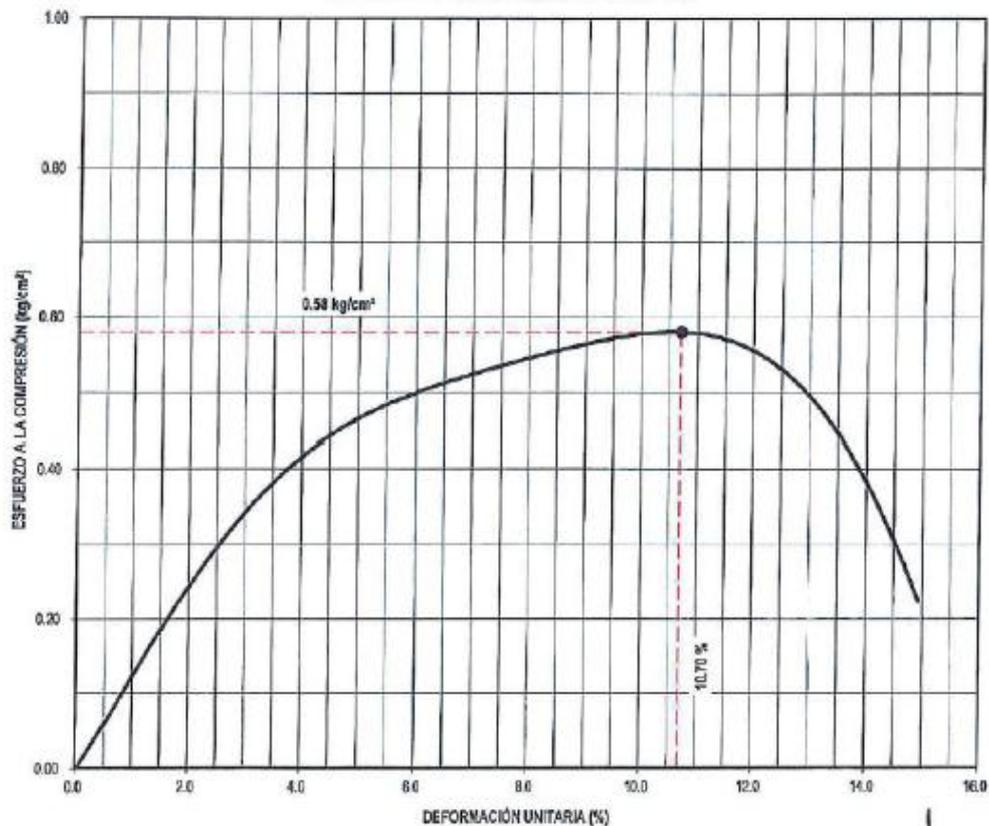
REFERENCIAS DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN : Taled "T-3" PRESENTACIÓN : 01 Muestra tubular inalterada de 4 pulg. de diámetro
DESCRIPCIÓN : Arcilla de alta compresibilidad alta plasticidad con arena

CARACTERÍSTICAS DEL ESPECIMEN DE ENSAYO

Dimensiones			Relación Altura/Diámetro	Peso (g)	Contenido de Humedad (%)	Peso Unitario Seco (g/cm ³)	Resistencia a la Compresión (kg/cm ²)
Diámetro (cm)	Altura (cm)	Área (cm ²)					
10.10	24.10	80.12	2.39	3723.8	26.5	1.501	0.58

ESFUERZO VS. DEFORMACIÓN UNITARIA



Muestra de Talud T-04

INFORME DE ENSAYO							
SOLICITANTE	: GMI SA INGENIEROS CONSULTORES			PROYECTO	: 181531: Expediente Técnico Obras De Drenaje Aeropuerto		
DIRECCIÓN	: Av. Paseo de la Republica Nro. 4675 – Surquillo – Lima			UBICACIÓN	: Pucallpa		
FECHA DE RECEP.	: Lima, 22 de Setiembre del 2017			FECHA DE EMISIÓN	: Lima, 27 de Setiembre del 2017		
ASTM D 2166-00e1				COMPRESIÓN NO CONFINADA EN MUESTRAS DE SUELOS COHESIVOS			
REFERENCIAS DE LA MUESTRA							
IDENTIFICACIÓN	: Talud "T - 4"			PRESENTACIÓN	: 01 Muestra tubular instalada de 4 pulg. de diámetro		
DESCRIPCIÓN	: Arcilla de alta compresibilidad alta plasticidad con arena						
CONTENIDO DE HUMEDAD (ASTM D 2216-05)				CARACTERÍSTICAS DE LA MUESTRA			
N° Tazo		251		Condición de la Muestra		Instalada	
Peso del Tazo + Suelo Húmedo	(g)	467.9		Límite Líquido	(ASTM D 4318-05)	(%)	65
Peso del Tazo + Suelo Seco	(g)	388.8		Límite Plástico	(ASTM D 4318-05)	(%)	16
Peso del Agua	(g)	79.1		Índice Plástico	(ASTM D 4318-05)	(%)	50
Peso del Tazo	(g)	89.1		Mol. más Fino N° 200	(ASTM D 1140-05)	(%)	81
Peso del Suelo seco	(g)	308.7		Gravedad Específica	(ASTM C 128-04a)	(%)	--
Contenido de Humedad	(%)	25.6		Clasificación SUCS	(ASTM D 2487-05)		CH
VELOCIDAD DE ENSAYO	(%/min.)	0.95		Clasificación Otras Viales	(ASTM D 3282-04e1)		A-7.5(4)
CARACTERÍSTICAS DEL ESPECIMEN DE ENSAYO							
Dimensiones	Inicial	Final (taza)		Forma		Cilindro	
Diámetro (cm)	9.80	10.28		Volumen Inicial	(cm ³)	1749.97	
Altura (cm)	23.20	21.16		Peso	(g)	3252.9	
Área (cm ²)	75.43	82.94		Peso Unificado Húmedo Inicial	(NTP 338.138) (g/cm ³)	1.859	
Relación Altura/Diámetro [Esbeltez]		2.37		Peso Unificado Seco Inicial	(NTP 338.138) (g/cm ³)	1.480	
Leerura del Dial de Carga	Carga Axial (kg)	Dial de Deformación	Deformación Total (mm)	Deformación Unitaria (%)	Factor de Corrección	Área Corregida (cm ²)	Esfuerzo a la Compresión (kg/cm ²)
0.0	0.0	0	0	0.0	1.000	75.43	0.00
3.0	3.2	100	1	0.4	0.999	75.76	0.04
3.5	5.4	200	2	0.9	0.991	76.09	0.07
4.0	7.7	300	3	1.3	0.987	76.42	0.10
5.0	12.1	400	4	1.7	0.983	76.75	0.16
5.0	12.1	500	5	2.2	0.978	77.09	0.16
6.0	16.6	600	6	2.6	0.974	77.43	0.21
6.0	16.6	700	7	3.0	0.970	77.78	0.21
6.0	16.6	800	8	3.4	0.966	78.12	0.21
5.5	14.4	900	9	3.9	0.961	78.47	0.19
5.5	14.4	1,000	10	4.3	0.957	78.83	0.18
5.5	14.4	1,100	11	4.7	0.953	79.18	0.19
5.0	12.1	1,200	12	5.2	0.948	79.54	0.15
5.0	12.1	1,300	13	5.6	0.944	79.91	0.15
4.0	7.7	1,400	14	6.0	0.940	80.27	0.10
3.5	5.4	1,500	15	6.5	0.935	80.64	0.07
3.0	3.2	1,600	16	6.9	0.931	81.02	0.04
3.0	3.2	1,700	17	7.3	0.927	81.39	0.04
3.0	3.2	1,800	18	7.8	0.922	81.77	0.04
3.0	3.2	1,900	19	8.2	0.918	82.16	0.04
3.0	3.2	2,000	20	8.6	0.914	82.55	0.04
3.0	3.2	2,100	21	9.1	0.909	82.94	0.04
Factor del Anillo (kg)					0.00000 X ² + 4.46360 X - 10.1743		

INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE : GMI SA INGENIEROS CONSULTORES PROYECTO : 181531: Expediente Técnico Obras De Drenaje
 DIRECCIÓN : Av. Paseo de la Republica No. 4575 – Surquillo – Lima Aeropuerto Cap Fap David Abenzur Rengifo – Pucallpa
 UBICACIÓN : Pucallpa
 FECHA DE RECEP. : Lima, 22 de Setiembre del 2017 FECHA DE EMISIÓN : Lima, 27 de Setiembre del 2017

ASTM D 2166-00e1 COMPRESION NO CONFINADA EN MUESTRAS DE SUELOS COHESIVOS

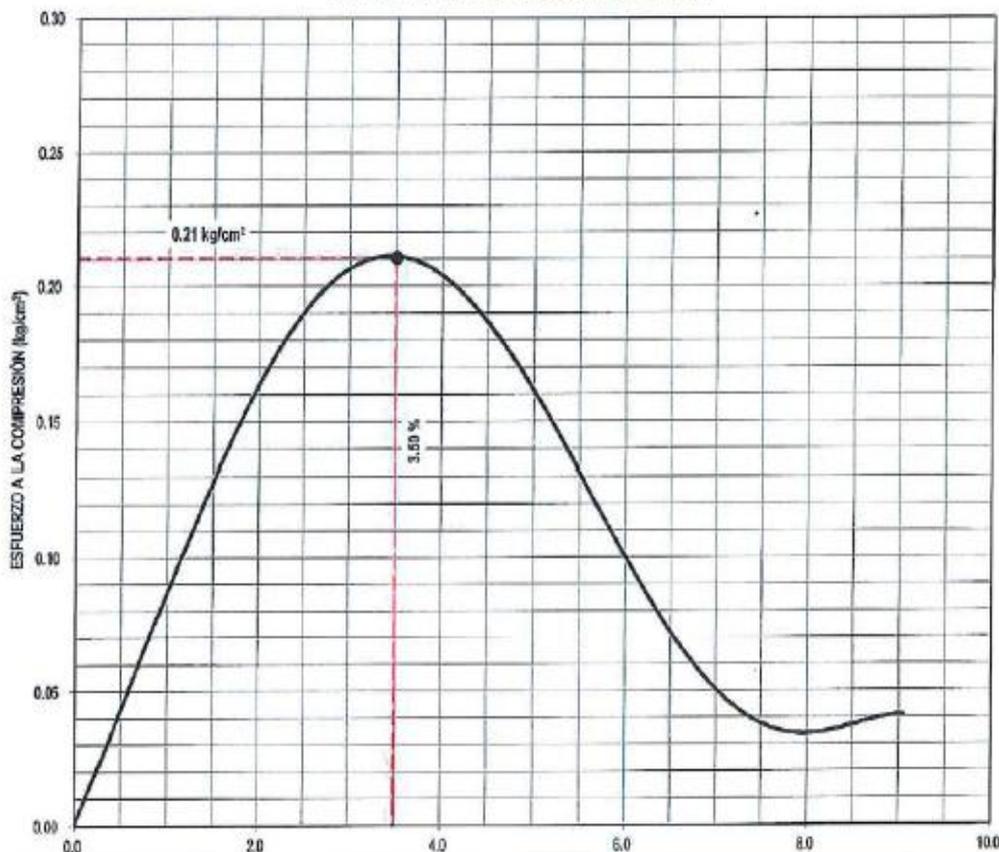
REFERENCIAS DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN : Talud "T - 4" PRESENTACIÓN : 01 Muestra tubular instalada de 4 pulg. de diámetro
 DESCRIPCIÓN : Arcilla de alta compresibilidad alta plasticidad con arena

CARACTERÍSTICAS DEL ESPECIMEN DE ENSAYO

Dimensiones			Relación Altura/Diámetro	Peso (g)	Contenido de Humedad (%)	Peso Unitario Seco (g/cm ³)	Resistencia a la Compresión (kg/cm ²)
Diámetro (cm)	Altura (cm)	Área (cm ²)					
9.80	23.20	75.43	2.37	3252.9	25.6	1.460	0.21

ESFUERZO VS. DEFORMACIÓN UNITARIA



ANEXO n.º 4.4: Ensayo Triaxial CU

Muestra de Talud T-01

INFORME DE ENSAYO					
SOLICITANTE	: GMI SA INGENIEROS CONSULTORES		PROYECTO	: *161631: Expediente Técnico Obras De Drenaje	
DIRECCIÓN	: Av. Paseo de la Republics Nro. 4675 – Surquillo – Lima		UBICACIÓN	: Pucallpa	
FECHA DE RECEPCIÓN	: Lima, 22 de Setiembre del 2017		FECHA DE EMISIÓN	: Lima, 02 de Octubre del 2017	
ASTM D 4767 ENSAYO DE COMPRESIÓN TRIAXIAL CONSOLIDADO - NO DRENADO					
REFERENCIAS DE LA MUESTRA					
IDENTIFICACIÓN	: Talud "T - 1"		PRESENTACIÓN	: 01 Tubo porta muestra	
DESCRIPCIÓN	: Arcilla arenosa de baja plasticidad		CANTIDAD	: 2 kg Aprox.	
CARACTERÍSTICAS DEL SUELO					
Clasificación SUCS (ASTM D 2487)		CL	Mat. más Fino (P 200 (ASTM D 1140)) (%)		51
Clasificación Obras Viales (ASTM D 3282)		A-7-6 (7)	Tamaño Máximo (mm) (ASTM D 422)		0.425
Límite Líquido (ASTM D 4318) (%)		63	Consistencia (s. fino) (NTP 339.150 - 2001)		--
Índice Plástico (ASTM D 4318) (%)		21	Cementación (s. grueso) (NTP 339.150 - 2001)		--
CARACTERÍSTICAS DE LOS ESPECÍMENES DE ENSAYO					
ESPECÍMEN		A	B	C	
Condiciones Iniciales	Esuerzo Confinante (kpa)	500.0	500.0	600.0	
	Diámetro (cm)	7.152	7.154	7.160	
	Alura (cm)	14.228	14.220	14.226	
	Area (cm ²)	40.17	40.20	40.15	
	Volumen (cm ³)	571.6	572.0	571.2	
	Densidad Húmeda (g/cm ³)	1.655	1.657	1.659	
	Humedad (%)	15.0	14.9	15.0	
	Densidad Seca (g/cm ³)	1.613	1.616	1.616	
	LID	1.99	1.99	1.99	
	Volumen de Sólidos (cm ³)	335.0	335.8	335.4	
Grado de Saturación (g/cm ³)	68.5	68.4	68.5		
Condiciones Finales	Diámetro (cm)	7.764	7.771	7.767	
	Alura (cm)	11.628	11.620	11.626	
	Area (cm ²)	47.59	47.43	47.02	
	Densidad Húmeda (g/cm ³)	2.010	2.014	2.030	
	Humedad (%)	24.5	24.1	24.2	
	Densidad Seca (g/cm ³)	1.639	1.647	1.639	
	Grado de Saturación (g/cm ³)	69.3	69.0	68.1	
PARÁMETROS DE ESFUERZOS	EFECTIVOS MÁXIMOS		TOTALES MÁXIMOS		
	Cohesión (kpa)	Ángulo de Fricción (°)	Cohesión (kpa)	Ángulo de Fricción (°)	
	34.6	15.7	20.2	22.4	

INFORME DE ENSAYO

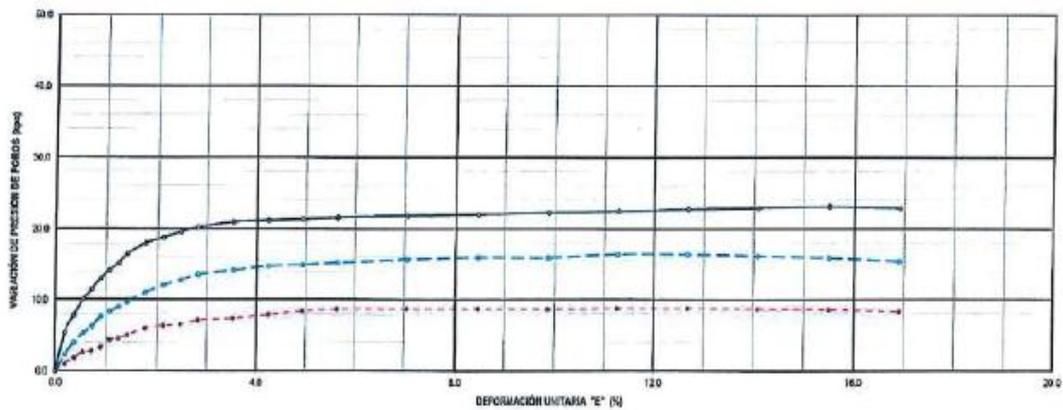
SOLICITANTE	: GMI SA INGENIEROS CONSULTORES	PROYECTO	: "181531: Expediente Técnico Obras De Drenaje Aeropuerto Cap Fap
DIRECCIÓN	: Av. Paseo de la Republica Nro. 4675 - Surquillo - Lima		David Abensur Rengifo - Pucallpa"
		UBICACIÓN	: Pucallpa
FECHA RECEPCIÓN	: Lima, 22 de Setiembre del 2017	FECHA EMISIÓN	: Lima, 02 de Octubre del 2017

ASTM D 4767 ENSAYO DE COMPRESIÓN TRIAXIAL CONSOLIDADO - NO DRENADO

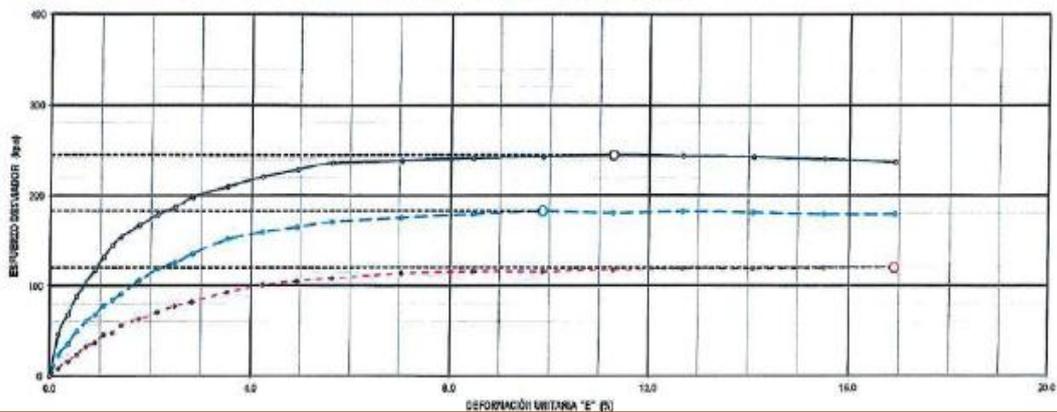
REFERENCIAS DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN	: Talud "T - 1"	DESCRIPCIÓN	: Arcilla arenosa de baja plasticidad
----------------	-----------------	-------------	---------------------------------------

VARIACIÓN DE LA PRESIÓN DE POROS VS DEFORMACIÓN NORMAL



ESFUERZO DESVIADOR VS DEFORMACIÓN NORMAL



INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE	: GMI SA INGENIEROS CONSULTORES	PROYECTO	: "181531: Expediente Técnico Obras De Drenaje Aeropuerto Cap Fap
DIRECCIÓN	: Av. Paseo de la Republica Nro. 4675 – Surquillo – Lima		David Abensur Rengifo – Pucallpa"
FECHA RECEPCIÓN	: Lima, 22 de Setiembre del 2017	UBICACIÓN	: Pucallpa
		FECHA EMISIÓN	: Lima, 02 de Octubre del 2017

ASTM D 4767 ENSAYO DE COMPRESIÓN TRIAXIAL CONSOLIDADO - NO DRENADO

REFERENCIAS DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN	: Takad*T-1*	DESCRIPCIÓN	: Arena arenosa de baja plasticidad
----------------	--------------	-------------	-------------------------------------

GRAFICO DEL CIRCULO DE MOHR

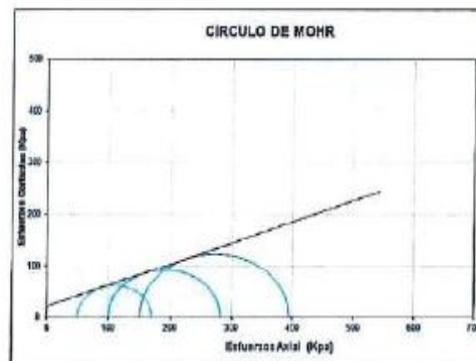
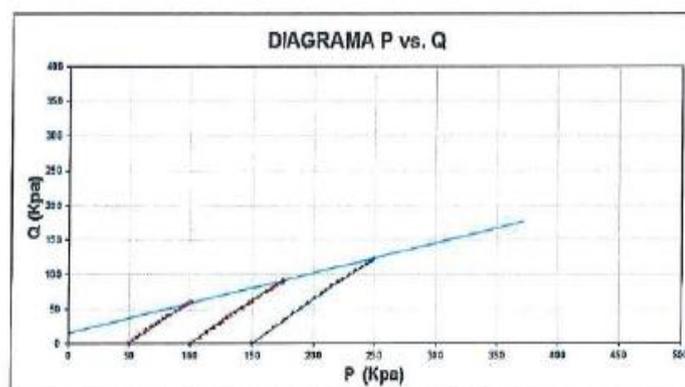
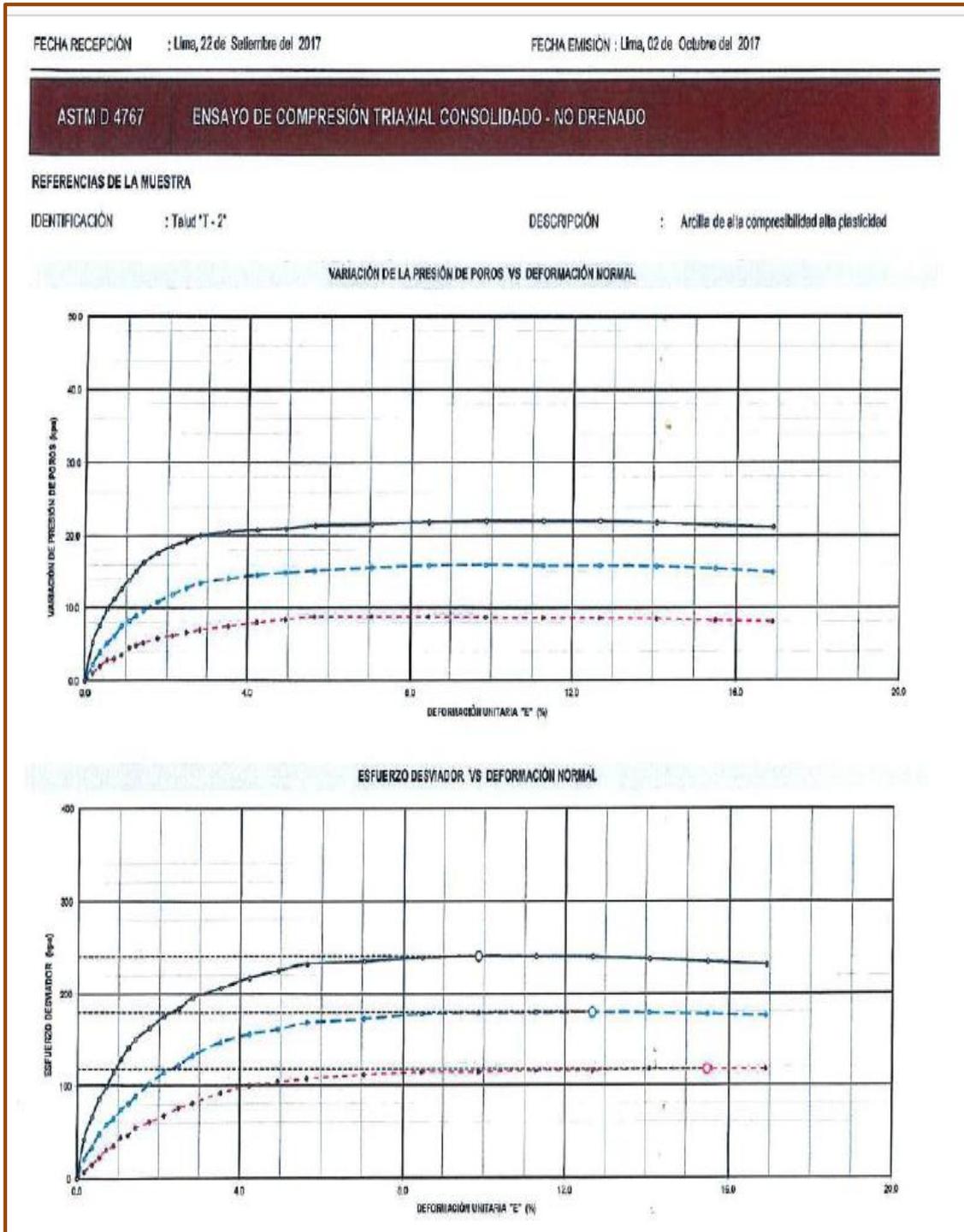


GRAFICO DEL CIRCULO DE MOHR



Muestra de Talud T-02

INFORME DE ENSAYO					
SOLICITANTE	: GMI SA INGENIEROS CONSULTORES		PROYECTO	: *181531: Expediente Técnico Obras De Drenaje	
DIRECCIÓN	: Av. Paseo de la Republica No. 4675 - Surquillo - Lima		UBICACIÓN	: Pucallpa	
FECHA DE RECEPCIÓN	: Lima, 22 de Setiembre del 2017		FECHA DE EMISIÓN	: Lima, 02 de Octubre del 2017	
ASTM D 4767 ENSAYO DE COMPRESIÓN TRIAXIAL CONSOLIDADO - NO DRENADO					
REFERENCIAS DE LA MUESTRA					
IDENTIFICACIÓN	: Talud "T - 2"		PRESENTACIÓN	: 01 Tubo porta muestra	
DESCRIPCIÓN	: Arcilla de alta compresibilidad alta plasticidad		CANTIDAD	: 2 kg Aprox.	
CARACTERÍSTICAS DEL SUELO					
Clasificación SUCS (ASTM D 2487)	GH	Mat. más Fino N° 200 (ASTM D 1140)	(%)	90	
Clasificación Obras Viales (ASTM D 3282)	A-7-0 (H)	Tamaño Máximo (mm) (ASTM D 422)	0.100		
Límite Líquido (ASTM D 4316) (%)	66	Consistencia (s. fino) (NTP 339.150 - 2001)	--		
Índice Plástico (ASTM D 4318) (%)	41	Cementación (s. grueso) (NTP 339.150 - 2001)	--		
CARACTERÍSTICAS DE LOS ESPECÍMENES DE ENSAYO					
ESPECÍMEN	A		B		C
Condiciones Iniciales	Esfuerzo Confinante (kpa)	500.0	550.0	100.0	
	Díámetro (cm)	7.155	7.150	7.153	
	Altura (cm)	14.225	14.230	14.224	
	Área (cm ²)	40.21	40.22	40.19	
	Volumen (cm ³)	572.0	572.3	571.5	
	Densidad Húmeda (g/cm ³)	1.845	1.847	1.851	
	Humedad (%)	14.7	14.8	14.8	
	Densidad Seca (g/cm ³)	1.609	1.609	1.612	
	L/D	1.99	1.99	1.99	
	Volumen de Sólidos (cm ³)	333.2	333.6	333.9	
Grado de Saturación (g/cm ³)	56.5	57.0	57.2		
Condiciones Finales	Díámetro (cm)	7.793	7.765	7.766	
	Altura (cm)	11.825	11.800	11.824	
	Área (cm ²)	47.59	47.60	47.70	
	Densidad Húmeda (g/cm ³)	2.040	2.040	2.035	
	Humedad (%)	24.5	24.7	24.6	
	Densidad Seca (g/cm ³)	1.605	1.609	1.603	
	Grado de Saturación (g/cm ³)	98.4	98.1	98.3	
	PARÁMETROS DE ESFUERZOS	EFECTIVOS MÁXIMOS		TOTALES MÁXIMOS	
Cohesión (kpa)		Ángulo de Fricción (°)	Cohesión (kpa)	Ángulo de Fricción (°)	
38.4		21.6	20.6	21.7	



INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE	: GMI SA INGENIEROS CONSULTORES	PROYECTO	: *161531: Expediente Técnico Obras De Drenaje Aeropuerto Cap Fap
DIRECCIÓN	: Av. Paseo de la Republica Nro. 4675 - Surquillo - Lima		David Abenzur Rengifo - Pucallpa
		UBICACIÓN	: Pucallpa
FECHA RECEPCIÓN	: Lima, 22 de Setiembre del 2017	FECHA EMISIÓN	: Lima, 02 de Octubre del 2017

ASTM D 4767 ENSAYO DE COMPRESIÓN TRIAXIAL CONSOLIDADO - NO DRENADO

REFERENCIAS DE LA MUESTRA

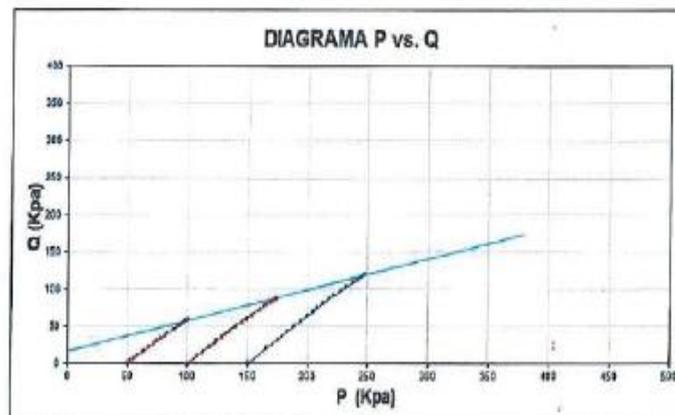
IDENTIFICACIÓN	: Talud T-2'	DESCRIPCIÓN	: Arcilla de alta compresibilidad alta plasticidad
----------------	--------------	-------------	--

GRAFICO DEL CIRCULO DE MOHR



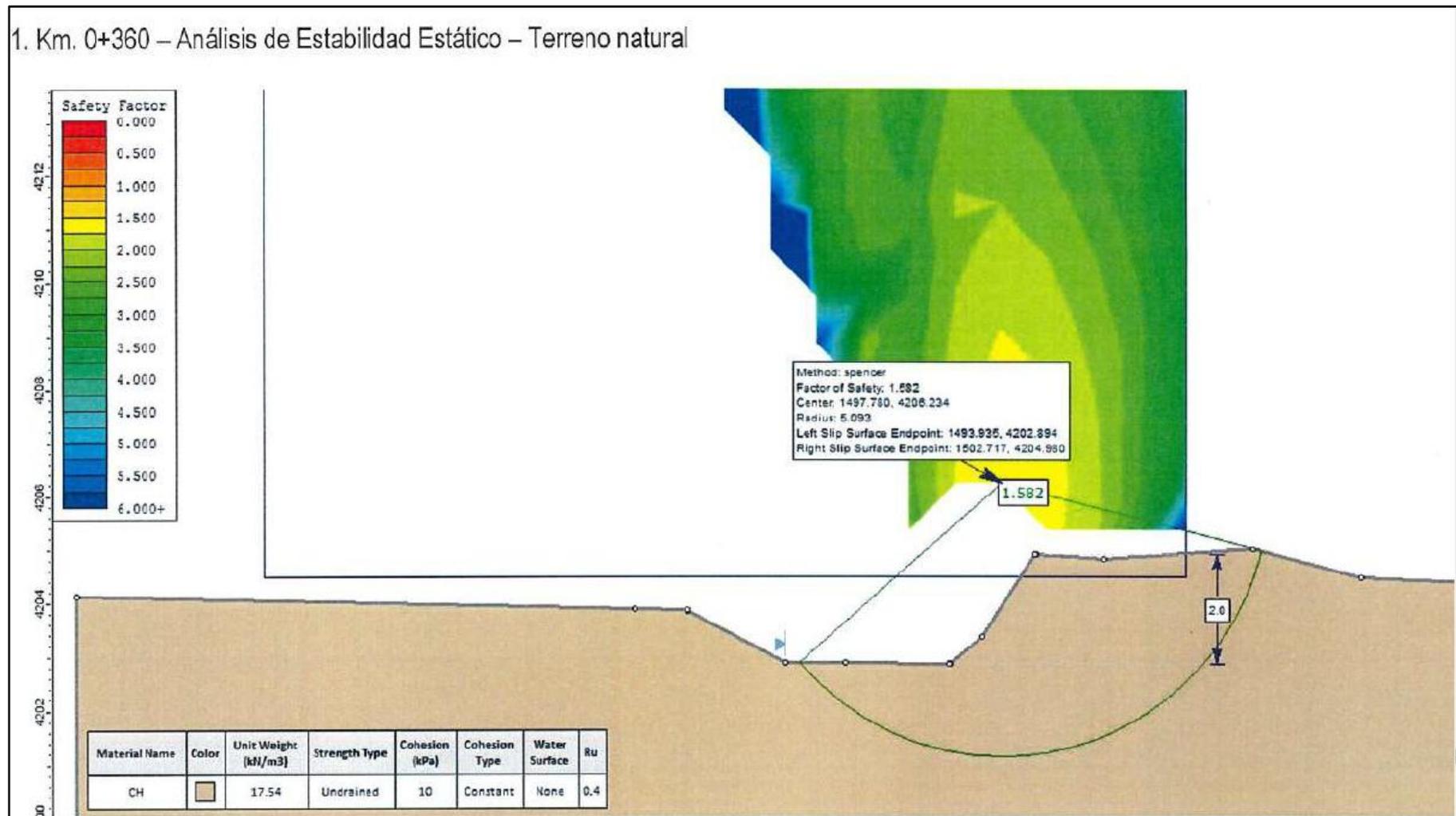
$C(kpa)$: 20.8 $\phi (^{\circ})$: 21.7

GRAFICO DEL CIRCULO DE MOHR



ANEXO n.º 5. ANÁLISIS DE ESTABILIDAD DE TALUD SEGÚN PROGRAMA DE CÓMPUTO SLIDE V 6.0

ANEXO n.º 5.1: Análisis de Estabilidad Estático - Terreno Natural



ANEXO n.º 5.2: Análisis de Estabilidad Pseudo Estático - Terreno Natural

