

**UNIVERSIDAD NACIONAL TORIBIO RODRÍGUEZ DE
MENDOZA DE AMAZONAS**

**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y AMBIENTAL
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**



**ESTABILIDAD DE TALUDES DEL TRAMO KM 07+000 AL
KM 09+000 DE LA CARRETERA PEDRO RUÍZ –
CHACHAPOYAS, AMAZONAS 2016.**

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

AUTOR: Bach. HEDER OSBETH CARUAJULCA BERNAL

ASESOR: Ing. LUCILA ARCE MEZA

CO-ASESOR: Lic. NEMESIO SANTAMARIA BALDERA

CHACHAPOYAS - PERÚ

2017

**UNIVERSIDAD NACIONAL TORIBIO RODRÍGUEZ DE
MENDOZA DE AMAZONAS**

**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y AMBIENTAL
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**



**ESTABILIDAD DE TALUDES DEL TRAMO KM 07+000 AL
KM 09+000 DE LA CARRETERA PEDRO RUÍZ –
CHACHAPOYAS, AMAZONAS 2016.**

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

AUTOR: Bach. HEDER OSBETH CARUAJULCA BERNAL

ASESOR: Ing. LUCILA ARCE MEZA

CO-ASESOR: Lic. NEMESIO SANTAMARIA BALDERA

CHACHAPOYAS - PERÚ

2017

DEDICATORIA

A Dios, Por regalarme los amaneceres en mi vida y mostrarme su inmensidad a cada instante de mi vida.

A mis padres, a ellos que me mostraron algo más que su ejemplo, el tiempo jamás será suficiente para retribuir la constancia, la entrega y el amor, mi principal motivación el motor de mis sueños.

A Erik y Gersonn, mis hermanos, mis familiares y amigos de siempre sé que sea cual fuere el camino por el que mis pies elijan andar, ellos ahí estarán

Heder Osbeth Caruajulca Bernal.

AGRADECIMIENTO.

A mi asesor Ing. Lucila Arce Meza y Co asesor Lic. Nemesio Santamaría Baldera, por su tiempo dedicado y sugerencias dadas para que salga bien este trabajo de investigación.

A los técnicos Segundo Fabián Rodríguez Tamay, Fredy Luis Gallardo Meléndez, Miguel Tapayuri Chota. y a todo el personal que labora en el Laboratorio de Mecánica de Suelos y Concreto de la Dirección Regional de Transportes y Comunicaciones – Amazonas, quienes me apoyaron para el desarrollo de los diferentes ensayos de mecánica de suelos.

A todos mis compañeros y amigos quienes de una u otra forma me motivaron para realizar este trabajo de investigación.

**AUTORIDADES DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL
TORIBIO RODRIGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS**

Ph. Dr. Jorge Luis, Maicelo Quintana

Rector

Dr. Oscar Andrés, Gamarra Torres

Vicerrector Académico

Dra. María Nelly, Lujan Espinoza

Vicerrectora de Investigación

Dr. Miguel Ángel, Barrena Gurbillón.

Decano de la Facultad de Ingeniería Civil y Ambiental

VISTO BUENO DEL ASESOR DE TESIS

En mi calidad de docente de la Universidad Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas, yo ing. Lucila Arce Meza, identificado con DNI N° 26613909 con domicilio en el Jr. Dos de Mayo N° 1328, hago constar que he asesorado la ejecución y elaboración del informe de tesis titulado “Estabilidad de taludes del tramo km 07+000 al km 09+000 de la carretera Pedro Ruiz – Chachapoyas, Amazonas 2016”. Del tesista egresado de la Facultad de Ingeniería Civil y Ambiental, Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la UNTRM – Amazonas.

Chachapoyas, 05 de diciembre del 2017

.....
Ing. LUCILA ARCE MEZA

ASESOR

VISTO BUENO DEL CO - ASESOR DE TESIS

En mi calidad de docente de la Universidad Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas, yo lic. Nemesio Santamaría Baldera, identificado con DNI N° 17636975 con domicilio Av. 11 de octubre en AA - HH Pedro Castro, hago constar que he asesorado la ejecución y elaboración del informe de tesis titulado “Estabilidad de taludes del tramo km 07+000 al km 09+000 de la carretera Pedro Ruiz – Chachapoyas, Amazonas 2016”. Del tesista egresado de la Facultad de Ingeniería Civil y Ambiental, Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la UNTRM – Amazonas.

Chachapoyas, 05 de diciembre del 2017

.....
Lic. NEMESIO SANTAMARÍA BALDERA

CO-ASESOR

JURADO EVALUADOR

Arq. Guillermo Arturo Díaz Jáuregui

Presidente

Ing. John Hilmer Saldaña Núñez

Secretario

Lic. José Luis Quispe Osorio

Vocal

DECLARACIÓN JURADA DE NO PLAGIO

Yo, Heder Osbeth Caruajulca Bernal, bachiller de la escuela profesional de Ingeniería Civil, Facultad de Ingeniería Civil y Ambiental de la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas, identificado con DNI N° 72032098.

Declaro bajo juramento que:

- Soy el autor de la tesis titulada: Estabilidad de taludes del tramo km 07+000 al km 09+000 de la carretera Chachapoyas – Pedro Ruiz, Amazonas del 2016.
- La tesis no ha sido plagiada ni total ni parcialmente, para la cual se han respetado las normas internacionales de citas y referencias para las fuentes consultadas.
- La tesis presentada no atenta contra derechos de terceros.
- Los datos presentados en los resultados son reales, no han sido falsificados, ni duplicados, ni copiados.

De identificarse fraude, piratería, plagio, falsificación o que el trabajo de investigación haya sido publicado anteriormente; asumimos las consecuencias y sanciones que de nuestras acciones se deriven, sometiéndonos a la normatividad vigente de la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas.

Chachapoyas 05 de diciembre del 2017.

.....

Heder Osbeth Caruajulca Bernal

DNI N° 72032098

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla N° 1. Rangos para determinar el tipo de topografía	47
Tabla N° 2. Clasificación AASHTO	49
Tabla N° 3. Clasificación SUCS, para suelos finos.....	50
Tabla N° 4. Clasificación SUCS, para suelos gruesos	51
Tabla N° 5. Parámetros para determinar el coeficiente de permeabilidad.	56
Tabla N° 6. Clasificación del Índice Modificado de Fournier	57
Tabla N° 7. Parámetros para determinar la expansión del suelo según el IP.	58
Tabla N° 8. Parámetros para determinar la expansión del suelo según su volumen	58
Tabla N° 9. Parámetros para determinar el factor de seguridad.....	58
Tabla N° 10. Resultados de topografía del terreno km 07+300 – km 07+320.....	59
Tabla N° 11. Resultados de topografía del terreno Km 07+500 – km 07+530.....	59
Tabla N° 12. Resultados de suelos C-01 tramo km 07+300 - km 07+320.....	60
Tabla N° 13. Resultados de suelos C-02 tramo km 07+500 - km 07+530.....	61
Tabla N° 14. Resultados de suelos C-03 tramo km 07+500 - km 07+530.....	62
Tabla N° 15. Permeabilidad del suelo Km 07+300 – km 07+320.....	63
Tabla N° 16. Resultados de permeabilidad del suelo km 07 + 300 – km 07+320.	64
Tabla N° 17. Permeabilidad del suelo km 07+500 – km 07+530	65
Tabla N° 18. Resultados de permeabilidad del suelo km 07+500 – km 07+530	66
Tabla N° 19. Precipitaciones meteorológicas del SENAMHI año 2011.....	67
Tabla N° 20. Precipitaciones meteorológicas del SENAMHI año 2012.....	68
Tabla N° 21. Precipitaciones meteorológicas del SENAMHI año 2013.....	69
Tabla N° 22. Precipitaciones meteorológicas del SENAMHI año 2014.....	70
Tabla N° 23. Precipitaciones meteorológicas del SENAMHI año 2015.....	71
Tabla N° 24. Precipitaciones meteorológicas del SENAMHI año 2016.....	72
Tabla N° 25. Resumen de las Precipitaciones meteorológicas del SENAMHI(2011-2016)	73
Tabla N° 26. Resultados de expansión del suelo C 01 tramo km 07+300 – km 07+320....	73
Tabla N° 27. Resultados de expansión del suelo C 02 tramo km 07+500 - km 07+530.....	73
Tabla N° 28. Resultados de expansión del suelo C 03 tramo km 07+500 - km 07+530.....	74
Tabla N° 29. Resultados de expansión del suelo C 01 km 07+300 - km 07+320.....	75
Tabla N° 30. Resultados de expansión del suelo C 02 tramo km 07+500 - km 07+530.....	75
Tabla N° 31. Resultados de expansión del suelo C 03 tramo km 07+500 - km 07+530.....	76
Tabla N° 32. Resultados de estabilidad tramo km 07+300 - km 07+320.....	76
Tabla N° 33. Resultados de análisis de estabilidad tramo km 07+500 - km 07+530.....	76

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura N° 1. Partes de un talud o ladera.....	20
Figura N° 2. Mapa político del Perú.....	40
Figura N° 3. Mapa de Chachapoyas	40
Figura N° 4. Provincia de Bongará.....	40
Figura N° 5. Distrito de Churuja	40
Figura N° 6. Ubicación del tramo de estudio	41
Figura N° 7. Estados de consistencia de un suelo.	52
Figura N° 8. Variación de las Precipitaciones meteorológicas del año 2011.....	67
Figura N° 9. Variación de las Precipitaciones meteorológicas del año 2012.....	68
Figura N° 10. Variación de las Precipitaciones meteorológicas del año 2013.....	69
Figura N° 11. Variación de las Precipitaciones meteorológicas del año 2014.....	70
Figura N° 12. Variación de las Precipitaciones meteorológicas del año 2015.....	71
Figura N° 13. Variación de las Precipitaciones meteorológicas del año 2017.....	72
Figura N° 14. Ensayo de expansibilidad de suelos según su volumen.....	74

ÍNDICE GENERAL

I.	INTRODUCCIÓN	13
II.	OBJETIVOS	14
2.1.	Objetivo general.....	14
2.2.	Objetivos específicos	14
III.	MARCO TEÓRICO	15
3.1.	Antecedentes de la investigación	15
3.2.	Bases teóricas.....	17
3.3.	Definición de términos básicos	36
IV.	MATERIAL Y MÉTODOS	39
4.1.	Localización.....	39
4.2.	Materiales, herramientas, y/o equipos	42
4.3.	Diseño de la investigación	46
4.4.	Metodología y procedimiento	46
4.5.	Análisis de datos	58
V.	RESULTADOS	59
5.1.	Resultados de la topografía del terreno.....	59
5.2.	Resultados de mecánica de suelos	59
5.3.	Resultados de permeabilidad del suelo	63
5.4.	Resultados de las precipitaciones meteorológicas	67
5.5.	Resultado de expansión del suelo	73
5.6.	Resultados de estabilidad de taludes de los tramos de estudio	76
5.7.	Propuesta de estabilización para la carretera Pedro Ruíz - Chachapoyas.....	77
VI.	DISCUSIÓN	84
VII.	CONCLUSIONES.....	86
VIII.	RECOMENDACIONES	87
IX.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	88

RESUMEN

En el tramo km 07+000 al km 09+000 de la carretera Pedro Ruíz – Chachapoyas, presenta bastantes interrupciones, debido a los constantes deslizamientos que se dan en dicha zona. Por tal motivo se ha elaborado esta investigación, se ha considerado los tramos más críticos que comprenden el km 07+300 – km 07+320 y km 07+500 – km 07+530 y así determinar cuales son los factores que más influyen en la inestabilidad, por tal cuestión se realizó un levantamiento topográfico en cada tramo para establecer el tipo de relieve del terreno, para definir las características y propiedades del suelo se llevó a cabo ensayos de mecánica de suelos realizados en el laboratorio, uno de los factores que más influyen en la inestabilidad son las lluvias que se analizaron a través de las precipitaciones meteorológicas del SENAMHI en un periodo de seis años, para determinar el grado de infiltración del agua se realizó un ensayo de permeabilidad y por último se calculó la expansibilidad del suelo teniendo en consideración su índice de plasticidad. Para esta investigación se utilizó el método de Equilibrio Limite, que consiste en analizar cada talud teniendo en cuenta sus propiedades del suelo y geometría del talud, lo cual resultó que el factor de seguridad en el tramo km 07+300 – km 07+320 es de 0.205 y en el tramo km 07+500 – km 07+530 es de 0.473, lo que nos da entender que los dos taludes analizados presentan inestabilidad y se ha planteado una propuesta de estabilización para cada tramo de estudio.

Palabras clave: Talud, Inestabilidad, deslizamientos, Factor de Seguridad.

ABSTRACT

Section km 07 + 000 to km the road 09 + 000 Pedro Ruíz - Chachapoyas, presents quite a few interruptions, due to constant landslides that occur in that area. For this reason has developed this research, has been considered the most critical sections that comprise the 07 + 300 km - 07 + 320 km and km 07 + 500-07 + 530 km and determine what are the factors influencing more instability, by this question was atopographic survey in each section to set the type of relief of the ground, to define the characteristics and properties of the soil was carried out trials of soil mechanics laboratory, one of the factors that most influence in the instability are the rains which were analyzed through the SENAMHI weather rainfall over a period of six years, to determine the degree of infiltration of the water permeability test was performed and was finally calculated the expandability of the soil taking into consideration its plasticity index. For this research was used the method of balance limit, which is to analyze each slope taking into account properties of the soil and the slope geometry, which proved that the factor of safety on the 07 + 300 - km 07 + 320 km stretch is 0.205 and section km 07 + 500 km 07 + 530 0.473, is what gives us to understand that the two analyzed slopes present instability and has been raised a proposal of stabilization for each section of the study.

Keywords: Slope instability, landslide, Factor of safety.

I. INTRODUCCIÓN

Las zonas montañosas andinas y tropicales son muy susceptibles a sufrir problemas de deslizamientos debido a que, presentan elementos importantes para su ocurrencia como la geometría del terreno, naturaleza de los suelos, precipitaciones intensas y la intervención del hombre.

La presente investigación consiste en la evaluación de taludes del tramo Km 07+000 al tramo 09+000 de la carretera Pedro Ruíz – Chachapoyas. Los sitios más críticos se encuentran ubicados en el km 07+300 – 07+320 y 07+500 – 07+530 del tramo en estudio, se realizó en este tramo por las diversas interrupciones debido a los constantes deslizamientos y posteriores interrupciones que existen en dicho tramo de estudio.

Por estas circunstancias, el objetivo principal de esta investigación es determinar los sitios más críticos del tramo en estudio y evaluar los diferentes factores que intervienen en la inestabilidad, luego se realizó su análisis de estabilidad teniendo en cuenta las propiedades del suelo lo cual se utilizó el método de equilibrio límite que consiste en obtener los valores de la resistencia al cortante en el momento de falla y proceder en el cálculo del factor de seguridad. Teniendo en consideración todos estos factores que intervienen en la inestabilidad se planteó una solución que consiste en un sistema de estabilización para cada tramo de estudio, considerando los factores que más influyen en la inestabilidad.

II. OBJETIVOS

Los objetivos logrados son:

2.1. Objetivo general

Evaluar la estabilidad de taludes de la carretera Pedro Ruiz – Chachapoyas en el tramo km 07+000 al km 09+000.

2.2. Objetivos específicos

- Identificar los taludes más críticos de la carretera de Pedro Ruiz - Chachapoyas del tramo Km 07+000 al Km 09+000.
- Determinar los factores desestabilizadores de la carretera de Pedro Ruiz - Chachapoyas del tramo Km 07+000 al Km 09+000.
- Realizar el análisis de su estabilidad, de la carretera Pedro Ruiz- Chachapoyas del tramo Km 07+000 al Km 09+000.
- Plantear un sistema de estabilización de taludes, con base a los resultados obtenidos de los diferentes factores que intervienen en la inestabilidad.

III. MARCO TEÓRICO

3.1. Antecedentes de la investigación

En el trabajo de investigación, “Vulnerabilidad potencial de los suelos a deslizamientos de tierra en el municipio de la Conquista, Carazo, Nicaragua”, (Rosales & Centeno, 2009); concluyeron específicamente que los terrenos de laderas de alta pendiente, se convierte en un factor fundamental que ayuda a la desestabilización de los asentamientos situados en ella.

En el trabajo de investigación: “Estabilización del talud en el pr 55 + 950 Manizales – Marquita”, (Poveda & Vargas, 2006); este trabajo consistió en permitir el paso provisional de vehículos en el sitio de emergencia, para ello se realizó un levantamiento topográfico, estudios geológicos, estudios geomorfológicos, informes geotécnicos y informes hidrológicos. Llegaron a la conclusión que la orografía accidentada del territorio y suelos de baja cohesión en pendientes pronunciadas generan desprendimientos del suelo.

(SNET, 2003) en la investigación “Análisis de riesgo por inundaciones y deslizamientos de tierra en la microcuenca del arenal de Montserrat”, identificó que las áreas pronunciadas, con suelos arenosos, poca masa vegetal y sin raíces profundas, disminuyen la resistencia al deslizamiento por su peso que origina en la parte superior y que las intensas lluvias provocan a que la resistencia del suelo se reduzca significativamente.

(Aguirre, 2007), afirmó que los deslizamientos que se dan en el Oleoducto Nor-Peruano (Piura); es debido a las formaciones rocosas con discontinuidades, fracturas, fisuras y fallas. Estos se producen en los meses de abril y mayo debido al factor desencadenante que son las lluvias contrastándose con los datos del SENAMHI.

(Sánchez & Urrego, 2011), concluyeron que los deslizamientos superficiales están asociados a lluvias de gran intensidad y de corta duración, mientras que los deslizamientos profundos están asociados a lluvias de menor intensidad, pero dependen principalmente de la lluvia acumulada previa a la lluvia evento.

En la tesis: “Estabilización del talud de la costa verde en la zona del distrito de Barranco” (Granados, 2006) en el presente trabajo se realizó el análisis necesario para verificar si estará dentro de los Factores de seguridad recomendados y se plantearon algunas premisas para el diseño final del proyecto, en este trabajo se tomó la decisión de utilizar como métodos de estabilización la remoción del material que fallaría en caso de sismo, existen otros métodos de estabilización como: estructuras de contención de concreto armado, gaviones, micropilotes, etc. Sin embargo, ninguno de estos métodos sería conveniente para solucionar el problema debido a la gran altura del talud.

En la tesis : “ Propuesta de estabilización de taludes para el tramo de carretera Cajamarca – Chilete en el centro poblado menor Choropampa” (Pérez, 2012) en este trabajo se llegó a la conclusión, que los mecanismos que desencadenan los deslizamientos en suelos residuales son: intensidad de lluvias en cortos periodos de tiempo, topografía, fuertes pendientes, ausencia de vegetación, sismos y la intervención del hombre en la construcción de obras civiles, teniendo los resultados de mecánica de suelos se realizó su análisis de estabilidad de taludes obteniendo un factor de seguridad mínimo de 0.303 y un máximo de 0.418, determinando que el talud es inestable lo cual se plantearon cuatro métodos de solución: el control del agua superficial proveniente del pueblo mediante un canal interceptor en la parte alta del talud; el abatimiento de la pendiente del talud y la conformación de dos bermas; el control de agua superficial proveniente de la precipitación a través de dos canales a media ladera; el control de la erosión empleando una biomanta.

(Núñez & Cubas, 2016) en la tesis “Factores que determinan el riesgo por deslizamiento del tramo Km 279 + 800 a Km 288 + 000 de la carretera Fernando Belaunde Terry, Jazan, Amazonas 2015”, determinaron que los deslizamientos están relacionados a los factores condicionantes geológicos (tipo de suelo, límites de consistencia, cohesión y ángulo de fricción), morfológicos (pendiente) y factores detonantes (lluvias).

3.2. Bases teóricas

3.2.1. Estabilidad de taludes

Se entiende por estabilidad a la seguridad de una masa de tierra contra la falla o movimiento. La solución de problemas de estabilidad de taludes es una práctica común en la ingeniería geotécnica, compete al ingeniero desarrollar un proyecto que sea óptimo en términos económicos y principalmente que garantice la seguridad del caso. Un talud puede ser inestable cuando los esfuerzos cortantes movilizados en la masa del suelo o roca igualan la resistencia al corte del material, condición que puede alcanzarse por la intervención de agentes externos (por ejemplo, una acción humana) o internos (por ejemplo, las alteraciones de la resistencia al corte). La inclinación o pendiente de los taludes es otro de los factores que influyen en la ocurrencia de movimientos de masa; los taludes más empinados tienden a ser más propensos a procesos de inestabilidad (Gerscovich, 2012, p. 1).

Nomenclatura de un talud

Un talud es una masa de tierra que posee pendiente significativa. En la literatura técnica se define como ladera cuando su conformación actual tuvo como origen un proceso natural y talud cuando se conformó artificialmente. Las laderas que han permanecido estables por muchos años pueden fallar en forma imprevista debido a cambios topográficos, sismicidad, flujos de agua subterránea, cambios en la resistencia del suelo, meteorización o factores de tipo antrópico (el hombre con el fin de lograr una mejor calidad de vida se convierte en un agente degradante de la corteza terrestre) y natural que modifiquen su estado natural de estabilidad (Pérez, 2012).

3.2.2. Tipos de taludes

Talud es la denominación que se da a cualquier superficie inclinada de suelo o de un macizo rocoso. Puede ser natural, también llamado ladera, o construido por el hombre, como en los cortes y terraplenes (Gerscovich, 2012, p. 3).

a) Taludes construidos

Los taludes construidos por la acción humana resultan de cortes en laderas u otras excavaciones y de la construcción de terraplenes. Los cortes deben ejecutarse con altura e inclinación adecuada para garantizar la estabilidad de la obra. El proyecto depende de las propiedades mecánicas de los materiales y de las condiciones de flujo. Los terraplenes se construyen en proyectos de presa de tierra, en obras viales, en la implantación de obras civiles cuándo el suelo de fundación tiene baja capacidad de soporte o para la nivelación del terreno. Como se conocen las propiedades geotécnicas del suelo compactados que se utiliza en dichas obras, los cálculos de estabilidad afrontan menos problemas comparados con los de suelos naturales. Igualmente, los terraplenes se construyen como diques de contención de lagos de almacenamiento de residuos (o desechos térreos). Cuando los residuos son inertes y sólidos, muchas veces se utilizan como materiales de construcción de los diques (Gerscovich, 2012, p. 3).

b) Taludes naturales

Los taludes naturales, o laderas, pueden estar constituidos por suelo residual, coluviones o roca. Los suelos residuales permanecen en el sitio en que fueron formados por meteorización de las rocas, en tanto que los coluviones son el resultado de transporte de suelos y rocas por acción de la gravedad. En lo relacionado con la forma, los taludes pueden presentar cara plana o curvilínea y esta puede ser cóncava o convexa, generando así condiciones de flujo preferenciales del agua superficial. Los taludes naturales están sometidos siempre a problemas de inestabilidad, porque las acciones de las fuerzas gravitacionales contribuyen naturalmente a disparar el movimiento (Gerscovich, 2012, p. 4).

3.2.3. Elementos de un talud o ladera

Existen algunos términos para definir las partes de un talud. El talud comprende una parte alta o superior convexa con una cabeza, cima, cresta o escarpe, donde se presentan procesos de desnudación o erosión, una parte intermedia semirrecta

y una parte baja o inferior cóncava con un pie, pata o base, en la cual ocurren principalmente procesos de almacenamiento (Pérez, 2012).

Altura

Es la distancia vertical entre el pie y la cabeza, la cual se muestra claramente definida en taludes artificiales pero es complicada de cuantificar en las laderas debido a que el pie y la cabeza no son incidentes topográficos bien marcados.

Pie

El pie pertenece al sitio de cambio brusco de la pendiente en la parte inferior del talud o ladera. El perfil del pie de una ladera es generalmente cóncavo.

Cabeza o escarpe

Se describe como el sitio de cambio brusco de pendiente en la parte superior. Cuando la pendiente de este punto hacia abajo es semi- vertical o de alta pendiente, se le designa “escarpe”.

Altura de nivel freático

Es la distancia vertical desde el pie del talud o ladera hasta el nivel de agua, donde la presión en el agua coincide con la atmósfera. Normalmente la altura del nivel freático se mide debajo de la cabeza del talud.

Pendiente

Es la medida de la inclinación del talud o ladera. Puede medirse mediante grados, en porcentaje o en relación $m/1$, en la cual “m” es la distancia horizontal que corresponde a una unidad de distancia vertical. Normalmente los taludes compuestos por rocas forman masas de más pendientes y los que contienen masa de poca resistencia o blandas forman pendientes menos significativas.

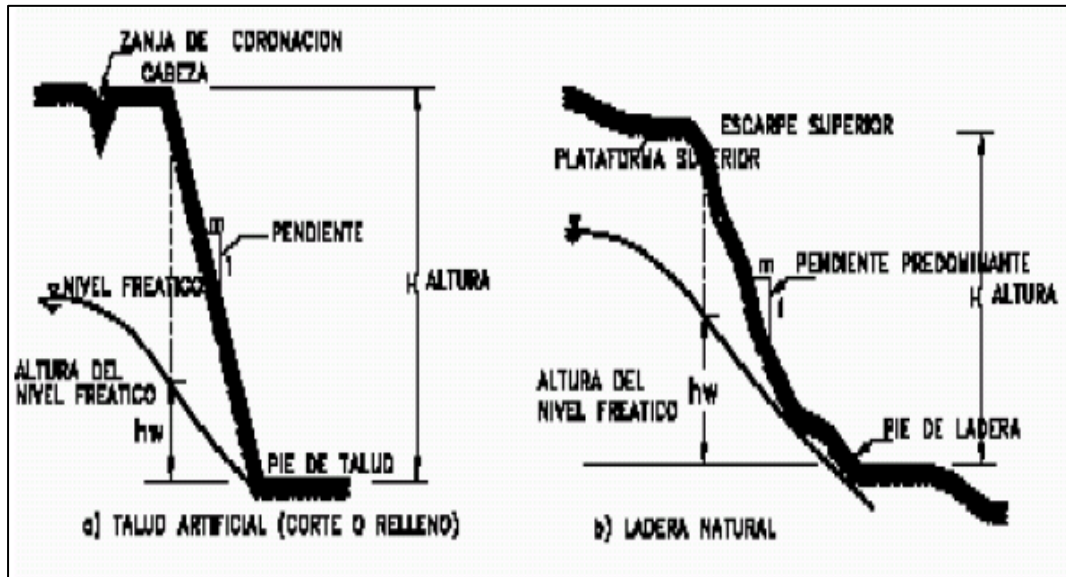


Figura N° 1. Partes de un talud o ladera.

3.2.4. vegetación

La vegetación contribuye sustancialmente a bajar el nivel de amenaza y el riesgo de ocurrencia de erosión. La lluvia es parcialmente interceptada por el follaje, amortiguando el impacto de las gotas de lluvia contra la superficie del suelo.

Adicionalmente, las raíces refuerzan las capas subsuperficiales del perfil, creando una malla de refuerzo que protege contra los efectos del flujo de agua (Pérez, 2012).

3.2.5. Topografía

La topografía se encarga de describir y representar en un plano de manera detallada la superficie de un determinado terreno.

Levantamiento topográfico

Un levantamiento topográfico es el conjunto de operaciones necesarias para obtener la representación de un determinado terreno natural. Los levantamientos convencionales suelen llevarse a cabo mediante topografía clásica (Pérez, 2012).

3.2.6. Permeabilidad

Esta propiedad está definida como la capacidad de un material para permitir el flujo a través de él. Para determinar la permeabilidad de un suelo en el campo se emplea comúnmente dos métodos: en la prueba de infiltración, se introduce el agua en un hoyo de perforación, pozo o calicata y se observa la tasa de percolación a una carga fija o variable. En la prueba de bombeo, el agua es bombeada desde un taladro o calicata a una tasa constante y se observa el descenso del nivel de la napa freática en los pozos colocados para este propósito en líneas radiales a varias distancias de la bomba (Rennat & Shepherd, 1997).

Ambos métodos tienen la ventaja de efectuar pruebas del suelo in situ, de modo que los efectos de estructura natural, estratificación y otras propiedades naturales se incluyen en las pruebas. La prueba de bombeo es relativamente costosa para realizar (Rennat & Shepherd, 1997).

Para el coeficiente de permeabilidad se utilizará la siguiente fórmula.

$$K = \frac{V * L}{H * A * T}$$

K: coeficiente de permeabilidad

V: volumen de agua

L: longitud de la muestra

H: diferencia de nivel

A: área transversal de la muestra

T: tiempo de ensayo

3.2.7. Hidrología

a) Lluvias

El agua es el factor que más comúnmente se le asocia con las fallas de taludes, debido a que la mayoría de los deslizamientos ocurren después de lluvias fuertes o durante periodos lluviosos y el control del agua subterránea es uno de los sistemas más efectivos para la estabilización de deslizamientos. La relación agua

deslizamiento ha sido estudiada por una gran cantidad de investigadores (Segerer & Villodas, 2006)

b) Precipitaciones

La precipitación es el volumen o altura de agua que cae sobre un área en un período de tiempo, la cual tiene una influencia directa en la infiltración y en el régimen de agua subterránea, y a su vez afecta la estabilidad de taludes o laderas.

La precipitación promedio es muy superior en las zonas tropicales que en el resto del mundo. Estas lluvias son asociadas principalmente, con agrupaciones de nubes que ocurren en la zona de convergencia de vientos. Generalmente estas agrupaciones de nubes arrastradas por los vientos cubren áreas de varios miles de kilómetros cuadrados. El estudio de las precipitaciones para analizar su efecto sobre los taludes puede realizarse desde varios puntos de vista.

Cada región posee un sistema de lluvias que se repite en forma similar cada año. Es común encontrar áreas donde ocurren dos periodos de lluvias con dos periodos secos, o una sola temporada de lluvias con un período seco. El régimen de lluvias de una región determinada puede ser diferente al de un sitio específico dentro de la misma región, especialmente en zonas de alta montaña y se debe en lo posible, obtener la información precisa de las lluvias en el sitio del talud a estudiar (Segerer & Villodas, 2006).

c) Lluvias promedio y máximas anuales

Generalmente, las áreas de mayor precipitación anual presentan mayores problemas de estabilidad de laderas, con mayores caudales de flujo subterráneo (Segerer & Villodas, 2006).

d) Lluvias acumuladas

La ocurrencia de lluvias, durante varios días consecutivos o con pocos días de diferencia. Puede producir fenómenos de acumulación de agua subterránea, debido a que el talud no ha drenado el agua infiltrada de una lluvia cuando ocurre

la siguiente y se produce un fenómeno de acumulación progresiva y ascenso del nivel freático (Segeer & Villodas, 2006).

3.2.8. Expansión de suelos

Debe distinguirse entre los suelos que tienen la facultad de expandirse y los que realmente presentan características expansivas en el campo. Los suelos que tienen pocas facultades o ninguna para expandirse, no lo harán en ninguna circunstancia. Por otra parte, los suelos con elevada capacidad para expandirse pueden o no expandirse, su comportamiento depende de la condición física del material al principio de la construcción, y de los cambios de esfuerzo y humedad a los que les sujete (Arancibia, 2003).

El termino suelos expansivos, implica no solamente la tendencia a aumentar de volumen cuando aumenta el contenido de agua, sino también la disminución de volumen o contracción si el agua se pierde, pero debe tenerse presente que la contracción es simplemente el proceso inverso. De una manera general, el potencial expansivo de un suelo se relaciona con su índice de plasticidad (Arancibia, 2003).

3.2.9. Tipos de ensayos de laboratorio de mecánica de suelos

➤ Cuarteo manual

Tiene como finalidad disminuir el tamaño de la muestra a trabajar en los distintos ensayos a los que se les someterá, ya que el costo y el espacio requerido para las muestras grandes dentro del laboratorio no son sustentables (Juarez & Rico, 2011).

➤ Contenido de humedad

Es la relación que existe entre el peso de agua contenida en la muestra en estado natural y el peso de la muestra después de ser secada en el horno a una temperatura entre los 105°-110° C. Se expresa de forma de porcentaje, puede variar desde cero cuando está perfectamente seco hasta un máximo determinado que no necesariamente es el 100%. La importancia del contenido de agua que presenta un

suelo representa, una de las características más importantes para explicar el comportamiento de este, por ejemplo, cambios de volumen, cohesión y estabilidad (Juarez & Rico, 2011).

➤ **Análisis granulométrico por tamizado**

Es un ensayo que permite la caracterización física del suelo y se emplea para determinar las proporciones de los tamaños de grano de una masa de suelo conocida y su práctica se desarrolla agrupando las muestras en rangos de tamaños. Esto se logra a partir de unas mallas con aberturas conocidas llamadas tamices. La muestra del suelo se pasa por estos elementos que son organizados de forma descendente desde el tamiz con la abertura más grande hasta el tamiz con la menor abertura, de modo que la masa de suelo retenida en un tamiz sea de tamaño de grano mayor que la masa retenida en el tamiz siguiente (Juarez & Rico, 2011).

➤ **Límites de Atterberg o consistencia**

Los límites de Atterberg o límites de consistencia se utilizan para caracterizar el comportamiento de los suelos finos. Dependiendo del contenido de agua del suelo (Juarez & Rico, 2011).

Límite líquido (L.L.)

Es el contenido de humedad expresado en porcentaje del suelo secado en horno, cuando éste se halla en el límite entre el estado plástico y el estado líquido (Juarez & Rico, 2011).

Límite plástico (L.P.)

Se denomina límite plástico (L.P.) a la humedad más baja con la que pueden formarse barritas de suelo de unos 3,2 mm (1/8") de diámetro, rodando dicho suelo entre la palma de la mano y una superficie lisa (Vidrio esmerilado), sin que dichas barritas se desmoronen (Juarez & Rico, 2011).

➤ **Peso específico**

Peso específico de sólidos es la relación del peso de la fase sólida entre el volumen de la fase sólida. En estos materiales, se define el peso específico aparente como la relación entre el peso al aire del sólido y el peso de agua correspondiente a su volumen aparente y peso específico nominal a la relación entre el peso al aire del sólido y el peso de agua correspondiente a su volumen nominal (Juarez & Rico, 2011).

➤ **Corte directo (C.D.)**

Es el método más usado y más antiguo en la investigación de la resistencia al corte de los suelos y se realiza utilizando una caja de acero llamada caja de corte. Esta caja consiste en un marco inferior fijo, y uno superior que puede deslizarse o desplazarse en dirección horizontal cuándo se aplica la fuerza en el mismo sentido. La muestra se coloca entre dos piezas porosas que sirven de drenes durante la consolidación de los suelos saturados (cuando el ensayo es CD). Dichas piezas tienen como superficie de contacto con el suelo unos dientes de sierra que impiden el movimiento o deslizamiento entre las piedras y la muestra durante el ensayo.

La resistencia del suelo, depende de las propiedades mecánicas del mismo, para efectos de la presente investigación se consideró la cohesión (C) y el ángulo de fricción interno (ϕ), que se encuentra utilizando el ensayo de corte directo (Juarez & Rico, 2011).

Cohesión en el suelo (C)

La cohesión es la máxima resistencia del suelo a la tensión. Ésta resulta de la interacción de factores tales como la adherencia de la superficie de las partículas, la tensión capilar de las partículas de agua, las condiciones de drenaje y los esfuerzos del suelo. En las arcillas, que tienen contacto entre las caras de sus partículas, se encuentra una cohesión real; en los suelos no plásticos de grano fino se puede dar una cohesión aparente cuando están en condiciones de saturación parcial.

La cohesión en un suelo variará según su contenido de humedad, y se encuentra principalmente en los suelos finos (arcillas y limos), mientras que en los suelos granulares (arenas y gravas) esta propiedad es prácticamente nula (Juarez & Rico, 2011).

Ángulo de fricción interno (ϕ)

También se le conoce como ángulo de frotamiento interno es un valor que depende del tamaño, forma, densidad de las partículas o de los granos y de la presión normal. Como los suelos gruesos tienen superficies de contacto y sus partículas son angulares, presentan una fricción entre ellas que se opone al movimiento. Para encontrar el ángulo de fricción interno, se desarrolló el ensayo de corte directo o triaxial que entregan la información más representativa del esfuerzo cortante que sufre una masa del suelo al ser cargada (Juarez & Rico, 2011).

3.2.10. Análisis de estabilidad

La modelación matemática de los taludes es parte de la práctica de la ingeniería geotécnica, con el objetivo de analizar las condiciones de estabilidad de los taludes naturales, la seguridad y funcionalidad del diseño en los taludes artificiales. Existen una gran cantidad de metodologías para la modelación matemática, la cual depende del objetivo del análisis y de los resultados que se deseen obtener.

3.2.11. Métodos de análisis.

Equilibrio límite

Dentro de las metodologías disponibles, se encuentra el método de equilibrio límite, este método muestra la mejor aproximación de detalle, de las condiciones de estabilidad en la mayoría de los casos de evaluación de estabilidad de taludes, los cuáles permite analizar los casos de falla traslacional y de falla rotacional. Un análisis de límite de equilibrio permite obtener un factor de seguridad, obtener los valores de la resistencia al cortante en el momento de la falla. Una vez se han determinado las propiedades de resistencia a la cortante de los suelos, las presiones de poros y otras propiedades del suelo y del talud, se puede proceder a

calcular el factor de seguridad del talud para soportar los esfuerzos de cortante que tienden a causar la falla o deslizamiento. La mayoría de los métodos de límite de equilibrio tienen en común, la comparación de las fuerzas o momentos resistentes y actuantes sobre una determinada superficie de falla. Para calcular el factor de seguridad se empleará los siguientes métodos (Gerscovich, 2012, p. 98).

➤ **Método ordinario o de fallenius**

Conocido también como método sueco, método de las dovelas. Este método asume superficies de fallas circulares, divide el área de falla en tajadas verticales, obtiene las fuerzas actuantes y resultantes para cada tajada y con la sumatoria de estas fuerzas obtiene el factor de seguridad. Las fuerzas que actúan sobre una dovela son (Gerscovich, 2012, p. 99).

- El peso o fuerza de gravedad, la cuál se puede descomponer en una tangente y una normal a la superficie de falla.
- Las fuerzas resistentes de cohesión y fricción que actúa en forma tangente a la superficie de falla.
- Las fuerzas de presión de tierras y cortante en las paredes entre dovelas, las cuáles son consideradas por Fallenius, pero si son tenidas en cuenta en otros métodos de análisis más detallados.

➤ **Método de Bishop**

En el método de Bishop, se hace el equilibrio de fuerzas en cada tajada en las direcciones verticales y horizontales y se obtiene el valor de la fuerza normal, independientemente del método adoptado, se calculan las presiones de poros en la base de las tajadas, en función de sus condiciones de campo (Gerscovich, 2012, p. 99).

➤ **Método de Spencer**

El método de Spencer (1967) es riguroso, pues se propone satisfacer todas las ecuaciones de equilibrio y no despreciar las fuerzas entre tajadas. En los métodos de superficies planares, presentadas antes, el (FS) se calcula exclusivamente mediante las ecuaciones de equilibrio de fuerzas (Gerscovich, 2012, p. 99).

➤ **Método de jambú simplificado**

El método de Jambú simplificado se desarrolló con el propósito de reducir el esfuerzo computacional exigido por el método riguroso, posibilitando la obtención del (FS) por medios de cálculos más simples. El método se aplica a taludes homogéneos, pero no ofrece buenos resultados para superficies en forma de cuña (Gerscovich, 2012, p. 100).

➤ **Método de Morgenstern y Price**

El método más general y con mayor confiabilidad de equilibrio límite para una superficie cualquiera lo desarrollaron Morgenstern y Price (1965). Los esfuerzos actuantes en tajadas infinitesimales (Gerscovich, 2012, p. 100).

Aplicación del software Slide v.6

Slide es un software de análisis de estabilidad de taludes en 2D que utiliza métodos de equilibrio límite para el cálculo de estabilidad. Su ámbito de aplicación en minería y obra civil es muy variado, permitiendo evaluar un gran número de problemáticas geotécnicas, tales como estabilidad de terraplenes, presas, taludes en excavaciones mineras o en edificaciones.

Es un software potente y flexible desarrollado por Rocscience, empresa puntera a nivel mundial en modelización geotécnica, el programa Slide ha ido creciendo de manera continua al mismo ritmo que se expandía la capacidad de análisis geotécnico por ordenador en los últimos años.

3.2.12.Cálculo de estabilidad de taludes

Los taludes se les conocen como zonas planas inclinadas que resisten grandes presiones de tierra. Es importante realizar un estudio previo a iniciar un trabajo de construcción, ya que su inestabilidad puede ocasionar graves accidentes. Los taludes pueden ser de rocas o de tierra y cada uno tiene una manera diferente de ser analizado. Primero se debe analizar el tipo de estabilidad y posteriormente se procede al análisis que puede ser tridimensional o bidimensional (Pérez, 2012).

a) Factor de seguridad (FS)

El factor de seguridad es el valor más usado para el análisis de estabilidad en taludes, este fija el factor de amenaza, estimando que el talud falle en las peores condiciones de comportamiento para el cual se diseña. En 1927, Fallenius presento el factor de seguridad al establecer la relación entre la resistencia al corte y los esfuerzos de corte que tratan de producir la falla, planteada en una superficie asumida para la posible falla (Gerscovich, 2012, p. 105).

El factor de seguridad es empleado por los ingenieros para conocer cuál es el factor de amenaza de que el talud falle en las peores condiciones de comportamiento para el cuál se diseña. Existen además otros sistemas de plantear el factor de seguridad, tales como la relación de altura crítica y altura real del talud y métodos probabilístico (Gerscovich, 2012, p. 105).

La mayoría de los métodos de análisis asumen el criterio de equilibrio límite que se basan en el principio de falla de Coulomb, resultando satisfactorio a lo largo de una determinada superficie

3.2.16. Sistemas de Estabilización de taludes

a) Topografía del terreno

➤ Abatimiento de la pendiente del talud

Al disminuir la pendiente del talud, el círculo crítico de la falla se hace más largo y más profundo para el caso de un talud estable, aumentándose en esta forma el factor de seguridad. El abatimiento se puede lograr por corte o relleno.

El abatimiento de la pendiente del talud es económicamente posible en taludes de poca altura, pero no ocurre lo mismo en taludes de gran altura, debido al aumento exagerado de volúmenes de tierra de corte con el aumento de la altura. El abatimiento por relleno en ocasiones no es posible por falta de espacio en el pie del talud (Mostajo, 2009).

➤ **Remoción de material de la cabeza**

La remoción de una suficiente cantidad de materiales en la parte superior del talud puede resultar en un equilibrio de fuerzas que mejore la estabilidad del talud. En la práctica este método es muy útil en fallas activas. La cantidad de material que se requiere depende del tamaño y características del movimiento y de la geotecnia del sitio. Antes de iniciar el proceso de corte debe calcularse la cantidad de material que se requiere remover con base en un análisis de estabilidad para un factor de seguridad propuesto (Mostajo, 2009).

➤ **Protección de la superficie del talud.**

El objetivo de la superficie del talud es prevenir la infiltración debido a la lluvia y mantener el suelo parcialmente seco. Las medidas de protección incluyen: concreto lanzado, recubrimiento el suelo con cemento, mampostería y Rip – Rap.

Estos recubrimientos pueden complementarse con prácticas de cobertura vegetal. Aunque, el factor de seguridad no se modifica teóricamente, en la práctica si se produce un efecto estabilizante al mantener las fuerzas de succión o presiones negativas, las cuáles actúan como fuerzas resistentes que tratan de impedir las fallas al cortante o el colapso. El recubrimiento de la superficie de un talud con productos artificiales puede implicar un aumento en los valores de escorrentía, lo cual requiere de la construcción de estructuras de control de aguas superficiales capaces de manejar los volúmenes producidos a la intensidad de las lluvias (Mostajo, 2009).

b) Estructuras de contención

El propósito de una estructura de contención es el de resistir las fuerzas ejercidas por la tierra contenida, y transmitir esas fuerzas en forma segura a la fundación o a un sitio por fuera de la masa analizada de movimiento. En el caso de un deslizamiento de tierra, el muro ejerce una fuerza para contener la masa inestable y transmite esa fuerza hacia una cimentación o zona de anclaje por fuera de la masa susceptible de moverse. Deben diferenciar dos condiciones de diseño de una estructura de contención totalmente diferente (Mostajo, 2009).

Tipos de estructura

Existen varios tipos de estructuras que se pueden construir, pero sin duda unos con más eficiencia que otros. De todos ellos podemos distinguir cinco grandes grupos, y de estos, varios tipos, que se nombran a continuación (Mostajo, 2009).

Muros masivos rígidos.

- Muros de hormigón armado
- Muros de hormigón simple
- Muros de hormigón ciclópeo

Muros masivos flexibles

- Muros de gaviones
- Muros de llantas
- Muros de elementos prefabricados
- Muros de piedra

➤ **Tierra reforzada**

Los muros también pueden ser de tierra armada, que consisten en un relleno de suelo granular con láminas de refuerzo, que pueden ser metálicas o de elementos plásticos. Los muros en tierra armada consisten en la colocación de tiras o capas de refuerzo en el proceso de compactación de terraplenes con taludes de alta pendiente (Mostajo, 2009).

➤ **Los geotextiles como elemento de refuerzo**

Los refuerzos pueden construirse con materiales capaces de desarrollar tensión y que permitan la fricción entre el elemento y el suelo.

➤ **Estructuras ancladas.**

El uso de anclajes de acero en la estabilización de taludes se ha vuelto muy popular en los últimos años. Las estructuras ancladas incluyen los pernos metálicos utilizados para sostener bloques de roca, las estructuras con tendones pretensionados, anclados en el suelo y los tendones pasivos no pretensionados (Mostajo, 2009).

Los anclajes en roca pueden realizarse de muchas formas:

- Dóvelas de concreto reforzada para prevenir que se suelte un bloque de roca en la cresta de un talud.
- Mallas exteriores de alambre galvanizado ancladas con pernos para evitar la ocurrencia de desprendimientos de bloques de roca o material.
- Anclajes tensionados para impedir el deslizamiento de bloques de roca a lo largo de un plano de estratificación o fractura.
- Muro anclado para prevenir el deslizamiento de una zona suelta.

c) **Mejoramiento de la resistencia del suelo**

El tratamiento químico consiste en la aplicación de métodos de estabilización por medios físicos y químicos, garantizando el aumento de resistencia del suelo en fricción y cohesión. Existen diversos procesos para lograr la estabilización deseada, dentro de los cuáles, los más empleados y apropiados para nuestro estudio son las inyecciones de cemento o cal (Mostajo, 2009).

➤ **Inyecciones**

Las inyecciones de productos químicos se utilizan para mejorar la resistencia o reducir la permeabilidad de macizos rocosos y en ocasiones de suelos permeables. Estas inyecciones consisten en la aplicación de materiales cementantes, tales como el cemento y la cal o de productos químicos tales como los silicatos, resinas, etc. Las inyecciones de cemento o de cal se utilizan en suelos gruesos o fisuras abiertas, y los productos químicos en materiales menos permeables como la arcilla

Estabilización con cemento

Consiste en un proceso de cementación y relleno de los vacíos del suelo o roca y las discontinuidades de mayor abertura, aumentando la resistencia del conjunto y controlando los flujos internos del agua. La estabilización con cemento se puede utilizar en forma de inyección o colocándolo en perforaciones sobre la superficie de falla. El efecto de la inyección es el desplazar el agua de los poros y fisuras y en esta forma producir una disminución de la humedad, así como de cementar los poros de fisuras. Este método de estabilización puede resultar muy costoso por cuánto en ocasiones para disminuir costos se mezcla con arena, arcilla o puzolana y cenizas como llenantes (Mostajo, 2009).

Estabilización con cal

Este es un método muy aplicable para estabilizar terraplenes de arcilla con capas de cal viva. El proceso de mezcla consiste en hacer reaccionar la cal con arcilla, produciendo silicato de calcio, el cuál es un compuesto muy duro y resistente.

La técnica de aplicación consiste en la inyección de una lechada de cal dentro del suelo, siguiendo las zonas fracturadas o juntas y otras superficies de debilidad. La estabilidad con cal es efectiva solo en suelos finos y no en granulares. Una desventaja del método es el largo periodo de tiempo de al menos 80 días para considerar estabilizadas las columnas de cal (Mostajo, 2009).

d) Control de agua superficial y subterránea

➤ Estructuras de drenaje

Los métodos de estabilización de deslizamientos mediante drenajes superficiales y subterráneos son muy efectivos, y generalmente muy económicos comparadas con otras aplicaciones. El objetivo principal de este método es disminuir la presión de poros, aumentando la resistencia al corte del suelo, reduciendo o eliminando fuerzas hidrostáticas desestabilizadoras, y finalmente obtener factores de seguridad altos. Entre los sistemas más empleados en nuestro medio tenemos (Mostajo, 2009).

➤ **Drenaje superficial**

El drenaje superficial es una medida de corrección para producir la infiltración y evitar la erosión. Su función principal es captar el agua de escorrentía luego de un período de lluvia, o de una cuenca de drenaje arriba del talud y llevar el agua a un sitio seguro lejos del deslizamiento. Esta solución contempla la construcción de obras de ingeniería, como cunetas de coronación y sistemas de tratamiento a todo el talud, principalmente sellado de grietas con arcilla, imprimación del talud con asfalto, recubrimiento con plástico y recubrimiento parcial o total con enrocado. En ocasiones es importante la construcción de medidas temporales de drenaje superficial después de ocurrido un deslizamiento, para evitar su ampliación o aceleración. Estas obras pueden consistir en diques o canales de bolsas de polipropileno (Mostajo, 2009).

Canales o zanjas de coronación

Son zanjas en la corona o parte alta de un talud utilizadas para interceptar y conducir adecuadamente las aguas lluvias, evitando su paso por el talud. Su construcción no debe ser muy cerca al borde superior del talud para evitar que se conviertan en el comienzo y guía de un deslizamiento (Mostajo, 2009).

Canales interceptores a mitad de talud

Son estructuras transversales destinadas a interceptar el agua en suelos susceptibles a erosión y en cada una de las bermas intermedias de un talud. Para su correcto funcionamiento es necesario que su terminación y pendiente sean apropiadas para que pueda conducir las aguas a disipadores sin producir sedimentación de materiales. Además, es necesario que las bermas sean lo suficientemente anchas para que exista un sobre ancho de protección para los canales, en el caso de producirse derrumbes de las coronas de los taludes resultantes (Mostajo, 2009).

Canales colectores y disipadores

Su función principal es recolectar las aguas de los canales interceptores de mitad de talud y cunetas de coronación y llevarlos a un sitio seguro disipando su energía. Se presentan dos tipos diferentes de canales, el canal rápido y el canal en gradería.

El canal rápido se construye a una pendiente igual a la del talud y en ocasiones se le colocan elementos sobresalientes en su fondo. Este sistema es muy utilizado por ser más económico (Mostajo, 2009).

➤ **Drenaje subterráneo**

La función principal del drenaje subterráneo es disminuir las presiones de poros o impedir que estas aumenten. Eficiencia del sistema en términos de cantidad de agua recolectada, depende de la permeabilidad de los suelos o rocas y de los gradientes hidráulicos, originando la disminución del nivel piezométrico y gradiente hidráulico (Mostajo, 2009).

Subdrenes interceptores

Los subdrenes interceptores son zanjas excavadas a mano o con retroexcavadora, rellenas de material filtrante y elementos de captación y transporte del agua. La profundidad máxima de estas zanjas es de aproximadamente seis metros (Mostajo, 2009).

Material de filtro

Para evitar taponamiento por transporte y sedimentación de material fino se debe colocar un filtro que impida el paso de las partículas finas del suelo a proteger y permitir la filtración rápida del agua. Se requiere escoger muy cuidadosamente el material de filtro o el tipo y calidad del geotextil a emplear. Para material de filtro se deben cumplir ciertos requisitos de granulometría los cuales son universalmente conocidos (Mostajo, 2009).

Filtros de geotextil

Los geotextiles son telas permeables, filtrantes, construidas con fibras sintéticas, especialmente polipropileno, poliéster y polietileno. Los geotextiles generalmente, se clasifican en tejidos y no tejidos. Los tejidos a su vez se diferencian de acuerdo al sistema de tejido.

Los geotextiles más utilizados para filtro son los no tejidos, entre cuales se deben diferenciar los perforados con alfileres, los pegados al calor y los pegados con resinas, aunque es común encontrar mezclas de los tres procesos de manera combinada. Los principales problemas de las telas filtrantes corresponden a su baja resistencia a la exposición a los rayos solares, los cuales las descomponen, a las altas temperaturas y a ciertos químicos (Mostajo, 2009).

3.3. Definición de términos básicos

Banquetas

Sección geométrica resultante, construida a intervalos, que permite reducir el ángulo efectivo del talud protegiendolo contra la infiltración y la erosión.

Capacidad de carga

La capacidad de carga es la presión última o falla por corte del suelo y se determina utilizando las fórmulas aceptadas por la mecánica de suelos.

Deslizamientos

Movimiento ladera debajo de una masa de suelo o roca cuyo desplazamiento ocurre predominantemente a lo largo de una superficie de falla o de zonas relativamente delgadas con gran deformación cortante.

Estabilización

Proceso físico o químico, mediante el cuál se mejora las condiciones mecánicas de un suelo.

Estabilización de taludes

Solución geotécnica integral que se implementa en un talud, sea de terraplen, de excavación, de corte, natural u otros, capaz de incorporarle equilibrio suficiente y sostenible, que atienda los criterios gravitatorios y sísmicos, medidos por factores de seguridad, sin afectar negativamente a su entorno.

Geomorfología

Ciencia que estudia las formas de la corteza terrestre, es el producto de la evolución de las formas de la corteza terrestre, en un tiempo geológico de millones de años, donde se generaron y desarrollaron, como resultado de diferentes procesos geológicos.

Ladera

Perfil natural que sigue un suelo en contacto con la superficie libre o atmósfera, y ese perfil no es horizontal.

Meteorización

Proceso geodinámico constituido por factores externos que han producido alteraciones mecánicas y químicas en las rocas de las deformaciones, que son las secuencias estratigráficas que se encuentran en contacto con la zona donde se ubica el talud en estudio.

Movimiento en masa

Movimiento ladera debajo de una masa de roca, de detritos o de tierras. También conocido como fenómenos de remoción en masa, movimientos de ladera, o movimiento de vertiente.

Permeabilidad

Facilidad con que el agua puede fluir a través de los poros y discontinuidades de un suelo o macizo rocoso.

Pendiente

Es la medida de la inclinación del talud o ladera. Puede medirse en grados, en porcentaje o en relación $m/1$, en la cuál “m” es la distancia horizontal que corresponde a una unidad de distancia vertical.

Normalmente los taludes compuestos por rocas forman mas pendientes y los que contienen masa de poca resistencia o blandas, forman pendientes menos significativas.

Suelo expansivo

Suelo que al ser humedecido sufre un asentamiento o colapso relativamente rápido, que pone en peligro a las estructuras cimentadas sobre ello.

Talud

Un talud es una porción de tierra elevada, de dimensiones variables, generalmente remarcado por una cuneta y caracterizado por una vegetación específica

IV. MATERIAL Y MÉTODOS

4.1. Localización

Ubicación geográfica de la zona en estudio.

La siguiente investigación se desarrollo:

Carretera	:	Pedro Ruíz – Chachapoyas.
Kilometros (Km)	:	Km 07 + 000 – Km 09 + 000.
Localidad	:	Churuja.
Distrito	:	Churuja.
Provincia	:	Bongará.
Región	:	Amazonas
País	:	Perú.

Coordenadas UTM WGS-84. (Punto en el ingreso de la cantera)

Este	:	172037.00 m.
Norte	:	9335678.00 m.
Altitud	:	1388.00 m.s.n.m.
Temperatura máxima promedio	:	33 °C.
Temperatura mínima promedio	:	15 °C.
Temperatura promedio	:	27 °C.
Humedad relativa anual promedio	:	71 %.
Precipitación promedio anual	:	778 mm.
Clima	:	Parcialmente soleado.
Región natural	:	Quechua alta.



Figura N° 2. Mapa político del Perú



Figura N° 4. Provincia de Bongará

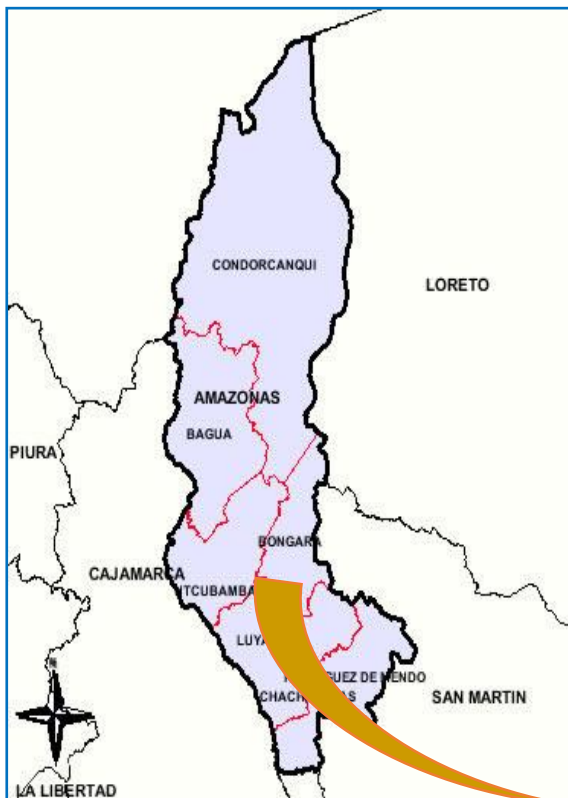


Figura N° 3. Mapa de Chachapoyas



Figura N° 5. Distrito de Churuja



Figura N° 6. Ubicación del tramo de estudio

4.2. Materiales, herramientas, y/o equipos

En la presente investigación se utilizaron los siguientes materiales, herramientas y/o equipos.

4.2.1. En campo

4.2.1.1. Materiales

- Libreta de campo
- Cinta de embalaje
- Tubo de 4" (longitud 25 cm para la extracción de la muestra inalterada)
- Bolsas herméticas (para la protección de la humedad)
- Plumón indeleble

4.2.1.2. Herramientas

- Zapapico
- Palana
- Lampa
- Barreta
- Machete
- Wincha de 5m
- Martillo
- Trípode

4.2.1.3. Equipos

- GPS (grado de precisión $\pm 3m$)
- Estacion total
- Cámara fotográfica

4.2.2. En laboratorio

4.2.2.1. Cuarteo manual

4.2.2.1.1. Herramientas

- Barejil

- Recipientes

4.2.2.2. Contenido de humedad

4.2.2.2.1. Materiales

- Taras de plástico
- Cápsulas

4.2.2.2.2. Equipos

- Horno microondas (rango de temperatura 100 – 250 °C)
- Balanzas (capacidad maxima: 300gr, precisión: 0.01g.)

4.2.2.3. Granulometría

4.2.2.3.1. Materiales

- Sartén (para secar la muestra)
- Cocina a gas
- Recipientes de plástico
- Tamiz N° 4 (para el lavado de la muestra)
- Juego de tamices

4.2.2.3.2. Equipos

- Balanza (capacidad maxima: 6000 gr, precisión: 0.1g)
- Tamizadora eléctrica (8 tamices)

4.2.2.4. Límite líquido

4.2.2.4.1. Materiales

- Cápsulas
- Recipientes
- Támiz N° 40

4.2.2.4.2. Herramientas

- Espátula

- Acanalador
- Cucharas
- Cucharas

4.2.2.4.3. Equipos

- Copa de Casa Grande
- Balanza (capacidad maxima: 300 g, precisión 0.01g)
- Horno microondas (rango de temperatura 100 – 120° C)

4.2.2.5. Limite plástico

4.2.2.5.1. Materiales

- Espátula
- Cápsulas
- Támiz N° 40
- recipientes
- Vidrios esmerilado

4.2.2.5.2. Equipos

- Balanza (capacidad maxima: 300 g, precisión 0.01g)
- Bernier
- Horno microondas (rango de temperatura 100 – 120° C)

4.2.2.6. Peso específico

4.2.2.6.1. Materiales

- Recipiente de plástico
- Fiolas (capacidad 500 cm³)

4.2.2.6.2. Equipos

- Balanza (capacidad maxima: 6000 gr, precisión: 0.1g)
- Horno microondas (rango de temperatura 100- 120 °C)

4.2.2.7. Expansión de suelos

4.2.2.7.1. Equipos

- Probetas de 100 ml
- Regla para medir la expansión

4.2.2.8. Corte directo

4.2.2.8.1. Materiales

- Piedras porosas
- Recipientes de plástico
- Moldes
- Piscinas

4.2.2.8.2. Herramientas

- Espátula para remoldear la muestra

4.2.2.8.3. Equipos

- Dispositivo de carga
- Dispositivo para la aplicación de la fuerza normal
- Dispositivo para la aplicación de la fuerza de corte
- Balanza (capacidad máxima: 6000 gr, precisión 0.1g)
- Equipo para el remoldeo

4.2.3. En Gabinete

4.2.2.2.1. Materiales

- Software Slide V.6.0
- Software de Google Earth version 7.1.

4.2.2.2.2. Equipos

- Laptop
- Usb

4.3. Diseño de la investigación

La presente investigación fue descriptiva, no experimental y se fundamenta en el análisis e interpretación de datos obtenidos de los diferentes factores que afectan la inestabilidad de taludes, del tramo Km 07 + 000 al Km 09 + 000.

Población

La población fue definida por el tramo Km 07+000 al Km 09+000 de la carretera Pedro Ruíz – Chachapoyas, puesto que es el área de interés para esta investigación.

Muestra

Para este estudio se tomaron los sitios más críticos, que comprenden el tramo Km 07+300 – Km 07+320 y el tramo Km 07+500 – Km 07+530, de la carretera Pedro Ruíz – Chachapoyas.

4.4. Metodología y procedimiento

El estudio de estabilidad de taludes o movimientos de masas, es un tema de gran importancia para la realización de proyectos en el campo de ingeniería, tales como vías, ordenamiento territorial y otros, puesto que dichos fenómenos naturales pueden ocasionar diversos problemas. En tal sentido, es necesario realizar investigaciones de campo para establecer la metodología más apropiada de estudio, efectuando calicatas, para después llevarlas al laboratorio con el fin de establecer las propiedades físico – mecánico del suelo, para usarlas en el análisis de movimientos de masas. Para esta investigación se utilizó el método de Equilibrio Límite lo que consiste analizar los casos de falla traslacional y de falla rotacional y permite obtener un factor de seguridad lo que significa determinar las fuerzas resistentes sobre una determinada superficie de falla.

Para determinar los resultados de los diferentes factores que intervienen en la inestabilidad de taludes se han realizados los siguientes estudios.

a) Topografía del talud

En el presente estudio se realizó un levantamiento topográfico para determinar el relieve del terreno, y se llevó a cabo en las zonas más críticas que comprenden los tramos km 07+300 - km 07+320 y Km 07+500 - Km 07+530 de la carretera Pedro Ruiz – Chachapoyas. También se calculó la pendiente del talud con eclímetro en cada tramo de estudio, para determinar el tipo de relieve se tomó los siguientes parámetros.

Tabla N° 1. Rangos para determinar el tipo de topografía

Descripción topográfica	Pendiente (%)	Tipo
Terreno plano	> 10	1
Terreno ondulado	11 - 50	2
Terreno accidentado	51 - 100	3
Terreno escarpado	> 100	4

Fuente: (Sebastian & Arenas, 2016)

b) Estudios de suelos

Es muy importante en el análisis de estabilidad de taludes, definir las propiedades de los suelos que conforman la sección de análisis.

Exploración de campo.

Se realizó una visita acampo para evaluar los sitios más críticos de inestabilidad del tramo en estudio y determinar a priori algunos de los factores desestabilizantes.

Procedimiento de toma de muestras de suelos.

La obtención de las muestras para el estudio de mecánica de suelos, se realizó en los sitios km 07+300 – km 07+320 y km 07+500 – km 07+530 de la carretera Pedro Ruíz – Chachapoyas. La excavación se ejecutó con ayuda de herramientas manuales, y consiste en una calicata y dos perfilados, luego se procedió con la extracción de las muestras por cada estrato de suelo, posteriormente almacenarlo en bolsas herméticas para conservar su humedad, y se colocó el nombre del proyecto, progresiva, número de estrato y coordenadas respectivas para su posterior traslado al laboratorio.

Procedimiento de los ensayos realizados en el laboratorio.

▪ Contenido de humedad (Norma ASTM D2216)

Material

Material que pasa la malla N° 4 extraídas de las calicatas en estudio.

Equipo y herramientas

Horno microondas, balanza, cápsulas, tamiz N° 4, cucharas.

Procedimiento del ensayo

- Se determino el peso de una cápsula.
- Se coloco el material húmedo con una cuchara en la cápsula y se determino su peso.
- Se coloco la cápsula con el material húmedo en el horno microondas a una temperatura de 110° C, durante un tiempo de 24 horas.
- Luego de transcurrido el tiempo establecido, se vuelve a pesar la cápsula con el material seco.

▪ Análisis granulométrico (Norma ASTM D 422)

Materiales

Material lavado, retenido en la malla N° 200 de las calicatas en estudio.

Equipo

Balanza de 6 kg, sartén, juego de tamices de (3", 2 1/2", 2", 1 1/2", 1", 3/4", 1/2", 3/8", 1/4", y N° 4, 6), tamizadora eléctrica tamiz N° (8, 10, 16, 20, 30, 40, 50, 80, 100, 200), recipientes de plástico.

Procedimiento del ensayo

- Se empezó haciendo por el método del cuarteo lo cual se tomó de 1 a 2 Kg. de muestra aproximadamente.
- Se lavó la muestra hasta eliminar todo el material orgánico y luego lo colocamos en un sartén hasta secarse.
- Se colocó los tamices en orden decreciente de acuerdo al tamaño de abertura.
- Del támara N°8 al támara N°200, se utilizó la tamizadora eléctrica.

- Pesamos el material retenido de cada tamiz.
- La sumatoria de estos pesos parciales debe ser igual al peso seco original, si la sumatoria difiere en más del 1% (error permisible) deberá repetirse el ensayo.

Para clasificar el tipo de suelo se evaluó con las tablas de clasificación de suelos con SUCS Y AASHTO.

Tabla N° 2. Clasificación AASHTO

Clasificación	Materiales granulares (35% o menos pasa por el tamiz N° 200)						Materiales limoso arcilloso (más del 35% pasa el tamiz N° 200)				
	A-1		A-3	A-2-4				A-4	A-5	A-6	A-7 A-7-5 A-7-6
Grupo:	A-1-a	A-1-b		A-2-4	A-2-5	A-2-6	A-2-7				
Porcentaje que pasa:											
N° 10 (2mm)	50 máx	-	-	-				-			
N° 40 (0,425mm)	30 máx	50 máx	51 mín	-				-			
N° 200 (0,075mm)	15 máx	25 máx	10 máx	35 máx				36 mín			
Características de la fracción que pasa por el tamiz N° 40											
Límite líquido	-	-	40 máx	41 mín	40 máx	41 mín	40 máx	41 mín	40 máx	41 mín	41 mín (2)
Índice de plasticidad	6 máx		NP (1)	10 máx	10 máx	11 mín	11 mín	10 máx	10 máx	11 mín	11 mín
Constituyentes principales	Fragmentos de roca, grava y arena		Arena fina	Grava y arena arcillosa o limosa				Suelos limosos		Suelos arcillosos	
Características como subgrado	Excelente a bueno						Pobre a malo				

Fuente: (Juarez & Rico, 2011)

Tabla N° 3. Clasificación SUCS, para suelos finos

DIVISIONES PRINCIPALES		Símbolos del grupo	NOMBRES TÍPICOS
SUELOS DE GRANO FINO Más de la mitad del material pasa por el tamiz número 200	Limos y arcillas: Límite líquido menor de 50	ML	Limos inorgánicos y arenas muy finas, limos limpios, arenas finas, limosas o arcillosas, o limos arcillosos con ligera plasticidad.
		CL	Arcillas inorgánicas de plasticidad baja a media, arcillas con grava, arcillas arenosas, arcillas limosas.
		OL	Limos orgánicos y arcillas orgánicas limosas de baja plasticidad.
	Limos y arcillas: Límite líquido mayor de 50	MH	Limos inorgánicos, suelos arenosos finos o limosos con mica o diatomeas, limos elásticos.
		CH	Arcillas inorgánicas de plasticidad alta.
		OH	Arcillas orgánicas de plasticidad media a elevada; limos orgánicos.
Suelos muy orgánicos		PT	Turba y otros suelos de alto contenido orgánico.

Fuente: (Juarez & Rico, 2011)

Tabla N° 4. Clasificación SUCS, para suelos gruesos

DIVISIONES PRINCIPALES		Símbolos del grupo	NOMBRES TÍPICOS	IDENTIFICACIÓN DE LABORATORIO	
SUELOS DE GRANO GRUESO					
Más de la mitad del material retenido en el tamiz número 200					
GRAVAS Más de la mitad de la fracción gruesa es retenida por el tamiz número 4 (4,76 mm)	Gravas limpias (sin o pocos finos)	GW	Gravas, bien graduadas, mezclas grava-arena, pocos finos o sin finos.	$Cu = D_{60}/D_{10} > 4$ $Cc = (D_{30})^2 / D_{10} \times D_{60}$ entre 1 y 3	
		GP	Gravas mal graduadas, mezclas grava-arena, pocos finos o sin finos.		No cumplen con las especificaciones de granulometría para GW.
		Gravas con finos (apreciable cantidad de finos)	GM	Gravas limosas, mezclas grava-arena-limo.	Límites de Atterberg debajo de la línea A o $IP < 4$. Encima de línea A con IP entre 4 y 7 son casos
			GC	Gravas arcillosas, mezclas grava-arena-arcilla.	Límites de Atterberg sobre la línea A con $IP > 7$. Son casos que requieren
ARENAS Más de la mitad de la fracción gruesa pasa por el tamiz número 4 (4,76 mm)	Arenas limpias (pocos o sin finos)	SW	Arenas bien graduadas, arenas con grava, pocos finos o sin finos.	$Cu = D_{60}/D_{10} > 6$ $Cc = (D_{30})^2 / D_{10} \times D_{60}$ entre 1 y 3	
		SP	Arenas mal graduadas, arenas con grava, pocos finos o sin finos.		Cuando no se cumplen simultáneamente las condiciones para SW.
	Arenas con finos (apreciable cantidad de finos)	SM	Arenas limosas, mezclas de arena y limo.	Límites de Atterberg debajo de la línea A o $IP < 4$.	
		SC	Arenas arcillosas, mezclas arena-arcilla.	Límites de Atterberg sobre la línea A con $IP > 7$.	
Determinar porcentaje de grava y arena en la curva granulométrica. Según el porcentaje de finos (fracción inferior al tamiz número 200). Los suelos de grano grueso se clasifican como sigue:				<5% -> GW, GP, SW, SP. >12% -> GM, GC, S.M, SC. 5 al 12% -> casos límite que requieren usar doble símbolo.	

▪ Límites de atterberg

Los límites de Atterberg se utilizan para caracterizar el comportamiento de los suelos o capas granulares y se basan en los cuatro estados de consistencia según su humedad.

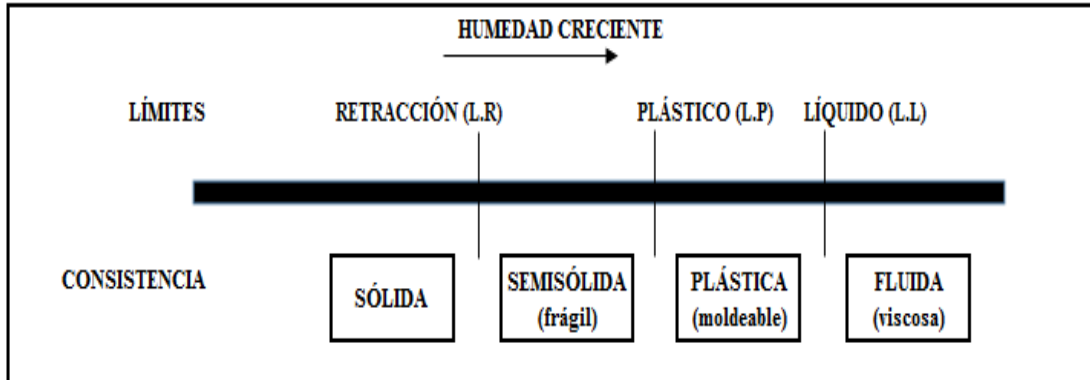


Figura N° 7. Estados de consistencia de un suelo.

Se denomina Índice Plástico a la diferencia entre el límite líquido y el límite plástico ($IP = LL - LP$), representando por tanto el rango de humedad en el que el material tendrá un comportamiento plástico. Los ensayos descritos a continuación nos permitirán determinar este índice para cada muestra analizada.

Determinación del límite líquido (Norma ASTM D 4318)

Material

Material que pasa el tamiz N° 40 y agua potable.

Equipo

Recipientes, espátula, copa de Casagrande, acanalador, cucharas, balanza, horno microondas, tamiz N° 40, cápsulas.

Procedimiento del ensayo

- Se colocó el material en un recipiente, se añadió agua y luego se amasó con la espátula.
- Se tomó una porción del material amasado con la cuchara luego se colocó en la copa de Casagrande para después emparejar con la espátula.
- Se hizo un surco en la parte central de la copa de Casagrande con el acanalador.

- Se gira la manivela de la copa de Casagrande a razón de 2 vueltas por segundo y se cuenta la cantidad de golpes hasta verificar que en el surco se haya cerrado el material, luego se verifica que se encuentre en los rangos establecidos 25 – 35; 20 – 30; 15 – 25, de no ser el caso se repite el procedimiento hasta que se encuentre en los tres rangos establecidos.
- Después de girar la manivela y estar en los rangos establecidos, se extrae una muestra de 15 a 20 gr donde se haya cerrado el material.
- Se coloca el material en una cápsula, se pesa y se coloca en el horno microondas durante 24 horas.
- Se saca la cápsula con el material del horno microondas y se vuelve a pesar.

Determinación del límite plástico (Norma ASTM D 4318).

Material

Material que pasa el tamiz N° 40 y agua potable.

Equipo

Recipiente, cápsulas, espátula, vidrio esmerilado, balanza, bernier, horno microondas tamiz N° 40.

Procedimiento del ensayo

- Se amasó el material con la espátula en un recipiente.
- Se tomó una porción de la muestra aproximadamente 5 a 10 gr, luego se rueda con los dedos sobre el vidrio esmerilado.
- Se formó barritas de suelo de diámetro de 3.2 mm, si las barritas con este diámetro no se han desmoronado se vuelve a repetir hasta que se desmoronen aproximadamente con este diámetro.
- Se tomó un aproximado de 15 a 20 gr de las barritas desmoronadas, se coloca en una cápsula, se pesa y se llevó al horno microondas durante un tiempo de 24 horas.
- Se retiró la cápsula con la muestra del horno microondas para luego pesarlo.

▪ **Peso específico (Norma ASTM 400.022)**

Material

Material que pasa el tamiz N° 4 y agua potable.

Equipo

Balanza, recipientes, fiolas, horno microondas.

Procedimiento del ensayo

- Se peso 500 gr del material en un recipiente.
- Se coloco los 500 gr del material dentro de la fiola y luego se añadió agua hasta una marca establecida dejándolo reposar por un tiempo de 10 minutos.
- Se eliminó las burbujas de aire agitando la fiola por un tiempo de 15 a 20 minutos.
- Sacamos el agua con el material saturado que se encuentra dentro de la fiola.
- Lo colocamos en un recipiente con todo el agua para colocar en el horno durante un tiempo de 24 horas.
- Se retira el recipiente con el material para luego volver a pesar.

▪ **Ensayo de corte directo (ASTM D3080)**

La resistencia a la deformación plástica del terreno de fundación, causada por desplazamientos laterales del material, es una función de su resistencia de corte S , esta resistencia depende de su cohesión “ c ” y de su ángulo de fricción interna ϕ y está dada por la siguiente relación, conocida como la ecuación de Coulomb.

$$S = \sigma * Tg(\phi) + c$$

Donde:

σ = Esfuerzo normal que actúa sobre el plano de ruptura.

ϕ = ángulo de fricción interna del material del terreno de fundación y

c = cohesión del material del terreno de fundación.

c) Permeabilidad del suelo

La permeabilidad de un suelo es la facultad con la que el agua pasa a través de los poros de un suelo. Para ello se realizó un ensayo de permeabilidad en campo en los sitios km 07+300 – km 07+320 y km 07+500 – km 07+530.

Herramientas

- Palana
- Barreta
- Zapa Pico
- Cubeta
- Wincha (5m)
- Libreta de campo

Procedimiento.

Para el km 07 + 300 – km 07 + 320, se realizó un hoyo de diámetro de 43.6 cm con una profundidad de 90 cm, para este ensayo se saturó el suelo un día antes durante una hora y al siguiente día realizar el ensayo, lo cual se tomó intervalos de tiempo de 30 minutos durante 4 horas para ver su pérdida de agua, en el km 07 + 500 – km 07 + 530 se realizó un hoyo de diámetro de 49.6 cm y una profundidad de 100 cm, en este tramo no se saturó el suelo, debido que el agua se filtró en menos de 30 minutos para ello se tuvo intervalos de tiempo de 10 minutos para ver la pérdida de agua y determinar el coeficiente de permeabilidad para clasificar según los parámetros establecidos.

Tabla N° 5. Parámetros para determinar el coeficiente de permeabilidad.

	10 ²	10	1	10 ⁻¹	10 ⁻²	10 ⁻³	10 ⁻⁴	10 ⁻⁵	10 ⁻⁶	10 ⁻⁷	10 ⁻⁸	10 ⁻⁹
Drenaje	bueno						pobre			Prácticamente impermeable		
tipo de suelo	grava limpia	arenas limpias y mezclas limpias de arena y grava				arenas muy finas, limos orgánicos e inorgánicos, mezclas de arena, limo y arcilla, morenas glaciares, depósito de arcillas estratificada			suelos "impermeables", es decir, arcillas homogéneas situadas por debajo de la zona de descomposición			
						suelos "impermeables", modificados por la vegetación o la descomposición.						
determinación directa de "k"	ensayos directo del suelo "in situ" por ensayos de bombeo. Se requiere mucha experiencia, pero bien realizados son bastante exactos											
	permeámetro de carga hidráulica constante. No se requiere mayor experiencia											
determinación indirecta de "k"	Permeámetro de carga hidráulica decreciente. No se requiere mayor experiencia y se obtienen buenos resultados				permeámetro de carga hidráulica decreciente. Resultados dudosos. Se requiere mucha experiencia			permeámetro de carga hidráulica decreciente. Resultados de regular a bueno. Se requiere mucha experiencia				

Fuente: (Rennat & Shepherd, 1997)

d) Precipitaciones

Para el desarrollo de esta investigación, se utilizaron los datos de la estación meteorológica del SENAMHI del distrito de Jazan, provincia de Bongará de los años 2011 al 2016, lo que nos sirvió para el análisis e interpretación de las precipitaciones que se dan en dicha zona de estudio los cuales son variables en cada mes y año. Para esto se ha tenido en cuenta la clasificación del Índice Modificado de Fournier.

Índice Modificado de Fournier (IMF)

Este índice modificado de Fournier (IMF) caracteriza la agresividad de la precipitación mensual y se clasifica de la siguiente forma:

Tabla N°6. Clasificación del Índice Modificado de Fournier

Descripción	Parámetros (mm)	Clase
Muy bajo	< 60mm	1
Bajo	60mm - 90mm	2
Moderado	90mm - 120mm	3
Alto	120mm - 160mm	4
Muy alto	> 160mm	5

Fuente: (Arnoldus, 2005)

e) Expansión del suelo

El término suelos expansivos, implica a la tendencia de aumentar de volumen cuando aumenta el contenido de agua, de una manera general, el potencial expansivo de un suelo se relaciona con su índice de plasticidad y volumen de expansión.

Procedimiento

Para este ensayo se utilizó una probeta de 1000 ml para cada calicata, lo cual se colocó 40 gramos de material que pasa la malla N° 40, luego se añadió 100 ml de agua para dejarle durante un tiempo de 24 horas, después se realizó la medición del volumen final para determinar su expansibilidad, también se calculó su expansibilidad teniendo en cuenta su índice de plasticidad

Tabla N° 7. Parámetros para determinar la expansión del suelo según el IP.

Potencial de Expansión	Índice de Plasticidad
Bajo	0 -10
Medio	10 - 20
Alto	20 - 35
Muy Alto	35 a más

Fuente : (Arancibia, 2003).

Tabla N° 8. Parámetros para determinar la expansión del suelo según su volumen

Potencial de Expansión	Índice de Plasticidad
Bajo	0 -1.5
Medio	1.5 – 5.0
Alto	5.0 – 25
Muy Alto	25 a más

Fuente : (Arancibia, 2003).

4.5. Análisis de datos

En esta investigación se realizó estudios de mecánica de suelos para determinar sus propiedades físico - mecánico, se hizo un ensayo in situ, para determinar la permeabilidad del suelo, se realizó un levantamiento topográfico para determinar el tipo de relieve existente en dicha zona. La obtención de datos meteorológicos fueron proveidos por el SENHAMI, luego se analizó mediante gráficas proyectadas en el programa Exel v. 2016.

Para determinar la inestabilidad de los taludes se utilizó el método de equilibrio límite, se empleo el software Slide v.6. lo que determina el FS (factor de seguridad) para ello se empleo los siguientes parámetros:

Tabla N° 9. Parámetros para determinar el factor de seguridad.

ESTABILIDAD	FS \geq 1 talud estable
DE TALUDES	FS < 1 talud inestable

Fuente: (Gerscovich, 2012).

V. RESULTADOS

5.1. Resultados de la topografía del terreno

Para esta investigación se realizó un levantamiento topográfico por cada tramo en estudio para determinar el tipo de relieve existente en dicha zona de estudio, se clasificó según los parámetros establecidos.

Tabla N° 10. Resultados de topografía del terreno km 07+300 – km 07+320

PARÁMETROS	pendiente (%)	tipo	tramo
			km 07 + 300 - km 07+320
terreno plano	>10	1	
terreno ondulado	11 - 50	2	39.77%
Terreno accidentado	51 - 100	3	
terreno escarpado	>100	4	

Fuente: Elaboración propia aplicación a la tabla N° 1

En esta tabla se representa la topografía del talud que es de 39.77 % lo que nos da entender que el talud es ondulado.

Tabla N° 11. Resultados de topografía del terreno Km 07+500 – km 07+530

PARÁMETROS	pendiente (%)	tipo	tramo
			km 07 + 500 – km 07+530
terreno plano	>10	1	
terreno ondulado	11- 50	2	
Terreno accidentado	51 - 100	3	77.19%
terreno escarpado	>100	4	

Fuente: Elaboración propia aplicación a la tabla N° 1

En esta tabla representa la topografía del talud que es de 77.19 % lo que nos da entender que el talud es accidentado.

5.2. Resultados de mecánica de suelos

Con los ensayos realizados en el laboratorio de Mecánica de suelos y Concreto de la Dirección Regional de Transportes y Comunicaciones de Amazonas, se determinó las propiedades físico – mecánico de los suelos en los tramos Km 07+000 - Km 09+000.

Tabla N° 12. Resultados de suelos C-01 tramo km 07+300 - km 07+320

ENSAYOS DE MECÁNICA DE SUELOS			tramo km 07+300 – km 07+320
CALICATA 01-E1			
Contenido de Humedad Promedio (%)			9.03
Análisis Granulométrico por Tamizado	características	grava (%)	1.6
		arenas (%)	52.5
		finos (%)	45.9
	clasificación	SUCS	SM-SC
		AASHTO	A-4(2)
Límites de Consistencia	Límite Líquido (%)		19
	Límite Plástico (%)		14
	Índice de Plasticidad (%)		5
CALICATA 01-E2			
Contenido de Humedad Promedio (%)			11.23
Análisis Granulométrico por Tamizado	características	grava (%)	25
		arenas (%)	64.1
		finos (%)	11
	clasificación	SUCS	SP-SC
		AASHTO	A-2-4(0)
Límites de Consistencia	Límite Líquido (%)		25
	Límite Plástico (%)		16
	Índice de Plasticidad (%)		9
Peso Específico			2.10
Ensayo de Corte Directo	Cohesión (kg/cm ²)		0.13
	Ángulo de Fricción Interna (°)		16.4
	Capacidad Portante (kg/cm ²)		0.86

Fuente: *Elaboración propia.*

En esta tabla se representa el contenido de humedad, sus características, clasificación por AASHTO y SUCS, límites de consistencia y su capacidad portante del suelo. En el primer estrato (E1), tenemos un suelo areno – arcilloso, con un alto límite líquido, en el (E2) tenemos un suelo arenoso, con un alto límite líquido; su cohesión y ángulo de fricción es muy baja debido a esto su capacidad portante es bajo.

Tabla N° 13. Resultados de suelos C-02 tramo km 07+500 - km 07+530

ENSAYOS DE MECÁNICA DE SUELOS			tramo km 07+500 – km 07+530
CALICATA 02-M1			
Contenido de Humedad Promedio (%)			14.78
Análisis Granulométrico por Tamizado	características	grava (%)	-
		arenas (%)	11.3
		finos (%)	88.7
	clasificación	SUCS	CL
		AASHTO	A-6(8)
Límites de Consistencia	Límite Líquido (%)		30
	Límite Plástico (%)		19
	Índice de Plasticidad (%)		11
CALICATA 02-M2			
Contenido de Humedad Promedio (%)			26.08
Análisis Granulométrico por Tamizado	características	grava (%)	0.9
		arenas (%)	36.0
		finos (%)	63.10
	clasificación	SUCS	CL
		AASHTO	A-7-6(14)
Límites de Consistencia	Límite Líquido (%)		47
	Límite Plástico (%)		19
	Índice de Plasticidad (%)		28
Peso Específico			2.39
Ensayo de Corte Directo	Cohesión (kg/cm ²)		0.21
	Ángulo de Fricción Interna (°)		10.8
	Capacidad Portante (kg/cm ²)		0.75

Fuente: *Elaboración propia.*

En esta tabla se representa el contenido de humedad, sus características, clasificación por AASHTO y SUCS, límites de consistencia y su capacidad portante del suelo. En el estrato (E1) y (E2), tenemos arcillas con grava de baja plasticidad, su cohesión y ángulo de fricción es muy baja debido a esto su capacidad portante es bajo.

Tabla N° 14. Resultados de suelos C-03 tramo km 07+500 - km 07+530

ENSAYOS DE MECÁNICA DE SUELOS			tramo km 07+500 – km 07+530
CALICATA 03-M1			
Contenido de Humedad Promedio (%)			7.52
Análisis Granulométrico por Tamizado	características	grava (%)	40.5
		arenas (%)	31.10
		finos (%)	28.4
	clasificación	SUCS	GC
		AASHTO	A-2-6(0)
Límites de Consistencia	Límite Líquido (%)		25
	Límite Plástico (%)		13
	Índice de Plasticidad (%)		12
CALICATA 03-M2			
Contenido de Humedad Promedio (%)			8.69
Análisis Granulométrico por Tamizado	características	grava (%)	19.20
		arenas (%)	42.60
		finos (%)	38.20
	clasificación	SUCS	SC
		AASHTO	A-6(1)
Límites de Consistencia	Límite Líquido (%)		27
	Límite Plástico (%)		14
	Índice de Plasticidad (%)		13
Peso Específico			2.09
Ensayo de Corte Directo	Cohesión (kg/cm ²)		0.19
	Ángulo de Fricción Interna (°)		14.10
	Capacidad Portante (kg/cm ²)		0.92

Fuente: *Elaboración propia.*

En esta tabla se representa el contenido de humedad, sus características, clasificación por AASHTO y SUCS, límites de consistencia y su capacidad portante del suelo. En el primer estrato (E1), tenemos un suelo gravoso – arcilloso, con un alto límite líquido, en el (E2) tenemos un suelo arcilloso, con un alto límite líquido; su cohesión y ángulo de fricción es muy baja debido a esto su capacidad portante es bajo.

5.3. Resultados de permeabilidad del suelo

Este ensayo se realizó in situ para determinar su coeficiente de permeabilidad del suelo en cada tramo.

Tabla N° 15. Permeabilidad del suelo Km 07+300 – km 07+320

Tiempo	Variación del nivel del agua tramo km 07+300 – km 07+320
30 min	8 cm
30 min	7.4 cm
30 min	7 cm
30 min	6.3 cm
30 min	6 cm
30 min	5 cm
30 min	5 cm
30 min	5 cm
Total= 240 min	H prom = 6.21 cm

Fuente: Elaboración propia.

$$K = \frac{V * L}{H * A * T}$$

K: coeficiente de permeabilidad

V: volumen de agua

L: longitud de la muestra

H: diferencia de nivel

A: área transversal de la muestra

T: tiempo de ensayo

$$K = \frac{9271.59\text{cm}^3 * 90\text{cm}}{6.21\text{cm} * 1493.01\text{cm}^2 * 14400\text{s}}$$

$$K = 0.0062 \text{ cm/s}$$

Tabla N° 16. Resultados de permeabilidad del suelo km 07 + 300 – km 07+320.

	10 ²	10	1	10 ⁻¹	10 ⁻²	10 ⁻³	10 ⁻⁴	10 ⁻⁵	10 ⁻⁶	10 ⁻⁷	10 ⁻⁸	10 ⁻⁹
Drenaje	bueno							pobre		Prácticamente impermeable		
tipo de suelo	grava limpia	arenas limpias y mezclas limpias de arena y grava				arenas muy finas, limos orgánicos e inorgánicos, mezclas de arena, limo y arcilla, morenas glaciares, depósito de arcillas estratificada			suelos "impermeables", es decir, arcillas homogéneas situadas por debajo de la zona de descomposición			
						suelos "impermeables", modificados por la vegetación o la descomposición.						
determinación directa de "k"	ensayos directo del suelo "in situ" por ensayos de bombeo. Se requiere mucha experiencia, pero bien realizados son bastante exactos											
	permeámetro de carga hidráulica constante. No se requiere mayor experiencia											
determinación indirecta de "k"	Permeámetro de carga hidráulica decreciente. No se requiere mayor experiencia y se obtienen buenos resultados				permeámetro de carga hidráulica decreciente. Resultados dudosos. Se requiere mucha experiencia				permeámetro de carga hidráulica decreciente. Resultados de regular a bueno. Se requiere mucha experiencia			

La tabla representa parámetros para clasificar la permeabilidad del suelo, teniendo en cuenta el coeficiente de permeabilidad "K", y se determinó que el suelo es permeable.

Tabla N° 17. Permeabilidad del suelo km 07+500 – km 07+530

Tiempo	Variación del nivel del agua tramo km 07+500 – km 07+530
10 min	50 cm
10 min	48 cm
10 min	47 cm
10 min	45 cm
10 min	45 cm
10 min	45 cm
Total= 60 min	H (10 minutos finales) = 45 cm

Fuente: Elaboración propia.

$$K = \frac{V * L}{H * A * T}$$

K: coeficiente de permeabilidad

V: volumen de agua

L: longitud de la muestra

H: diferencia de nivel

A: área transversal de la muestra

T: tiempo de ensayo

$$K = \frac{86949.23\text{cm}^3 * 100\text{cm}}{45\text{cm} * 1932.21\text{cm} * 600\text{s}}$$

$$K = 0.17\text{cm/s}$$

Tabla N° 18. Resultados de permeabilidad del suelo km 07+500 – km 07+530

	10 ²	10	1	10 ⁻¹	10 ⁻²	10 ⁻³	10 ⁻⁴	10 ⁻⁵	10 ⁻⁶	10 ⁻⁷	10 ⁻⁸	10 ⁻⁹
Drenaje				bueno				pobre	Prácticamente impermeable			
tipo de suelo	grava limpia	arenas limpias y mezclas limpias de arena y grava			arenas muy finas, limos orgánicos e inorgánicos, mezclas de arena, limo y arcilla, morenas glaciares, depósito de arcillas estratificada				suelos "impermeables", es decir, arcillas homogéneas situadas por debajo de la zona de descomposición			
					suelos "impermeables", modificados por la vegetación o la descomposición.							
determinación directa de "k"	ensayos directo del suelo "in situ" por ensayos de bombeo. Se requiere mucha experiencia, pero bien realizados son bastante exactos											
	permeámetro de carga hidráulica constante. No se requiere mayor experiencia											
determinación indirecta de "k"	Permeámetro de carga hidráulica decreciente. No se requiere mayor experiencia y se obtienen buenos resultados			permeámetro de carga hidráulica decreciente. Resultados dudosos. Se requiere mucha experiencia				permeámetro de carga hidráulica decreciente. Resultados de regular a bueno. Se requiere mucha experiencia				

La tabla representa parámetros para clasificar la permeabilidad del suelo, teniendo en cuenta el coeficiente de permeabilidad "K", y se determinó que el suelo es permeable.

5.4. Resultados de las precipitaciones meteorológicas

Tabla N° 19. Precipitaciones meteorológicas del SENAMHI año 2011.

AÑO 2011		Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic
Precipitación (mm)	7	11.8	4.1	59	28.5	48.1	7.3	1.3	5	2.7	17.2	29.6	54.1
	19	39.1	22	52.7	41.1	56	21.4	46.1	31.2	83.1	44.9	49.1	88.5
Precipitación Mensual		50.9	26.1	111.7	69.6	104.1	28.7	47.4	36.2	85.8	62.1	78.7	142.6

Fuente: Elaboración propia

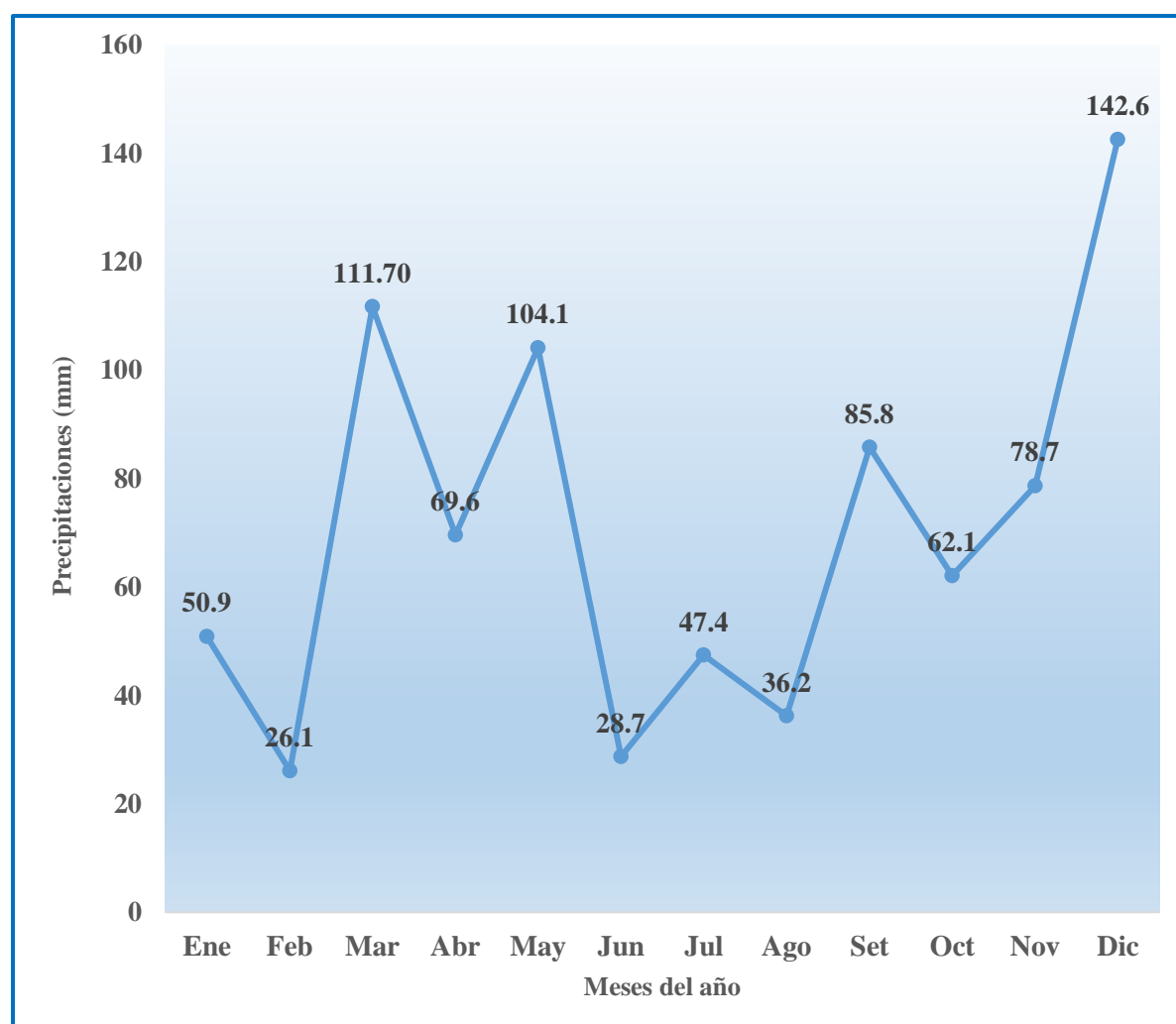


Figura N° 8. Variación de las Precipitaciones meteorológicas del año 2011.

En la Figura N° 8, se observa que las precipitaciones máximas es de 142.60 mm en el mes de diciembre, consideradas lluvias altas (Clase 5) según el Índice Modificado de Fournier (**tabla N° 6**), que son de interés principal para esta investigación.

Tabla N°20. Precipitaciones meteorológicas del SENAMHI año 2012.

AÑO 2012		Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic
Precipitación (mm)	7	20.1	34.8	74	68.9	36	1.9	5.3	0	17.6	30.4	20.2	33.4
	19	26.8	22.9	150.3	132.1	74.5	47.5	20	13.9	53.6	67.9	7.8	30.9
Precipitación Mensual		46.9	57.7	224.3	201	110.5	49.4	25.3	13.9	71.2	98.3	28	64.3

Fuente: Elaboración propia.

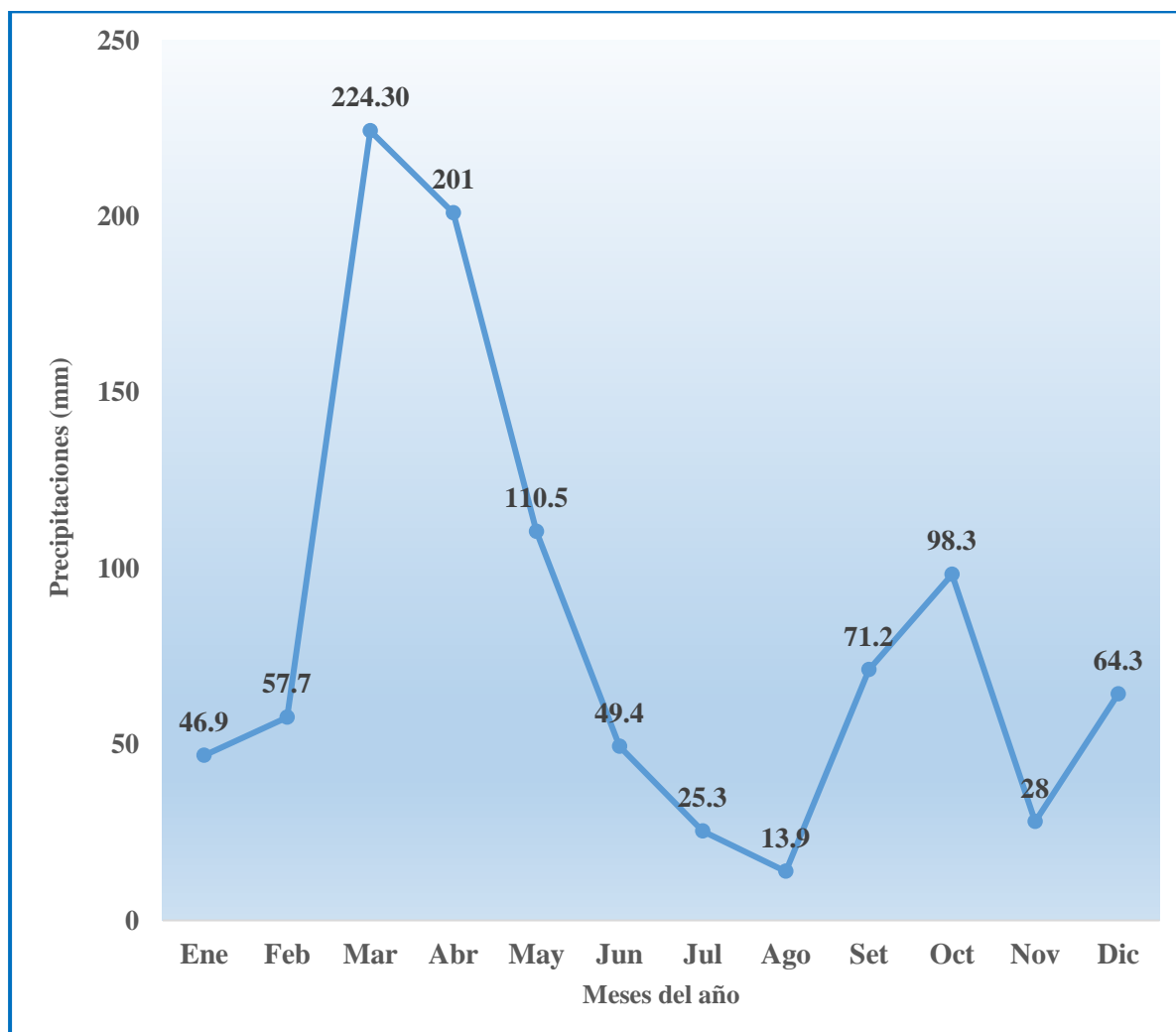


Figura N° 9. Variación de las Precipitaciones meteorológicas del año 2012.

En la Figura N° 9, se observa que las precipitaciones máximas es de 224.30 mm en el mes de marzo, consideradas lluvias altas (Clase 5) según el Índice Modificado de Fournier (**tabla N° 6**), que son de interés principal para esta investigación.

Tabla N°21. Precipitaciones meteorológicas del SENAMHI año 2013.

AÑO 2013		Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic
Precipitación	7	45	22	69.7	21	47.9	12.1	8.6	8.5	22.2	29	9.4	27.1
(mm)	19	103.3	38.5	114.8	51.7	89.6	21.7	11.4	58.9	63	93.2	22.6	20.6
Precipitación Mensual		148.3	60.5	184.5	72.7	137.5	33.8	20	67.4	85.2	122.2	32	47.7

Fuente: Elaboración propia.

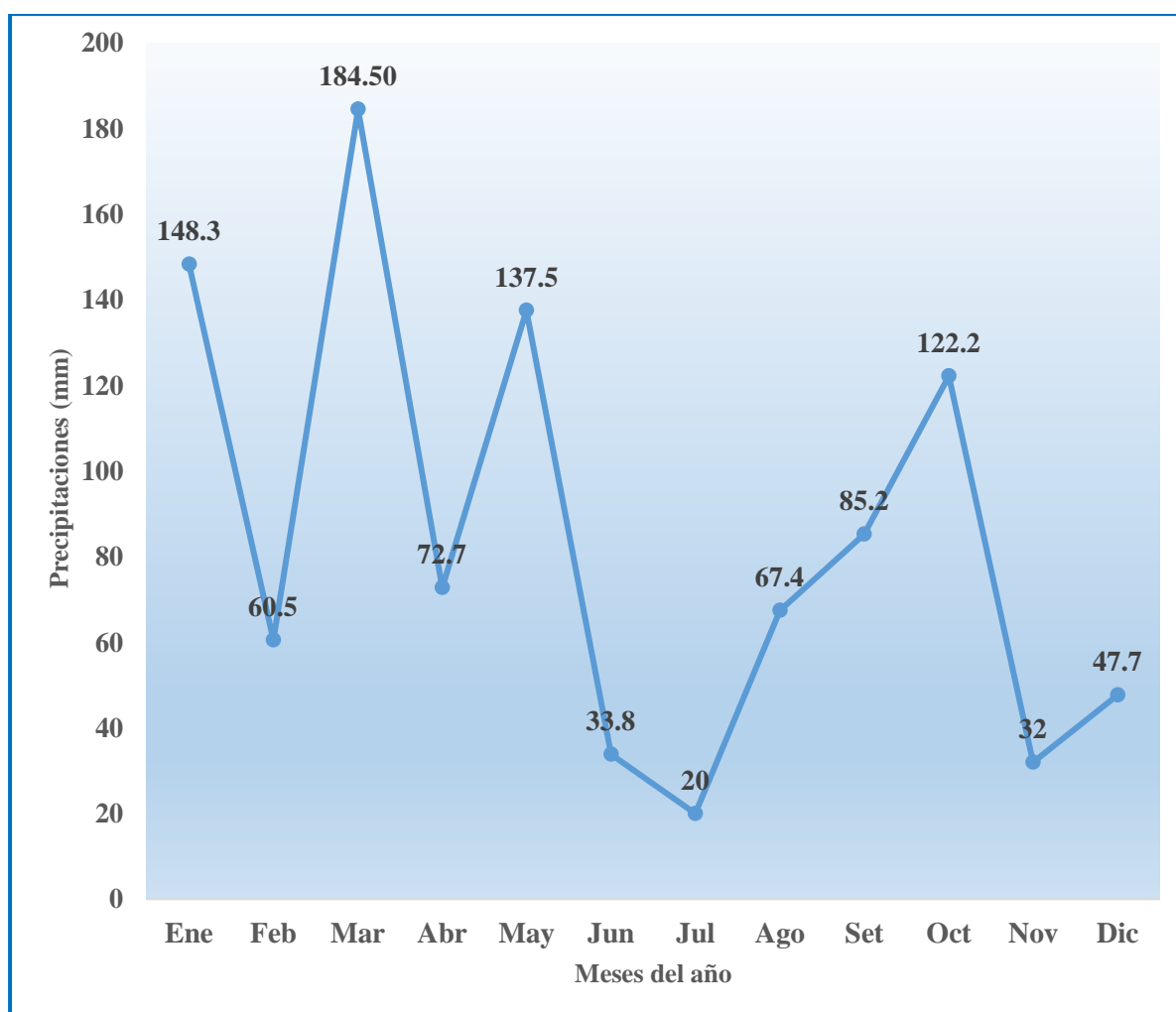


Figura N° 10. Variación de las Precipitaciones meteorológicas del año 2013.

En la Figura N° 10, se observa que las precipitaciones máximas es de 184.50 mm en el mes de marzo, consideradas lluvias altas (Clase 5) según el Índice Modificado de Fournier (**tabla N° 6**), que son de interés principal para esta investigación.

Tabla N° 22. Precipitaciones meteorológicas del SENAMHI año 2014.

AÑO 2014		Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic
Precipitación	7	25.5	28	93.8	20.7	46.8	6.5	24.1	5.7	42.6	32.3	3.4	88.6
(mm)	19	106.5	4.5	54.3	130.2	100.9	71	73.5	49.5	102.9	63.7	70	100.4
Precipitación Mensual		132	32.5	148.1	150.9	147.7	77.5	97.6	55.2	145.5	96	73.4	189

Fuente: Elaboración propia.

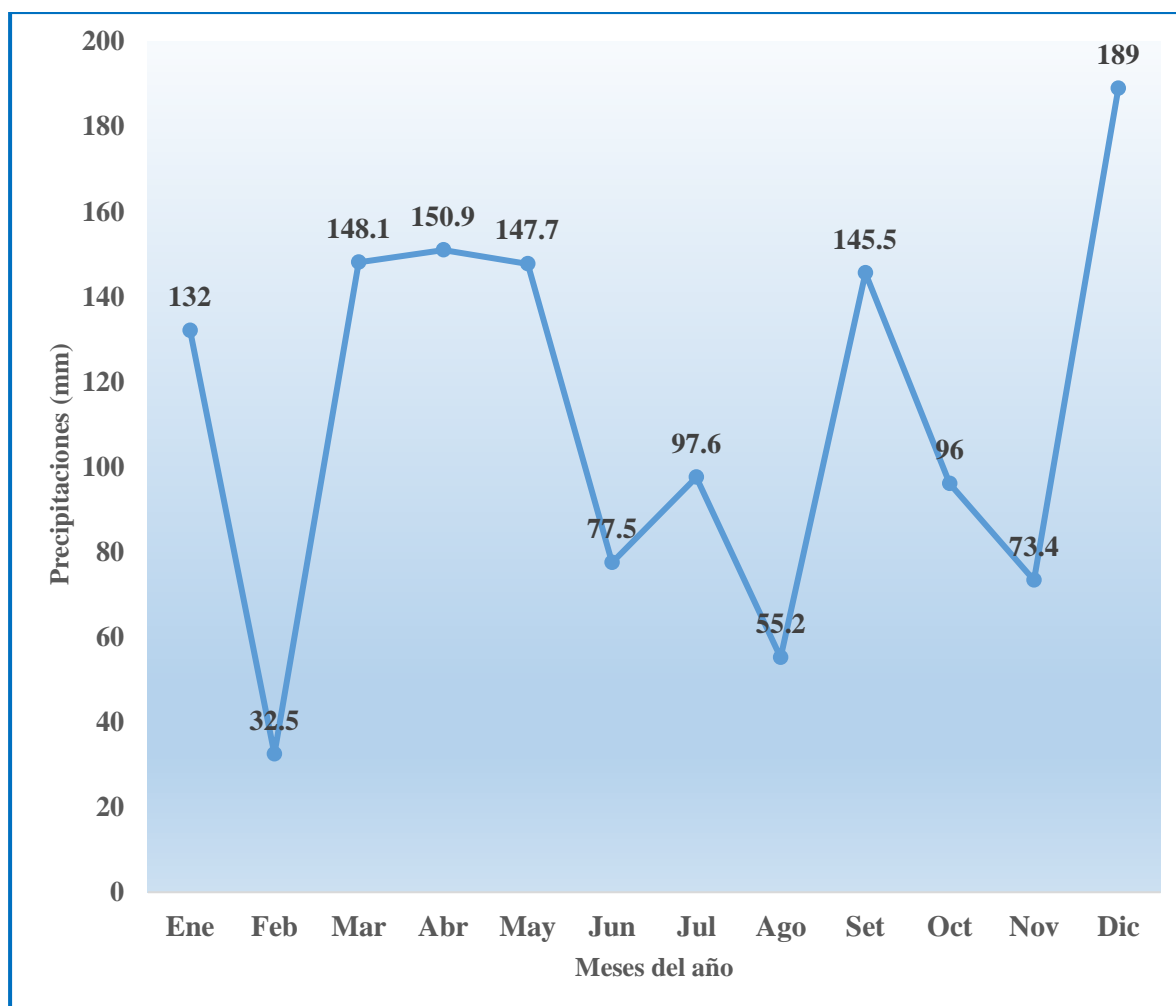


Figura N° 11. Variación de las Precipitaciones meteorológicas del año 2014.

En la Figura N° 11, se observa que las precipitaciones máximas es de 189.00 mm en el mes de diciembre, consideradas lluvias altas (Clase 5) según el Índice Modificado de Fournier (tabla N° 6), que son de interés principal para esta investigación.

Tabla N°23. Precipitaciones meteorológicas del SENAMHI año 2015.

AÑO 2015		Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic
Precipitación	7	63.1	56.1	32.7	20.2	33.4	14.8	18.7	4.7	2.4	7.4	46.2	43.4
(mm)	19	74.5	106.6	157.8	161.8	66.5	22.8	64.5	28.6	30.6	128.9	81.1	96.5
Precipitación Mensual		137.6	162.7	190.5	182	99.9	37.6	83.2	33.3	33	136.3	127.3	139.9

Fuente: Elaboración propia.

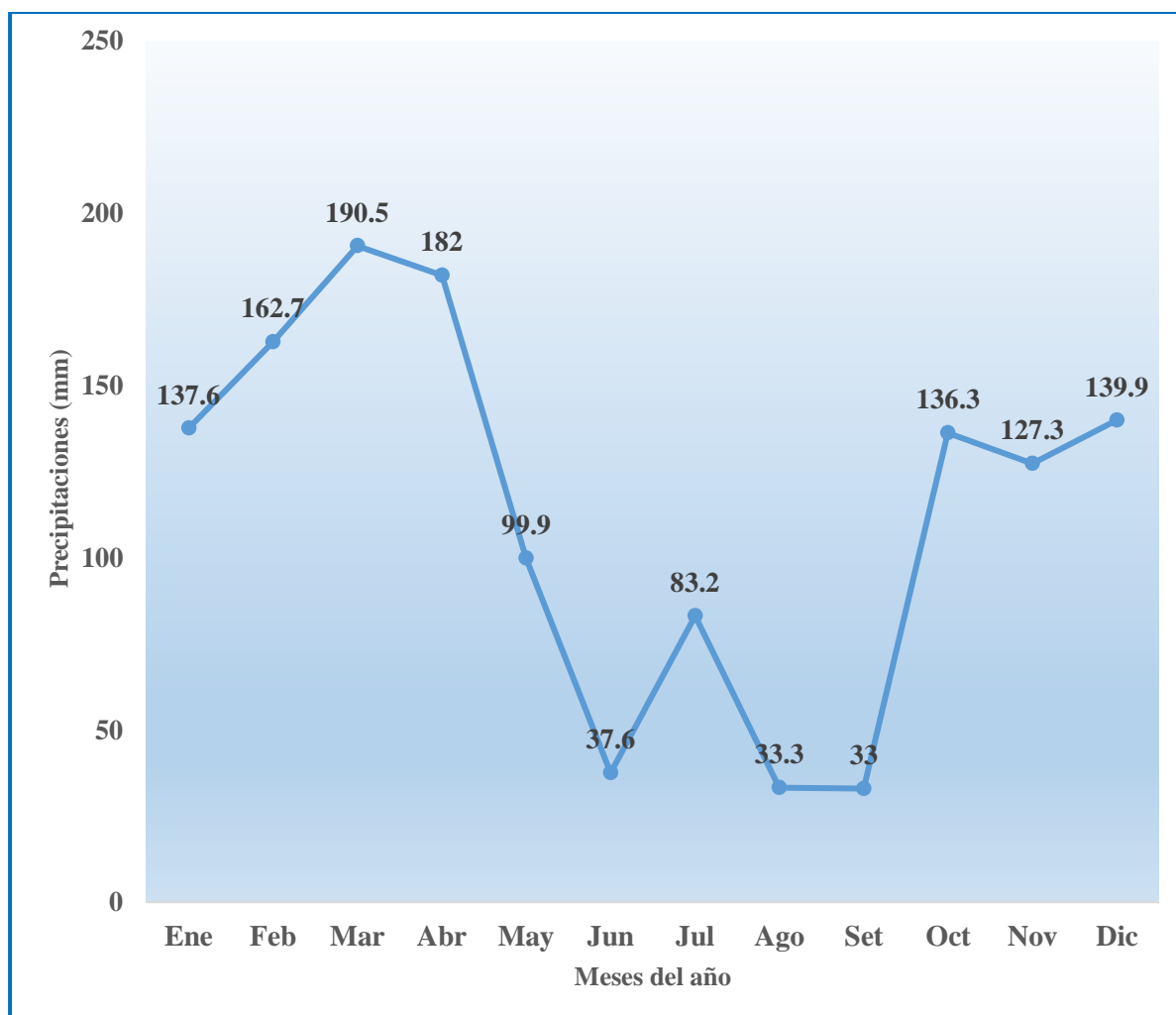


Figura N° 12. Variación de las Precipitaciones meteorológicas del año 2015.

En la Figura N° 12, se observa que las precipitaciones máximas es de 190.50 mm en el mes de marzo, consideradas lluvias altas (Clase 5) según el Índice Modificado de Fournier (**tabla N° 6**), que son de interés principal para esta investigación.

Tabla N° 24. Precipitaciones meteorológicas del SENAMHI año 2016.

AÑO 2016		Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic
Precipitación	7	5.9	4.8	78.8	37.6	6	0.1	7.4	8.2	32.7	42	29.3	18.5
(mm)	19	0	84.8	111.7	96.3	88.7	26.6	22.6	35.7	63.2	38.3	22.6	89.11
Precipitación Mensual		5.9	89.6	190.5	133.9	94.7	26.7	30	43.9	95.9	80.3	51.9	107.6

Fuente: Elaboración propia.

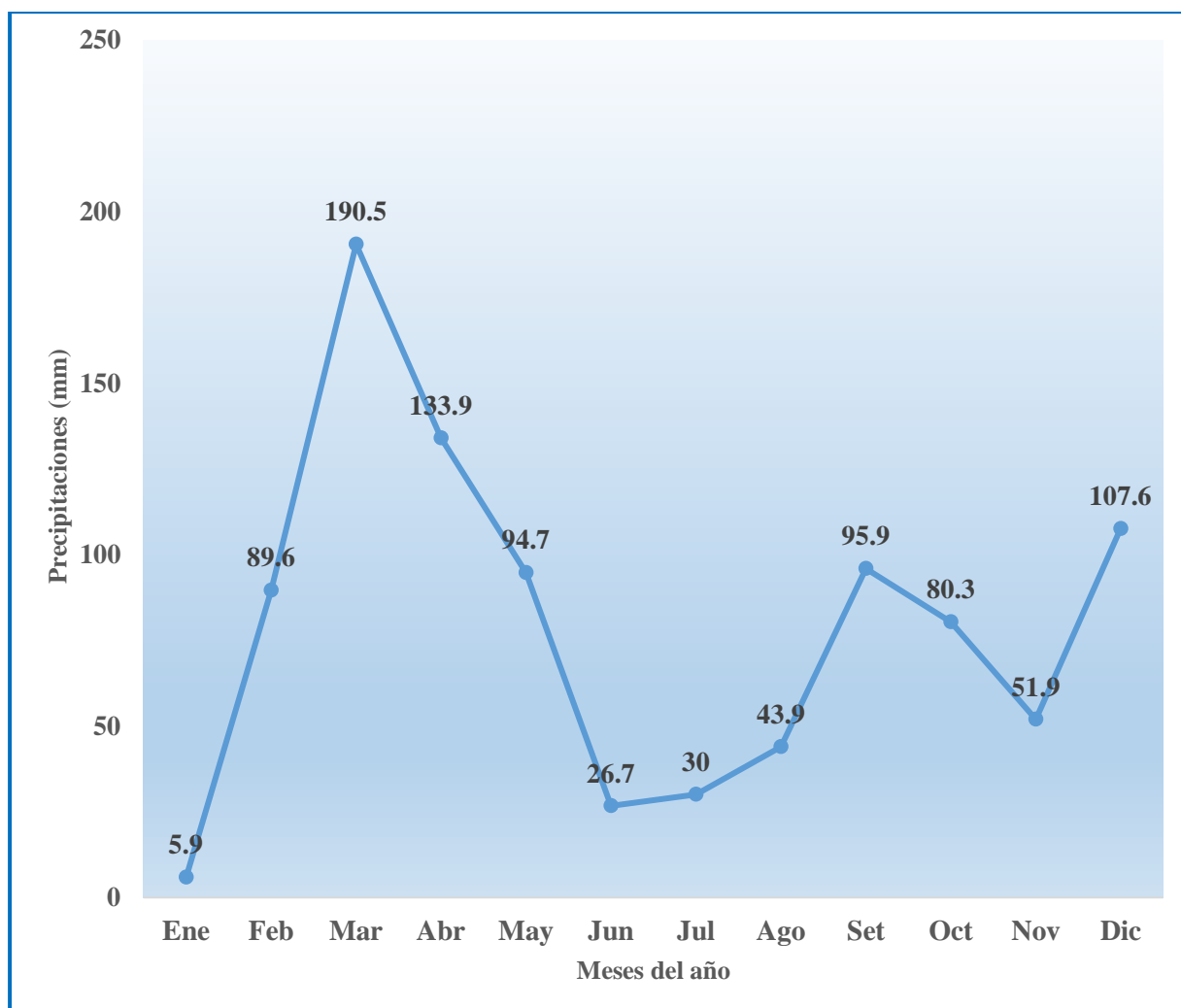


Figura N° 13. Variación de las Precipitaciones meteorológicas del año 2017.

En la Figura N° 13, se observa que las precipitaciones máximas es de 190.50 mm en el mes de marzo, consideradas lluvias altas (Clase 5) según el Índice Modificado de Fournier (**tabla N° 6**), que son de interés principal para esta investigación.

Tabla N° 25. Resumen de las Precipitaciones meteorológicas del SENAMHI (2011-2016)

AÑO	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic
2011	50.9	26.1	111.7	69.6	104.1	28.7	47.4	36.2	85.8	62.1	78.7	142.6
2012	46.9	57.7	224.3	201	110.5	49.4	25.3	13.9	71.2	98.3	28	64.3
2013	148.3	60.5	184.5	72.7	137.5	33.8	20	67.4	85.2	122.2	32	47.7
2014	132	32.5	148.1	150.9	147.7	77.5	97.6	55.2	145.5	96	73.4	189
2015	137.6	162.7	190.5	182	99.9	37.6	83.2	33.3	33	136.3	127.3	139.9
2016	5.9	89.6	190.5	133.9	94.7	26.7	30	43.9	95.9	80.3	51.9	107.6
Resumen	86.93	71.52	174.9	135	115.7	42.28	50.58	41.65	86.1	99.2	65.22	115.2

Fuente: Elaboración propia.

En esta tabla, se muestra los meses donde se ha generado las máximas precipitaciones meteorológicas durante los 6 años, y se determinó que en los meses de marzo (174.9 mm), abril (135.00 mm) y mayo (115.70 mm) es donde se ha suscitado las máximas precipitaciones y en los meses de junio (42.28 mm), julio (50.58 mm) y agosto (41.65 mm) son los meses en el cual se ha suscitado las mínimas precipitaciones y a existido menos deslizamiento.

5.5. Resultado de expansión del suelo

Para este ensayo de expansión de suelos se determinó teniendo en cuenta su índice de plasticidad ($IP = LL - LP$), del segundo estrato de cada calicata de los tramos de estudio.

Tabla N° 26. Resultados de expansión del suelo C 01 tramo km 07+300 – km 07+320.

Potencial de Expansión	Índice de Plasticidad
Bajo	0 - 10
Medio	10 - 20
Alto	20 - 35
Muy Alto	35 a más

Fuente: Elaboración propia aplicación a la tabla N° 07

Tabla N° 27. Resultados de expansión del suelo C 02 tramo km 07+500 - km 07+530

Potencial de Expansión	Índice de Plasticidad
Bajo	0 - 10
Medio	10 - 20
Alto	20 - 35
Muy Alto	35 a más

Fuente: Elaboración propia aplicación a la tabla N° 07

Tabla N°28. Resultados de expansión del suelo C 03 tramo km 07+500 - km 07+530.

Potencial de Expansión	Índice de Plasticidad
Bajo	0 -10
Medio	10 - 20
Alto	20 -35
Muy Alto	35 a más

Fuente: *Elaboración propia aplicación a la tabla N° 07*

Para este ensayo de expansibilidad de suelos según su volumen, se determinó teniendo en cuenta el método de expansión libre que consiste en colocar en una probeta con un volumen conocido de suelo seco y sumergirlo en agua, la diferencia entre el volumen final e inicial, expresado como un porcentaje del volumen inicial es la expansión libre.



Figura N°14. Ensayo de expansibilidad de suelos según su volumen

Para el tramo km 07+300 – km 07+320 se tuvo los siguientes datos:

Volumen inicial (VI) = 40 ml

Volumen final (VF) = 45 ml

$$GE = \frac{(VF-VI)}{VI} \% = \frac{(45-40)}{40} \% = 0.13\%$$

Tabla N°29. Resultados de expansión del suelo C 01 km 07+300 - km 07+320

Grado de expansión	Cambio de volumen (%)
Bajo	0 -1.5
Medio	1.5 – 5.0
Alto	5.0 – 25
Muy Alto	25 a más

Fuente: Elaboración propia aplicación a la tabla N° 08

Para el tramo km 07+500 – km 07+530 calicata N° 02 se tuvo los siguientes datos:

Volumen inicial (VI) = 40 ml

Volumen final (VF) = 46 ml

$$GE = \frac{(VF-VI)}{VI} \% = \frac{(46-40)}{40} \% = 0.15\%$$

Tabla N°30. Resultados de expansión del suelo C 02 tramo km 07+500 - km 07+530.

Grado de expansión	Cambio de volumen (%)
Bajo	0 -1.5
Medio	1.5 – 5.0
Alto	5.0 – 25
Muy Alto	25 a más

Fuente: Elaboración propia aplicación a la tabla N° 08

Para el tramo km 07+500 – km 07+530 calicata N° 03 se tuvo los siguientes datos:

Volumen inicial (VI) = 40 ml

Volumen final (VF) = 45 ml

$$GE = \frac{(VF-VI)}{VI} \% = \frac{(45-40)}{40} \% = 0.13\%$$

Tabla N°31. Resultados de expansión del suelo C 03 tramo km 07+500 - km 07+530.

Grado de expansión	Cambio de volumen (%)
Bajo	0 -1.5
Medio	1.5 – 5.0
Alto	5.0 – 25
Muy Alto	25 a más

Fuente: Elaboración propia aplicación a la tabla N° 08

5.6. Resultados de estabilidad de taludes de los tramos de estudio

Tabla N° 32. Resultados de estabilidad tramo km 07+300 - km 07+320

Métodos de Análisis	Factor de Seguridad
Ordinario de Fallenius	0.470
Bishop Simplificado	0.475
Jambú Simplificado	0.470
Spencer	0.474
Mongestern - Price	0.473

Fuente: Elaboración propia.

En esta tabla se determinó el factor de seguridad utilizando el método de equilibrio límite. Con un valor máximo de 0.475 lo que significa que el talud es inestable según los parámetros de la tabla N° 9.

Tabla N° 33. Resultados de análisis de estabilidad tramo km 07+500 - km 07+530

Métodos de Análisis	Factor de Seguridad
Ordinario de Fallenius	0.203
Bishop Simplificado	0.207
Jambú Simplificado	0.203
Spencer	0.205
Mongestern - Price	0.205

Fuente: Elaboración propia

En esta tabla se determinó el factor de seguridad utilizando el método de equilibrio límite. Con un valor máximo de 0.207 lo que significa que el talud es inestable según los parámetros de la tabla N° 9

5.7. Propuesta de estabilización para la carretera Pedro Ruíz - Chachapoyas.

I. Antecedentes:

1.1. La carretera Pedro Ruíz – Chachapoyas presenta taludes inestables en los tramos siguientes:

a) Tramo km 07+300 – km 07+320, en este tramo se presenta inestabilidad debido al suelo arenoso con presencia de agua superficial, lo que ocasiona que el suelo aumente su comportamiento fluido lo que origina que se reduzca su cohesión y su ángulo de fricción interna y generar su inestabilidad.

b) Tramo km 07+500 – km 07+530, en este tramo se presenta inestabilidad debido a la pendiente del talud que es muy pronunciada, en este tramo el suelo presenta una permeabilidad buena lo que ocasiona que en los meses de intensas lluvias, el agua se infiltre con comodidad y ocasionar que el suelo reduzca sus propiedades (cohesión y ángulo de fricción interna).

1.2. Las precipitaciones meteorológicas es un factor importante que interviene en la inestabilidad de taludes, según la tabla N° 24 se observa durante los años 2011 – 2016, las mayores precipitaciones se generan en los meses de marzo (174.9 mm), abril (135 mm), mayo (115.7 mm) y diciembre (115.20 mm), según el Índice Modificado de Fournier (tabla N° 6) lo que determina que son lluvias altas y muy altas.

1.3. El estado interviene siempre y cuando exista deslizamientos y posteriores interrupciones, pero no se realiza un mantenimiento preventivo, para evitar la vulnerabilidad del tramo en estudio.

II. Despliegue del plan

2.1. Identificación de los tramos de estudio

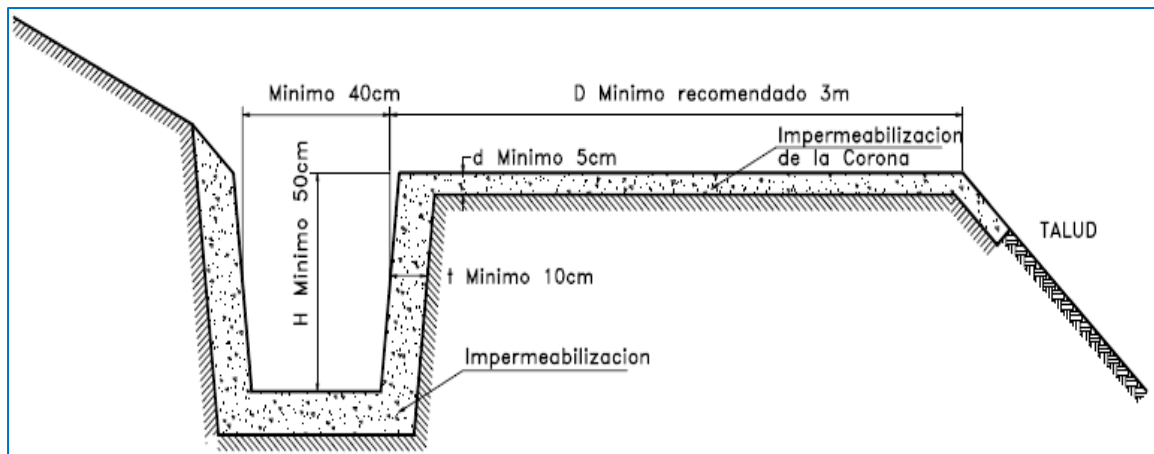


Lugares de estudio del tramo km 07+000 al km 09+000 de la carretera Pedro Ruíz – Chachapoyas

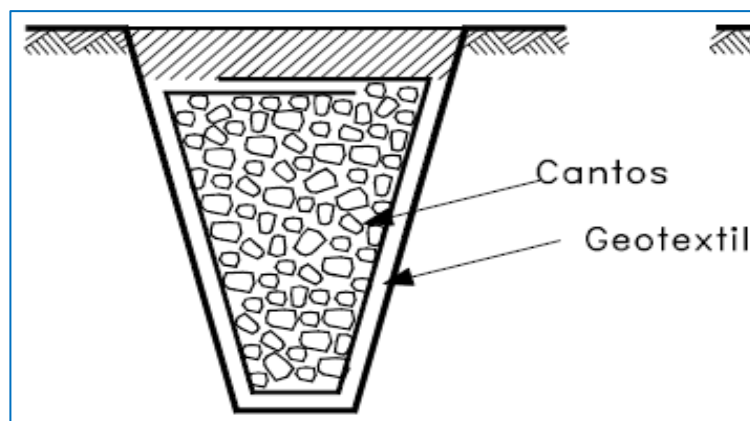
2.2. Acciones de intervención

Para el tramo km 07+300 – km 07+320:

- a) Se debe realizar una zanja en la corona del talud, para interceptar y conducir el agua superficial y de lluvias para evitar su paso por el talud, lo cual debe tener una profundidad mínima de 50 cm, un ancho mínimo de 40 cm y una longitud de 49 m con una pendiente mínima de 2%, se debe construir muy cerca al borde superior del talud para evitar que se convierta en deslizamiento.

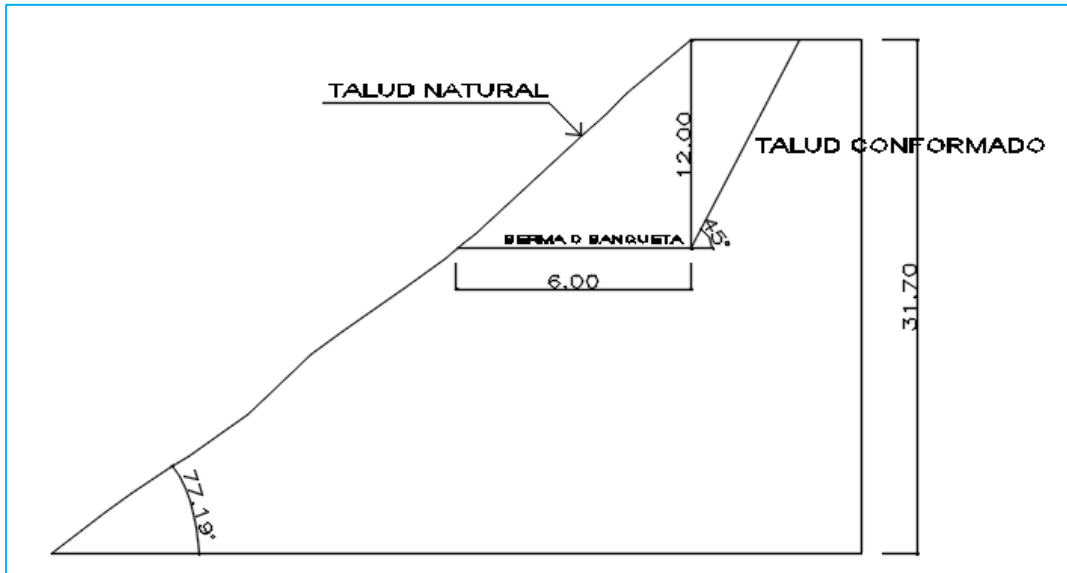


- b) En la parte central del talud se debe realizar dos subdrenes horizontales, rellenos de material filtrante (grava) y protegido con geotextil para evitar taponarse con partículas finas, se debe excavar una profundidad máxima de 6m y una longitud de 60 m para el primer subdren y para el segundo de 73 m con una pendiente mínima de 2%, para poder controlar las aguas subterráneas poco profundas.

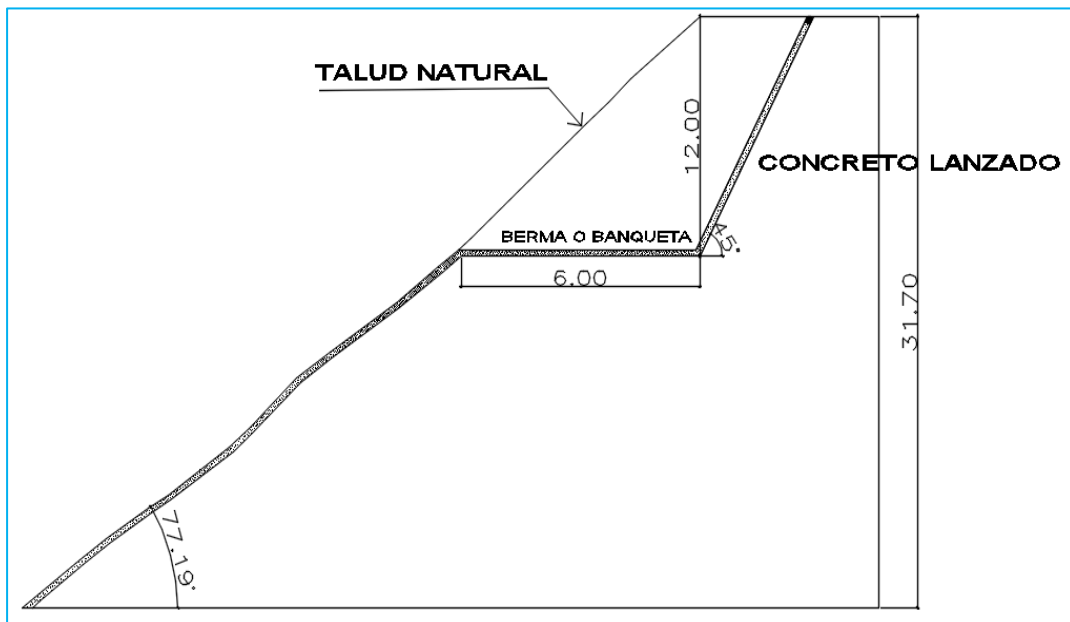


Para el tramo km 07+500 – km 07+530:

- a) Para este tramo se debe realizar la disminución de la pendiente, una remoción de la cabeza del talud de una altura de 12m con un ángulo de inclinación de 45° y la construcción de una berma o banqueta de 6m de longitud para poder aumentar su círculo de falla.



- b) Para la infiltración del agua de se debe realizar una protección con concreto lanzado con un mortero de espesor de 3cm con malla de gallinero para disminuir la humedad del suelo y poder aumentar su resistencia el suelo.



2.3. Etapa de mantenimiento

Según los datos del SENAMHI (tabla N° 24), se observa que las lluvias con mayor intensidad se originan en los meses de marzo, abril, mayo y diciembre, según (Índice Modificado de Fournier) son lluvias altas y muy altas, los demás meses presentan lluvias moderadas y bajas, para esto se utilizó las precipitaciones meteorológicas de los años de 2011 – 2016, por tal motivo debe existir un mantenimiento preventivo y correctivo durante el año.

MESES DEL AÑO												
Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	
Mantenimiento Preventivo		Monitoreo			Mantenimiento Correctivo				Mantenimiento Preventivo		Monitoreo	

Mantenimiento preventivo

- a) En los meses de enero y febrero, antes del inicio de las lluvias se debe realizar una limpieza general de la zanja de coronación y de los subdrenes horizontales, en el km 07+300 – km 07+320 del tramo en estudio.
- b) En los meses de enero y febrero, se debe realizar una limpieza general de las cunetas de ambos tramos, para evacuar el agua de las lluvias y evitar las grietas en la carretera del tramo en estudio.

Monitoreo

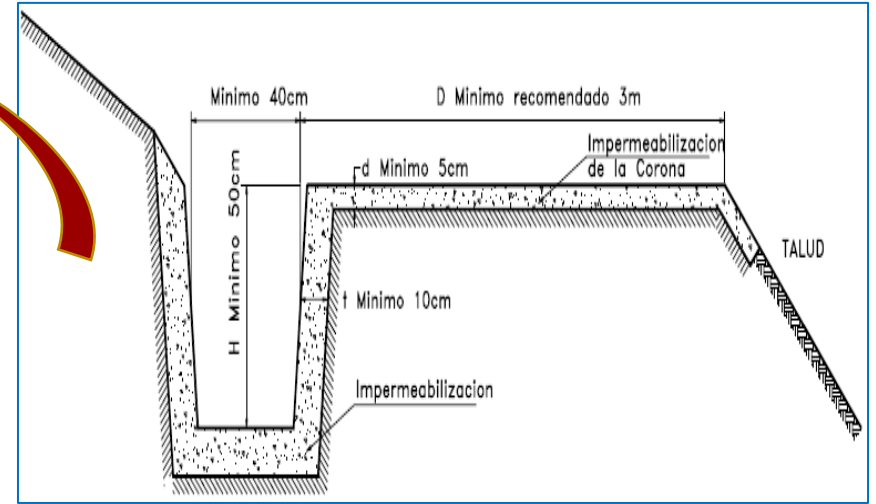
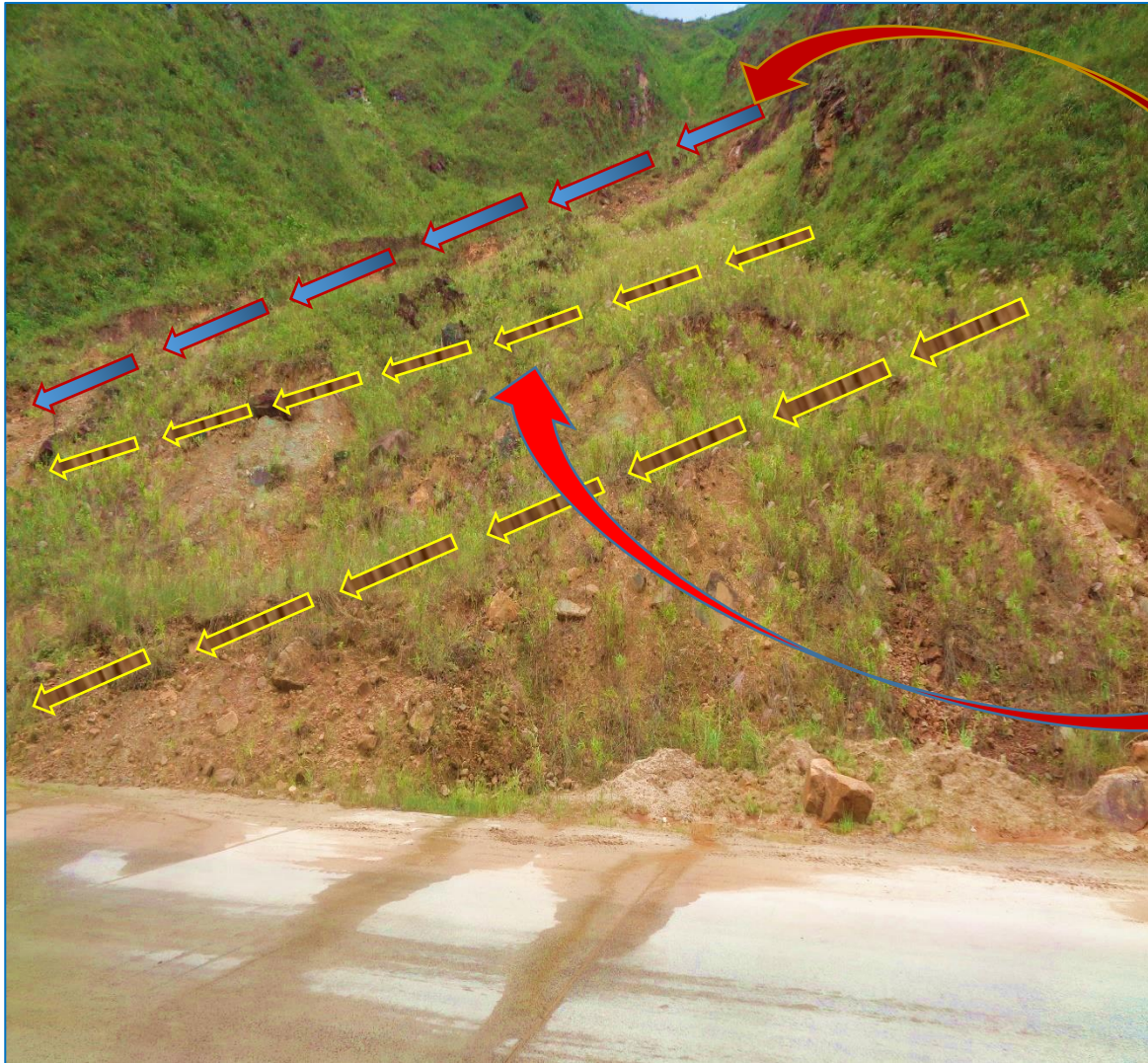
Evaluar in situ la funcionalidad del sistema. De existir fallas debe actuarse inmediatamente para resolver dicha falla.

Mantenimiento correctivo

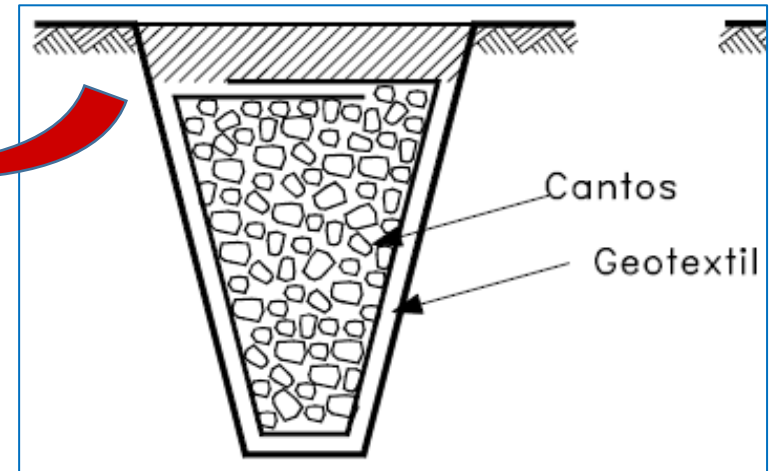
En los meses de junio y julio, después de las intensas lluvias, se debe realizar una limpieza, en los sistemas de drenaje del km 07+300 – km 07+320.

2.4. Responsabilidades

El Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC) y el estado, son quienes deben proveer el presupuesto, para implementar estas acciones propuestas por el plan.



Sistema de estabilización zanja de coronación

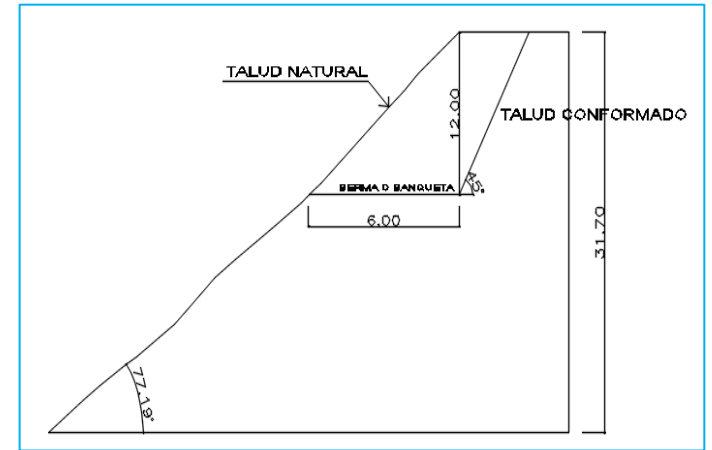


Sistema de estabilización subdrenes horizontales

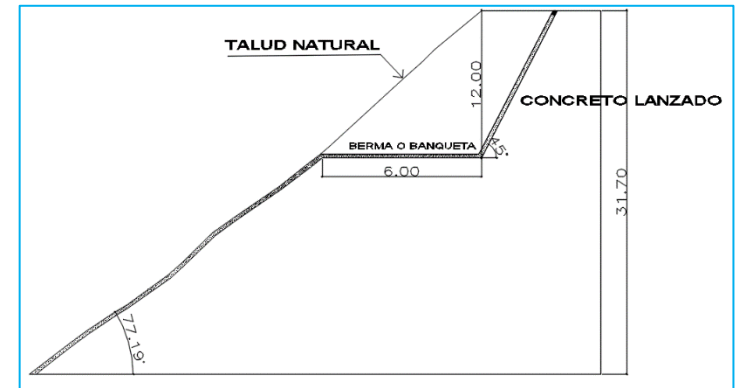
Propuesta de estabilización tramo km 07+300 – km 07+320



Propuesta de estabilización tramo km 07+500 - km 07+530



Sistema de estabilización con berma o banquetta



Sistema de estabilización con cemento

VI. DISCUSIÓN

En la tesis, “vulnerabilidad potencial de los suelos a deslizamientos de tierra en el municipio de La Conquista, Carazo, Nicaragua”, (Rosales & Centeno, 2009) obtuvieron los siguientes resultados: pendientes de 15%, 30% y mayores a estos porcentajes, siendo un factor desestabilizante del talud, En la **tabla N°10** y **tabla N°11** la pendiente promedio del talud del tramo Km 07+300 - km 07+320 es de 39.77% y la pendiente del talud del tramo Km 07+500 – km 07+520 es de 77.19%, según los parámetros de la **tabla N°01** la topografía es accidentada en el segundo tramo, realizando un análisis comparativo se podría decir que el tramo km 07+500 – km 07+530, presenta pendientes con mayores porcentajes, siendo un factor desestabilizante en la inestabilidad del talud del tramo km 07+000 al km 09+000, de la carretera Pedro Ruíz – Chachapoyas.

Según (SNET, 2003) en la investigación “Análisis de riesgo por inundaciones y deslizamientos de tierra en la microcuenca del arenal de Montserrat”, identificó que las áreas pronunciadas, con suelos arenosos y las intensas lluvias provocan a que la resistencia del suelo se reduzca significativamente. En la **tabla N°12**, dónde se presentan los resultados obtenidos de mecánica de suelos del Km 07+300 – km 07+320, se puede observar que los valores obtenidos de la clasificación del suelo según SUCS es SM – SC y SP – SC, son arenas con presencia de arcilla los cuales presentan un índice de plasticidad muy baja, es decir resulta muy sensible a los cambios de humedad, realizando una comparación se determinó que los lugares con suelos arenosos y presencia de agua, son susceptibles a deslizamientos.

En el trabajo de investigación: “Estabilización del talud en el pr 55 + 950 Manizales – Marquita”, (Poveda & Vargas, 2006) Llegaron a la conclusión que la topografía accidentada del territorio y suelos de baja cohesión en pendientes pronunciadas generan desprendimientos del suelo. En la **tabla N°13** y **tabla N°14** los resultados obtenidos de mecánica de suelos del km 07+500 – km 07+530 , se clasificaron los suelos y se obtuvieron los siguientes resultados de tipo de suelo CL, GC y SC que son suelos arcillosos con presencia de grava de baja plasticidad lo cuál su ángulo de fricción interna y su cohesión es muy baja, realizando una comparación se determinó

que los suelos que presentan una baja cohesión en terrenos accidentados, origina que disminuya su resistencia y exista posteriormente deslizamientos.

(Aguirre, 2007) afirmó que los deslizamientos que se dan en el Oleoducto Nor - peruano (Piura); es debido a las formaciones rocosas con discontinuidades, fracturas, fisuras y fallas. Estos se producen en los meses de abril y mayo debido al factor desencadenante que son las lluvias contrastándose con los datos del SENAMHI; (Sánchez & Urrego, 2011) concluyeron que los deslizamientos superficiales están asociados a lluvias de gran intensidad y de corta duración, mientras que los deslizamientos profundos están asociados a lluvias de menor intensidad, pero dependen principalmente de la lluvia acumulada previa a la lluvia evento. En las tablas **tabla N°16** y **tabla N°18** del tramo en estudio los suelos presentan una buena permeabilidad y eso hace que el agua de las lluvias filtre con comodidad en la **tabla N°25** según el resumen de los datos del SENAMHI de los años 2011- 2016 las precipitaciones de alta intensidad se dan en los meses de marzo a mayo y de moderada intensidad en los meses de septiembre a diciembre, según la clasificación del Índice Modificado de Fournier que se encuentra en **tabla N°07**, realizando una comparación se concluye que las lluvias es un factor que influye en la inestabilidad de taludes, debido que el agua se infiltra y eso hace que el suelo se humedezca posteriormente disminuya sus propiedades.

En la tesis “Propuesta de estabilización de taludes para el tramo de carretera Cajamarca – Chilate en el centro poblado menor Choropampa” (Pérez, 2012), para su análisis de su estabilidad empleó el método de equilibrio límite que consiste en determinar la resistencia al corte en el momento de falla obteniendo un factor de seguridad de 0.303 concluyendo que el talud es inestable por presentar un factor de seguridad menor que uno, para ello se plantearon los siguientes sistemas de estabilización un canal interceptor en la parte alta del talud, el abatimiento de la pendiente del talud y la conformación de dos bermas. En esta investigación también se utilizó el método de equilibrio límite, obteniendo resultados de factor de seguridad de 0.203 en el tramo km 07+300 – km 07+320 y de 0.470 en el tramo km 07+500 – km 07+530 concluyendo que es inestable, por lo cual se plantearon los siguientes sistemas de estabilización, abatimiento de la pendiente, el control de agua superficial y subterránea.

VII. CONCLUSIONES

- La estabilidad de taludes del tramo km 07+000 al km 09+000 de la carretera Pedro Ruíz – Chachapoyas, son inestables por presentar un factor de seguridad menor que uno.
- En el tramo estudiado los taludes más críticos, se encuentran ubicados en los tramos km 07+300 – km 07+320 y Km 07+500 – km 07+530.
- Los factores que influyen en la inestabilidad de taludes del tramo km 07+300 – km 07+320, es el tipo de suelo y agua superficial que existe, lo que ocasiona que los límites de consistencia sea muy fluido consecuentemente su cohesión y ángulo de fricción se reduzcan; en el km 07+500 – 07+530, los factores que influyen en la inestabilidad es la pendiente del talud y la permeabilidad del suelo, lo que origina que en épocas de lluvia el agua se infiltre con comodidad y hace que se reduzca sus propiedades el suelo (cohesión y ángulo de fricción), generando inestabilidad.
- Para el análisis de estabilidad se utilizó el método de equilibrio límite lo cual establece su factor de seguridad, para el km 07+300 – km 07+320 el mínimo factor de seguridad es de 0.203 y para el km 07+500 – km 07+530 el mínimo factor de seguridad es de 0.470. Según la tabla N° 08, se concluye que ambos lugares sean inestables.
- La inestabilidad de los taludes induce por prevención que se intervenga en estos lugares señalados mediante un plan de estabilización (acápite 5,7) en el cual se plantean los mecanismos de estabilización.

VIII. RECOMENDACIONES

Dirigidos al MTC.

- a) Realizar mantenimiento permanente de la carretera Pedro Ruíz – Chachapoyas, de los tramos km 07+000 al km 09+000 y realizar los sistemas de estabilización planteados en esta investigación para evitar mayores deslizamientos.
- b) Se debe tener en cuenta los estudios realizados de esta investigación para una mejor decisión del ingeniero encargado en la elaboración del expediente técnico de los sistemas propuestos de estabilización de taludes, de los tramos km 07+300 – km 07+320 y el tramo km 07+500 – km 07+530 de la carretera Pedro Ruíz – Chachapoyas.

Dirigidos a la UNTRM.

- c) Implementar el tema de estabilidad de taludes, usando software en los cursos de mecánica de suelos del plan de estudios, de la escuela profesional de ingeniería civil.

IX. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguirre, H. (2007). *Deslizamientos debido a grandes volúmenes de masa*. Perú.
- Arnoldus, J. (2005). *Deslizamientos y estabilidad de taludes en zonas alto andinas*. Perú
- Arancibia, C. A. (2003). *Arcillas Expansivas: Comportamiento, identificación y su correlación mediante ensayos de fácil ejecución*. Valdivia Chile
- Gerscovich, D. (2012). *Estabilidad de Taludes*. Sao Paulo Brasil: Lemoine Editores.
- Granados, A. R. (2006). *Estabilización del talud de la costa verde en el distrito de Barranco*. Perú.
- Juarez, E. & Rico, A. (2011). *Mecánica de suelos: Fundamentos de la mecánica de suelos*. México: Editorial Limusa
- Melo, D. C. (2008). *Causas probables de los deslizamientos ocurridos en el barrio el Socorro y el barrio el poblado urbanización Alto Verde del municipio de Medellín*. Colombia.
- Mostajo, J. A. (2009). *Estudio de probabilidad de falla e implementación de alternativas de solución al deslizamiento de taludes andinos*. Perú
- Núñez, B. R. & Cubas, E. B. (2016). *Factores que determinan el riesgo por deslizamiento del tramo Km 279 + 800 a Km 288 + 000 de la carretera Fernando Belaunde Terry, Jazan, Amazonas 2015*. Amazonas - Perú
- Ordoñez, R. (2013). *Propuesta de estabilización del talud ubicado en el Boulevard Raúl Leoni, el Cafetal, Caracas*. Venezuela.
- Pérez, P. M. (2012). *Propuesta de estabilización de taludes para el tramo de carretera Cajamarca - Chilete en el centro poblado menor Choropampa*. Cajamarca.
- Poveda, J. J. & Vargas, G. (2006). *Estabilización Del Talud en el PR 55 + 950 de la Vía Manizales - Mariquita*. Bogotá D.C.

- Rennat, E. & Shepherd, M. (1997). *Guía ambiental para la estabilidad de taludes de depósitos de desechos sólidos de mina*. Lima - Perú.
- Rosales, U. B., & Centeno, Y. D. (2009). *Vulnerabilidad potencial de los suelos a deslizamientos de tierra en el municipio de La Conquista, Carazo*. Nicaragua.
- Urtado, M. (2009). *Estabilidad de taludes acompañados de condiciones climáticas. segunda edición. Lugar Ecuador*. Editorial Limusa.
- Servicio Nacional de Estudios Territoriales (SNET). (2003). *Análisis de riesgo por inundaciones y deslizamientos de tierra en la microcuenca del arenal de Montserrat*. San Salvador.
- Seegerer, C. D & Villodas, R. (2006). *Hidrología I: las precipitaciones*. Argentina
- Sánchez, C. E. & Urrego, L. F. (2011). *Metodología para la evaluación de riesgo en corredores viales*. Bogotá.
- Sánchez, E. B. & Núñez, B. R. (2016). *Factores que determinan el riesgo por deslizamiento del tramo Km 279 + 800 a Km 288 + 000 de la carretera Fernando Belaunde Terry, Jazan, Amazonas 2015*. Chachapoyas 2015.

ANEXOS

ANEXO N° 01

(34) Resultados de mecánica de suelos del DRTC



REGISTRO DE EXCAVACIÓN														
PERFIL ESTRATIGRÁFICO														
Proyecto: "ESTABILIDAD DE TALUDES DEL TRAMO KM 07+000 AL KM 09+000 DE LA CARRETERA PEDRO RUÍZ - CHACHAPOYAS, AMAZONAS 2016"										Codigo Ensayo N°: 0.001 - 2017				
solicitante: BACH. HEDER OSBETH CARUAJULCA BERNAL (TESISTA)														
Muestra: 1		Calicata: N° 01		Fecha: 13/05/2017				Ing. Responsable: G. ALVARADO L. Tec. Responsable: M. TAPAYURI CH.						
Material: NATURAL		Profundidad: 2.20 Mts												
Prof. (m.)	Estrato		Símbolo Grafico	Descripción Visual del Suelo	Clasificación		Granulometría				Constantes Fleicas			W. Natural
	Capa	Espesor (m)			AASHTO	Sucs.	>3"	3" - N°4	N°4 - N° 200	< N° 200	L.L.	L.P.	IP	
0.00		0.30		Material extente de raices y organico.		PT								
0.20	M - 01	0.95		Arena limosa - arcillosa, de color amarillo con presencia de agua y material orgánico		SM-SC	100	1.6	52.5	45.9	19	14	5	9.03
0.40														
0.60														
0.80														
1.00														
1.20	M - 02	0.95		Arena ligeramente arcillosa, mal graduada, de color beige con presencia de agua y no presenta materia orgánica		SP-SC	100	25	64.1	11	25	16	9	11.23
1.40														
1.60														
1.80														
2.00														
2.20														
2.40														
2.60														
2.80														
3.00														
3.20														
3.40														
3.60														
3.80														
4.00														
4.20														
4.40														



OBSERVACIONES : LAS MUESTRAS PRESENTA ARCILLAS SUAVE

DIRECCIÓN REGIONAL DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES
 DIRECCIÓN DE CAMINOS

MIGUEL TAPAYURI CHOTA
 TÉCNICO EN MECÁNICA DE SUELOS

DIRECCIÓN REGIONAL DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES
 DIRECCIÓN DE CAMINOS
 Ing. Geiner Alvarado Lopez
 DIRECTOR

DIRECCION: Km. 1 + 000 CARRETERA A RODRIGUEZ DE MENDOZA- TELEFONO (FAX) #041 - 312358 ANEXO # 121
 CHACHAPOYAS - AMAZONAS



RUC: 20392327747

GOBIERNO REGIONAL DE AMAZONAS
DIRECCIÓN REGIONAL DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES - AMAZONAS



REGISTRÓ DE LICENCIA N° 00001990-MPCH

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
FORMATO
CONTENIDO DE HUMEDAD
(MTC E-108 / ASTM D-2216)
Tesis: ESTABILIDAD DE TALUDES DEL TRAMO KM 07+000 AL KM 09+000 DE LA CARRETERA PEDRO RUIZ - CHACHAPOYAS, AMAZONAS 2016
Codigo Ensayo N°: 0.01 - 2017
Solicitante: BACH. HEDER OSBETH CARUAJULCA BERNAL (TESISTA)
Proced: KM. 07+300 Calicata: N° 01 / M 01 Ing. Responsable: G. ALVARADO L.
Ubica: Coordenada: 0172037; 9335678 Profundidad: 0.30m - 1.25m Fecha: 21/03/2017 Tec. Responsable: M. TAPAYURI CH.

1. Contenido de Humedad Muestra Integral :

Table with 3 columns: Descripción, N°108, N°157. Rows include: Peso de tara (gr), Peso de la tara + muestra húmeda (gr), Peso de la tara + muestra seca (gr), Peso del agua contenida (gr), Peso de la muestra seca (gr), Contenido de Humedad (%), Contenido de Humedad Promedio (%).

6. Observaciones: Muestra Identificada y Proporcionada por el Laboratorio de Suelos de la DRTC-AMAZONAS.

DIRECCIÓN REGIONAL DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES
DIRECCIÓN DE CAMINOS

MIGUEL TAPAYURI CHOTA
TECNICO EN MECANICA DE SUELOS

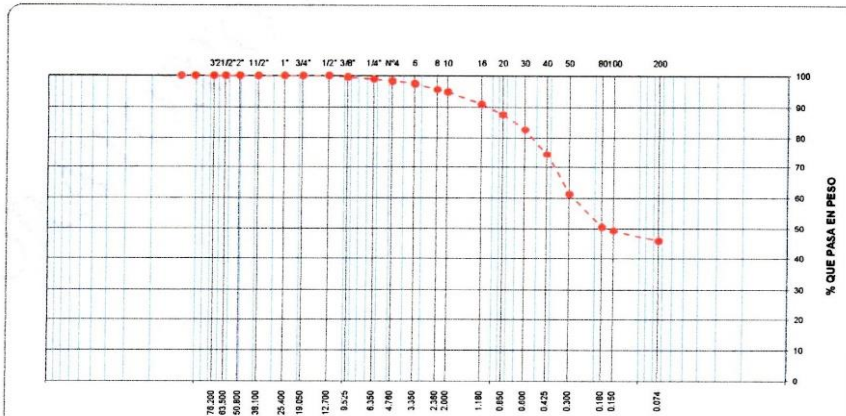
DIRECCIÓN DE CAMINOS
Ing. Geiner Alvarado Lopez
DIRECTOR



RUC: 20392327747

REGISTRÓ DE LICENCIA N° 00001990-MPCH

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO							
FORMATO							
ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO							
(MTC E-107 / ASTM D-422, C-117 / AASHTO T-27, T-88)							
Tesis : "ESTABILIDAD DE TALUDES DEL TRAMO KM 07+000 AL KM 09+000 DE LA CARRETERA PEDRO RUIZ - CHACHAPOYAS, AMAZONAS 2016"					Codigo Ensayo N° : 0.01 - 2017		
Solicitante : BACH. HEDER OSBETH CARUAJULCA BERNAL (TESISTA)							
Proced : KM. 07+300		Calicata : N° 01 / M 01		Ing. Responsable : G. ALVARADO L.			
Ubica : Coordenada: 0172037, 9335678		Profundidad : 0.30m - 1.25m		Fecha : 22/03/2017		Tec. Responsable : M. TAPAYURI CH.	
Tamices ASTM	Abertura (mm)	Peso Retenido	Retenido Parcial	Retenido Acumulado	Porcentaje que Pasa	Material sin Especificacion	Descripcion
5"	127.000				100.00		1. Peso de Material
4"	101.600	0.00			100.00		Peso Inicial Total (kg) <u>1,300.2</u>
3"	76.200	0.00			100.00		Peso Fraccion Fina Para Lavar (gr) _____
2 1/2"	63.500	0.00			100.00		
2"	50.800	0.00			100.00		2. Caracteristicas
1 1/2"	38.100	0.00			100.00		Tamaño Maximo _____
1"	25.400	0.00			100.00		Tamaño Maximo Nominal _____
3/4"	19.050	0.00			100.00		Grava (%) <u>1.6</u>
1/2"	12.700	0.00			100.00		Arena (%) <u>52.5</u>
3/8"	9.525	4.90	0.38	0.38	99.62		Finos (%) <u>45.9</u>
1/4"	6.350	7.90	0.61	0.99	99.01		Modulo de Fineza (%) _____
N° 4	4.760	8.10	0.62	1.61	98.39		
N° 6	3.350	10.30	0.79	2.40	97.60		
N° 8	2.360	23.50	1.81	4.21	95.79		3. Clasificacion
N° 10	2.000	10.40	0.80	5.01	94.99		Limite Liquido (%) <u>19</u>
N° 16	1.180	51.40	3.95	8.96	91.04		Limite Plastico (%) <u>14</u>
N° 20	0.850	43.50	3.35	12.31	87.69		Indice de Plasticidad (%) <u>5</u>
N° 30	0.600	63.50	4.88	17.19	82.81		Clasificacion SUCS <u>SM-SC</u>
N° 40	0.425	106.60	8.20	25.39	74.61		Clasificacion AASHTO <u>A-4 (2)</u>
N° 50	0.300	172.60	13.27	38.66	61.34		
N° 80	0.180	139.10	10.70	49.36	50.64		
N° 100	0.150	15.70	1.21	50.57	49.43		5. Observaciones (Fuente de Normalizacion)
N° 200	0.074	45.60	3.51	54.08	45.92		Manual de carreteras "Especificaciones Tecnicas Generales para Construcion" (EG-2013)
Pasante		597.10	45.92	100.00			



DIRECCIÓN REGIONAL DE TRANSPORTES
Y COMUNICACIONES
DIRECCIÓN DE CAMINOS

MIGUEL TAPAYURI CHOTA
TECNICO EN MECANICA DE SUELOS

Ing. Geiner Alvarado Lopez
DIRECTOR

DIRECCION: Km. 1 + 000 CARRETERA A RODRIGUEZ DE MENDOZA- TELEFONO (FAX) #041 - 312358 ANEXO # 121
CHACHAPOYAS - AMAZONAS



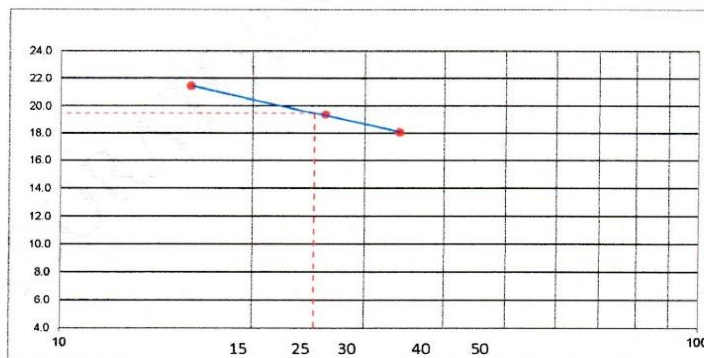
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO			
FORMATO			
LIMITES DE CONSISTENCIA			
(MTC E-110,111 / ASTM D-4318 / AASHTO T-90, T-89)			
Tesis : "ESTABILIDAD DE TALUDES DEL TRAMO KM 07+000 AL KM 09+000 DE LA CARRETERA PEDRO RUIZ - CHACHAPOYAS, AMAZONAS 2016"		Codigo Ensayo N° : 0.01 - 2017	
Solicitante : BACH. HEDER OSBETH CARUJULCA BERNAL (TESISTA)			
Proced : KM. 07+300	Calicata : N° 01 / M 01	Ing. Responsable : G. ALVARADO L.	
Ubica : Coordenada : 0172037; 9335678	Profundidad : 0.30m - 1.25m	Fecha : 24/03/2017	Tec. Responsable : M. TAPAYURI CH.

DETERMINACION DEL LIMITE LIQUIDO

N° de Tarro		196	167	99	
Peso de Tarro + Suelo Humedo	gr.	35.69	35.88	35.13	
Peso de Tarro + Suelo Seco	gr.	33.37	33.72	33.21	
Peso de Tarro	gr.	22.55	22.57	22.58	
Peso de Agua	gr.	2.32	2.16	1.92	
Peso del Suelo Seco	gr.	10.82	11.15	10.63	Limite Liquido
Contenido de Humedad	%	21.44	19.37	18.06	19.0
Numero de Golpes		16	26	34	

DETERMINACION DEL LIMITE PLASTICO E INDICE DE PLASTICIDAD

N° de Tarro		116	25		
Peso de Tarro + Suelo Humedo	gr.	17.82	17.52		
Peso de Tarro + Suelo seco	gr.	17.05	16.76		
Peso de Tarro	gr.	11.57	11.60		
Peso de Agua	gr.	0.77	0.76		
Peso de Suelo seco	gr.	5.48	5.16		Limite Plastico
Contenido de Humedad	%	14.05	14.73		14.0



Constantes Fisicas de la Muestra	
Limite Liquido	19.0
Limite Plastico	14.0
Indice de Plasticidad	5.0
Observaciones	
Pasante Tamiz N° 40	

6. Observaciones: Muestra Identificada y Proporcionada por el Laboratorio de Suelos de la DRTC-AMAZONAS.

DIRECCIÓN REGIONAL DE TRANSPORTES
Y COMUNICACIONES
DIRECCIÓN DE CAMINOS

MIGUEL TAPAYURI CHOTA
TECNICO EN MECANICA DE SUELOS

DIRECCION DE CAMINOS
Ing. Geiner Alvarado Lopez
DIRECTOR

DIRECCION: Km. 1 + 000 CARRETERA A RODRIGUEZ DE MENDOZA- TELEFONO (FAX) #041 - 312358 ANEXO # 121
CHACHAPOYAS - AMAZONAS



RUC: 20392327747

GOBIERNO REGIONAL DE AMAZONAS
DIRECCIÓN REGIONAL DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES - AMAZONAS



REGISTRÓ DE LICENCIA N° 00001990-MPCH

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
FORMATO
CONTENIDO DE HUMEDAD
(MTC E-108 / ASTM D-2216)
Tesis: ESTABILIDAD DE TALUDES DEL TRAMO KM 07+000 AL KM 09+000 DE LA CARRETERA PEDRO RUIZ - CHACHAPOYAS, AMAZONAS 2016
Codigo Ensayo N°: 0.02 - 2017
Solicitante: BACH. HEDER OSBETH CARUAJULCA BERNAL (TESISTA)
Proced: KM. 07 + 300 Calicata: N° 01 / M 02 Ing. Responsable: G. ALVARADO L.
Ubica: Coordenada: 0172037; Profundidad: 1.25m - 2.20m Fecha: 21/03/2017 Tec. Responsable: M. TAPAYURI CH.

1. Contenido de Humedad Muestra Integral:

Table with 3 columns: Descripción, N°42, N°193. Rows include: Peso de tara (gr), Peso de la tara + muestra húmeda (gr), Peso de la tara + muestra seca (gr), Peso del agua contenida (gr), Peso de la muestra seca (gr), Contenido de Humedad (%), and Contenido de Humedad Promedio (%).

6. Observaciones: Muestra Identificada y Proporcionada por el Laboratorio de Suelos de la DRTC-AMAZONAS.

DIRECCIÓN REGIONAL DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES
DIRECCION DE CAMINOS

MIGUEL TAPAYURI CHOTA
TECNICO EN MECANICA DE SUELOS

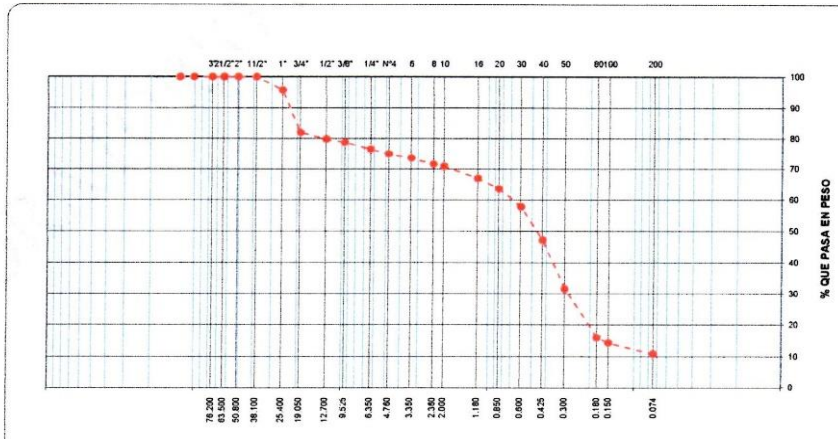


Ing. Geiner Alvarado Lopez
DIRECTOR

DIRECCION: Km. 1 + 000 CARRETERA A RODRIGUEZ DE MENDOZA- TELEFONO (FAX) #041 - 312358 ANEXO # 121
CHACHAPOYAS - AMAZONAS



LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO							
FORMATO							
ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO							
(MTC E-107 / ASTM D-422, C-117 / AASHTO T-27, T-88)							
Tesis : "ESTABILIDAD DE TALUDES DEL TRAMO KM 07+000 AL KM 09+000 DE LA CARRETERA PEDRO RUIZ - CHACHAPOYAS, AMAZONAS 2016"				Codigo Ensayo N° : 0.02 - 2017			
Solicitante : BACH. HEDER OSBETH CARUAJULCA BERNAL (TESISTA)							
Proced : KM. 07 + 300		Calicata : N° 01 / M 02		Ing. Responsable : G. ALVARADO L.			
Ubica : Coordenada: 0172037; 9335678		Profundidad : 1.25m - 2.20m		Fecha : 22/03/2017		Tec. Responsable : M. TAPAYURI CH.	
Tamices ASTM	Abertura (mm)	Peso Retenido	Retenido Parcial	Retenido Acumulado	Porcentaje que Pasa	Material sin Especificacion	Descripcion
5"	127.000				100.00		1. Peso de Material
4"	101.600	0.00			100.00		Peso Inicial Total (kg) <u>1,700.1</u>
3"	76.200	0.00			100.00		Peso Fraccion Fina Para Lavar (gr) _____
2 1/2"	63.500	0.00			100.00		
2"	50.800	0.00			100.00		2. Caracteristicas
1 1/2"	38.100	0.00			100.00		Tamaño Maximo _____
1"	25.400	70.20	4.13	4.13	95.87		Tamaño Maximo Nominal _____
3/4"	19.050	234.50	13.79	17.92	82.08		Grava (%) <u>25.0</u>
1/2"	12.700	38.20	2.25	20.17	79.83		Arena (%) <u>64.1</u>
3/8"	9.525	17.60	1.04	21.21	78.79		Finos (%) <u>11.0</u>
1/4"	6.350	37.70	2.22	23.43	76.57		Modulo de Fineza (%) _____
N° 4	4.760	26.30	1.55	24.98	75.02		
N° 6	3.350	23.40	1.38	26.36	73.64		
N° 8	2.360	34.10	2.01	28.37	71.63		3. Clasificacion
N° 10	2.000	12.10	0.71	29.08	70.92		Limite Liquido (%) <u>25</u>
N° 16	1.180	64.60	3.80	32.88	67.12		Limite Plasticoo (%) <u>16</u>
N° 20	0.850	59.30	3.43	36.31	63.69		Indice de Plasticidad (%) <u>9</u>
N° 30	0.600	96.60	5.80	42.11	57.89		Clasificacion SUCS <u>SP-SC</u>
N° 40	0.425	181.50	10.68	52.79	47.21		Clasificacion AASHTO <u>A-2-4 (0)</u>
N° 50	0.300	263.80	15.52	68.31	31.69		
N° 80	0.180	266.00	15.65	83.96	16.04		
N° 100	0.150	27.50	1.62	85.58	14.42		5. Observaciones (Fuente de Normalizacion)
N° 200	0.074	58.60	3.45	89.03	10.97		Manual de carreteras "Especificaciones Tecnicas Generales para Construcciones" (EG-2013)
Pasante		187.06	11.00	100.03			



DIRECCIÓN REGIONAL DE TRANSPORTES
Y COMUNICACIONES
DIRECCIÓN DE CAMINOS

Muestra Identificada y Proporcionada por el Laboratorio de Suelos de la DRTC-AMAZONAS
MIGUEL TAPAYURI CHOTA
TECNICO EN MECANICA DE SUELOS

DIRECCIÓN REGIONAL DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES
DIRECCIÓN DE CAMINOS
Ing. Geimar Alvarado Lopez

DIRECCION: Km. 1 + 000 CARRETERA A RODRIGUEZ DE MENDOZA- TELEFONO (FAX) #041-312358 ANEXO # 121
CHACHAPOYAS - AMAZONAS



RUC: 20392327747

REGISTRÓ DE LICENCIA N° 00001990-MPCH

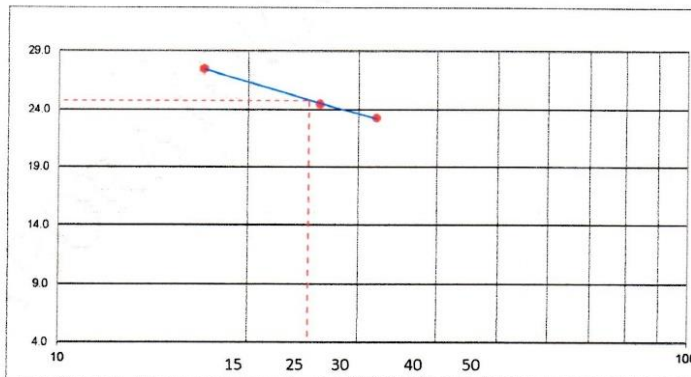
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO			
FORMATO			
LIMITES DE CONSISTENCIA			
(MTC E-110,111 / ASTM D-4318 / AASHTO T-90, T-89)			
Tesis : "ESTABILIDAD DE TALUDES DEL TRAMO KM 07+000 AL KM 09+000 DE LA CARRETERA PEDRO RUIZ - CHACHAPOYAS, AMAZONAS 2016"		Codigo Ensayo N° : 0.02 - 2017	
Solicitante : BACH. HEDER OSBETH CARUAJULCA BERNAL (TESISTA)			
Proced : KM. 07 + 300	Calicata: N° 01 / M 02	Ing. Responsable : G. ALVARADO L.	
Ubica: Coordenada: 0172037; 9335678	Profundidad : 1.25m - 2.20m	Fecha : 24/03/2017	Tec. Responsable : M. TAPAYURI CH.

DETERMINACION DEL LIMITE LIQUIDO

N° de Tarro		124	138	179	
Peso de Tarro + Suelo Humedo	gr.	34.40	34.36	31.87	
Peso de Tarro + Suelo Seco	gr.	31.85	32.04	30.12	
Peso de Tarro	gr.	22.57	22.57	22.58	
Peso de Agua	gr.	2.55	2.32	1.75	
Peso del Suelo Seco	gr.	9.28	9.47	7.54	Limite Liquido
Contenido de Humedad	%	27.48	24.50	23.21	25.0
Numero de Golpes		17	26	32	

DETERMINACION DEL LIMITE PLASTICO E INDICE DE PLASTICIDAD

N° de Tarro		7	28	
Peso de Tarro + Suelo Humedo	gr.	17.91	17.89	
Peso de Tarro + Suelo seco	gr.	17.03	17.03	
Peso de Tarro	gr.	11.58	11.58	
Peso de Agua	gr.	0.88	0.86	
Peso de Suelo seco	gr.	5.45	5.45	Limite Plastico
Contenido de Humedad	%	16.15	15.78	16.0



Constantes Fisicas de la Muestra	
Limite Liquido	25.0
Limite Plastico	16.0
Indice de Plasticidad	9.0
Observaciones	
Pasante Tamiz N° 40	

6. Observaciones: Muestra Identificada y Proporcionada por el Laboratorio de Suelos de la DRTC-AMAZONAS.

DIRECCIÓN REGIONAL DE TRANSPORTES
Y COMUNICACIONES
DIRECCIÓN DE CAMINOS

MIGUEL TAPAYURI CHOTA
TECNICO EN MECANICA DE SUELOS

DIRECCIÓN REGIONAL DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES
DIRECCIÓN DE CAMINOS
Ing. Joaquin Alvarado Lopez

DIRECCION: Km. 1 + 000 CARRETERA A RODRIGUEZ DE MENDOZA- TELEFONO (FAX) #041- 312358 ANEXO # 121
CHACHAPOYAS - AMAZONAS



GOBIERNO REGIONAL DE AMAZONAS
DIRECCIÓN REGIONAL DE TRANSPORTES
Y COMUNICACIONES - AMAZONAS



RUC: 20392327747

REGISTRÓ DE LICENCIA N° 00001990-MPCH

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO			
FORMATO			
CORTE DIRECTO			
NORMA ASTM D - 3080			
Tesis : "ESTABILIDAD DE TALUDES DEL TRAMO KM 07+000 AL KM 09+000 DE LA CARRETERA PEDRO RUIZ - CHACHAPOYAS, AMAZONAS 2016"			Codigo Ensayo N° : 0.01 - 2017
Solicitante : BACH. HEDER OSBETH CARUAJULCA BERNAL (TESISTA)			
Proced : KM. 07+300	Calicata : N° 01 / M 02	Fecha : 28/03/2017	Ing. Responsable : G. ALVARADO L.
Ubica : Coordenada: 0172037; 9336678	Profundidad : 2.20 m		Tec. Responsable : M. TAPAYURI CH.
Carga	kg/cm ²	0.5	1.0
Especimen		1	2
Numero de molde Cuadrado		A	B
Peso de la muestra humeda + molde	gr	203.25	205.69
Peso de la muestra saturada + molde	gr	205.10	206.70
Peso de la muestra seca	gr	74.03	75.49
Contenido de humedad natural	%	11.10	11.13
Contenido de humedad saturada	%	13.60	12.47
Area del molde Cuadrado	cm ²	20.33	20.36
Peso del molde Cuadrado	gr	121.00	121.80
Volumen de molde Cuadrado	cm ³	43.99	46.60
Densidad humeda	gr/cm ³	1.870	1.800
Densidad saturada	gr/cm ³	1.912	1.82
Densidad seca	gr/cm ³	1.683	1.620

Dial Deforma. mm.	Desplaz Vertical mm.	Dial Corte N	Fuerza cortante KN	Fuerza cortante Kg	Esfuerzo cortante Kg/cm ²	Desplaz Vertical mm.	Dial Corte N	Fuerza cortante KN	Fuerza cortante Kg	Esfuerzo cortante Kg/cm ²	Desplaz Vertical mm.	Dial Corte N	Fuerza cortante KN	Fuerza cortante Kg	Esfuerzo cortante Kg/cm ²
0	0.000	0.0	0.0	0.0	0.000	0.000	0.0	0.0	0.0	0.000	0.000	0.0	0.0	0.0	0.000
0.10	0.110	5.2	0.005	0.53	0.026	2.238	18.0	0.018	1.84	0.090	2.380	28.8	0.027	2.73	0.133
0.20	0.110	11.2	0.011	1.14	0.056	2.202	33.0	0.033	3.37	0.165	2.427	48.8	0.047	4.77	0.233
0.30	0.110	18.2	0.016	1.65	0.081	2.170	48.0	0.048	4.56	0.225	2.448	60.0	0.060	6.12	0.299
0.40	0.110	17.8	0.018	1.82	0.089	2.142	54.0	0.054	5.51	0.270	2.504	72.8	0.073	7.40	0.361
0.50	0.110	19.8	0.020	2.02	0.099	2.113	63.0	0.063	6.42	0.316	2.544	83.2	0.083	8.48	0.414
0.60	0.110	23.0	0.023	2.35	0.115	2.090	70.2	0.070	7.16	0.352	2.578	94.8	0.096	9.67	0.472
0.70	0.110	24.4	0.024	2.49	0.122	2.089	75.4	0.075	7.69	0.378	2.608	104.2	0.104	10.63	0.519
0.80	0.110	27.8	0.028	2.83	0.139	2.047	79.8	0.080	8.14	0.400	2.634	113.8	0.114	11.58	0.565
0.90	0.110	30.8	0.031	3.12	0.153	2.027	83.4	0.083	8.50	0.418	2.658	121.4	0.121	12.38	0.604
1.00	0.110	31.8	0.032	3.24	0.160	2.009	87.6	0.088	8.93	0.439	2.674	128.2	0.128	13.07	0.638
1.10	0.110	33.0	0.033	3.37	0.166	1.989	92.3	0.092	9.41	0.462	2.696	136.0	0.136	13.87	0.677
1.20	0.110	34.8	0.035	3.53	0.174	1.971	94.8	0.095	9.67	0.475	2.720	139.0	0.139	14.17	0.692
1.30	0.110	35.8	0.036	3.63	0.179	1.968	94.8	0.095	9.65	0.474	2.780	141.8	0.142	14.44	0.705
1.40	0.110	37.2	0.037	3.79	0.187	1.943	94.8	0.095	9.67	0.475	2.773	141.2	0.141	14.40	0.703
1.50	0.110	38.2	0.039	4.00	0.197	1.931	94.6	0.095	9.65	0.474	2.787	140.0	0.140	14.28	0.697
1.60	0.110	38.6	0.040	4.04	0.199	1.920	94.4	0.094	9.63	0.473	2.801	139.8	0.140	14.26	0.696
1.70	0.110	41.4	0.041	4.22	0.208	1.903	94.2	0.094	9.61	0.472	2.812	138.2	0.138	14.19	0.693
1.80	0.110	43.4	0.043	4.43	0.218	1.883	94.0	0.094	9.59	0.471	2.823	138.0	0.138	14.07	0.687
1.90	0.110	46.4	0.046	4.73	0.233	1.879	93.8	0.094	9.56	0.470	2.837	137.5	0.138	14.02	0.684
2.00	0.110	48.2	0.049	5.02	0.247	1.897	93.4	0.1	9.52	0.468	2.852	137.0	0.1	13.97	0.682
2.10	0.000	0.0	0.000	0.00	0.000	0.000	0.0	0.0	0.00	0.000	0.000	0.0	0.0	0.00	0.000
2.20	0.000	0.0	0.000	0.00	0.000	0.000	0.0	0.0	0.00	0.000	0.000	0.0	0.0	0.00	0.000
2.30	0.000	0.0	0.000	0.00	0.000	0.000	0.0	0.0	0.00	0.000	0.000	0.0	0.0	0.00	0.000
2.40	0.000	0.0	0.000	0.00	0.000	0.000	0.0	0.0	0.00	0.000	0.000	0.0	0.0	0.00	0.000
2.50	0.000	0.0	0.000	0.00	0.000	0.000	0.0	0.0	0.00	0.000	0.000	0.0	0.0	0.00	0.000
2.60	0.000	0.0	0.000	0.00	0.000	0.000	0.0	0.0	0.00	0.000	0.000	0.0	0.0	0.00	0.000
2.70	0.000	0.0	0.000	0.00	0.000	0.000	0.0	0.0	0.00	0.000	0.000	0.0	0.0	0.00	0.000
2.80	0.000	0.0	0.000	0.00	0.000	0.000	0.0	0.0	0.00	0.000	0.000	0.0	0.0	0.00	0.000
2.80					0.247					0.475					0.705

DIRECCIÓN REGIONAL DE TRANSPORTES
Y COMUNICACIONES
DIRECCIÓN DE CAMINOS

MIGUEL TAPAYURI CHOTA
TECNICO EN MECANICA DE SUELOS

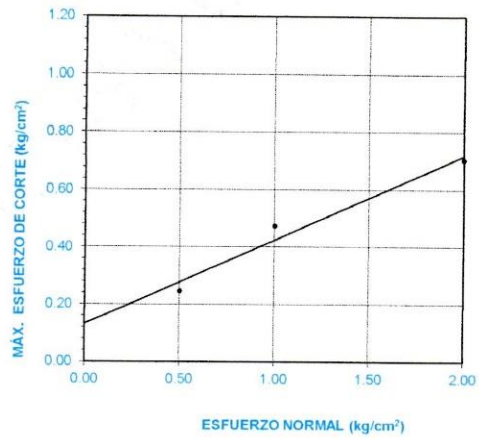
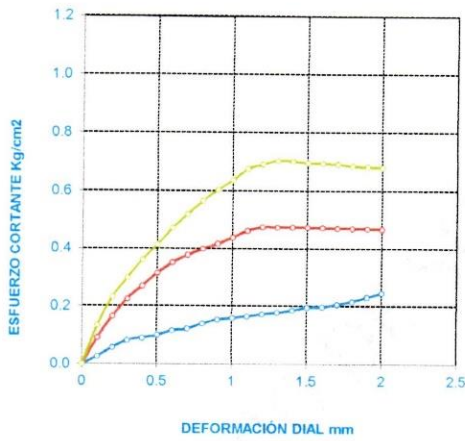
DIRECCION: Km. 1 + 000 CARRETERA A RODRIGUEZ DE MENDOZA- TELEFONO (FAX) #041 - 312358 ANEXO # 121
CHACHAPOYAS - AMAZONAS

Director
G. Alvarado Lopez



LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO			
FORMATO			
CORTE DIRECTO			
NORMA ASTM D - 3080			
Tesis : "ESTABILIDAD DE TALUDES DEL TRAMO KM 07+000 AL KM 09+000 DE LA CARRETERA PEDRO RUIZ - CHACHAPOYAS, AMAZONAS 2016"			Codigo Ensayo N° : 0.01 - 2017
Solicitante : BACH. HEDER OSBETH CARUAJULCA BERNAL (TESISTA)			
Proced : KM. 07+300	Calicata: N° 01 / M 02	Fecha : 28/03/2017	Ing. Responsable : G. ALVARADO L.
Ubica : Coordenada: 0172037; 9335678	Profundidad : 2.20 m		Tec. Responsable : M. TAPAYURI CH.

COHESIÓN **0.13** kg/cm²
ÁNGULO DE FRICCIÓN INTERNA **16.4** °



DIRECCIÓN REGIONAL DE TRANSPORTES
Y COMUNICACIONES
DIRECCIÓN DE CAMINOS

MIGUEL TAPAYURI CHOTA
TECNICO EN MECANICA DE SUELOS



Ing. Geiner Alvarado Lopez
DIRECTOR



LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO							
FORMATO							
CORTE DIRECTO							
NORMA ASTM D - 3080							
TESIS "ESTABILIDAD DE TALUDES DEL TRAMO KM 07+000 AL KM 09+000 DE LA CARRETERA PEDRO RUIZ - CHACHAPOYAS, AMAZONAS 2016"						Codigo Ensayo N° : 0.01 - 2017	
Solicitante : BACH. HEDER OSBETH CARUAJULCA BERNAL (TESISTA)							
Proced : KM. 07+300	Calicata: N° 01 / M02	Fecha : 28/03/2017		Ing. Responsable : G. ALVARADO L.			
Ubica: Coordenada: 0172037; 9335678	Profundidad : 2.20 m					Tec. Responsable : M. TAPAYURI CH.	

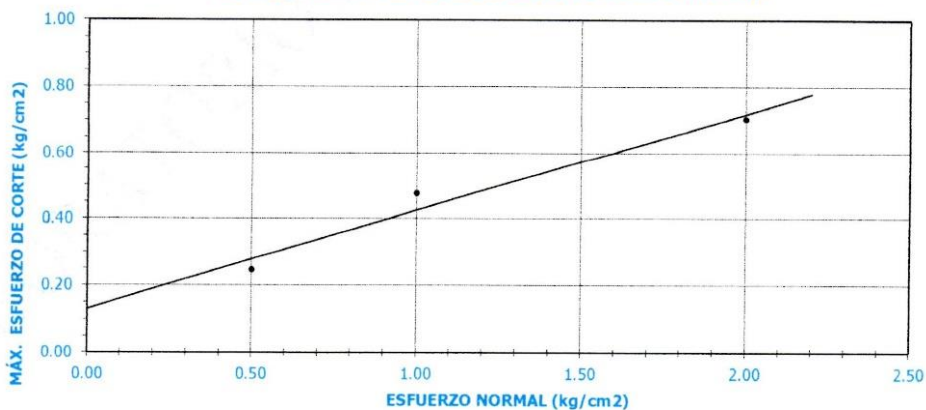
Datos del ensayo :

N° de espécimen	Peso volumétrico seco (gr/cm ³)	Esfuerzo normal (kg/cm ²)	Proporción de esfuerzos (kg/cm ²)	Humedad natural (%)	Esfuerzo de corte (kg/cm ²)	Humedad saturada (%)	Peso volumétrico Nat. (gr/cm ³)
1	1.683	0.50	0.187	11.1	0.247	13.6	1.870
2	1.620	1.00	0.475	11.1	0.475	12.5	1.800
3	1.661	2.00	0.703	11.2	0.705	13.8	1.846

Resultados :

COHESIÓN **0.13 kg/cm²**
ÁNGULO DE FRICCIÓN INTERNA **16.4 °**

Gráfico (Máximo esfuerzo de corte VS Esfuerzo normal)



OBSERVACIONES :

- Muestreo proporcionada e identificada por el Solicitante.
 - Prueba de Corte Directo realizado en laboratorio:
- Hecho por : Téc. M. T. CH.
Revisado por : Ing. G. ALVARADO L.

DIRECCIÓN REGIONAL DE TRANSPORTES
Y COMUNICACIONES
DIRECCIÓN DE CAMINOS
MIGUEL TAPAYURI
TECNICO EN MECANICA DE SUELOS

DIRECCIÓN REGIONAL DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES
DIRECCIÓN DE CAMINOS
DIRECCIÓN DE CAMINOS
Ing. Geiner Alvarado Lopez
DIRECTOR



RUC: 20392327747

GOBIERNO REGIONAL DE AMAZONAS
DIRECCIÓN REGIONAL DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES - AMAZONAS



REGISTRÓ DE LICENCIA N° 00001990-MPCH

Tesis "ESTABILIDAD DE TALUDES DEL TRAMO KM 07 + 000 AL KM 09 + 000 DE LA CARRETERA PEDRO RUÍZ - CHACHAPOYAS, AMAZONAS 2016"

solicitante BACH. HEDER OSBETH CARUAJULCA BERNAL (TESISTA)

Calicata N° 01

CAPACIDAD PORTANTE ADMISIBLE (TERZAGHI, ROTURA GENERAL) (Condiciones drenadas o sin drenar)

Ecuación general de Terzaghi (condiciones drenadas): qh = c * Nc + q * Nq + 1/2 * gamma * B * Nr qadm = qh / F

qadm = 0.86 kg/cm²

Table with 3 columns: Parameter, Value 1, Value 2. Includes parameters like internal friction angle, soil weight, depth, vertical tension, cohesion, safety factor, and bearing capacity factors.

DIRECCIÓN REGIONAL DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES DIRECCIÓN DE CAMINOS

MIGUEL TAPAYURI CHOTA TÉCNICO EN MECÁNICA DE SUELOS

Stamp and signature of Ing. Geiner Alvarado Lopez, Director of Caminos.



GOBIERNO REGIONAL DE AMAZONAS
DIRECCIÓN REGIONAL DE TRANSPORTES
Y COMUNICACIONES - AMAZONAS



RUC: 20392327747

REGISTRÓ DE LICENCIA N° 00001990-MPCH

REGISTRO DE EXCAVACIÓN														
PERFIL ESTRATIGRÁFICO														
Proyecto: "ESTABILIDAD DE TALUDES DEL TRAMO KM 07+000 AL KM 09+000 DE LA CARRETERA PEDRO RUIZ - CHACHAPOYAS, AMAZONAS 2016"										Codigo Ensayo N°: 0.002 - 2017				
solicitante: BACH, HEDER OSBETH CARUA, JULCA BERNAL (TESISTA)														
Muestra: 1		Calicata: N° 02		Fecha: 13/05/2017				Ing. Responsable: G. ALVARADO L. Tec. Responsable: M. TAPAYURI CH.						
Material: NATURAL		Profundidad: 2.17 Mts												
Prof. (m.)	Estrato		Simbolo Grafico	Descripcion Visual del Suelo	Clasificacion		Granulometria				Constantes Fisicas			W. Natural
	Capa	Espesor (m)			AASHTO	Sucs.	>3"	3" - N°4	N°4 - N° 200	< N° 200	L.L.	L.P	IP	
0.00		0.30		Material extente de raices y organico.		PT								
0.20														
0.40														
0.60														
0.80	M - 01	1.07		Arcilla Inorgánica de Baja Plasticidad, de color blanca con presencia de puntos rojisos sin materia orgánica		CL	100	100	11.3	88.7	30	19	11	14.78
1.00														
1.20														
1.40														
1.60														
1.80														
2.00														
2.20	M - 02	0.95		Arcilla Inorgánica de Baja Plasticidad, de color blanco sin presencia de materia orgánica		CL	100	0.9	36	63.1	47	19	28	25.08
2.40														
2.60														
2.80														
3.00														
3.20														
3.40														
3.60														
3.80														
4.00														
4.20														
4.40														



OBSERVACIONES : LAS MUESTRAS PRESENTA ARCILLAS SUAVE

DIRECCIÓN REGIONAL DE TRANSPORTES
Y COMUNICACIONES
DIRECCIÓN DE CAMINOS

MIGUEL TAPAYURI CHOTA
TECNICO EN MECANICA DE SUELOS



Ing. Geiner Alvarado Lopez
DIRECTOR

DIRECCION: Km. 1 + 000 CARRETERA A RODRIGUEZ DE MENDOZA- TELEFONO (FAX) #041 - 312358 ANEXO # 121
CHACHAPOYAS - AMAZONAS



LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO			
FORMATO			
CONTENIDO DE HUMEDAD			
(MTC E-108 / ASTM D-2216)			
Tesis : "ESTABILIDAD DE TALUDES DEL TRAMO KM 07+000 AL KM 09+000 DE LA CARRETERA PEDRO RUIZ - CHACHAPOYAS, AMAZONAS 2016"		Codigo Ensayo N° : 0.03 - 2017	
Solicitante : BACH. HEDER OSBETH CARUAJULCA BERNAL (TESISTA)			
Proced : KM. 07 + 500	Calicata : N° 02 / M 01	Ing. Responsable : G. ALVARADO L.	
Ubica : Coordenado: 0172708; 9335154	Profundidad : 0.30m - 1.37m	Fecha : 21/03/2017	Tec. Responsable : M. TAPAYURI CH.

1. Contenido de Humedad Muestra Integral :

Descripcion	N°58	N°144
Peso de tara (gr)	38.86	38.86
Peso de la tara + muestra húmeda (gr)	207.73	201.67
Peso de la tara + muestra seca (gr)	186.02	180.66
Peso del agua contenida (gr)	21.71	21.01
Peso de la muestra seca (gr)	147.16	141.80
Contenido de Humedad (%)	14.75	14.82
Contenido de Humedad Promedio (%)	14.78	

6. Observaciones: Muestra Identificada y Proporcionada por el Laboratorio de Suelos de la DRTC-AMAZONAS.

DIRECCIÓN REGIONAL DE TRANSPORTES
Y COMUNICACIONES
DIRECCIÓN DE CAMINOS

MIGUEL TAPAYURI CHOTA
TECNICO EN MECANICA DE SUELOS



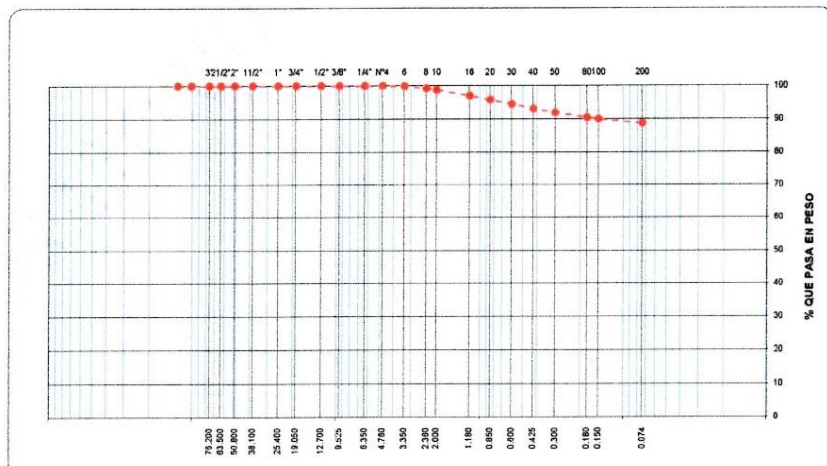
DIRECCIÓN REGIONAL DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES
DIRECCIÓN DE INGENIERÍA Y OBRAS DE INFRAESTRUCTURA

Ing. Geiner Alvarado Lopez
DIRECTOR



LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO			
FORMATO			
ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO			
(MTC E-107 / ASTM D-422, C-117 / AASHTO T-27, T-88)			
Tesis : "ESTABILIDAD DE TALUDES DEL TRAMO KM 07+000 AL KM 09+000 DE LA CARRETERA PEDRO RUIZ - CHACHAPOYAS, AMAZONAS 2016"		Codigo Ensayo N° : 0.03 - 2017	
Solicitante : BACH. HEDER OSBETH CARUAJULCA BERNAL (TESISTA)			
Proced : KM. 07 + 500	Calicata : N° 02 / M 01	Ing. Responsable : G. ALVARADO L.	
Ubica: Coordenada: 0172708; 9335154	Profundidad : 0.30m - 1.37m	Fecha : 23/03/2017	Tec. Responsable : M. TAPAYURI CH.

Tamices ASTM	Abertura (mm)	Peso Retenido	Retenido Parcial	Retenido Acumulado	Porcentaje que Pasa	Material sin Especificacion	Descripcion
5"	127.000				100.00		1. Peso de Material
4"	101.600	0.00			100.00		Peso Inicial Total (kg) <u>300.0</u>
3"	76.200	0.00			100.00		Peso Fraccion Fina Para Lavar (gr) _____
2 1/2"	63.500	0.00			100.00		
2"	50.800	0.00			100.00		2. Caracteristicas
1 1/2"	38.100	0.00			100.00		Tamaño Maximo _____
1"	25.400	0.00			100.00		Tamaño Maximo Nominal _____
3/4"	19.050	0.00			100.00		Grava (%) _____
1/2"	12.700	0.00			100.00		Arena (%) <u>11.3</u>
3/8"	9.525	0.00			100.00		Finos (%) <u>88.7</u>
1/4"	6.350	0.00			100.00		Modulo de Fineza (%) _____
N° 4	4.760	0.00			100.00		
N° 6	3.350	0.40	0.13	0.13	99.87		
N° 8	2.360	2.00	0.67	0.80	99.20		3. Clasificacion
N° 10	2.000	1.30	0.43	1.23	98.77		Limite Liquido (%) <u>30</u>
N° 16	1.180	5.20	1.73	2.96	97.04		Limite Plastico (%) <u>19</u>
N° 20	0.850	3.70	1.23	4.19	95.81		Indice de Plasticidad (%) <u>11</u>
N° 30	0.600	4.10	1.37	5.56	94.44		Clasificacion SUCS <u>CL</u>
N° 40	0.425	4.00	1.33	6.89	93.11		Clasificacion AASHTO <u>A-6 (8)</u>
N° 50	0.300	3.50	1.17	8.06	91.94		
N° 80	0.180	4.40	1.47	9.53	90.47		
N° 100	0.150	1.20	0.40	9.93	90.07		5. Observaciones (Fuente de Normalizacion)
N° 200	0.074	4.10	1.37	11.30	88.70		Manual de carreteras "Especificaciones Tecnicas Generales para Construccion" (EG-2013)
Pasante		266.10	88.70	100.00			



DIRECCIÓN REGIONAL DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES
6. Observaciones: DIRECCIÓN DE CAMINOS ionada por el Laboratorio de Suelos de la DRTC-AMAZONAS.

MIGUEL TAPAYURI CHOTA
TECNICO EN MECANICA DE SUELOS

Ing. Geiner Alvarado Lopez
DIRECTOR



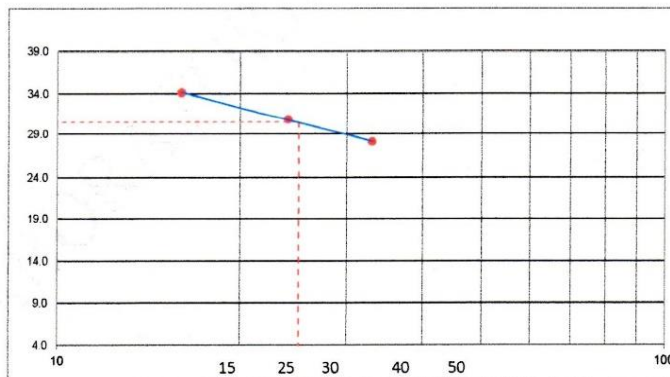
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO			
FORMATO			
LIMITES DE CONSISTENCIA			
(MTC E-110,111 / ASTM D-4318 / AASHTO T-90, T-99)			
Tesis : "ESTABILIDAD DE TALUDES DEL TRAMO KM 07+000 AL KM 09+000 DE LA CARRETERA PEDRO RUIZ - CHACHAPOYAS, AMAZONAS 2016"		Codigo Ensayo N° : 0.03 - 2017	
Solicitante : BACH. HEDER OSBETH CARUAJULCA BERNAL (TESISTA)			
Proced : KM. 07 + 500	Calicata : N° 02 / M 01	Ing. Responsable : G. ALVARADO L.	
Ubica : Coordenada: 0172708; 9335154	Profundidad : 0.30m - 1.37m	Fecha : 24/03/2017	Tec. Responsable : M. TAPAYURI CH.

DETERMINACION DEL LIMITE LIQUIDO

N° de Tarro		162	92	168	
Peso de Tarro + Suelo Humedo	gr.	35.05	35.24	35.22	
Peso de Tarro + Suelo Seco	gr.	31.87	32.25	32.45	
Peso de Tarro	gr.	22.57	22.57	22.58	
Peso de Agua	gr.	3.18	2.99	2.77	
Peso del Suelo Seco	gr.	9.30	9.68	9.87	Limite Liquido
Contenido de Humedad	%	34.19	30.89	28.06	30.0
Numero de Golpes		16	24	33	

DETERMINACION DEL LIMITE PLASTICO E INDICE DE PLASTICIDAD

N° de Tarro		59	120	
Peso de Tarro + Suelo Humedo	gr.	15.82	15.81	
Peso de Tarro + Suelo seco	gr.	15.15	15.13	
Peso de Tarro	gr.	11.57	11.58	
Peso de Agua	gr.	0.67	0.68	
Peso de Suelo seco	gr.	3.58	3.55	Limite Plastico
Contenido de Humedad	%	18.72	19.15	19.0



Constantes Fisicas de la Muestra	
Limite Liquido	30.0
Limite Plastico	19.0
Indice de Plasticidad	11.0
Observaciones	
Pasante Tamiz N° 40	

6. Observaciones: Muestra Identificada y Proporcionada por el Laboratorio de Suelos de la DRTC-AMAZONAS.

DIRECCIÓN REGIONAL DE TRANSPORTES
Y COMUNICACIONES
DIRECCIÓN DE CAMINOS.
[Signature]
MIGUEL TAPAYURI CHOTA
TECNICO EN MECANICA DE SUELOS

DIRECCIÓN REGIONAL DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES
DIRECCIÓN DE CAMINOS E INFRAESTRUCTURA
DIRECCIÓN DE CAMINOS
Ing. Geiner Alvarado Lopez
DIRECTOR



RUC: 20392327747

GOBIERNO REGIONAL DE AMAZONAS
DIRECCIÓN REGIONAL DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES - AMAZONAS



REGISTRÓ DE LICENCIA N° 00001990-MPCH

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
FORMATO
CONTENIDO DE HUMEDAD
(MTC E-108 / ASTM D-2216)
Tesis: ESTABILIDAD DE TALUDES DEL TRAMO KM 07+000 AL KM 09+000 DE LA CARRETERA PEDRO RUIZ - CHACHAPOYAS, AMAZONAS 2016
Codigo Ensayo N°: 0.04 - 2017
Solicitante: BACH. HEDER OSBETH CARUAJULCA BERNAL (TESISTA)
Proced: KM. 07 + 500 Calicata: N° 02 / M 02 Ing. Responsable: G. ALVARADO L.
Ubica: Coordenada: 0172408; 9335154 Profundidad: 1.37m - 2.17m Fecha: 21/03/2017 Tec. Responsable: M. TAPAYURI CH.

1. Contenido de Humedad Muestra Integral :

Table with 3 columns: Descripción, N°43, N°123. Rows include: Peso de tara (gr), Peso de la tara + muestra húmeda (gr), Peso de la tara + muestra seca (gr), Peso del agua contenida (gr), Peso de la muestra seca (gr), Contenido de Humedad (%), Contenido de Humedad Promedio (%).

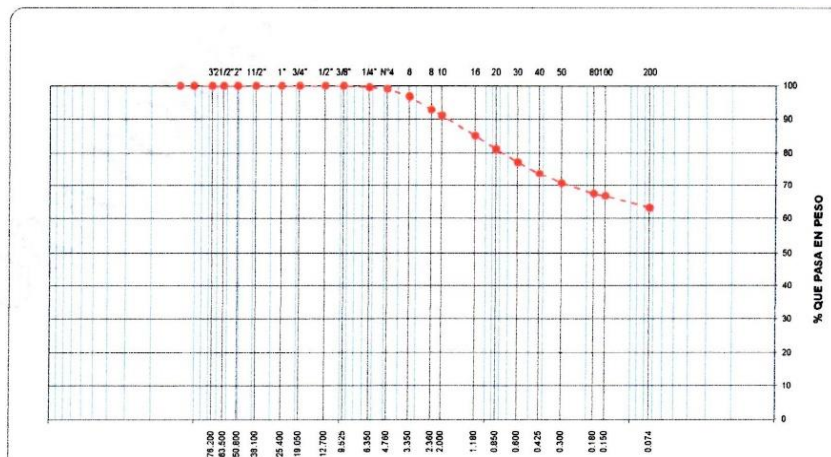
6. Observaciones: Muestra Identificada y Proporcionada por el Laboratorio de Suelos de la DRTC-AMAZONAS.

DIRECCIÓN REGIONAL DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES
DIRECCIÓN DE CAMINOS
MIGUEL TAPAYURI CHOTA
TECNICO EN MECANICA DE SUELOS

Ing. Geiner Alvarado Lopez
DIRECTOR



LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO							
FORMATO							
ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO							
(MTC E-107 / ASTM D-422, C-117 / AASHTO T-27, T-88)							
Tesis : "ESTABILIDAD DE TALUDES DEL TRAMO KM 07+000 AL KM 09+000 DE LA CARRETERA PEDRO RUIZ - CHACHAPOYAS, AMAZONAS 2016"				Codigo Ensayo N° : 0.04 - 2017			
Solicitante : BACH. HEDER OSBETH CARUA JULCA BERNAL (TESISTA)							
Proced : KM. 07 + 500		Calicata : N° 02 / M 02		Fecha : 23/03/2017		Ing. Responsable : G. ALVARADO L.	
Ubica : Coordenada: 0172406: 9335154		Profundidad : 1.37m - 2.17m				Tec. Responsable : M. TAPAYURI CH.	
Tamices ASTM	Abertura (mm)	Peso Retenido	Retenido Parcial	Retenido Acumulado	Porcentaje que Pasa	Material sin Especificacion	Descripcion
5"	127.000				100.00		1. Peso de Material
4"	101.600	0.00			100.00		Peso Inicial Total (kg) 300.1
3"	76.200	0.00			100.00		Peso Fraccion Fina Para Lavar (gr)
2 1/2"	63.500	0.00			100.00		
2"	50.800	0.00			100.00		2. Caracteristicas
1 1/2"	38.100	0.00			100.00		Tamaño Maximo
1"	25.400	0.00			100.00		Tamaño Maximo Nominal
3/4"	19.050	0.00			100.00		Grava (%) 0.9
1/2"	12.700	0.00			100.00		Arena (%) 36.0
3/8"	9.525	0.00			100.00		Finos (%) 63.1
1/4"	6.350	1.20	0.40	0.40	99.60		Modulo de Fineza (%)
N° 4	4.760	1.40	0.47	0.87	99.13		
N° 6	3.350	7.00	2.33	3.20	96.80		
N° 8	2.360	11.60	3.87	7.07	92.93		3. Clasificacion
N° 10	2.000	5.00	1.67	8.74	91.26		Limite Liquido (%) 47
N° 16	1.180	18.40	6.13	14.87	85.13		Limite Plastico (%) 19
N° 20	0.850	11.60	3.87	18.74	81.26		Indice de Plasticidad (%) 28
N° 30	0.600	11.60	3.87	22.61	77.39		Clasificacion SUCS CL
N° 40	0.425	10.80	3.60	26.21	73.79		Clasificacion AASHTO A-7-6 (14)
N° 50	0.300	9.00	3.00	29.21	70.79		
N° 80	0.180	9.70	3.23	32.44	67.56		
N° 100	0.150	2.20	0.73	33.17	66.83		5. Observaciones (Fuente de Normalizacion)
N° 200	0.074	11.10	3.70	36.87	63.13		Manual de carreteras "Especificaciones Tecnicas Generales para Construccion" (EG-2013)
Pasante		189.47	63.14	100.01			



6. Observaciones: Reporte elaborado por el Laboratorio de Suelos de la DRTC-AMAZONAS.

MIGUEL TAPAYURI CHOTA
TECNICO EN MECANICA DE SUELOS



Ing. Geiner Alvarado Lopez
DIRECTOR



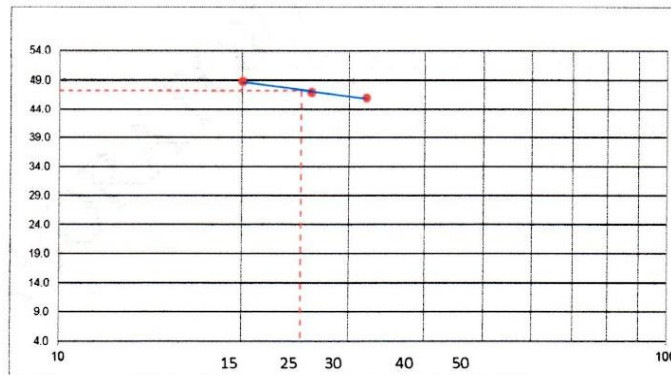
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO			
FORMATO			
LIMITES DE CONSISTENCIA			
(MTC E-110,111 / ASTM D-4318 / AASHTO T-80, T-89)			
Tesis : "ESTABILIDAD DE TALUDES DEL TRAMO KM 07+000 AL KM 09+000 DE LA CARRETERA PEDRO RUIZ - CHACHAPOYAS, AMAZONAS 2016"		Codigo Ensayo N° : 0.04 - 2017	
Solicitante : BACH. HEDER OSBETH CARUAJULCA BERNAL (TESISTA)			
Proced : KM. 07 + 500	Calicata : N° 02 / M 02	Ing. Responsable : G. ALVARADO L.	
Ubica : Coordenada: 0172408; 9335154	Profundidad : 1.37m - 2.17m	Fecha : 27/03/2017	Tec. Responsable : M. TAPAYURI CH.

DETERMINACION DEL LIMITE LIQUIDO

N° de Tarro		151	185	117	
Peso de Tarro + Suelo Humedo	gr.	33.99	33.94	33.97	
Peso de Tarro + Suelo Seco	gr.	30.25	30.31	30.38	
Peso de Tarro	gr.	22.59	22.58	22.58	
Peso de Agua	gr.	3.74	3.63	3.59	
Peso del Suelo Seco	gr.	7.66	7.73	7.80	Limite Liquido
Contenido de Humedad	%	48.83	46.96	46.03	47.0
Numero de Golpes		20	26	32	

DETERMINACION DEL LIMITE PLASTICO E INDICE DE PLASTICIDAD

N° de Tarro		5	25		
Peso de Tarro + Suelo Humedo	gr.	14.86	14.87		
Peso de Tarro + Suelo seco	gr.	14.32	14.35		
Peso de Tarro	gr.	11.60	11.60		
Peso de Agua	gr.	0.54	0.52		
Peso de Suelo seco	gr.	2.72	2.75		Limite Plastico
Contenido de Humedad	%	19.85	18.91		19.0



Constantes Físicas de la Muestra	
Limite Liquido	47.0
Limite Plastico	19.0
Indice de Plasticidad	28.0
Observaciones	
Pasante Tamiz N° 40	

6. Observaciones: Muestra Identificada y Proporciónada por el Laboratorio de Suelos de la DRTC-AMAZONAS.

DIRECCIÓN REGIONAL DE TRANSPORTES
Y COMUNICACIONES
DIRECCIÓN DE CAMINOS

MIGUEL TAPAYURI CHOTA
TECNIC EN MECANICA DE SUELOS

DIRECCIÓN REGIONAL DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES
DIRECCIÓN DE CAMINOS
Ing. Geiner Alvarado Lopez



GOBIERNO REGIONAL DE AMAZONAS
DIRECCIÓN REGIONAL DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES - AMAZONAS



RUC: 20392327747

REGISTRÓ DE LICENCIA N° 0001990-MPCH

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO			
FORMATO			
CORTE DIRECTO			
NORMA ASTM D - 3080			
Tesis : "ESTABILIDAD DE TALUDES DEL TRAMO KM 07+000 AL KM 09+000 DE LA CARRETERA PEDRO RUIZ - CHACHAPOYAS, AMAZONAS 2016"			Codigo Ensayo N° : 0.02 - 2017
Solicitante : BACH. HEDER OSBETH CARUAJULCA BERNAL (TESISTA)			
Proced : KM. 07+500	Calicata : N° 02 / M 02	Fecha : 25/04/2017	Ing. Responsable : G. ALVARADO L.
Ubica : Coordinada: 0172408; 9335154	Profundidad : 2.17 m		Tec. Responsable : M. TAPAYURI CH.

Carga	kg/cm ²	0.5	1.0	2.0
Especimen		1	2	3
Numero de molde Cuadrado		A	B	C
Peso de la muestra humeda - molde	gr	280.70	327.10	261.90
Peso de la muestra saturada - molde	gr	283.20	332.30	260.05
Peso de la muestra seca	gr	89.23	89.37	100.93
Contenido de humedad natural	%	25.07	25.10	25.04
Contenido de humedad saturada	%	27.87	30.92	23.20
Area del molde Cuadrado	cm ²	36.12	36.00	40.32
Peso del molde Cuadrado	gr	169.10	215.30	135.70
Volumen de molde Cuadrado	cm ³	77.66	77.40	87.49
Densidad humeda	gr/cm ³	1.437	1.444	1.442
Densidad saturada	gr/cm ³	1.469	1.51	1.421
Densidad seca	gr/cm ³	1.149	1.155	1.154

Dial Deforma. mm.	Desplaz Vertical mm.	Dial Corte N	Fuerza cortante KN	Fuerza cortante Kg	Esfuerzo cortante Kg/cm ²	Desplaz Vertical mm.	Dial Corte N	Fuerza cortante KN	Fuerza cortante Kg	Esfuerzo cortante Kg/cm ²	Desplaz Vertical mm.	Dial Corte N	Fuerza cortante KN	Fuerza cortante Kg	Esfuerzo cortante Kg/cm ²
0	0.000	0.0	0.0	0.0	0.0	0.000	0.0	0.0	0.0	0.0	0.000	0.0	0.0	0.0	0.0
0.10	0.007	15.8	0.016	1.59	0.044	1.009	20.8	0.021	2.10	0.058	1.230	40.7	0.041	4.15	0.103
0.20	0.007	22.9	0.023	2.34	0.065	1.010	38.3	0.030	4.01	0.111	1.243	78.1	0.078	7.96	0.198
0.30	0.008	26.6	0.030	3.05	0.084	1.010	83.0	0.053	5.40	0.150	1.255	100.3	0.100	10.23	0.254
0.40	0.008	38.7	0.039	3.95	0.109	1.010	66.8	0.067	6.81	0.189	1.288	118.2	0.116	11.65	0.291
0.50	0.008	48.5	0.049	4.95	0.137	1.010	78.0	0.078	7.95	0.221	1.281	127.2	0.127	12.97	0.322
0.60	0.008	54.9	0.055	5.57	0.154	1.010	90.8	0.091	9.26	0.257	1.282	141.0	0.141	14.38	0.357
0.70	0.008	60.3	0.060	6.15	0.170	1.004	100.8	0.101	10.26	0.285	1.304	152.1	0.152	15.51	0.385
0.80	0.008	67.3	0.067	6.85	0.190	0.998	109.4	0.109	11.16	0.310	1.310	160.3	0.160	16.35	0.405
0.90	0.008	72.5	0.072	7.39	0.205	0.993	116.5	0.117	11.90	0.330	1.315	171.1	0.171	17.45	0.433
1.00	0.008	77.9	0.078	7.83	0.220	0.987	124.4	0.124	12.69	0.352	1.318	181.2	0.181	18.48	0.458
1.10	0.008	83.6	0.084	8.52	0.236	0.982	132.2	0.132	13.48	0.374	1.322	188.6	0.189	19.25	0.477
1.20	0.008	87.1	0.087	8.88	0.246	0.981	138.7	0.139	14.14	0.393	1.324	195.4	0.195	19.92	0.494
1.30	0.008	90.0	0.090	9.18	0.254	0.977	144.6	0.145	14.74	0.410	1.324	201.8	0.202	20.56	0.510
1.40	0.008	92.7	0.093	9.45	0.262	0.970	148.9	0.150	15.25	0.424	1.328	208.0	0.208	21.21	0.526
1.50	0.008	95.3	0.095	9.72	0.269	0.964	155.6	0.156	15.87	0.441	1.332	212.8	0.213	21.70	0.538
1.60	0.008	97.1	0.097	9.90	0.274	0.959	155.2	0.155	15.83	0.440	1.334	217.6	0.218	22.19	0.550
1.70	0.008	98.6	0.099	10.05	0.278	0.948	154.1	0.154	15.71	0.436	1.335	223.1	0.223	22.75	0.564
1.80	0.008	99.3	0.099	10.13	0.280	0.944	152.1	0.152	15.51	0.431	1.335	224.8	0.225	22.90	0.568
1.90	0.008	100.5	0.101	10.25	0.284	0.941	151.4	0.151	15.44	0.429	1.335	227.0	0.227	23.15	0.574
2.00	0.008	100.0	0.100	10.20	0.282	0.939	150.0	0.2	15.30	0.425	1.335	229.6	0.2	23.51	0.583
2.10	0.000	0.0	0.000	0.00	0.000	0.000	0.0	0.0	0.00	0.000	0.000	0.0	0.0	0.00	0.000
2.20	0.000	0.0	0.000	0.00	0.000	0.000	0.0	0.0	0.00	0.000	0.000	0.0	0.0	0.00	0.000
2.30	0.000	0.0	0.000	0.00	0.000	0.000	0.0	0.0	0.00	0.000	0.000	0.0	0.0	0.00	0.000
2.40	0.000	0.0	0.000	0.00	0.000	0.000	0.0	0.0	0.00	0.000	0.000	0.0	0.0	0.00	0.000
2.50	0.000	0.0	0.000	0.00	0.000	0.000	0.0	0.0	0.00	0.000	0.000	0.0	0.0	0.00	0.000
2.60	0.000	0.0	0.000	0.00	0.000	0.000	0.0	0.0	0.00	0.000	0.000	0.0	0.0	0.00	0.000
2.70	0.000	0.0	0.000	0.00	0.000	0.000	0.0	0.0	0.00	0.000	0.000	0.0	0.0	0.00	0.000
2.80	0.000	0.0	0.000	0.00	0.000	0.000	0.0	0.0	0.00	0.000	0.000	0.0	0.0	0.00	0.000
					0.284					0.441					

DIRECCIÓN REGIONAL DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES
 DIRECCIÓN DE CAMINOS

DIRECCIÓN REGIONAL DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES - AMAZONAS
 MIGUEL TAPAYURI CHOYA
 TÉCNICO EN MECANICA DE SUELOS

DIRECCIÓN REGIONAL DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES - AMAZONAS
 DIRECCIÓN DE CAMINOS
 G. ALVARADO LOPEZ
 DIRECTOR

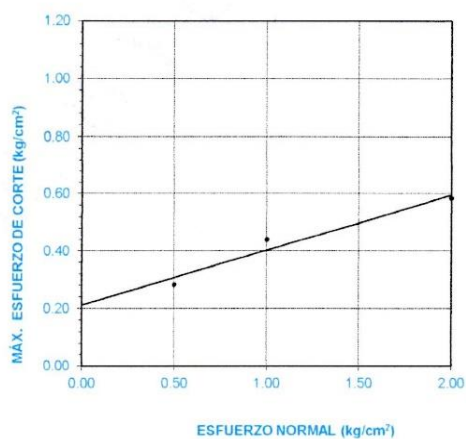
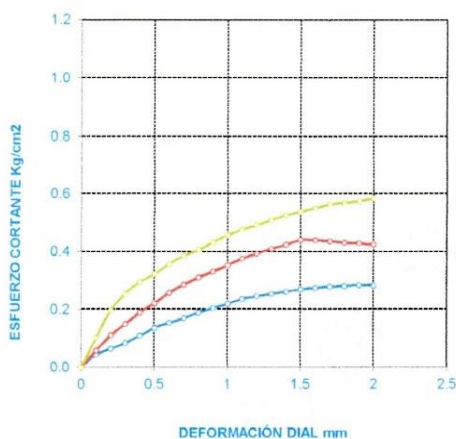


RUC: 20392327747

REGISTRÓ DE LICENCIA N° 00001990-MPCH

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO			
FORMATO			
CORTE DIRECTO			
NORMA ASTM D - 3080			
Tesis :		"ESTABILIDAD DE TALUDES DEL TRAMO KM 07+000 AL KM 09+000 DE LA CARRETERA PEDRO RUIZ - CHACHAPOYAS, AMAZONAS 2016"	
Solicitante :		BACH. HEDER OSBETH CARUAJULCA BERNAL (TESISTA)	
Proced :	KM. 07+500	Calicata :	N° 02 / M 02
Ubica :	Coordenada: 0172408; 9335154	Profundidad :	2.17 m
		Fecha :	25/04/2017
		Codigo Ensayo N° :	0.02 - 2017
		Ing. Responsable :	G. ALVARADO L.
		Tec. Responsable :	M. TAPAYURI CH.

COHESIÓN **0.21** kg/cm²
ÁNGULO DE FRICCIÓN INTERNA **10.8** °



DIRECCIÓN REGIONAL DE TRANSPORTES
Y COMUNICACIONES
DIRECCIÓN DE CAMINOS

MIGUEL TAPAYURI CHOTA
TECNICO EN MECANICA DE SUELOS

DIRECCIÓN REGIONAL DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES
DIRECCIÓN DE CAMINOS
Ing. Geiner Alvarado Lopez
DIRECTOR



LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO			
FORMATO			
CORTE DIRECTO			
NORMA ASTM D - 3080			
TESIS	"ESTABILIDAD DE TALUDES DEL TRAMO KM 07+000 AL KM 09+000 DE LA CARRETERA PEDRO RUIZ - CHACHAPOYAS, AMAZONAS 2016"		Codigo Ensayo N° : 0.02 - 2017
Solicitante :	BACH. HEDER OSBETH CARUAJULCA BERNAL (TESISTA)		
Proced :	KM. 07+500	Calicata :	N° 02 / M02
Ubica :	Coordenada: 0172408; 9335154	Profundidad :	2.17 m
		Fecha :	25/04/2017
		Ing. Responsable :	G. ALVARADO L.
		Tec. Responsable :	M. TAPAYURI CH.

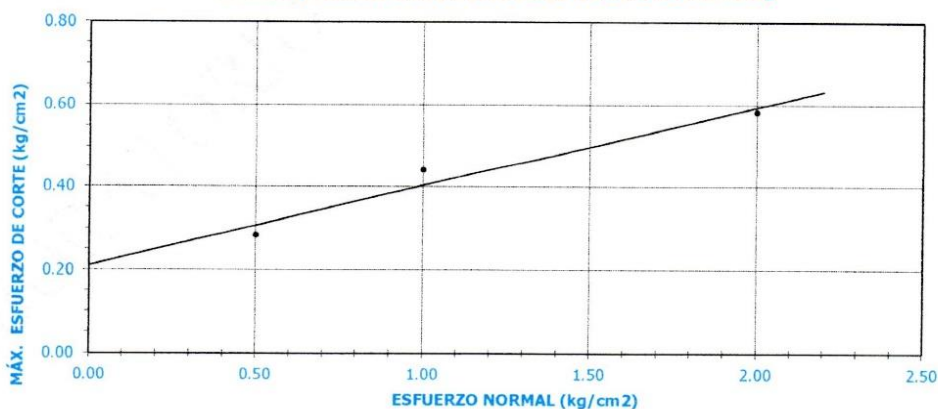
Datos del ensayo :

N° de espécimen	Peso volumétrico seco (gr/cm ³)	Esfuerzo normal (kg/cm ²)	Proporción de esfuerzos (kg/cm ²)	Humedad natural (%)	Esfuerzo de corte (kg/cm ²)	Humedad saturada (%)	Peso volumétrico Nat. (gr/cm ³)
1	1.149	0.50	0.262	25.1	0.284	27.9	1.437
2	1.155	1.00	0.424	25.1	0.441	30.9	1.444
3	1.154	2.00	0.526	25.0	0.583	23.2	1.442

Resultados :

COHESIÓN **0.21 kg/cm²**
ÁNGULO DE FRICCIÓN INTERNA **10.8 °**

Gráfico (Máximo esfuerzo de corte VS Esfuerzo normal)



OBSERVACIONES :

- Muestreo proporcionada e identificada por el Solicitante.
- Prueba de Corte Directo realizado en laboratorio:

Hecho por : Téc. M. T. CH.

Revisado por : Ing. G. ALVARADO L.

DIRECCIÓN REGIONAL DE TRANSPORTES
Y COMUNICACIONES
DIRECCIÓN DE GÁMINOS

MIGUEL TAPAYURI CH. IIA
TECNICO EN MECANICA DE SUELOS

DIRECCIÓN REGIONAL DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES
DIRECCIÓN DE GÁMINOS Y OBRAS DE INFRAESTRUCTURA
DIRECCIÓN DE GÁMINOS
AMAZONAS
Ing. Geiner Alvarado Lopez
DIRECTOR



RUC: 20392327747

GOBIERNO REGIONAL DE AMAZONAS
DIRECCIÓN REGIONAL DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES - AMAZONAS



REGISTRÓ DE LICENCIA N° 00001990-MPCH

Tesis "ESTABILIDAD DE TALUDES DEL TRAMO KM 07 + 000 AL KM 09 + 000 DE LA CARRETERA PEDRO RUIZ - CHACHAPOYAS, AMAZONAS 2016"

solicitante BACH. HEDER OSBETH CARUAJULCA BERNAL (TESISTA)

Calicata N° 02

CAPACIDAD PORTANTE ADMISIBLE

(TERZAGHI, ROTURA GENERAL)

(Condiciones drenadas o sin drenar)

Ecuación general de Terzaghi (condiciones drenadas):

qh = c · Nc + q · Nq + 1/2 · γ · B · Nγ

qadm = qh / F

qadm = 0.75 kg/cm²

Table with 3 columns: Factor, Value 1, Value 2. Rows include: Angulo rozamiento interno phi, Peso especifico suelo gamma, Profundidad cimentación D, Tensión vertical q, Cohesión c, Factor de seguridad F, Ancho cimentación B, and factors Nc, Nq, Ngamma.

DIRECCIÓN REGIONAL DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES DIRECCIÓN DE CAMINOS

MIGUEL TAPAYURI CHOTA TECNICO EN MECANICA DE SUELOS



DIRECCIÓN REGIONAL DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES DIRECCIÓN DE CAMINOS E INFRAESTRUCTURA

Ing. Geiner Alvarado Lopez DIRECTOR



**ENSAYO DE PESO ESPECIFICO RELATIVO DE SOLIDOS EN SUELOS
MTC E 113 - 2013. NTP 339.131**

PROYECTO : "ESTABILIDAD DE TALUDES DEL TRAMO KM 07 + 000 AL KM 09 + 000 DE LA CARRETERA PEDRO RUIZ - CHACHAPOYAS, AMAZONAS 2016"

SOLICITADO : BACH. HEDER OSBETH CARUAJULCA BERNAL (TESISTA)

UBICACIÓN : CARRETERA PEDRO RUIZ - CHACHAPOYAS TÉCNICO : M. T. CH.

MUESTRA : MUESTRA 02 / CALICATA N° 02 FECHA : 24/04/2017

Nº DE LABORATORIO	1	2	
PROFUNDIDAD, (m)	3.5	3.5	
PICNÓMETRO N°	1	2	
CAPACIDAD PICNÓMETRO CM3	500	500	
PESO PICNÓMETRO , gr.	211.7	176.2	
PESO PICNÓMETRO + SUELO SECO , gr.	351.5	314.9	
PESO SUELO SECO , gr. (Ws)	140	140.2	
PESO PICN. + AGUA + SUELO , gr. (W1)	756.3	720.2	
PESO PICN. + AGUA a C.T. , gr. (W2)	684.4	684.7	
PESO PICN. + AGUA A TEMP. ENSAYO.	683.39	684.34	
TEMPERATURA DE ENSAYO, ° C	22.92	22.32	
GS A TEMPERATURA ENSAYO	2.09	1.34	
GS A 20 ° C	2.09	2.69	
PROMEDIO GS A 20 ° C	2.39		

DENSIDAD RELATIVA DEL AGUA Y FACTOR DE CONVERSIÓN					
"K" PARA VARIAS TEMPERATURAS					
TEMP ° C	γ _w	K	TEMP. ° C	γ _w	K
19	0.9984347	1.0002	25	0.9970770	0.9989
20	0.9982343	1	26	0.9968156	0.9986
21	0.9980233	0.9998	27	0.9965451	0.9983
22	0.9978019	0.9996	28	0.9962652	0.998
23	0.9975702	0.9993	29	0.9959761	0.9977
24	0.9973286	0.9991	30	0.9956780	0.9974

DIRECCIÓN REGIONAL DE TRANSPORTES
Y COMUNICACIONES
DIRECCIÓN DE CAMINOS

MIGUEL TAPAYURI CHOTA
TÉCNICO EN MECÁNICA DE SUELOS





RUC: 20392327747

REGISTRÓ DE LICENCIA N° 00001990-MPCH

REGISTRO DE EXCAVACIÓN														
PERFIL ESTRATIGRÁFICO														
Proyecto: "ESTABILIDAD DE TALUDES DEL TRAMO KM 07+000 AL KM 09+000 DE LA CARRETERA PEDRO RUÍZ - CHACHAPOYAS, AMAZONAS 2016"										Codigo Ensayo N° : 0.003 - 2017				
solicitante: BACH, HEDER OSBETH CARUAJULCA BERNAL (TESISTA)														
Muestra : 1		Calicata N° 03		Fecha : 13/05/2017		Ing. Responsable : G. ALVARADO L.		Tec. Responsable : M. TAPAYURI CH.						
Material : NATURAL		Profundidad : 2 10 Ms												
Prof. (m.)	Estrato		Simbolo Grafico	Descripcion Visual del Suelo	Clasificacion		Granulometria				Constantes Fielcas			W. Natural
	Capa	Espesor (m)			AASHTO	Sucs.	>3"	3" - N#4	N#4 - N# 200	< N# 200	L.L.	L.P	IP	
0.00		0.25		Material extente de raices y organico.		PT								
0.20														
0.40														
0.60	M - 01	0.95		Grava arcillosa, de color anaranjado con presencia de materia orgánica		GC	100	40.5	31.1	28.4	25	13	12	7.52
1.00														
1.20														
1.40														
1.60														
1.80														
2.00	M - 02	0.95		Arena Arcillosa Mezcla de Arena - Arcilla, Color Beige, (baja humedad), (de cimentación moderada), Arena de Granos Finos, con bajo % de Material Granular sub Angulares		SC	100	19.2	42.6	38.2	27	14	13	8.69
2.20														
2.40														
2.60														
2.80														
3.00														
3.20														
3.40														
3.60														
3.80														
4.00														
4.20														
4.40														



OBSERVACIONES : LAS MUESTRAS PRESENTA ARCILLAS SUAVE

DIRECCIÓN REGIONAL DE TRANSPORTES
Y COMUNICACIONES
DIRECCIÓN DE CAMINOS

MIGUEL TAPAYURI CHCITA
TECNICO EN MECANICA DE SUELOS



Ing. Geiner Alvarado Lopez
DIRECTOR



RUC: 20392327747

GOBIERNO REGIONAL DE AMAZONAS
DIRECCIÓN REGIONAL DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES - AMAZONAS



REGISTRÓ DE LICENCIA N° 00001990-MPCH

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
FORMATO
CONTENIDO DE HUMEDAD
(MTC E-108 / ASTM D-2216)
Tesis: ESTABILIDAD DE TALUDES DEL TRAMO KM 07+000 AL KM 09+000 DE LA CARRETERA PEDRO RUIZ - CHACHAPOYAS, AMAZONAS 2016
Codigo Ensayo N°: 0.05 - 2017
Solicitante: BACH. CARLOS FERNANDO TAFUR TUESTA (TESISTA)
Ing. Responsable: G. ALVARADO L.
Proced: KM. 07 + 500 Calicata: N° 03 / M 01
Tec. Responsable: M. TAPAYURI CH.
Ubica: Coordenada: 0172370; 9335074 Profundidad: 0.25m - 1.15m Fecha: 21/03/2017

1. Contenido de Humedad Muestra Integral :

Table with 3 columns: Descripción, N°76, N°98. Rows include: Peso de tara (gr), Peso de la tara + muestra húmeda (gr), Peso de la tara + muestra seca (gr), Peso del agua contenida (gr), Peso de la muestra seca (gr), Contenido de Humedad (%), Contenido de Humedad Promedio (%).

6. Observaciones: Muestra Identificada y Proporcionada por el Laboratorio de Suelos de la DRTC-AMAZONAS.

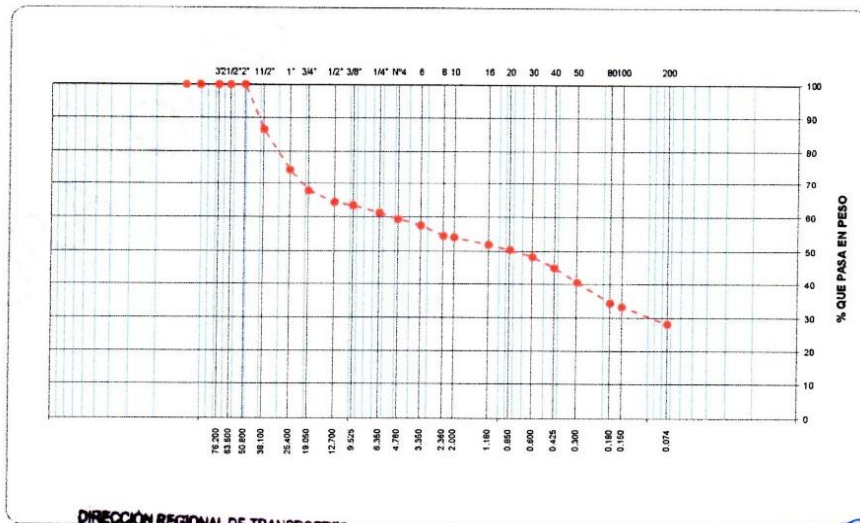
DIRECCIÓN REGIONAL DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES
DIRECCIÓN DE CAMINOS
MIGUEL TAPAYURI CHOSTA
TECNICO EN MECANICA DE SUELOS

DIRECCIÓN REGIONAL DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES
DIRECCIÓN DE CAMINOS
Ing. Geiner Alvarado Lopez
DIRECTOR



LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO						
FORMATO						
ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO						
(MTC E-107 / ASTM D-422, C-117 / AASHTO T-27, T-88)						
Tesis: "ESTABILIDAD DE TALUDES DEL TRAMO KM 07+000 AL KM 09+000 DE LA CARRETERA PEDRO RUIZ - CHACHAPOYAS, AMAZONAS 2016"					Codigo Ensayo N°: 0.05 - 2017	
Solicitante: BACH. CARLOS FERNANDO TAFUR TUESTA (TESISTA)						
Proced: KM. 07 + 500		Calicata: N° 03 / M 01		Ing. Responsable: G. ALVARADO L.		
Ubica: Coordenada: 0172370; 9335074		Profundidad: 0.25m - 1.15m		Fecha: 23/03/2017		Tec. Responsable: M. TAPAYURI CH.

Tamices ASTM	Abertura (mm)	Peso Retenido	Retenido Parcial	Retenido Acumulado	Porcentaje que Pasa	Material sin Especificacion	Descripcion
5"	127.000				100.00		1. Peso de Material
4"	101.600	0.00			100.00		Peso Inicial Total (kg) <u>820.1</u>
3"	76.200	0.00			100.00		Peso Fraccion Fina Para Lavar (gr) _____
2 1/2"	63.500	0.00			100.00		
2"	50.800	0.00			100.00		2. Caracteristicas
1 1/2"	38.100	109.20	13.32	13.32	86.68		Tamaño Maximo _____
1"	25.400	100.00	12.19	25.51	74.49		Tamaño Maximo Nominal _____
3/4"	19.050	55.20	6.73	32.24	67.76		Grava (%) <u>40.5</u>
1/2"	12.700	27.20	3.32	35.56	64.44		Arena (%) <u>31.1</u>
3/8"	9.525	7.40	0.90	36.46	63.54		Finos (%) <u>28.4</u>
1/4"	6.350	17.80	2.17	38.63	61.37		Modulo de Fineza (%) _____
N° 4	4.750	15.70	1.91	40.54	59.46		
N° 6	3.350	14.80	1.80	42.34	57.66		
N° 8	2.360	23.80	2.90	45.24	54.76		3. Clasificacion
N° 10	2.000	4.00	0.49	45.73	54.27		Limite Liquido (%) <u>25</u>
N° 16	1.180	17.50	2.13	47.86	52.14		Limite Plastico (%) <u>13</u>
N° 20	0.850	12.60	1.54	49.40	50.60		Indice de Plasticidad (%) <u>12</u>
N° 30	0.600	17.40	2.12	51.52	48.48		Clasificacion SUCS <u>GC</u>
N° 40	0.425	27.20	3.32	54.84	45.16		Clasificacion AASHTO <u>A-2-6 (0)</u>
N° 50	0.300	36.60	4.46	59.30	40.70		
N° 60	0.180	51.00	6.22	65.52	34.48		
N° 100	0.150	8.50	1.16	66.68	33.32		5. Observaciones (Fuente de Normalizacion)
N° 200	0.074	40.70	4.96	71.64	28.36		Manual de carreteras "Especificaciones Tecnicas Generales para Construccion" (EG-2013)
Pasante		232.45	28.35	99.99			



6. Observaciones: Muestra del Laboratorio de Suelos de la DRTC-AMAZONAS.

MIGUEL TAPAYURI CHOTA
TECNICO EN MECANICA DE SUELOS



Ing. Geiner Alvarado Lopez



RUC: 20392327747

GOBIERNO REGIONAL DE AMAZONAS
DIRECCIÓN REGIONAL DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES - AMAZONAS



REGISTRÓ DE LICENCIA N° 00001990-MPCH

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
FORMATO
CONTENIDO DE HUMEDAD
(MTC E-108 / ASTM D-2216)
Tesis: ESTABILIDAD DE TALUDES DEL TRAMO KM 07+000 AL KM 09+000 DE LA CARRETERA PEDRO RUIZ - CHACHAPOYAS, AMAZONAS 2016
Codigo Ensayo N°: 0.06 - 2017
Solicitante: BACH. HEDER OSBETH CARUAJULCA BERNAL (TESISTA)
Proced: KM. 07 + 500
Ubica: Coordinada: 0172370; 9335074
Calicata: N° 03 / M 02
Profundidad: 0.115m - 2.10m
Fecha: 21/03/2017
Ing. Responsable: G. ALVARADO L.
Tec. Responsable: M. TAPAYURI CH.

1. Contenido de Humedad Muestra Integral :

Table with 3 columns: Descripción, N°03, N°146. Rows include: Peso de tara (gr), Peso de la tara + muestra húmeda (gr), Peso de la tara + muestra seca (gr), Peso del agua contenida (gr), Peso de la muestra seca (gr), Contenido de Humedad (%), and Contenido de Humedad Promedio (%).

6. Observaciones: Muestra Identificada y Proporcionada por el Laboratorio de Suelos de la DRTC-AMAZONAS.

DIRECCIÓN REGIONAL DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES
DIRECCIÓN DE CAMINOS

MIGUEL TAPAYURI CHOTA
TECNICO EN MECANICA DE SUELOS



Ing. Geiner Alvarado Lopez
DIRECTOR



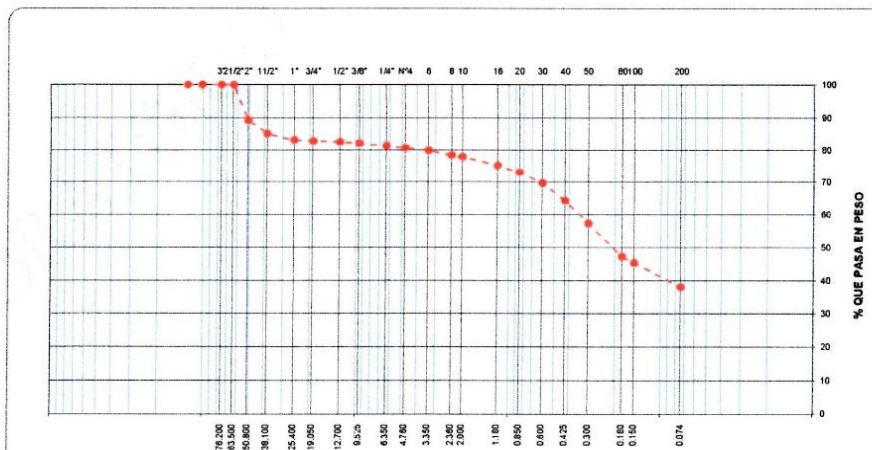
GOBIERNO REGIONAL DE AMAZONAS
DIRECCIÓN REGIONAL DE TRANSPORTES
Y COMUNICACIONES - AMAZONAS



RUC: 20392327747

REGISTRÓ DE LICENCIA N° 00001990-MPCH

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO							
FORMATO							
ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO							
(MTC E-107 / ASTM D-422, C-117 / AASHTO T-27, T-88)							
Tesis : "ESTABILIDAD DE TALUDES DEL TRAMO KM 07+000 AL KM 09+000 DE LA CARRETERA PEDRO RUIZ - CHACHAPOYAS, AMAZONAS 2016"				Codigo Ensayo N° : 0.06 - 2017			
Solicitante : BACH. HEDER OSBETH CARUAJULCA BERNAL (TESISTA)							
Proced : KM. 07 + 500		Calicata : N° 03 / M 02		Ing. Responsable : G. ALVARADO L.			
Ubica : Coordenada: 0172370; 9335074		Profundidad : 0.115m - 2.10m		Fecha : 23/03/2017		Tec. Responsable : M. TAPAYURI CH.	
Tamices ASTM	Abertura (mm)	Peso Retenido	Retenido Parcial	Retenido Acumulado	Porcentaje que Pasa	Material sin Especificacion	Descripcion
5"	127.000				100.00		1. Peso de Material
4"	101.600	0.00			100.00		Peso Inicial Total (kg) 1,250.7
3"	76.200	0.00			100.00		Peso Fraccion Fina Para Lavar (gr)
2 1/2"	63.500	0.00			100.00		
2"	50.800	133.20	10.65	10.65	89.35		2. Caracteristicas
1 1/2"	38.100	52.30	4.18	14.83	85.17		Tamaño Maximo
1"	25.400	24.20	1.93	16.76	83.24		Tamaño Maximo Nominal
3/4"	19.050	4.30	0.34	17.10	82.90		Grava (%) 19.2
1/2"	12.700	3.00	0.24	17.34	82.66		Arena (%) 42.6
3/8"	9.525	5.70	0.46	17.80	82.20		Finos (%) 38.2
1/4"	6.350	9.80	0.78	18.58	81.42		Modulo de Fineza (%)
N° 4	4.760	7.50	0.60	19.18	80.82		
N° 6	3.350	10.10	0.81	19.99	80.01		
N° 8	2.360	17.80	1.42	21.41	78.59		3. Clasificacion
N° 10	2.000	6.90	0.55	21.96	78.04		Limite Liquido (%) 27
N° 16	1.180	32.10	2.57	24.53	75.47		Limite Plastico (%) 14
N° 20	0.850	27.80	2.22	26.75	73.25		Indice de Plasticidad (%) 13
N° 30	0.600	43.10	3.45	30.20	69.80		Clasificacion SUCS SC
N° 40	0.425	67.50	5.40	35.60	64.40		Clasificacion AASHTO A-6 (1)
N° 50	0.300	86.30	6.90	42.50	57.50		
N° 80	0.180	127.20	10.17	52.67	47.33		
N° 100	0.150	23.80	1.90	54.57	45.43		5. Observaciones (Fuente de Normalizacion)
N° 200	0.074	89.90	7.19	61.76	38.24		Manual de carreteras "Especificaciones Tecnicas Generales para Construccion" (EG-2013)
Pasante		478.20	38.23	99.99			



6. Observaciones: *[Handwritten note]* realizada por el Laboratorio de Suelos de la DRTC-AMAZONAS.

MIGUEL TAPAYURI CHOTA
TECNICO EN MECANICA DE SUELOS



Ing. Geiner Alvarado Lopez
DIRECTOR

DIRECCION: Km. 1 + 000 CARRETERA A RODRIGUEZ DE MENDOZA- TELEFONO (FAX) #041 - 312358 ANEXO # 121
CHACHAPOYAS - AMAZONAS



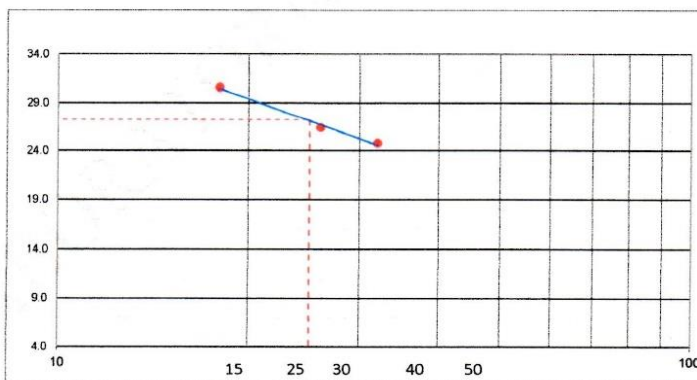
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO			
FORMATO			
LIMITES DE CONSISTENCIA			
(MTC E-110,111 / ASTM D-4318 / AASHTO T-90, T-89)			
Tesis : "ESTABILIDAD DE TALUDES DEL TRAMO KM 07+000 AL KM 09+000 DE LA CARRETERA PEDRO RUIZ - CHACHAPOYAS, AMAZONAS 2016"		Codigo Ensayo N° : 0.06 - 2017	
Solicitante : BACH. HEDER OSBETH CARUAJULCA BERNAL (TESISTA)			
Proced : KM. 07 + 500	Calicata : N° 03 / M 02	Ing. Responsable : G. ALVARADO L.	
Ubica : Coordenada: 0172370; 9335074	Profundidad : 0.115m - 2.10m	Fecha : 27/03/2017	Tec. Responsable : M. TAPAYURI CH.

DETERMINACION DEL LIMITE LIQUIDO

N° de Tarro		112	99	196	
Peso de Tarro + Suelo Humedo	gr.	33.60	33.59	33.63	
Peso de Tarro + Suelo Seco	gr.	31.01	31.29	31.43	
Peso de Tarro	gr.	22.56	22.58	22.55	
Peso de Agua	gr.	2.59	2.30	2.20	
Peso del Suelo Seco	gr.	8.45	8.71	8.88	Limite Liquido
Contenido de Humedad	%	30.65	26.41	24.77	27.0
Numero de Golpes		18	26	32	

DETERMINACION DEL LIMITE PLASTICO E INDICE DE PLASTICIDAD

N° de Tarro		116	7		
Peso de Tarro + Suelo Humedo	gr.	16.97	17.24		
Peso de Tarro + Suelo seco	gr.	16.29	16.53		
Peso de Tarro	gr.	11.57	11.58		
Peso de Agua	gr.	0.68	0.71		
Peso de Suelo seco	gr.	4.72	4.95		Limite Plastico
Contenido de Humedad	%	14.41	14.34		14.0



Constantes Fisicas de la Muestra	
Limite Liquido	27.0
Limite Plastico	14.0
Indice de Plasticidad	13.0
Observaciones	
Pasante Tamiz N° 40	

6. Observaciones: Muestra Identificada y Proporcionada por el Laboratorio de Suelos de la DRTC-AMAZONAS.

DIRECCIÓN REGIONAL DE TRANSPORTES
Y COMUNICACIONES
DIRECCIÓN DE CAMINOS

MIGUEL TAPAYURI CHOTA
TECNICO EN MECANICA DE SUELOS

DIRECCIÓN REGIONAL DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES
DIRECCIÓN DE CAMINOS E INFRAESTRUCTURA
DIRECCIÓN DE CAMINOS
AMAZONAS
Ing. Gener Alvarado Lopez
DIRECTOR



GOBIERNO REGIONAL DE AMAZONAS
DIRECCIÓN REGIONAL DE TRANSPORTES
Y COMUNICACIONES - AMAZONAS



RUC: 20392327747

REGISTRÓ DE LICENCIA N° 00001990-MPCH

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO			
FORMATO			
CORTE DIRECTO			
NORMA ASTM D - 3080			
Tesis : "ESTABILIDAD DE TALUDES DEL TRAMO KM 07+000 AL KM 09+000 DE LA CARRETERA PEDRO RUIZ - CHACHAPOYAS, AMAZONAS 2016"			Codigo Ensayo N° : 0.03 - 2017
Solicitante : BACH. HEDER OSBETH CARUAJULCA BERNAL (TESISTA)			
Proced : KM. 07+500	Calicata: N° 03 / M 02	Fecha : 27/04/2017	Ing. Responsable : G. ALVARADO L.
Ubica: Coordinada: 0172370; 9335074	Profundidad : 2.10 m		Tec. Responsable : M. TAPAYURI CH.
Carga	kg/cm ²	0.5	1.0
Espécimen		1	2
Numero de molde Cuadrado		A	B
Peso de la muestra humeda + molde	gr	310.05	355.02
Peso de la muestra saturada + molde	gr	312.30	358.90
Peso de la muestra seca	gr	129.71	128.58
Contenido de humedad natural	%	8.67	8.66
Contenido de humedad saturada	%	10.40	11.68
Area del molde Cuadrado	cm ²	36.12	36.00
Peso del molde Cuadrado	gr	169.10	215.30
Volumen de molde Cuadrado	cm ³	77.66	77.40
Densidad humeda	gr/cm ³	1.815	1.805
Densidad saturada	gr/cm ³	1.844	1.86
Densidad seca	gr/cm ³	1.670	1.661

Dial Deforma. mm.	Desplaz Vertical mm.	Dial Corte N	Fuerza cortante KN	Fuerza cortante Kg	Esfuerzo cortante Kg/cm ²	Desplaz Vertical mm.	Dial Corte N	Fuerza cortante KN	Fuerza cortante Kg	Esfuerzo cortante Kg/cm ²	Desplaz Vertical mm.	Dial Corte N	Fuerza cortante KN	Fuerza cortante Kg	Esfuerzo cortante Kg/cm ²
0	0.000	0.0	0.0	0.0	0.0	0.000	0.0	0.0	0.0	0.0	0.000	0.0	0.0	0.0	0.0
0.10	0.753	15.8	0.016	1.59	0.044	0.783	20.6	0.021	2.10	0.058	1.969	60.8	0.061	6.20	0.154
0.20	0.748	31.2	0.031	3.18	0.088	0.790	43.6	0.044	4.45	0.123	1.975	103.8	0.104	10.56	0.262
0.30	0.747	43.8	0.044	4.47	0.124	0.798	59.8	0.060	6.08	0.169	1.981	133.8	0.134	13.64	0.338
0.40	0.748	53.0	0.053	5.40	0.150	0.792	72.4	0.072	7.38	0.205	1.987	162.6	0.153	15.56	0.386
0.50	0.745	59.6	0.060	6.08	0.168	0.796	85.6	0.086	8.73	0.242	1.984	170.3	0.170	17.37	0.431
0.60	0.745	66.2	0.066	6.75	0.187	0.800	96.3	0.096	9.82	0.273	2.001	184.2	0.186	18.99	0.471
0.70	0.745	73.2	0.073	7.46	0.207	0.804	105.4	0.105	10.75	0.299	2.006	198.5	0.199	20.24	0.502
0.80	0.745	81.0	0.081	8.26	0.229	0.805	115.8	0.115	11.81	0.328	2.013	208.8	0.209	21.27	0.528
0.90	0.746	87.9	0.088	8.95	0.248	0.805	124.0	0.124	12.64	0.351	2.019	218.3	0.218	22.26	0.552
1.00	0.746	95.2	0.095	9.71	0.269	0.806	133.9	0.134	13.65	0.379	2.028	227.9	0.228	23.24	0.576
1.10	0.746	100.2	0.100	10.22	0.283	0.807	142.1	0.142	14.49	0.402	2.031	237.0	0.237	24.17	0.599
1.20	0.745	104.4	0.104	10.65	0.295	0.807	149.9	0.150	15.28	0.424	2.038	248.4	0.246	25.13	0.623
1.30	0.745	106.2	0.106	10.83	0.300	0.807	155.3	0.155	15.64	0.440	2.041	255.1	0.255	26.01	0.645
1.40	0.746	106.9	0.107	10.90	0.302	0.810	158.9	0.159	16.20	0.450	2.043	260.0	0.260	26.51	0.658
1.50	0.745	105.8	0.106	10.79	0.299	0.810	161.9	0.162	16.51	0.459	2.048	264.2	0.264	26.94	0.668
1.60	0.745	104.0	0.104	10.60	0.294	0.808	163.0	0.163	16.62	0.462	2.054	267.1	0.267	27.24	0.676
1.70	0.745	103.1	0.103	10.51	0.291	0.804	163.1	0.163	16.63	0.462	2.055	270.0	0.270	27.53	0.683
1.80	0.745	102.2	0.102	10.42	0.289	0.799	162.7	0.163	16.59	0.461	2.058	271.0	0.271	27.63	0.685
1.90	0.743	101.3	0.101	10.33	0.286	0.797	162.3	0.162	16.55	0.460	2.060	269.9	0.270	27.51	0.682
2.00	0.742	100.8	0.101	10.26	0.284	0.794	162.0	0.2	16.52	0.459	2.061	269.2	0.3	27.45	0.681
2.10	0.000	0.0	0.000	0.00	0.000	0.000	0.0	0.0	0.00	0.000	0.000	0.0	0.0	0.00	0.000
2.20	0.000	0.0	0.000	0.00	0.000	0.000	0.0	0.0	0.00	0.000	0.000	0.0	0.0	0.00	0.000
2.30	0.000	0.0	0.000	0.00	0.000	0.000	0.0	0.0	0.00	0.000	0.000	0.0	0.0	0.00	0.000
2.40	0.000	0.0	0.000	0.00	0.000	0.000	0.0	0.0	0.00	0.000	0.000	0.0	0.0	0.00	0.000
2.50	0.000	0.0	0.000	0.00	0.000	0.000	0.0	0.0	0.00	0.000	0.000	0.0	0.0	0.00	0.000
2.60	0.000	0.0	0.000	0.00	0.000	0.000	0.0	0.0	0.00	0.000	0.000	0.0	0.0	0.00	0.000
2.70	0.000	0.0	0.000	0.00	0.000	0.000	0.0	0.0	0.00	0.000	0.000	0.0	0.0	0.00	0.000
2.80	0.000	0.0	0.000	0.00	0.000	0.000	0.0	0.0	0.00	0.000	0.000	0.0	0.0	0.00	0.000

DIRECCIÓN REGIONAL DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES
DIRECCIÓN DE CAMINOS

MIGUEL TAPAYURI CH. TECNICO EN MECANICA DE SUELOS

RODRIGUEZ DE MENDOZA- TELEFONO (FAX) #041 - 312358 ANEXO # 121
CHACHAPOYAS - AMAZONAS

DIRECCIÓN DE CAMINOS
G. Alvarado Lopez DIRECTOR



GOBIERNO REGIONAL DE AMAZONAS
DIRECCIÓN REGIONAL DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES - AMAZONAS



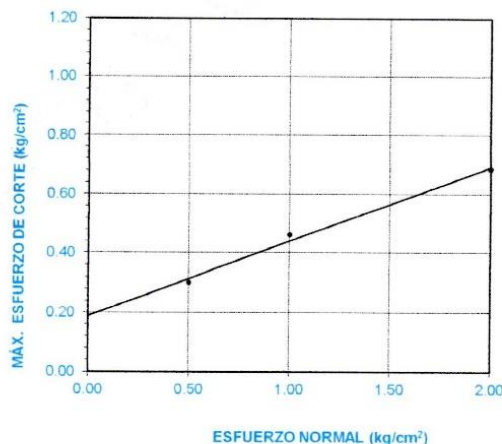
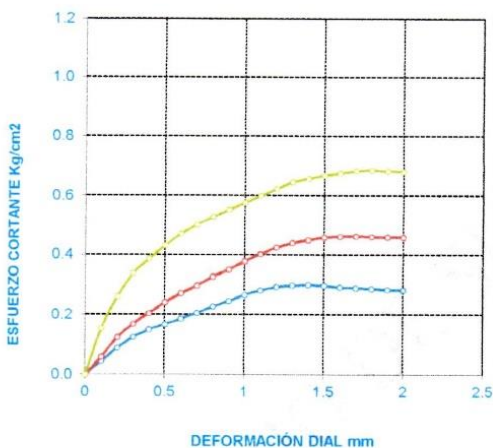
RUC: 20392327747

REGISTRÓ DE LICENCIA N° 00001990-MPCH

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO			
FORMATO			
CORTE DIRECTO			
NORMA ASTM D - 3080			
Tesis : "ESTABILIDAD DE TALUDES DEL TRAMO KM 07+000 AL KM 09+000 DE LA CARRETERA PEDRO RUIZ - CHACHAPOYAS, AMAZONAS 2016"		Codigo Ensayo N° : 0.03 - 2017	
Solicitante : BACH. HEDER OSBETH CARUAJULCA BERNAL (TESISTA)			
Proced : KM. 07+500	Calicata : N° 03 / M 02	Fecha : 27/04/2017	Ing. Responsable : G. ALVARADO L.
Ubica : Coordenada: 0172370; 9335074	Profundidad : 2.10 m		Tec. Responsable : M. TAPAYURI CH.

COHESIÓN
 ÁNGULO DE FRICCIÓN INTERNA

0.19 kg/cm²
 14.1 °



DIRECCIÓN REGIONAL DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES
 DIRECCIÓN DE CAMINOS
 MIGUEL TAPAYURI CHOTA
 TÉCNICO EN MECÁNICA DE SUELOS

DIRECCIÓN REGIONAL DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES
 DIRECCIÓN DE CAMINOS E INFRAESTRUCTURA
 DIRECCIÓN DE CAMINOS
 Ing. Geiner Alvarado Lopez
 DIRECTOR



RUC: 20392327747

GOBIERNO REGIONAL DE AMAZONAS
DIRECCIÓN REGIONAL DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES - AMAZONAS



REGISTRÓ DE LICENCIA N° 00001990-MPCH

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
FORMATO
CORTE DIRECTO
NORMA ASTM D - 3080
TESIS: ESTABILIDAD DE TALUDES DEL TRAMO KM 07+000 AL KM 09+000 DE LA CARRETERA PEDRO RUIZ - CHACHAPOYAS, AMAZONAS 2016
Codigo Ensayo N°: 0.03 - 2017
Solicitante: BACH. HEDER OSBETH CARUAJULCA BERNAL (TESISTA)
Proced: KM. 07+500, Calicata: N° 03 / M02, Fecha: 27/04/2017, Ing. Responsable: G. ALVARADO L.
Ubica: 0172370; 9335074, Profundidad: 2.10 m, Tec. Responsable: M. TAPAYURI CH.

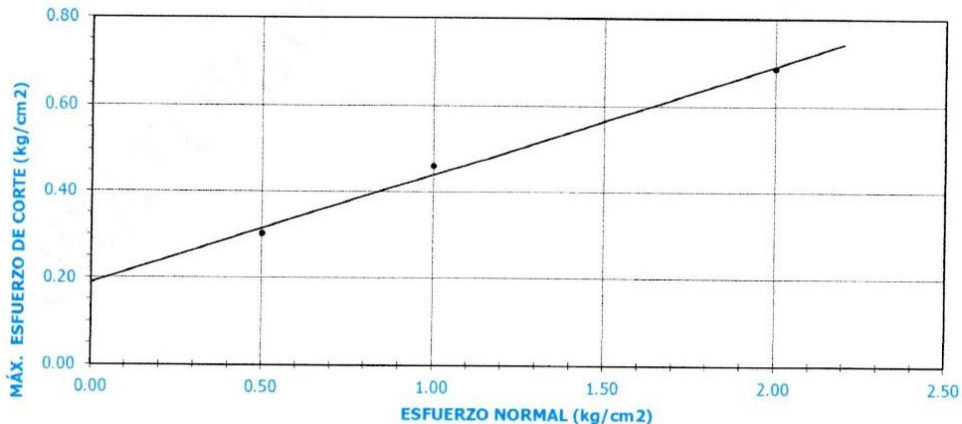
Datos del ensayo :

Table with 8 columns: N° de espécimen, Peso volumétrico seco (gr/cm³), Esfuerzo normal (kg/cm²), Proporción de esfuerzos (kg/cm²), Humedad natural (%), Esfuerzo de corte (kg/cm²), Humedad saturada (%), Peso volumétrico Nat. (gr/cm³). Rows 1-3 show test data.

Resultados :

COHESIÓN 0.19 kg/cm²
ÁNGULO DE FRICCIÓN INTERNA 14.1 °

Gráfico (Máximo esfuerzo de corte VS Esfuerzo normal)



OBSERVACIONES :

- Muestreo proporcionada e identificada por el Solicitante.
- Prueba de Corte Directo realizado en laboratorio:
Hecho por : Téc. M. T. CH.
Revisado por : Ing. G. ALVARADO L.

DIRECCIÓN REGIONAL DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES
DIRECCIÓN DE CAMINOS

MIGUEL TAPAYURI CHOTA
TECNICO EN MECANICA DE SUELOS



Ing. Geiner Alvarado Lopez
DIRECTOR



RUC: 20392327747

GOBIERNO REGIONAL DE AMAZONAS
DIRECCIÓN REGIONAL DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES - AMAZONAS



REGISTRÓ DE LICENCIA N° 00001990-MPCH

Tesis "ESTABILIDAD DE TALUDES DEL TRAMO KM 07 + 000 AL KM 09 + 000 DE LA CARRETERA PEDRO RUÍZ - CHACHAPOYAS, AMAZONAS 2016"

solicitante BACH. HEDER OSBETH CARUAJULCA BERNAL (TESISTA)

Calicata N° 03

CAPACIDAD PORTANTE ADMISIBLE

(TERZAGHI, ROTURA GENERAL)

(Condiciones drenadas o sin drenar)

Ecuación general de Terzaghi (condiciones drenadas):

qh = c · Nc + q · Nq + 1/2 · γ · B · Nγ

qadm = qh / F

qadm = 0.92 kg/cm²

Table with 3 columns: Parameter, Value 1, Value 2. Includes parameters like internal friction angle, soil specific weight, depth, vertical tension, cohesion, safety factor, and width.

DIRECCIÓN REGIONAL DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES DIRECCIÓN DE CAMINOS

MIGUEL TAPAYURI CHOTA TÉCNICO EN MECÁNICA DE SUELOS



Ing. Geiner Alvarado Lopez DIRECTOR



**ENSAYO DE PESO ESPECIFICO RELATIVO DE SOLIDOS EN SUELOS
MTC E 113 - 2013. NTP 339.131**

PROYECTO : "ESTABILIDAD DE TALUDES DEL TRAMO KM 07 + 000 AL KM 09 + 000 DE LA CARRETERA PEDRO RUIZ - CHACHAPOYAS, AMAZONAS 2016"
SOLICITADO : BACH. HEDER OSBETH CARUAJULCA BERNAL (TESISTA)
UBICACIÓN : CARRETERA PEDRO RUIZ - CHACHAPOYAS TÉCNICO : M. T. CH.
MUESTRA : MUESTRA 02 / CALICATA N° 03 FECHA : 25/04/2017

N° DE LABORATORIO	1	2		
PROFUNDIDAD, (m)	3.5	3.5		
PICNÓMETRO N°	1	2		
CAPACIDAD PICNÓMETRO CM3	500	500		
PESO PICNÓMETRO , gr.	211.7	176.2		
PESO PICNÓMETRO + SUELO SECO , gr.	351.5	330.9		
PESO SUELO SECO , gr. (Ws)	140	140.2		
PESO PICN. + AGUA + SUELO , gr. (W1)	756.3	720.2		
PESO PICN. + AGUA a C.T. , gr. (W2)	684.4	684.7		
PESO PICN. + AGUA A TEMP. ENSAYO.	683.39	684.34		
TEMPERATURA DE ENSAYO, ° C	22.92	22.32		
GS A TEMPERATURA ENSAYO	2.09	1.34		
GS A 20 ° C	2.09	2.10		
PROMEDIO GS A 20 ° C	2.09			

DENSIDAD RELATIVA DEL AGUA Y FACTOR DE CONVERSIÓN					
"K" PARA VARIAS TEMPERATURAS					
TEMP ° C	γ _w	K	TEMP. ° C	γ _w	K
19	0.9984347	1.0002	25	0.9970770	0.9989
20	0.9982343	1	26	0.9968156	0.9986
21	0.9980233	0.9998	27	0.9965451	0.9983
22	0.9978019	0.9996	28	0.9962652	0.998
23	0.9975702	0.9993	29	0.9959761	0.9977
24	0.9973286	0.9991	30	0.9956780	0.9974

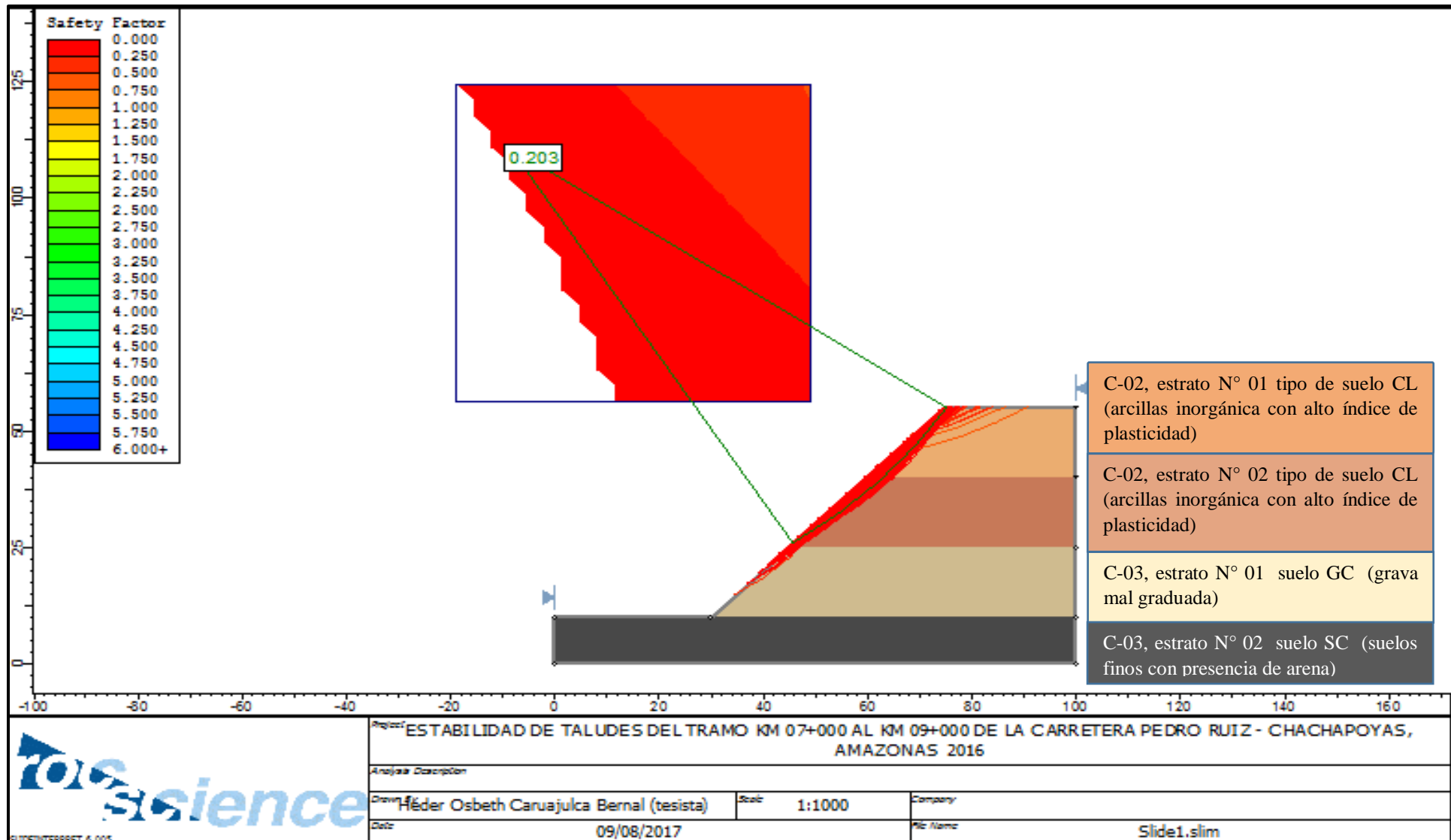
DIRECCIÓN REGIONAL DE TRANSPORTES
Y COMUNICACIONES
DIRECCIÓN DE CAMINOS

MIGUEL TAPAYURI CHOTA
TÉCNICO EN MECÁNICA DE SUELOS

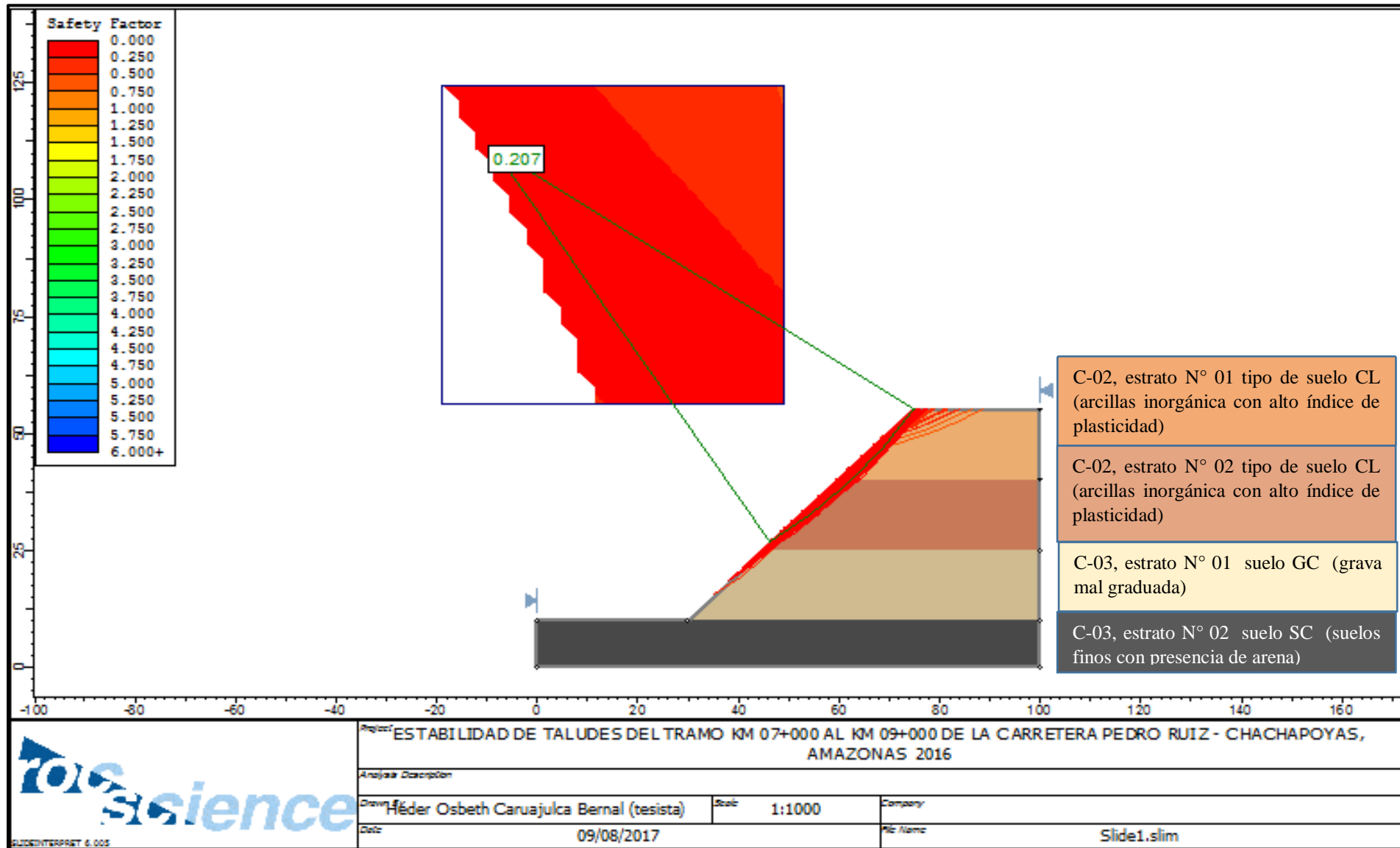


ANEXO N° 02

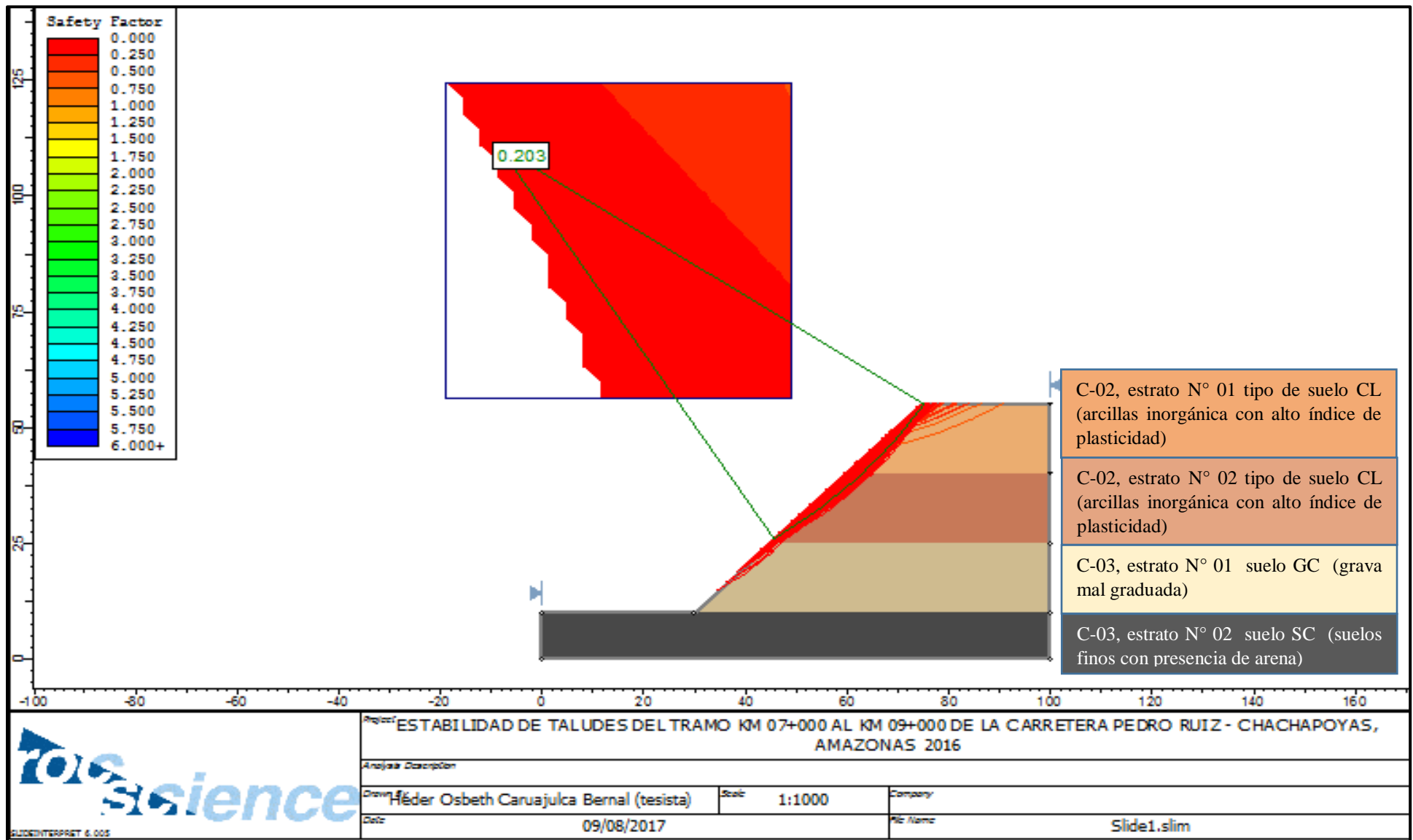
(10) Resultados de análisis de estabilidad



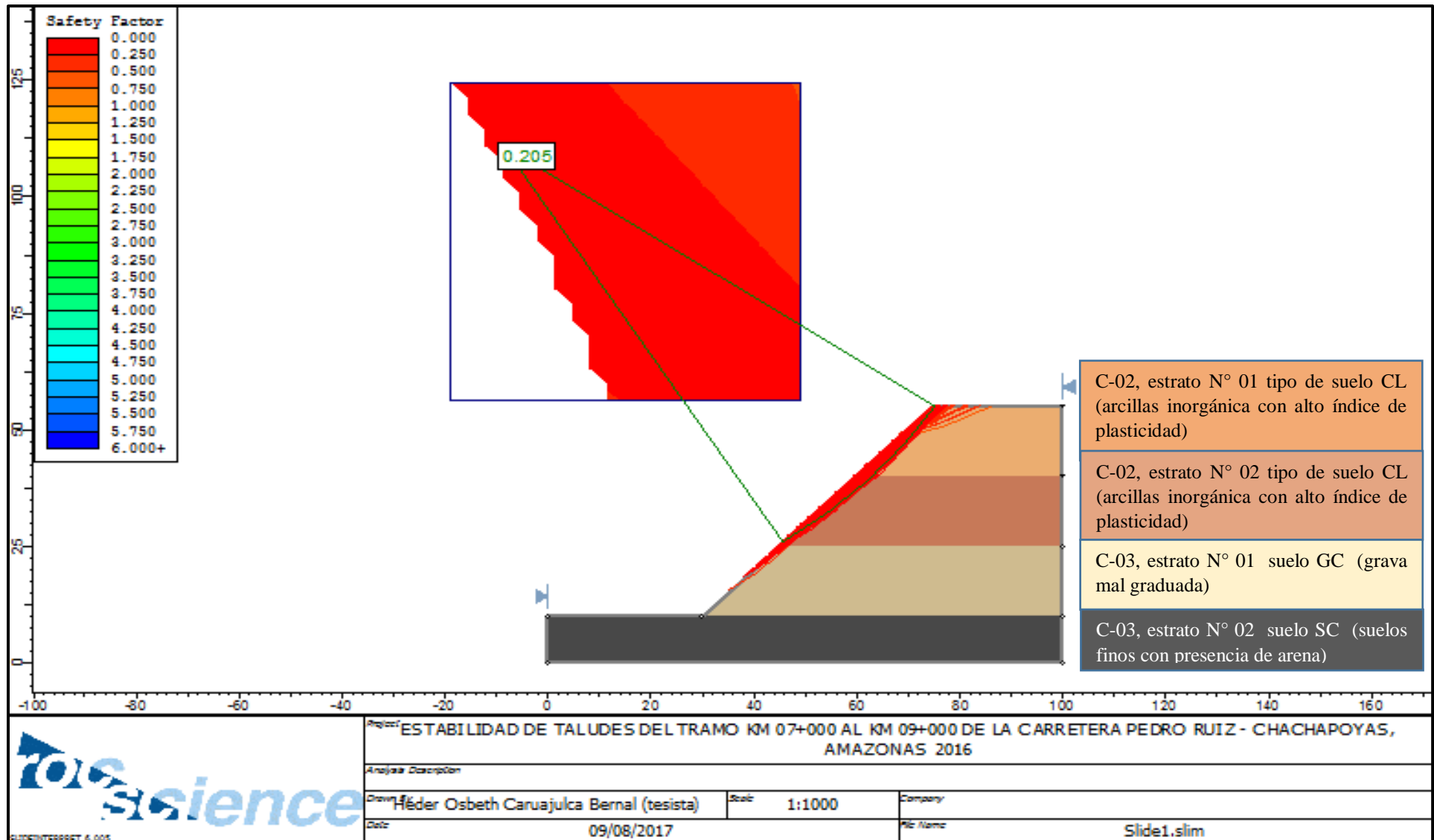
Método de Fallenius, tramo km 07+500 – km 07+530



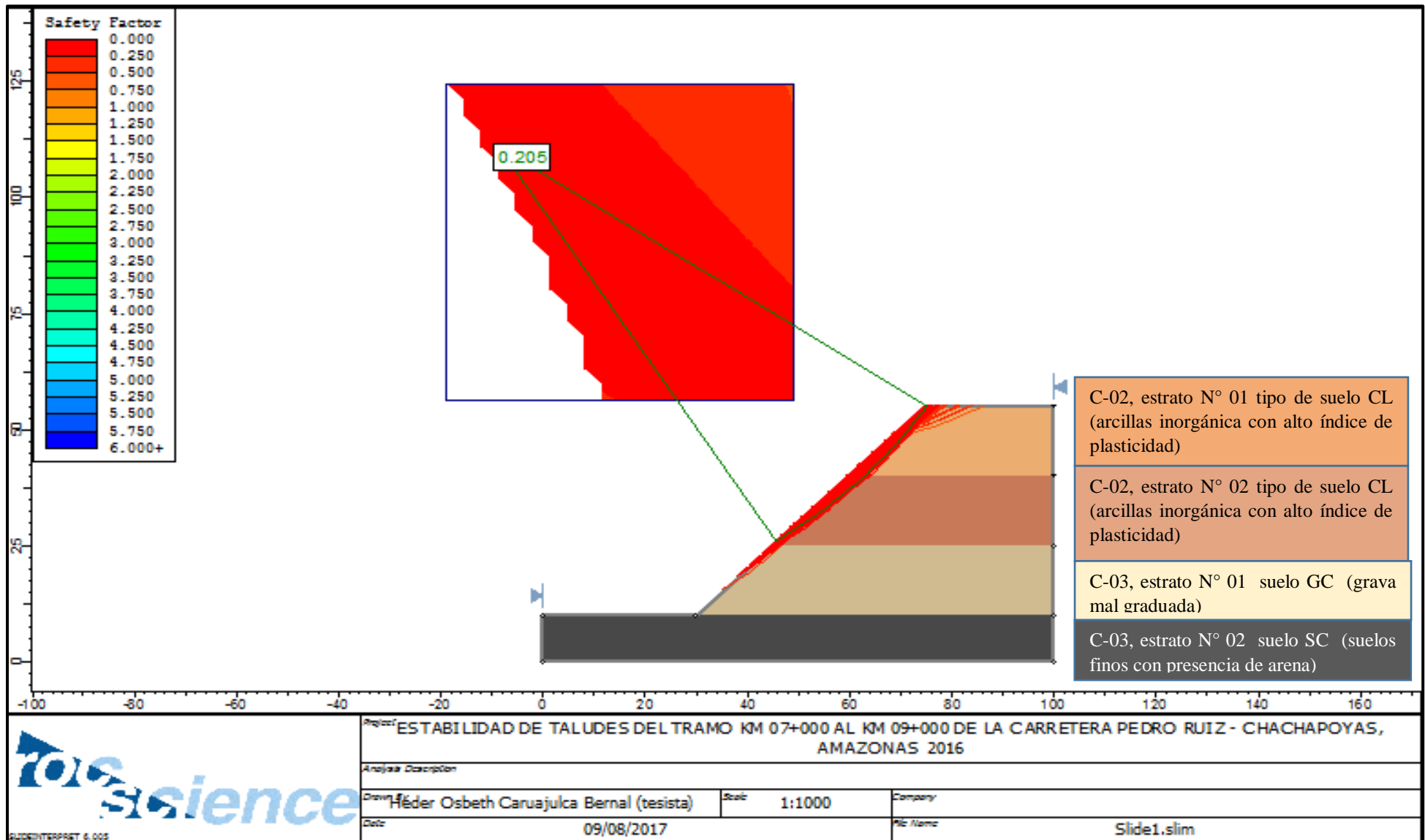
Método de Bishop Simplificado, tramo km 07+500 – km 07+530



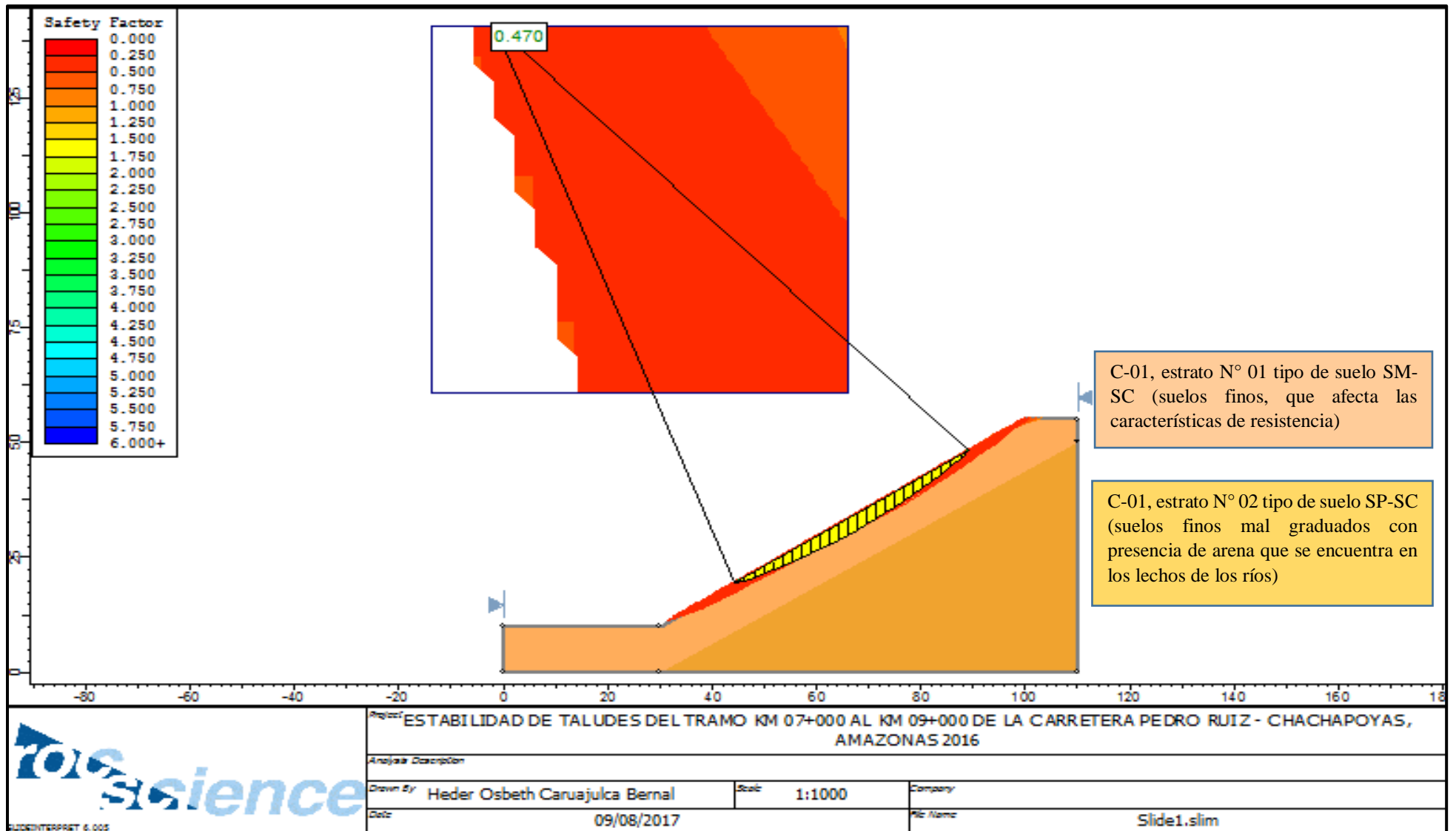
Método de Jambú Simplificado, tramo km 07+500 – km 07+530



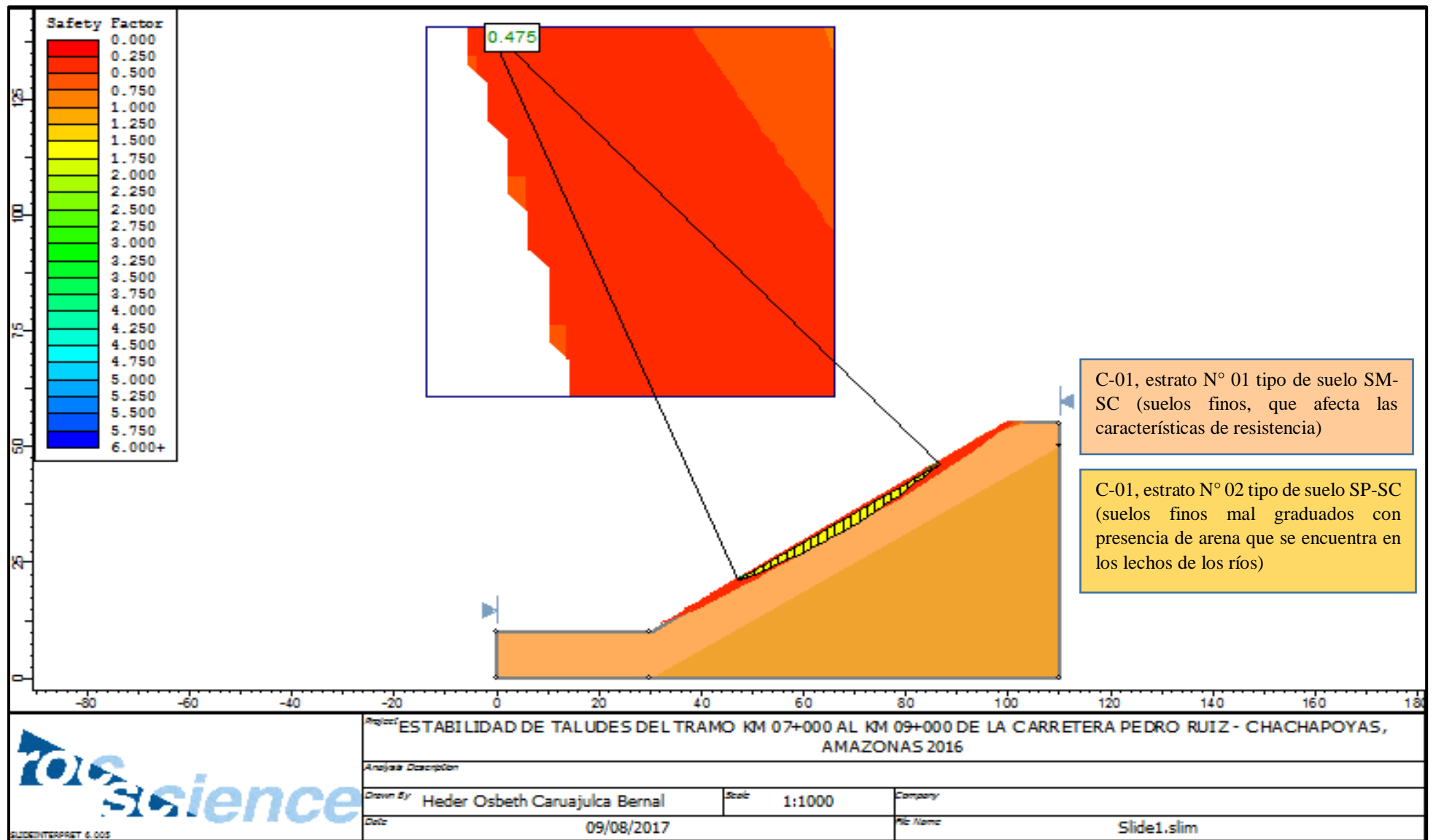
Método de Spencer, tramo km 07+500 – km 07+530



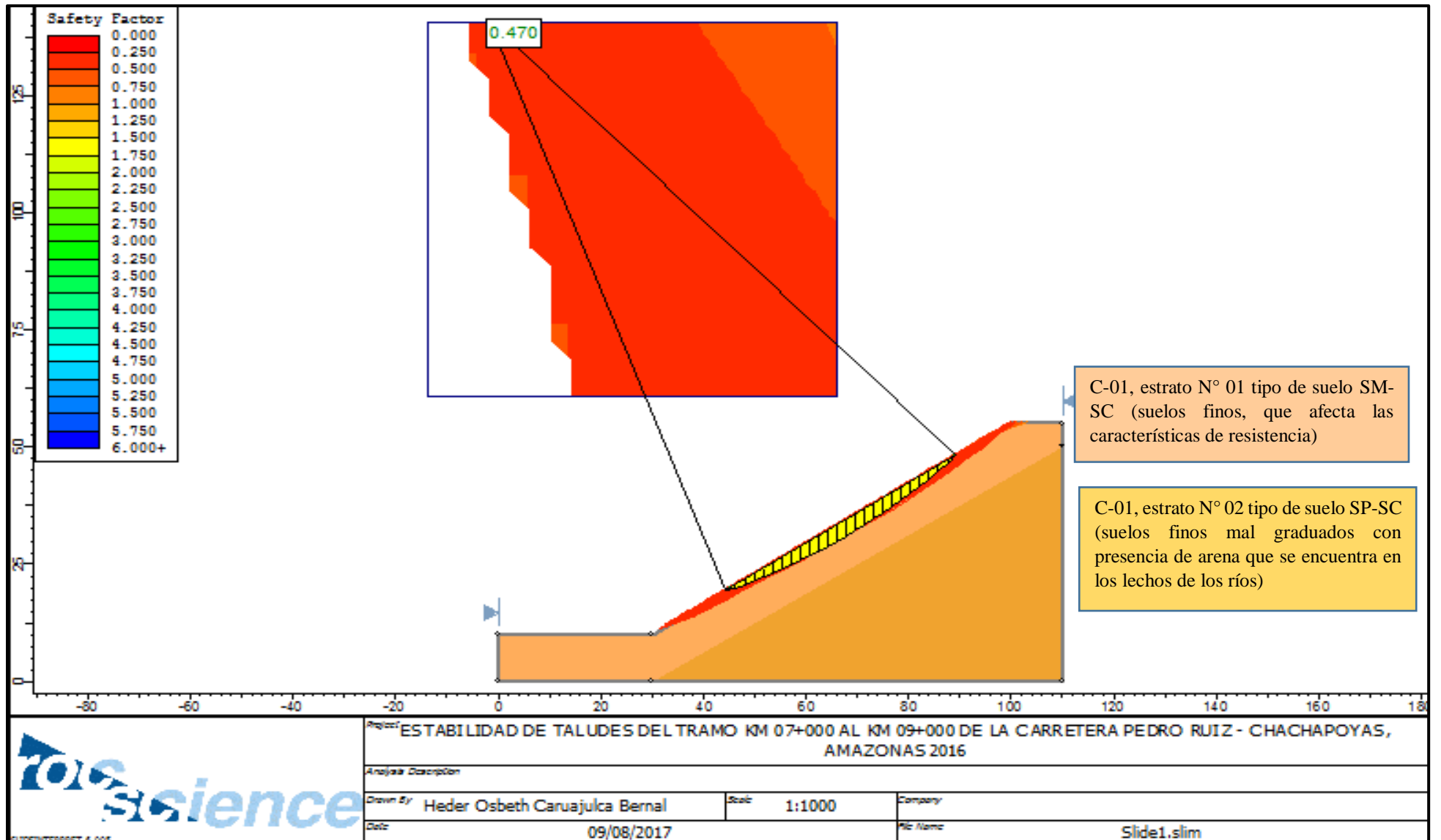
Método de Morgenstern, tramo km 07+500 – km 07+530



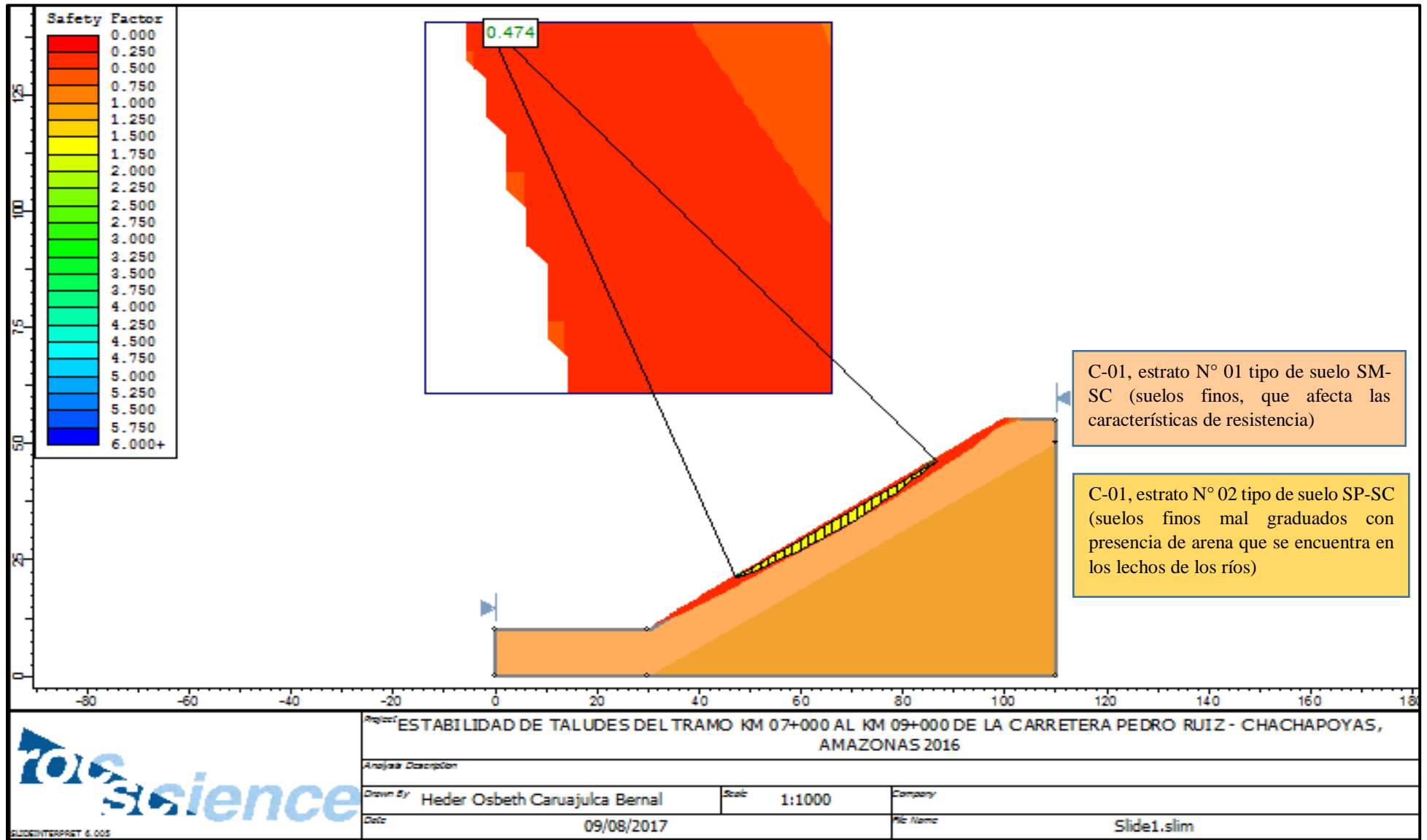
Método de Fallenius, tramo km 07+300 – km 07+320



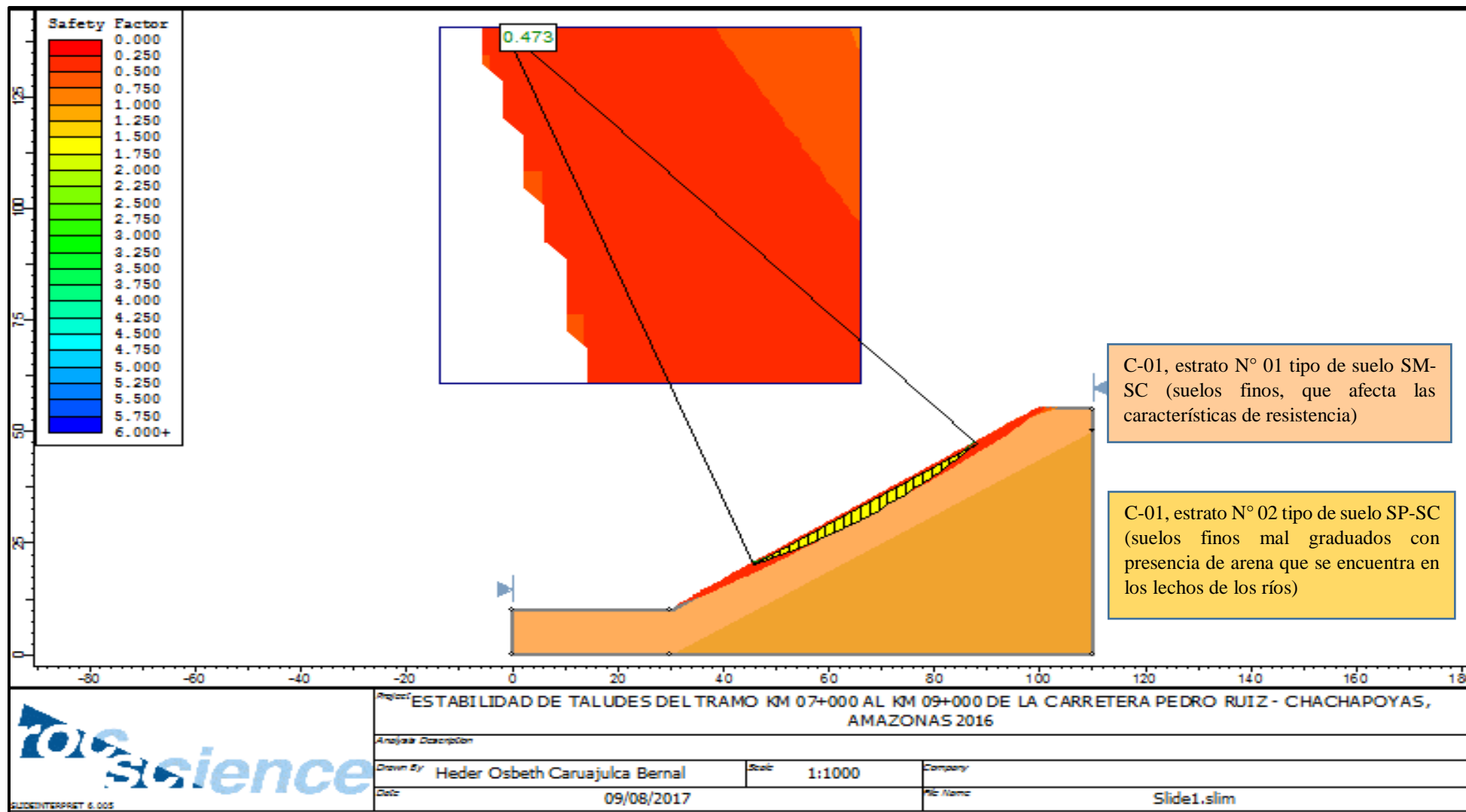
Método de Bishop Simplificado, tramo km 07+300 – km 07+320



Método de Jambú Simplificado, tramo km 07+300 – km 07+320



Método de Spencer, tramo km 07+300 – km 07+320



Método de Morgenstern - Price, tramo km 07+300 – km 07+320

ANEXO N° 03

(06) Resultados meteorológicos del SENAMHI

ESTACIÓN METEOROLÓGICA DEL SENAMHI

Departamento: Amazonas
 Provincia: Bongará
 Distrito: Jazán

Altitud: 1412 m.s.n.m.
 Latitud: 5° 55' 09"
 Longitud: 77° 57' 68"

Tipo: Meteorológica-Automática
 Modelo: WMR300PU
 Marca: OREGON

Mes/Año	Temperatura (°C)	Humedad Relativa (%)	Precipitación (mm) – (7)	Precipitación (mm) – (19)
Enero - 2011	18.5	83.9	11.8	39.1
Febrero - 2011	19.0	85.0	4.1	22
Marzo- 2011	19.4	86.2	59	52.7
Abril - 2011	19.8	88.8	28.5	41.1
Mayo - 2011	20.1	83.8	48.1	56
Junio- 2011	19.8	86.2	7.3	21.4
Julio - 2011	19.6	85.9	1.3	46.1
Agosto - 2011	20.3	78.8	5	31.2
Septiembre - 2011	18.8	93.4	2.7	83.1
Octubre - 2011	19.3	90.2	17.2	44.9
Noviembre - 2011	18.4	95.7	29.6	49.1
Diciembre - 2011	18.0	96.5	54.1	88.5

ESTACIÓN METEOROLÓGICA DEL SENAMHI

Departamento: Amazonas
 Provincia: Bongará
 Distrito: Jazán

Altitud: 1412 m.s.n.m.
 Latitud: 5° 55' 09"
 Longitud: 77° 57' 68"

Tipo: Meteorológica-Automática
 Modelo: WMR300PU
 Marca: OREGON

Mes/Año	Temperatura (°C)	Humedad Relativa (%)	Precipitación (mm) – (7)	Precipitación (mm) – (19)
Enero – 2012	17.7	76.9	20.1	26.8
Febrero – 2012	18.0	78.0	34.8	22.9
Marzo- 2012	20.4	80.2	74	150.3
Abril – 2012	19.8	82.8	68.9	132.1
Mayo – 2012	21.1	83.8	36	74.5
Junio- 2012	17.6	84.2	1.9	47.5
Julio – 2012	18.7	85.9	5.3	20
Agosto – 2012	20.4	78.8	0	13.9
Septiembre – 2012	18.3	90.4	17.6	53.6
Octubre - 2012	19.2	91.2	30.4	67.9
Noviembre – 2012	17.4	93.7	20.2	7.8
Diciembre - 2012	17.6	92.5	33.4	30.9

ESTACIÓN METEOROLÓGICA DEL SENAMHI

Departamento: Amazonas
 Provincia: Bongará
 Distrito: Jazán

Altitud: 1412 m.s.n.m.
 Latitud: 5° 55' 09"
 Longitud: 77° 57' 68"

Tipo: Meteorológica-Automática
 Modelo: WMR300PU
 Marca: OREGON

Mes/Año	Temperatura (°C)	Humedad Relativa (%)	Precipitación (mm) – (7)	Precipitación (mm) – (19)
Enero - 2013	20.6	79.4	45	103.3
Febrero - 2013	22.2	73.0	22	38.5
Marzo - 2013	20.1	85.5	69.7	114.8
Abril - 2013	19.8	81.7	21	51.7
Mayo - 2013	19.5	88.0	47.9	89.6
Junio - 2013	18.3	86.9	12.1	21.7
Julio - 2013	17.9	81.3	8.6	11.4
Agosto - 2013	18.5	82.7	8.5	58.9
Septiembre - 2013	18.1	77.8	22.2	63
Octubre - 2013	20	80.7	29	93.2
Noviembre - 2013	20.3	73.0	9.4	22.6
Diciembre - 2013	20.3	73.3	27.1	20.6

ESTACIÓN METEOROLÓGICA DEL SENAMHI

Departamento: Amazonas
 Provincia: Bongará
 Distrito: Jazán

Altitud: 1412 m.s.n.m.
 Latitud: 5° 55' 09"
 Longitud: 77° 57' 68"

Tipo: Meteorológica-Automática
 Modelo: WMR300PU
 Marca: OREGON

Mes/Año	Temperatura (°C)	Humedad Relativa (%)	Precipitación (mm) – (7)	Precipitación (mm) – (19)
Enero – 2014	19.5	77.9	25.5	106.5
Febrero - 2014	19.8	79.5	28	4.5
Marzo- 2014	19.2	82.4	93.8	54.3
Abril - 2014	18.5	83.9	20.7	130.2
Mayo - 2014	20.4	85.1	46.8	100.9
Junio- 2014	17.1	87.3	6.5	71
Julio - 2014	18.8	85.9	24.1	73.5
Agosto - 2014	20.4	80.2	5.7	49.5
Septiembre - 2014	19.3	87.8	42.6	102.9
Octubre - 2014	20.3	90.2	32.3	63.7
Noviembre - 2014	17.9	94.6	3.4	70
Diciembre - 2014	18.1	96.7	88.6	100.4

ESTACIÓN METEOROLÓGICA DEL SENAMHI

Departamento: Amazonas	Altitud: 1412 m.s.n.m.	Tipo: Meteorológica-Automática
Provincia: Bongará	Latitud: 5° 55' 09"	Modelo: WMR300PU
Distrito: Jazán	Longitud: 77° 57' 68"	Marca: OREGON

Mes/Año	Temperatura (°C)	Humedad Relativa (%)	Precipitación (mm) – (7)	Precipitación (mm) – (19)
Enero – 2015	16.7	85.1	63.3	74.5
Febrero – 2015	17.0	83.2	56.1	106.6
Marzo- 2015	18.5	82.0	32.7	157.8
Abril – 2015	17.9	85.8	20.2	161.8
Mayo – 2015	19.2	88.8	33.4	66.5
Junio- 2015	18.6	82.8	14.8	22.8
Julio – 2015	18.7	22.4	18.7	64.5
Agosto – 2015	19.2	81.2	4.7	28.6
Septiembre – 2015	19.7	85.3	2.4	30.6
Octubre – 2015	19.8	86.6	7.4	128.9
Noviembre – 2015	20.2	86.2	46.2	81.1
Diciembre - 2015	19.8	84.5	43.4	96.5

ESTACIÓN METEOROLÓGICA DEL SENAMHI

Departamento: Amazonas
 Provincia: Bongará
 Distrito: Jazán

Altitud: 1412 m.s.n.m.
 Latitud: 5° 55' 09"
 Longitud: 77° 57' 68"

Tipo: Meteorológica-Automática
 Modelo: WMR300PU
 Marca: OREGON

Mes/Año	Temperatura (°C)	Humedad Relativa (%)	Precipitación (mm) – (7)	Precipitación (mm) – (19)
Enero – 2016	16.5	77.2	5.9	0
Febrero – 2016	17.0	79.3	4.8	84.8
Marzo - 2016	18.4	82.1	78.8	111.7
Abril – 2016	20.8	84.3	37.6	96.3
Mayo – 2016	20.1	83.8	6	88.7
Junio - 2016	19.9	87.2	0.1	26.6
Julio - 2016	19.8	84.9	7.4	22.6
Agosto – 2016	20.4	78.8	8.2	35.7
Septiembre – 2016	18.7	93.4	32.7	63.2
Octubre – 2016	19.4	90.2	42	38.3
Noviembre – 2016	18.5	92.7	29.3	22.6
Diciembre - 2016	18.6	96.4	18.5	89.11

ANEXO N° 04

(12) Panel fotográfico



FOTO N° 01. Levantamiento topográfico, tramo Km 07+300 – km 07+320



FOTO N°02. Levantamiento topográfico, tramo Km 07+500 – km 07+530



FOTO N°03. Obtención de la pendiente con eclímetro tramo Km 07+300 – km 07+320



FOTO N°04. Obtención de la pendiente con eclímetro tramo Km 07+500 – km 07+530



FOTO N°05. Extracción del primer estrato de la calicata N°01, tramo Km 07+300- km 07+320



FOTO N°06. Excavación de la calicata N° 01, tramo Km 07+300 – km 07+320



FOTO N°07. Medición de la calicata N° 01, tramo Km 07+300 – km 07+320



FOTO N°08. Extracción del suelo calicata N° 02, tramo Km 07+500 – km 07+530



FOTO N° 09. Medición de la calicata N° 02, tramo Km 07+500 – km 07+530



FOTO N° 10. Extracción del suelo C 03 tramo Km 07+500 – km 07+530



FOTO N° 11. Perfilado del tramo Km 07+500.



FOTO N° 12. Obtención de la muestra para el análisis en el laboratorio.



FOTO N° 13. Cuarteo Manual.



FOTO N° 14. Registro del peso para el contenido de humedad.



FOTO N° 15. Secado de la muestra para el contenido de humedad.

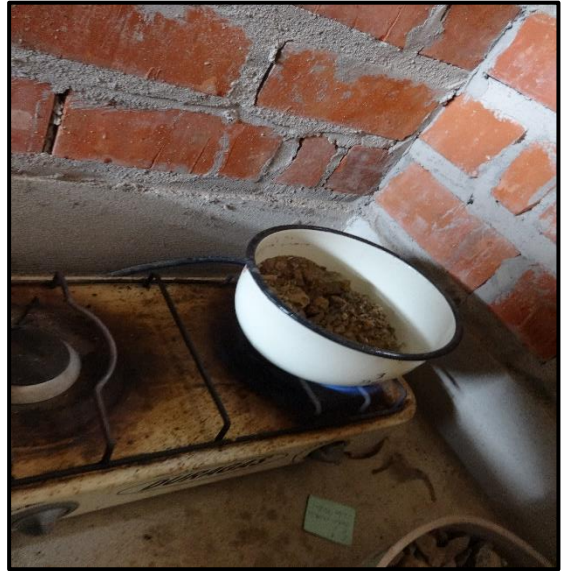


FOTO N° 16. Secado del material para el análisis granulométrico.



FOTO N° 17. Zarandeo del material con la malla N° 04, para el ensayo de granulometría.



FOTO N° 18. Análisis granulométrico manualmente.



FOTO N° 19. Análisis granulométrico con tamizadora eléctrica.



FOTO N° 20. Preparación de la muestra para el Limite Liquido.



FOTO N° 21. Material para los Limites de consistencia.



FOTO N° 22. Realizando el ensayo de Limite Liquido en la Cazuela de Casagrande.



FOTO N° 23. Realizando el ensayo del Limite Plástico



FOTO N° 24. Ensayo de expansibilidad del suelo con probetas.



FOTO N° 25. Ensayo de peso específico.



FOTO N° 26. Toma de datos del Ensayo de Corte Directo



FOTO N° 27. Ensayo de permeabilidad km 07+300 – km 07+320



FOTO N° 28. Medición de la pérdida de agua km 07+300 – km 07+320



FOTO N° 29. Ensayo de permeabilidad km 07+500 – km 07+530



FOTO N° 30. Medición de la pérdida de agua km 07+500 – km 07+530

ANEXO N° 05

(04) Planos topográficos