

**UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**



**TESIS**

**SOLUCIÓN PARA DESLIZAMIENTO DE PLATAFORMA CARRETERA  
DEPARTAMENTAL ACOBAMBA - PALCAMAYO - SAN PEDRO DE  
CAJAS – CONDORIN TRAMO KM 05+250– KM 05+940**

**PRESENTADO POR:**

**Bach: DANY CARLOS ARELLANO CUEVA**

**Línea de Investigación Institucional: Transporte y Urbanismo**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**

**INGENIERO CIVIL**

**HUANCAYO - PERÚ**

**2021**

ASESOR:  
ING. PORRAS OLARTE, RANDO

#### DEDICATORIA Y AGRADECIMIENTOS:

Agradezco a Dios por su guía y eterno cuidado, por iluminar mi camino permitiéndome conocer tantas personas maravillosas que me animan a seguir adelante, a mi madre por ser ejemplo de superación, amor incondicional y humildad. A ellos les dedico este trabajo por haber contribuido a la obtención de este logro.

Bachiller: Dany Arellano Cueva

## HOJA DE CONFORMIDAD DE MIEMBROS DEL JURADOS

-----  
DR. RUBEN DARIO TAPIA SILGUERA  
PRESIDENTE

-----  
ING. ERNESTO WILLY GARCÍA POMA  
JURADO

-----  
ING. EDMUNDO MUÑICO CASAS  
JURADO

-----  
ING. VLADIMIR ORDOÑEZ CAMPOSANO  
JURADO

-----  
MG. LEONEL UNTIVEROS PEÑALOZA  
SECRETARIO DOCENTE

## INDICE

RESUMEN.....	11
ABSTRACT .....	12
INTRODUCCIÓN .....	13
Capítulo I: El problema de investigación.....	14
1.1 Planteamiento del problema .....	14
1.2 Formulación y sistematización del problema.....	17
Problema general.....	17
Problemas Específicos.....	17
1.3 Justificación de la investigación.....	17
Justificación práctica o social.....	17
Justificación teórica.....	17
Justificación metodológica .....	18
1.4 Delimitación de la investigación .....	18
1.5 Limitaciones de la investigación .....	18
Limitación Espacial.....	18
Limitación Temporal.....	18
Limitación Económica .....	18
1.6 Objetivos .....	19
Objetivo General:.....	19

Objetivos Específicos:.....	19
Capitulo II: Marco teórico.....	20
2.1 Antecedentes del estudio de investigación.....	20
2.2 Marco Conceptual .....	21
2.2.1. Taludes y clasificación de los movimientos .....	21
2.2.2. Principales modos de inestabilidad.....	22
2.2.3. Criterios para la estabilidad del talud.....	24
2.2.4. Métodos de Análisis de estabilidad de taludes .....	24
2.2.5. Procedimiento de Análisis .....	26
2.2.6. Sistemas de estabilización de taludes .....	28
2.2.7. Suelo reforzado .....	29
Aspectos de Proyecto y Constructivos. ....	31
2.3 Definición de términos.....	31
2.4 Hipótesis.....	32
Hipotesis General .....	32
Hipótesis Especificas.....	32
2.5 Variables.....	32
Capitulo III: Metodología de la investigación.....	36
3.1 Método de investigación .....	36
3.2 Tipo de investigación .....	36
3.3 Nivel de investigación.....	36

3.4	Diseño de investigación .....	36
3.5	Población y muestra .....	36
3.6	Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	37
	<i>Criterios de validez y confiabilidad de los instrumentos</i> .....	37
3.7	Procesamiento de la información .....	37
	<i>Ubicación</i> .....	38
	<i>Accesibilidad</i> .....	38
	<i>Estudios básicos</i> .....	39
3.8	Técnicas y análisis de datos. ....	78
4.1	Materiales y Recursos .....	83
	Capitulo V: Presentación de resultados.....	79
	Evaluación Geotécnica.....	79
	Análisis de Estabilidad del sector con Suelo Reforzado .....	85
	<i>Análisis de solución con terramesh en MacStars</i> .....	86
	Capitulo VI: Discusión de resultados.....	89
	Capitulo VII: Conclusiones.....	90
	Capitulo VIII: Recomendaciones .....	92

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1_Esquema de análisis para diseño de taludes Fuente: (Escobar Potes & Duque Escobar, 2017) .....	27
Tabla 2 Límites del sector crítico km 05+250 – km 05+940 .....	38
Tabla 3_Parámetros Diseño Geométrico Km 05+250 – Km 05+940.....	41
Tabla 4_Puntos de referencia.....	42
Tabla 5_Ubicación de BMs .....	42
Tabla 6_Informacion cartográfica utilizada.....	43
Tabla 7_Estación pluviométrica.....	44
Tabla 8_Información de las estación Huasahuasi en mm.....	45
Tabla 9_Datos de análisis de frecuencia .....	47
Tabla 10_Correcciones aplicadas .....	48
Tabla 11_Lluvias máximas (mm) .....	51
Tabla 12_Intensidades máximas (mm/hora) .....	51
Tabla 13_Resultado del análisis de regresión .....	52
Tabla 14_Intensidades máximas .....	52
Tabla 15_Resumen de exploraciones geotecnicas ejecutadas.....	65
Tabla 16 Resumen del ensayo SPT.....	66
Tabla 17_Resumen de los ensayos en el sondeo SPT – 01 .....	67
Tabla 18_Ensayos de laboratorio .....	68
Tabla 19_Resumen de los ensayos estándar de clasificación de suelos .....	69
Tabla 20_Ensayos de laboratorio especiales.....	71
Tabla 21_Ubicacion de canteras.....	73
Tabla 22_Ubicacion de DME.....	73
Tabla 23_Ensayos de Laboratorio Especiales –CORTE DIRECTO .....	81
Tabla 24_Formula para obtener el ángulo de fricción.....	82
Tabla 25_SPT-resistencias SPT-01 .....	84
Tabla 26_SPT-resistencias SPT-02 .....	85

<i>Tabla 27</i> <i>Parámetros de resistencia utilizados en el Análisis de Estabilidad</i> .....	86
<i>Tabla 28</i> <i>Parámetros de resistencia obtenidos en el Análisis de Estabilidad</i> .....	88
<i>Tabla 29</i> <i>Resultados de los Análisis de estabilidad de taludes</i> .....	90

## INDICE DE FIGURAS

Figura 1_Fotografía del tramo km 05+595 al km 05+650 .....	15
Figura 2_Deslizamiento de talud inferior.....	16
Figura 3_Afectación de la estructura del pavimento.....	16
Figura 4_Nomenclatura de taludes y laderas (Suarez, 2013) .....	22
Figura 5_Ejemplo de geomalla .....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
Figura 6_Mapa vial de accesibilidad.....	39
Figura 7_Ubicación de la Estación Pluviométrica Huasahuasi.....	44
Figura 8_Histograma de Precipitaciones .....	47
Figura 9_Curvas de Intensidad- Duración - Frecuencia .....	54
Figura 10_Sismos históricos de mayor intensidad Fuente: Instituto Geofísico del Perú .....	59
Figura 11_Geología Local del Sector KM 05+595 – KM 05+650 .....	60
Figura 12_Geología Local del sector crítico .....	61
Figura 13_Fabricación de elementos a partir de un único paño de malla hexagonal a doble torsión .....	75
Figura 14_Disposición de obras.....	76
Figura 15_Detalle de bordillo .....	77
Figura 16_Sección tipo de muro Terramesh.....	78
Figura 17_Correcciones para el número de golpes “N”, obtenidos del ensayo SPT.....	84
Figura 18_Análisis de solución estático .....	87
Figura 19_Análisis de solución pseudo-estático.....	87

## RESUMEN

“Los deslizamientos constituyen un riesgo geológico de origen natural o inducido que debe tenerse en cuenta en la planificación de las obras de infraestructura vial del territorio, así como también, cuando un talud será inestable es difícil preverla, como su ocurrencia en determinado periodo de tiempo, el cual interrumpe el tránsito normal de los vehículos, retrasando los tiempos de llegada, dejando poblaciones incomunicadas, algunas veces causando pérdidas de vidas humanas, y sobre todo daños en la infraestructura del pavimento”.

“El objetivo principal es plantear la propuesta de recurso técnico más adecuado para la solución para problemas geotécnicos de la carretera departamental Acobamba - Palcamayo - San Pedro de Cajas – Condorin, del tramo km 05+250– km 05+940”

“Por las dificultades geotécnicas que se presentaron en el sector se buscara proyectar disposiciones para la solución de problemas y estabilizar el sector”.

“Para ello se desarrollará el método descriptivo, método estadístico y el método Hipotético deductivo, de esta manera apoyar los conocimientos de la realidad. En lo que es la validez se tomara en consideración juicio de expertos”.

“Finalmente se desarrollarán las conclusiones de acuerdo al objetivo general y específicos”.

**Palabras Claves:** Estabilidad de talud, deslizamiento, Sector Inestable.

## ABSTRACT

“Landslides constitute a geological risk of natural or induced origin that must be taken into account in the planning of road infrastructure works in the territory, as well as when a slope will be unstable, it is difficult to predict it, as its occurrence in a certain period of time, the which disrupts the normal traffic of vehicles, delaying arrival times, leaving incommunicado populations, sometimes causing loss of human life, and especially damage to pavement infrastructure”.

“The main objective to propose the most appropriate technical resource proposal for the solution for geotechnical problems of the departmental road Acobamba - Palcamayo - San Pedro de Cajas - Condorin, of the section km 05 + 250– km 05 + 940”.

“Due to the geotechnical difficulties that arose in the sector, we will seek to project provisions to solve problems and stabilize the sector”.

“For this, the descriptive method, statistical method and the deductive hypothetical method will be developed, thus supporting the knowledge of reality. In what is validity, expert judgment will be taken into consideration”.

“Finally, the conclusions will be developed according to the general and specific objectives”.

**Keywords:** Slope stability, slippage, Unstable sector.

## INTRODUCCIÓN

“Los deslizamientos constituyen un riesgo geológico de origen natural o inducido que debe tenerse en cuenta en la planificación de las obras de infraestructura vial del territorio, así como también, cuando un talud será inestable es difícil preverla, como su ocurrencia en determinado periodo de tiempo, el cual interrumpe el tránsito normal de los vehículos, retrasando los tiempos de llegada, dejando poblaciones incomunicadas, algunas veces causando pérdidas de vidas humanas, y sobre todo daños en la infraestructura del pavimento”.

“El problema identificado en la carretera departamental Acobamba - Palcamayo - San Pedro de Cajas – Condorin tramo km 05+250– km 05+940 se agrava entre el km 05+595 al km 05+650 y se refiere a un avanzado proceso de deslizamiento del talud inferior, lo cual se puede observar en el agrietamiento en media luna en la carpeta asfáltica, debido al aumento del contenido de humedad el cual disminuye la resistencia efectiva del suelo, por lo que se produce el deslizamiento del talud que conforma la plataforma. La situación descrita tiende a agravarse con la continuidad de las precipitaciones pluviales en la zona, ya que esto permite el deslizamiento y el consecuente daño a la infraestructura vial”.

“La investigación, plantea una propuesta de recurso técnico adecuada para la solución de los problemas geotécnicos de la carretera departamental Acobamba - Palcamayo - San Pedro de Cajas – Condorin, del tramo km 05+250– km 05+940”.

“El trabajo de investigación está estructurado en cinco capítulos. El capítulo I, está referido al planteamiento del problema de investigación, en donde describe: La problemática, formulación, justificación, delimitación y objetivos de la investigación. El capítulo II, desarrolla el marco teórico: Antecedentes, conceptos de taludes, modos de inestabilidad, métodos de análisis, etc., así como las hipótesis y variables de la investigación. Capítulo 1, describe la metodología de la investigación y el procesamiento de la información. Capítulo IV, detalla los resultados de la investigación. Capítulo V, la discusión de resultados y finalmente, se describe las conclusiones y recomendaciones, Referencias bibliográficas y anexos”.

## **Capítulo I:**

### **El problema de investigación**

#### **1.1 Planteamiento del problema**

“El problema identificado en la carretera departamental Acobamba - Palcamayo - San Pedro de Cajas – Condorin tramo km 05+250– km 05+940 se agrava entre el km 05+595 al km 05+650 y se refiere a un avanzado proceso de deslizamiento del talud inferior, lo cual se puede observar en el agrietamiento en media luna en la carpeta asfáltica, debido al aumento del contenido de humedad el cual disminuye la resistencia efectiva del suelo, por lo que se produce el deslizamiento del talud que conforma la plataforma. La situación descrita tiende a agravarse con la continuidad de las precipitaciones pluviales en la zona, ya que esto permite el deslizamiento y el consecuente daño a la infraestructura vial”. En la Figura 1 se muestra el sector de estudio, en la Figura 2 y Figura 3 se observan las fallas en el suelo del sector.

**Figura 1**

*Fotografía del tramo km 05+595 al km 05+650*



**Figura 2**

*Deslizamiento de talud inferior*



**Figura 3**

*Afectacion de la estructura del pavimento*



“En la presente investigación se buscará determinar la alternativa más adecuada de solución de problemas y estabilizar el sector de deslizamientos del talud inferior, para así poder garantizar el tránsito vial, y atenuar los posibles problemas de deslizamiento y afectación de la plataforma”.

## **1.2 Formulación y sistematización del problema**

### ***Problema general***

¿Cuál es la propuesta de solución técnica más confiable para el deslizamiento de la plataforma de la carretera departamental Acobamba - Palcamayo - San Pedro de Cajas – Condorin tramo km 05+250– km 05+940?

### ***Problemas Específicos***

a) ¿En qué medida el muro de suelo reforzado avalará la estabilización de la plataforma de la carretera departamental Acobamba - Palcamayo - San Pedro de Cajas – Condorin tramo km 05+250– km 05+940?

b) ¿El muro de suelo reforzado aumentará el factor de seguridad de la plataforma de la carretera departamental Acobamba - Palcamayo - San Pedro de Cajas – Condorin tramo km 05+250– km 05+940?

## **1.3 Justificación de la investigación**

### ***Justificación práctica o social***

“Hallar la propuesta de solución técnica para estabilizar el deslizamiento de la plataforma de la carretera departamental Acobamba - Palcamayo - San Pedro de Cajas – Condorin tramo km 05+250– km 05+940, que permita una circulación segura, fluida y sin complicaciones en la carretera”.

### ***Justificación teórica***

“Se busca aplicar las propuestas de solución técnica más confiable para el diseño de las obras de estructura para la estabilización de la plataforma, a fin de obtener una carretera en óptimas condiciones”.

### ***Justificación metodológica***

“Solucionar los problemas de deslizamientos de la plataforma en los tramos por medio de propuestas técnicas modernas de estabilización de taludes”.

#### **1.4 Delimitación de la investigación**

“Los deslizamientos son uno de los problemas que se presentan en las carreteras el cual interrumpe el tránsito normal de los vehículos, retrasando los tiempos de llegada, dejando poblaciones incomunicadas, algunas veces causando pérdidas de vidas humanas, y sobre todo daños en la infraestructura del pavimento”.

“Por eso la importancia de considerar un buen mapeo geológico y geotécnico al momento de realizar el trazado de las carreteras, a fin de evitar interrupciones de tramos y así como también accidentes a futuro”.

“Motivo por el cual, es primordial conocer todas las alternativas de solución para la estabilización de taludes, a fin de optar por el más confiable utilizando los mecanismos más apropiados para cada situación indicada”.

#### **1.5 Limitaciones de la investigación**

##### ***Limitación Espacial***

“La investigación se llevó a cabo en la carretera departamental Acobamba – Palcamayo – San Pedro de Cajas - Condorin. Tramo km 05+250 – km 05+940”.

##### ***Limitación Temporal***

“La limitación temporal circunscribe en los años 2019 – 2020 ya que en estos años se resaltan las evidencias del problema de investigación en la carretera departamental Acobamba – Palcamayo – San Pedro de Cajas - Condorin. Tramo km 05+250 – km 05+940”.

##### ***Limitación Económica***

“En la condición de investigador y al no contar con recursos económicos, se limita la investigación, en la adquisición de un software para plasmar el análisis numérico”.

## 1.6 Objetivos

### **Objetivo General:**

“Determinar la propuesta de solución técnica más confiable para el deslizamiento de plataforma de la carretera departamental Acobamba - Palcamayo - San Pedro de Cajas – Condorin tramo km 05+250– km 05+940”.

### **Objetivos Específicos:**

a. “Determinar en qué medida la colocación de muros de suelo reforzado garantizara la estabilidad del deslizamiento de la plataforma de la carretera departamental Acobamba - Palcamayo - San Pedro de Cajas –Condorin tramo km 05+250– km 05+940”.

b. “Determinar en qué medida el muro de suelo reforzado aumentará el factor de seguridad de la plataforma de la carretera departamental Acobamba - Palcamayo - San Pedro de Cajas – Condorin tramo km 05+250– km 05+940”.

## Capítulo II:

### Marco teórico

#### 2.1 Antecedentes del estudio de investigación

“(Granados, 2006) En su tesis de *“Estabilización del talud de la costa verde en la zona”*, menciona la estabilización de taludes, bajo las condiciones de movimiento masivo de tierras es una propuesta que servirá como punto de partida a variados estudios en el área de factor de seguridad”.

“(De la Cruz, 2013) en su investigación titulada *“Sistemas de estabilización al deslizamiento de taludes en la carretera Cochabamba-San Agustín de Cajas-Ingenio tramo KM 19+610 al KM 20+424, Huancayo”* menciona los sistemas de estabilización aplicables como alternativas de solución al deslizamiento de taludes en la carretera”.

“(Sackschewcki Chapman, 2017) en su investigación titulada *“Soluciones para la estabilidad de taludes de la carretera Canta –Huayllay entre las progresivas del Km 6+920 – Km. 6+980”* propone soluciones tanto geotécnica, así como económica a fin que garanticen la estabilidad de los taludes para ello propone la adopción de banquetas, que mejorará la estabilidad del talud mas no contempla más alternativas de solución para estabilidad de taludes”.

“(Valeriano, 2015) En su investigación titulada *“Caracterización geotécnica y modos de falla estructural en el talud en roca del cerro espinal Juliaca”*. Hace mención que la caracterización geotécnica contribuye al mejor conocimiento sobre sobre su constitución del talud permitiendo una mejor elección del método a emplearse para su respectivo análisis”.

“(Cabana, 2016). En su tesis *“Evaluación geotécnica para la estabilidad de taludes desde la progresiva km. 09+000 -18+000 de la obra: mejoramiento de la carretera tramo I Dv. Cara Cara- Lampa”* evalúa las características geotécnicas de la zona para mediante ello determinar la estabilidad de taludes de esa manera obtener los parámetros geotécnicos tales como la cohesión y el ángulo de fricción, así como también la resistencia del suelo (factor de seguridad)”.

## 2.2 Marco Conceptual

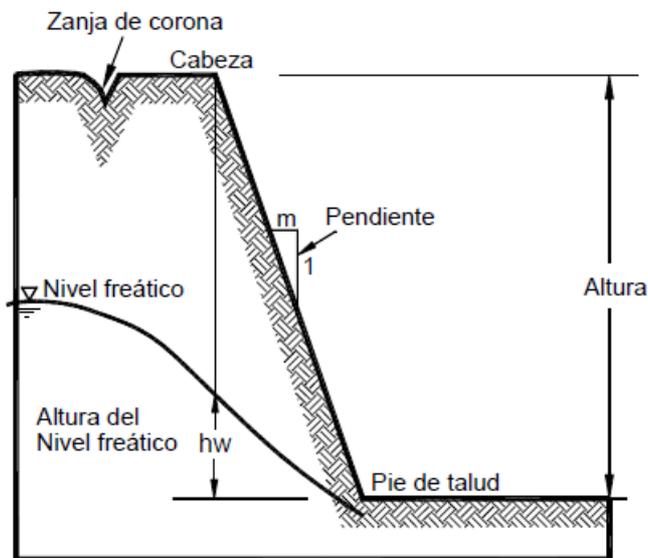
### 2.2.1. Taludes y clasificación de los movimientos

**Talud.** “Un talud o ladera es una masa de tierra que no es plana, sino que presenta una pendiente o cambios significativos de altura. En la literatura técnica se define como ladera cuando su conformación actual tuvo como origen un proceso natural y talud cuando se conformó artificialmente (**Figura 4**). Los taludes se pueden agrupar en tres categorías generales: los terraplenes, los cortes de laderas naturales y los muros de contención. Se pueden presentar combinaciones de los diversos tipos de taludes y laderas”.

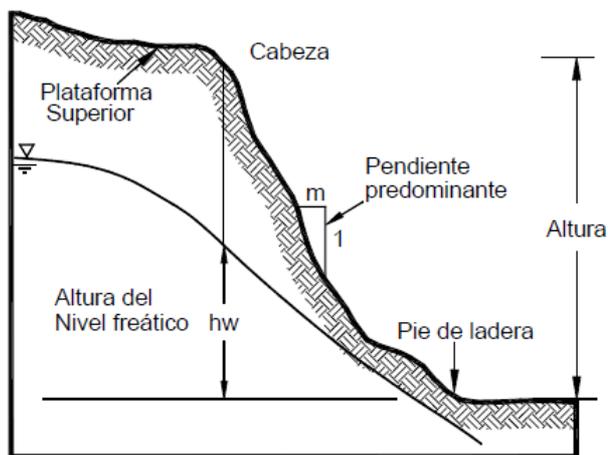
“Las laderas o taludes que han permanecido estables por muchos años, pueden fallar debido a cambios topográficos, sísmicos, a los flujos de agua subterránea, a los cambios en la resistencia del suelo, la meteorización o a factores de tipo antrópico o natural que modifiquen su estado natural de estabilidad”.

## Figura 4

Nomenclatura de taludes y laderas (Suarez, 2013)



a) Talud artificial (corte o relleno)



b) Ladera natural

### 2.2.2. Principales modos de inestabilidad

“Los movimientos de aglomeraciones formadas por diferentes tipos de materiales: rocas, suelos, rellenos artificiales o también combinaciones de los mismos, por una superficie determinada se denominada rotura, produciéndose

inicialmente una rotura denominada local, que va avanzando hasta convertirse en una rotura generalizada. (Ramirez Oyanguren & Alejano Monge, 2007)”.

“Estos modos de falla suelen presentarse en los taludes en roca, además se pueden dividir en cuatro grupos, a saber”:

- ✚ “Modos de falla por deslizamiento además estarán incluidos los modos de falla plana y en cuña”.
- ✚ “Modos de falla por movimiento relativo de bloques incluirán los modos de falla por volteo o vuelco”
- ✚ “Modos de falla por deslizamiento a lo largo de planos de discontinuidad de falla en escalón, mixtas, complejas y por pandeo”.
- ✚ “Modos de falla que se producen siguiendo una superficie circular”.

#### **A. Fallas con control estructural.”**

**Falla plana.** “Se denomina falla plana, aquel fenómeno que se da por el deslizamiento a través de una única superficie plana. Es la falla más sencilla de las fallas de control estructural, se origina cuando existe una fracturación dominante en la roca y orientada hacia el talud. (ITGE, 1987)”.

**Falla por cuña.** “Se produce debido a un deslizamiento de traslación que está controlado por dos o más discontinuidades (estratificación, esquistosidad, diaclasa, falla, etc.). Este tipo de deslizamientos habitualmente se dan en macizos rocosos, con discontinuidades que están bien marcadas. Es fácil identificarlos en canteras. (Ramirez Oyanguren & Alejano Monge, 2007)”.

**Falla por vuelco.** “surgen generalmente cuando el rumbo del plano de discontinuidad: falla, estratificación, etc., concuerda con el plano del talud (Ramírez Oyanguren & Alejano Monge, 2007)”.

#### **B. Fallas sin control estructural.**

**Caída de rocas.** “Es el tipo de falla más simple, y generalmente se da cuando una roca suelta, o varias, se desplazan producto de una pequeña perturbación que

lo pone en movimiento, rodando por el talud hasta quedar estancada (Ramírez Oyanguren & Alejano Monge, 2007)”.

**Falla circular.** “Denominada también deslizamiento o rotura rotacional, es originada por muchos sets de fallas, las cuales tienen diferentes rumbos y manteos, y dejan la roca muy fracturada, perdiendo la cohesión (ITGE, 1987)”.

### **2.2.3. Criterios para la estabilidad del talud**

“Según (ALTAMIRANO REYNA & RIVAS VERA, 2015), se considera los siguientes criterios para ver la condición del talud”:

- ✚ “Mirando el talud: Identificar las zonas con fallas notorias para saber la condición del talud”.
- ✚ “Cuando ya colapso o fallo el talud”.
- ✚ “Cuando no existe el talud: se podrá reemplazar colocando un terraplén, chancadora primaria, defensas ribereñas, etc”.

### **2.2.4. Métodos de Análisis de estabilidad de taludes**

“Existe una variedad de métodos de análisis de estabilidad que se pueden utilizar para el diseño de taludes”.

“Se han presentado dos maneras de solucionar los problemas relacionados con la estabilidad de taludes”:

#### **I. Métodos de dovelas.**

##### **A. Métodos Aproximados.**

- ✚ “Método Simplificado de BISHOP (1955) (Sackshewcki Chapman, 2017) cita a (Bishop, 1955) donde presentó un método utilizando dovelas y teniendo en cuenta el efecto de las fuerzas entre las dovelas. Bishop asume que las fuerzas entre dovelas son horizontales; es decir, que no tiene en cuenta las fuerzas de cortante (2017, pág. 36)”.
- ✚ “Es por ello que se requiere un proceso de interacción para computar el factor de seguridad. Es un método utilizado para computar los factores de seguridad de los taludes. Se considera que los resultados son precisos. La principal restricción de este método, es que solo considera las superficies circulares”.

- ✚ “Método Ordinario de Fellenius (1927). El método de Fellenius es conocido también como método sueco, método de las Dovelas. Este método asume superficies de falla circulares, divide el área de falla en tajadas verticales, obtiene las fuerzas actuantes y resultantes para cada tajada y con la sumatoria de los momentos con respecto al centro del círculo (producidos por estas fuerzas) se obtiene el Factor de Seguridad”.

(Morales Alvarado, 2009) “dio a conocer como las fuerzas que actúan sobre una dovela son”:

- ✓ “El peso o fuerza de gravedad, la cual se puede descomponer en una tangente y una normal a la superficie de falla”.
- ✓ “Las fuerzas resistentes de cohesión y fricción que actúan en forma tangente a la superficie de falla”.
- ✓ “Las fuerzas de presión de tierra y cortante en las paredes entre dovelas, no son consideradas por Fellenius (2009, pág. 87)”.

“Algunos autores recomiendan que el método ordinario no se utilice para diseño, sino solamente como una base de referencia. Generalmente, el método ordinario da factores de seguridad menores que otros métodos”.

- ✓ “Según Alva (1994) el Método de Fellenius considera lo siguiente”.
- ✓ “Asume que la resultante de fuerzas laterales actúa paralela a la base de cada dovela”.
- ✓ “Resuelve las fuerzas normales perpendiculares a la base eliminando las fuerzas laterales”.
- ✓ “Solamente satisface equilibrio de momentos y no satisface el equilibrio de fuerzas”.
- ✓ “Se tiene 1 ecuación y 1 incógnita”.

“Método de Jambu (1954) (Montoya Orosco, 2009) mencionó que el método de Jambu simplificado es muy similar al método de Bishop simplificado, pero en el caso de Jambu solo se cumple el equilibrio total de fuerzas horizontales, pero no el de momentos. El diagrama de fuerzas actuante en una rebanada, el mismo que el diagrama para el caso de Bishop. El método es una de las primeras rutinas para el análisis de superficies de rotura no circulares, suponiendo que las fuerzas entre elementos son nulas; por lo tanto, la expresión conseguida por la fuerza normal a las rebanadas es la misma que para el método de Bishop. En este caso, el equilibrio de las fuerzas horizontales proporciona un Factor de Seguridad de equilibrio de fuerzas sin considerar las fuerzas entre elementos

(F0). Para incluir el efecto de las fuerzas entre elementos al cálculo se puede aplicar un factor de corrección ( $f_0$ ) de tal manera que el Factor de Seguridad del equilibrio de Fuerzas horizontales ( $F_f$ )”.

- ✓ “Asume que la posición de la fuerza es horizontal”
- ✓ “Satisface todas las condiciones de equilibrio”
- ✓ “Se tiene en ecuaciones y en incógnitas”

### **2.2.5. Procedimiento de Análisis**

“Para un buen análisis, los especialistas deben conocer y establecer con suficiente precisión los mecanismos de falla que mediaron en el deslizamiento bajo estudio, o que pueden actuar en el futuro. Asimismo, deben estar familiarizados con las técnicas de investigación del terreno, la exploración, los ensayos de campo y laboratorio y conocer los sistemas de obras correctivas y preventivas disponibles. La experiencia de campo permite mejorar nuestra comprensión general sobre los tipos de falla de taludes y los mecanismos actuantes y suministra bases para su reconocimiento y clasificación. (Escobar Potes & Duque Escobar, 2017)”.

“Tanto el análisis como el diseño de taludes de excavaciones y rellenos componen una aplicación de la investigación y los avances que se logran en la mecánica de suelos y la mecánica de rocas, ciencias que facilitan los métodos para cuantificar el factor de seguridad y la probabilidad de falla. Esa aplicación en casi todos los casos requiere simplificaciones, pero esto no objeta para que sea recomendable algún análisis (en la Tabla 1 se presenta un esquema de análisis), por simple que sea, en todas las labores de diseño. Al mismo tiempo, es esencial que se tenga en cuenta las diferencias entre la realidad”.

**Tabla 1**

“Esquema de análisis para diseño de taludes Fuente: (Escobar Potes & Duque Escobar, 2017)”

“Diseño preliminar: Abarca un estimativo de los problemas potenciales de diseño, basado en”:	<ul style="list-style-type: none"><li>✓ Requisitos del proyecto, técnicos y económicos.</li><li>✓ Selección del sitio.</li><li>✓ Evaluación preliminar de las condiciones del terreno</li></ul>
“Investigación de campo consiste en”-.	<ul style="list-style-type: none"><li>✓ Exploración</li><li>✓ Ensayos en el sitio y en el laboratorio</li><li>✓ Mediciones (instrumentación).</li></ul>
“Idealización (o modelado)” de:	<ul style="list-style-type: none"><li>✓ Condiciones naturales, incluyendo el estado de esfuerzos.</li><li>✓ Propiedades de los materiales naturales (parámetros geotécnicos).</li><li>✓ Mecanismos potenciales de falla</li></ul>
“Análisis, el cual producirá”:	<ul style="list-style-type: none"><li>✓ Resultados numéricos.</li><li>✓ Conclusiones y recomendaciones para el diseño</li></ul>
“Diseño: basado tanto en los resultados del análisis como en el criterio de ingeniería (buen juicio y experiencia práctica) de generalistas y especialistas. Entre sus limitaciones”	<ul style="list-style-type: none"><li>✓ Criterios de diseño</li><li>✓ Concepto del diseño</li><li>✓ Dimensiones de la estructura</li><li>✓ Detalles de diseño.</li></ul>

"juega papel importante la economía del proyecto. Comprende":	✓ Especificaciones de construcción.
<i>Contrato:</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Cantidades de obra.</li> <li>✓ Presupuesto.</li> <li>✓ Especificaciones generales y particulares.</li> <li>✓ Determinación del precio y el plazo.</li> <li>✓ Sistema de contratación.</li> <li>✓ Selección del contratista.</li> </ul>
<i>Construcción:</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Ejecución del proyecto.</li> <li>✓ Inspección y control de la obra (Interventoría).</li> <li>✓ Ajustes al diseño.</li> <li>✓ Instrumentación.</li> <li>✓ Pruebas de funcionamiento.</li> </ul>
<i>Control y Mantenimiento de la estructura terminada:</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Observaciones y mediciones de la instrumentación.</li> <li>✓ Interpretación de registros de las anteriores.</li> <li>✓ Mantenimiento rutinario.</li> </ul>
✓ Obras complementarias	

### **2.2.6. Sistemas de estabilización de taludes**

“Es frecuente que en infraestructuras de transporte vial se requiera construir taludes de pendientes pronunciadas o muros de contención en lugares donde el espacio disponible para el asiento de los terraplenes es ajustado o se necesitan salvar desniveles importantes. (Silva & Forteza, 2009)”

“Usualmente para estos fines se a empleado los muros de contención de gravedad o pantallas de concreto armado. Este trabajo de investigacion plantea una alternativa mas simple y economica, consiste en muros armados con suelo mecanicamente estabilizado (Mechanically Stabilized Earth - MSE), se incorpora un mecanismo de refuerzo en el suelo del relleno a fin de conseguir un material mixto mas resistente y menos deformable que el relleno solo, que aumente la resistencia a traccion interna por empuje y sobrecargas”.

La logica de aplicación de la técnica de muro reforzado, se basó en:

- ✓ “La posibilidad de utilizar el suelo disponible localmente, típicamente limo-arcilloso, asi como sedimentos areno – arcillosos”.
- ✓ “La flexibilidad de este proceso constructivo para adaptarse a todas las distintas situaciones geométricas de los viaductos, construidos con anticipación a los muros”.
- ✓ “La facilidad constructiva que ha posibilitado la ejecución de la obra sin grandes disturbios al tráfico en esta ruta”.
- ✓ “La buena estética resultante”.

“El principal criterio para considerar este tipo de solución se baso en las experiencias positivas obtenidas con este sistema en otros paises. Según (Alexiew, Ruiz,, & Fernandez Arnáu, 2015) varias fuentes de literatura desvelan un desempeño superior y una mejor relacion costo/eficiencia con los suelos reforzados con geosintéticos comparado a los muros de contencion de gravedad tradicionales, asi tambien, se ha comprobado su mejor respuesta ante eventos sismicos”.

### **2.2.7. Suelo reforzado**

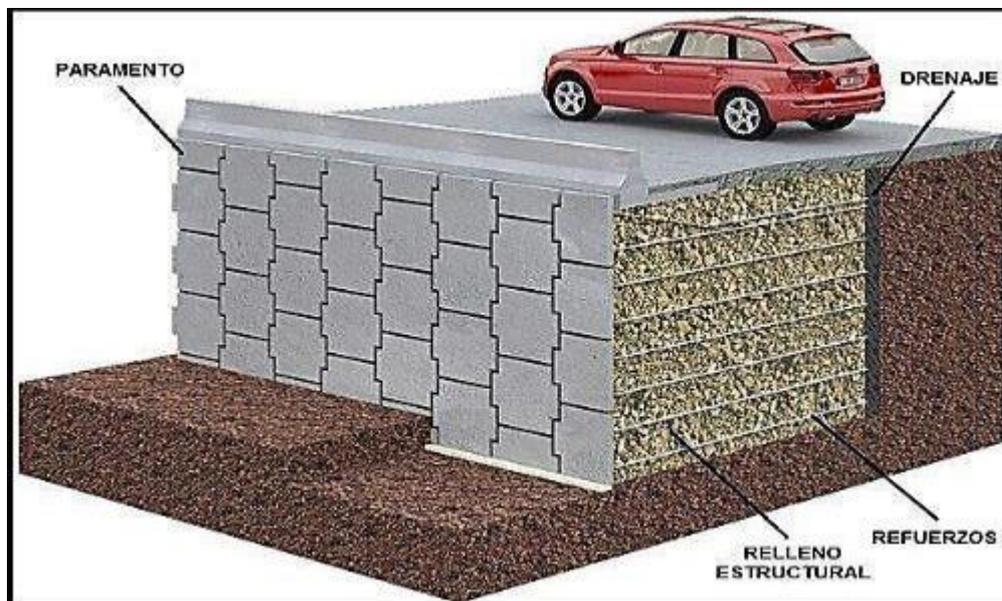
“Carlos Coya (2016) manifiesta que el terreno es un material que resiste relativamente bien a compresión, pero mal a cortante y tracción si reforzamos esta resistencia a corte, podemos mejorar su comportamiento, esta es la base de las contenciones de tierra armada o suelo reforzado: se construye un relleno de material granular en el que se colocan láminas horizontales de un material resistente a tracción que evita la rotura por corte”.

## Tipos de láminas horizontales.

**Geotextiles.** “Las láminas geotextiles son tejidos no biodegradables, generalmente hechos con polímeros derivados del petróleo: poliéster, polietileno y polipropileno”.

**Geomallas.** “Es un geo sintético compuesto por una malla de tiras de poliéster”

“(PET), polietileno (HDPE), polipropeno (PP), polivinil alcohol (PVA) y fibras de aramida (AM) de alta tenacidad y baja fluencia, con armazón entretrejido o unido por extrusión y aperturas de dimensión justa para conseguir trabazón con el material de relleno, piedra o suelo. Su propósito es aumentar la resistencia a tracción y fricción interna del suelo por interacción entre el agregado pétreo y el geo sintético gracias a sus aberturas, ver **Figura 5.** (Silva & Forteza, 2009)”.



**Geocompuestos.** “Los geocompuestos están formados por la combinación de dos o más materiales”.

**Tiras metálicas galvanizadas.** “Tal vez las tiras metálicas sean las más habituales, formando los típicos muros de escamas que vemos por muchas carreteras”

## **Aspectos de Proyecto y Constructivos.**

“Un término primordial en este tipo de estructuras de contención, es la aptitud del refuerzo de lograr resistencia suficiente para el equilibrio sin producir deformaciones importantes, que puedan ser percibidas en la transición entre el terraplén de aproximación y el tablero. Distintas normas de proyecto (p.ej. BS 8006 - 1995) indican las máximas deformaciones de trabajo a las cuales el refuerzo debe ser especificado. Algunas no permiten deformaciones de trabajo (como referencia para la resistencia de cálculo) más altas que el 1% por parte del refuerzo en el equilibrio”.

“Este aspecto justifica especialmente la utilización de geogrietas de hilos de PVA (polivinil alcohol) en estructuras de contención en estribos de puentes, por ser polímeros de alta resistencia a tracción de trabajo con baja fluencia. La **Figura 5** presenta las curvas isócronas de la línea Fortrac M de geogrietas de PVA”.

### **2.3 Definición de términos**

a) **Talud:** “Superficie inclinada respecto a la horizontal que posee una pendiente que ha sido modificada natural o artificialmente”.

b) **Muro de Suelo Reforzado.** “Los muros de suelo reforzado son un sistema utilizados en la estabilización de las plataformas de carreteras. Sus características más resaltantes son la utilización de los gaviones y los cuales les permiten resistir de forma muy eficiente las cargas laterales provocadas por el peso de la plataforma y las acciones sísmicas, los cuales limita el desplazamiento lateral de la estructura”.

c) **Tramo.** - “Cada uno de los sectores o partes en que está dividida la carretera”

d) **Solución.** - “Respuesta o estructura para la estabilización del talud.” (Chaidez, 2011)

e) **Carretera.**- “Una carretera o ruta es una vía de transporte de dominio y uso público, proyectada y construida fundamentalmente para la circulación de vehículos automóviles.”

## 2.4 Hipótesis

### ***Hipótesis General***

“•La propuesta de solución técnica más adecuada estabilizará el deslizamiento de la plataforma de la carretera departamental Acobamba - Palcamayo - San Pedro de Cajas – Condorin tramo km 05+250– km 05+940”.

### ***Hipótesis Específicas***

“•El muro de suelo reforzado garantizará la estabilización del deslizamiento de la plataforma de la carretera departamental Acobamba - Palcamayo - San Pedro de Cajas – Condorin tramo km 05+250– km 05+940”.

“•El muro de suelo reforzado incrementara el factor de seguridad de la plataforma de la carretera departamental Acobamba - Palcamayo - San Pedro de Cajas – Condorin tramo km 05+250– km 05+940”.

## 2.5 Variables

### ***Definición conceptual de la variable***

“*Deslizamiento de plataforma*: el término DESLIZAMIENTO es usado para describir una deformación de talud lenta y a largo plazo por suelos o rocas fuertemente meteorizadas y están usualmente caracterizadas por superficies de deslizamiento reconocibles. (JICA, 2018)”.

“*Propuesta de Solución*: -Respuesta o estructura para la estabilización del talud. (Chaidez, 2011)”.

### ***Definición operacional de la variable***

“*Deslizamiento de plataforma*: Se debe presentar las características geométricas, topográficas, geotécnicas e hidrológicas de la carretera en estudio”.

“*Propuesta de Solución*: Los muros de suelo reforzado son un sistema utilizados en la estabilización de las plataformas de carreteras. Sus características más resaltantes son la utilización de los gaviones y los cuales les permiten resistir de forma muy eficiente las cargas laterales provocadas por el peso de la plataforma y las acciones sísmicas, los cuales limita el desplazamiento lateral de la estructura”.

**Operacionalización de la variable**

Variable	Definición		Dimensiones
	Conceptual	Operacional	
<p>VARIABLE INDEPENDIENTE</p> <p>Deslizamiento de plataforma</p>	<p>El término DESLIZAMIENTO es usado para describir una deformación de talud lenta y a largo plazo por suelos rocas fuertemente meteorizadas y están usualmente caracterizadas por superficies de deslizamiento reconocibles. (JICA, 2018)</p>	<p>Se debe presentar las características geométricas, topográficas, geotécnicas e hidrológicas de la carretera en estudio.</p>	<p>Altura e inclinación del talud.</p> <p>Levantamiento topográfico.</p> <p>Ensayos de laboratorio de muestras de suelo.</p> <p>Estudio hidrológico.</p>
<p>VARIABLE DEPENDIENTE</p> <p>Propuesta de Solución</p>	<p>Respuesta o estructura para la estabilización del talud. (Chaidez, 2011)</p>	<p>Los muros de suelo reforzado son un sistema utilizados en la estabilización de las plataformas de carreteras. Sus características más resaltantes son la utilización de los gaviones y los cuales les permiten resistir de forma muy eficiente las cargas laterales provocadas por el peso de la plataforma y las acciones sísmicas, los cuales limita el</p>	<p>Factor de seguridad Estático</p> <p>Factor de seguridad Pseudo Estático</p>

		desplazamiento lateral de la estructura.	
--	--	--	--



## Capítulo III:

### Metodología de la investigación

#### 3.1 Método de investigación

“La metodología aplicada en la investigación es la modalidad de estudio descriptivo y experimental, por el tipo de bosquejo utilizado en su elaboración. Se utilizará para describir las características de cada una de las variables y así obtener información apropiada y de esta manera predecir lo que va a suceder posteriormente. Método de Inducción Incompleta: Servirá para realizar el estudio de la muestra, asimismo realizar las características de la población”.

#### 3.2 Tipo de investigación

“El tipo de estudio de la investigación es Aplicativo. Debido al uso de los conocimientos, para aplicarlos en la solución de problemas prácticos, en beneficio de la sociedad”.

#### 3.3 Nivel de investigación

“Se detallan los datos y características del fenómeno en estudio el cual pertenece al nivel Descriptivo”.

#### 3.4 Diseño de investigación

“(Sabino, 2002) Consigna a un procedimiento coherente de trabajo para obtener y examinar los datos que nos acercan a la comprensión de la realidad en estudio. El diseño de investigación es Quasi experimental”.

#### 3.5 Población y muestra

“Tramo km 05+250– km 05+940 de la carretera departamental Acobamba - Palcamayo - San Pedro de Cajas – Condorin”.

#### ***Muestra, tipos de muestreo***

“La muestra seleccionada es de tipo no probabilístico, es decir es una muestra intencional, ya que se ha seleccionado para resolver un problema existente en la

Transitabilidad de vehículos en la carretera departamental Acobamba - Palcamayo - San Pedro de Cajas – Condorin tramo km 05+250– km 05+940”.

### ***Tamaño de la muestra***

“Tramo km 05+250– km 05+940, de la carretera departamental Acobamba - Palcamayo - San Pedro de Cajas – Condorin”.

### **3.6 Técnicas e instrumentos de recolección de datos**

“Se utilizarán las técnicas de la observación y la medición con el objetivo de compilar información para desarrollar el presente estudio. Los instrumentos que serán utilizados son los siguientes”:

Técnicas	Instrumentos
Análisis geotécnico	Software especializado

### ***Criterios de validez y confiabilidad de los instrumentos***

“Los criterios de validez y confiabilidad de las herramientas, se dieron a través del Informe de Opinión de Juicio de Expertos del Instrumento”.

### **3.7 Procesamiento de la información**

- “Levantamiento topográfico del sector”.
- “Recolección de muestras de suelos del tramo mencionado”.
- “Ensayos de Laboratorio de las muestras”.
- “Se realizará el análisis de la geodinámica externa”.
- “Planteamiento de soluciones para los problemas”.
- “Análisis de estabilidad actual y con las soluciones propuestas”.
- “Se procesará los datos y conclusiones”.

### **Etapas del procedimiento de datos selección.**

- “Pruebas y ensayos de laboratorio”.

## **Ubicación**

“El sector afectado se encuentra en el Tramo km 05+595 al km 05+650: Acobamba - Palcamayo el cual se extiende entre las siguientes progresivas en la Tabla 2”:

**Tabla 2**

*Límites del sector crítico km 05+250 – km 05+940*

Punto	Progresiva Hito (km)	Coordenadas	
		Norte	Este
Inicio	05+595	9305746	305422
Fin	05+650	9305812	305421

## **Accesibilidad**

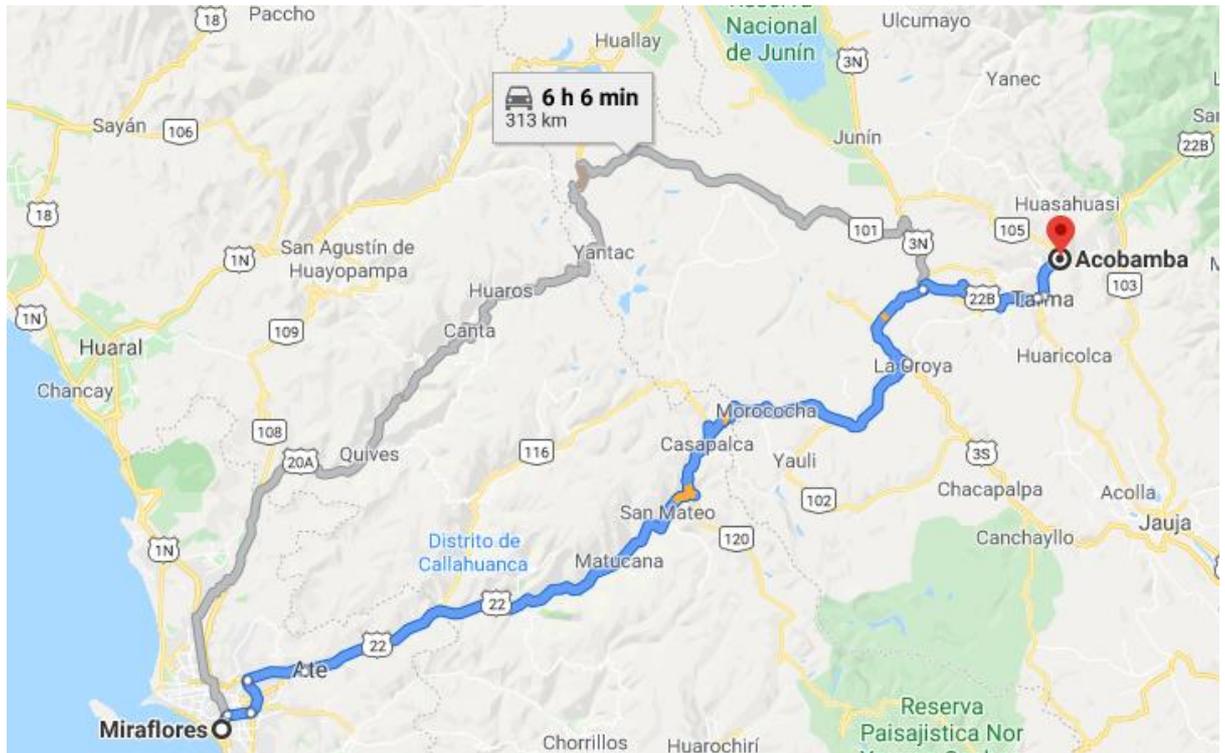
“La zona de trabajo se llega por vía terrestre tomando dos rutas”:

“La 1° Ruta: En vehículo propio, desde Lima, ir al distrito de Acobamba el cual se encuentra en la provincia de Tarma, tomando como ruta la carretera central, teniendo una distancia de 253 km empleando un tiempo aproximado de 5h y 40 min. Luego toma alrededor de 40 min para llegar al tramo km 05+250 – km 05+940 de la Carretera Departamental Acobamba - Palcamayo - San Pedro De Cajas – Condorin”.

“La 2° Ruta: En vehículo propio, desde Lima, ir al distrito de Acobamba el cual se encuentra en la provincia de Tarma, tomando como ruta la Carretera 20A, teniendo una distancia de 313 km empleando un tiempo aproximado de 6h y 6 min. Luego toma alrededor de 40 min para llegar al tramo km 05+250 – km 05+940 de la Carretera Departamental Acobamba - Palcamayo - San Pedro De Cajas – Condorin”.

**Figura 5**

*Mapa vial de accesibilidad*



### **Estudios básicos**

#### **Topografía.**

**Generalidades.** “Cualquier estudio que se ocupe de la revisión y/o evaluación de las obras, requiere una cantidad de datos, siendo una parte de ellos de carácter topográfico”.

“La gama de informaciones necesarias de los trabajos topográficos consiste en identificar un gran número de datos geológicos a fin de disponer, comprobar y/o complementar los datos existentes. Con este fin se procedió a levantamientos detallados de las zonas afectadas a lo largo de la carretera”.

**Definición de las áreas que serán levantadas.** “A partir de los marcos del kilometraje existentes fueron determinadas las progresivas en campo para la localización de cada una de las áreas. Paralelamente se buscaron detalles planimétricos existentes en campo con indicación de las progresivas instaladas. En

cada tramo fue ejecutado el levantamiento topográfico con toma de detalles de los puntos planimétricos tales como cunetas, bermas, etc”.

**Procesamiento y plano en computadora.** “Las poligonales e irradiaciones fueron procesadas en ambiente digital, con la utilización de programa específico para topografía, compatible con el sistema topoGRAPH/Windows, de forma a generar las coordenadas N, E y H para la alimentación de sistema gráfico vectorial estándar Auto CAD”.

“El plano topográfico representa con fidelidad los detalles existentes. Las informaciones gráficas y textos están separados en estratos (“layers”) por temas, identificadas por nombres, colores y tipos de línea diversos, de forma a permitir la lectura, con claridad, de las informaciones representadas. Todo el plano está contenido en el plan de elevación cero, con excepción del modelo digital y de las curvas de nivel. Los colores y tipos de línea están configurados en el estándar del estrato correspondiente (“bylayer”). Las alturas de textos y escalas de las polilíneas deberán ser compatibles con el ploteo en la escala indicada”.

“El modelo digital fue representado por la malla de triángulos tridimensional, cuyas líneas están en conformidad con aquellas que se definen los accidentes topográficos. El modelo representa el terreno, siendo excluidos del modelo los puntos que presentan altitudes incompatibles, tales como los que se localizan en el alto de edificaciones, sobre puentes, etc”.

“Las curvas de nivel están interpoladas con equidistancia vertical de uno o medio metro, dependiendo del movimiento del relevo, y fueron analizadas por verificación de las incoherencias y consecuente corrección del modelo y re interpolación, hasta que las curvas de nivel estuvieron consideradas definitivas”.

“Las estructuras fueron representadas con la indicación de sus dimensiones o diámetros y altitudes de fondo aguas arriba y aguas abajo”.

**Presentación de los trabajos.** “Son presentados todos los archivos digitales generados por el programa de procesamiento topográfico, incluyendo las lecturas de campo que alimentaron los cálculos, el modelo digital y un listado general de coordenadas (N, E y H) en formato texto ordenado”.

“El archivo digital del plano final, estándar AutoCAD (dwg), es presentado incluyendo en este la triangulación del modelo y las curvas de nivel. Cabe indicar que los sectores se encuentran dentro del huso 18M”.

**Diseño Geométrico** “Para el desarrollo de las Actividades de Diseño Vial se han determinado que el Consultor respetara el trazo existente, para la aprobación del cliente, los principales parámetros y elementos básicos para el diseño vial, previo a los trabajos de trazo y replanteo de la carretera, como son: vehículo de diseño, velocidad directriz, ancho de calzada, ancho de bermas, radio mínimo, pendiente longitudinal máxima, distancia de visibilidad de parada y sobrepaso y las secciones típicas de diseño, en concordancia con la clasificación de la carretera, la demanda proyectada, el tipo de topografía, los suelos, el clima, etc., según sea lo indicado en el Manual de Diseño Geométrico de Carreteras DG – 2001, a la RD 037-2008-MTC/14 y/o del Manual para Diseño de Carreteras, según corresponda. En forma complementaria se podrá aplicar las Normas de Diseño AASHTO”.

“El proyecto requiere conseguir un alineamiento horizontal homogéneo, donde tangentes y curvas se sucedan armónicamente, evitando en lo posible la utilización de radios mínimos y pendientes máximas”.

“Los planos serán elaborados con el Sistema de Coordenadas UTM, datum WGS84”.

“Parámetros de Diseño. Se ha tomado en cuenta los parámetros originales de diseño ya que el sector en estudio no requiere modificación del diseño geométrico”.

**Tabla 3**

*Parámetros Diseño Geométrico Km 05+250 – Km 05+940*

Características de diseño	Tramo
	Km 05+250 Km 05+940
Según Demanda	Segunda Clase
Según Condiciones	Carretera Tipo 3
Velocidad Directriz	40-50 Km/h
Ancho de Calzada	6.60 m

Ancho de Berma a cada lado	0.90 m
S.A.C	0.50 m
Bombeo	2.5 %
Radio Mínimo Normal	50 m
Pendiente máxima normal	6 %
Pendiente máxima	7 %
Peralte normal	8 %

Los puntos de referencia para el levantamiento topográfico son los siguientes

**Tabla 4**

*Puntos de referencia*

Punto	Coordenadas topográficas		Kilometraje
	Norte	Este	
INTR-07	9284473.96	331057.38	05+888.00
INTR-08	9284613.10	330894.17	05+258.00

“Los BMs de partida con los cuales se han dado el levantamiento topográfico de la obra accesoria son los siguientes”.

**Tabla 5**

*Ubicación de BMs*

Ubicación de BMS
------------------

Nombre de BM	Cota compensada (m)		Progresiva
TR.09-8	267.8332	Hito poligonal lado izquierdo a 6.00 m.	05+127.00
BM 25.500	265.4340	Letrero señalización lado izquierdo a 8.50 m.	05+380.00

“Los puntos de referencia y BMs perteneces a la red Principal del proyecto y están enlazados a la red de nivelación del IGN”.

### **Estudio hidrológico**

“El objetivo principal del este capítulo es determinar parámetros hidrológicos para los diseños de obras hidráulicos, a partir de la información obtenida en el reconocimiento de campo de la zona del estudio y la información meteorológica recopilada”.

### **Información Utilizada.**

“*Cartografía.* La información cartográfica básica para el desarrollo del estudio corresponde a las cartas nacionales editadas por el Instituto Geográfico Nacional (IGN), a escalas 1: 100,000 siendo la siguiente”:

**Tabla 6**

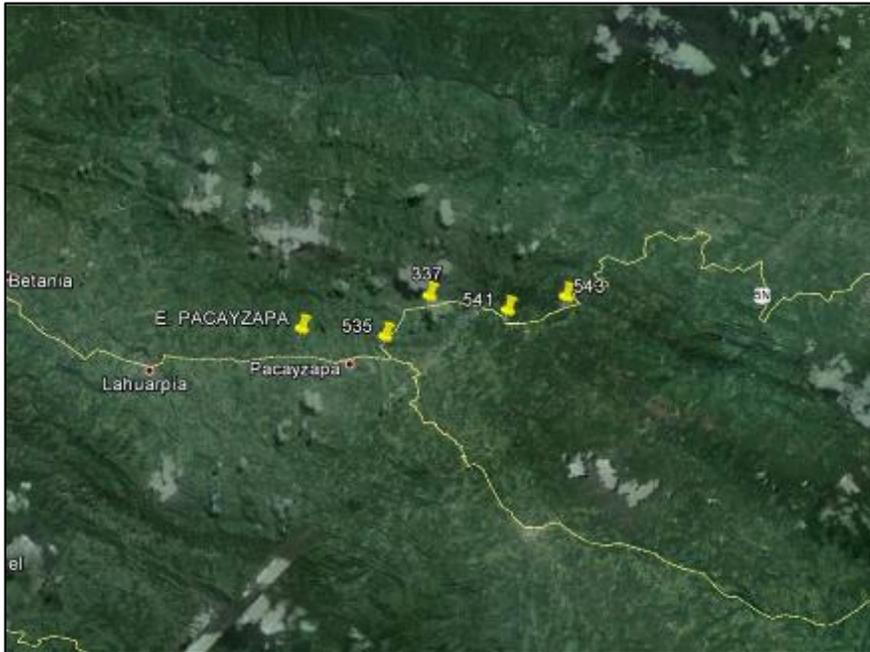
*Información cartográfica utilizada*

Denominación	Hoja	Escala	Entidad
13-J	Huasahua si	1: 100 000	IGN

“*Pluviometría.* Las estaciones pluviométricas localizadas en la zona de estudio o cercana a ella son administrados por el Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI). En la **Figura 7** se muestra la ubicación de la estación encontrada”.

**Figura 6**

*Ubicación de la Estación Pluviométrica Huasahuasi*



“Al no existir en el área de estudio registradores continuos de precipitación (pluviógrafos), para determinar la intensidad de la tormenta de diseño se utilizará los registros de precipitación máxima en 24 horas de las estaciones pluviométricas cercanas a la zona del proyecto. En la Tabla 7 se muestran las características de la estación del sector”.

**Tabla 7**

*Estación pluviométrica*

Estación	Altitud msnm	Latitud	longitud	Periodo de registro
----------	-----------------	---------	----------	---------------------

Huasahuasi	2731	6°15	76°46	1964-2002, 2006- 2013
------------	------	------	-------	-----------------------------

“Análisis de la Información Pluviométrica. Para este estudio, se consideró el uso de la estación Huasahuasi cuyos registros se presentan a continuación”:

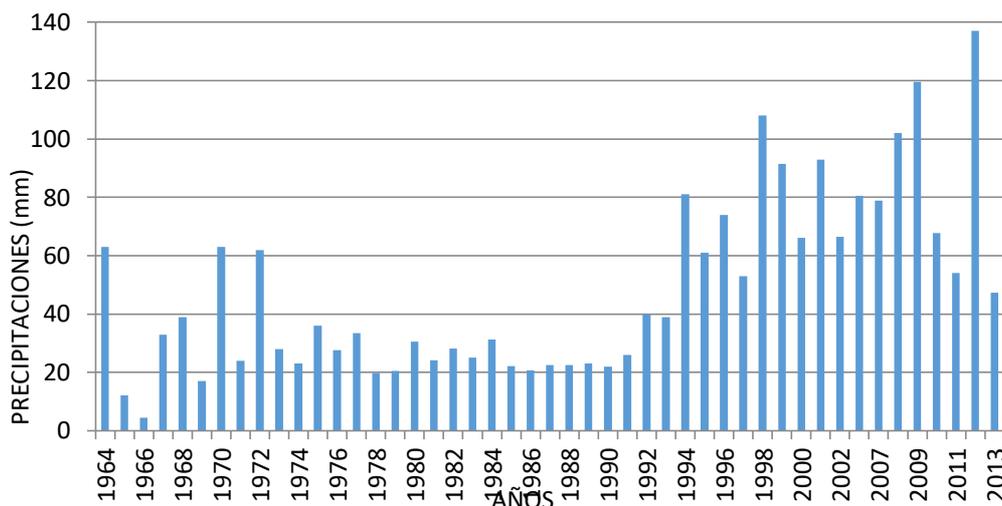
**Tabla 8**

*Información de las estaciones Huasahuasi en mm*

Años	Pmax 24h	Años	Pmax 24h
1964	63.00	1988	22.60
1965	12.20	1989	23.00
1966	4.40	1990	22.00
1967	33.00	1991	26.00
1968	39.00	1992	40.00
1969	17.00	1993	39.00
1970	63.00	1994	81.00
1971	24.00	1995	61.00
1972	62.00	1996	74.00
1973	28.00	1997	53.00
1974	23.00	1998	108.00
1975	36.00	1999	91.40
1976	27.70	2000	66.20

Años	Pmax 24h	Años	Pmax 24h
1977	33.50	2001	92.90
1978	19.80	2002	66.50
1979	20.50	2006	80.50
1980	30.50	2007	78.90
1981	24.20	2008	102.10
1982	28.20	2009	119.50
1983	25.10	2010	67.80
1984	31.30	2011	54.10
1985	22.20	2012	137.10
1986	20.60	2013	47.30
1987	22.60		

“En la **Figura 8**, se muestran los Histogramas de Precipitaciones Máximas en 24 horas anuales”.

**Figura 7***Histograma de Precipitaciones*

“Análisis de Frecuencia de la Precipitación Máxima. Con la precipitación máxima anual correspondiente a la estación Huasahuasi, se efectuó el análisis de frecuencia con el software Hydrognomon versión 4 para las funciones de distribución Normal, Log Normal, Pearson III, Log Pearson III y Gumbel. Se realizó la prueba de bondad de Kolgomorov-Smirnov, para seleccionar la distribución de mejor ajuste a la distribución teórica, dando como resultado la más apropiada la distribución “Pearson III”. Los resultados se observan en la Tabla 9”.

**Tabla 9***Datos de análisis de frecuencia*

Método	a=1%	a=5%	a=10%	Attained a	DMax
Normal	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	14.34%	0.1666
LogNormal	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	42.91%	0.1267
Pearson III	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	56.49%	0.1140
Log Pearson III	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	60.34%	0.1106

EV1-Max (Gumbel)	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	47.47%	0.1222
---------------------	--------	--------	--------	--------	--------

“Corrección por intervalo fijo de observación. L.L. Weiss en base a un estudio de miles de estaciones-año de datos de lluvia encontró que los resultados de un análisis probabilístico llevado a cabo con lluvias máximas anuales tomadas en un único y fijo intervalo de observación, para cualquier duración comprendida entre 1 y 24 horas, al ser incrementadas en un 13% conducían a magnitudes más aproximadas a las obtenidas en el análisis basado en lluvias verdaderas”.

“De acuerdo a lo anterior, el valor de las lluvias máximas es multiplicado por 1.13 para ajustarlo por intervalo fijo y único de observación. Este análisis se muestra en la Tabla 10”.

**Tabla 10**

*Correcciones aplicadas*

Tr	Pmax en (mm)	
	(1)	(2)
500	400.71	452.80
140	265.93	300.50
100	237.13	267.96
71	210.32	237.66
50	185.28	209.37
35	162.10	183.17
25	142.17	160.66

10	96.21	108.72
5	68.14	77.00
3	50.27	56.80
2	37.22	42.06

Nota: (1) = Sin corrección, (2) = Con corrección.

“Intensidades de lluvia. La estación de lluvia ubicada en la zona, no cuentan con registros pluviográficos que permitan obtener las intensidades máximas. Para poder estimarlas se recurrió al principio conceptual, referente a que los valores extremos de lluvias de alta intensidad y corta duración aparecen, en el mayor de los casos, marginalmente dependientes de la localización geográfica, con base en el hecho de que estos eventos de lluvia están asociados con celdas atmosféricas las cuales tienen propiedades físicas similares en la mayor parte del mundo”.

“Existen varios modelos para estimar la intensidad a partir de la precipitación máxima en 24 horas. Uno de ellos es el modelo de Frederick Bell que permite calcular la lluvia máxima en función del período de retorno, la duración de la tormenta en minutos y la precipitación máxima de una hora de duración y periodo de retorno de 10 años. La expresión es la siguiente”:

$$P_t^T = (0.21 \log_e T + 0.52) (0.54 t^{0.25} - 0.50) P_{60}^{10}$$

Dónde:

t = duración en minutos

T = periodo de retorno en años

$P_t^T$  = precipitación caída en t minutos con periodo de retorno de T años

$P_{60}^{10}$  = precipitación caída en 60 minutos con periodo de retorno de 10 años

“El valor de  $P_{60}^{10}$ , puede ser calculado a partir del modelo de Yance Tueros, que estima la intensidad máxima horaria a partir de la precipitación máxima en 24 horas”.

$$I = aP_{24}^b$$

I= intensidad máxima en mm/h

a, b= parámetros del modelo; 0.4602, 0.876, respectivamente.

P<sub>24</sub>= precipitación máxima en 24 horas

Las curvas de intensidad-duración-frecuencia, se han calculado indirectamente, mediante la siguiente relación:

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

Dónde:

I = Intensidad máxima (mm/min)

K, m, n = factores característicos de la zona de estudio

T = período de retorno en años

t = duración de la precipitación equivalente al tiempo de concentración (min)

Si se toman los logaritmos de la ecuación anterior se obtiene:

$$\text{Log (I)} = \text{Log (K)} + m \text{Log (T)} - n \text{Log (t)}$$

$$\text{O bien: } Y = a_0 + a_1 X_1 + a_2 X_2$$

Dónde:

$$Y = \text{Log (I)}, \quad a_0 = \text{Log K}$$

$$X_1 = \text{Log (T)} \quad a_1 = m$$

$$X_2 = \text{Log (t)} \quad a_2 = -n$$

“Los factores de K, m, n, se obtienen a partir de las intensidades máximas calculadas anteriormente, mediante regresión múltiple”.

“Se tiene la siguiente ecuación IDF”.

$$I = \frac{228.31 * T^{0.203}}{t^{0.527}}$$

“Los resultados se muestran en las tablas del 11 al 14 y en la **Figura 9**”

**Tabla 11***Lluvias máximas (mm)*

T años	P.Max 24 horas	Duración en minutos					
		5	10	15	20	30	60
100	268.0	12.8	19.1	23.4	26.7	31.8	41.7
71	237.7	12.2	18.2	22.3	25.4	30.2	39.7
50	209.4	11.5	17.3	21.1	24.1	28.7	37.6
35	183.2	10.9	16.3	19.9	22.7	27.1	35.5
25	160.7	10.3	15.4	18.8	21.5	25.6	33.6
10	108.7	8.6	12.9	15.8	18.0	21.4	28.0
5	77.0	7.4	11.0	13.5	15.4	18.3	24.1
3	56.8	6.5	9.7	11.8	13.5	16.0	21.1
2	42.1	5.7	8.6	10.5	12.0	14.2	18.7

**Tabla 12***Intensidades máximas (mm/hora)*

T años	P.Max 24 horas	Duración en minutos					
		5	10	15	20	30	60
100	268.0	153.5	114.9	93.6	80.1	63.5	41.7
71	237.7	146.1	109.3	89.1	76.2	60.5	39.7
50	209.4	138.5	103.6	84.5	72.3	57.3	37.6
35	183.2	130.7	97.9	79.8	68.2	54.1	35.5
25	160.7	123.4	92.4	75.3	64.4	51.1	33.6
10	108.7	103.6	77.5	63.2	54.1	42.9	28.0
5	77.0	88.6	66.3	54.0	46.2	36.7	24.1
3	56.8	77.5	58.0	47.3	40.4	32.1	21.1
2	42.1	68.7	51.4	41.9	35.9	28.4	18.7

**Tabla 13***Resultado del análisis de regresión*

Constante	2.1864328		Log K= 2.1864	K= 153.6
	7			1
Err. estándar de est.Y	0.0197562			m= 0.203
	5			
R cuadrada	0.9921719			n= 0.527
	2			
Núm. de observaciones	54		l=	<u>153.61 T<sup>0.203</sup></u>
Grado de libertad	51		Dónde	t <sup>0.52</sup>
			:	7
Coeficiente(s) X	0.2030041	-	T= años	
	5	0.526935		
Error estándar de coef.	0.0045888	0.007849	t=	minutos
	6			

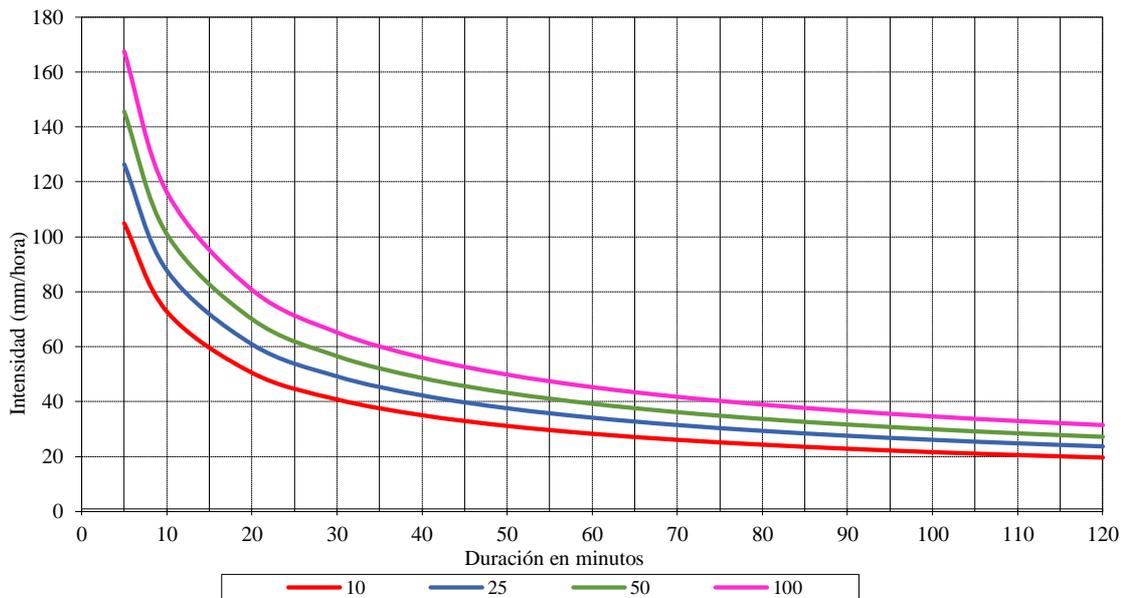
**Tabla 14***Intensidades máximas*

Duración (t) (minutos)	Período de Retorno (T) en años			
	10	25	50	100
5	104.98	126.44	145.55	167.54
10	72.86	87.76	101.01	116.28

Duración (t)  (minutos)	Período de Retorno (T) en años			
	10	25	50	100
20	50.57	60.90	70.11	80.70
30	40.84	49.19	56.62	65.18
40	35.09	42.27	48.66	56.01
50	31.20	37.58	43.26	49.79
60	28.34	34.14	39.30	45.23
70	26.13	31.47	36.23	41.70
80	24.36	29.34	33.77	38.87
90	22.89	27.57	31.74	36.53
100	21.65	26.08	30.02	34.56
110	20.59	24.80	28.55	32.87
120	19.67	23.69	27.27	31.39

**Figura 8**

*Curvas de Intensidad- Duración - Frecuencia*



### **Estudio Geológico.**

“A fin de identificar el origen del problema y determinar las características de los procesos y eventos geológicos presentes en el Sector. Para esto es esencial realizar el reconocimiento geológico, identificar la estratigrafía, geología estructural, morfología y la geodinámica externa”.

### **Geomorfología.**

“El relieve del departamento de Junín abarca zonas de sierra como de selva (Amazonía), la provincia de Tarma se encuentra ubicada en la Cuenca Hidrográfica del Río Tarma”.

“Parte del territorio de Junín se localiza fisiográficamente en la Sierra, el cual se caracteriza por ser accidentada, con valles estrechos y profundos, los relieves montañosos, presentándose además relieves inclinados, llanos y escarpados, así como abismos, laderas y altas montañas y está vinculado a los procesos tectónicos y a las modificaciones bioclimáticas que se han generado desde el inicio de su formación”.

“Durante el cenozoico y como producto de los movimientos Orogénicos Andinos, a partir de la fase peruana de Steinman (1930), se produce el retiro del mar, dando lugar al levantamiento de los andes”.

“Durante el eoceno superior, esta geoforamas de origen continental es sobre impuesta por una nueva transgresión marina proveniente del Oeste. Posteriormente como consecuencia de nuevos movimientos Orogénicos (fase incaica) se producen eventos regresivos y se establece nuevamente una sedimentación continental. Como consecuencia de la fase quechua (fase con mayor repercusión en el área), se produce el retiro del mar, dando lugar a una sedimentación continental. Como resultado de las secuencias de estos movimientos Orogénicos, las unidades precedentes a este periodo han sido levantadas y fuertemente disectadas”.

“Los rasgos morfológicos que se encuentran en el área de estudio se caracteriza por su topográfica accidentado y la variedad de caracteres físico geográficos y geomorfológicos, resultan acentuados y la más accidentada e intrincada del Perú”.

“De los rasgos morfológicos que se observan en la zona se detalla y describe los rasgos fisiográficos más importantes, analizando las implicancias geomorfológicas de los diversos aspectos del relieve, como pendiente, magnitud, litología, intensidad erosiva, estabilidad, especialmente en lo que concierne a la seguridad de las obras a ejecutar”.

“Los rasgos geomorfológicos más importante que se observan en la zona de estudio son: cordillera oriental de los Andes del Perú, glaciares, Valles interandinos o cuencas de la vertiente del Atlántico, planicies o superficie puna, terrazas, y otros rasgos propios de la zona”.

***Cordillera Oriental De Los Andes:*** “La cadena andina es un ejemplo de la orogenia continental como resultado de la subducción de una placa oceánica, la de Nazca, debajo de la placa continental, la Sudamericana (Jaillard et al., 2002). El área de estudio pertenece a la cresta central de la cordillera oriental de los andes peruanos”.

“La interacción entre la placa de Nazca y la placa sudamericana originó el desarrollo de la cadena andina, y se reconoce en los andes (según Dalmayrac et al., 1988) las siguientes unidades morfoestructurales fundamentales en forma de franjas paralelas al litoral de la costa peruana del oeste al este. La zona de subducción, la zona

costanera, la cordillera occidental, la zona inter cordillerana, la cordillera oriental, y la zona sub andina”.

“El lado occidental, en el límite con Lima, la cordillera presenta cumbres escarpadas cubiertas de nieve. El paisaje se prolonga hacia el este con valles glaciares de gran altitud y altas mesetas, hasta cambiar definitivamente al descender de los Andes, para dar paso a la ceja de selva”.

**Glaciares:** “Modelado de la cordillera por acción de los glaciares, se observan formas de “U” de valles o circos glaciares y depósitos morrénicos”.

“Los glaciares, preservan las huellas de antiguas condiciones climáticas extremadamente frías, cuando las nieves cubrían los sistemas de las partes altas de la cordillera de los andes desde los 3.700 msnm”.

**Valles Interandinos:** “La Cuenca Hidrográfica del Río Tarma- Río Palcamayo presenta altitudes que van de 4400 hasta 1500m.s.n.m, la característica principal de zona, es la presencia de valles conformado por terrazas aluviales y coluviales de baja pendiente que se pueden observar a lo largo del río Palcamayo”.

“El río Palcamayo forma parte de los valles interandinos o depresiones tectónicas, que conforman las cuencas del Atlántico. En estas áreas se han instalado los principales sistemas aluviales depositados por los ríos, existentes en la actualidad. En general, se encuentran modelados por la dinámica de los ríos al ser depresiones que se originaron con la actividad erosiva de un río o un glaciar. Su forma esta predeterminada por la capacidad que tengan los ríos para transformar el relieve; ellos, con su acción, generan procesos de arranque y depósito de materiales (agua, tierra, arena, limo y rocas) provenientes de las cordilleras. Las principales cuencas que existen son: la cuenca del río Tarma, cuenca del río Palcamayo”.

**Terrazas altas.** “Constituyen una unidad morfológica que se encuentran en las márgenes de ríos y en algunas quebradas de la zona, con afluencia en ríos que forman parte de la gran cuenca de la vertiente del Atlántico como es el caso del río Tarma, río Palcamayo”.

“Esta unidad comprende los diferentes niveles de terrazas antiguas, se caracterizan por presentar una topografía esencialmente ondulada, con pendientes variables, así como por sus suaves ondulaciones y disecciones espaciadas pero profundas, resultado de una mayor intensidad y duración en la actividad erosiva”.

“El suelo de estas terrazas está conformado por una composición litológica de origen Fluvial, coluvial y aluvial, está caracterizada por presentar areniscas, material limo arcilloso, así como sedimentos areno arcillosos y aglomerados y depósitos de travertinos compacto a consolidados”:

- **Formación Chambará (Tr-ch):** “Estos afloramientos sobre yacen concordantes al Grupo Mitu, registrándose un cambio de facies de continental a marina, Se caracterizan por presentar, los afloramientos cuya base se compone de lutitas rojas y amarillas intercaladas con calizas amarillentas y grises interestratificadas con margas y dolomita, se hallan alternando con calizas masivas que contienen nódulos con sílex. Las mejores exposiciones se hallan al NO de Huancayo en el paraje Silla - Alata, ubicado a 2.5 Km. al NE de Chambará, entre Pasos y Mullaca”.

“En la zona de estudio se puede observar estos estratos sedimentarios en el tramo de Palcamayo a San Pedro de cajas”.

*“Edad y correlación.* La Formación Chambará está constituida por facies de continental a marina, desarrollado en el Triásico Superior”.

- **Formación Aramachay (J-a):** “Estos estratos están constituidos por caliza bioclástica, que nos indican un ambiente marino de aguas poco profundas, que permitió la proliferación de abundante vida bentónica”.

“En la zona de estudio estos estratos se encuentran al NE y al Sur del distrito de San Pedro de cajas y está conformado dos franjas delgadas que se extienden de noroeste a sur- Este y de este a oeste y presentan estratificación delgada a media”.

*“Edad y correlación.* La Formación Aramachay está constituida por facies de origen marino, desarrollado en el Jurásico inferior”.

- **Formación Condorsinga (J-C):** “El inferior constituido por calizas y areniscas calcáreas en el área de estudio se encuentran afloramientos en el distrito de San Pedro de Cajas”.

“En el cuadrángulo de Huancayo, también se encuentran afloramientos de la formación Condorsinga, que se encuentra en el área de Jatunhuasi, a 10 Km. al Oeste del borde Noroccidental del Cuadrángulo de Huancayo, aquí el contenido fosilífero es

numeroso, generalmente silicificado. la facies de ésta formación es nerítica, su formación se dio en un mar poco profundo”.

*“Edad y correlación:* La Formación Condorsinga, a la cual A. Pardo le atribuye una edad comprendida entre el Sinemuriano superior y Toarciano superior y llegando probablemente al Aaleniano inferior”.

- **Formación Chulec (Ki-Ch):** “Se distingue claramente por su constitución litológica de calizas, margas beiges cremas a grises, que ocurren en estratos delgados de 5 a 30 cm. de grosor; usualmente están intercaladas con capas gruesas de limo arcillitas grises a gris verdosas con meteorización a modo de nódulos algo redondeados e irregulares; las superficies de estratificación son onduladas, hacia la parte superior las calizas pueden ser tabulares en estratos delgados”.

“La secuencia Chulec es diferenciable por su coloración crema en superficie y por su menor resistencia a la erosión, en general la estratificación es paralela”.

*“Edad y correlación.* la Formación Chulec, se le atribuye una edad Mezosoica del cretácico inferior”.

- **Depósitos Cuaternarios Antiguos:** “Depósitos antiguos deformados (Q-p), Estos depósitos están localizados en las partes bajas de la ladera los cerros, se muestran en forma aglomeradica por deformación de estratos calcáreos, estos depósitos se encuentran en algunos sectores formando terrazas. En la zona de estudio se localizan en el distrito de San Pedro de Cajas”.

“En el abra de Huaytapallana Km. 24+000 se encuentra una estación sismológica de IGP”.

“Se presenta la relación de sismos históricos de mayor intensidad de la zona de estudio de la Carretera Acobamba-Palcamayo- San Pedro de Cajas-Condorín”.

**Figura 9***Sismos históricos de mayor intensidad Fuente: Instituto Geofísico del Perú*

<b>RELACION SÍSMICA DE LA ZONA DE LA CARRETERA ACOBAMBA-PALCAMAYO- SAN PEDRO DE CAJAS- CONDORIN</b>						
<b>Nº</b>	<b>LUGAR</b>	<b>FECHA</b>				<b>INTENSIDAD M.M.</b>
		<b>AÑO</b>	<b>MES</b>	<b>DIA</b>	<b>HORA</b>	
01	Satipo (Junín)	1839	07	05	00:30:00	VII
02	Huancayo	1948	11	06	17:30	III
03	Jauja	1949	01	07	07:00	V
04	Tarma	1949	07	25	5:45	V
05	Tarma	1949	11	03	22:15	II
06	Huancayo	1949	11	20	04:43	V
07	Tarma	1949	11	21	05:45	III
08	Jauja	1950	04	30	18:21	VI
09	Huancayo	1950	04	30	18:21	VI
10	Tarma	1950	05	12	04:52	III
11	Jauja	1950	05	12	04:52	III
12	Jauja	1951	05	10	09:50	V
13	Chanchamayo	1952	02	09	04:13	III
14	Cerro de Pasco	1952	02	09	04:13	III
15	Huancayo	1953	06	30	01:15	V
16	Jauja	1953	06	30	01:15	V
17	Pampas	1953	06	30	01:15	V
18	Tarma	1954	05	18	05:11	V
19	Huancayo	1954	05	18	05:11	V
20	Andamarca	1954	06	01	20:32	VI
21	Pariahuanca	1969	07	24	02:59	V
22	Pariahuanca	1969	10	01	05:05	VI
23	Huancayo	1974	04	09	07:26	V
24	Acobamba	1977	07	25	17:05	V

**Hidrografía.** “La red hidrográfica en la superficie de la zona estudiada forma parte de la cuenca hidrográfica del río Tarma que está constituida por ríos mayores que reúnen el agua de cuencas hidrográficas menores”.

“El Río Palcamayo, afluente del Río Tarma, forman parte de la vertiente oriental de la Cordillera de los Andes. Estos ríos constituyen fuentes permanentes de aporte de agua, producto de las fuertes precipitaciones pluviales que se producen en la región, las cuales varían a lo largo del año, siendo la época de mayor caudal entre los meses de diciembre a mayo en coincidencia con la intensidad de las precipitaciones”.

### **Figura 10**

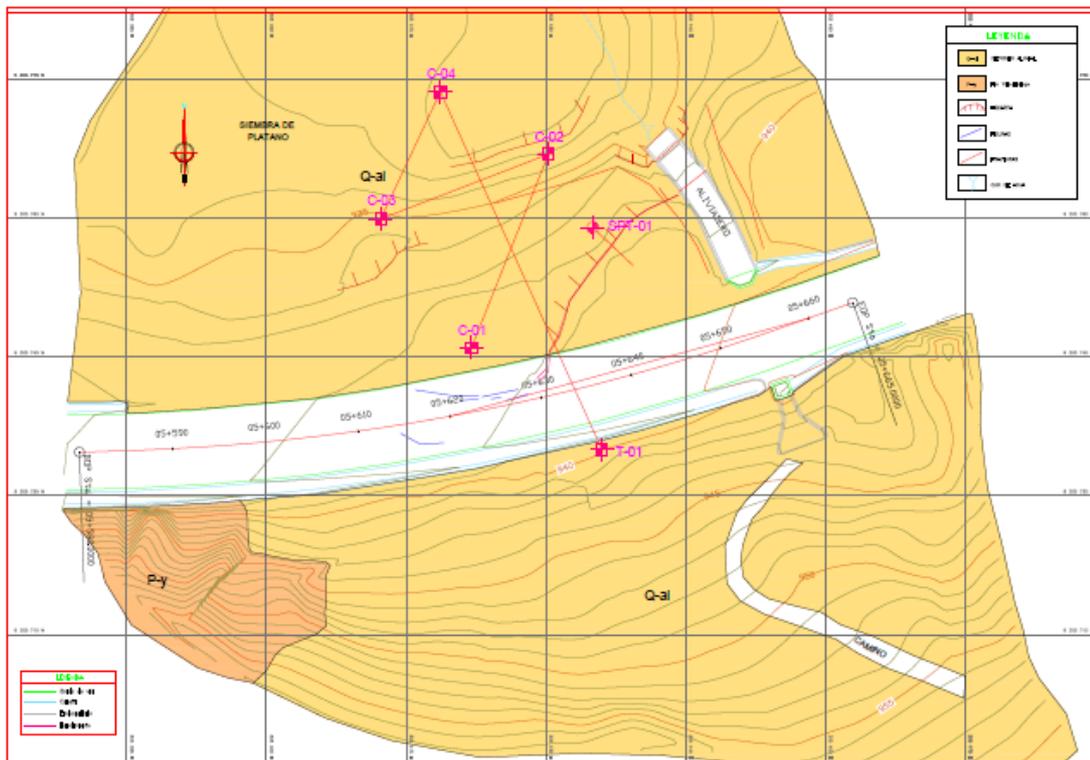
*Geología Local del Sector KM 05+595 – KM 05+650*



“El sector presenta una topografía de pendiente moderada a suave, se encuentra a media ladera. Su litología comprende de suelos coluviales compuesta de gravas, arena y limos con matriz de arena limosa inconsolidados con tonalidades pardo suave, angulosos y subangulosos”.

**Figura 11**

*Geología Local del sector crítico*



**Litoestratigrafía Local del Sector KM 05+595 – Km 05+650.**

“La Litoestratigrafía del sector en estudio está compuesta por los siguientes materiales”:

**Depósitos  
Coluviales**

**Q-co**

Gravas, arenas con matriz de arena limosa de tonalidad pardo inconsolidado, fragmentos heterogéneos de roca alterada, de diámetro promedio de 3-8 cm, sub angulosos. Bloques y caídos de diámetro promedio de 0.3 a 1 m.

**Geodinámica Local del Sector KM 05+595 – KM 05+650**

“Se observa hundimiento de 25 cm promedio a lo largo de la fisura semicircular, la fisura evidencia la formación de falla de media luna (Km 05+580 – Km 05+640). Fracturamiento de la cuneta y flujos de agua (ojo de agua) a la altura del Km 05+300, en el Km 05+445 se tiene una alcantarilla fracturada y hundida”.

“El Problema geodinámica se debe a las precipitaciones pluviales, filtración de agua (ojo de agua) y la erosión por escorrentías, ambos contribuyen a la saturación y sobrecarga del terreno, disminuyendo su resistencia al esfuerzo cortante, generando deslizamiento progresivo por la migración de finos, conjunto al deslizamiento se evidencia hundimiento de la plataforma”.

“Durante la temporada de lluvia aumenta progresivamente la inestabilidad del sector, originando deslizamientos”.

### **Estudio Geotécnico.**

“A fin de: realizar las investigaciones y ensayos necesarios para definir, de ser necesario, los modelos geológicos/geotécnicos de los fenómenos geodinámicos que afectan el sector en estudio. Así como alcanzar las recomendaciones pertinentes para la mitigación de los efectos de los fenómenos geodinámicos mediante obras de estabilización”.

#### ***Exploraciones mediante calicatas.***

“Para la etapa de investigación en campo se realizaron exploraciones mediante excavación de calicatas y/o trincheras en las áreas de interés y en las afectadas por los fenómenos geodinámicos”.

#### ***Ensayo de Penetración estándar (SPT).***

“Con la finalidad de conocer el perfil estratigráfico y las características geotécnicas del terreno, determinando las propiedades de resistencia de los suelos atravesados durante la perforación”.

“Para el desarrollo de los trabajos se utilizó una perforadora portátil, el personal por guardia de perforación estuvo conformado por: un (1) técnico de perforación, cuatro (4) ayudantes y un (1) supervisor de los ensayos”.

“El ensayo de penetración estándar (SPT) es el método de ensayo in-situ ampliamente usado para determinar las condiciones de compresibilidad y resistencia de los suelos. Este ensayo permite medir la resistencia a la penetración de un muestreador y al mismo tiempo permite obtener muestras para ser ensayadas en el laboratorio”.

“El procedimiento del SPT está indicado en la norma ASTM D-1586. Este ensayo consiste en hincar sobre el suelo un muestreador de caña partida cuya parte inferior está unida a un anillo cortante o zapata, y la parte superior a una válvula y pieza de conexión a la línea de perforación. El muestreador tiene un diámetro externo de 51 mm y un diámetro interno de 35 mm. Para el hincado se utiliza un martillo de 63,50 kg de peso que se deja caer libremente desde una altura de 76 mm. La longitud de hincado es de 450 mm en tres intervalos de 150 mm. Se cuenta el número de golpes “N” necesarios para penetrar cada 150 mm y se descarta el primer tramo por encontrarse en material disturbado”.

“El valor de N es un número adimensional que indica el número de golpes por pie de penetración, es un indicativo, que usando tablas predeterminadas por experiencia se asocian con los valores de consistencia y densidades, ángulo de fricción interna entre partículas, factores de carga y presiones necesarias para producir asentamientos”.

“En el **Anexo I – Registro de Exploraciones/Ensayo SPT**, se presenta el registro de la perforación”.

### **Sismicidad.**

“Dentro del territorio peruano se ha establecido diversas zonas sísmicas, las cuales presentan diferentes características de acuerdo a la mayor o menor presencia de los sismos, Según el mapa de zonificación sísmica”.

“En el Perú se utilizan los mapas de isoaceleraciones sísmicas publicados por Alva y Castillo en 1985, según la NTP E030 el factor de zonificación sísmica es 0.35”.

### **Evaluación Geotécnica.**

“Los objetivos principales del Estudio Geotécnico son”:

“Realizar las investigaciones y ensayos necesarios para definir, de ser necesario, los modelos geológicos/geotécnicos de los fenómenos geodinámicos que afectan el sector en estudio”.

“Alcanzar las recomendaciones pertinentes para la mitigación de los efectos de los fenómenos geodinámicos mediante obras de estabilización.

**Investigación Geotécnica.** “En base a la información recopilada: Levantamiento topográfico, Mapeo geológico, exploraciones geotécnicas (calicatas), estudios de peligro sísmico, se desarrolló un resumen con toda la data recopilada con la cual se planificó las investigaciones de campo con la finalidad de establecer las características geotécnicas de los materiales del sector donde se proyectará las soluciones adecuadas, estructuras de contención y estabilización”.

**Investigaciones de Campo.** “El plan geotécnico consistió en el levantamiento topográfico al detalle, levantamiento geológico e investigaciones de campo directas por medio de ocho excavaciones a cielo abierto (calicatas) y una SPT de 5.00 metros de profundidad”.

“Con la finalidad de identificar y realizar la evaluación geotécnica de los materiales del sector se llevó a cabo un programa de exploración de campo correspondiente a la ejecución de 08 calicatas y un SPT de 5.00 metros de profundidad”.

“En la Tabla 15 se presentan, las características de las calicatas efectuadas y los perfiles estratigráficos se encuentran en el **Anexo II – Registro de Investigaciones de Campo**”.

**Exploraciones mediante calicatas.** “En total se ejecutaron 05 calicatas en el talud superior y 01 calicata (C-06) en el talud inferior, las calicatas fueron realizadas con medios manuales. Este sistema de excavación “calicatas o pozos de excavación” a cielo abierto es el más práctico, cuando las condiciones del suelo lo permiten, para conocer las principales características del subsuelo y evaluar directamente los diferentes estratos al estado natural. Las calicatas C-01, C-02, C-03, C-04, C-05 y C-06 han sido ejecutadas en la zona de estudio”.

**Tabla 15**

*“Resumen de exploraciones geotécnicas ejecutadas”*

Punto de Investigación	Coordenada E	Coordenada N	Tipo de Investigación	de	Profundidad (m)	Nivel Freático(m)
C1	305422	9305746	Excavación	de	2.90	NP
C2	305430	9305767	Excavación	de	1.90	NP
C3	305412	9305760	Excavación	de	1.10	NP
C4	305419	9305794	Excavación	de	2.00	NP
C5	305421	9305812	Excavación	de	2.00	NP
C6	305436	9305735	Excavación	de	2.00	NP

***Ensayo de Penetración estándar (SPT).*** “Con la finalidad de conocer el perfil estratigráfico y las características geotécnicas del terreno, determinando las propiedades de resistencia de los suelos atravesados durante la perforación”.

“Para el desarrollo de los trabajos se utilizó una perforadora portátil, el personal por guardia de perforación estuvo conformado por: un (1) técnico de perforación, tres (3) ayudantes y un (1) supervisor de los ensayos”.

“En la siguiente tabla se presenta un resumen de los sondeos realizados en el área de la cimentación”:

**Tabla 16***Resumen del ensayo SPT*

Sondeo	Profundidad (m)	Nivel		coordenadas	
		Freático (m)		Norte	Este
SPT - 01	5.50	NSO		9305759	305435

“El ensayo de penetración estándar (SPT) es el método de ensayo in-situ ampliamente usado para determinar las condiciones de compresibilidad y resistencia de los suelos. Este ensayo permite medir la resistencia a la penetración de un muestreador y al mismo tiempo permite obtener muestras para ser ensayadas en el laboratorio”.

“El procedimiento del SPT está indicado en la norma ASTM D-1586. Este ensayo consiste en hincar sobre el suelo un muestreador de caña partida cuya parte inferior está unida a un anillo cortante o zapata, y la parte superior a una válvula y pieza de conexión a la línea de perforación. El muestreador tiene un diámetro interno de 51 mm y un diámetro interno de 35 mm. Para el hincado se utiliza un martillo de 63,50 kg de peso que se deja caer libremente desde una altura de 76 mm. La longitud de hincado es de 450 mm en tres intervalos de 150 mm. Se cuenta el número de golpes “N” necesarios para penetrar cada 150 mm y se descarta el primer tramo por encontrarse en material disturbado”.

“El valor de N es un número adimensional que indica el número de golpes por pie de penetración, es un indicativo, que usando tablas predeterminadas por experiencia se asocian con los valores de consistencia y densidades, ángulo de fricción interna entre partículas, factores de carga y presiones necesarias para producir asentamientos”.

“En la siguiente tabla se presenta un resumen del ensayo realizado”.

**Tabla 17***Resumen de los ensayos en el sondeo SPT – 01*

Profundidad del ensayo (m)	Nº de golpes por cada 6"	Valor de "N"
1,00 – 1,45	14 – 14 – 14	14
2,00 – 2,45	9 – 9 – 9	9
3,00 – 3,45	10 – 10 – 10	10
4,00 – 4,45	15 – 15 – 15	15
5,00 – 5,45	35 – 35 – 35	35

(\*) NN: número superior de 100 golpes.

“En el **Anexo I** – Registro de Exploraciones/Ensayo SPT, se presenta el registro de la perforación”.

**Ensayos de Laboratorio.** “Con las muestras alteradas obtenidas de las exploraciones, se realizaron ensayos estándar de clasificación de suelos y de propiedades físicas consistentes en: análisis granulométrico por tamizado, límites de Atterberg (líquido y plástico), contenido de humedad. Los ensayos se ejecutarán siguiendo las normas de la American Society For Testing and Materials (ASTM). Las normas para estos ensayos son las siguientes”:

Análisis granulométrico por tamizado	ASTM D-422
Límites de Atterberg	ASTM D-4318
Contenido de Humedad	ASTM D-2216
Clasificación SUCS.	ASTM D-2487
Corte directo	ASTM D 3080-04

**Tabla 18***Ensayos de laboratorio*

Calicata	Muestra	Prof. (m)	Material que pasa				LL	IP	Clasificación		%w
			N°4	N°10	N°40	N°200			SUCS	AASTHO	
C - 1	M-1	0.00-1.50	100.0	96.7	61.6	17.2	NP	NP	SM	A-2-4 (0)	19.2
	M-2	1.50-2.90	100.0	97.4	69.9	35.9	33.87	15.89	SC	A-2-6 (1)	20.4
C - 2	M-1	0.00-0.90	83.4	75.0	51.1	21.0	NP	NP	SM	A-2-4 (0)	13.3
	M-2	0.90-1.90	80.9	67.5	45.2	36.1	38.82	17.68	SC	A-6 (2)	15.9
C - 3	M-1	0.00-1.10	71.6	65.4	41.4	33.9	28.92	NP	SM	A-2-4 (0)	14.1
C - 4	M-1	0.00-2.00	92.2	79.6	46.5	37.0	35.62	4.31	SC- SM	A-4 (0)	27.1
C - 5	M-1	0.00-0.80	90.9	82.1	46.8	36.1	32.43	NP	SM	A-4 (0)	11.1
	M-2	0.80-2.00	88.0	77.2	49.7	40.1	37.15	16.95	SC	A-6 (3)	19.2
C - 6	M-1	0.00-2.00	92.8	82.4	54.2	40.8	37.15	12.89	SC	A-6 (2)	19.6

**Tabla 19**

*Resumen de los ensayos estándar de clasificación de suelos*

SPT	Muestra	Prof. (m)	% Humedad natural	% de material que pasa				Limite liquido	Limite plástico	Índice plástico	Clasificación			
				N°4	N°10	N°40	N°200				SUCS	AASHTO		
SPT-01	M-1	1.00	–	15.3	100.0	98.2	91.0	31.9	NP	NP	NP	SM	A-2-4	0
		3.00	–											
SPT-01	M-2	3.00	–	17.5	95.4	78.7	57.1	36.9	28.48	22.57	5.91	SC-SM	A-4	0
		5.50	–											
SPT-02	M-1	1.00	–	11.0	00.0	2.4	5.3	7.8	28.12	22.92	5.20			
		2.00	–											
SPT-02	M-2	2.00	–	14.9	9.1	73.7	4.5	2.9	NP	NP	NP			
		6.00	–											

---

M-3	6.00 8.10	-	12.4	9.7	6.3	4.4	1.0	NP	NP	NP
-----	--------------	---	------	-----	-----	-----	-----	----	----	----

---

*L.L.: Límite líquido, L.P.: Límite plástico, I.P.: Índice de Plástico C.H.: Contenido de humedad*

“Los resultados de los ensayos de laboratorio se muestran en el **Anexo III – Ensayos de Campo y Laboratorio**”.

**Tabla 20**

*Ensayos de laboratorio especiales*

Calicata /trinchera	Muestra	Prof. (m)	Clasificación SUCS	Angulo de fricción $\phi$ (°)	cohesión C (Kg/cm <sup>2</sup> )
C - 6	M-1	0.00-2.00	SC	12.24	0.0088

**Sismicidad.** “Dentro del territorio peruano se ha establecido diversas zonas sísmicas, las cuales presentan diferentes características de acuerdo a la mayor o menor presencia de los sismos, Según el mapa de zonificación sísmica”.

“En el Perú se utilizan los mapas de isoaceleraciones sísmicas publicados por Alva y Castillo en 1985, las cuales varían entre valores de 0.26 y 0.28 en la zona del proyecto, disminuyendo conforme se avanza hacia el Este”.

“Para el presente informe se opta por utilizar un coeficiente de aceleración sísmica de 0.15 g correspondiente al 54% del a aceleración de la zona de estudio (0.28g)”.

#### **Estudio de suelos, canteras, DME y fuentes de agua**

**Canteras.** “La ubicación de canteras es tan importante para la construcción de la carretera, por ello es que en el estudio de canteras se han ubicado materiales aparentes para el empleo en los diferentes usos que se proyectarán en el presente Estudio”

“Para las canteras del presente sector se están indicando las más cercanas y con características que cumplan los requisitos necesarios para el préstamo de materiales que serán utilizados en la ejecución de los diferentes servicios. De ésta

manera, se ha realizado una previsión de las cantidades necesarias de material para cada servicio obteniendo los volúmenes totales de préstamo necesarios”.

“Los tipos de obras a ejecutar en el proyecto se basan principalmente en”:

- “Muro Cabezal de Concreto Armado”.
- “Demolición y Reconstrucción del pavimento”.
- “Reconformación de terraplén”.
- “Demolición de cabezal existente”.
- “Zanjas secundarias de concreto”.
- “Barrera de Seguridad”.

“Las canteras ubicadas para el presente estudio son las siguientes”:

CANTERA N°1	:	Cantera Santa Elena
UBICACIÓN	:	km 08+000 Carretera Acobamba - Palcamayo (Rio Tarma)
ACCESO	:	0.2 Km afirmada
TRATAMIENTO	:	Chancado y zarandeo
USOS	:	Subbase, Base, Carpeta Asfáltica y Concreto
CANTERA N°2	:	Cantera Estancia
UBICACIÓN	:	Km. 02+300(Carretera Palcamayo - Acobamba)
LD de la Carretera	:	
ACCESO	:	50 m afirmada
TRATAMIENTO	:	Zarandeo
USOS	:	Relleno

**Tabla 21***Ubicación de canteras*

Descripción	Progresiva	Ubicación	Acceso	Volumen	Materiales	Histórico
Santa Elena	Km 08+000	Izquierdo	0.200	60,000	Subbase, Base, Carpeta	Se utilizó para las obras de
Estancia	Km 02+300	Derecho	0.050	50,000	Relleno	Se utilizó para las

“Los registros de los ensayos de laboratorio se muestran en el **Anexo IV – Ensayos de Canteras y fuentes de agua**”.

**Depósito de material excedente (DME).** “Al igual que en el caso de las Canteras, se han ubicado DME’s cerca de la carretera, con características que permitan el acumulo de material excedente, sin que exista interferencia con la infraestructura vial, permitiendo la convivencia en armonía con el terreno circundante”.

**Tabla 22***Ubicación de DME.*

Progresiva (Hito)	Ubicación	Acceso	Capacidad
KM 12 + 400	LADO IZQUIERDO	316.00 m	33,616.75 m <sup>3</sup>

**Fuentes de agua.** “Las fuentes de agua serán de las quebradas cercanas, las cuales deben cumplir con las normas para ser utilizadas en las diferentes etapas de la obra. En este caso se consideró como fuente de agua, en el Km 12+400 del Tramo II: Palcamayo – Acobamba, con un acceso de 2.00 km hasta llegar al Rio Tarma. Se

aconseja tener cuidado de no contaminar las aguas al momento del llenado de las cisternas con la utilización de equipos que tengan pérdidas de combustibles y/o lubricantes”.

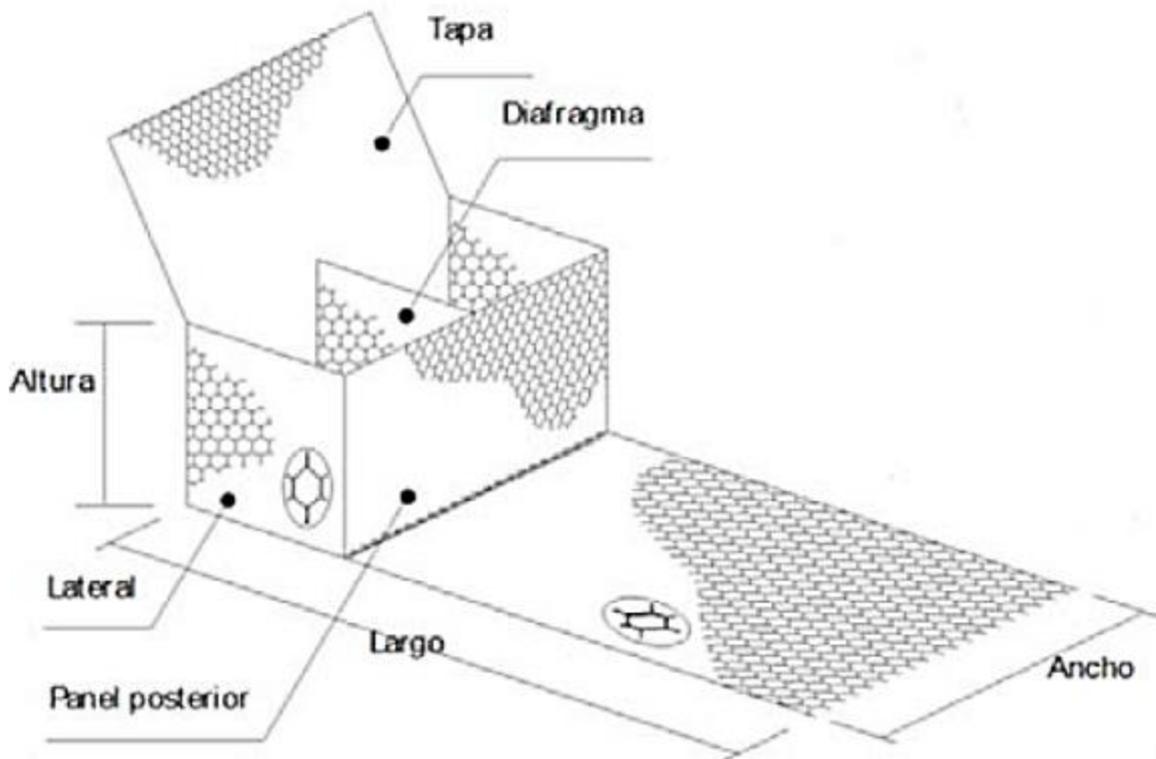
“En el **Anexo IV** – *Ensayos de canteras y Fuentes de agua*, se adjunta el ensayo de calidad de agua”.

#### **Estudio de alternativas y selección de obras.**

“*Muro de suelo reforzado como solución para deslizamiento de plataforma carretera departamental Acobamba - Palcamayo - San Pedro De Cajas – Condorin tramo KM 05+595– KM 05+650*: El sector tiene una marcada zona de inestabilidad entre las progresivas KM 05+595 al KM 05+650, sobre este sector se proyecta un muro de suelo reforzado formado por elementos estructurales: Paramento frontal y elementos de refuerzo anclados en el suelo. La **Figura 13** detalla los elementos”.

**Figura 12**

*“Fabricación de elementos a partir de un único paño de malla hexagonal a doble torsión”*

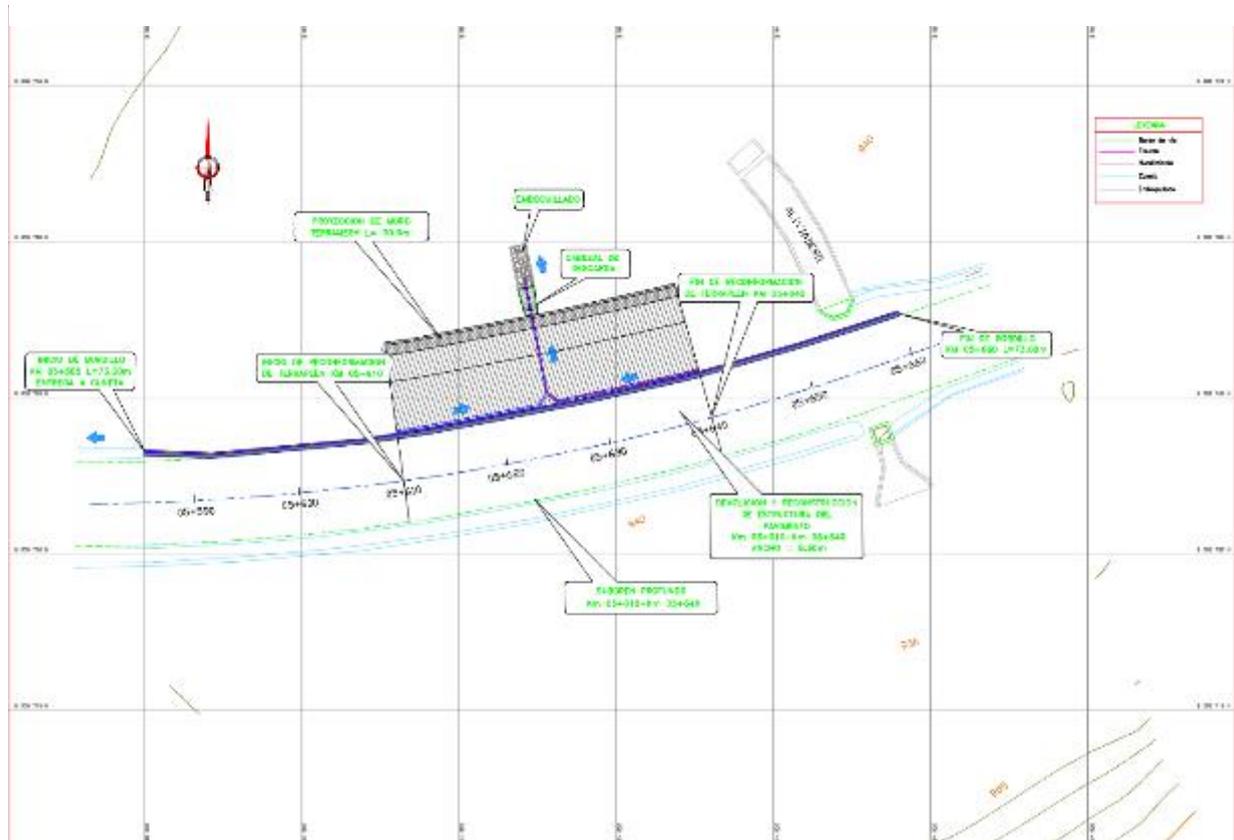


“El problema identificado entre las progresivas KM 05+250 – KM 05+940 se refiere a los deslizamientos del talud inferior, los cuales se reflejan mediante fisuras de media luna y longitudinales a lo largo de la plataforma, así como también al asentamiento de la plataforma, esto nos obliga a la proyección de obras de remediación. Las obras a proyectar en el sector serán las siguientes”:

1. “Demolición y reconstrucción de estructura de pavimento”.
2. “Bordillo de descarga del km 05+585 al km 05+660”.
3. “Reconformación del terraplén del km 05+610 al km 05+640”.

**Figura 13**

*Disposición de obras*



“En los siguientes párrafos se presentan los detalles de las obras implementadas para el sector crítico”.

**Descripción de obras a realizar.**

“*Demolición y Reconstrucción de la estructura del pavimento.* En las zonas donde las obras a proyectar involucren la zona del pavimento y/o el cambio de la geometría vial, se deberá reconstruir la estructura con los espesores con las cuales fue diseñada ya que los problemas presentados se deben a condiciones ajenas al diseño estructural”.

“Los espesores de la estructura del pavimento a utilizar serán los siguientes”:

- Carpeta asfáltica: 12.00 cm
- Base granular: 20.00 cm

- Sub base granular: 15.00 cm

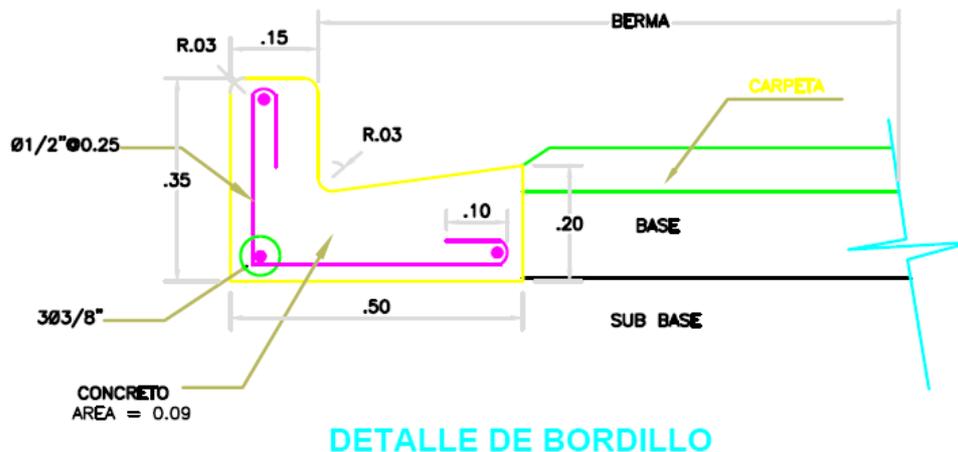
“Las progresivas de inicio y fin, así como y el ancho de plataforma a intervenir están graficados y descritos en los planos de obra. En el **Anexo V – Planos**, se adjunta los detalles de cada una de las obras proyectadas para el presente sector”.

“*Bordillo de descarga del km 05+585 al km 05+660*”

“Se proyecta bordillo lado izquierdo de la vía desde la progresiva 05+585 hasta 05+660, con una longitud de 75.00 m con el fin de captar, conducir y descargar las aguas superficiales de la vía. Las descargas de los flujos provenientes del bordillo se harán a la cuneta contigua en la progresiva 05+585”.

**Figura 14**

*Detalle de bordillo*



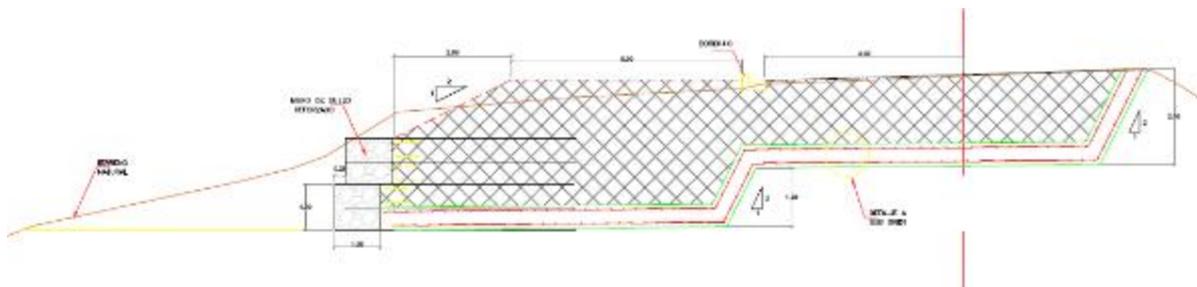
### *Reconformación de Terraplén*

“Se identificaron problemas saturación y estabilidad del talud inferior. El sector identificado se encuentra en zona de media ladera, en donde la acción del agua de lluvia sobre el hombro y cuerpo del talud inferior, que, sumados a los flujos provenientes de la carpeta asfáltica por peralte, genera la saturación de los suelos. Actualmente sobre la plataforma se observa fisuras en forma de media luna”.

“Se procederá a reconformar el hombro del talud afectado, evitando comprometer la funcionalidad de la vía la cual ya se ve afectada”.

**Figura 15**

*Sección tipo de muro Terramesh*



### 3.8 Técnicas y análisis de datos.

**Gráficos:** “Un gráfico o una representación gráfica son un tipo de representación de datos, ordinariamente numéricos, mediante recursos gráficos (líneas, vectores, superficies o símbolos), para que se presente visualmente la relación matemática o correlación estadística que guardan entre sí. También es el nombre de un conjunto de puntos que se plasman en coordenadas cartesianas y sirven para estudiar el comportamiento de un proceso o un conjunto de elementos o signos que permiten la interpretación de un fenómeno. La representación gráfica permite establecer valores que no se han obtenido experimentalmente sino mediante la interpolación (lectura entre puntos) y la extrapolación (valores fuera del intervalo experimental)”.

**Estadísticos:** “Media, moda y mediana: Son las medidas de tendencia central ampliamente usadas para describir una variable. Nos indican en donde se ubican los puntos centrales de los datos”.

## Capítulo IV:

### Resultados

#### Evaluación Geotécnica

En la *calicata C-1*, consta de 2 muestra:

“La muestra M-1 (0.00-1.50) presenta un estrato de material tipo arena de media a fina, de color marrón, media humedad y finos limosos no plásticos. Está clasificada como un SM y su contenido de humedad es de 19.20%, con Limite Liquido (LL) de NP, Limite Plástico (LP) de NP y Índice Plástico (IP) de NP”.

“La muestra M-2 (1.50-2.90) presenta un estrato de material tipo arena de media a fina, de color marrón, alta humedad y finos arcillosos plásticos. Está clasificada como un SC y su contenido de humedad es de 20.4%, con Limite Liquido (LL) de 33.87%, Limite Plástico (LP) de 17.98% y Índice Plástico (IP) de 15.89%”.

“En la *calicata C-2*, consta de 2 muestra”:

“La muestra M-1 (0.00-0.90) presenta un estrato de material tipo arena de media a fina, de color marrón, humedad media y finos limosos no plásticos. Está clasificada como un SM y su contenido de humedad es de 13.3%, con Limite Liquido (LL) de NP, Limite Plástico (LP) de NP y Índice Plástico (IP) de NP”.

“La muestra M-2 (0.90-1.90) presenta un estrato de material tipo arena de media a fina, de color marrón, humedad media y finos arcillosos plásticos; con grava, semi angular, color marrón. Está clasificada como un SC y su contenido de humedad es de 15.9%, con Limite Liquido (LL) de 38.82%, Limite Plástico (LP) de 21.14% y Índice Plástico (IP) de 17.68%”.

En la *calicata C-3*, consta de 1 muestra:

“La muestra M-1 (0.00-1.10) presenta un estrato de material tipo arena de media a fina, color marrón, humedad media y finos limosos no plásticos; con grava, sub redondeada, color marrón. Está clasificada como un SM y su contenido de humedad es de 14.10%, con Limite Liquido (LL) de 28.92%, Limite Plástico (LP) de NP y Índice Plástico (IP) de NP”.

En la *calicata C-4*, consta de 1 muestra:

“La muestra M-1 (0.00-2.00) presenta un estrato de material tipo arena de media a fina, color marrón, alta humedad y finos arcillosos plásticos. Está clasificada como un SC-SM y su contenido de humedad es de 27.10%, con Limite Liquido (LL) de 36.62%, Limite Plástico (LP) de 31.31% y Índice Plástico (IP) de 4.31%”.

. En la *calicata* C-5, consta de 2 muestra:

“La muestra M-1 (0.00-0.80) presenta un estrato de material tipo arena de media a fina, color marrón, humedad media y finos limosos no plásticos. Está clasificada como un SM y su contenido de humedad es de 11.10%, con Limite Liquido (LL) de 32.43%, Limite Plástico (LP) de NP y Índice Plástico (IP) de NP”.

“La muestra M-2 (0.80-2.00) presenta un estrato de material tipo arena de media a fina, color marrón, humedad media y finos arcillosos plásticos. Está clasificada como un SC y su contenido de humedad es de 19.20%, con Limite Liquido (LL) de 37.15%, Limite Plástico (LP) de 20.20% y Índice Plástico (IP) de 16.95%”.

En la *trinchera* C-6, consta de 1 muestra:

“La muestra M-1 (0.00-2.00) presenta un estrato de material tipo arena de media a fina, color marrón, humedad media y finos arcillosos plásticos. Está clasificada como un SC y su contenido de humedad es de 19.60%, con Limite Liquido (LL) de 37.15%, Limite Plástico (LP) de 24.26% y Índice Plástico (IP) de 12.89%.

En el *ensayo SPT - 01*, consta de 2 muestras”:

“La muestra M-1 (1.00-3.00) presenta un estrato de material tipo arena limosa de grano fino, color gris oscura, con clastos de areniscas sub angulares. Está clasificada como un SM y su contenido de humedad es de 15.30%, con Limite Liquido (LL) de NP, Limite Plástico (LP) de NP y Índice Plástico (IP) de NP”.

“La muestra M-2 (3.00-5.50) presenta un estrato de material tipo arena limosa de grano fino, color marrón grisáceo, húmeda, con gravas de color rojo. Está clasificada como un SC-SM y su contenido de humedad es de 17.5%, con Limite Liquido (LL) de 28.48%, Limite Plástico (LP) de 22.57% y Índice Plástico (IP) de 5.91%”.

“En el *ensayo SPT - 02*, consta de 3 muestras”:

- “La muestra M-1 (1.00-2.00) presenta un estrato de material tipo arena arcillosa, grano fino, color marrón rojiza. Está clasificada como un SC-SM y su

contenido de humedad es de 11.0%, con Limite Liquido (LL) de 28.12%, Limite Plástico (LP) de 22.92% y Índice Plástico (IP) de 5.20%”.

- “La muestra M-2 (2.00-6.00) presenta un estrato de material tipo arena limosa de grano fino, color marrón grisáceo, con grava de diámetro mayor a 5mm. Está clasificada como un SM y su contenido de humedad es de 14.9%, con Limite Liquido (LL) de NP, Limite Plástico (LP) de NP y Índice Plástico (IP) de NP”.

- “La muestra M-3 (6.00-8.10) presenta un estrato de material tipo grava limo-arcillosa, color marrón rojizo, clastos mayores a 1.5cm. Está clasificada como un GM y su contenido de humedad es de 12.4%, con Limite Liquido (LL) de NP, Limite Plástico (LP) de NP y Índice Plástico (IP) de NP”.

“Viendo estas descripciones de los materiales encontrados en las diferentes exploraciones se puede deducir que, en general, el material presente en el sector corresponde a material de suelo blando tipo coluvial mayormente compuesta de arenas limosa”.

***Parámetros de Resistencia del Suelo***

“De las prospecciones realizadas se tiene que el terreno natural está compuesto por un suelo tipo coluvial compuesto por arenas envueltos en matriz limosa”.

“Para ello se realizaron ensayos especiales con la finalidad evaluar los parámetros de resistencia del material del sector a fin de utilizarlas en la verificación de la estabilidad para el análisis de la situación actual. Los resultados de los ensayos de corte directo realizados se muestran a continuación”:

**Tabla 23**

*Ensayos de Laboratorio Especiales –CORTE DIRECTO*

CALICATA / TRINCHER A	MUESTRA	PROF. (m)	CLASIFICACION SUCS	ANGULO DE FRICCION N Ø(°)	COHESION C (Kg/cm2)
-----------------------------	---------	--------------	-----------------------	------------------------------------	------------------------

C - 6	M-1	0.00- 2.00	SC	12.24	0.0088
-------	-----	---------------	----	-------	--------

### ***Correlación de parámetros de resistencia del suelo***

“Los ensayos especiales tienen por finalidad evaluar los parámetros de resistencia a utilizar en la verificación de la estabilidad mediante el análisis de la situación actual y del diseño a proponer. De las prospecciones realizadas se tiene que el terreno natural está compuesto por un suelo areno arcilloso y arcillas de baja plasticidad, si bien se ha encontrado material que puede calificar como arena arcillosa”.

“Sin embargo, para una verificación del valor obtenido por ensayo de laboratorio (mencionado en la Tabla 17) esta se compara con los valores de ángulo de fricción obtenidos con las exploraciones SPT (01 y 02) realizadas”.

“Para la determinación de los valores de ángulo de fricción en función al SPT se utilizaron las siguientes fórmulas”:

**Tabla 24**

*Fórmula para obtener el ángulo de fricción*

Peck	F=	$28.5 + 0.25 \times N1$
Peck, Hanson y Thornburn	F=	$26.25 \times (2 - \exp(-N1 / 62))$
Schmertmann	F=	$\arctan((N1 / 43.3)^{.34})$
Kishida	F=	$15 + (20 \times N1)^{0.5}$
Japan National Railway	F=	$27 + 0.30 \times N1$
Japan Road Bureau	F=	$15 + (15 \times N1)^{0.5}$

“Aplicando la fórmula propuesta por Kishida, ya que dicha fórmula se ajusta más al promedio (usando las diferentes fórmulas y al valor obtenido por el corte directo)”.

“Se correlacionaron los parámetros obtenidos mediante el ensayo de corte directo con los obtenidos aplicando las formulas descritas líneas arriba, el método más cercano es el obtenido”.

“En todo el mundo se hacen ensayos de SPT y se utilizan distintas metodologías para su ejecución. Por lo tanto, para comparar sus resultados se deben reducir los valores teniendo en cuenta las energías utilizadas”.

“Los números “N” del SPT, fueron corregidos por un factor de corrección (C60), mediante la siguientes formulas se obtienen el CN”:

$$C_{60}=C_{HT} \times C_{HW} \times C_{SS} \times C_{RL} \times C_{BD}$$

$$N_{60}=C_{60} \times N$$

N<sub>60</sub>: Valor del SPT corregido por profundidad

N: Valor del SPT sin Corregir

CN= Factor de Corrección

**Figura 16**

*Correcciones para el número de golpes “N”, obtenidos del ensayo SPT*

Corrección por	Factor de corrección	Referencia
Martillo no estandar DH = Martillo de forma anular ER = Relación de energía	$C_{HT} = 0,75$ para DH con sogas y polea $C_{HT} = 1,33$ para DH con disparador automático y ER = 80 %	Seed et al (1985)
Martillo no standard en el peso o en la altura de caída W = Peso H = Altura de caída	$C_{HW} = \frac{H \times W}{63,5 \times 762}$	Seed et al (1985)
Sacamuestras no standard (sacamuestras para usar con tubos en su interior pero usado sin tubos)	$C_{SS} = 1,10$ para arenas sueltas $C_{SS} = 1,20$ para arenas densas	Seed et al (1983)
Sacamuestras no standard sacamuestras no standard con tubos en su interior	$C_{SS} = 0,90$ para arenas sueltas $C_{SS} = 0,80$ para arenas densas	Skempton (1986)
Barras de perforación cortas	$C_{RL} = 0,75$ para barras de 0 a 3 m de largo	Seed et al (1983)
Diámetro de la perforación no standard	$C_{BD} = 1,05$ para un diámetro de 150 mm $C_{BD} = 1,15$ para un diámetro de 200 mm	Skempton (1986)

“A continuación se muestra en la Tabla 25 el resumen de valores obtenidos en función a los cálculos realizados con los valores de “N” corregidos”:

**Tabla 25**

*SPT-resistencias SPT-01*

Profundidad (m)	NSPT <sub>(60)</sub>	SUCS	Φ (°)	c (Kg/cm <sup>2</sup> )	Φ (Falla local)	c (Falla Local)
1.00-1.45	14	SM	31.74	0.53	22.22	0.37
2.00-2.45	9	SM	28.35	0.33	19.85	0.23
3.00-3.45	10	SC-SM	28.82	0.36	20.17	0.25
4.00-4.45	15	SC-SM	32.48	0.57	22.74	0.40
5.00-5.45	35	SC-SM	41.62	1.33	29.13	0.93

**Tabla 26***SPT-resistencias SPT-02*

Profundidad (m)	NSPT <sub>(60)</sub>	SUCS	$\Phi$ (°)	c (Kg/cm <sup>2</sup> )	$\Phi$ (Falla local)	c (Falla Local)
1.00-1.45	4	SC-SM	23.74	0.14	16.62	0.10
2.00-2.45	3	SM	22.98	0.12	16.09	0.08
3.00-3.45	6	SM	26.28	0.24	18.40	0.17
4.00-4.45	14	SM	31.74	0.53	22.22	0.37
5.00-5.45	14	SM	31.67	0.52	22.17	0.36
6.00-6.45	24	GM	36.73	0.89	25.71	0.62
7.00-7.45	24	GM	36.73	0.89	25.71	0.62

#### **Análisis de Estabilidad del sector con Suelo Reforzado**

“Para el análisis de estabilidad fue necesario considerar que el talud cuenta con un material de cobertura tipo coluvial y que bajo esta cobertura se encuentra el macizo rocoso del cual se han apreciado los afloramientos en el talud. El análisis de estabilidad debe encontrar el cumplimiento de los factores de seguridad mínimo y que tanto se encuentra del grado de estabilidad. Los análisis de estabilidad deben realizarse para las condiciones estáticas y pseudoestáticas (con coeficiente de aceleración de 0.15)”.

“Para los parámetros de resistencia seleccionados se ha considerado los valores determinados de los ensayos de laboratorio (para el caso del material de cobertura) y de la evaluación geomecánica (para el caso del macizo rocoso). Así los materiales del sector y los parámetros de resistencia utilizados son los siguientes”:

**Tabla 27**

*“Parámetros de resistencia utilizados en el Análisis de Estabilidad”*

Material	Descripción	Peso Unitario (Kg/m3)	Cohesión (KN/m2)	Ángulo de fricción (°)
SM	Arena Limosa	18.0	8	16.09
SC	Arena Arcillosa	18	0.8	12.24
SC-SM	Arena de Grano Fino	18.0	8.35	18.78
GM	Grava Limo-Arcillosa	19.0	62	25.71
Ki-Ch	Formación Chonta	23.0	40	35

“Cabe indicar que en la evaluación de un equilibrio límite un factor de seguridad estático igual o cercano a 1.00 es un indicativo de condición de precariedad o incertidumbre y que se verá afectada aún más si se considera bajo condiciones pseudoestáticas (condiciones de baja probabilidad pero que deben ser consideradas dada las características sísmicas del país)”.

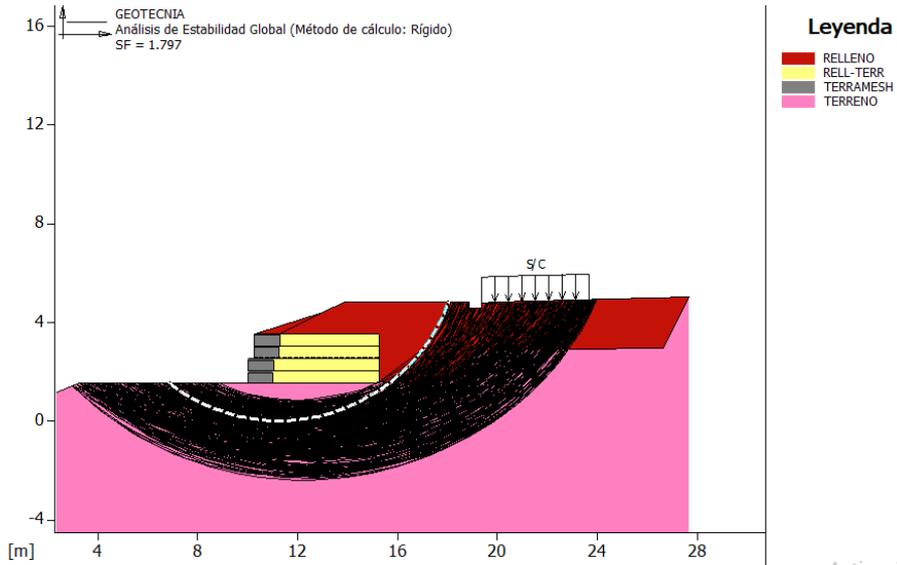
***a. Análisis de Estabilidad en Condiciones Húmedas***

“El segundo análisis se realiza considerando la temporada más húmeda en el sector donde la presencia de aguas es mayor (considerando presencia de aguas). Bajo esta condición se realizaron los análisis de condiciones estáticas y pseudoestáticas obteniéndose los siguientes resultados”.

***Análisis de solución con terramesh en MacStars***

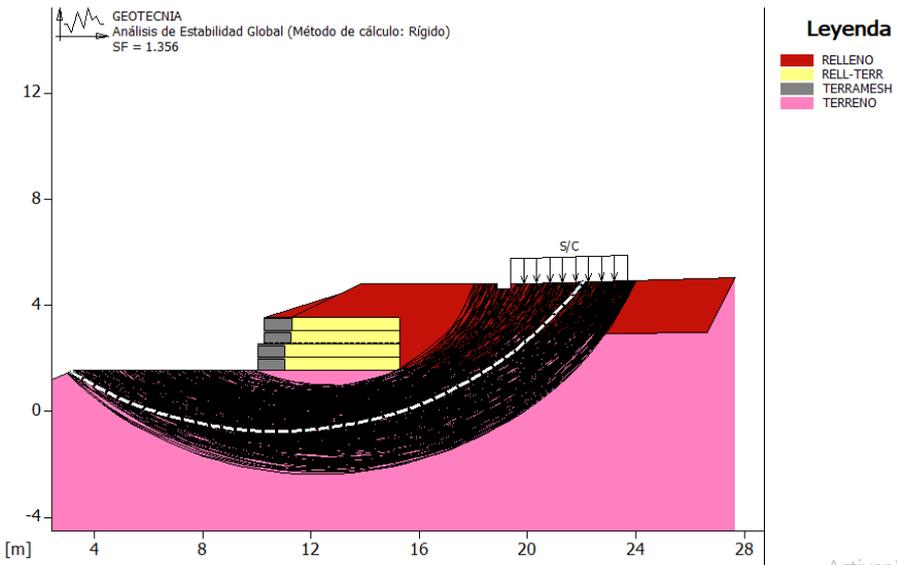
### Figura 17

#### Análisis de solución estático



### Figura 18

#### Análisis de solución pseudo-estático



**Tabla 28**

*“Parámetros de resistencia obtenidos en el Análisis de Estabilidad”*

SECCION		Factor de seguridad Estático Talud Inferior	Factor de seguridad Pseudo Estático Talud Inferior
KM	05+595		
condición	actual, Húmeda	1.797	1.356

“Bajo estas condiciones (temporada húmeda y de saturación) se realizaron los análisis de estabilidad con la solución propuesta, obteniéndose valores de factor de seguridad por encima del mínimo establecido en condiciones estáticas y pseudoestáticas. Esto concluye que el sector crítico con la solución planteada se encuentra estable”.

## Capítulo V:

### Discusión de resultados

“El problema identificado entre las progresivas KM 05+595 – KM 05+650 se refiere a los desplazamientos del talud inferior, los cuales se reflejan con las fisuras de media luna y longitudinales a lo largo de la plataforma, así como también como el asentamiento y fisuramiento de la estructura del pavimento, lo cual nos obliga a la proyección de obras de remediación. Las obras a proyectar en el sector serán las siguientes”:

1. “Demolición y reconstrucción de la estructura de pavimento en el tramo km 05+375 al km 05+443”
2. “Muro de suelo reforzado (km 05+595 al km 05+640)”
3. “Demolición y reconstrucción de Bordillo de descarga (km 05+595 a km 05+620)”
4. “Demolición y reconstrucción de cuenta (km 05+595 a km 05+644)”
5. “Sub dren profundo a espalda de muro de suelo reforzado km 05+595 al km 05+640”

## Conclusiones

- “En el sector KM 05+595 - KM 05+650, la inestabilidad se identifica por el deslizamiento del talud inferior, produciendo el fisuramiento de la estructura del pavimento, el cual se refleja en la superficie a lo largo de la vía”.
- “Con base en las investigaciones de campo, levantamientos topográficos y evaluación geotécnica del sector se determinó la magnitud de la intervención y longitud de las obras de protección”.
- “Las obras adoptadas son las siguientes”:
  1. “Demolición y reconstrucción de la estructura de pavimento km 05+375 al km 05+443”
  2. “Muro de suelo reforzado (km 05+595 al km 05+640)”
  3. “Demolición y reconstrucción de Bordillo de descarga (km 05+595 a km 05+620)”
  4. “Demolición y reconstrucción de cuenta (km 05+595 a km 05+644)”
  5. “Sub dren profundo a espalda de muro de suelo reforzado km 05+595 al km 05+640”

“El muro de suelo reforzado planteado como estructura de remediación, estabiliza el sector lo cual se puede ver en la siguiente tabla”.

**Tabla 29**

*“Resultados de los Análisis de estabilidad de taludes”*

SECCION	Factor de seguridad Estático Talud Inferior	Factor de seguridad Pseudo Estático Talud Inferior
KM 05+595 condición actual, Húmeda	1.797	1.356

“Con las obras propuestas, los análisis de estabilidad de taludes indican que el sector km 05+535 nos da un F.S de 1.797 en condición estático húmedo y 1.356 en condición Pseudoestatica húmedo, obteniendo factores de seguridad por encima de los requeridos (1.2 en condición pseudoestatica y 1.5 en condición estática) estos factores son aceptables y dan la confiabilidad de la estabilidad del sector”.

“En conclusión, la proyección de muro de suelo reforzado en el sector, inicio en km 05+595 hasta el km 05+640 y sumado al bordillo de descarga y sub dren francés en el talud superior son necesarios para minimizar el riesgo de inestabilidad del sector”.

“Todas las obras propuestas, dejan estabilizado y transitable el sector”

## Recomendaciones

“Se recomienda realizar análisis de estabilidad del sector km 05+595 a km 05+644 con diferentes métodos numéricos para los análisis de estabilidad”

“Realizar el monitoreamiento en las diferentes estaciones del año, para poder medir el comportamiento de la humedad, para poder analizar el comportamiento del sector”.

“Se recomienda realizar ensayos de tomografía eléctrica en las diferentes temporadas del año en el sector”.

## Referencias Bibliográficas

“Sabino, C. A. (2002). *El proceso de investigación. PANAPO DE VENEZUELA.*

Silva, A., & Forteza, A. (2009). *SUELO REFORZADO APLICADO A OBRAS DE ESTRIBOS DE PUENTES Y VIADUCTOS. 7º Congreso de la Vialidad Uruguaya*”.

“Chaidez. (2011). *Simulación numérica del modelo Fenton-Karma con diferencias finitas y campo de fase. Sonora: Hermosillo*”.

“De la Cruz , A. (2013). *“Sistemas de estabilización al deslizamiento de taludes en la carretera Cochabamba-San Agustín de Cajas-Ingenio tramo KM 19+610 al KM 20+424, Huancayo. Huancayo: UNCP*”.

“Escobar Potes, C. E., & Duque Escobar, G. (06 de Setiembre de 2017). *Geotécnica para el trópico andino Colombia, Manizales. Obtenido de: <http://www.bdigital.unal.edu.co/53560>*”.

“Granados, M. (2006). *“Estabilización del talud de la costa verde en la zona”*. Lima: PUCP”.

“Montoya Orosco, A. (2009). *Confiabilidad en estabilidad de Taludes. México: UNAM.* Morales Alvarado, D. B. (2009). *Procedimientos de investigación y comparación de los métodos de bishop modificado, janbú y fellenius para el cálculo de estabilidad de taludes. Guatemala: USCDG*”.

“Sackshewcki Chapman, C. E. (2017). *Soluciones para la estabilidad de taludes de la carretera Canta –Huayllay entre las progresivas del km 102 al km 110. Lima*”:

**ANEXO N° 01: MATRIZ DE CONSISTENCIA**

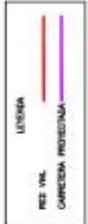
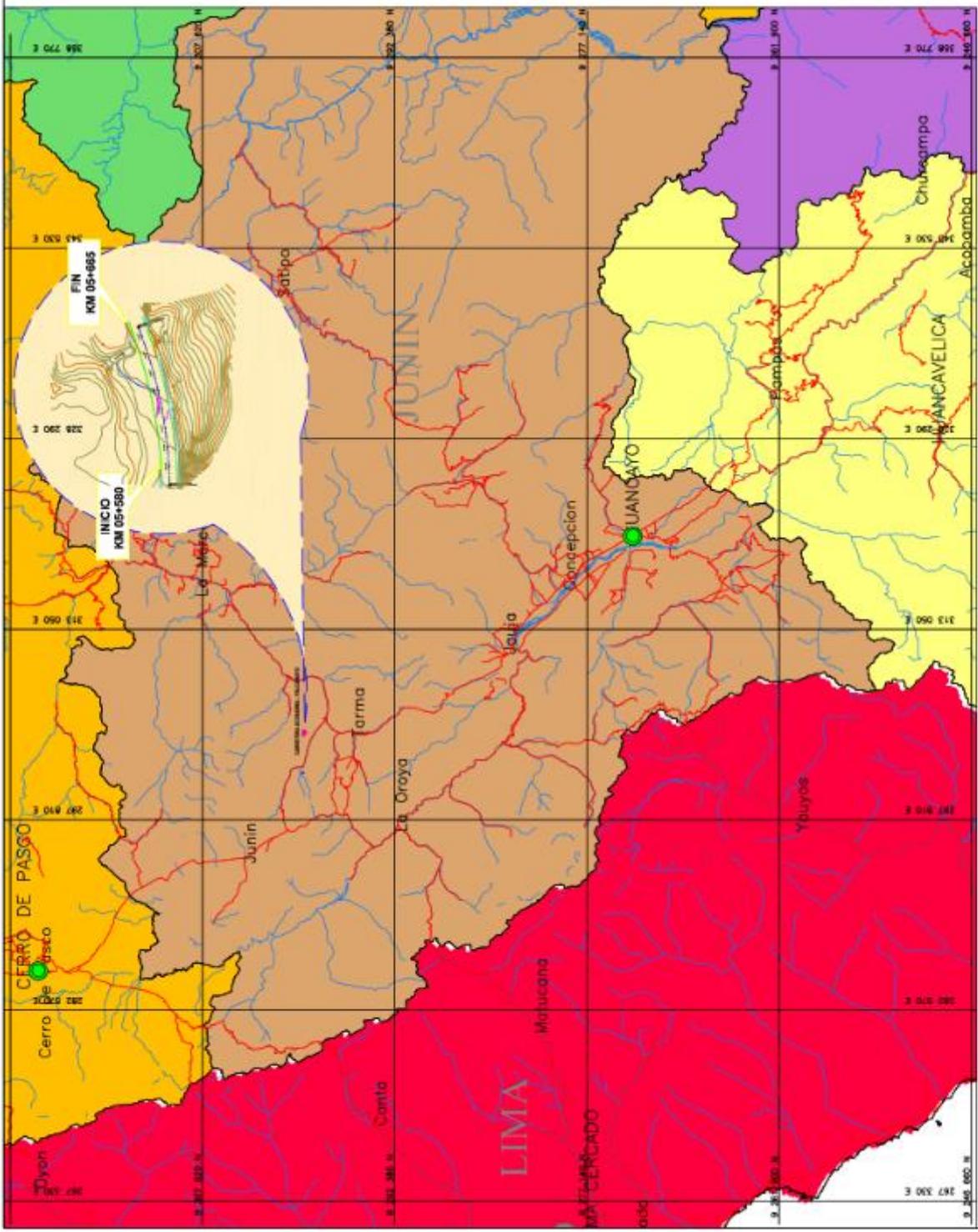
**SOLUCION PARA DESLIZAMIENTO DE PLATAFORMA CARRETERA DEPARTAMENTAL ACOBAMBA- PALCAMAYO- SAN PEDRO DE CAJAS- CONDORIN TRAMO KM 05+250- KM 05+940.**

PROBLEMA	OBJETIVO	HIPÓTESIS	VARIABLE	METODOLOGÍA
<p><b>PROBLEMA GENERAL:</b></p> <p>¿Cuál es la propuesta de solución técnica más confiable para el deslizamiento de la plataforma de la carretera departamental Acobamba - Palcamayo - San Pedro de Cajas – Condorin tramo km 05+250– km 05+940?</p>	<p><b>OBJETIVO GENERAL:</b></p> <p>“Determinar la propuesta de solución técnica más confiable para el deslizamiento de plataforma de la carretera departamental Acobamba - Palcamayo - San Pedro de Cajas – Condorin tramo km 05+250– km 05+940”.</p>	<p><b>HIPÓTESIS GENERAL:</b></p> <p>La propuesta de solución técnica más adecuada estabilizará el deslizamiento de la plataforma de la carretera departamental Acobamba - Palcamayo - San Pedro de Cajas – Condorin tramo km 05+250– km 05+940”</p>	<p><b>VARIABLE INDEPENDIENTE (X):</b></p> <p>Deslizamiento de Plataforma.</p> <p>Dimensiones:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Altura e inclinación del talud.</li> <li>- Levantamiento topográfico.</li> </ul>	<p><b>EL MÉTODO GENERAL DE INVESTIGACIÓN ES:</b></p> <p>Descriptivo</p> <p>Y</p> <p>Experimental.</p>

<p><b>PROBLEMAS ESPECÍFICOS:</b></p> <p>¿En qué medida el muro de suelo reforzado avalará la estabilización de la plataforma de la carretera departamental Acobamba - Palcamayo - San Pedro de Cajas – Condorin tramo km 05+250– km 05+940?</p> <p>¿El muro de suelo reforzado aumentara el factor de seguridad de la plataforma de la carretera departamental Acobamba - Palcamayo - San Pedro de</p>	<p><b>OBJETIVOS ESPECÍFICOS:</b></p> <p>a) “Determinar en qué medida la colocación de muros de suelo reforzado garantizara la estabilidad del deslizamiento de la plataforma de la carretera departamental Acobamba - Palcamayo - San Pedro de Cajas –Condorin tramo km 05+250– km 05+940”.</p> <p>b) “Determinar en qué medida el muro de suelo reforzado aumentará el factor de seguridad de la plataforma</p>	<p><b>HIPÓTESIS ESPECIFICAS:</b></p> <p>a) El muro de suelo reforzado garantizará la estabilización del deslizamiento de la plataforma de la carretera departamental Acobamba - Palcamayo - San Pedro de Cajas – Condorin tramo km 05+250– km 05+940”.</p> <p>b) El muro de suelo reforzado incrementara el factor de seguridad de la plataforma de la carretera departamental Acobamba -</p>	<p>- Ensayos de laboratorio de muestras de suelo.</p> <p>- Estudio hidrológico.</p> <p><b>VARIABLE</b></p> <p><b>DEPENDIENTE (Y):</b></p> <p>Propuesta de Solución</p> <p>Dimensiones:</p> <p>-Factor de seguridad Estático.</p> <p>-Factor de seguridad Pseudo Estático.</p>	<p><b>TIPO DE INVESTIGACIÓN:</b></p> <p><b>ES:</b></p> <p>Aplicativo.</p> <p><b>NIVEL DE INVESTIGACIÓN</b></p> <p>Nivel Descriptivo.</p> <p><b>DISEÑO DE INVESTIGACIÓN ES:</b></p> <p>Quasi Experimental.</p>
--	--	---	---	---

<p>Cajas – Condorin tramo km 05+250– km 05+940?</p>	<p>de la carretera departamental Acobamba - Palcamayo - San Pedro de Cajas – Condorin tramo km 05+250– km 05+940”.</p>	<p>Palcamayo - San Pedro de Cajas – Condorin tramo km 05+250– km 05+940”.</p>		<p><b>MUESTRA, TIPO DE MUESTREO ES:</b></p> <p>Tipo No Probabilístico.</p>
---	--	---	--	--

**ANEXO N°02: PLANOS DEL PROYECTO**



DATUM: WGS-84  
ZONA: 18

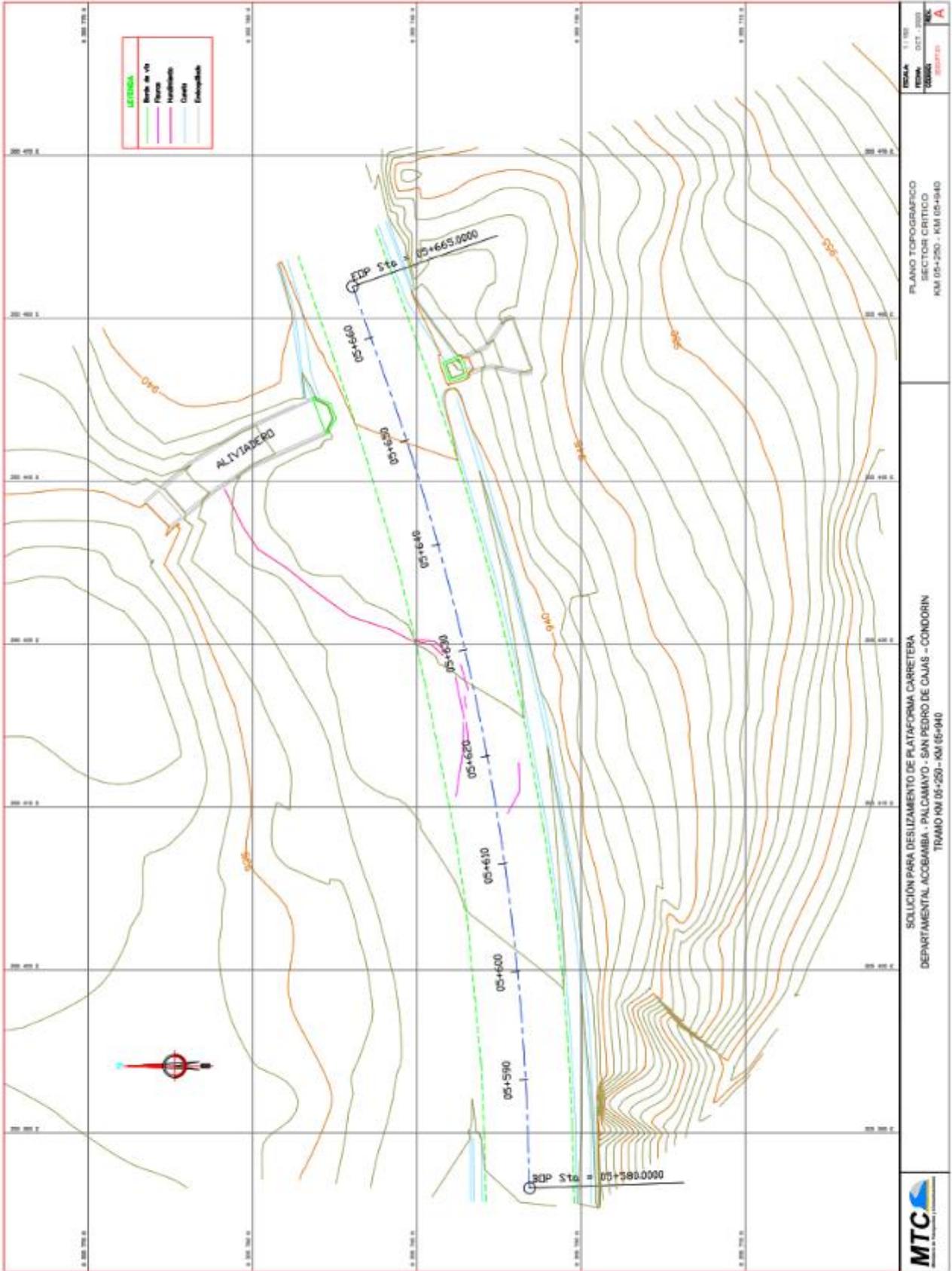
ESCALA: 1:11,000,000  
PROYECTO: OCT-2010  
FECHA: 2010

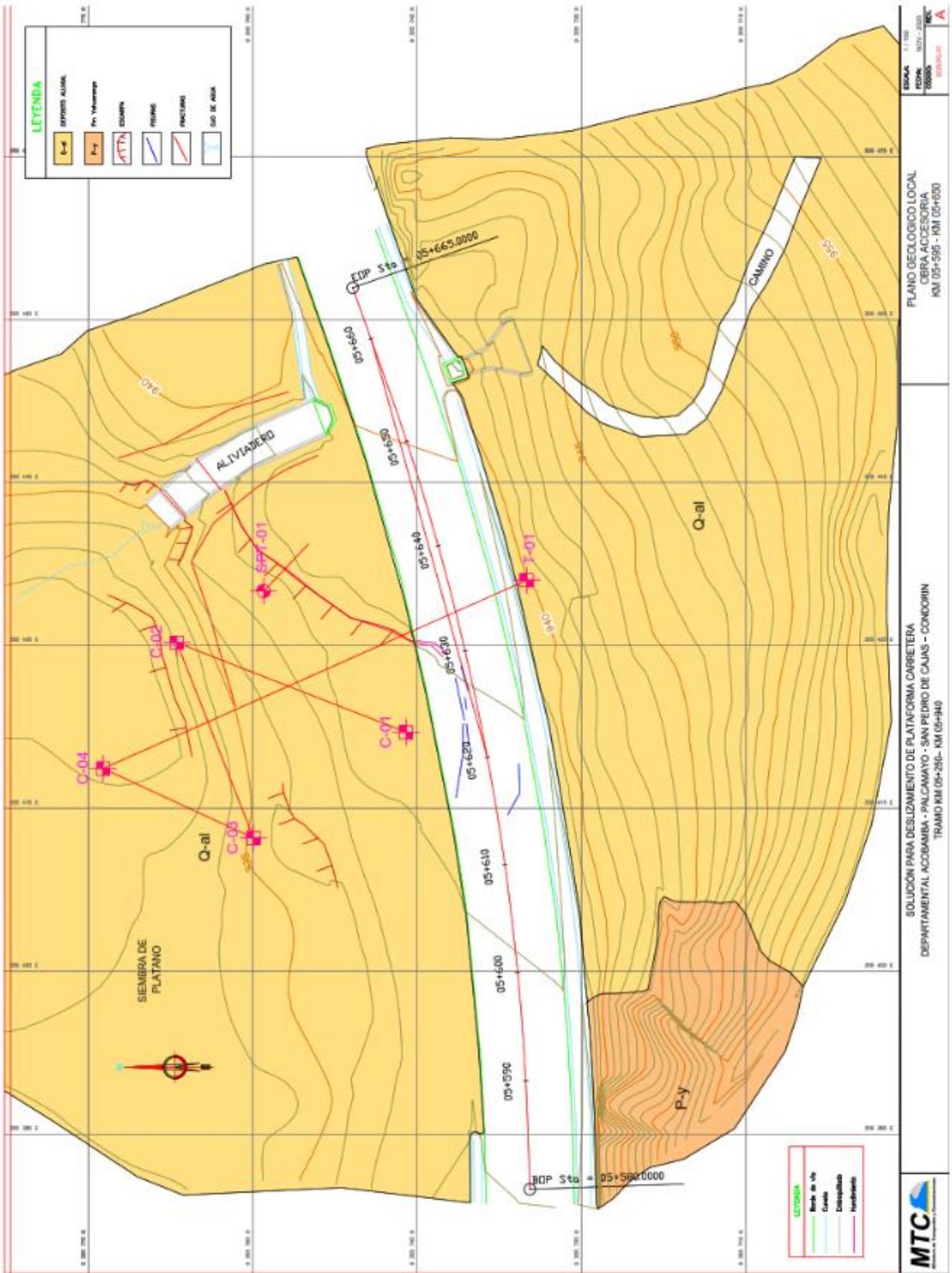
0

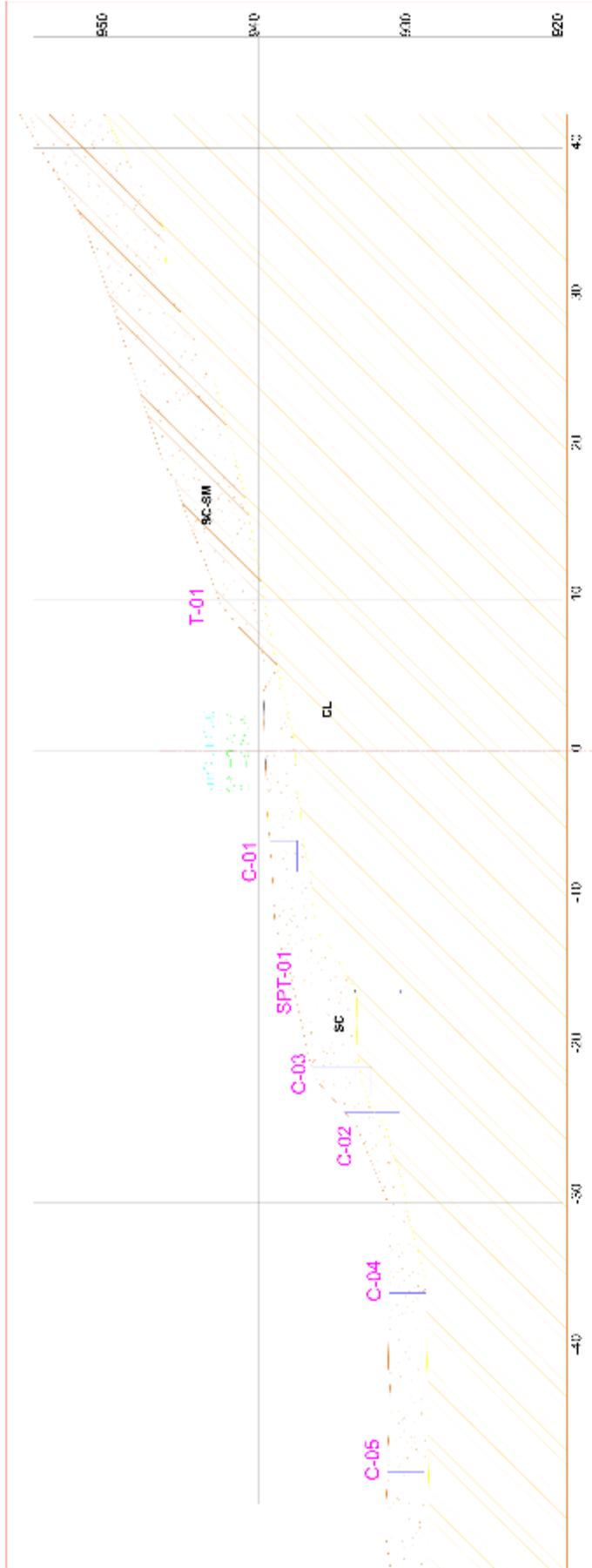
PLANO DE UBICACION  
KM 05+250 - KM 05+940

SOLUCIÓN PARA DESLIZAMIENTO DE PLATAFORMA CARRETERA  
DEPARTAMENTAL ACOBAMBA - PALCAMAYO - SAN PEDRO DE CAJAS - CONDOVIN  
TRAMO KM 05+250 - KM 05+940









**CUADRO DE CÁLCULOS**

Nº	DESCRIPCIÓN	VOL. (m³)	GR. (kg/m³)	GR. (kg)
1	TIERRA	10.00	1200	12000
2	GRASA	0.50	900	450
3	AGUA	0.50	1000	500
4	TOTAL	11.00		12950
5	GRASA	0.50		450
6	AGUA	0.50		500
7	TOTAL	1.00		950
8	TOTAL	12.00		13900

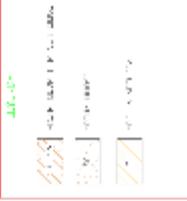
**CUADRO DE SPT**

Nº	DESCRIPCIÓN	SPT	GR. (kg)
1	TIERRA	10	12000
2	GRASA	5	450
3	AGUA	5	500
4	TOTAL	20	12950

**CUADRO DE SPT**

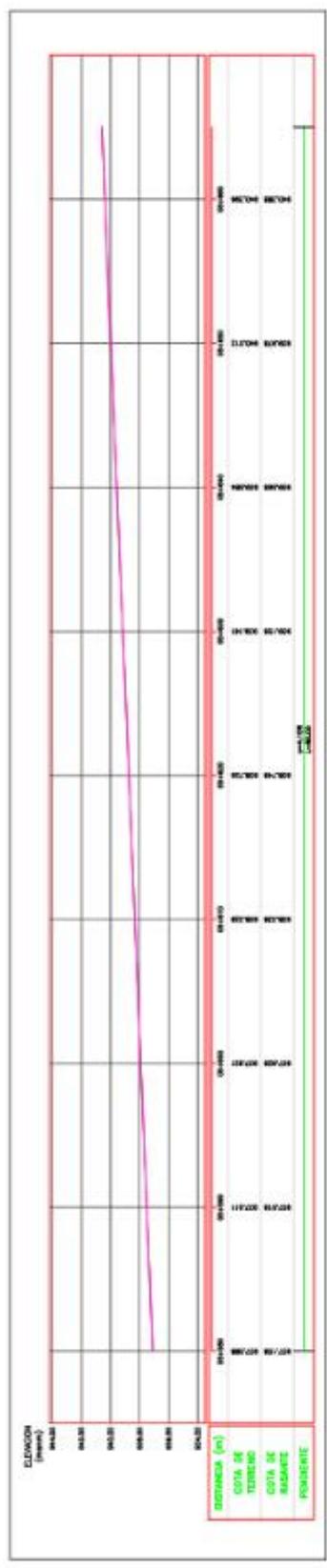
Nº	DESCRIPCIÓN	SPT	GR. (kg)
1	TIERRA	10	12000
2	GRASA	5	450
3	AGUA	5	500
4	TOTAL	20	12950

ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	QUANT.	GR. (kg)	GR. (kg)	GR. (kg)
1	TIERRA	m³	10.00	12000	12000	12000
2	GRASA	m³	0.50	900	450	450
3	AGUA	m³	0.50	1000	500	500
4	TOTAL	m³	11.00		12950	12950
5	GRASA	m³	0.50		450	450
6	AGUA	m³	0.50		500	500
7	TOTAL	m³	1.00		950	950
8	TOTAL	m³	12.00		13900	13900





ESTACION	ALTIMETRIA	TIPO DE TERRENO
05+590	940.00	TIPO DE TERRENO
05+600	940.00	TIPO DE TERRENO
05+610	940.00	TIPO DE TERRENO
05+620	940.00	TIPO DE TERRENO
05+630	940.00	TIPO DE TERRENO
05+640	940.00	TIPO DE TERRENO
05+650	940.00	TIPO DE TERRENO
05+660	940.00	TIPO DE TERRENO



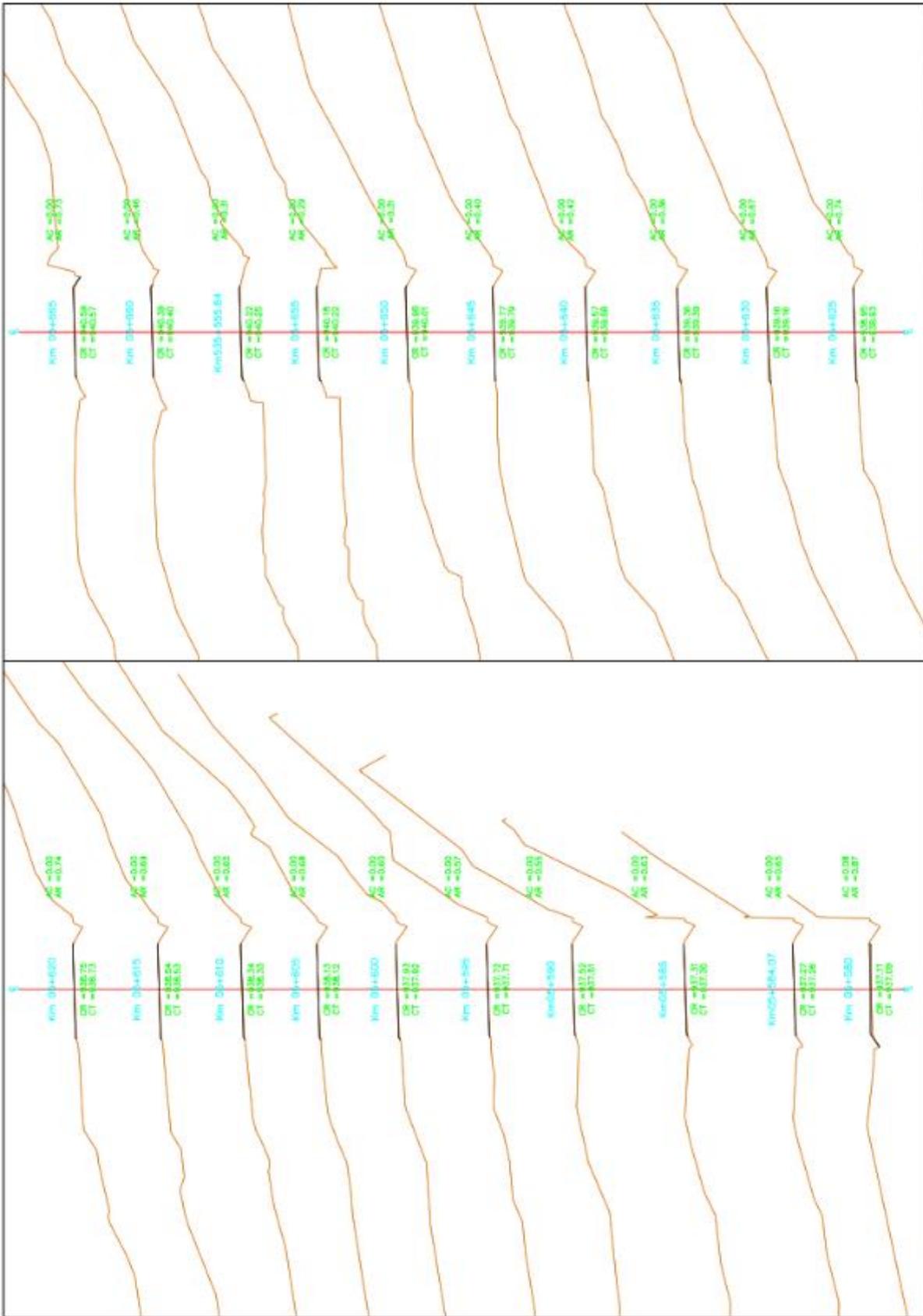
**SOLUCIÓN PARA DESLIZAMIENTO DE PLATAFORMA CARRETERA  
DEPARTAMENTAL ACOBAMBA - PALCAMAYO - SAN PEDRO DE CAJAS - CONDORIN  
TRAMO KM 05+250- KM 05+940**

**PLANO DE PLANTA Y PERFIL  
SECTOR CRITICO  
KM 05+595 - KM 05+650**

Escala: 1:1000

MTC

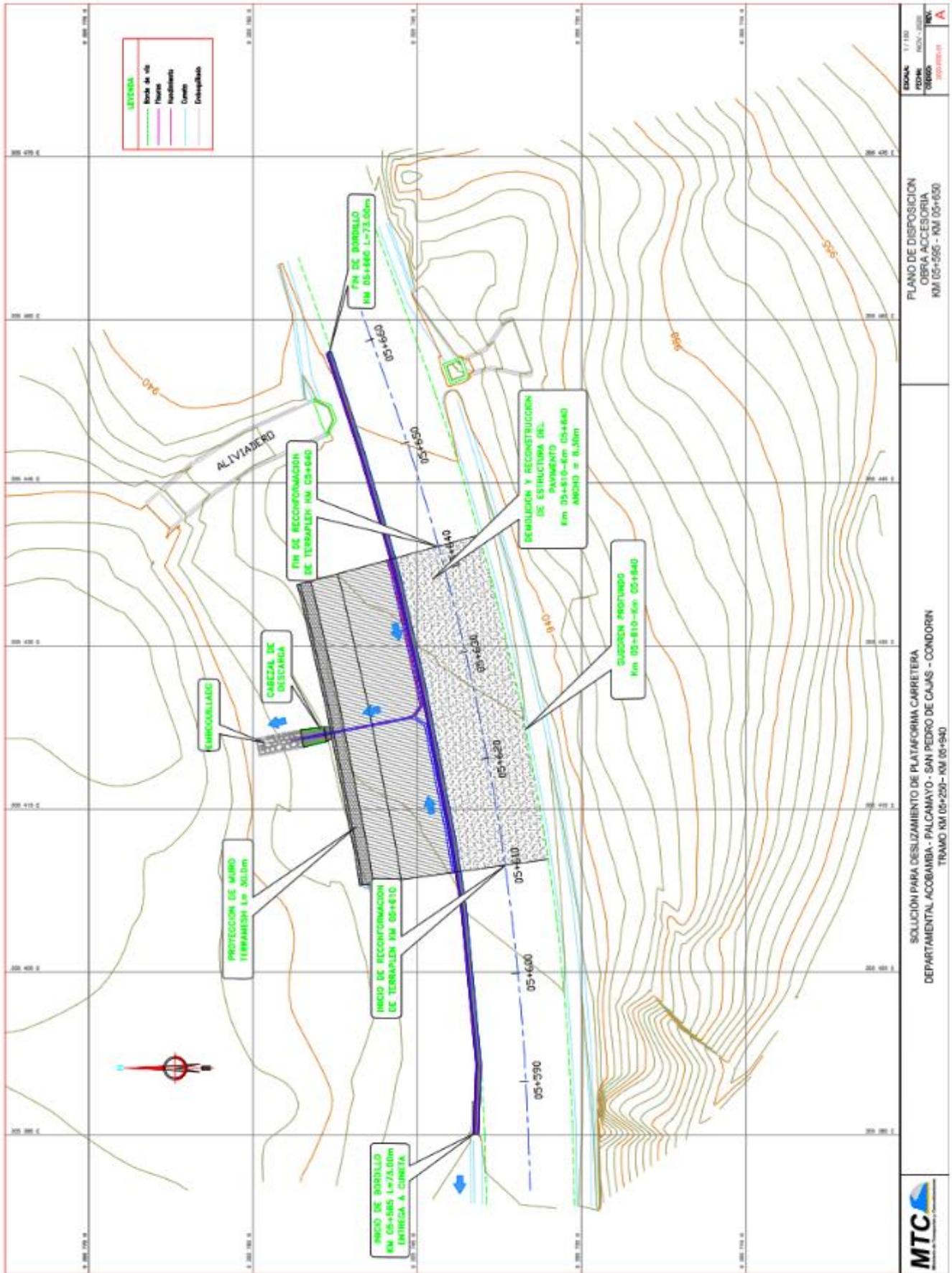




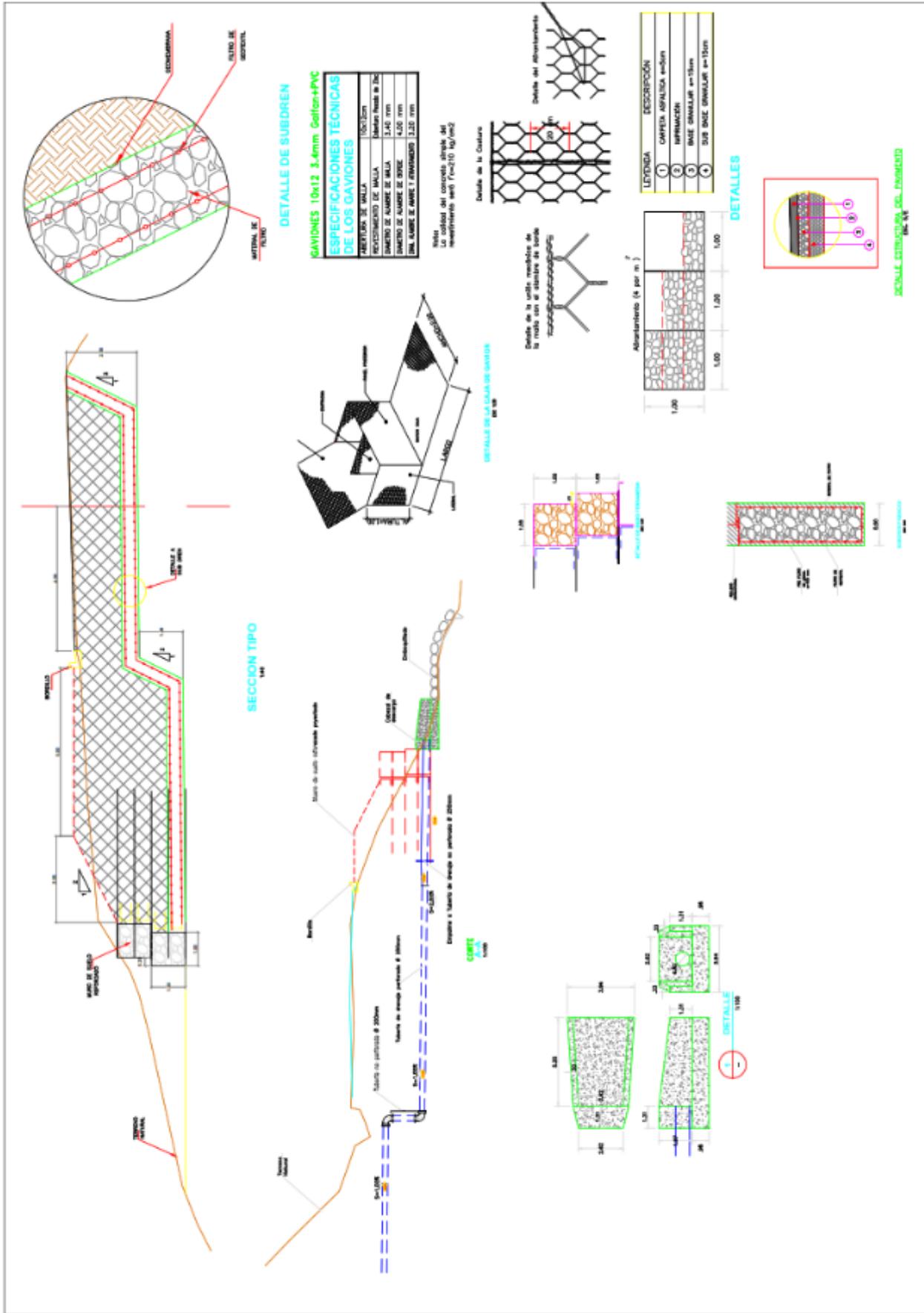
**SOLUCIÓN PARA DESLIZAMIENTO DE PLATAFORMA CARRETERA**  
**DEPARTAMENTAL ACODAMBA - PALCAMAYO - SAN PEDRO DE CAJAS - CONDORIN**  
**TRAMO KM 0+210- KM 0+340**

**SECCIONES TRANSVERSALES**  
**OPERA ACCESORIA**  
 Km 0+300 - Km 0+600

Escala: 1:11.50  
 Fecha: 08/07/2020  
 MTC





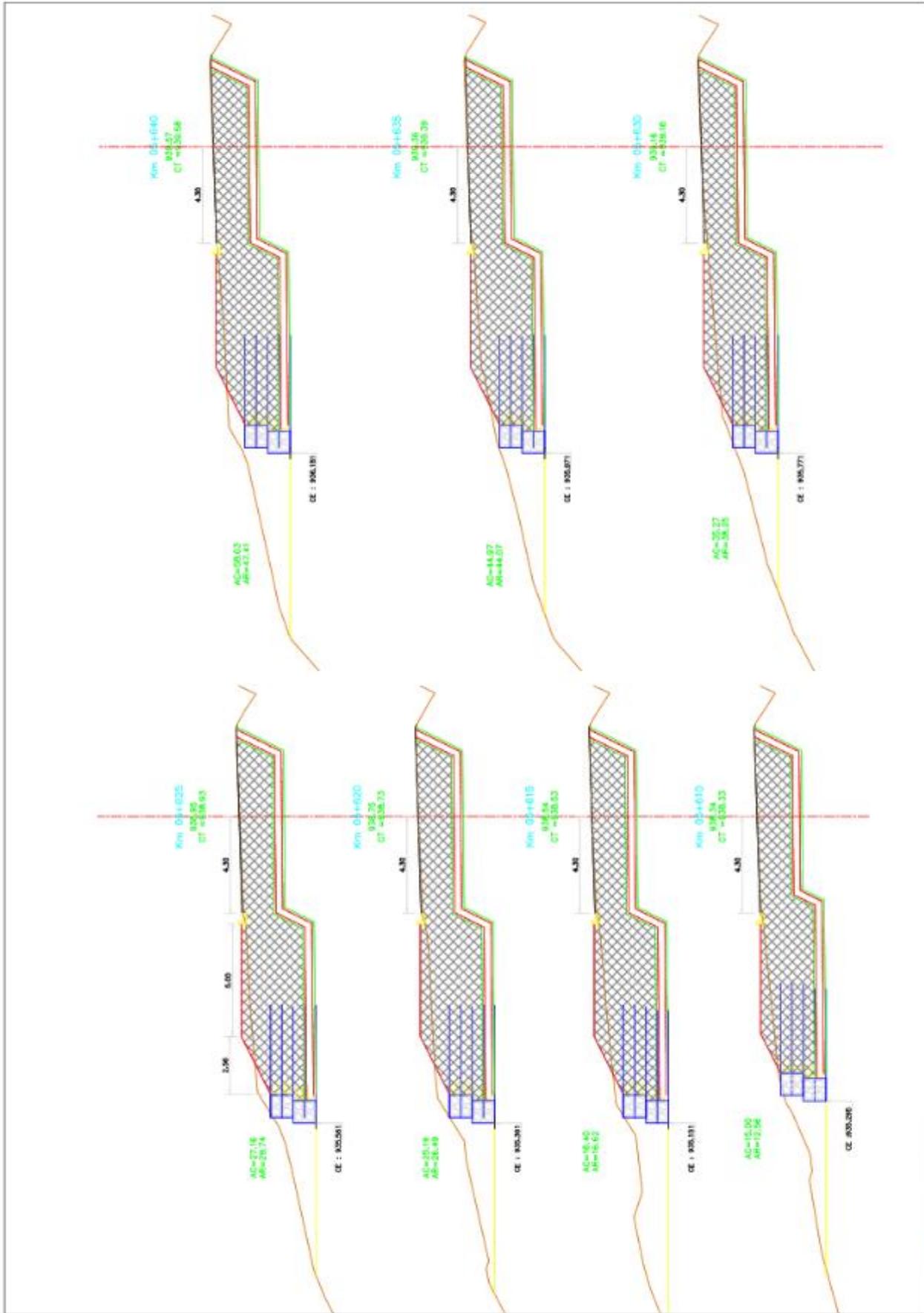


**SOLUCIÓN PARA DESLIZAMIENTO DE PLATAFORMA CARRETERA**  
**DEPARTAMENTAL ACOBAMBA - PALCAMAYO - SAN PEDRO DE CAJAS - CONDORIN**  
 TRAMO KM 09+200 - KM 09+940

**PLANO DETALLE DE MURO TERRAMESH**  
 SECTOR CRITICO  
 KM 09+566 - KM 09+650

**ESCALA:** 1:100  
**FECHA:** 06/07/2020  
**PROYECTO:** 2019-01-01  
**TRAMO:** A



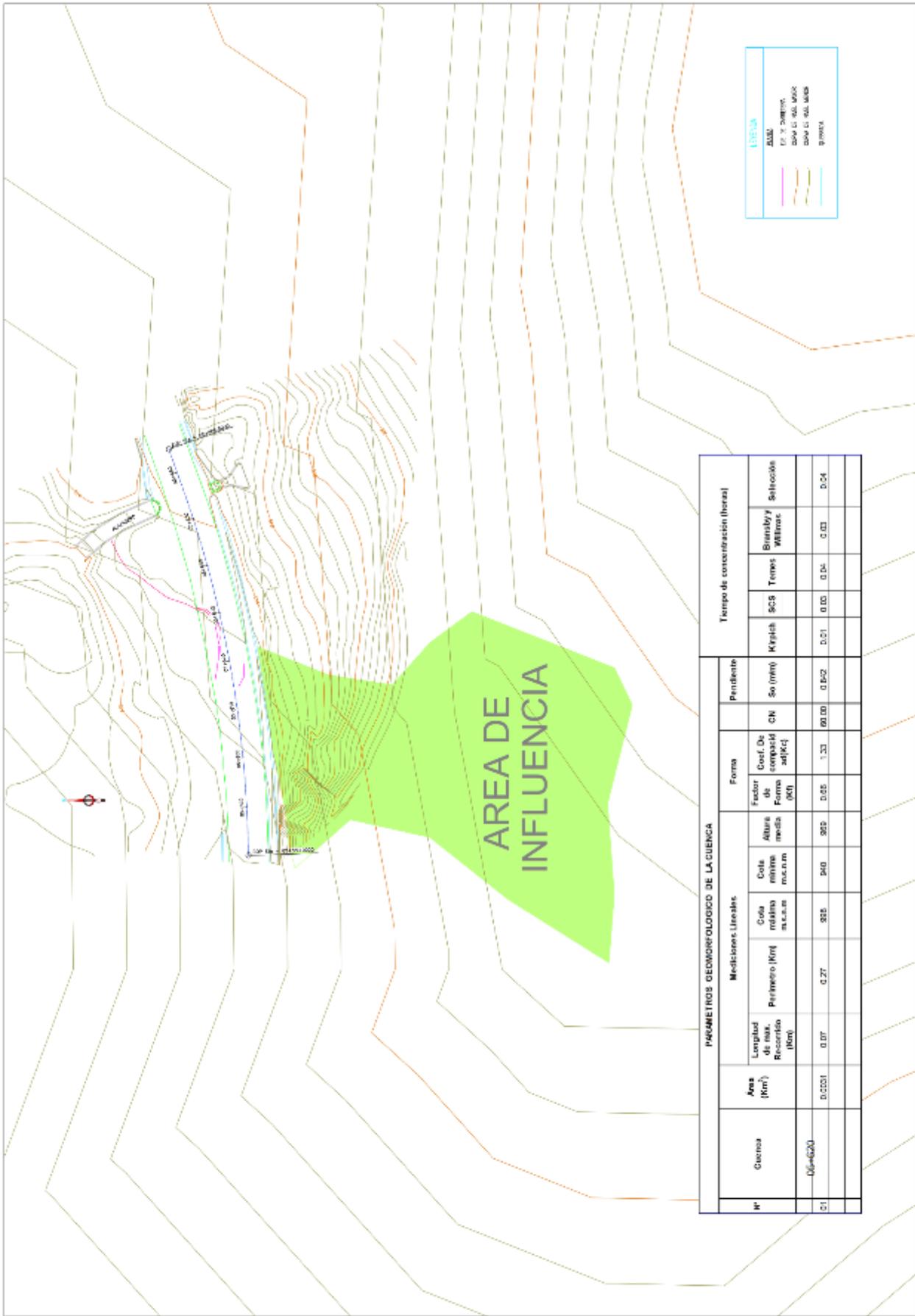


**SOLUCIÓN PARA DESLIZAMIENTO DE PLATAFORMA CARRETERA**  
**DEPARTAMENTAL ACOBAMBA - PALCAMAYO - SAN PEDRO DE CAJAS - CONDORIN**  
**TRAMO KM 05+250 - KM 05+540**

**SECCIONES TRANSVERSALES**  
 Km 05+610 - Km 05+640

EBOGA 1175  
 FIDEM NOV - 2008  
 036605  
 000-07411





N°	Cuencas (Km <sup>2</sup> )	Mediciones Litales				Formas		Pendiente		Tiempo de concentración (horas)					
		Longitud de max. Recorrido (Km)	Perimetro (Km)	Cota máxima m.s.n.m.	Cota mínima m.s.n.m.	Altura media	Factor de forma (K)	Coef. De compacidad	Cu	So (mm)	Kyriak	SCS	Temes	Barnaby Wilbra	Selwood
01	0.0201	0.07	0.27	928	940	969	0.05	1.33	60.00	0.542	0.01	0.03	0.04	0.03	0.04



SOLUCIÓN PARA DESLIZAMIENTO DE PLATAFORMA CARRERA  
 DEPARTAMENTAL ACCOBAMBA - PALCAYAYO - SAN PEDRO DE CAJAS - CONDORIN  
 TRAMO KM 05-250 - KM 05-340

PLANO CUENCA  
 AREA DE INFLUENCIA  
 KM 05-610 - KM 05-840

HOJA: 1/183  
 COM: INV-200  
 TERC: 2008-10-31  
 A

**ANEXO N°03: REGISTRO DE PERFORACION**



**REGISTRO DE PERFORACIÓN**

**PROYECTO :** SOLUCIÓN PARA DESLIZAMIENTO DE PLATAFORMA CARRETERA  
DEPARTAMENTAL ACOBANBA - PALCAMAYO - SAN PEDRO DE CAJAS -  
CONDORIN TRAMO KM 05+250 - KM 05+940

**PERFORACIÓN :** SPT-01

**UBICACIÓN :** KM 05+250 - KM 05+940

**REALIZADO :** H.S.S

**REVISADO :** S.S.S

**SONDAJE :** SPT-01

**FECHA DE PERFORACION :** 18 de Agosto de 2020

**COORDENADAS :** N= 9305759 E= 305435 Z= 937.7

**PROFUNDIDAD TOTAL (m) :** 5.30

**PRF. NIVEL FREÁTICO (m) :** 3.10

PROF. (m)	D R A P I C O	DESCRIPCIÓN DEL SUELO Clasificación técnica; forma del material granular; color; contenido de humedad; índice de plasticidad / compresibilidad; grado de compactación / consistencia; Otros: presencia de oxidaciones y material orgánico, porcentaje estimado de bolsones / cantos, etc.	S U C S	GRANULOMETRÍA			ENSAYOS DE PENETRACION ESTÁNDAR - SPT N = $\frac{N^{\circ} \text{ de golpes}}{30 \text{ cm}}$	N° DE MUESTRA
				4.75	0.075	4.750		
				mm	mm	mm		
0.00		Bloques y bolones de diametro de 1 m., arena arcillosa de grano fino con materia orgánica, color marrón, plastica.	-	-	-	-	1	SM
0.20		ARENA LIMOSA DE GRANO FINO, COLOR GRIS OSCURA, CON CLASTOS DE ARENISCAS SUB ANGULARES	SM	31.9	65.1	0.0	2	M-1
0.40		ARENA LIMOSA DE GRANO FINO, COLOR MARRÓN GRISÁCEO, HÚMEDA, CON GRAVAS DE COLOR ROJO	SC-SM	36.9	63.1	0.0	3	M-2
0.60							4	
0.80							5	
1.00							6	
1.20							7	
1.40							8	
1.60							9	
1.80							10	
2.00							11	
2.20							12	
2.40							13	
2.60							14	
2.80							15	
3.00							16	
3.20							17	
3.40							18	
3.60							19	
3.80							20	
4.00							21	
4.20							22	
4.40							23	
4.60							24	
4.80							25	
5.00							26	
5.20							27	
5.30							28	

**ANEXO N°04: REGISTRO DE EXCAVACION**



REGISTRO DE EXCAVACIÓN

(NORMA NTP 339.150)

PROYECTO : SOLUCIÓN PARA DESLIZAMIENTO DE PLATAFORMA CARRETERA DEPARTAMENTAL ACOBAMBA - PALCAMAYO - SAN PEDRO DE CAJAS - CONDOMINIO TRAMO KM 05+250 - KM 05+940

REFERENCIAS DE LA MUESTRA

CAUCATA : C - 01  
 UBICACION : KM 05+250 - KM 05+940  
 FECHA DE EXCAVACION : 18/07/2018  
 PROFUNDIDAD (m) : 2.0  
 PROF. N. FREATICO (m) : NP

PROF. (m)	DESCRIPCION DEL SUELO Clasificación técnica; forma del material granular; color; contenido de humedad; índice de plasticidad / compresibilidad; grado de compactación / consistencia; Otros: presencia de oxidaciones y material orgánico; porcentaje estimado de bolitas / carbón, etc.	SUCS	AASHTO	Límites de consistencia humedad natural			N° DE MUESTRA
				LL %	LP %	HR %	

0.00 1.00 2.00	ARENA DE MEDIA A FINA, DE COLOR MARRÓN, MEDIA HUMEDAD Y FINOS LIMOSOS NO PLÁSTICOS	SM	A-2-4 (0)	NP	NP	19.20	M-1
0.00 1.00 2.00	ARENA DE MEDIA A FINA, DE COLOR MARRÓN, ALTA HUMEDAD Y FINOS ARCILLOSOS PLÁSTICOS	SC	A-2-6 (1)	33.87	17.98	20.40	M-2



Referencias :

- NTP 339.150 (2001) "Descripción e identificación de suelos. Procedimiento visual-manual"
- NTP 339.136 (1999) "SUELOS. Símbolos, unidades, terminología y definiciones"

**REGISTRO DE EXCAVACIÓN**

(NORMA NTP 339.150)

**PROYECTO** SOLUCIÓN PARA DESLIZAMIENTO DE PLATAFORMA CARRETERA DEPARTAMENTAL ACOBAMBA - PALCAMAYO - SAN PEDRO DE CAJAS - CONDORIN TRAMO KM 05+250 - KM 05+940

**REFERENCIAS DE LA MUESTRA**

CALICATA : C - 02  
 UBICACIÓN : KM 05+250 - KM 05+940  
 FECHA DE EXCAVACION : 18/07/2018  
 PROFUNDIDAD (m) : 1.9  
 PROF. N. FREATICO (m) : NP

PROF. (m)	G R A F I C O	DESCRIPCIÓN DEL SUELO Clasificación mecánica, forma del material granular, color, contenido de humedad; índice de plasticidad / compresibilidad; grado de compactación / consistencia; Otros: presencia de coque y material orgánico; porcentaje estimado de bolitas / cantos, etc.	SUCS	AASHTO	Límites de consistencia humedad natural			N° DE MUESTRA
					LL	LR	RM	
					%	%	%	
0.30		ARENA DE MEDIA A FINA, DE COLOR MARRÓN, HUMEDAD MEDIA Y FINOS LIMOSOS NO PLÁSTICOS	SM	A-2-4 (0)	NP	NP	13.30	M-1
1.30		ARENA DE MEDIA A FINA, DE COLOR MARRÓN, HUMEDAD MEDIA Y FINOS ARCILLOSOS PLÁSTICOS; CON GRAVA, SEMI ANGULAR, COLOR MARRÓN	SC	A-6 (2)	38.82	21.14	15.90	M2
2.80								

**Referencias** :

- NTP 339.150 (2001) "Descripción e identificación de suelos. Procedimiento visual-manual"
- NTP 339.135 (1999) "SUELOS. Símbolos, unidades, terminologías y definiciones"

**REGISTRO DE EXCAVACIÓN**

(NORMA NTP 339.150)

**PROYECTO** SOLUCIÓN PARA DESLIZAMIENTO DE PLATAFORMA CARRETERA DEPARTAMENTAL ACOBAMBA - PALCAMAYO - SAN PEDRO DE CAJAS - CONDORIN TRAMO KM 05+250- KM 05+940

**REFERENCIAS DE LA MUESTRA**

 CALICATA : C - 03  
 UBICACIÓN : KM 05+250- KM 05+940  
 FECHA DE EXCAVACION : 18/07/2018  
 PROFUNDIDAD (m) : 1.1  
 PROF. N. FREATICO (m) : NP

PROF. (m)	C R A P I C O	DESCRIPCIÓN DEL SUELO Clasificación técnica; forma del material granular; color; contenido de humedad; índice de plasticidad / compresibilidad; grado de compactación / consistencia; Otros: presencia de oxidaciones y material orgánico; porcentaje estimado de bolitas / cantos, etc.	SUCS	AASHTO	Límites de consistencia humedad natural			N° DE MUESTRA
					LL %	LP %	RM %	
1.10		ARENA DE MEDIA A FINA, COLOR MARRÓN, HUMEDAD MEDIA Y FINOS LIMOSOS NO PLÁSTICOS; CON GRAVA, SUB REDONDEADA, COLOR MARRÓN	SM	A-2-4 (0)	28.92	NP	14.10	M-1

**Referencias**

- :
- 
- NTP 339.150 (2001) "Descripción e identificación de suelos. Procedimiento visual-manual"
- 
- NTP 339.138 (1998) "SUELOS. Símbolos, unidades, terminologías y definiciones"

**REGISTRO DE EXCAVACIÓN**

(NORMA NTP 339.150)

**PROYECTO** SOLUCIÓN PARA DESLIZAMIENTO DE PLATAFORMA CARRETERA DEPARTAMENTAL ACOBAMBA - PASCAMAYO - SAN PEDRO DE CAJAS - CONDORIN TRAMO KM 05+250- KM 05+940

**REFERENCIAS DE LA MUESTRA**

 CALICATA : C - 04  
 UBICACIÓN : KM 05+250- KM 05+940  
 FECHA DE EXCAVACION : 18/07/2018  
 PROFUNDIDAD (m) : 2  
 PROF. N. FREATICO (m) : NP

PROP. (m)	S R A P I C O	DESCRIPCION DEL SUELO Clasificación técnica; forma del material granular; color; contenido de humedad; índice de plasticidad / compresibilidad; grado de compactación / consistencia; Otros: presencia de celdas y material orgánico; porcentaje estimado de bolsones / cantos, etc.	SUCS	AASHTO	Límites de consistencia / humedad natural			N° DE MUESTRA
					LL %	LP %	RN %	
0.00 1.00 1.50 2.00		ARENA DE MEDIA A FINA, COLOR MARRÓN, ALTA HUMEDAD Y FINOS ARCILLOSOS PLÁSTICOS	SC - SM	A-4 (0)	36.62	31.31	27.10	M-1

**Referencias** :  
 NTP 339.150 (2001) "Descripción e identificación de suelos. Procedimiento visual-manual"  
 NTP 339.136 (1999) "SUELOS. Símbolos, unidades, terminologías y definiciones"



**REGISTRO DE EXCAVACIÓN**

(NORMA NTP 339.150)

**PROYECTO** SOLUCION PARA DESLIZAMIENTO DE PLATAFORMA CARRETERA DEPARTAMENTAL ACOBAMBA - PÁLCAMAYO - SAN PEDRO DE CAJAS - CONDORIN TRAMO KM 05+250 - KM 05+940

**REFERENCIAS DE LA MUESTRA**

 CALICATA : C - 06  
 UBICACION : KM 05+250 - KM 05+940  
 FECHA DE EXCAVACION : 18/07/2018  
 PROFUNDIDAD (m) : 2  
 PROF. N. FREATICO (m) : NP

prof. (m)	DESCRIPCION DEL SUELO Clasificación litológica, forma del material granular, color, contenido de humedad, índice de plasticidad / compresibilidad; grado de compactación / consistencia; Otros: presencia de coqueles y material orgánico; porcentaje estimado de bolsones / canchales, etc.	SUCS	AASHTO	Límites de consistencia			N° DE MUESTRA
				humedad natural			
				LL %	LP %	HR %	
0.00 0.20 0.40 0.60 0.80 1.00	 <p>ARENA DE MEDIA A FINA, COLOR MARRÓN, HUMEDAD MEDIA Y FINOS ARCILLOSOS PLÁSTICOS.</p>	SC	A-6 (2)	37.15	24.26	19.60	M-1
							

**Referencias**

 :  
 NTP 339.150 (2001) "Descripción e identificación de suelos. Procedimiento visual-manual"  
 NTP 339.136 (1996) "SUELOS. Símbolos, unidades, terminología y definiciones".

**ANEXO N°05: ENSAYO DE CAMPO Y LABORATORIO**

## ANALISIS DE SUELO SALES

**PROYECTO** : SOLUCIÓN PARA DESLIZAMIENTO DE PLATAFORMA CARRETERA DEPARTAMENTAL ACOBAMBA -  
PALCAMAYO - SAN PEDRO DE CAJAS – CONDORIN TRAMO KM 05+250– KM 05+940

**UBICACIÓN** : KM 05+250 - KM 05+940

**SONDAJE** : C-2

**MUESTRA** : M-2

**FECHA** : Huancayo, Agosto del 2020.

N° Material	N° Campo	S.S.T. (ppm)	Cl <sup>-</sup> (ppm)	SO <sup>-4</sup> (ppm)	pH
Limos de baja plasticidad	T4-M1	987.30	907.50	38.30	7.03

**Métodos**

- Sales Solubles Totales: Determ. de Sales Solubles en suelos y agua subterránea - NTP339.152 -2002
- Cloruro Soluble: Determ. de cloruros solubles en suelos y agua subterránea - NTP339.117 -2002
- Sulfato Soluble: Determ. de sulfatos solubles en suelos y agua subterránea - NTP339.176 -2002
- pH: Método Potenciométrico

<b>CONTENIDO DE HUMEDAD</b> <b>NTP 339.127 / ASTM D-2216</b>
---

PROYECTO : SOLUCIÓN PARA DESLIZAMIENTO DE PLATAFORMA CARRETERA  
 DEPARTAMENTAL ACOBAMBA - PALCAMAYO - SAN PEDRO DE  
 CAJAS – CONDORIN TRAMO KM 05+250– KM 05+940

UBICACIÓN : KM 05+250 - KM 05+940

FECHA DE RECEPCIÓN : 15/09/2020

FECHA DE EJECUCIÓN : 16/09/2020

MUESTRA	C1- M1
PROFUNDIDAD	0.00 - 0.50

Tamaño máximo	N°4"
---------------	------

Peso de tara	(g)	29		
Peso tara + muestra húmeda	(g)	216.5		
Peso tara + muestra seca	(g)	210.1		
Peso de agua	(g)	6.4		
Peso de suelo seco	(g)	181.1		
Contenido de humedad	(%)	3.5		
Contenido de humedad Promedio	(%)	3.5		

**Comentarios del Ensayo:**

- El peso de la muestra cumple con lo especificado en la Norma

**Referencia:**

- ASTM D 2216-05 Standard test methods for laboratory determination of water (moisture) content of soil and rock by mass.

F. DE EMISIÓN : 17/09/2020

**MÉTODO DE ENSAYO PARA EL ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO  
ASTM D422-63(2002)**

PROYECTO : SOLUCIÓN PARA DESLIZAMIENTO DE PLATAFORMA CARRETERA DEPARTAMENTAL ACOBAMBA - PALCAMAYO - SAN PEDRO DE CAJAS – CONDORIN TRAMO KM 05+250– KM 05+940

F. DE RECEPCIÓN : 15/09/2020

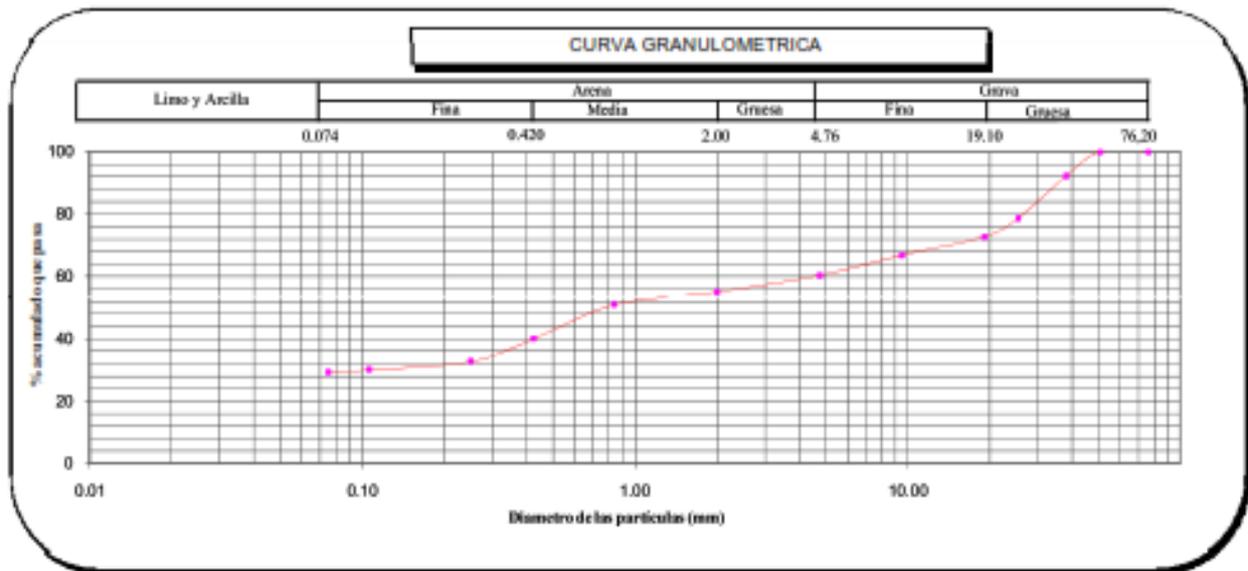
UBICACIÓN : KM 05+250 - KM 05+940

F. DE EJECUCIÓN : 16/09/2020

NUESTRA	C1 - M1					
PROFUNDIDAD (m)	0.00 - 0.50					
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMBAZO ASTM-D422	Malla		% que pasa	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	CARACTERIZACIÓN DEL SUELO
	N°	Abertura (mm)				
	3 "	76.200	100.0	0.0	0.0	Límite Líquido ( LL ) ASTM-D4318 (%) 28
	2 "	50.800	100.0	0.0	0.0	Límite Plástico ( LP ) ASTM-D4318 (%) 22
	1 1/2 "	38.100	92.2	7.8	7.8	Índice Plástico ( IP ) (%) 6
	1 "	25.400	78.6	13.5	21.4	Clasificación ( S.U.C.S. ) ASTM-D2487 GC - GM
	3/4 "	19.100	72.7	5.9	27.3	Clasificación ( AASHTO ) ASTM-D3282 A-2-4
	3/8 "	9.520	66.8	5.9	33.2	Índice de Grupo 0
	N° 4	4.760	60.3	6.4	39.7	Descripción de muestra: Grava fino arcillosa con arena
	N° 10	2.000	55.0	5.4	45.0	
	N° 20	0.840	51.0	3.9	49.0	
	N° 40	0.425	40.0	11.0	60.0	
	N° 60	0.250	32.7	7.3	67.3	
	N° 140	0.106	30.1	2.7	70.0	
N° 200	0.075	29.2	0.9	70.8		
< 200	ASTM D 1140-00	0.0	29.2	100.0		

Observaciones:

- El peso de la muestra es menor al especificado en la Norma



Referencias :

- ASTM D 422-63-02 Standard test method for sieve analysis of fine and coarse aggregates
- ASTM D 4318-05 Standard test method for liquid limit, plastic limit and plasticity index of soils
- ASTM D 2487-05 Standard classification of soils for engineering purposes (Unified soil classification system)
- ASTM D 2216-05 Standard test methods for laboratory determination of water (moisture) content of soil and rock by mass
- ASTM D 3282-04e1 Standard practice for classification of soils-aggregate mixtures for highway construction purposes
- ASTM D 1140-00 Standard test for amount of material in soils finer than the N° 200 (75 µm) sieve

### LÍMITES DE ATTERBERG

MTC E 110 Y E 111 - ASTM D 4318 - AASHTO T-89 Y T-90

<b>PROYECTO</b> : SOLUCIÓN PARA DESLIZAMIENTO DE PLATAFORMA CARRETERA DEPARTAMENTAL ACOBAMBA - PALCAMAYO - SAN PEDRO DE CAJAS - CONDORIN TRAMO KM 05+250- KM 05+940	<b>HECHO POR</b> : H.S.S <b>FECHA</b> : 17/09/2020
<b>PROFUNDIDAD</b> : 0.00 - 0.50 <b>UBICACIÓN</b> : KM 05+250 - KM 05+940	<b>MUESTRA</b> : C1 - M1

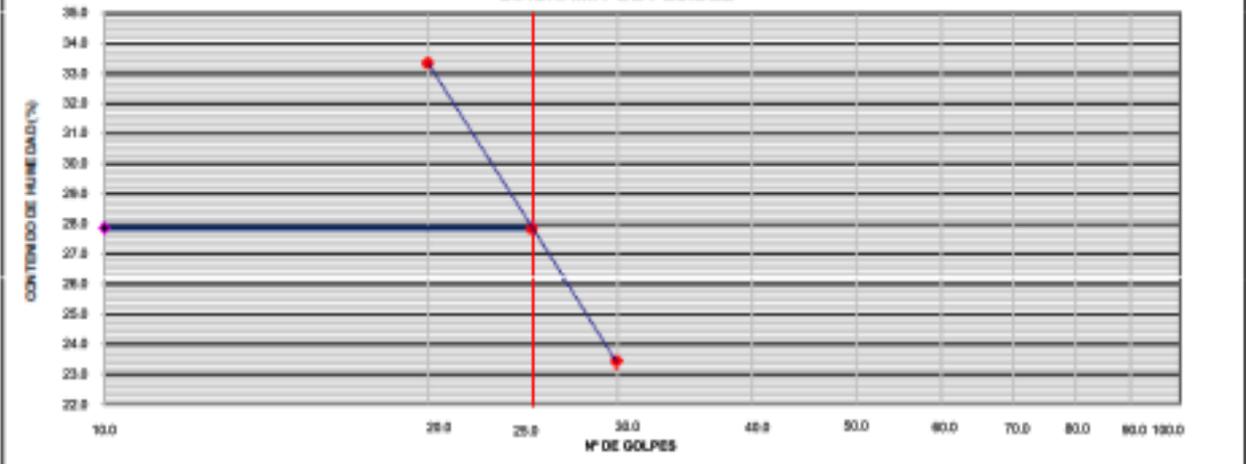
#### LÍMITE LÍQUIDO

N° TARRO	63	96	25
TARRO + SUELO HÚMEDO	25.60	28.70	26.20
TARRO + SUELO SECO	23.00	25.35	22.60
AGUA	2.60	3.35	3.60
PESO DEL TARRO	11.90	13.30	11.80
PESO DEL SUELO SECO	11.10	12.05	10.80
% DE HUMEDAD	23.42	27.80	33.33
N° DE GOLPES	30	25	20

#### LÍMITE PLÁSTICO

N° TARRO	92	152
TARRO + SUELO HÚMEDO	17.50	18.40
TARRO + SUELO SECO	16.50	17.50
AGUA	1.00	0.90
PESO DEL TARRO	11.80	13.40
PESO DEL SUELO SECO	4.70	4.10
% DE HUMEDAD	21.28	21.95

#### DIAGRAMA DE FLUIDEZ



CONSTANTES FÍSICAS DE LA MUESTRA		
LÍMITE LÍQUIDO	(%)	27.86
LÍMITE PLÁSTICO	(%)	21.01
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	(%)	6.25

OBSERVACIONES
La muestra fue proporcionada por el solicitante.
Ensayo efectuado al material pasante la malla N° 40.
Ensayo realizado mediante el "MÉTODO DE MULTIPUNTO".

**Referencia:**

ASTM D 4318-05 Standard test methods for liquid limit, plastic limit, and plasticity index of soils.

<b>MATERIAL QUE PASA LA MALLA N° 200 NTP 400.018 / ASTM C 117-04</b>
--

PROYECTO :

SOLUCIÓN PARA DESLIZAMIENTO DE PLATAFORMA  
CARRETERA DEPARTAMENTAL ACOBAMBA - PALGAMAYO -  
SAN PEDRO DE CAJAS – CONDORIN TRAMO KM 05+250– KM  
05+940

FECHA DE RECEPCIÓN : 15/09/2020

FECHA DE EJECUCIÓN : 16/09/2020

UBICACIÓN : KM 05+250 - KM 05+940

MUESTRA : C1- M1

PROF. (m) : 0.00 - 0.50

METODOLOGIA : A

DATOS	1	2	3	4	5
Tamaño nominal máximo (mm)	0.45				
Cantidad mínima requerida (g)	300.0				
Peso inicial (g)	533.0				
Verificación de la cantidad mínima	Ok				
Peso inicial (verificado) (g)	533.0				
Peso lavado (g)	592.0				
Pasante la malla N° 200 (g)	241.0				
Pasante la malla N° 200 (%)	29				

Porcentaje del material mas fino que pasa la malla N° 200 (promedio) : 29

Número de ensayos válidos : 1

Observaciones :

- El lavado de la muestra por la malla N° 200 se realizó con agua.

Referencia :

ASTM D 1140-00 Standard test for amount of material in soils finer than the N° 200 (75 um) sieve.

Realizado : H.S.S

Revisado : S.S.S

<b>CONTENIDO DE HUMEDAD</b> <b>NTP 339.127 / ASTM D-2216</b>
---

PROYECTO : SOLUCIÓN PARA DESLIZAMIENTO DE PLATAFORMA CARRETERA  
 DEPARTAMENTAL ACOBAMBA - PALCAMAYO - SAN PEDRO DE  
 CAJAS – CONDORIN TRAMO KM 05+250– KM 05+940

UBICACIÓN : KM 05+250 - KM 05+940

FECHA DE RECEPCIÓN : 15/09/2020

FECHA DE EJECUCIÓN : 16/09/2020

MUESTRA	C1- M2
PROFUNDIDAD	0.50 - 2.00

Tamaño máximo	N°4"
---------------	------

Peso de tara	(g)	32.1		
Peso tara + muestra húmeda	(g)	204.7		
Peso tara + muestra seca	(g)	180.9		
Peso de agua	(g)	23.8		
Peso de suelo seco	(g)	146.8		
Contenido de humedad	(%)	16.0		
Contenido de humedad Promedio	(%)	16.0		

Comentarios del Ensayo:

- El peso de la muestra cumple con lo especificado en la Norma

Referencia:

- ASTM D 2216-05 Standard test methods for laboratory determination of water (moisture) content of soil and rock by mass.

F. DE EMISIÓN : 17/09/2020

**MÉTODO DE ENSAYO PARA EL ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO  
ASTM D422-63(2002)**

PROYECTO : SOLUCIÓN PARA DESLIZAMIENTO DE PLATAFORMA CARRETERA DEPARTAMENTAL ACOBAMBA - PALCAMAYO - SAN PEDRO DE CAJAS – CONDORIN TRAMO KM 05+250- KM 05+940

F. DE RECEPCIÓN : 15/09/2020

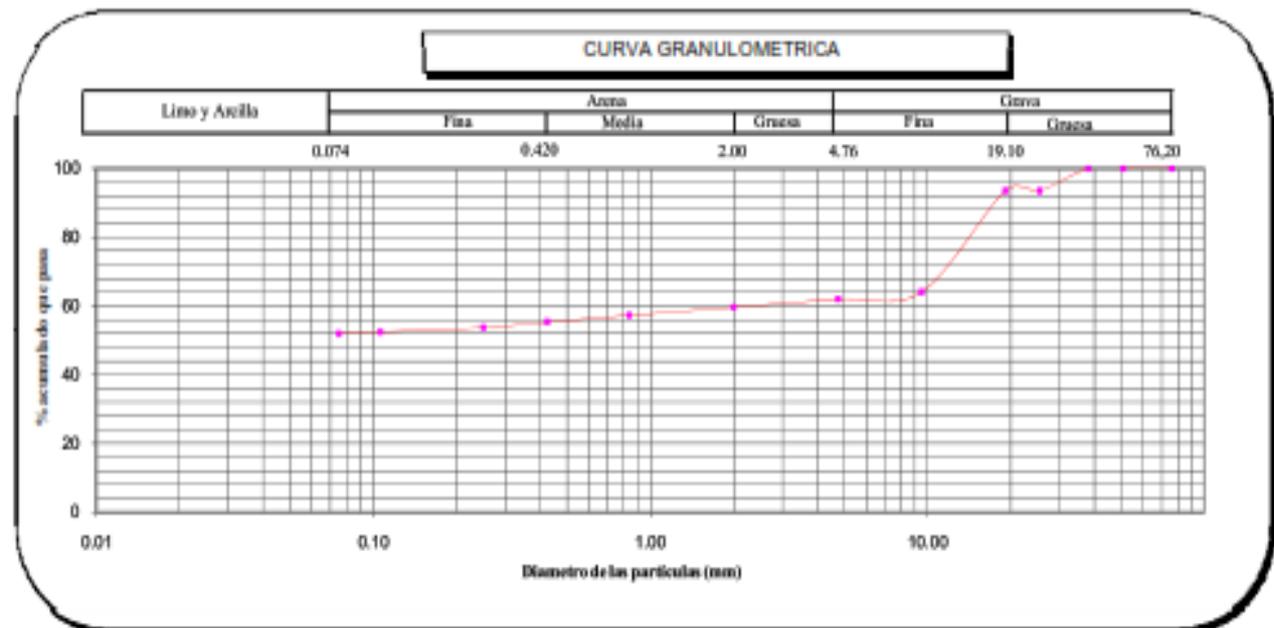
UBICACIÓN : KM 05+250 - KM 05+940

F. DE EJECUCIÓN : 16/09/2020

MUESTRA	C1 - M2						
PROFUNDIDAD (m)	0.50 - 2.00						
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO ASTM-D422	Malla		% que pasa	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	CARACTERIZACIÓN DEL SUELO	
	N°	Abertura (mm)				Límite Líquido ( LL ) ASTM-D4318 (%)	40
	3 "	76.200	100.0	0.0	0.0	Límite Plástico ( LP ) ASTM-D4318 (%)	21
	2 "	50.800	100.0	0.0	0.0	Índice Plástico ( IP ) (%)	19
	1 1/2 "	38.100	100.0	0.0	0.0	Clasificación ( S.U.C.S. ) ASTM-D2487	CL
	1 "	25.400	93.5	6.5	6.5	Clasificación ( AASHTO ) ASTM-D3282	A-6
	3/4 "	19.100	93.5	0.0	6.5	Índice de Grupo	6
	3/8 "	9.520	64.0	29.5	36.0	Descripción de muestra:	
	N° 4	4.760	62.0	2.0	38.0	Arcilla gravosa de baja plasticidad con arena	
	N° 10	2.000	59.6	2.4	40.4		
	N° 20	0.840	57.3	2.3	42.7		
	N° 40	0.425	55.4	1.9	44.6		
	N° 60	0.250	53.7	1.7	46.3		
	N° 140	0.106	52.4	1.2	47.6		
N° 200	0.075	51.9	0.5	48.1			
< 200	ASTM D 1140:99	0.0	51.9	100.0			

**Observaciones:**

- El peso de la muestra cumple con lo especificado en la Norma



**Referencias :**

- ASTM D 422-63-02 Standard test method for sieve analysis of fine and coarse aggregates
- ASTM D 4318-05 Standard test method for liquid limit, plastic limit and plasticity index of soils
- ASTM D 2487-05 Standard classification of soils for engineering purposes (Unified soil classification system)
- ASTM D 3282-08 Standard test methods for laboratory determination of fines (liquid limit) content of soil and rock by mass

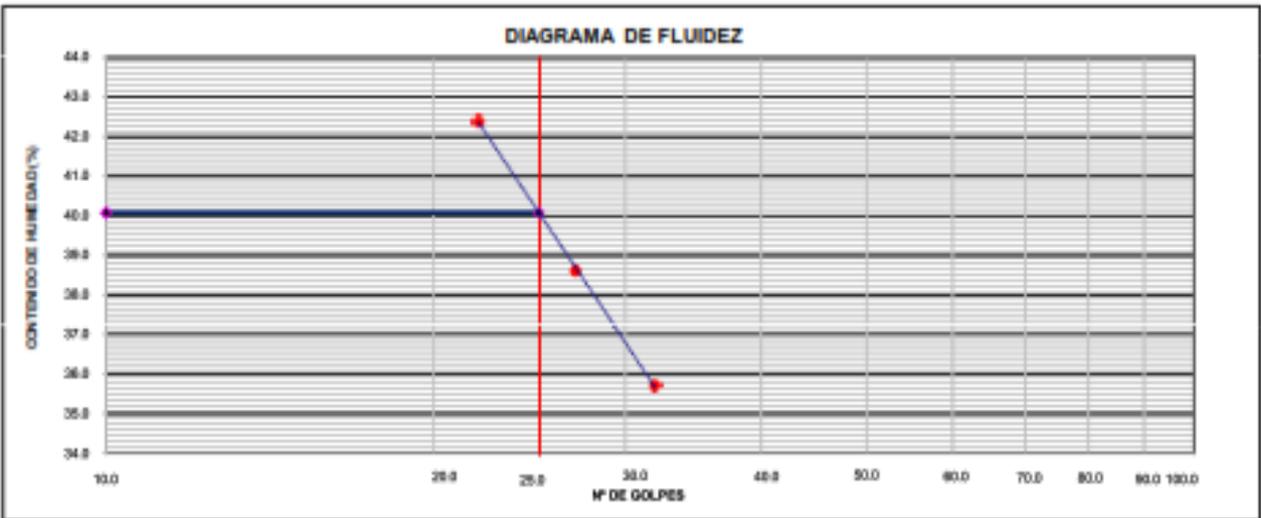
## LÍMITES DE ATTERBERG

MTC E 110 Y E 111 - ASTM D 4318 - AASHTO T-89 Y T-90

<b>PROYECTO</b> : SOLUCIÓN PARA DESLIZAMIENTO DE PLATAFORMA CARRETERA DEPARTAMENTAL ACOBAMBA - PALCAMAYO - SAN PEDRO DE CAJAS - CONDORIN TRAMO KM 05+250- KM 05+940	<b>HECHO POR</b> : H.S.S <b>FECHA</b> : 17/09/2020
<b>PROFUNDIDAD</b> : 0.50 - 2.00	<b>MUESTRA:</b> C1 - M2
<b>UBICACIÓN</b> : KM 05+250 - KM 05+940	

LÍMITE LÍQUIDO				
N° TARRO	107	108	116	
TARRO + SUELO HÚMEDO	26.80	25.80	31.00	
TARRO + SUELO SECO	22.80	21.90	26.00	
AGUA	4.00	3.90	5.00	
PESO DEL TARRO	11.80	11.80	14.20	
PESO DEL SUELO SECO	11.20	10.10	11.80	
% DE HUMEDAD	35.71	38.61	42.37	
N° DE GOLPES	32	27	22	

LÍMITE PLÁSTICO				
N° TARRO	154	185		
TARRO + SUELO HÚMEDO	18.30	17.70		
TARRO + SUELO SECO	17.40	16.80		
AGUA	0.90	0.90		
PESO DEL TARRO	13.10	12.60		
PESO DEL SUELO SECO	4.30	4.20		
% DE HUMEDAD	20.93	21.43		



CONSTANTES FÍSICAS DE LA MUESTRA		
LÍMITE LÍQUIDO	(%)	40.07
LÍMITE PLÁSTICO	(%)	21.15
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	(%)	18.89

OBSERVACIONES
La muestra fue proporcionada por el solicitante. Ensayo efectuado al material pasante la malla N° 40. Ensayo realizado mediante el "MÉTODO DE MULTIPUNTO".

**Referencia:**

ASTM D 4318-05 Standard test methods for liquid limit, plastic limit, and plasticity index of soils.

FECHA DE EMISION : 17/09/2020

**MATERIAL QUE PASA LA MALLA N° 200  
NTP 400.018 / ASTM C 117-04**

PROYECTO :

SOLUCIÓN PARA DESLIZAMIENTO DE PLATAFORMA  
CARRETERA DEPARTAMENTAL ACOBAMBA - PALCAMAYO -  
SAN PEDRO DE CAJAS – CONDORIN TRAMO KM 05+250- KM  
05+940

FECHA DE RECEPCIÓN : 15/09/2020

FECHA DE EJECUCIÓN : 16/09/2020

UBICACIÓN : KM 05+250 - KM 05+940

MUESTRA : C1- M2

PROF. (m) : 0.50 - 2.00

METODOLOGIA : A

DATOS	1	2	3	4	5
Tamaño nominal máximo (mm)	0.45				
Cantidad mínima requerida (g)	300.0				
Peso inicial (g)	511.0				
Verificación de la cantidad mínima	Ok				
Peso inicial (verificado) (g)	511.0				
Peso lavado (g)	244.0				
Pasante la malla N° 200 (g)	267.0				
Pasante la malla N° 200 (%)	52				

Porcentaje del material mas fino que pasa la malla N° 200 (promedio) : 52

Número de ensayos válidos : 1

**Observaciones :**

- El lavado de la muestra por la malla N° 200 se realizó con agua.

**Referencia :**

ASTM D 1140-00 Standard test for amount of material in soils finer than the N° 200 (75 um) sieve.

Realizado : H.S.S

Revisado : S.S.S

FECHA DE EMISIÓN : 17/09/2020

**CONTENIDO DE HUMEDAD  
NTP 339.127 / ASTM D-2216**

PROYECTO : SOLUCIÓN PARA DESLIZAMIENTO DE PLATAFORMA CARRETERA  
DEPARTAMENTAL ACOBAMBA - PALCAMAYO - SAN PEDRO DE  
CAJAS – CONDORIN TRAMO KM 05+250- KM 05+940

UBICACIÓN : KM 05+250 - KM 05+940

FECHA DE RECEPCIÓN : 15/09/2020

FECHA DE EJECUCIÓN : 16/09/2020

MUESTRA	C2- M1
PROFUNDIDAD	0.00 - 1.90

Tamaño máximo	N°4"
---------------	------

Peso de tara	(g)	30.2		
Peso tara + muestra húmeda	(g)	215		
Peso tara + muestra seca	(g)	185.6		
Peso de agua	(g)	29.2		
Peso de suelo seco	(g)	155.6		
Contenido de humedad	(%)	18.8		
Contenido de humedad Promedio	(%)	18.8		

**Comentarios del Ensayo:**

- El peso de la muestra cumple con lo especificado en la Norma

**Referencia:**

- ASTM D 2216-05 Standard test methods for laboratory determination of water (moisture) content of soil and rock by mass.

F. DE EMISIÓN : 17/09/2020

**MÉTODO DE ENSAYO PARA EL ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO  
ASTM D422-63(2002)**

**PROYECTO** : SOLUCIÓN PARA DESLIZAMIENTO DE PLATAFORMA CARRETERA DEPARTAMENTAL ACOBAMBA - PALCAMAYO - SAN PEDRO DE CAJAS – CONDORIN TRAMO KM 05+250– KM 05+940

F. DE RECEPCIÓN : 15/09/2020

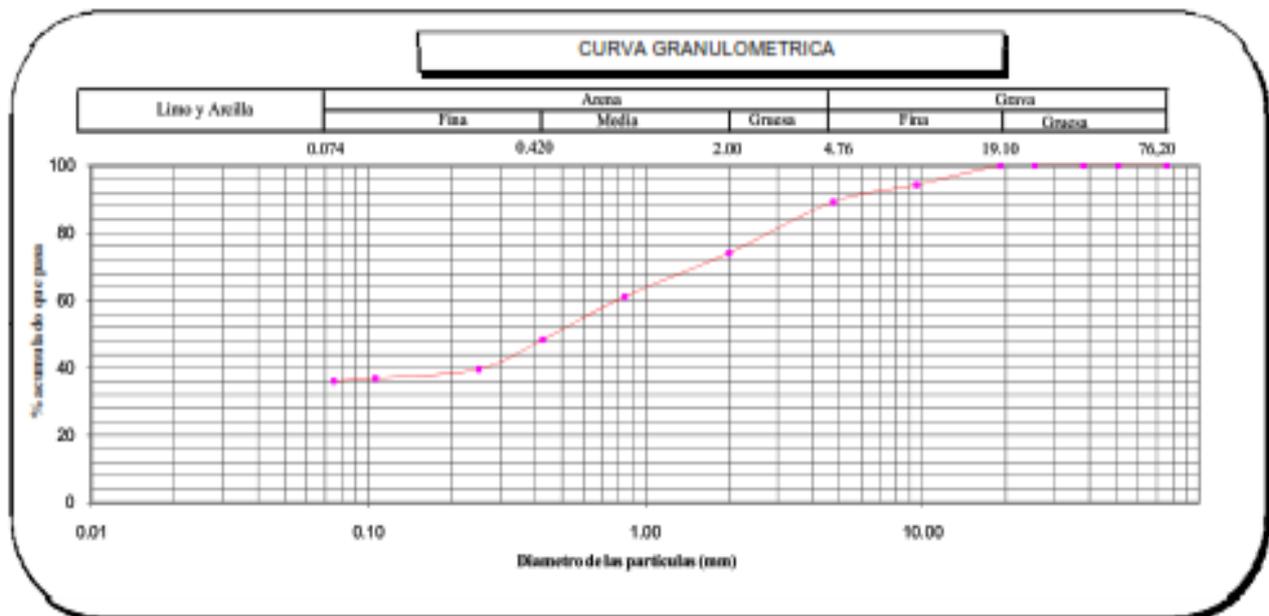
**UBICACIÓN** : KM 05+250 - KM 05+940

F. DE EJECUCIÓN : 16/09/2020

MUESTRA	C2 - M1						
PROFUNDIDAD (m)	0.00 - 1.50						
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO ASTM-D422	Malla		% que pasa	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	CARACTERIZACIÓN DEL SUELO	
	N°	Abertura (mm)					
	3"	76.200	100.0	0.0	0.0	Límite Líquido ( LL ) ASTM-D4318 (%)	35
	2"	50.800	100.0	0.0	0.0	Límite Plástico ( LP ) ASTM-D4318 (%)	21
	1 1/2"	38.100	100.0	0.0	0.0	Índice Plástico ( IP ) (%)	14
	1"	25.400	100.0	0.0	0.0	Clasificación ( S.U.C.S. ) ASTM-D2487	SC
	3/4"	19.100	100.0	0.0	0.0	Clasificación ( AASHTO ) ASTM-D3282	A-6
	3/8"	9.520	94.2	5.8	5.8	Índice de Grupo	1
	N° 4	4.760	89.2	5.0	10.8	Descripción de muestra: Arena arcillosa	
	N° 10	2.000	74.0	15.2	26.0		
	N° 20	0.840	61.0	13.0	39.0		
	N° 40	0.425	48.3	12.7	51.7		
	N° 60	0.250	39.6	8.8	60.5		
	N° 140	0.106	36.8	2.7	63.2		
	N° 200	0.075	36.1	0.8	63.9		
< 200	ASTM D 1140-09	0.0	36.1	100.0			

**Observaciones:**

- El peso de la muestra cumple con lo especificado en la Norma



**Referencias :**

- ASTM D 422-63-02 Standard test method for sieve analysis of fine and coarse aggregates
- ASTM D 4318-05 Standard test method for liquid limit, plastic limit and plasticity index of soils
- ASTM D 2487-05 Standard classification of soils for engineering purposes (Unified soil classification system)
- ASTM D 2216-05 Standard test methods for laboratory determination of water (moisture) content of soil and rock by mass
- ASTM D 3282-04e1 Standard practice for classification of soils-aggregate mixtures for highway construction purposes
- ASTM D 1140-09 Standard test for amount of material in soils finer than the N° 200 (75 um) sieve



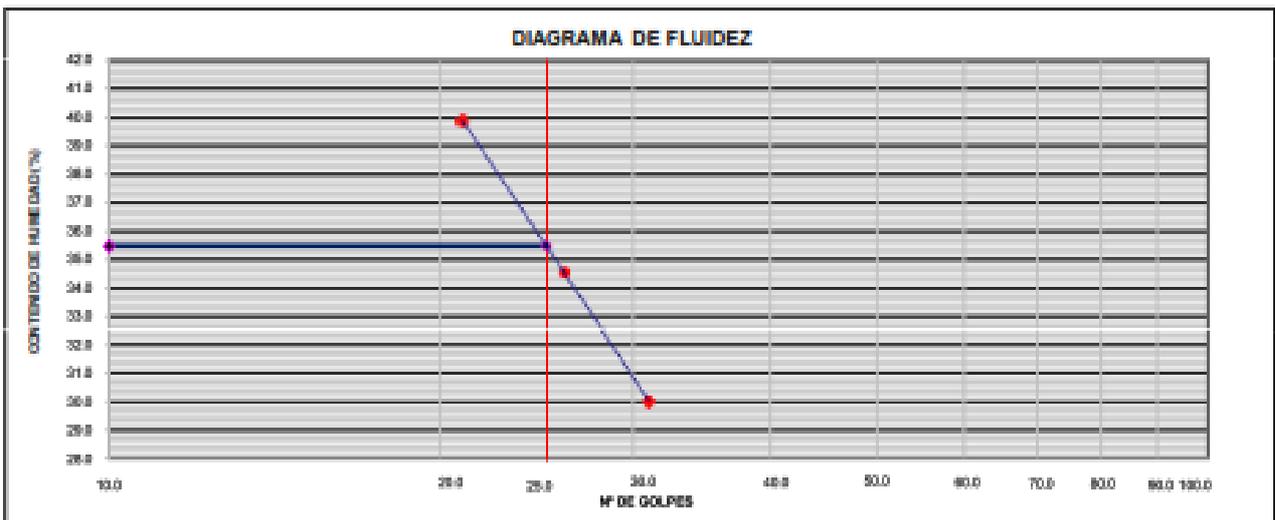
### LIMITES DE ATTERBERG

MTC E 110 Y E 111 - ASTM D 4318 - AASHTO T-89 Y T-90

<b>PROYECTO</b> : SOLUCIÓN PARA DESLIZAMIENTO DE PLATAFORMA CARRETERA DEPARTAMENTAL ACOBAMBA - PALCAMAYO - SAN PEDRO DE CAJAS – CONDORIN TRAMO KM 05+250- KM 05+940	<b>HECHO POR</b> : H.S.S  <b>FECHA</b> : 17/09/2020
<b>PROFUNDIDAD</b> : 0.00 - 1.00 <b>UBICACIÓN</b> : KM 05+250 - KM 05+940	<b>MUESTRA</b> : C2 - M1

LÍMITE LÍQUIDO				
N° TARRO	124	123	121	
TARRO + SUELO HÚMEDO	30.30	27.70	29.00	
TARRO + SUELO SECO	26.40	23.80	24.10	
AGUA	3.90	3.90	4.90	
PESO DEL TARRO	13.40	12.50	11.80	
PESO DEL SUELO SECO	13.00	11.30	12.30	
% DE HUMEDAD	30.00	34.51	39.84	
N° DE GOLPES	31	20	21	

LÍMITE PLÁSTICO				
N° TARRO	133	136		
TARRO + SUELO HÚMEDO	16.60	16.00		
TARRO + SUELO SECO	15.80	17.20		
AGUA	0.80	0.80		
PESO DEL TARRO	11.90	13.30		
PESO DEL SUELO SECO	3.90	3.90		
% DE HUMEDAD	20.51	20.51		



CONSTANTES FÍSICAS DE LA MUESTRA		
LÍMITE LÍQUIDO	(%)	39.84
LÍMITE PLÁSTICO	(%)	20.51
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	(%)	14.94

OBSERVACIONES
La muestra fue proporcionada por el solicitante. Ensayo efectuado al material pasante la malla N° 40. Ensayo realizado mediante el "MÉTODO DE MULTIPUNTO".

**Referencia:**

ASTM D 4318-05 Standard test methods for liquid limit, plastic limit, and plasticity index of soils.

FECHA DE EMISION : 17/09/2020

**MATERIAL QUE PASA LA MALLA N° 200  
NTP 400.018 / ASTM C 117-04**

PROYECTO :

SOLUCIÓN PARA DESLIZAMIENTO DE PLATAFORMA  
CARRETERA DEPARTAMENTAL ACOBAMBA - PALCAMAYO -  
SAN PEDRO DE CAJAS – CONDORIN TRAMO KM 05+250– KM  
05+940

FECHA DE RECEPCIÓN : 15/09/2020

FECHA DE EJECUCIÓN : 16/09/2020

UBICACIÓN : KM 05+250 - KM 05+940

MUESTRA : C2- M1

PROF. (m) : 0.00 - 1.90

METODOLOGIA : A

DATOS	1	2	3	4	5
Tamaño nominal máximo (mm)	0.45				
Cantidad mínima requerida (g)	300.0				
Peso inicial (g)	622.0				
Verificación de la cantidad mínima	Ok				
Peso inicial (verificado) (g)	622.0				
Peso lavado (g)	401.0				
Pasante la malla N° 200 (g)	221.0				
Pasante la malla N° 200 (%)	36				

Porcentaje del material mas fino que pasa la malla N° 200 (promedio) : 36

Número de ensayos válidos : 1

**Observaciones :**

- El lavado de la muestra por la malla N° 200 se realizó con agua.

**Referencia :**

ASTM D 1140-00 Standard test for amount of material in soils finer than the N° 200 (75 um) sieve.

Realizado : H.S.S

Revisado : S.S.S

<b>CONTENIDO DE HUMEDAD</b> <b>NTP 339.127 / ASTM D-2216</b>
---

**PROYECTO** : SOLUCIÓN PARA DESLIZAMIENTO DE PLATAFORMA CARRETERA  
 DEPARTAMENTAL ACOBAMBA - PALCAMAYO - SAN PEDRO DE  
 CAJAS – CONDORIN TRAMO KM 05+250– KM 05+940

**UBICACIÓN** : KM 05+250 - KM 05+940

**FECHA DE RECEPCIÓN** : 15/09/2020

**FECHA DE EJECUCIÓN** : 16/09/2020

<b>MUESTRA</b>	C2- M2
<b>PROFUNDIDAD</b>	1.90 - 2.80

Tamaño máximo	N°4"
---------------	------

Peso de tara	(g)	35.4		
Peso tara + muestra húmeda	(g)	202.6		
Peso tara + muestra seca	(g)	171.5		
Peso de agua	(g)	31.3		
Peso de suelo seco	(g)	136.1		
Contenido de humedad	(%)	23.0		
Contenido de humedad Promedio	(%)	23.0		

**Comentarios del Ensayo:**

- El peso de la muestra cumple con lo especificado en la Norma

**Referencia:**

- ASTM D 2216-05 Standard test methods for laboratory determination of water (moisture) content of soil and rock by mass.

F. DE EMISIÓN : 17/09/2020

**MÉTODO DE ENSAYO PARA EL ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO  
ASTM D422-63(2002)**

**PROYECTO** : SOLUCIÓN PARA DESLIZAMIENTO DE PLATAFORMA CARRETERA DEPARTAMENTAL ACOBAMBA - PALCAMAYO - SAN PEDRO DE CAJAS – CONDORIN TRAMO KM 05+250– KM 05+940

F. DE RECEPCIÓN : 15/09/2020

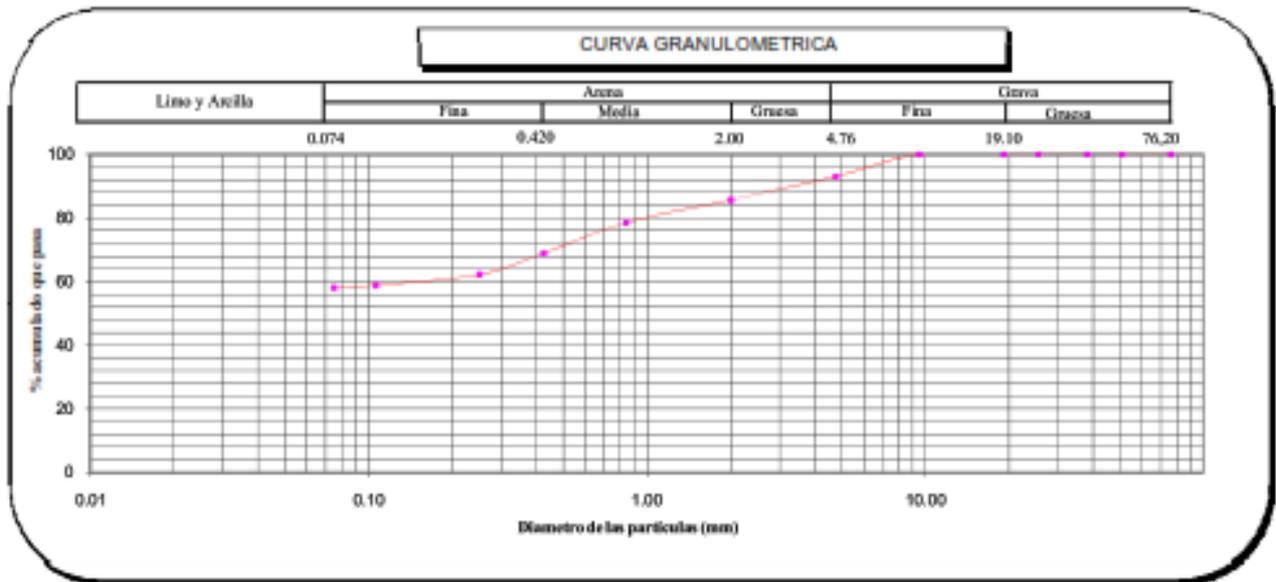
**UBICACIÓN** : KM 05+250 - KM 05+940

F. DE EJECUCIÓN : 16/09/2020

MUESTRA	C2 - M2						
PROFUNDIDAD (m)	1.90 - 2.80						
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO ASTM-D422	Malla		% que pasa	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	CARACTERIZACIÓN DEL SUELO	
	N°	Abertura (mm)					
	3 "	76.200	100.0	0.0	0.0	Límite Líquido ( LL ) ASTM-D4318 (%)	35
	2 "	50.800	100.0	0.0	0.0	Límite Plástico ( LP ) ASTM-D4318 (%)	22
	1 1/2 "	38.100	100.0	0.0	0.0	Índice Plástico ( IP ) (%)	16
	1 "	25.400	100.0	0.0	0.0	Clasificación ( S.U.C.S. ) ASTM-D2487	CL
	3/4 "	19.100	100.0	0.0	0.0	Clasificación ( AASHTO ) ASTM-D3282	A-6
	3/8 "	9.520	100.0	0.0	0.0	Índice de Grupo	8
	N° 4	4.760	93.0	7.0	7.0	Descripción de muestra: Arcilla arenosa de baja plasticidad	
	N° 10	2.000	85.7	7.4	14.3		
	N° 20	0.840	78.5	7.2	21.5		
	N° 40	0.425	68.9	9.6	31.1		
	N° 60	0.250	62.2	6.7	37.8		
	N° 140	0.106	58.9	3.4	41.2		
N° 200	0.075	58.1	0.8	42.0			
< 200	ASTM D 1140:09	0.0	58.1	100.0			

**Observaciones:**

- El peso de la muestra cumple con lo especificado en la Norma



**Referencias :**

- ASTM D 422-63-02 Standard test method for sieve analysis of fine and coarse aggregates
- ASTM D 4318-05 Standard test method for liquid limit, plastic limit and plasticity index of soils
- ASTM D 2487-05 Standard classification of soils for engineering purposes (Unified soil classification system)
- ASTM D 2216-05 Standard test methods for laboratory determination of water (moisture) content of soil and rock by mass
- ASTM D 3282-04e1 Standard practice for classification of soils-aggregate mixtures for highway construction purposes
- ASTM D 1140-09 Standard test for amount of material in soils finer than the N° 200 (75 um) sieve

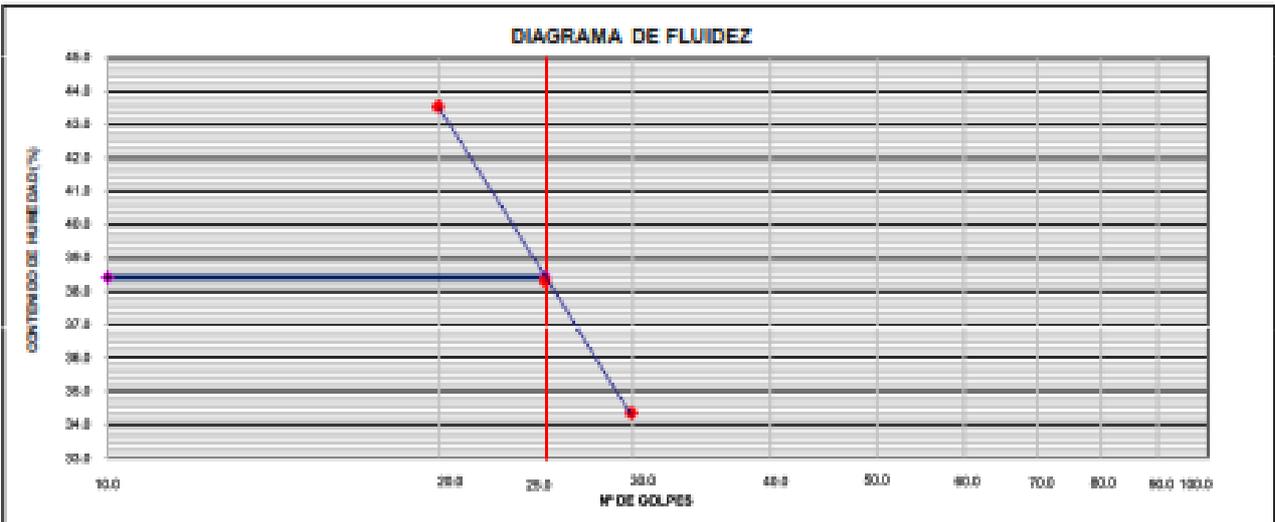
## LÍMITES DE ATTERBERG

MTC E 110 Y E 111 - ASTM D 4318 - AASHTO T-99 Y T-90

<b>PROYECTO</b> : SOLUCIÓN PARA DESLIZAMIENTO DE PLATAFORMA CARRETERA DEPARTAMENTAL ACORAMBA - PALCAMAYO - SAN PEDRO DE CAJAS - CONDORIN TRAMO KM 05+250 - KM 05+940	<b>HECHO POR</b> : H.S.S <b>FECHA</b> : 17/09/2020
<b>PROFUNDIDAD</b> : 1.90 - 2.90	<b>MUESTRA</b> : C2 - M2
<b>UBICACIÓN</b> : KM 05+250 - KM 05+940	

LÍMITE LÍQUIDO				
N° TARRO	201	203	205	
TARRO + SUELO HÚMEDO	35.00	29.50	33.20	
TARRO + SUELO SECO	29.20	24.85	28.80	
AGUA	5.80	4.65	4.40	
PESO DEL TARRO	12.30	12.70	12.10	
PESO DEL SUELO SECO	16.90	12.15	14.70	
% DE HUMEDAD	34.32	38.27	43.54	
N° DE GOLPES	30	25	20	

LÍMITE PLÁSTICO				
N° TARRO	211	233		
TARRO + SUELO HÚMEDO	17.00	17.90		
TARRO + SUELO SECO	16.00	16.80		
AGUA	1.00	1.10		
PESO DEL TARRO	11.80	11.80		
PESO DEL SUELO SECO	4.40	5.20		
% DE HUMEDAD	22.73	21.15		



CONSTANTES FÍSICAS DE LA MUESTRA		
LÍMITE LÍQUIDO	(%)	38.41
LÍMITE PLÁSTICO	(%)	21.94
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	(%)	16.47

OBSERVACIONES
La muestra fue proporcionada por el solicitante. Ensayo efectuado al material pasante la malla N° 40. Ensayo realizado mediante el "MÉTODO DE MULTIPUNTO".

**Referencia:**

ASTM D 4318-05 Standard test methods for liquid limit, plastic limit, and plasticity index of soils.

FECHA DE EMISION : 17/09/2020

**MATERIAL QUE PASA LA MALLA N° 200  
NTP 400.018 / ASTM C 117-04**

PROYECTO :

SOLUCIÓN PARA DESLIZAMIENTO DE PLATAFORMA  
CARRETERA DEPARTAMENTAL ACOBAMBA - PALCAMAYO -  
SAN PEDRO DE CAJAS – CONDORIN TRAMO KM 05+250– KM  
05+940

FECHA DE RECEPCIÓN : 15/09/2020

FECHA DE EJECUCIÓN : 16/09/2020

UBICACIÓN : KM 05+250 - KM 05+940

MUESTRA : C2- M2

PROF. (m) : 1.90 - 2.80

METODOLOGIA : A

DATOS	1	2	3	4	5
Tamaño nominal máximo (mm)	0.45				
Cantidad mínima requerida (g)	300.0				
Peso inicial (g)	633.0				
Verificación de la cantidad mínima	Ok				
Peso inicial (verificado) (g)	633.0				
Peso lavado (g)	266.0				
Pasante la malla N° 200 (g)	367.0				
Pasante la malla N° 200 (%)	58				

Porcentaje del material mas fino que pasa la malla N° 200 (promedio) : 58

Número de ensayos válidos : 1

**Observaciones :**

- El lavado de la muestra por la malla N° 200 se realizó con agua.

**Referencia :**

ASTM D 1140-00 Standard test for amount of material in soils finer than the N° 200 (75 um) sieve.

Realizado : H.S.S

Revisado : S.S.S

<b>CONTENIDO DE HUMEDAD</b> <b>NTP 339.127 / ASTM D-2216</b>
---

PROYECTO : SOLUCIÓN PARA DESLIZAMIENTO DE PLATAFORMA CARRETERA  
 DEPARTAMENTAL ACOBAMBA - PALCAMAYO - SAN PEDRO DE  
 CAJAS – CONDORIN TRAMO KM 05+250– KM 05+940

UBICACIÓN : KM 05+250 - KM 05+940

FECHA DE RECEPCIÓN : 15/09/2020

FECHA DE EJECUCIÓN : 16/09/2020

MUESTRA	C3- M1
PROFUNDIDAD	0.00 - 2.10

Tamaño máximo	N°4"
---------------	------

Peso de tara	(g)	31.4		
Peso tara + muestra húmeda	(g)	194.7		
Peso tara + muestra seca	(g)	177		
Peso de agua	(g)	17.7		
Peso de suelo seco	(g)	145.6		
Contenido de humedad	(%)	12.2		
Contenido de humedad Promedio	(%)	12.2		

**Comentarios del Ensayo:**

- El peso de la muestra cumple con lo especificado en la Norma

**Referencia:**

- ASTM D 2216-05 Standard test methods for laboratory determination of water (moisture) content of soil and rock by mass.

F. DE EMISIÓN : 17/09/2020

**MÉTODO DE ENSAYO PARA EL ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO  
ASTM D422-63(2002)**
**PROYECTO :** SOLUCIÓN PARA DESLIZAMIENTO DE PLATAFORMA CARRETERA DEPARTAMENTAL ACOBAMBA - PALCAMAYO - SAN PEDRO DE CAJAS – CONDORIN TRAMO KM 05+250– KM 05+940

F. DE RECEPCIÓN : 15/09/2020

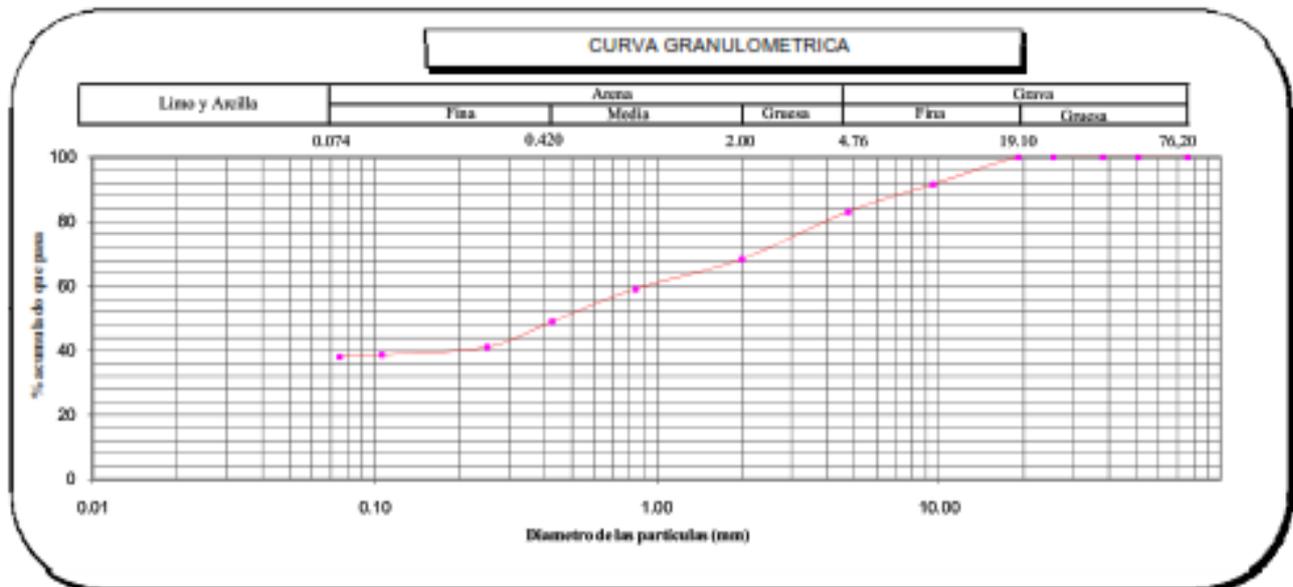
**UBICACIÓN :** KM 05+250 - KM 05+940

F. DE EJECUCIÓN : 16/09/2020

MUESTRA	C3 - M1						
PROFUNDIDAD (m)	0.00 - 2.10						
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO ASTM-D422	Malla		% que pasa	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	CARACTERIZACIÓN DEL SUELO	
	N°	Abertura (mm)				Limite Líquido ( LL ) ASTM-D4318 (%)	36
	3 "	76.200	100.0	0.0	0.0	Limite Plástico ( LP ) ASTM-D4318 (%)	22
	2 "	50.800	100.0	0.0	0.0	Indice Plástico ( IP ) (%)	14
	1 1/2 "	38.100	100.0	0.0	0.0	Clasificación ( S.U.C.S. ) ASTM-D2487	SC
	1 "	25.400	100.0	0.0	0.0	Clasificación ( AASHTO ) ASTM-D3282	A-6
	3/4 "	19.100	100.0	0.0	0.0	Indice de Grupo	1
	3/8 "	9.520	91.5	8.5	8.5	Descripción de muestra: Arena arcillosa con grava	
	N° 4	4.760	83.0	8.5	17.0		
	N° 10	2.000	68.3	14.7	31.7		
	N° 20	0.840	59.1	9.3	40.9		
	N° 40	0.425	49.0	10.1	51.0		
	N° 60	0.250	41.0	8.0	59.0		
	N° 140	0.106	38.7	2.3	61.3		
N° 200	0.075	38.0	0.7	62.1			
< 200	ASTM D 1140-00	0.0	38.0	100.0			

**Observaciones:**

- El peso de la muestra cumple con lo especificado en la Norma


**Referencias :**

- ASTM D 422-63-02 Standard test method for sieve analysis of fine and coarse aggregates
- ASTM D 4318-05 Standard test method for liquid limit, plastic limit and plasticity index of soils
- ASTM D 2487-05 Standard classification of soils for engineering purposes (Unified soil classification system)
- ASTM D 2216-05 Standard test methods for laboratory determination of water (moisture) content of soil and rock by mass
- ASTM D 3282-04e1 Standard practice for classification of soils-aggregate mixtures for highway construction purposes
- ASTM D 1140-00 Standard test for amount of material in soils finer than the N° 200 (75 um) sieve

## LÍMITES DE ATTERBERG

MTC E 118 Y E 111 - ASTM D-4318 - AASHTO T-99 Y T-98

<b>PROYECTO</b> : SOLUCIÓN PARA DESLIZAMIENTO DE PLATAFORMA CARRETERA DEPARTAMENTAL ACOBAMBA - PALCAMAYO - SAN PEDRO DE CAJAS – CONDORIN TRAMO KM 03+250– KM 03+940	<b>HECHO POR</b> : H.S.S  <b>FECHA</b> : 17/09/2020
<b>PROFUNDIDAD</b> : 0.00 - 2.10 <b>UBICACIÓN</b> : KM 03+250 - KM 03+940	<b>MUESTRA</b> : C3 - M1

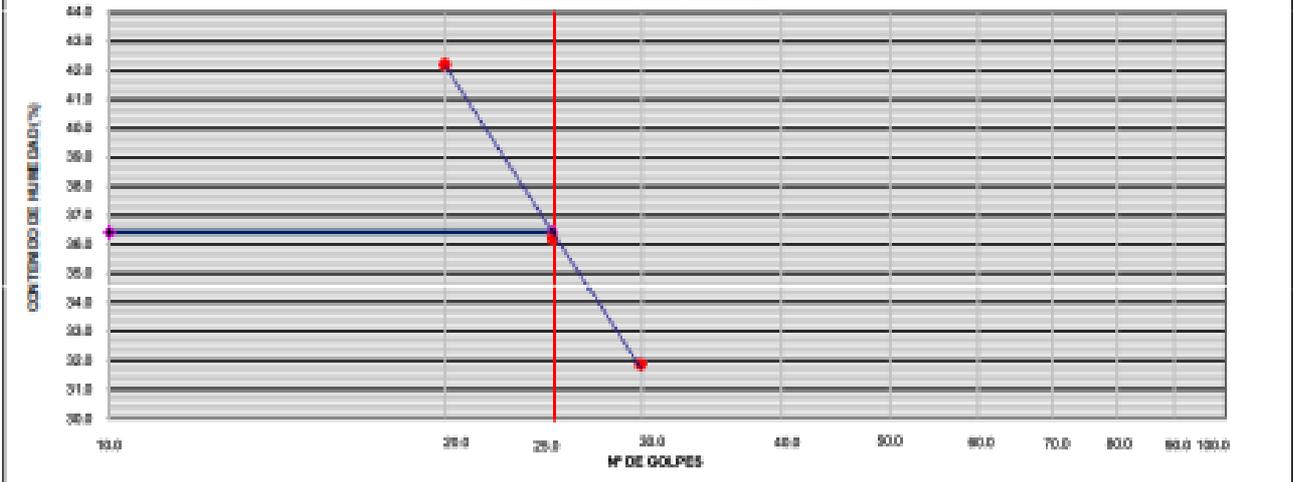
### LÍMITE LÍQUIDO

N° TARRO	198	185	187
TARRO + SUELO HÚMEDO	32.60	31.80	35.60
TARRO + SUELO SECO	27.60	26.70	28.30
AGUA	5.00	5.10	7.30
PESO DEL TARRO	11.90	12.60	11.60
PESO DEL SUELO SECO	15.70	14.10	17.30
% DE HUMEDAD	31.85	36.17	42.20
N° DE GOLPES	30	25	20

### LÍMITE PLÁSTICO

N° TARRO	198	201
TARRO + SUELO HÚMEDO	17.60	18.00
TARRO + SUELO SECO	16.50	17.00
AGUA	1.10	1.00
PESO DEL TARRO	11.60	12.30
PESO DEL SUELO SECO	4.70	4.70
% DE HUMEDAD	23.40	21.28

### DIAGRAMA DE FLUIDEZ



CONSTANTES FÍSICAS DE LA MUESTRA		
LÍMITE LÍQUIDO	(%)	36.41
LÍMITE PLÁSTICO	(%)	22.34
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	(%)	14.07

OBSERVACIONES
La muestra fue proporcionada por el solicitante. Ensayo efectuado al material pasante la malla N° 40. Ensayo realizado mediante el "MÉTODO DE MULTIPUNTO".

**Referencia:**

ASTM D 4318-05 Standard test methods for liquid limit, plastic limit, and plasticity index of soils.

FECHA DE EMISION : 17/09/2020

**MATERIAL QUE PASA LA MALLA Nº 200**  
**NTP 400.018 / ASTM C 117-04**

PROYECTO :

SOLUCIÓN PARA DESLIZAMIENTO DE PLATAFORMA  
CARRETERA DEPARTAMENTAL ACOBAMBA - PALCAMAYO -  
SAN PEDRO DE CAJAS – CONDORIN TRAMO KM 05+250– KM  
05+940

FECHA DE RECEPCIÓN : 15/09/2020

FECHA DE EJECUCIÓN : 16/09/2020

UBICACIÓN : KM 05+250 - KM 05+940

MUESTRA : C3- M1

PROF. (m) : 0.00 - 2.10

METODOLOGIA : A

DATOS		1	2	3	4	5
Tamaño nominal máximo (mm)		0.45				
Cantidad mínima requerida (g)		300.0				
Peso inicial (g)		577.0				
Verificación de la cantidad mínima		Ok				
Peso inicial (verificado) (g)		577.0				
Peso lavado (g)		355.0				
Pasante la malla Nº 200 (g)		219.0				
Pasante la malla Nº 200 (%)		38				

Porcentaje del material mas fino que pasa la malla Nº 200 (promedio) : 38

Número de ensayos válidos : 1

**Observaciones :**

- El lavado de la muestra por la malla Nº 200 se realizó con agua.

**Referencia :**

ASTM D 1140-00 Standard test for amount of material in soils finer than the N° 200 (75 um) sieve.

Realizado : H.S.S

Revisado : S.S.S

<b>CONTENIDO DE HUMEDAD</b> <b>NTP 339.127 / ASTM D-2216</b>
---

**PROYECTO** : SOLUCIÓN PARA DESLIZAMIENTO DE PLATAFORMA CARRETERA  
 DEPARTAMENTAL ACOBAMBA - PALCAMAYO - SAN PEDRO DE  
 CAJAS – CONDORIN TRAMO KM 05+250 – KM 05+940

**UBICACIÓN** : KM 05+250 - KM 05+940

**FECHA DE RECEPCIÓN** : 15/09/2020

**FECHA DE EJECUCIÓN** : 16/09/2020

<b>MUESTRA</b>	C3- M2
<b>PROFUNDIDAD</b>	2.10 - 2.70

<b>Tamaño máximo</b>	N°4"
----------------------	------

Peso de tara	(g)	29.7		
Peso tara + muestra húmeda	(g)	206.6		
Peso tara + muestra seca	(g)	104.5		
Peso de agua	(g)	22.1		
Peso de suelo seco	(g)	154.6		
Contenido de humedad	(%)	14.3		
Contenido de humedad Promedio	(%)	14.3		

**Comentarios del Ensayo:**

- El peso de la muestra cumple con lo especificado en la Norma

**Referencia:**

- ASTM D 2216-05 Standard test methods for laboratory determination of water (moisture) content of soil and rock by mass.

F. DE EMISIÓN : 17/09/2020

**MÉTODO DE ENSAYO PARA EL ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO**  
ASTM D422-63(2002)

PROYECTO : SOLUCIÓN PARA DESLIZAMIENTO DE PLATAFORMA CARRETERA DEPARTAMENTAL ACOBAMBA - PALCAMAYO - SAN PEDRO DE CAJAS – CONDORIN TRAMO KM 05+250– KM 05+940

F. DE RECEPCIÓN : 15/09/2020

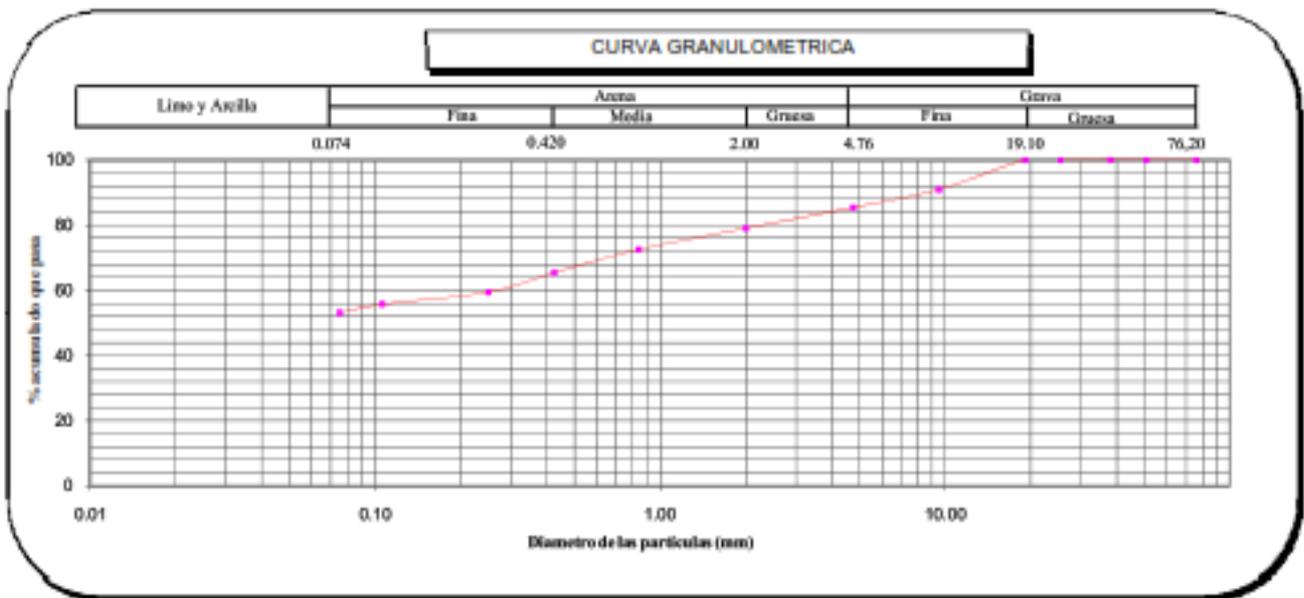
UBICACIÓN : KM 05+250 - KM 05+940

F. DE EJECUCIÓN : 16/09/2020

MUESTRA		C3 - M2					
PROFUNDIDAD (m)		2.10 - 2.70					
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO ASTM-D422	Malla		% que pasa	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	CARACTERIZACIÓN DEL SUELO	
	N°	Abertura (mm)					
	3 "	76.200	100.0	0.0	0.0	Límite Líquido ( LL ) ASTM-D4318 (%)	43
	2 "	50.800	100.0	0.0	0.0	Límite Plástico ( LP ) ASTM-D4318 (%)	24
	1 1/2 "	38.100	100.0	0.0	0.0	Índice Plástico ( IP ) (%)	19
	1 "	25.400	100.0	0.0	0.0	Clasificación ( S.U.C.S. ) ASTM-D2487	CL
	3/4"	19.100	100.0	0.0	0.0	Clasificación ( AASHTO ) ASTM-D3282	A-7-6
	3/8"	9.520	90.9	9.1	9.1	Índice de Grupo	7
	N° 4	4.760	85.4	5.5	14.6	Descripción d emuestra: Arcilla arenosa de baja plasticidad	
	N° 10	2.000	79.0	6.4	21.0		
	N° 20	0.840	72.5	6.5	27.5		
	N° 40	0.425	65.4	7.0	34.6		
	N° 60	0.250	59.4	6.0	40.6		
	N° 140	0.106	55.8	3.7	44.3		
N° 200	0.075	53.1	2.6	46.9			
< 200	ASTM D 1148-00	0.0	53.1	100.0			

Observaciones:

- El peso de la muestra cumple con lo especificado en la Norma



Referencias :

- ASTM D 422-63-02 Standard test method for sieve analysis of fine and coarse aggregates
- ASTM D 4318-05 Standard test method for liquid limit, plastic limit and plasticity index of soils
- ASTM D 2487-05 Standard classification of soils for engineering purposes (Unified soil classification system)
- ASTM D 2216-05 Standard test methods for laboratory determination of water (moisture) content of soil and rock by mass
- ASTM D 3282-04e1 Standard practice for classification of soils-aggregate mixtures for highway construction purposes
- ASTM D 1140-00 Standard test for amount of material in soils finer than the N° 200 (75 um) sieve

## LIMITE DE ATTERBERG

MTC E 110 Y E 111 - ASTM D 4318 - AASHTO T-99 Y T-98

<b>PROYECTO</b> : SOLUCIÓN PARA DESLIZAMIENTO DE PLATAPORMA CARRETERA DEPARTAMENTAL ACOBAMBA - PALCAMAYO - SAN PEDRO DE CAJAS - CONDORIN TRAMO KM 05+250 - KM 05+940	<b>HECHO POR</b> : H.S.S <b>FECHA</b> : 17/09/2020
<b>PROFUNDIDAD</b> : 2.10 - 2.70 <b>UBICACIÓN</b> : KM 05+250 - KM 05+940	<b>MUESTRA:</b> C3 - M2

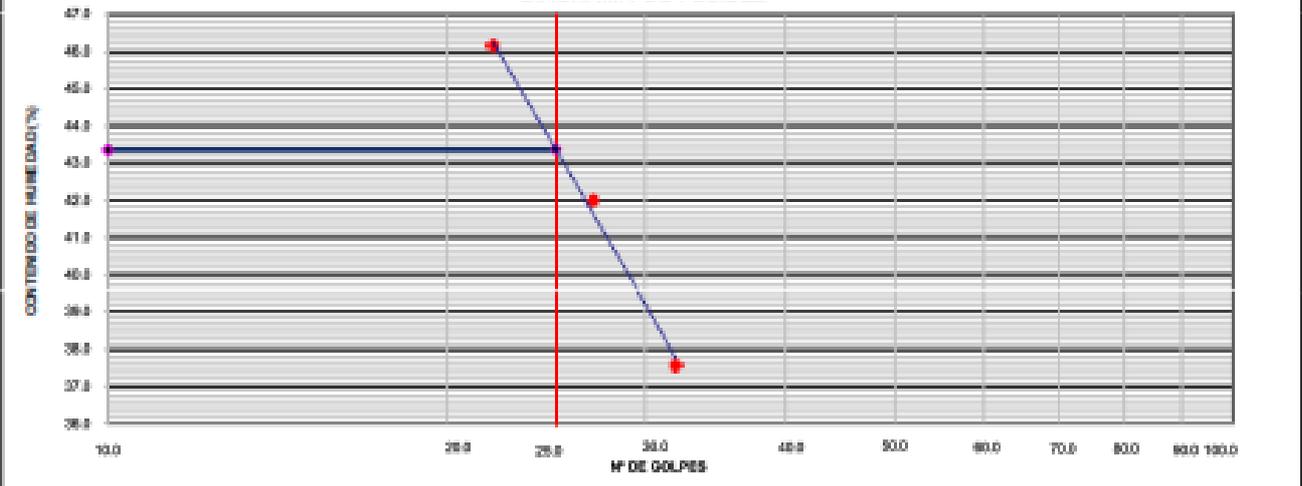
### LIMITE LIQUIDO

N° TARRO	117	133	206	
TARRO + SUELO HÚMEDO	35.90	30.50	29.50	
TARRO + SUELO SECO	30.00	25.00	24.10	
AGUA	5.90	5.50	5.40	
PESO DEL TARRO	14.30	11.90	12.40	
PESO DEL SUELO SECO	15.70	13.10	11.70	
% DE HUMEDAD	37.58	41.98	46.15	
N° DE GOLPES	32	27	22	

### LIMITE PLÁSTICO

N° TARRO	119	122		
TARRO + SUELO HÚMEDO	16.80	17.00		
TARRO + SUELO SECO	15.80	16.00		
AGUA	1.00	1.00		
PESO DEL TARRO	11.50	11.90		
PESO DEL SUELO SECO	4.30	4.10		
% DE HUMEDAD	23.26	24.39		

### DIAGRAMA DE FLUIDEZ



CONSTANTES FÍSICAS DE LA MUESTRA		
LÍMITE LIQUIDO	(%)	43.35
LÍMITE PLÁSTICO	(%)	23.82
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	(%)	19.53

OBSERVACIONES
La muestra fue proporcionada por el solicitante. Ensayo efectuado al material pasante la malla N° 40. Ensayo realizado mediante el "MÉTODO DE MULTIPUNTO".

**Referencia:**

ASTM D 4318-05 Standard test methods for liquid limit, plastic limit, and plasticity index of soils.

FECHA DE EMISION : 17/09/2020

**MATERIAL QUE PASA LA MALLA N° 200  
NTP 400.018 / ASTM C 117-04**

FECHA DE RECEPCIÓN : 15/09/2020

FECHA DE EJECUCIÓN : 16/09/2020

PROYECTO :

SOLUCIÓN PARA DESLIZAMIENTO DE PLATAFORMA  
CARRETERA DEPARTAMENTAL ACOBAMBA - PALCAMAYO -  
SAN PEDRO DE CAJAS – CONDORIN TRAMO KM 05+250– KM  
05+940

UBICACIÓN : KM 05+250 - KM 05+940

MUESTRA : C3- M2

PROF. (m) : 2.10 - 2.70

METODOLOGIA : A

DATOS	1	2	3	4	5
Tamaño nominal máximo (mm)	0.45				
Cantidad mínima requerida (g)	300.0				
Peso inicial (g)	550.0				
Verificación de la cantidad mínima	Ok				
Peso inicial (verificado) (g)	550.0				
Peso lavado (g)	261.0				
Pasante la malla N° 200 (g)	269.0				
Pasante la malla N° 200 (%)	53				

Porcentaje del material mas fino que pasa la malla N° 200 (promedio) : 53

Número de ensayos válidos : 1

Observaciones :

- El lavado de la muestra por la malla N° 200 se realizó con agua.

Referencia :

ASTM D 1140-00 Standard test for amount of material in soils finer than the N° 200 (75 um) sieve.

Realizado : H. S.S

Revisado : S.S.S

<b>CONTENIDO DE HUMEDAD</b> <b>NTP 339.127 / ASTM D-2216</b>
---

**PROYECTO** : SOLUCIÓN PARA DESLIZAMIENTO DE PLATAFORMA CARRETERA  
 DEPARTAMENTAL ACOBAMBA - PALCAMAYO - SAN PEDRO DE  
 CAJAS – CONDORIN TRAMO KM 05+250– KM 05+940

**UBICACIÓN** : KM 05+250 - KM 05+940

**FECHA DE RECEPCIÓN** : 15/09/2020

**FECHA DE EJECUCIÓN** : 16/09/2020

<b>MUESTRA</b>	C4- M1
<b>PROFUNDIDAD</b>	0.00 - 2.40

<b>Tamaño máximo</b>	N°4"
----------------------	------

Peso de tara	(g)	30.1		
Peso tara + muestra húmeda	(g)	210.1		
Peso tara + muestra seca	(g)	178.9		
Peso de agua	(g)	31.2		
Peso de suelo seco	(g)	148.8		
Contenido de humedad	(%)	21.0		
Contenido de humedad Promedio	(%)	21.0		

**Comentarios del Ensayo:**

- El peso de la muestra cumple con lo especificado en la Norma

**Referencia:**

- ASTM D 2216-05 Standard test methods for laboratory determination of water (moisture) content of soil and rock by mass.

F. DE EMISIÓN : 17/09/2020

**MÉTODO DE ENSAYO PARA EL ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO**  
**ASTM D422-63(2002)**

PROYECTO : SOLUCIÓN PARA DESLIZAMIENTO DE PLATAFORMA CARRETERA DEPARTAMENTAL ACOBAMBA - PALCAMAYO - SAN PEDRO DE CAJAS – CONDORIN TRAMO KM 05+250– KM 05+940

F. DE RECEPCIÓN : 15/09/2020

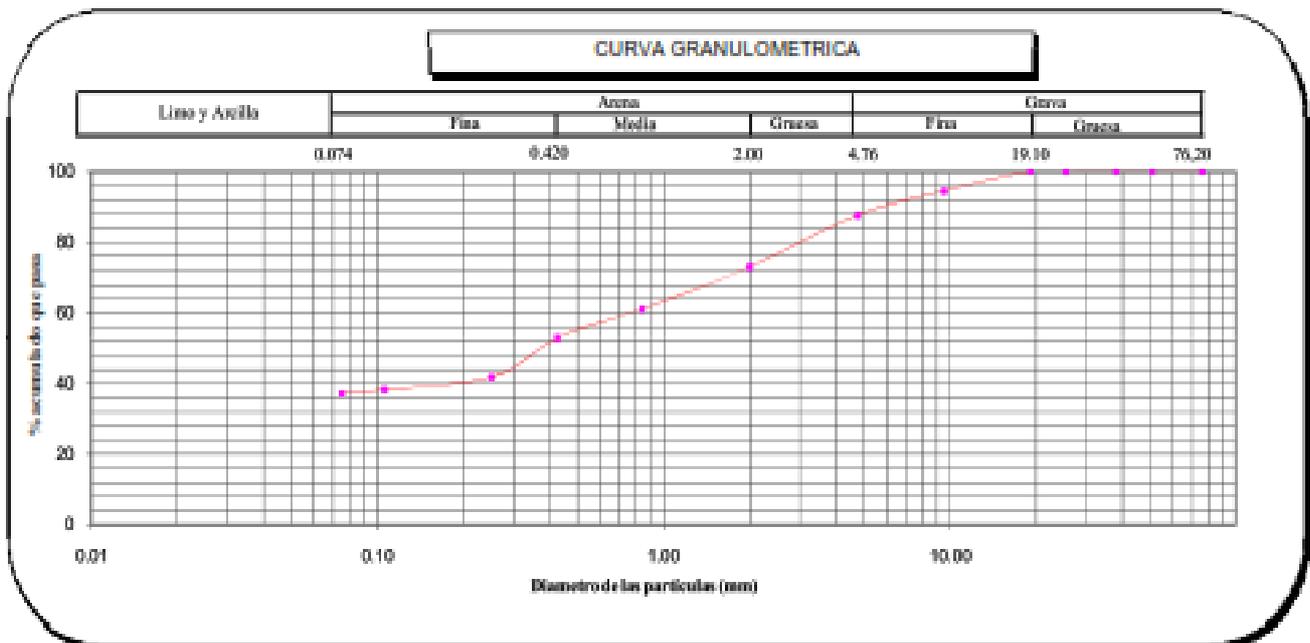
UBICACIÓN : KM 05+250 - KM 05+940

F. DE EJECUCIÓN : 16/09/2020

MUESTRA		C4 - M1							
PROFUNDIDAD (m)		0.00 - 2.40							
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO ASTM-D422	Malla		% que pasa	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	CARACTERIZACIÓN DEL SUELO			
	Nº	Abertura (mm)				Limites Líquido (LL) ASTM-D4318 (%)	Limites Plásticos (LP) ASTM-D4318 (%)	Indice Plástico (IP) (%)	Clasificación (S.U.C.S.) ASTM-D2487
	3"	76.200	100.0	0.0	0.0	38	21	18	SC
	2"	50.800	100.0	0.0	0.0				
	1 1/2"	38.100	100.0	0.0	0.0				
	1"	25.400	100.0	0.0	0.0				
	3/4"	19.100	100.0	0.0	0.0				
	3/8"	9.520	94.5	5.5	5.5				
	Nº 4	4.760	87.7	6.8	12.3				
	Nº 10	2.000	73.0	14.7	27.0	Descripción de muestra:			
	Nº 20	0.840	61.1	11.9	38.9	Arena arcillosa			
	Nº 40	0.425	52.9	8.2	47.1				
	Nº 60	0.250	41.7	11.2	58.3				
	Nº 140	0.106	38.1	3.5	61.9				
Nº 200	0.075	37.0	1.1	63.0					
< 200	ASTM D 1148-08	0.0	37.0	100.0					

**Observaciones:**

- El peso de la muestra cumple con lo especificado en la Norma



**Referencias :**

- ASTM D 422-63-02 Standard test method for sieve analysis of fine and coarse aggregates
- ASTM D 4318-05 Standard test method for liquid limit, plastic limit and plasticity index of soils
- ASTM D 2487-05 Standard classification of soils for engineering purposes (Unified soil classification system)
- ASTM D 2216-05 Standard test methods for laboratory determination of water (moisture) content of soil and rock by mass
- ASTM D 2958-04 Standard practice for classification of soils, approximate relative to laboratory classification systems

## LÍMITES DE ATTERBERG

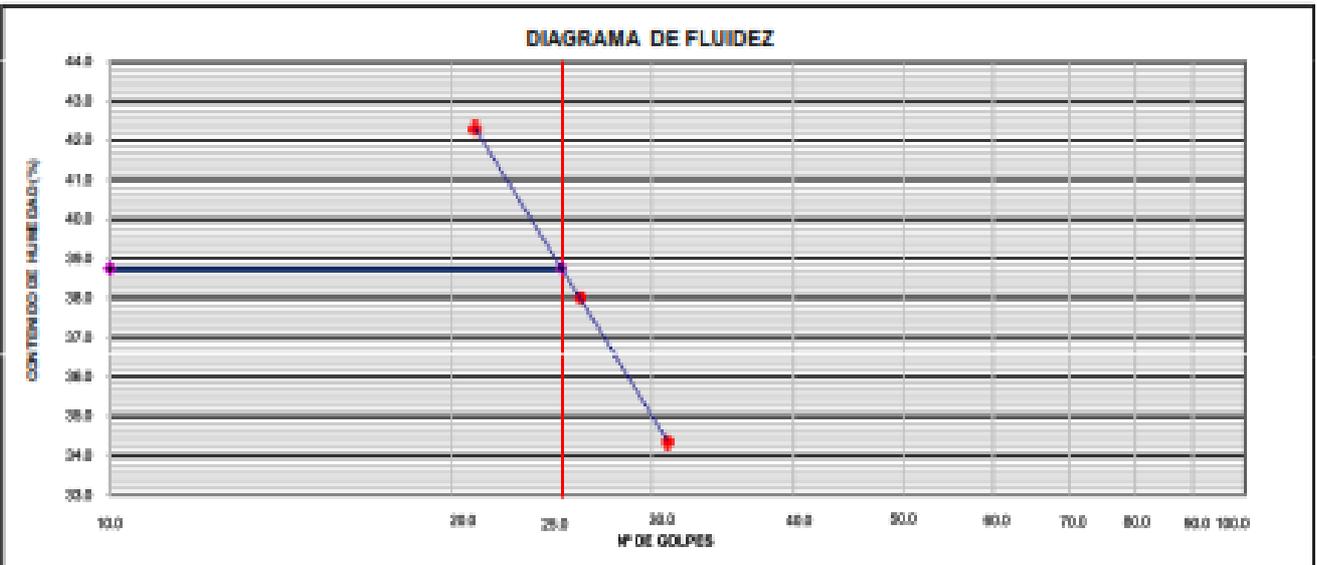
MTC E 110 Y E 111 - ASTM D 4318 - AASHTO T-89 Y T-90

<b>PROYECTO</b> : SOLUCIÓN PARA DESLIZAMIENTO DE PLATAFORMA CARRETERA DEPARTAMENTAL ACOBAMBA - PALCAMAYO - SAN PEDRO DE CAJAS - CONDORIN TRAMO KM 05+250 - KM 05+940	<b>HECHO POR</b> : H.S.B  <b>FECHA</b> : 17/09/2020
<b>PROFUNDIDAD</b> : 0.00 - 2.40 <b>UBICACIÓN</b> : KM 05+250 - KM 05+940	<b>MUESTRA:</b> C4 - M1

LÍMITE LIQUIDO				
Nº TARRO	63	65	64	
TARRO + SUELO HÚMEDO	29.50	31.20	30.00	
TARRO + SUELO SECO	25.00	26.30	24.80	
AGUA	4.50	4.90	5.20	
PESO DEL TARRO	11.90	13.40	12.50	
PESO DEL SUELO SECO	13.10	12.90	12.30	
% DE HUMEDAD	34.35	37.98	42.28	
Nº DE GOLPES	31	26	21	

LÍMITE PLÁSTICO				
Nº TARRO	100	144		
TARRO + SUELO HÚMEDO	18.20	17.30		
TARRO + SUELO SECO	17.50	16.50		
AGUA	0.70	0.80		
PESO DEL TARRO	14.20	12.60		
PESO DEL SUELO SECO	3.30	3.90		
% DE HUMEDAD	21.21	20.51		



CONSTANTES FÍSICAS DE LA MUESTRA		
LÍMITE LIQUIDO	(%)	38.74
LÍMITE PLÁSTICO	(%)	20.86
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	(%)	17.88

OBSERVACIONES
La muestra fue proporcionada por el solicitante. Ensayo efectuado al material pasante la malla Nº 40. Ensayo realizado mediante el "MÉTODO DE MULTIPUNTO".

Referencia:

ASTM D 4318-05 Standard test methods for liquid limit, plastic limit, and plasticity index of soils.

FECHA DE EMISION : 17/09/2020

**MATERIAL QUE PASA LA MALLA N° 200  
NTP 400.018 / ASTM C 117-04**

FECHA DE RECEPCIÓN : 15/09/2020

FECHA DE EJECUCIÓN : 16/09/2020

PROYECTO :

SOLUCIÓN PARA DESLIZAMIENTO DE PLATAFORMA  
CARRETERA DEPARTAMENTAL ACOBAMBA - PALCAMAYO -  
SAN PEDRO DE CAJAS – CONDORIN TRAMO KM 05+250– KM  
05+940

UBICACIÓN : KM 05+250 - KM 05+940

MUESTRA : C4- M1

PROF. (m) : 0.00 - 2.40

METODOLOGIA : A

DATOS	1	2	3	4	5
Tamaño nominal máximo (mm)	0.45				
Cantidad mínima requerida (g)	300.0				
Peso inicial (g)	509.0				
Verificación de la cantidad mínima	Ok				
Peso inicial (verificado) (g)	509.0				
Peso lavado (g)	321.0				
Pasante la malla N° 200 (g)	188.0				
Pasante la malla N° 200 (%)	37				

Porcentaje del material mas fino que pasa la malla N° 200 (promedio) : 37

Número de ensayos válidos : 1

Observaciones :

- El lavado de la muestra por la malla N° 200 se realizó con agua.

Referencia :

ASTM D 1140-00 Standard test for amount of material in soils finer than the N° 200 (75 um) sieve.

Realizado : H. S.S

Revisado : S.S.S

<b>CONTENIDO DE HUMEDAD</b> <b>NTP 339.127 / ASTM D-2216</b>
---

PROYECTO : SOLUCIÓN PARA DESLIZAMIENTO DE PLATAFORMA CARRETERA  
 DEPARTAMENTAL ACOBAMBA - PALCAMAYO - SAN PEDRO DE  
 CAJAS – CONDORIN TRAMO KM 05+250– KM 05+940

UBICACIÓN : KM 05+250 - KM 05+940

FECHA DE RECEPCIÓN : 15/09/2020

FECHA DE EJECUCIÓN : 16/09/2020

MUESTRA	T1 - M1
PROFUNDIDAD	0.00 - 4.00

Tamaño máximo	N°4"
---------------	------

Peso de tara	(g)	30.2		
Peso tara + muestra húmeda	(g)	208.2		
Peso tara + muestra seca	(g)	189.4		
Peso de agua	(g)	18.8		
Peso de suelo seco	(g)	159.2		
Contenido de humedad	(%)	11.8		
Contenido de humedad Promedio	(%)	11.8		

**Comentarios del Ensayo:**

- El peso de la muestra cumple con lo especificado en la Norma

**Referencia:**

- ASTM D 2216-05 Standard test methods for laboratory determination of water (moisture) content of soil and rock by mass.

**MÉTODO DE ENSAYO PARA EL ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO**  
**ASTM D422-63(2002)**

**PROYECTO :** SOLUCIÓN PARA DESLIZAMIENTO DE PLATAFORMA CARRETERA DEPARTAMENTAL ACOBAMBA - PALCAMAYO - SAN PEDRO DE CAJAS – CONDORIN TRAMO KM 05+250– KM 05+940

F. DE RECEPCIÓN : 15/09/2020

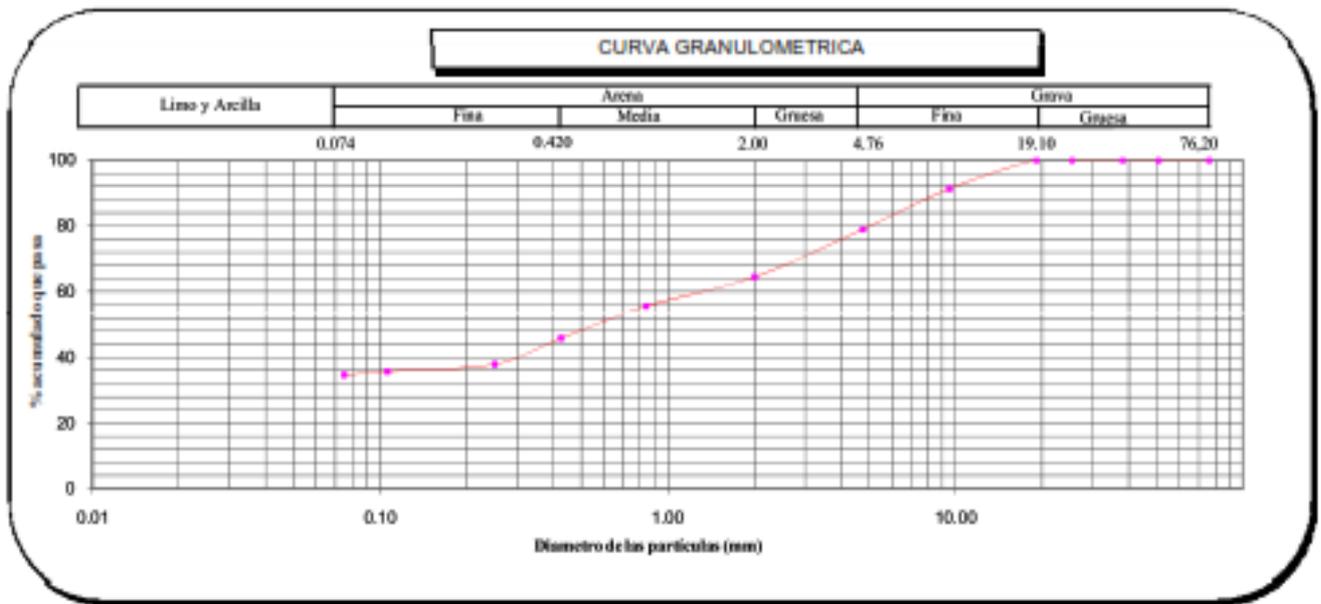
**UBICACIÓN :** KM 05+250 - KM 05+940

F. DE EJECUCIÓN : 16/09/2020

MUESTRA	T1 - M1						
PROFUNDIDAD (m)	0.00 - 4.00						
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMBAZO ASTM-D422	Malla		% que pasa	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	CARACTERIZACIÓN DEL SUELO	
	N°	Abertura (mm)				Limite Líquido ( LL ) ASTM-D4318 (%)	33
	3 "	76.200	100.0	0.0	0.0	Limite Plástico ( LP ) ASTM-D4318 (%)	29
	2 "	50.800	100.0	0.0	0.0	Índice Plástico ( IP ) (%)	4
	1 1/2 "	38.100	100.0	0.0	0.0	Clasificación ( S.U.C.S. ) ASTM-D2487	SC - SM
	1 "	25.400	100.0	0.0	0.0	Clasificación ( AASHITO ) ASTM-D3282	A-2-4
	3/4 "	19.100	100.0	0.0	0.0	Índice de Grupo	0
	3/8 "	9.520	91.2	8.8	8.8	Descripción de muestra: Arena limo arcillosa con grava	
	N° 4	4.760	78.9	12.3	21.1		
	N° 10	2.000	64.4	14.5	35.6		
	N° 20	0.840	55.5	8.9	44.5		
	N° 40	0.425	45.8	9.7	54.2		
	N° 60	0.250	37.9	7.9	62.1		
	N° 140	0.106	35.7	2.2	64.3		
N° 200	0.075	34.7	1.0	65.3			
< 200	ASTM D 1140-00	0.0	34.7	100.0			

**Observaciones:**

- El peso de la muestra cumple con lo especificado en la Norma



**Referencias :**

- ASTM D 422-63-02 Standard test method for sieve analysis of fine and coarse aggregates
- ASTM D 4318-05 Standard test method for liquid limit, plastic limit and plasticity index of soils
- ASTM D 2487-05 Standard classification of soils for engineering purposes (Unified soil classification system)
- ASTM D 2216-05 Standard test methods for laboratory determination of water (moisture) content of soil and rock by mass
- ASTM D 3282-04e1 Standard practice for classification of soils-aggregate mixtures for highway construction purposes
- ASTM D 1140-00 Standard test for amount of material in soils finer than the N° 200 (75 um) sieve

## LÍMITES DE ATTERBERG

MTC E 119 Y E 111 - ASTM D 4318 - AASHTO T-89 Y T-99

PROYECTO : SOLUCIÓN PARA DESLIZAMIENTO DE PLATAFORMA CARRETERA DEPARTAMENTAL  
ACOBAMBA - PÁLCAMAYO - SAN PEDRO DE CAJAS - CONDORIN TRAMO KM 05+250 - KM 05+940

HECHO POR : H.S.S  
FECHA : 17/09/2020

PROFUNDIDAD : 0.00 - 4.00

MUESTRA: T1 - M1

UBICACIÓN : KM 05+250 - KM 05+940

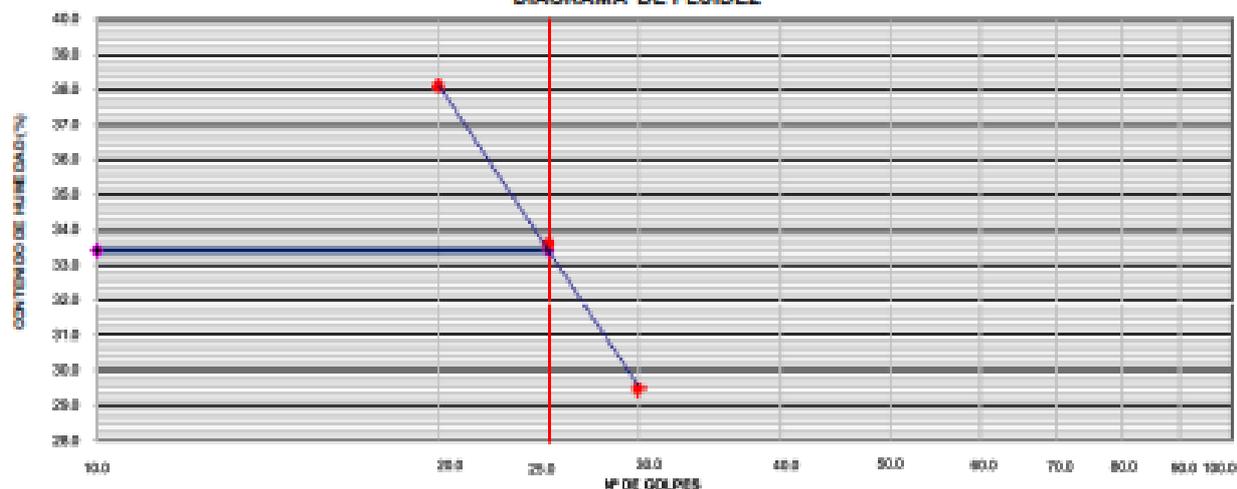
### LÍMITE LÍQUIDO

N° TARRO	208	233	344
TARRO + SUELO HÚMEDO	33.00	28.70	35.00
TARRO + SUELO SECO	28.70	24.40	29.40
AGUA	4.30	4.30	5.60
PESO DEL TARRO	14.10	11.60	14.70
PESO DEL SUELO SECO	14.60	12.80	14.70
% DE HUMEDAD	29.45	33.59	38.10
N° DE GOLPES	30	25	20

### LÍMITE PLÁSTICO

N° TARRO	28	18
TARRO + SUELO HÚMEDO	16.60	16.00
TARRO + SUELO SECO	15.90	16.60
AGUA	0.70	1.20
PESO DEL TARRO	13.40	12.70
PESO DEL SUELO SECO	2.50	4.10
% DE HUMEDAD	28.00	29.27

DIAGRAMA DE FLUIDEZ



#### CONSTANTES FÍSICAS DE LA MUESTRA

LÍMITE LÍQUIDO	(%)	33.41
LÍMITE PLÁSTICO	(%)	28.63
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	(%)	4.78

#### OBSERVACIONES

La muestra fue proporcionada por el solicitante.  
Ensayo efectuado al material pasante la malla N° 40.  
Ensayo realizado mediante el "MÉTODO DE MULTIPUNTO".

**Referencia:**

ASTM D 4318-05 Standard test methods for liquid limit, plastic limit, and plasticity index of soils.

FECHA DE EMISION : 17/09/2020

**MATERIAL QUE PASA LA MALLA N° 200  
NTP 400.018 / ASTM C 117-04**

FECHA DE RECEPCIÓN : 15/09/2020

PROYECTO :

FECHA DE EJECUCIÓN : 16/09/2020

SOLUCIÓN PARA DESLIZAMIENTO DE PLATAFORMA  
CARRETERA DEPARTAMENTAL ACOBAMBA - PALCAMAYO -  
SAN PEDRO DE CAJAS – CONDORIN TRAMO KM 05+250– KM  
05+940

UBICACIÓN : KM 05+250 - KM 05+940

MUESTRA : T1 - M1

PROF. (m) : 0.00 - 4.00

METODOLOGIA : A

DATOS	1	2	3	4	5
Tamaño nominal máximo (mm)	0.45				
Cantidad mínima requerida (g)	300.0				
Peso inicial (g)	500.0				
Verificación de la cantidad mínima	Ok				
Peso inicial (verificado) (g)	500.0				
Peso lavado (g)	325.0				
Pasante la malla N° 200 (g)	175.0				
Pasante la malla N° 200 (%)	35				

Porcentaje del material mas fino que pasa la malla N° 200 (promedio) : 35

Número de ensayos válidos : 1

**Observaciones :**

- El lavado de la muestra por la malla N° 200 se realizó con agua.

**Referencia :**

ASTM D 1140-00 Standard test for amount of material in soils finer than the N° 200 (75 um) sieve.

Realizado : H.S.S

Revisado : S.S.S



**LABORATORIO MECANICA DE SUELOS  
CONCRETOS Y PAVIMENTOS**

**PROYECTO :** SOLUCION PARA DESLIZAMIENTO DE PLATAFORMA CARRETERA DEPARTAMENTAL  
ACOBAMBA - PALCAMAYO - SAN PEDRO DE CAJAS - CONDORIN TRAMO KM 05+250- KM  
05+940

**TECNICO :** H.S.S.  
**ING. RESP. :** S.S.S.  
**FECHA :** 22/09/20

**ENSAYO DE CORTE DIRECTO BAJO CONDICIONES CONSOLIDADAS DRENADAS  
ASTM D3080-04**

**PROGRESIVA (km) :** KM 05+250 AL KM 05+940      **MUESTRA :** T1 - M1  
**PROF. (m) :** 0.00 - 4.00      **CLASIF. SUCS :** SC-SM  
**ESTADO :** Muestra Remoldeada      **VELOCIDAD DE CORTE :** 0.5 mm/min

**ESPECIMEN 1**

Altura Inicial:	22.0 mm
Lado de caja:	60.0 mm
Area Inicial:	36.0 cm <sup>2</sup>
Densidad:	1.815 gr/cm <sup>3</sup>
Humedad Inic.:	14.0 %
Humedad Fin.:	14.9 %
Esf. Normal:	0.56 kg/cm <sup>2</sup>
Esf. Corte:	0.193 kg/cm <sup>2</sup>

**ESPECIMEN 2**

Altura Inicial:	22.0 mm
Lado de caja:	60.0 mm
Area Inicial:	36.0 cm <sup>2</sup>
Densidad:	1.815 gr/cm <sup>3</sup>
Humedad Inic.:	14.0 %
Humedad Fin.:	16.2 %
Esf. Normal:	1.11 kg/cm <sup>2</sup>
Esf. Corte:	0.457 kg/cm <sup>2</sup>

**ESPECIMEN 3**

Altura Inicial:	22.0 mm
Lado de caja:	60.0 mm
Area Inicial:	36.0 cm <sup>2</sup>
Densidad:	1.815 gr/cm <sup>3</sup>
Humedad Inic.:	14.0 %
Humedad Fin.:	16.0 %
Esf. Normal:	2.22 kg/cm <sup>2</sup>
Esf. Corte:	0.791 kg/cm <sup>2</sup>

Deformacion horizontal (%)	Esfuerzo de Corte (kg/cm <sup>2</sup> )	Esfuerzo Normalizado (t/s)
0.13	0.000	0.00
0.13	0.016	0.03
0.25	0.035	0.06
0.38	0.053	0.09
0.51	0.070	0.13
0.64	0.086	0.16
0.76	0.105	0.19
0.89	0.123	0.22
1.02	0.141	0.25
1.14	0.156	0.28
1.27	0.176	0.31
1.40	0.193	0.34
1.69	0.193	0.34
1.91	0.193	0.34
2.12	0.193	0.34
2.33	0.193	0.34
2.54	0.193	0.34
2.96	0.193	0.34
3.39	0.193	0.34
3.61	0.193	0.33
4.23	0.193	0.33
5.06	0.193	0.33
5.93	0.193	0.33
6.77	0.193	0.32
7.62	0.193	0.32
8.47	0.193	0.32
10.16	0.193	0.31
11.85	0.193	0.31
13.55	0.193	0.30
15.24	0.193	0.29
0.00	0.000	0.00

Deformacion horizontal (%)	Esfuerzo de Corte (kg/cm <sup>2</sup> )	Esfuerzo Normalizado (t/s)
0.00	0.000	0.00
0.13	0.035	0.03
0.25	0.062	0.06
0.38	0.088	0.08
0.51	0.114	0.10
0.64	0.141	0.13
0.76	0.167	0.15
0.89	0.193	0.17
1.02	0.220	0.20
1.14	0.246	0.22
1.27	0.272	0.24
1.40	0.299	0.26
1.69	0.325	0.29
1.91	0.352	0.31
2.12	0.378	0.33
2.33	0.404	0.36
2.54	0.431	0.38
2.96	0.457	0.40
3.39	0.457	0.40
3.61	0.457	0.40
4.23	0.457	0.39
5.06	0.457	0.39
5.93	0.457	0.39
6.77	0.457	0.38
7.62	0.457	0.38
8.47	0.457	0.38
10.16	0.457	0.37
11.85	0.457	0.36
13.55	0.457	0.36
15.24	0.457	0.35
0.00	0.000	0.00

Deformacion horizontal (%)	Esfuerzo de Corte (kg/cm <sup>2</sup> )	Esfuerzo Normalizado (t/s)
0.00	0.000	0.00
0.13	0.044	0.02
0.25	0.088	0.04
0.38	0.132	0.06
0.51	0.176	0.08
0.64	0.220	0.10
0.76	0.264	0.12
0.89	0.308	0.14
1.02	0.352	0.16
1.14	0.396	0.18
1.27	0.439	0.20
1.40	0.483	0.21
1.69	0.527	0.23
1.91	0.571	0.25
2.12	0.615	0.27
2.33	0.659	0.29
2.54	0.703	0.31
2.96	0.747	0.33
3.39	0.791	0.34
3.61	0.791	0.34
4.23	0.791	0.34
5.06	0.791	0.34
5.93	0.791	0.33
6.77	0.791	0.33
7.62	0.791	0.33
8.47	0.791	0.33
10.16	0.791	0.32
11.85	0.791	0.31
13.55	0.791	0.31
15.24	0.791	0.30
0.00	0.000	0.00

**OBSERVACIONES :**

- La muestra fue tomada por el .
- La muestra fue remoldeada.

**EQUIPO:**

**MARCA :** PINZUAR  
**CERT. DE CALIBRACION :** CFM-065-2019

**PROYECTO :** SOLUCIÓN PARA DESLIZAMIENTO DE PLATAFORMA CARRETERA DEPARTAMENTAL ACOBAMBA -  
PALCAMAYO - SAN PEDRO DE CAJAS - CONDORIN TRAMO KM 05+250- KM 05+940

**TECNICO :** H.S.S.

**ING. RESP. :** S.S.S.

**FECHA :** 22/09/20

## ENSAYO DE CORTE DIRECTO BAJO CONDICIONES CONSOLIDADAS DRENADAS ASTM D3080-04

**PROGRESIVA (km) :** KM 05+250 AL KM 05+940

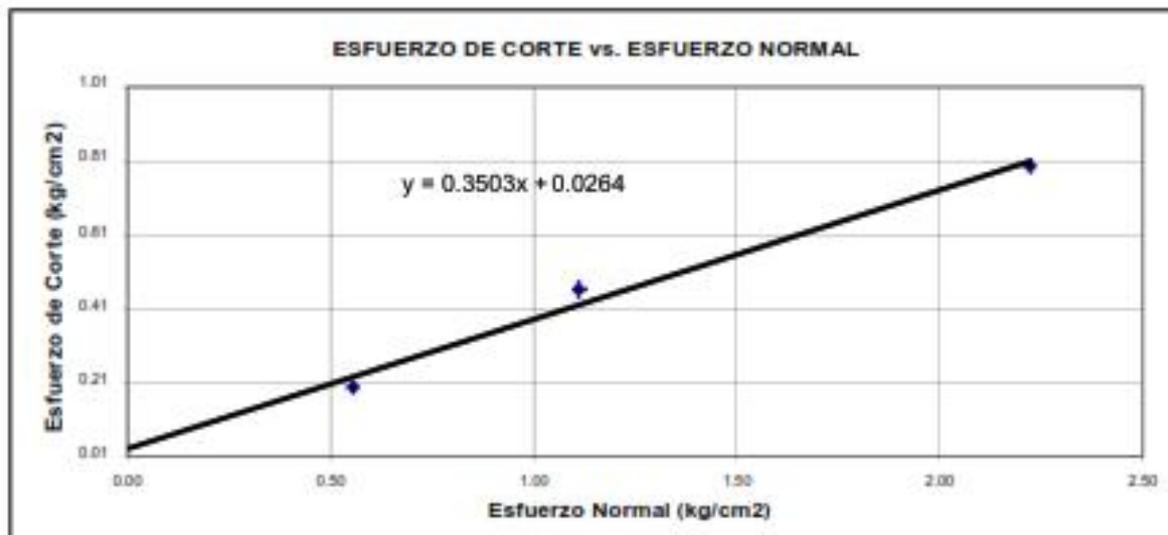
**MUESTRA :** T1 - M1

**PROF. (m) :** 0.00 - 4.00

**CLASIF. SUCS :** SC-SM

**ESTADO :** Muestra Remoldeada

**VELOCIDAD DE CORTE :** 0.5 mm/min



**Resultados:**

**Cohesión  $c$**  0.0264 Kg/cm<sup>2</sup>

**Angulo de fricción  $(\phi)$**  19.31°

**REFERENCIA:**

- ASTM D 3080-04 Standard test method for direct shear test of soils under consolidated drained conditions

<b>CONTENIDO DE HUMEDAD</b> <b>NTP 339.127 / ASTM D-2216</b>
---

PROYECTO : SOLUCIÓN PARA DESLIZAMIENTO DE PLATAFORMA CARRETERA  
 DEPARTAMENTAL ACOBAMBA - PALCAMAYO - SAN PEDRO DE  
 CAJAS – CONDORIN TRAMO KM 05+250– KM 05+940

UBICACIÓN : KM 05+250 - KM 05+940

FECHA DE RECEPCIÓN : 25/08/2020

FECHA DE EJECUCIÓN : 26/08/2020

MUESTRA	SPT 01 - M1
PROFUNDIDAD	1.00 - 4.00

Tamaño máximo	N°4"
---------------	------

Peso de tara	(g)	93		
Peso tara + muestra húmeda	(g)	328		
Peso tara + muestra seca	(g)	292		
Peso de agua	(g)	36		
Peso de suelo seco	(g)	199		
Contenido de humedad	(%)	18.1		
Contenido de humedad Promedio	(%)	18.1		

Comentarios del Ensayo:

- El peso de la muestra cumple con lo especificado en la Norma

Referencia:

- ASTM D 2216-05 Standard test methods for laboratory determination of water (moisture) content of soil and rock by mass.

F. DE EMISIÓN : 28/08/2020

**MÉTODO DE ENSAYO PARA EL ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO**  
ASTM D422-63(2002)

PROYECTO : SOLUCIÓN PARA DESLIZAMIENTO DE PLATAFORMA CARRETERA DEPARTAMENTAL ACOBAMBA - PALCAMAYO - SAN PEDRO DE CAJAS – CONDORIN TRAMO KM 05+250- KM 05+940

F. DE RECEPCIÓN : 25/08/2020

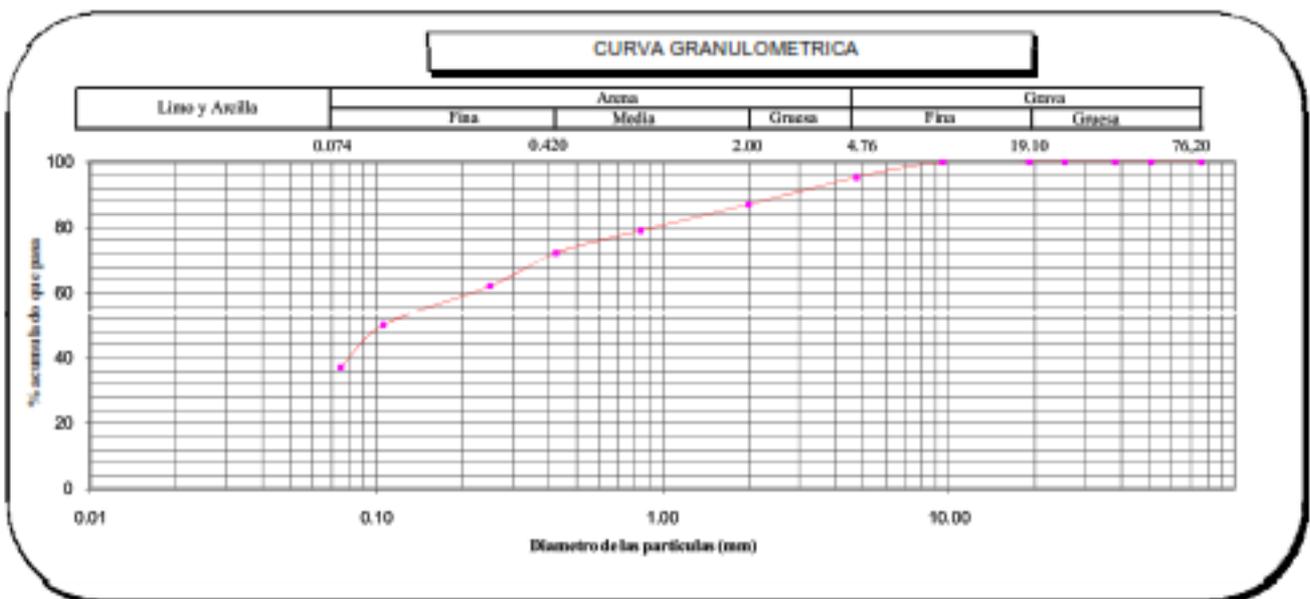
UBICACIÓN : KM 05+250 - KM 05+940

F. DE EJECUCIÓN : 26/08/2020

MUESTRA								
SPT 01 - M1								
PROFUNDIDAD (m)		2.00 - 4.00						
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO ASTM-D422	Malla		% que pasa	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	CARACTERIZACIÓN DEL SUELO		
	N°	Abertura (mm)				Limite Líquido ( LL ) ASTM-D4318 (%)	Limite Plástico ( LP ) ASTM-D4318 (%)	Indice Plástico ( IP ) (%)
		3 "	76.200	100.0	0.0	0.0	34	
		2 "	50.800	100.0	0.0	0.0	21	
		1 1/2 "	38.100	100.0	0.0	0.0	13	
		1 "	25.400	100.0	0.0	0.0	SC	
		3/4"	19.100	100.0	0.0	0.0	A-6	
		3/8"	9.520	100.0	0.0	0.0	1	
		N° 4	4.760	95.3	4.7	4.7	Descripción de muestra: Arena arcillosa	
		N° 10	2.000	87.0	8.3	13.0		
		N° 20	0.840	79.0	8.0	21.0		
		N° 40	0.425	72.2	6.9	27.8		
		N° 60	0.250	62.1	10.1	37.9		
		N° 140	0.106	50.1	12.0	49.9		
	N° 200	0.075	37.1	13.0	62.9			
	< 200	ASTM D 1140-00	0.0	37.1	100.0			

Observaciones:

- El peso de la muestra cumple con lo especificado en la Norma



Referencias :

- ASTM D 422-63-02 Standard test method for sieve analysis of fine and coarse aggregates
- ASTM D 4318-05 Standard test method for liquid limit, plastic limit and plasticity index of soils
- ASTM D 2487-05 Standard classification of soils for engineering purposes (Unified soil classification system)
- ASTM D 2216-05 Standard test methods for laboratory determination of water (moisture) content of soil and rock by mass
- ASTM D 3282-04e1 Standard practice for classification of soils-aggregate mixtures for highway construction purposes
- ASTM D 1140-00 Standard test for amount of material in soils finer than the N° 200 (75 um) sieve

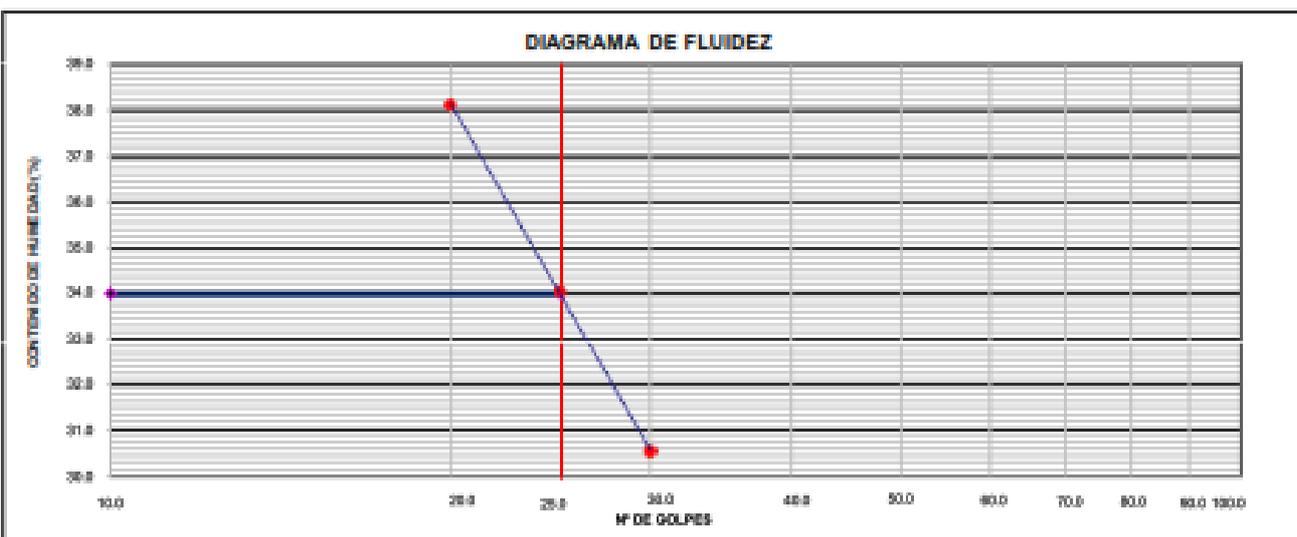
## LÍMITES DE ATTERBERG

MTC E 110 Y E 111 - ASTM D 4318 - AASHTO T-89 Y T-90

<b>PROYECTO</b> : SOLUCIÓN PARA DESLIZAMIENTO DE PLATAFORMA CARRETERA DEPARTAMENTAL ACOSAMBIA - PALCAMAYO - SAN PEDRO DE CAJAS - CONDORIN TRAMO KM 05+250 - KM 05+940	<b>HECHO POR</b> : H.S.S. <b>FECHA</b> : 28/05/2020
<b>PROFUNDIDAD</b> : 2.00 - 4.00 <b>UBICACIÓN</b> : KM 05+250 - KM 05+940	<b>MUESTRA</b> : SPT 01 - M1

LÍMITE LÍQUIDO				
N° TARRO	164	192	133	
TARRO + SUELO HÚMEDO	37.00	32.40	36.70	
TARRO + SUELO SECO	31.50	27.60	29.80	
AGUA	5.50	4.80	6.90	
PESO DEL TARRO	13.50	13.50	11.70	
PESO DEL SUELO SECO	18.00	14.10	18.10	
% DE HUMEDAD	30.56	34.04	38.12	
N° DE GOLPES	30	25	20	

LÍMITE PLÁSTICO				
N° TARRO	167	187		
TARRO + SUELO HÚMEDO	8.70	8.90		
TARRO + SUELO SECO	8.30	8.50		
AGUA	0.40	0.40		
PESO DEL TARRO	6.50	6.50		
PESO DEL SUELO SECO	1.80	2.00		
% DE HUMEDAD	22.22	20.00		



CONSTANTES FÍSICAS DE LA MUESTRA		
LÍMITE LÍQUIDO	(%)	33.98
LÍMITE PLÁSTICO	(%)	21.11
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	(%)	12.87

OBSERVACIONES
La muestra fue proporcionada por el solicitante. Ensayo efectuado al material pasante la malla N° 40. Ensayo realizado mediante el "MÉTODO DE MULTIPUNTO".

**Referencia:**

ASTM D 4318-05 Standard test methods for liquid limit, plastic limit, and plasticity index of soils.

FECHA DE EMISION : 25/05/2020

**MATERIAL QUE PASA LA MALLA N° 200  
NTP 400.018 / ASTM C 117-04**

FECHA DE RECEPCIÓN : 25/05/2020

FECHA DE EJECUCIÓN : 26/05/2020

PROYECTO :

SOLUCIÓN PARA DESLIZAMIENTO DE PLATAFORMA  
CARRETERA DEPARTAMENTAL ACOBAMBA - PALCAMAYO -  
SAN PEDRO DE CAJAS – CONDORIN TRAMO KM 05+250– KM  
05+940

UBICACIÓN : KM 05+250 - KM 05+940

MUESTRA : SPT 01 - M1

PROF. (m) : 2.00 - 4.00

METODOLOGIA : A

DATOS	1	2	3	4	5
Tamaño nominal máximo (mm)	0.45				
Cantidad mínima requerida (g)	300.0				
Peso inicial (g)	505.0				
Verificación de la cantidad mínima	Ok				
Peso inicial (verificado) (g)	505.0				
Peso lavado (g)	322.0				
Pasante la malla N° 200 (g)	166.0				
Pasante la malla N° 200 (%)	37				

Porcentaje del material mas fino que pasa la malla N° 200 (promedio) : 37

Número de ensayos válidos : 1

Observaciones :

- El lavado de la muestra por la malla N° 200 se realizó con agua.

Referencia :

ASTM D 1140-00 Standard test for amount of material in soils finer than the N° 200 (75 um) sieve.

Realizado : H. S.S

Revisado : S.S.S

<b>CONTENIDO DE HUMEDAD</b> <b>NTP 339.127 / ASTM D-2216</b>
---

PROYECTO : SOLUCIÓN PARA DESLIZAMIENTO DE PLATAFORMA CARRETERA  
 DEPARTAMENTAL ACOBAMBA - PALCAMAYO - SAN PEDRO DE  
 CAJAS – CONDORIN TRAMO KM 05+250– KM 05+940

UBICACIÓN : KM 05+250 - KM 05+940

FECHA DE RECEPCIÓN : 25/08/2020

FECHA DE EJECUCIÓN : 26/08/2020

MUESTRA	SPT 01 - M2
PROFUNDIDAD	4.00 - 7.00

Tamaño máximo	N°4"
---------------	------

Peso de tara	(g)	90		
Peso tara + muestra húmeda	(g)	435		
Peso tara + muestra seca	(g)	366		
Peso de agua	(g)	69		
Peso de suelo seco	(g)	276		
Contenido de humedad	(%)	25.0		
Contenido de humedad Promedio	(%)	25.0		

**Comentarios del Ensayo:**

- El peso de la muestra cumple con lo especificado en la Norma

**Referencia:**

- ASTM D 2216-05 Standard test methods for laboratory determination of water (moisture) content of soil and rock by mass.

F. DE EMISIÓN : 28/08/2020

**MÉTODO DE ENSAYO PARA EL ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO  
ASTM D422-63(2002)**

**PROYECTO** : SOLUCIÓN PARA DESLIZAMIENTO DE PLATAFORMA CARRETERA DEPARTAMENTAL ACOBAMBA - PALCAMAYO - SAN PEDRO DE CAJAS – CONDORIN TRAMO KM 05+250- KM 05+940

F. DE RECEPCIÓN : 25/08/2020

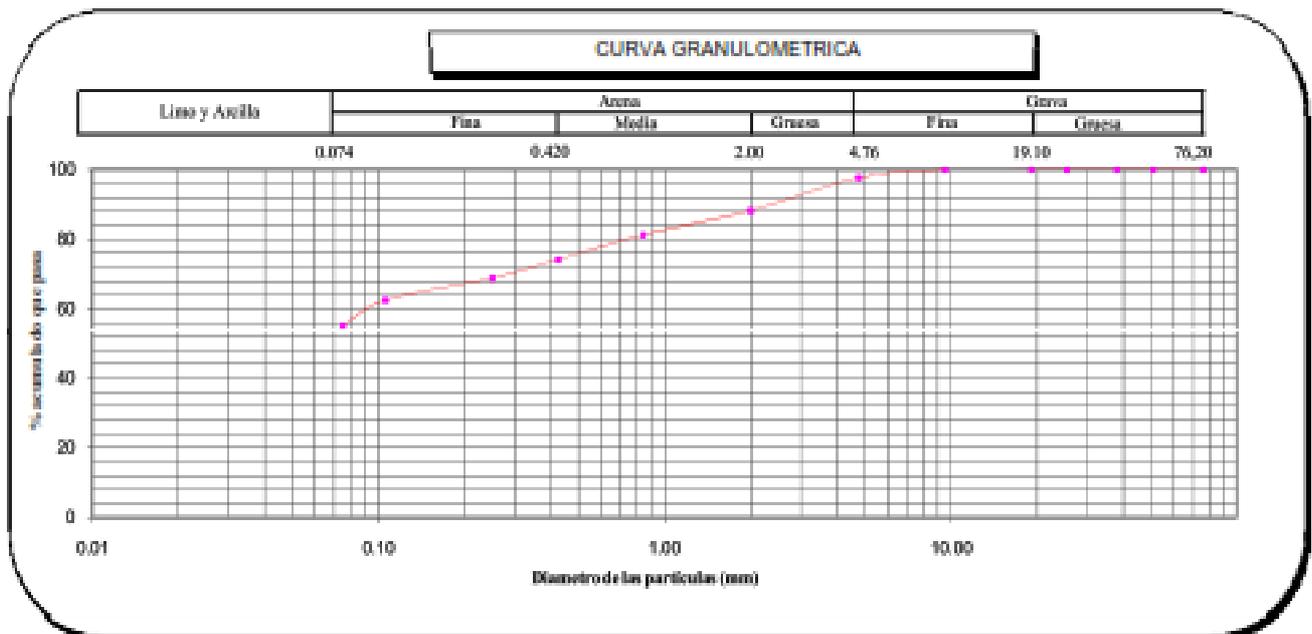
**UBICACIÓN** : KM 05+250 - KM 05+940

F. DE EJECUCIÓN : 26/08/2020

MUESTRA	SPT 01 - M2						
PROFUNDIDAD (m)	4.00 - 7.00						
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO ASTM-D422	Malla		% que pasa	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	CARACTERIZACIÓN DEL SUELO	
	N°	Abertura (mm)					
	3 "	76.200	100.0	0.0	0.0	Límite Líquido ( LL ) ASTM-D4318 (%)	46
	2 "	50.800	100.0	0.0	0.0	Límite Plástico ( LP ) ASTM-D4318 (%)	25
	1 1/2 "	38.100	100.0	0.0	0.0	Índice Plástico ( IP ) (%)	21
	1 "	25.400	100.0	0.0	0.0	Clasificación ( S.U.C.S. ) ASTM-D2487	CL
	3/4"	19.100	100.0	0.0	0.0	Clasificación ( AASHTO ) ASTM-D3282	A-7-6
	3/8"	9.520	100.0	0.0	0.0	Índice de Grupo	9
	N° 4	4.750	97.6	2.4	2.4	Descripción de muestra: Arcilla arenosa de baja plasticidad	
	N° 10	2.000	88.2	9.4	11.8		
	N° 20	0.840	81.2	7.1	18.8		
	N° 40	0.425	74.1	7.1	25.9		
	N° 60	0.250	68.8	5.3	31.2		
	N° 100	0.150	62.8	6.4	37.5		
N° 200	0.075	55.1	7.4	44.9			
< 200	ASTM D 1140-00	0.0	55.1	100.0			

**Observaciones:**

- El peso de la muestra cumple con lo especificado en la Norma



**Referencias :**

- ASTM D 422-63-02 Standard test method for sieve analysis of fine and coarse aggregates
- ASTM D 4318-05 Standard test method for liquid limit, plastic limit and plasticity index of soils
- ASTM D 2487-05 Standard classification of soils for engineering purposes (Unified soil classification system)
- ASTM D 2216-05 Standard test methods for laboratory determination of water (moisture) content of soil and rock by mass
- ASTM D 3282-04a1 Standard practice for classification of soils-aggregate mixtures for highway construction purposes
- ASTM D 1140-00 Standard test for amount of material in soils finer than the N° 200 (75 um) sieve



## LIMITES DE ATTERBERG

MTC E 119 Y E 111 - ASTM D 4318 - AASHTO T-89 Y T-99

<b>PROYECTO</b> : SOLUCIÓN PARA DESLIZAMIENTO DE PLATAFORMA CARRETERA DEPARTAMENTAL ACOBAMBA - PALCAMAYO - SAN PEDRO DE CAJAS - CONDORIN TRAMO KM 05+250 - KM 05+940		<b>HECHO POR</b> : H.S.S  <b>FECHA</b> : 28/05/2020
<b>PROFUNDIDAD</b> : 4.00 - 7.00 <b>UBICACIÓN</b> : KM 05+250 - KM 05+940	<b>MUESTRA</b> : SPT 01 - M2	

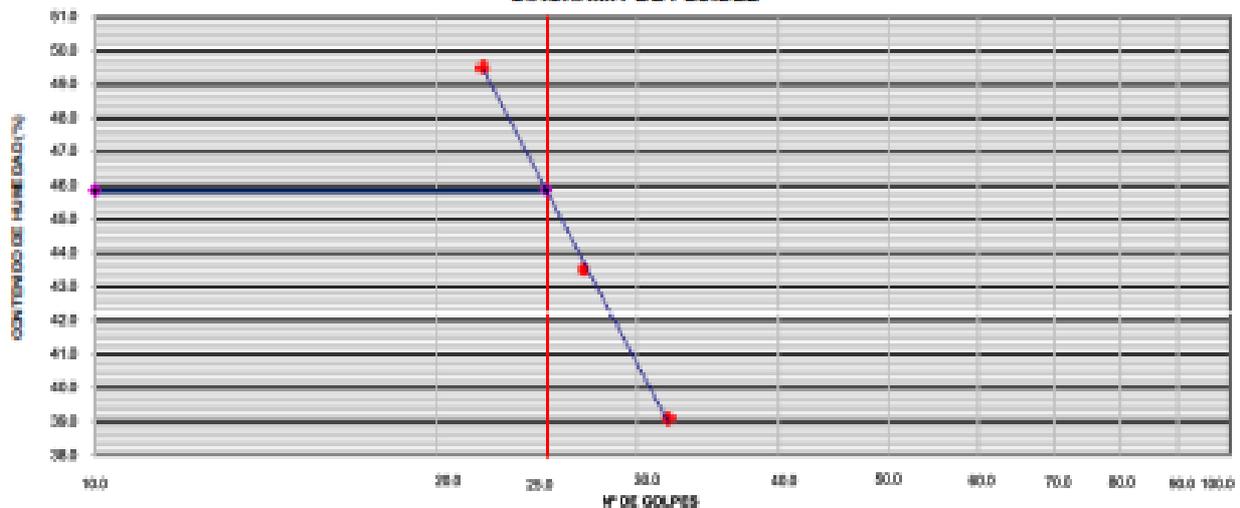
### LÍMITE LÍQUIDO

N° TARRO	204	205	232
TARRO + SUELO HÚMEDO	29.50	30.50	28.80
TARRO + SUELO SECO	24.50	25.50	24.00
AGUA	5.00	5.00	4.80
PESO DEL TARRO	11.70	14.00	14.30
PESO DEL SUELO SECO	13.80	11.50	9.70
% DE HUMEDAD	39.06	43.48	49.48
N° DE GOLPES	32	27	22

### LÍMITE PLÁSTICO

N° TARRO	248	236
TARRO + SUELO HÚMEDO	19.50	17.20
TARRO + SUELO SECO	15.50	16.50
AGUA	1.00	0.70
PESO DEL TARRO	14.50	13.70
PESO DEL SUELO SECO	4.00	2.80
% DE HUMEDAD	25.00	25.00

### DIAGRAMA DE FLUIDEZ



CONSTANTES FÍSICAS DE LA MUESTRA		
LÍMITE LÍQUIDO	(%)	45.85
LÍMITE PLÁSTICO	(%)	25.00
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	(%)	20.85

OBSERVACIONES
La muestra fue proporcionada por el solicitante. Ensayo efectuado al material pasante la malla N° 40. Ensayo realizado mediante el "MÉTODO DE MULTIPUNTO".

#### Referencia:

ASTM D 4318-05 Standard test methods for liquid limit, plastic limit, and plasticity index of soils.

FECHA DE EMISION : 26/05/2020

**MATERIAL QUE PASA LA MALLA N° 200  
NTP 400.018 / ASTM C 117-04**

FECHA DE RECEPCIÓN : 25/05/2020

PROYECTO :

FECHA DE EJECUCIÓN : 26/05/2020

SOLUCIÓN PARA DESLIZAMIENTO DE PLATAFORMA  
CARRETERA DEPARTAMENTAL ACOBAMBA - PALCAMAYO -  
SAN PEDRO DE CAJAS – CONDORIN TRAMO KM 05+250– KM  
05+940

UBICACIÓN : KM 05+250 - KM 05+940

MUESTRA : SPT 01 - M2

PROF. (m) : 4.00 - 7.00

METODOLOGIA : A

DATOS	1	2	3	4	5
Tamaño nominal máximo (mm)	0.45				
Cantidad mínima requerida (g)	300.0				
Peso inicial (g)	515.0				
Verificación de la cantidad mínima	Ok				
Peso inicial (verificado) (g)	515.0				
Peso lavado (g)	232.0				
Pasante la malla N° 200 (g)	283.0				
Pasante la malla N° 200 (%)	55				

Porcentaje del material mas fino que pasa la malla N° 200 (promedio) : 55

Número de ensayos válidos : 1

Observaciones :

- El lavado de la muestra por la malla N° 200 se realizó con agua.

Referencia :

ASTM D 1140-00 Standard test for amount of material in soils finer than the N° 200 (75 um) sieve.

Realizado : H.S.S

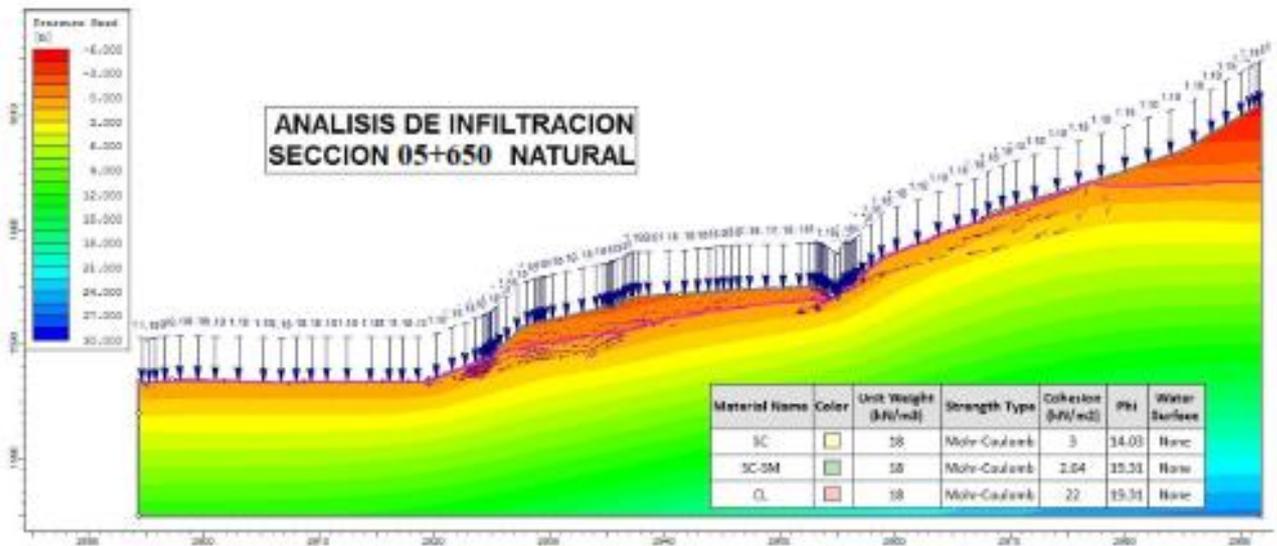
Revisado : S.S.S

**ANEXO N°06: ANALISIS Y CALCULOS**

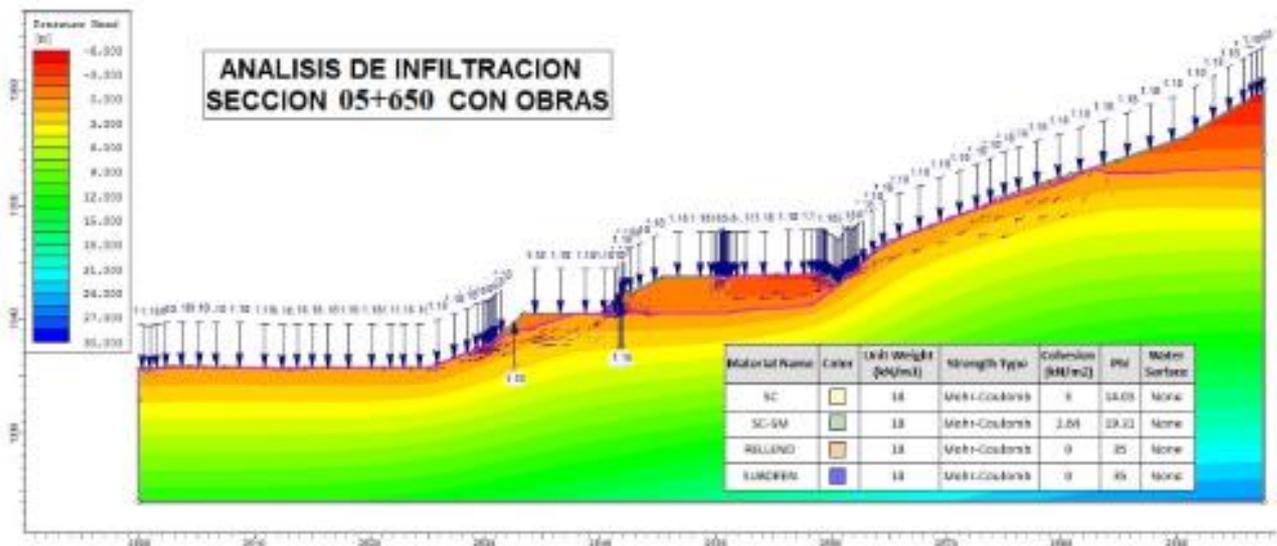


**ANALISIS DE INFILTRACION SECTOR KM 05+595 AL KM 05+650**

**ANALISIS ESTADO NATURAL - SECCION 05+650**



**ANALISIS CON OBRAS PROYECTADAS - SECCION 05+650**



**Formula de Tomes:**

nde:

- = Tiempo de concentración en horas.
- = Longitud del curso principal en kilómetros.
- = Pendiente a lo largo del cauce en m/m.

$$T_c = 0.30 \frac{L^{0.76}}{S^{0.19}}$$

**Formula de Bransby Williams:**

nde:

- = Tiempo de concentración en horas.
- = Longitud del curso principal en kilómetros.
- = Area de cuenca en Km2.
- = Pendiente a lo largo del cauce en m/m.

$$T_c = 0.2433 \frac{L}{A^{0.1} S^{0.2}}$$

Cuenca	Área (Km2)	Longitud del cauce (m)	Desnivel (m)	Pendiente (m/m)	Tiempo Concentración (horas)		
					Tomes	Bransby Williams	Elegido
SECTOR	0.0031	68.86	58	0.84	0.04	0.03	0.04

**Intensidades de lluvia**

nde:

Intensidad máxima (mm/min)

m, n = factores característicos de la zona de estudio

t: periodo de retorno en años

duración de la precipitación equivalente al tiempo de concentración (min)

$$I = \frac{153.61 T^{0.203}}{t^{0.527}}$$

- 53.61
- 0.203
- 0.527
- 10
- 25
- 50
- 100

ESTACION HUASAHUASI											
Cuenca	Progresiva Km.	Estructura existente	Area A (km2)	Tiempo de concentración Tc		Intensidad mm/hora				Caudal (m3)	
				horas	minutos	10	25	50	100	10	25
05+595	05+595		0.0031	0.04	2.14	164.17	197.73	227.61	261.99	0.1	0.1

**Estimación del Coeficiente de escorrentía C**

Ubicación	K <sub>2</sub>	C
2		0.35
5		0.39
10		0.41
25		0.45
50		0.48
100		0.52
500		0.58

**INFORME DE ENSAYO**

PROYECTO : SOLUCIÓN PARA DESLIZAMIENTO DE PLATAFORMA  
CARRETERA DEPARTAMENTAL ACOBAMBA -  
PALCAMAYO - SAN PEDRO DE CAJAS - CONDORIN  
TRAMO KM 05+250 - KM 05+940

UBICACIÓN : KM 05+250 - KM 05+940

FECHA DE RECEPCIÓN : Huancayo, 01 de Julio del 2020

FECHA DE EMISIÓN : Huancayo, 19 de Julio del 2020

**REFERENCIAS DE LA MUESTRA**

IDENTIFICACIÓN : KM 05+250 - KM 05+940 PRESENTACIÓN : 1 Botella de plástico  
DESCRIPCIÓN : Agua CANTIDAD : 2. lt.

**ENSAYOS DE CALIDAD DE AGUA PARA EL USO EN MEZCLAS DE CONCRETO DE CEMENTO PORTLAND**

ENSAYO	NORMA	RESULTADO	ESPECIFICACIÓN (NTP 339.088)
Sales Solubles Totales Usada para la Elaboración de Hormigones y Morteros (p.p.m.)	ASTM D 5907	395.0	5,000 MÁX.
Sólidos en Suspensión (p.p.m)	ASTM D 5907	1369.0	1,500 MÁX.
Contenido de Sulfatos Solubles (p.p.m.)	ASTM D 516	97.5	600 MÁX.
Contenido de Cloruros Solubles (p.p.m.)	ASTM D 512	121.1	1,000 MÁX.
Contenido de Materia Orgánica (p.p.m.)	ASTM D 5907	2.0	3.0 MÁX.
Determinación del Potencial de Hidrógeno (pH) en el Agua Usada para la Elaboración de Hormigones y Morteros	ASTM D 1293-99	6.2	5.5 A 6.0
Alcalinidad (p.p.m)	ASTM D 5907	236.3	1,000 MÁX.

**OBSERVACIONES :**

- Muestra tomada e identificada por el solicitante.

**Referencia:**

ASTM D5907-03 Standard test method for filterable and nonfilterable matter in water  
ASTM D516-02 Standard test method for sulfate ion in water  
ASTM D512-04 Standard test methods for chloride ion in water  
ASTM D5907 - 10 Standard Test Methods for Filterable Matter (Total Dissolved Solids) and Nonfilterable Matter (Total Suspended Solids) in Water  
ASTM D1293-99(2005) Standard test methods for pH of water  
MTC E 716 - 2000 Calidad de agua para concretos.

El solicitante asume toda responsabilidad del uso de la información contenida en este documento.

CALCULO DE LAS DIMENSIONES DEL SUBDREN FRANCÉS - SECTOR KM 65+250 AL KM 65+340

CAUDAL DE DISEÑO

$$Q_d = Q_i + Q_s + Q_u$$

Donde:

- Qd: Caudal de diseño.
- Qi: Caudal por infiltración.
- Qu: Caudal debido a filtraciones puntuales estimado en campo.
- Qs: Caudal sub superficial.

Caudal por Infiltración Directa

$$Q_s = C \times I \times A$$

Donde:

- Qs: Caudal por infiltración, m<sup>3</sup>/s.
- I: Intensidad de lluvia anual, para un Tr = 20 años, y tiempo de concentración de 0.08 horas, mm/hr
- A: Área de influencia, km<sup>2</sup>.

En este caso para Tr = 25 años y t = 24 horas el valor de I es: 126.44 mm/h

COBERTURA VEGETAL	TIPO DE SUELO	PENDIENTE DEL TERRENO				
		PROFUNDIDAD A	ALTA	MODA	BAJA	DESPRECIABLE
Sin vegetación	Impermeable	>10%	>20%	>4%	>1%	>1%
	Semipermeable	0.60	0.75	0.70	0.65	0.60
	Permeable	0.70	0.85	0.80	0.55	0.50
Cultivos	Impermeable	0.50	0.45	0.40	0.35	0.30
	Semipermeable	0.70	0.65	0.60	0.55	0.50
	Permeable	0.40	0.35	0.30	0.25	0.20
Pastos, vegetación ligera	Impermeable	0.65	0.60	0.55	0.50	0.45
	Semipermeable	0.55	0.50	0.45	0.40	0.35
	Permeable	0.35	0.30	0.25	0.20	0.15
Herba, grama	Impermeable	0.60	0.55	0.50	0.45	0.40
	Semipermeable	0.50	0.45	0.40	0.35	0.30
	Permeable	0.30	0.25	0.20	0.15	0.10
Bosques, densa vegetación	Impermeable	0.55	0.50	0.45	0.40	0.35
	Semipermeable	0.45	0.40	0.35	0.30	0.25
	Permeable	0.25	0.20	0.15	0.10	0.05

I = 126.44 mm/hr  
 C = 0.50 (10 metros de ancho total de plataforma)  
 A = 0.003 km<sup>2</sup> (Longitud mayor entre descargas de subdrenes)

Reemplazando valores, se obtiene:

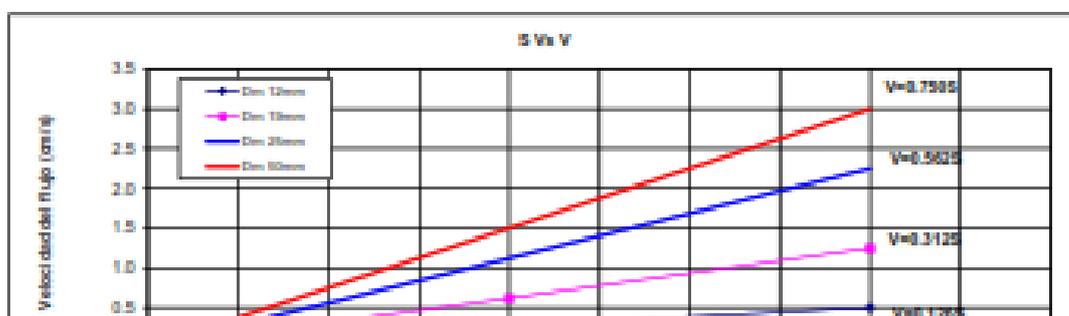
Qi = 0.66 m<sup>3</sup>/s  
 Qs = 55.32 L/s

CAUDAL TOTAL A ELIMINAR CON EL SUBDREN FRANCÉS

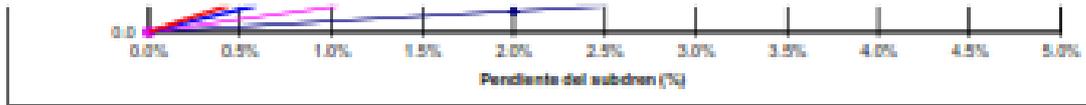
Qd = 0.66 m<sup>3</sup>/s

CAPACIDAD DE CONDUCCION DEL SUBDREN

Pendiente (S%)	Velocidad (cm/s)			
	Dim 10mm	Dim 15mm	Dim 20mm	Dim 50mm
0%	0.00	0.00	0.00	0.00
2%	0.26	0.62	1.12	1.50
4%	0.50	1.25	2.25	3.00



CALCULO DE LAS DIMENSIONES DEL SUBDREN FRANCÉS - SECTOR KM 05+250 AL KM 05+340



Dimensionado Sección de Subdren

Ancho Inferior	0.70	m	
$\alpha$	0.00	m/m	
Altura	3.00	m	(El material de filtro tiene 3.00 m de altura)
Ancho Superior	0.70	m	
Área dren Francés	28.10	m <sup>2</sup>	
Q <sub>d</sub>	55220.97	cm <sup>3</sup> /s	

$$Q_f = V \cdot A$$

Para una Pendiente de 1% (m/m) Tenemos:

	Dim. 12mm	Dim. 19mm	Dim. 25mm	Dim. 50mm
V (cm/s)	0.128	0.312	0.562	0.790
Q (cm <sup>3</sup> /s)	3266	8143	14663	19750
	No cumple	Si cumple	Si cumple	Si cumple

Para una Pendiente: 2.000%

	Dim. 12mm	Dim. 19mm	Dim. 25mm	Dim. 50mm
V (cm/s)	0.252	0.624	1.124	1.590
Q (cm <sup>3</sup> /s)	6577	16664	30364	39190
	Si cumple	Si cumple	Si cumple	Si cumple

Conclusión: Para pendientes de 2.00%, el material drenante utilizado debe tener un diámetro mínimo de 25 mm (2")

## DISEÑO DE SUBDRENES HORIZONTALES

E

(D):	2.0	pulg
L):	25.00	mts
ubdrenes (B):	10.00	mts
a del subdren (S):	0.02	m/m

áfico:

cción SUCS):	CL	
lo (K):	1.650E-06	m/seg
l freático (Nf):	935.00	msnm
freático (Nd):	930.00	msnm
e la napa (I):	1.00	m/m



Figura 12.17 Esquema general de colectores de las tuberías de potabilización

### Cal por abatimiento de la napa freática

era la ley de Darcy, por lo que el caudal se determina mediante la siguiente expresión:

$$Q = A_e \cdot v$$

Área efectiva para el caso de abatimiento del nivel freático  
 subdrenes longitudinales, B es la semibanca de la vía. Para el  
 subdrenes transversales, B es la distancia entre subdrenes.

de Aa (m <sup>2</sup> ):	50.00	m <sup>2</sup>
(m <sup>3</sup> /seg):	0.00006	m <sup>3</sup> /seg

### Capacidad hidráulica de la tubería

capacidad hidráulica de la tubería a utilizar se considera la fórmula de Hazen Williams la cual es:

$$Q = 0.2785 \times C \times D^{2.63} \times I$$

de Hazen Williams):	150	adimensional (150 para tuberías)
de la tubería):	0.05	en mts
e de la tubería):	0.02	en m/m

Caudal de la tubería: 0.0003 en m<sup>3</sup>/seg

es suficiente para la conducción de agua

## CAPACIDAD ADMISIBLE DE SUELOS

PROYECTO

SOLUCIÓN PARA DESLIZAMIENTO DE PLATAFORMA CARRETERA  
DEPARTAMENTAL ACOBAMBA - PALCAMAYO - SAN PEDRO DE CAJAS  
- CONDORIN TRAMO KM 05+250- KM 05+940

UBICACIÓN

TRAMO KM 05+250- KM 05+940

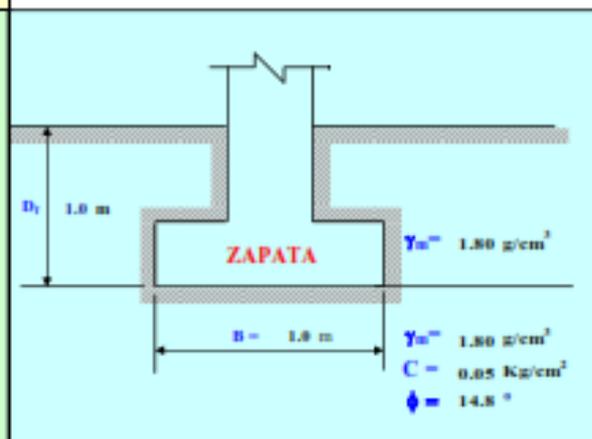
## MURO DE SUELO REFORZADO

### POR RESISTENCIA Cimentación Corrida

Cohesión	C = 0.050 Kg/cm <sup>2</sup>
Angulo de fricción	φ = 14.83 °
Peso unitario del suelo sobre el nivel de fundación	γ <sub>m</sub> = 1.80 g/cm <sup>3</sup>
Peso unitario del suelo bajo el nivel de fundación	γ <sub>m</sub> = 1.80 g/cm <sup>3</sup>
Ancho de la cimentación	B = 1.00 m
Largo de la cimentación	L = 5.00 m
Profundidad de la cimentación	D <sub>f</sub> = 1.0 m
Factor de seguridad	FS = 3.0

$$q_{adm} = CN_c S_c + \frac{1}{2} \gamma B S_\gamma N_\gamma + \gamma D_f S_d N_q$$

Capacidad última de carga	q <sub>ult</sub> = 1.4 Kg/cm <sup>2</sup>
Capacidad admisible de carga	q <sub>adm</sub> = 0.5 Kg/cm <sup>2</sup>



### ASENTAMIENTO (S<sub>i</sub>) Cimentación Corrida

Fresión por carga admisible	q <sub>adm</sub> = 0.5 Kg/cm <sup>2</sup>
Relación de Poisson	μ = 0.46
Módulo de Elasticidad	E <sub>s</sub> = 500 Kg/cm <sup>2</sup>
Asentamiento permisible	S <sub>i(max)</sub> = 2.5 cm
Ancho de la cimentación	B = 1.0 m
Factor de forma	I <sub>f</sub> = 1.82 m/m
Asentamiento	S <sub>i</sub> = 0.004 m
Asentamiento	S <sub>i</sub> = 0.42 cm
Fresión por carga	q <sub>adm</sub> = 0.5 Kg/cm <sup>2</sup>
Fresión de carga asumida por asentamiento	q <sub>adm</sub> = 1.4 Kg/cm <sup>2</sup>

$$S_i = \frac{q B (1 - \mu^2)}{E_s} I_f$$

$$I_f = \frac{\sqrt{L}}{\beta_z}$$

S<sub>i</sub> = 0.14 cm OK!  
S<sub>i</sub> = 0.42 cm OK!