

# FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de Ingeniería Civil

“INVESTIGACIÓN PARA DETERMINAR LAS CAUSAS DE LOS DESLIZAMINOS EN LOS TALUDES EN LA CARRETERA CANTA HUAYLLAY KM 0+000 – 2+700, EN EL 2017”

Tesis para optar el título profesional de:

Ingeniero Civil

Autor:

Rogger Danny Salvatierra Torres

Asesor:

Mg. Ing. Gerson Vega Rivera

Lima - Perú

2019



## ACTA DE AUTORIZACIÓN PARA SUSTENTACIÓN DE TESIS

El asesor Gerson Vega, docente de la Universidad Privada del Norte, Facultad de Ingeniería, Carrera profesional de INGENIERÍA CIVIL, ha realizado el seguimiento del proceso de formulación y desarrollo de la tesis de los estudiantes:

- Salvatierra Torres Rogger Danny

Por cuanto, **CONSIDERA** que la tesis titulada: "INVESTIGACIÓN PARA DETERMINAR LAS CAUSAS DE LOS DESLIZAMIENTOS EN LOS TALUDES EN LA CARRETERA CANTA – HUAYLLAY KM 0+000 – 2+700, EN EL 2017" para aspirar al título profesional de: Ingeniero Civil por la Universidad Privada del Norte, reúne las condiciones adecuadas, por lo cual, AUTORIZA al o a los interesados para su presentación.

---

Mg. Ing. Gerson Vega Rivera  
Asesor

## ACTA DE APROBACIÓN DE LA TESIS

Los miembros del jurado evaluador asignados han procedido a realizar la evaluación de la tesis de los estudiantes: Rogger Danny Salvatierra Torres para aspirar al título profesional con la tesis denominada: "INVESTIGACIÓN PARA DETERMINAR LAS CAUSAS DE LOS DESLIZAMIENTOS EN LOS TALUDES EN LA CARRETERA CANTA HUAYLLAY KM 0+000 – 2+700, EN EL 2017"

Luego de la revisión del trabajo, en forma y contenido, los miembros del jurado concuerdan:

**Aprobación por unanimidad**

**Aprobación por mayoría**

Calificativo:

Excelente [20 - 18]

Sobresaliente [17 - 15]

Bueno [14 - 13]

Calificativo:

Excelente [20 - 18]

Sobresaliente [17 - 15]

Bueno [14 - 13]

Desaprobado

Firman en señal de conformidad:

---

Ing. Cesar Guardia

Jurado  
Presidente

---

Ing. Manuel Vidal

Jurado

---

Ing. César Rivera

Jurado

## DEDICATORIA

La presente Tesis va dedicada a mis padres, quienes me apoyaron de manera incondicional en las distintas etapas de mi formación profesional.

## AGRADECIMIENTO

Mi mayor agradecimiento a mis padres, quienes,  
a través del ejemplo, me muestran cómo ser un  
mejor profesional y mejor persona cada día.

## TABLA DE CONTENIDO

<b>ACTA DE AUTORIZACIÓN PARA SUSTENTACIÓN DE TESIS .....</b>	<b>2</b>
<b>ACTA DE APROBACIÓN DE LA TESIS .....</b>	<b>3</b>
<b>DEDICATORIA.....</b>	<b>4</b>
<b>AGRADECIMIENTO .....</b>	<b>5</b>
<b>ÍNDICE DE TABLAS.....</b>	<b>8</b>
<b>ÍNDICE DE FIGURAS .....</b>	<b>9</b>
<b>ÍNDICE DE ECUACIONES .....</b>	<b>11</b>
<b>RESUMEN.....</b>	<b>12</b>
<b>1. CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>13</b>
1.1. Realidad Problemática .....	14
1.1.1. Realidad.....	14
1.1.2. Antecedentes.....	16
1.2. Formulación Del Problema .....	20
1.2.1. Problema General.....	20
1.2.2. Problemas Específicos .....	20
1.3. Objetivos .....	21
1.3.1. Objetivo General.....	21
1.3.2. Objetivos Específicos .....	21
1.4. Hipótesis .....	22
1.4.1. Hipótesis General .....	22
1.4.2. Hipótesis Específicas.....	22
1.5. Justificación.....	23
1.5.1. Justificación Teórica .....	23
1.5.2. Justificación Práctica .....	23
1.5.3. Justificación Metodológica.....	23
1.5.4. Justificación Socio - Económica .....	23
<b>2. CAPÍTULO II. METODOLOGÍA .....</b>	<b>24</b>
2.1. Tipo de Investigación .....	24
2.2. Población y Muestra.....	24
2.3. Procedimiento .....	24
2.3.1. Procedimiento para el objetivo específico 1 .....	26

2.3.2.	Procedimiento para el objetivo específico 2 .....	35
2.3.3.	Procedimiento para el objetivo específico 3 .....	49
<b>3.</b>	<b>CAPÍTULO III. RESULTADOS .....</b>	<b>54</b>
3.1.	Resultados del objetivo específico 1 .....	54
3.2.	Resultados del objetivo específico 2 .....	55
3.3.	Resultados del objetivo específico 3 .....	60
<b>4.</b>	<b>CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES .....</b>	<b>62</b>
4.1.	Discusión del objetivo específico 1 .....	62
4.2.	Discusión del objetivo específico 2 .....	63
4.3.	Discusión del objetivo específico 3 .....	65
	<b>CONCLUSIONES .....</b>	<b>68</b>
	<b>RECOMENDACIONES .....</b>	<b>69</b>
	<b>REFERENCIAS .....</b>	<b>70</b>
	<b>ANEXOS .....</b>	<b>72</b>
Anexo 1.	Matriz de consistencia .....	73
Anexo 2.	Litología de la zona de Canta .....	74
Anexo 3.	Estudio de mecánica de suelos – Progresiva: 0+800 – 0+865 .....	75
Anexo 4.	Plano de secciones transversales – Progresiva 0+800 – 0+865 .....	81
Anexo 5.	Estudio de mecánica de suelos – Progresiva: 1+900 – 2+300 .....	82
Anexo 6.	Plano de secciones transversales – Progresiva 1+900 – 2+300 .....	88
Anexo 7.	Mapa de sismos cercanos a Canta, años 2017 y 2018 .....	89
Anexo 8.	Reporte de Precipitaciones Pluviales .....	91
Anexo 9.	Gráficos de precipitaciones pluviales promedio (mm), 2017 - 2018 .....	100
Anexo 10.	Lista de las normas para ensayos según E.050 - RNE .....	106
Anexo 11.	Referencias normativas CE.020 – RNE .....	108
Anexo 12.	Panel fotográfico .....	110

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla n.º 1. Tipos de Deslizamientos (Variable Dependiente) .....	27
Tabla n.º 2. Coordenadas Geográficas de la Carretera Lima – Canta - Huayllay .....	28
Tabla n.º 3. Factores Influyentes (Variable Independiente) .....	36
Tabla n.º 4. Abertura de los tamices para granulometría .....	41
Tabla n.º 5. Tabla de símbolos del sistema unificado de clasificación de suelos.....	44
Tabla n.º 6. Resumen de deslizamientos en taludes .....	54
Tabla n.º 7. Resumen Geotécnico – Clasificación SUCS.....	58
Tabla n.º 8. Resumen Geotécnico (Densidad de campo y DPL).....	59
Tabla n.º 9. Resumen Meteorológico (Precipitaciones Pluviales) .....	59
Tabla n.º 10. Resumen de parámetros de entrada para el software Slide 6.0 .....	60

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura n.º 1. Deslizamiento en el talud, Colapso de estructuras, y afección a la plataforma asfaltada, Km 0+840, Carretera Canta – Huayllay .....	15
Figura n.º 2. Metodología utilizada para el desarrollo de la presente investigación.....	25
Figura n.º 3. Partes de un Talud .....	26
Figura n.º 4. Clasificación de los movimientos de ladera según Gonzales de Vallejo .....	27
Figura n.º 5. Carta Geológica Nacional 23j, ubicación de la zona en estudio .....	29
Figura n.º 6. Tramo en estudio, Carretera Canta Huayllay Km 0+000 – 2+700 .....	29
Figura n.º 7. Deslizamiento de Talud, progresiva Km 0+840 – 0+870 .....	30
Figura n.º 8. Desplazamiento del gavión y plataforma de la vía. Km 0+840 – 0+865, Lado Derecho .....	30
Figura n.º 9. Deslizamiento de material obstrucción total de la cuneta en el Talud Km 1+430.....	31
Figura n.º 10. Deslizamiento y hundimiento talud inferior Km 1+700 .....	31
Figura n.º 11. Deslizamiento de materiales y colapso de pavimento Km 1+900 – 2+300 .....	32
Figura n.º 12. Vista de cerca del deslizamiento de materiales y colapso de total del pavimento Km 1+900 – 2+300 .....	32
Figura n.º 13. Derrumbe de suelos gravosos y fragmentos rocosos Km 1+155 – 1+235, Lado Izquierdo.....	33
Figura n.º 14. Derrumbe de materiales Km 1+720 – 1+785, Lado Izquierdo .....	33
Figura n.º 15. Flujos de materiales Km 1+900 – 2+260, Lado Derecho .....	34
Figura n.º 16. Lito estratigrafía de la zona en estudio, se remarca tramo en estudio carretera Canta - Huayllay, Km 0+000 – 2+700.....	37
Figura n.º 17. Inclinación y composición de los taludes, Vista del Km 1+800 – 2+300.....	39
Figura n.º 18. Vista de quebradas sobre el tramo en estudio, carta geológica .....	40
Figura n.º 19. Tamices para determinar la granulometría .....	41
Figura n.º 20. Copa de Casagrande .....	42
Figura n.º 21. Horno para secado de muestras .....	43
Figura n.º 22. Gráfica para determinar la plasticidad.....	44
Figura n.º 23. Sistema de clasificación unificada de suelos SUCS .....	45
Figura n.º 24. Punto de control meteorológico del SENAMHI .....	47
Figura n.º 25. Deslizamiento de materiales mientras se ejecuta el corte del talud Km 1+650 – 1+720 .....	48
Figura n.º 26. Deslizamiento de materiales mientras se ejecuta el corte del talud Km 1+650 – 1+720 .....	51
Figura n.º 27. Modelado de la progresiva Km 0+860, en el SOFTWARE SLIDE 6.0.....	52
Figura n.º 28. Representación de la progresiva Km 1+950 y 2+375 en AutoCAD .....	52
Figura n.º 29. Modelado de la progresiva Km 1+950 y Km 2+375, en el SOFTWARE SLIDE 6.0 .	53
Figura n.º 30. Taludes críticos Km 0+800 – 865 y Km 1+900 – 2+300 .....	54
Figura n.º 31. Litología de la carretera Canta – Huayllay, Km 0+000 – 2+700 .....	55
Figura n.º 32. Talud con material Aluvial, Km 0+860.....	56

Figura n.º 33. Talud con material de depósito Coluvial, Km 1+650.....	56
Figura n.º 34. Inclinación de los taludes Km 1+500 – Km 2+350 .....	57
Figura n.º 35. Reporte Hidrológico del tramo en estudio .....	57
Figura n.º 36. Observación de zonas de regadío (Chacras) cercanas al tramo .....	58
Figura n.º 37. Resultados del factor de seguridad (FS) de la progresiva Km 0+860, en el SOFTWARE SLIDE 6.0 .....	61
Figura n.º 38. Resultados del factor de seguridad (FS) de la progresiva Km 1+950 y Km 2+375 en el SOFTWARE SLIDE 6.0.....	61
Figura n.º 39. Tramo 0+800 – 0+865, gavión colapsado.....	62
Figura n.º 40. Tramo 1+900 – 2+300, vía colapsada.....	62
Figura n.º 41. Interacción Roca Suelo Km 1+900 – 2+300.....	63
Figura n.º 42. Evidencia de filtraciones de agua Km 1+800 – 2+400.....	63
Figura n.º 43. Zonas de regadío.....	64
Figura n.º 44. Resultados favorables progresiva Km 0+860 (FS>1) .....	65
Figura n.º 45. Tratamiento del talud 0+800 – 0+865 .....	66
Figura n.º 46. Resultados favorables progresiva Km 1+960 (FS>1) .....	66
Figura n.º 47. Encauce de aguas para protección de taludes Km 1+900 – 2+300 .....	67

## ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación n.º 1. Índice de plasticidad .....	42
Ecuación n.º 2. Cálculo del contenido de humedad (%w) .....	43
Ecuación n.º 3. Cálculo del factor de seguridad (FS) .....	50

## RESUMEN

En la presente tesis se realiza una investigación de los deslizamientos en los taludes de la Carretera Canta - Huayllay, Km 0+000 al Km 2+700, carretera ubicada en el Departamento de Lima, Provincia de Canta. El objetivo de esta investigación consiste en determinar las causas de los deslizamientos en los taludes de la Carretera Canta - Huayllay, Km 0+000 – 2+700. Partiendo por diagnosticar el estado de los deslizamientos y determinar taludes críticos. Luego, se identifican dentro de los factores influyentes (Geológicos, geométricos, hidrogeológicos, geotécnicos, geodinámica interna y externa) cuales son los que generan los deslizamientos en los taludes analizados, para lo cual se recopila datos del sitio en estudio, desarrollo de ensayos de laboratorio y procesamiento de datos en gabinete, incluyendo también datos geológicos de INGEMMET, datos pluviales de SENAMHI y datos sísmicos del IGP. Tercero, se evalúa la estabilidad de los taludes mediante el SOFTWARE SLIDE 6.0, para determinar el factor de seguridad (FS) de estabilidad en los taludes. Finalmente se determinan los resultados, se plantean las discusiones y conclusiones de las causas de los deslizamientos en los taludes de la Carretera Canta – Huayllay, Km 0+000 – 2+700.

**Palabras clave:** Deslizamientos, Factores Influyentes, Factor de Seguridad (FS), Estabilidad de taludes.

## CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

Los deslizamientos, derrumbes y flujos se generan con frecuencia en las épocas de las intensas precipitaciones pluviales, las cuales afectan seriamente las carreteras existentes y durante la construcción de estas, al efectuar los cortes en laderas empinadas o moderadas se producen los derrumbes, desde los más imperceptibles hasta los más espectaculares, comprometiendo la estabilidad y seguridad de la obra.

Los taludes (laderas, declives, pendientes, etc.) de una región, debido a los materiales que lo constituyen, tienen comportamientos distintos, en razón de la naturaleza y disposición de los suelos y rocas; este comportamiento diferente, se traduce entre otras formas, en deslizamientos y derrumbes, que constituyen un problema de vital importancia en nuestro territorio, de relieve muy accidentado y de variada morfología. Estos fenómenos ocurren mayormente en los valles interandinos y en los contrafuertes orientales y occidentales de los andes. Se puede decir, que todo el macizo andino, presenta un acentuado grado de inestabilidad a la remoción de tierras, cuyas manifestaciones comprometen la seguridad y estabilidad de las obras de ingeniería, tales como carreteras.

Los deslizamientos se producen por la ruptura y desplazamiento pendiente abajo, de una masa de suelo, roca o mezcla de ambos en forma lenta o rápida, generalmente de gran magnitud producido por:

- Falta de soporte en la base del talud
- Sobresaturación de agua (agua superficial y subterránea)
- Desintegración gradual del afloramiento rocoso (erosión).
- Actividad gravitacional, y Movimientos sísmicos

## 1.1. Realidad Problemática

### 1.1.1. Realidad

Los problemas de inestabilidad de taludes en las carreteras son frecuentes durante los periodos de sequias, movimientos sísmicos, precipitaciones pluviales u otros fenómenos naturales ocasionando diversos accidentes. El deslizamiento de materiales obstruye el estado de transitabilidad en las redes viales que intercomunican a las regiones de nuestro territorio perjudicando a la población debido a:

- Estudios inadecuados de suelos y rocas existentes en los taludes de las carreteras
- Escasa seriedad en los estudios definitivos
- Deslizamiento de masas antes, durante y posterior a la construcción
- Personal poco calificado para realizar los estudios pertinentes

Durante la construcción de la Carretera Canta – Huayllay se observaron muchos deslizamientos en los taludes del Km 0+000 – 2+700, afectando la transitabilidad segura de las personas. Para resolver esto, y según el expediente técnico, se realizó la colocación de muros gaviones, colocación de cunetas e inclinación de taludes. Sin embargo, las lluvias del 2017, ocasionaron una gran cantidad de deslizamientos en los taludes y afectaron estructuras como muros gaviones, cunetas, e incluso plataforma de la vía ya asfaltada.

Por este motivo, y quedando aún pendiente la culminación de la Carretera Canta – Huayllay, se plantea la presente investigación que busca determinar las causas de los deslizamientos en los Taludes de la carretera Canta – Huayllay, del Km 0+000 – 2+700, con la finalidad de brindar un estudio adecuado que sirva para proponer de manera acertada, soluciones a los deslizamientos en este tramo de la carretera.

Figura n.º 1. Deslizamiento en el talud, Colapso de estructuras, y afección a la plataforma asfaltada, Km 0+840, Carretera Canta – Huayllay



(Fuente Propia)

## 1.1.2. Antecedentes

### Antecedentes a Nivel Internacional

*Hernán Morales Salas & Mario Valiente Olivo, en el 2017, en la ciudad de Cartagena, Colombia, en una Tesis en la Universidad de Cartagena denominada: “Evaluación Geotécnica de inestabilidad de taludes, Caso de estudio: Institución social Jardín Infantil Lipaya, Casco Urbano Barranquilla”*

“La investigación contempló una evaluación geotécnica de la inestabilidad del talud sobre el cual se cimenta la Institución Social Jardín Infantil Lipaya, ubicada al suroccidente del de la ciudad de Barranquilla, Atlántico. La evaluación comprendió dos etapas: En la primera etapa se realizó una revisión del estado actual y de los antecedentes de movimientos en masa de los taludes y laderas de la zona acompañado de una caracterización geológica, geotécnica, hidrológica y de la instrumentación instalada con base a estudios topográficos y geotécnicos adelantados en el año 2013. Se encontró que el mecanismo de falla del talud, comenzó producto de la construcción de la institución (sobrecarga), deforestación, el mal tratamiento de residuos y de aguas de escorrentía. En la segunda etapa mediante el software SLIDE v. 5.014 se creó un modelo representativo del talud teniendo en cuenta la información recopilada, luego se realizó un análisis con el método de equilibrio límite bajo cuatro condiciones de análisis y se determinó la superficie de falla con los mínimos valores de factor de seguridad. Los valores obtenidos para los factores de seguridad de las superficies de falla para cada uno de los métodos varían entre 0,8 y 1,3. Gracias a esto fueron propuestas obras de mitigación de tipo mixto, compuestas por un muro en voladizo con cimentación profunda y de un Geomanto en Flexocreto las cuales se ajustan a los requerimientos de estabilidad y erosión del talud.” (Morales Salas & Valiente Olivo, 2017)

*Tania Parra Pérez & Jenny Melo Calderón, en el 2015, en la ciudad de Bogotá, en una Tesis para el grado de Ingeniero Civil, en la Universidad Católica de Colombia denominada: “Estabilización de taludes de la vía de red terciaria de la vereda la unión, localidad de USME – Bogotá D.C.”*

“La investigación tuvo como objetivo identificar las causas que generaba la inestabilidad del terreno en la vía terciaria de la vereda la Unión ubicada en la localidad de Usme – Bogotá

D.C. y proponer una solución viable mediante la estabilización de taludes de acuerdo con los tipos de fallas en el terreno. De la información obtenida determinaron que el terreno presenta falla por erosión debido a la presencia de agua subterránea en el terreno y de no contar con estructuras de drenaje. Para afrontar esta problemática, propusieron el método de implementación de la bioingeniería, un recubrimiento vegetal con el fin de mitigar el proceso de remoción de masas y lograr una estabilización en el talud.” (Parra Pérez & Melo Calderón, 2015)

### **Antecedentes a Nivel Nacional**

*Roy Jak Arone Padilla, en el 2017, en la ciudad de Lima, en una Tesis en la Universidad Nacional Mayor de San Marcos denominada: “Análisis de estabilidad de los deslizamientos de tierras con substratos pizarrosos, Caso localidad de Kelcaybamba – Ocobamba, provincia de la Convención, región Cusco”*

“Estudió la influencia del substrato pizarrosos en la generación de deslizamientos de tierra, con el objetivo de determinar los factores que generan la alta susceptibilidad a las ocurrencias de deslizamientos en laderas donde existen con substratos rocoso metamórficos del tipo pizarra. De acuerdo con las investigaciones geotécnicas el suelo lo clasificó como gravas arcillosas (GW, GC y GP) de plasticidad y humedad media, datos que sirvieron para conocer el grado de absorción, permeabilidad del suelo y su influencia en la generación de deslizamientos. Finalmente, el deslizamiento se generó por la influencia de un horizonte de saprolita ubicado entre el contacto roca – suelo, producto de la meteorización de la pizarra (roca) que al saturarse con las aguas subterráneas (producto de la percolación de las aguas de lluvias) disminuyeron la resistencia al corte de la superficie de falla (suelo), generando en consecuencia la inestabilidad de la ladera.” (Arone Padilla, 2017)

*Joel Arturo Mendoza Loayza, en el año 2016, en la ciudad de Lima, en una tesis para el grado de Ingeniero Civil en la Pontificia Universidad Católica del Perú denominada: “Análisis de estabilidad de taludes de suelos de gran altura en la mina Antapaccay”*

“El objetivo de esta investigación fue de determinar los parámetros de diseño de los taludes a construir, considerados de gran altura debido a la profundidad de estos que supera

los 100 m. Para esto se realizaron los análisis de estabilidad en condiciones estáticas y pseudoestáticas mediante el software Slide v6.0. Los parámetros geotécnicos de estratos de los suelos fueron obtenidos a partir de los resultados de los ensayos de densidad y corte directo. A partir de estos resultados se definieron los parámetros más óptimos de diseño de taludes con el fin de reducir los riesgos de deslizamientos.” (Mendoza Loayza, 2016)

*Rodolfo Ricardo Ibérico Rodríguez, en el 2015, en la ciudad de Lima, en una tesis para el grado de Ingeniero Civil en la Universidad Ricardo Palma denominada: “Estabilización y recuperación de taludes en carreteras, caso IIRSA Norte tramo N°1 Km 45+690 – Km 45+830”*

“En esta investigación buscó determinar los tipos de fallas geotécnicas que se presentan en los diferentes taludes dentro del sistema vial en el Perú, haciendo énfasis en tres agentes decisivos como son la hidrología del sector, la geología y la sismicidad, siendo el principal agente de inestabilidad el agua. Realizó la investigación aplicando estudios geotécnicos a través de ensayos de laboratorio, mapeos y ensayos de estabilidad en el sector crítico a la carretera en la selva norte del Perú. Menciona que la velocidad de deslizamiento tiene que ver directamente con el factor desencadenante y el tipo de suelo, pudiendo ser clasificado el más lento a la reptación seguido por deslizamiento rotacional, flujo, deslizamiento traslacional, avalancha y caída.” (Iberico Rodriguez, 2015)

*Percy de la Cruz Inga & Jilber Orosco Torres, en el 2013, en la ciudad de Huancayo, en una tesis para el grado de Ingeniero Civil en la Universidad Nacional del Centro del Perú denominada: “Sistemas de estabilización al deslizamiento de taludes en la carretera Cochas – San Agustín de cajas Ingenio Tramo Km 19+610 al Km 20+424, Huancayo”*

“Plantearon soluciones a la inestabilidad de taludes aplicables a la carretera Cochas – San Agustín de Cajas – Ingenio tramo Km 19+610 al Km 20+424. Realizaron el reconocimiento de la zona en estudio, levantamiento topográfico, ensayos de laboratorio y de campo, luego con los datos obtenidos se realizó el análisis de estabilidad del talud para valorar la inestabilidad y posteriormente se planteó alternativas de solución, analizando diferentes sistemas aplicables a la zona, de los cuales finalmente se planteó el más viable. Se desarrolló el Análisis de Estabilidad de taludes en 3 perfiles representativos bajo ciertas condiciones del

suelo; un análisis estático del suelo seco y un análisis estático del suelo saturado. También con el análisis de estabilidad se determinó el nivel de influencia de cada uno de los factores de deslizamiento del talud en la zona de estudio, así como también el factor de mayor influencia. Encontraron finalmente que el factor hidrológico es el que tiene mayor influencia en el deslizamiento del talud debido a las intensas precipitaciones pluviales, luego el factor sísmico y también el factor geomorfológico que afecta al talud por tener pendientes mayores a los permitidos por su resistencia al corte y por sus elevadas alturas.” (De la Cruz Inga & Orosco Torres, 2013)

### **Antecedentes a Nivel Local**

(Winrod Contratistas, 2011) Realizaron un estudio Geológico – Geotécnico en la carretera Lima – Canta – La viuda – Unish, Tramo Canta – Huayllay, con la finalidad de completar el Expediente Técnico del Estudio Geológico – Geotécnico Definitivo para la Rehabilitación y Mejoramiento de la carretera Canta – Huayllay. Km 000+000 – Km 96 + 107.50. Tal estudio evaluó los procesos de geodinámica externa, identificando (derrumbes, deslizamientos, procesos de erosión, sobre escurrimientos, etc.) que puedan afectar al proyecto durante la transitabilidad vehicular, al momento del mejoramiento, rehabilitación y mantenimiento. Asimismo, se identificaron las características litológicas evaluando su comportamiento con el fin de dar las recomendaciones que el caso requiere y proponer las condiciones de seguridad, el control y la estabilidad de los taludes, de acuerdo a la litología presente en el área de estudio.

## **1.2. Formulación Del Problema**

### **1.2.1. Problema General**

¿Cuáles son las causas de los deslizamientos en los taludes en la Carretera Canta – Huayllay  
Km 0+000 – 2+700?

### **1.2.2. Problemas Específicos**

#### **1.2.2.1. Problema específico 1**

- ¿Cuál es el estado de los deslizamientos en los taludes de la carretera Canta  
Huayllay Km 0+000 – 2+700?

#### **1.2.2.2. Problema específico 2**

- ¿Qué factores influyen en los deslizamientos en los taludes?

#### **1.2.2.3. Problema específico 3**

- ¿De qué manera se evalúa la estabilidad de los taludes?

## **1.3. Objetivos**

### **1.3.1. Objetivo General**

Determinar las causas de los deslizamientos en los taludes en la carretera Canta – Huayllay Km 0+000 – 2+700.

### **1.3.2. Objetivos Específicos**

#### **1.3.2.1. Objetivo específico 1**

- Diagnosticar el estado de los deslizamientos en los taludes de la Carretera Canta Huayllay Km 0+000 – 2+700.

#### **1.3.2.2. Objetivo específico 2**

- Identificar los factores influyentes en los deslizamientos en los taludes

#### **1.3.2.3. Objetivo específico 3**

- Evaluar la estabilidad de los taludes mediante el software SLIDE 6.0

## **1.4. Hipótesis**

### **1.4.1. Hipótesis General**

La investigación determina las causas de los deslizamientos en los taludes en la Carretera Canta – Huayllay Km 0+000 – 2+700

### **1.4.2. Hipótesis Específicas**

#### **1.4.2.1. Hipótesis específica 1**

- El diagnóstico determina el estado de los deslizamientos en los taludes de la carretera Canta – Huayllay Km 0+000 – 2+700

#### **1.4.2.2. Hipótesis específica 2**

- La identificación de los factores influyentes determinará las causas de los deslizamientos en los taludes.

#### **1.4.2.3. Hipótesis específica 3**

- La evaluación de estabilidad de los taludes mediante el software Slide 6.0 concluye con las causas de los deslizamientos en los taludes

## **1.5. Justificación**

### **1.5.1. Justificación Teórica**

Desarrollar una investigación adecuada de estabilidad de taludes en el Km 0+000 – 2+700 de la carretera Canta – Huayllay es muy importante toda vez que las construcciones de las modernas vías de comunicación y de edificaciones requieren de diseños que reduzcan el deslizamiento de suelos y caída de rocas ocasionadas por fenómenos naturales que tienen mayores evidencias en los últimos años.

Es necesario señalar que los estudios definitivos para la construcción de las vías de comunicación no son pertinentes e incluso en otros casos son inexistentes para tramos críticos. Esto retrasa la construcción en tiempo previsto y ocasiona mayor costo con pérdidas económicas al estado.

### **1.5.2. Justificación Práctica**

Una investigación adecuada permitirá determinar las causas más coherentes de deslizamiento de taludes en determinadas zonas críticas en la carretera Canta Huayllay Km 0+000 – 2+700, de tal modo que sirva para darle un adecuado tratamiento

### **1.5.3. Justificación Metodológica**

Es necesario realizar estudios de deslizamiento de taludes precisos utilizando cálculos para determinar el factor de seguridad, ayudados con Software pertinente.

### **1.5.4. Justificación Socio - Económica**

Es muy importante contribuir con una investigación que servirá para minimizar los problemas de inestabilidad de taludes en las carreteras, que son frecuentes durante los periodos de sequías, movimientos sísmicos, precipitaciones pluviales u otros fenómenos naturales. De esta manera cuidamos el bienestar de las personas y contribuimos en cierta medida, con la mejora de la carretera Canta – Huayllay, que aún se encuentra en vías de construcción y será una de las vías más importantes en los próximos años.

Para esta investigación, no se evalúan costos ni temas constructivos, sino netamente un estudio de suelos.

## CAPÍTULO II. METODOLOGÍA

### 2.1. Tipo de Investigación

El presente trabajo de investigación se apoya en la observación de la variable dependiente (Deslizamientos), realización de visitas de campo al sitio en estudio, desarrollo de ensayos de laboratorio de suelos, y un control sobre la variable independiente (Factores Influyentes), por lo que se define que esta investigación es de tipo investigación aplicada.

Por otra parte, esta investigación pretende explicar las consecuencias (deslizamientos en los taludes de la Carretera Canta – Huayllay, Km 0+000 – 2+700) en relación con las causas de los eventos y fenómenos suscitados en la carretera.

### 2.2. Población y Muestra

Luego del diagnóstico de la situación actual en la Carretera Canta – Huayllay, Km 0+000 – 2+700, se toman los sectores más críticos para el estudio.

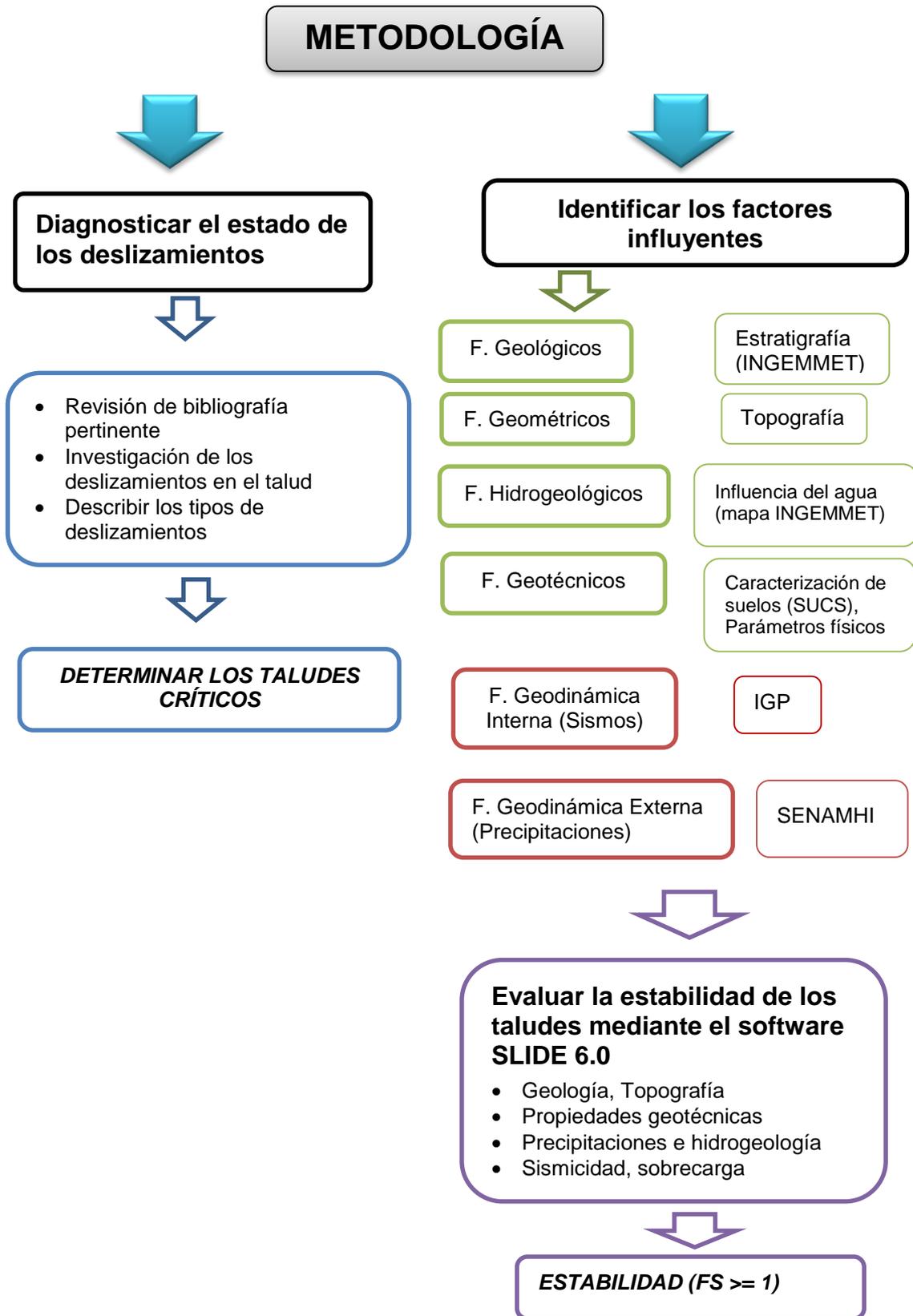
**Población:** Los taludes de la carretera Canta – Huayllay Km 0+000 – 2+700

**Muestra:** Talud del Km 0+800 – 0+865 y Talud del Km 1+900 – 2+300

### 2.3. Procedimiento

El procedimiento en el presente trabajo de investigación se detalla en base al orden de los objetivos, y sigue de la siguiente manera:

Figura n.º 2. Metodología utilizada para el desarrollo de la presente investigación



(Fuente Propia)

### 2.3.1. Procedimiento para el objetivo específico 1

Para diagnosticar el estado de los deslizamientos en los taludes en la carretera Canta – Huayllay, Km 0+000 – 2+700, se realiza una revisión de bibliografía pertinente (Libros, artículos, revistas, tesis, etc.), se revisa el manual de Carreteras de Suelos y Pavimentos del MTC 2014, la norma Peruana de Suelos y Taludes CE 0.20, el estudio técnico de la obra, denominada “Estudio Geológico – Geotécnico de la Carretera Lima – Canta – La Viuda – Unish – Tramo Canta – Huayllay” realizado por WINROD Contratistas S.A.C.

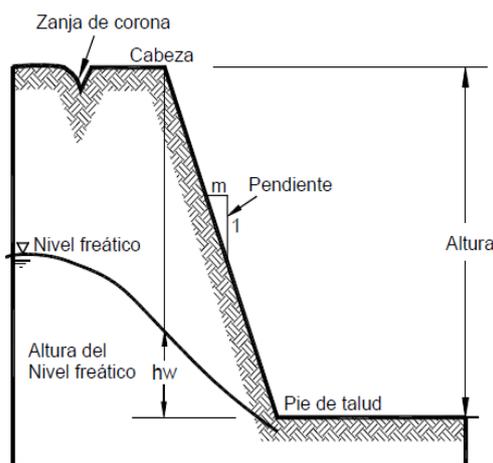
- a. Descripción de la zona en estudio
- b. Investigación de deslizamiento en los taludes (Visita a campo)
- c. Definir los taludes en estado crítico

#### 2.3.1.1 Marco Teórico del objetivo específico 1

##### Talud

Según (Suarez, Deslizamientos. Tomo I: Analisis Geotécnico, 2009), 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 n.º 3. Partes de un Talud



(Fuente: Suarez, 2009)

##### Deslizamientos

Los deslizamientos son la rotura y el desplazamiento de material (Suelo o Roca), situado debajo de un talud, que origina un movimiento hacia abajo y hacia fuera de toda la masa que participa del mismo. (De Matteis, 2003)

Se considera como variable dependiente ya que los deslizamientos se producen como efecto de ciertas condiciones que afectan a un talud (factores influyentes).

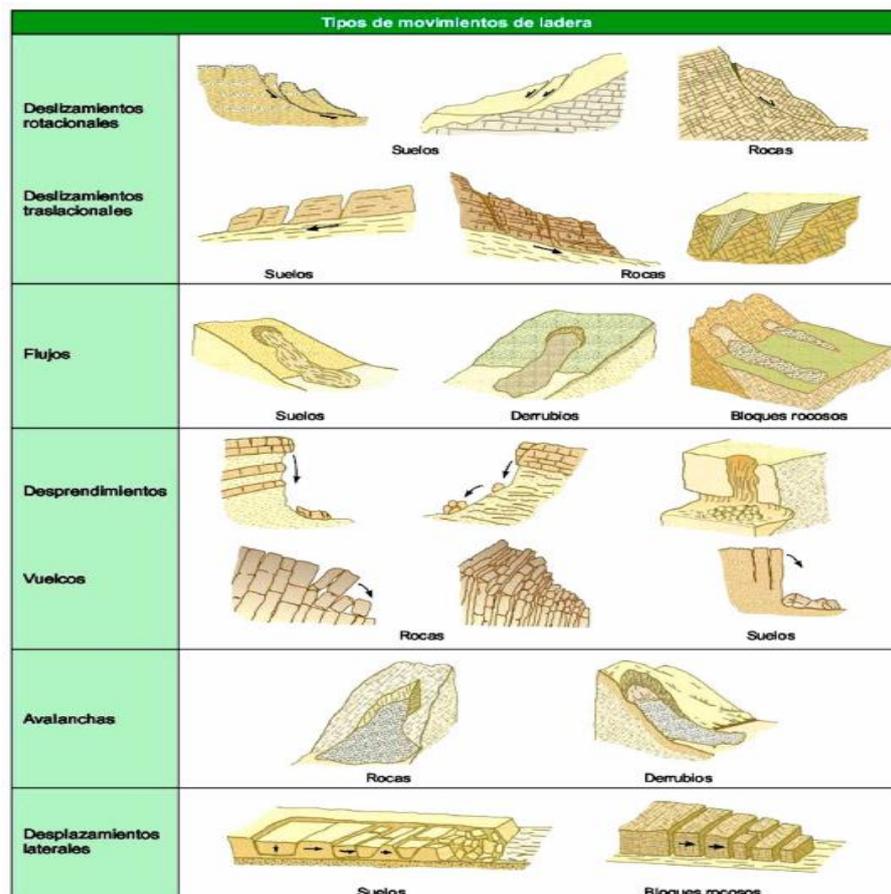
Tabla n.º 1. Tipos de Deslizamientos (Variable Dependiente)

Variable	Definición Conceptual	Dimensiones	Indicadores
Deslizamientos	Es la rotura y el desplazamiento de materiales (Suelo o Roca).	Tipos de falla o roturas	Deslizamientos Rotacionales Deslizamientos Traslacionales Derrumbes o Desprendimientos Flujos

(Fuente Propia)

De acuerdo con el libro de González de Vallejo – Ingeniería Geológica, “los deslizamientos son movimientos de masas de suelo o roca que deslizan, sobre una o varias superficies de roturas cuando se supera la resistencia al corte de estas superficies, y que las masas se desplazan en conjunto, comportándose como una unidad en su recorrido. (González de Vallejo, 2002)

Figura n.º 4. Clasificación de los movimientos de ladera según Gonzales de Vallejo



Fuente libro González de Vallejo, Ingeniería Geotécnica, pág. 624)

En esta investigación básicamente se encontraron dos tipos de deslizamientos; los deslizamientos rotacionales y flujos, esto es debido a que los taludes están conformados mayormente por suelos, y muy poco por rocas.

### 2.3.1.2. Desarrollo del procedimiento para el objetivo específico 1

Se desarrolla la investigación de áreas inestables; primero describiendo la zona en estudio, definiendo los tipos de deslizamientos ocurridos en la carretera Canta – Huayllay, Km 0+000 – 2+700, y para finalmente determinar los taludes críticos.

#### a. Descripción de la zona en estudio

La carretera Lima – Canta – La Viuda – Unish, Tramo Canta – Huayllay Km 0+000 – Km 96+107.50, se halla ubicada entre la cordillera Occidental y Central de los Andes Peruanos, perteneciente a la Región Lima y a la Región Pasco.

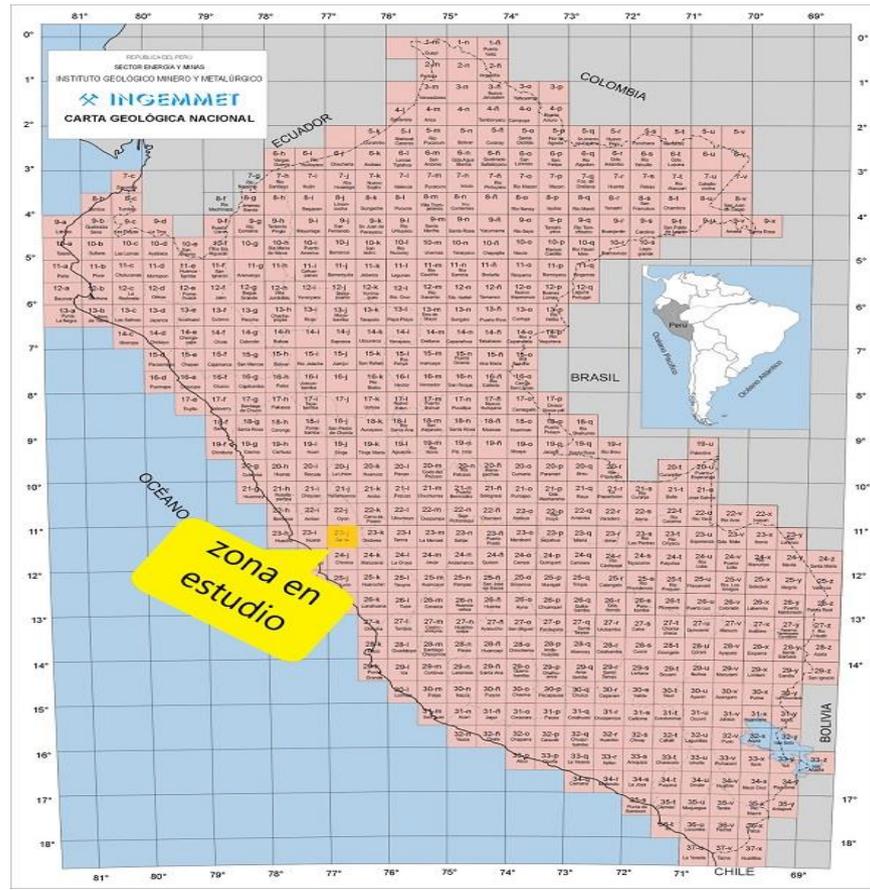
Tabla n.º 2. Coordenadas Geográficas de la Carretera Lima – Canta - Huayllay

<b>Coordenadas</b>	<b>Canta</b>	<b>Huayllay</b>
Latitud Sur	10°30'	11°00'
Latitud Oeste	76°00'	76°30'

(Fuente Propia)

El tramo en estudio comienza su ubicación en la ciudad de Canta (Km 0+000), la cual se encuentra en el valle del río Chillón, al nordeste de la ciudad de Lima a una altitud de 2837 msnm y se ubica representada en el cuadrángulo 23j según la carta Geológica Nacional del INGEMMET (Ver Figura n.º 5). También se muestra el plano topográfico para ver las progresivas del tramo en estudio (Ver Figura n.º 6)

Figura n.º 5. Carta Geológica Nacional 23j, ubicación de la zona en estudio



(Fuente INGEMMET)

Figura n.º 6. Tramo en estudio, Carretera Canta Huayllay Km 0+000 – 2+700



(Fuente INGEMMET)

## b. Investigación de deslizamientos en los taludes

### Deslizamientos Ocurredos

De la visita a campo se describen los siguientes eventos donde se produjeron deslizamientos de materiales.

- Km 0+800 - 0+865 (Lado Derecho):

Se observa deslizamientos en el lado izquierdo del talud y en el lado derecho colapso del gavión totalmente comprometiendo también el pavimento asfáltico en un ancho de 3 m. y una profundidad de 2 m.

Figura n.º 7. Deslizamiento de Talud, progresiva Km 0+840 – 0+870



(Fuente Propia)

Figura n.º 8. Desplazamiento del gavión y plataforma de la vía. Km 0+840 – 0+865, Lado Derecho



(Fuente Propia)

- Km 1+400 - 1+445 (Lado Izquierdo):

Se observa en esta en el Km 1+415 – 1+445 se observa un deslizamiento de materiales sobre la cuneta Lado Izquierdo.

Figura n.º 9. Deslizamiento de material obstrucción total de la cuneta en el Talud Km 1+430



(Fuente Propia)

- Km 1+680 - 1+710 (Lado Derecho):

Se observa el deslizamiento en el talud inferior y agrietamiento del pavimento de la zona del estacionamiento en un ancho de 2m.

Figura n.º 10. Deslizamiento y hundimiento talud inferior Km 1+700



(Fuente Propia)

- Km 1+900 - 2+300 (Lado derecho):

Este sector registra deslizamiento de materiales con colapso de pavimento

Figura n.º 11. Deslizamiento de materiales y colapso de pavimento Km 1+900 –  
2+300



(Fuente Propia)

Figura n.º 12. Vista de cerca del deslizamiento de materiales y colapso de total del  
pavimento Km 1+900 – 2+300



(Fuente Propia)

### Derrumbes y/o Flujos Ocurridos

- Km 1+155 - 1+235 (Lado Izquierdo):

Caída de suelos gravosos y fragmentos rocosos, que conforman depósitos coluviales favorecido por el grado de fracturamiento de las rocas y las filtraciones de agua superficial producidas por las precipitaciones pluviales de temporada

Figura n.º 13. Derrumbe de suelos gravosos y fragmentos rocosos Km 1+155 – 1+235, Lado Izquierdo



(Fuente Propia)

- Km 1+720 - 1+785 (Lado Izquierdo):

Derrumbe de suelos gravosos, favorecido por las filtraciones de agua superficial debido a las lluvias

Figura n.º 14. Derrumbe de materiales Km 1+720 – 1+785, Lado Izquierdo



(Fuente Propia)

- Km 1+900 - 2+260 (Plataforma Completa):

Flujo de lodo, ocasionado por la saturación de los materiales que conforman el talud, por problemas de filtraciones de agua de las precipitaciones pluviales

Figura n.º 15. Flujos de materiales Km 1+900 – 2+260, Lado Derecho



(Fuente Propia)

### c. Definir los taludes en estado crítico

De acuerdo con el diagnóstico de los deslizamientos en los taludes, se consideran 2 tramos críticos, los cuales son el Km 0+800 – 0+865 y Km 1+900 – 2+300. (Ver

*Figura n.º 8 y Figura n.º 12)*

### 2.3.2. Procedimiento para el objetivo específico 2

Para identificar los factores influyentes en los deslizamientos en los Taludes, se realiza lo siguiente:

- a. Factores Geológicos: Caracterización geológica (litología) e hidrogeológica de la zona en estudio, apoyado en los datos del Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico (INGEMMET)
- b. Factores Geométricos: Revisión de los planos topográficos (secciones transversales) de aquellos sectores identificados como los más críticos dentro de la progresiva Km 0+000 – 2+700 de la Carretera Canta Huayllay
- c. Factores Hidrogeológicos: Definir la influencia del agua de ríos, quebradas, manantiales sobre los tramos en investigación
- d. Factores Geotécnicos: Los ensayos realizados en campo son los siguientes:
  - Caracterización de los suelos (Estratificación de suelos de registros de calicatas, Clasificación SUCS, Límites de Atterberg, contenido de humedad natural y materia orgánica), según normativa MTC y ASTM.
  - Determinación del peso unitario del suelo a partir del ensayo de densidad de campo
  - Determinación de la cohesión y el ángulo de fricción interna a través del Ensayo con penetrómetro dinámico ligero (DPL), según normativa NTP 339.159:2001.
- e. Factores de Geodinámica Interna: Obtener reportes de movimientos sísmicos cercanos a la zona, del Instituto Geofísico del Perú (IGP)
- f. Factores de geodinámica externa: Incluir datos a la investigación, del control meteorológico del SENAMHI el cual cuenta con una estación en la misma localidad de Canta
- g. Factores antrópicos: Determinar si hay estructuras que generen sobrecarga en los taludes

### 2.3.2.1 Marco Teórico del objetivo específico 2

#### Factores Influyentes

Los factores influyentes en la estabilidad de un talud, los cuales producen deslizamientos sobre el mismo, pueden dividirse en 2, aquellos factores condicionantes (pasivos) que son aquellos que predisponen la inestabilidad de un talud, y los factores desencadenantes (activos) que son aquellos que desencadenan el deslizamiento o movimiento en un talud. Se considera como variable independiente ya que son la causa los deslizamientos. En esta investigación, se estudian cada uno de estos factores con la finalidad de determinar cuáles son los más influyentes en los deslizamientos.

Tabla n.º 3. Factores Influyentes (Variable Independiente)

Variable	Sub-Variable	Definición Conceptual	Dimensiones	Indicadores
<b>Factores Influyentes</b>	<b>Factores Condicionantes</b>	Son aquellos que predisponen la inestabilidad	F. Geológicos	Litología y Estratigrafía
			F. Geométricos	Inclinación
			F. Hidrogeológicos	Condiciones hidrogeológicas
			F. Geotécnicos	Propiedades físicas del suelo
	<b>Factores Desencadenantes</b>	Son aquellos que desencadenan el deslizamiento o movimiento	F. Geodinámica Interna	Sismicidad
			F. Geodinámica Externa	Precipitaciones Pluviales
			F. Antrópicos	Excavaciones Superficiales
				Sobrecargas

(Fuente Propia)

De acuerdo con el libro de González de Vallejo (Ingeniería Geológica) “los factores influyentes en la estabilidad está determinada por factores Geométricos (Altura e inclinación), factores geológicos (que condicionan la presencia de planos y zonas de debilidad y anisotropía en el talud), factores hidrogeológicos (Presencia de agua) y factores geotécnicos o relacionados con el comportamiento mecánico del terreno (Resistencia y Deformabilidad), la combinación de estos factores puede determinar la condición de rotura a lo largo de una o varias superficies. Los factores geológicos, hidrogeológicos y geotécnicos se consideran factores condicionantes y son intrínsecos a los materiales naturales, mientras que los desencadenantes provocan la rotura una vez que se cumplen una serie de condiciones sobre los suelos o macizos rocosos.” (González de Vallejo, 2002)

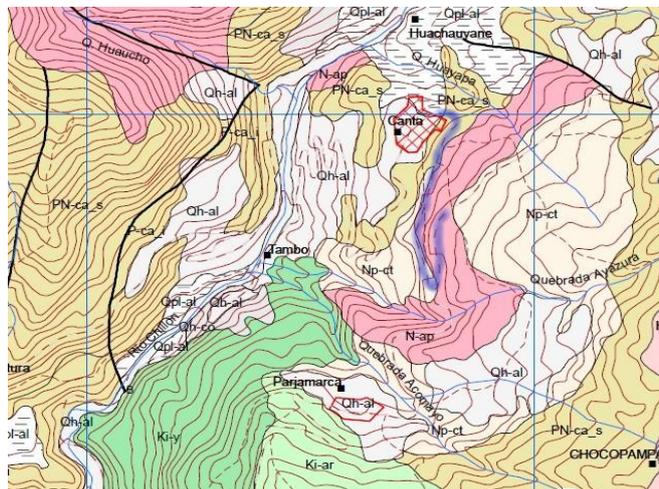
## 2.3.2.2. Desarrollo del procedimiento para el objetivo específico 2

### a. Factores Geológicos

#### Litología – Estratigrafía

La zona en estudio está constituida por una secuencia de rocas volcánicas pertenecientes al volcanismo cenozoico (Grupo Calipuy) y formaciones sedimentarias mesozoicas. También de depósitos cuaternarios (Aluvial, Coluvial) de material suelto. (Ver Anexo 2).

Figura n.º 16. Lito estratigrafía de la zona en estudio, se remarca tramo en estudio carretera Canta - Huayllay, Km 0+000 – 2+700



(Fuente INGEMMET)

A continuación, se describen las unidades estratigráficas existentes en el área de influencia:

- Grupo Calipuy (PN-CA\_s):  
El nombre de esta formación fue dado por Cossio en 1964, está compuesta litológicamente por una secuencia variada de lavas andesíticas, estratos de tobas líticas constituidos de traquiandesitas color pardo, piroclastos gruesos y tufos finalmente estratificados, basaltos, riolitas que han dado edades radiométricas que varían de 60 a 90 millones de años.
- Depósito Aluvial (Qh - al):  
La vía atraviesa cortes a media ladera sobre el flanco izquierdo de la quebrada, con una morfología de pendiente moderada a abrupta que fluyen hacia el río Chillón, los materiales que se muestran a través de corte se constituye de material suelto

parcialmente compacto y en tramos pequeños con material inconsolidado de granulometría variable y caótica que van de grueso angulosos y subangulosos y de tamaños que van de 1/2” a 20” de diámetro con un matriz limo – arcilla.

- Depósito Coluvial (Qh - co):  
Los afloramientos Gravas y bloques angulosos a subangulosos en matriz limo arenosa, se encuentra conformando material de escombros en laderas, estos afloramientos rocosos muestran una morfología abrupta dando lugar a la formación de depósitos mixtos coluvio – aluvionales acumulados al pie de los taludes, constituyéndose mayormente por bloques rocosos angulosos de 20” a 50” de diámetro mayor y parcialmente con matriz limo – arenosa.
- Depósito pleistoceno aluvial (Qpl - al):  
Son aglomerados con clastos angulosos a subangulosos formando terrazas antiguas en las márgenes de los ríos que sirven de tierra de cultivo, observable en el flanco del río Chillón, en Canta.
- Formación Canta (Np - ct):  
Está constituido por una secuencia volcánica retrabajada de color pardo rojizo emplazado caóticamente, intercalado con niveles delgados de tobas de ceniza color blanquecino y niveles de yeso lenticular. Este depósito ocupa área del pueblo de Canta.
- Andesita Porfírica (N - ap):  
Considerada de la edad Neógeno, se encuentra interrumpiendo al grupo Calipuy del Paleógeno. Mayormente está cubierto por depósitos aluviales, básicamente son Tobas líticas con fragmentos de andesita, dacita y lavas lenticulares.

## **b. Factores Geométricos**

### **Topografía**

La susceptibilidad a los deslizamientos está relacionada también con la topografía del talud, ya que el grado de estabilidad también varía con la altura del talud.

La orientación describe la disposición de un plano con la horizontal, dentro de ellas tenemos componentes el rumbo y buzamiento. La orientación de las pendientes se refiere a la dirección hacia la cual da cara a la pendiente.

El tramo en estudio básicamente se compone de rocas volcánicas alteradas y suelos, por lo que, y a diferencia de formaciones sedimentarias, su orientación es muy distinta.

Los planos de los taludes presentan una inclinación que favorece a los deslizamientos en los taludes.

Figura n.º 17. Inclinación y composición de los taludes, Vista del Km 1+800 – 2+300



(Fuente Propia)

El plano topográfico de los tramos en estudio se puede ver en el anexo 4 y 6.

### c. Factores Hidrogeológicos

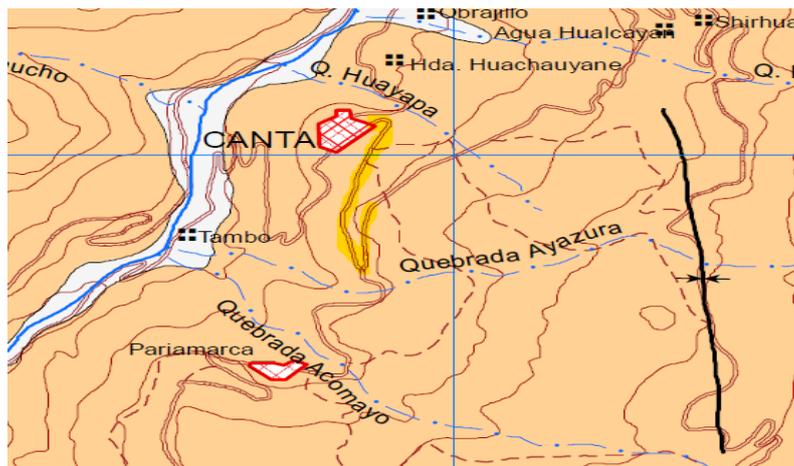
El procedimiento a seguir para determinar los factores hidrogeológicos es determinar todas aquellas situaciones en las que el tramo en estudio se vea afectada por ríos, quebradas, manantiales, etc. Para ello esta investigación, aparte de la visita a campo, se apoya en información hidrológica del INGEMMET.

#### Condiciones Hidrológicas

Describimos la presencia de agua y flujos cercanos a la zona. Si bien la información sobre nivel de la napa freática y sus fluctuaciones, raramente se encuentra disponible. Para representar el factor hidrológico en las evaluaciones de peligro de deslizamiento, se pueden usar medidas indirectas que pueden ser cartografiadas para mostrar la influencia de la hidrología del área, tal como la vegetación, la orientación de las pendientes, o zonas de precipitación.

Se puede observar que ni las quebradas, ni el río llegan a afectar directamente al tramo en estudio (Ver Figura n.º 18)

Figura n.º 18. Vista de quebradas sobre el tramo en estudio, carta geológica



(Fuente INGEMMET)

#### d. Factores Geotécnicos

Los factores geotécnicos al igual que los factores geológicos e hidrogeológicos se consideran factores condicionantes ya que predisponen la inestabilidad y un posible deslizamiento en los taludes, esto debido que son intrínsecos a los materiales naturales. El procedimiento a seguir, y para comprender con qué tipos de suelos estamos tratando, es desarrollar un estudio de mecánica de suelos (EMS) el cuál es un conjunto de exploraciones e investigaciones de campo, ensayos de laboratorio y análisis de gabinete.

Tales ensayos de laboratorio son realizados según norma peruana, las cuales se indican en la norma E.050 y CE.020 del reglamento nacional de edificaciones

La relación de ensayos a realizar y su normativa se mencionan a continuación:

- Análisis granulométrico MTC E-107, NTP 339.128 (ASTM D422)
- Límite de Atterberg MTC E-110, NTP 339.129 (ASTM D4318)
- Contenido de Humedad MTC E-108 NTP 339.127 (ASTM D2216)
- Contenido de materia orgánica MTC E-118, AASHTO T-267
- Clasificación unificada de suelos (SUCS) NTP 339.134 (ASTM D2487)
- Ensayo de densidad de suelos AASHTO T-191, NTP 339.143
- Ensayo normalizado para la auscultación con penetrómetro dinámico ligero de punta cónica DPL, NTP 339.159

Todos los procedimientos para determinar los factores geotécnicos se realizan según norma peruana, para ello se cuenta con la norma de ensayo de materiales del ministerio de transportes y comunicaciones MTC del año 2016, (MTC - Manual de Ensayos de Materiales, 2016)

### Análisis granulométrico

El procedimiento para el análisis granulométrico se efectúa tomando una cantidad medida de suelo haciéndolo pasar a través de un apilo de mallas con aberturas cada vez más pequeñas. Se mide la cantidad de suelo retenido en cada malla y se determina el porcentaje acumulado del suelo que pasa a través de cada una. Según el porcentaje obtenido y haciendo uso de la tabla de clasificación SUCS se determina el tipo de suelo

Tabla n.º 4. Abertura de los tamices para granulometría

Tamices	Abertura (mm)
3"	75.000
2"	50.800
1 1/2"	38.100
1"	25.000
3/4"	19.000
3/8"	9.500
Nº 4	4.760
Nº 10	2.000
Nº 20	0.840
Nº 40	0.425
Nº 60	0.260
Nº 140	0.106
Nº 200	0.075

Fuente (MTC - Manual de Ensayos de Materiales, 2016)

Figura n.º 19. Tamices para determinar la granulometría



(Fuente Propia)

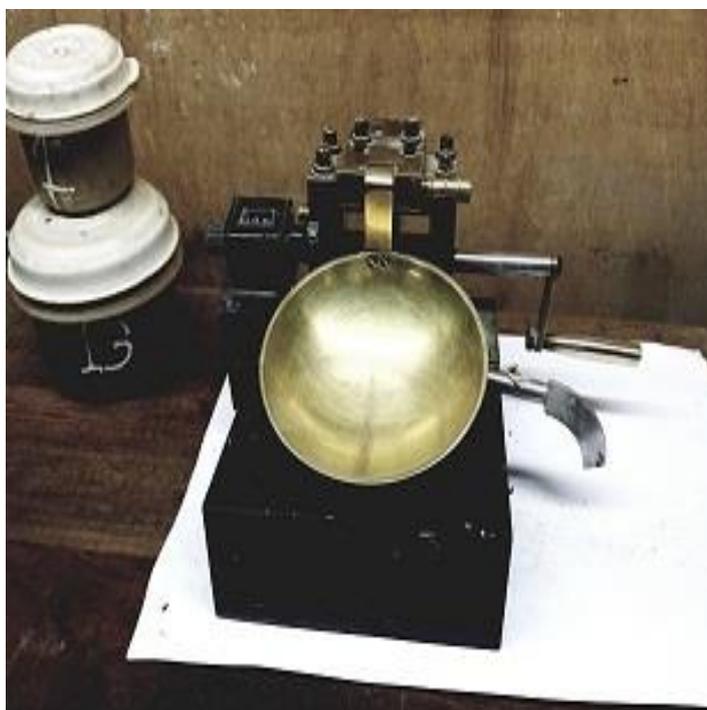
### Límites de Atterberg

Según (Braja Das, 2013), cuándo un suelo arcilloso se mezcla con una cantidad excesiva de agua, puede fluir como un semilíquido. Si el suelo se seca gradualmente, se comportará como un material plástico, semisólido o sólido, dependiendo de su

contenido de humedad. El contenido de humedad, en porcentaje, en el que el suelo cambia de un estado líquido a uno plástico se define como límite líquido (LL). De manera similar, el contenido de humedad, en porcentaje, en el que el suelo cambia de un estado plástico a uno semisólido y de un estado semisólido a uno sólido se definen como límite plástico (LP) y límite de contracción (LC), respectivamente. A estos límites se les refiere como límites de Atterberg.

El procedimiento para el límite líquido de un suelo se determina utilizando la copa de Casagrande (designación de prueba D-4318 de la ASTM) y se define como el contenido de humedad en el que se cierra una ranura de 12.7 mm mediante 25 golpes.

Figura n.º 20. Copa de Casagrande



(Fuente Propia)

El límite plástico se define como el contenido de humedad en el que el suelo se agrieta al formar un rollito de 3.18 mm de diámetro (designación de prueba D-4318 de la ASTM).

La diferencia entre el límite líquido (LL) y el límite plástico (LP) de un suelo se define como el índice de plasticidad (IP) (Ver Ecuación n.º 1)

Ecuación n.º 1. Índice de plasticidad

$$IP = LL - LP$$

### Contenido de Humedad

El procedimiento para determinar el porcentaje de humedad en una muestra de suelo, consiste en someterla a un proceso de secado y comparar su masa antes y después del mismo para determinar su porcentaje de humedad total. Tiene el siguiente procedimiento:

Se pesa la muestra en estado natural (H). Luego se la coloca en el horno a una temperatura de  $100^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$  por 24 horas, y luego se pesa la muestra seca (S). Después se determina el contenido de humedad del suelo con la Ecuación n.º 2

Ecuación n.º 2. Calculo del contenido de humedad (%w)

$$\%w = \frac{H - S}{S} \times 100$$

Figura n.º 21. Horno para secado de muestras



(Fuente Propia)

### Clasificación unificada de suelos (SUCS)

En el procedimiento de clasificación según el sistema unificado se utilizan los símbolos siguientes para fines de identificación:

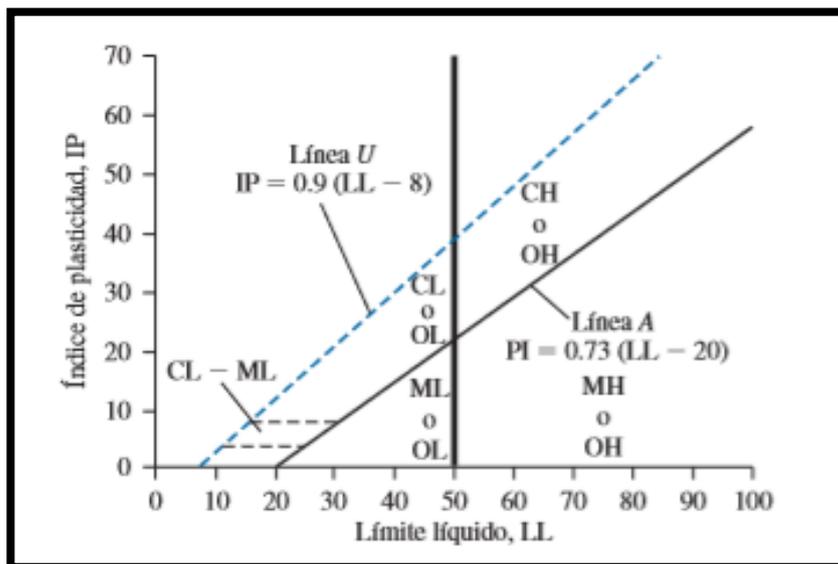
Tabla n.º 5. Tabla de símbolos del sistema unificado de clasificación de suelos

Símbolo	G	S	M	C	O	Pt	H	L	W	P
Descripción	Grava	Arena	Limo	Arcilla	Limos Orgánicos y arcilla	Turba y suelos altamente orgánicos	Alta Plasticidad	Baja Plasticidad	Bien Graduado	Mal graduado

(Fuente Braja Das, 2013)

El procedimiento de determinación de la clasificación SUCS es, una vez obtenido los porcentajes de suelo retenido de la granulometría y haber obtenido los límites de Atterberg, se grafica el límite líquido versus el índice plástico, y se determina la plasticidad del suelo.

Figura n.º 22. Gráfica para determinar la plasticidad



Fuente (Braja Das, 2013)

Figura n.º 23. Sistema de clasificación unificada de suelos SUCS

Gráfica de la Unified Soil Classification (según la ASTM, 2009) (ASTM D2487-98: Práctica estándar para la clasificación de suelos para fines ingenieriles (Unified Soil Classification). Derechos de autor de la ASTM INTERNATIONAL. Reimpresa con permiso).

Suelos de grano grueso	Criterios para asignar símbolos y nombres de grupo utilizando pruebas de laboratorio <sup>a</sup>	Clasificación del suelo	
		Símbolo de grupo	Nombre de grupo <sup>b</sup>
Más de 50% retenido en la malla núm. 200	Gravas Más de 50% de la fracción gruesa retenida en la malla núm. 4	GW GP GM GC	Grava bien graduada <sup>f</sup> Grava mal graduada <sup>f</sup> Grava limosa <sup>f,s,h</sup> Grava arcillosa <sup>f,s,h</sup>
Arenas 50% o más de la fracción gruesa pasa la malla núm. 4	Arenas limpias Menos de 5% finos <sup>d</sup> Arenas con finos Más de 12% finos <sup>e</sup>	SW SP SM SC	Arena bien graduada <sup>f</sup> Arena mal graduada <sup>f</sup> Arena limosa <sup>e,s,i</sup> Arena arcillosa <sup>e,s,i</sup>
<b>Suelos de grano fino</b> 50% o más pasa la malla núm. 200	Limos y arcillas Límite líquido menor que 50	ML	Limo de baja compresibilidad <sup>k,l,m</sup>
	Orgánicos	OL	Arcilla orgánica <sup>k,l,m,n</sup>
	Inorgánicos	CH	Limo orgánico <sup>k,l,m,o</sup>
	Orgánicos	MH	Arcilla de alta compresibilidad <sup>k,l,m,n</sup>
	Orgánicos	OH	Limo de alta compresibilidad <sup>k,l,m,n</sup>
	Principalmente materia orgánica, de color oscuro y olor orgánico	PT	Turba

<sup>a</sup>  $C_u = D_{60}/D_{10}$ ,  $C_c = \frac{(D_{30})^2}{D_{10} \times D_{60}}$   
<sup>b</sup> Si el suelo contiene  $\geq 15\%$  de arena, agregue "con arena" al nombre de grupo.  
<sup>c</sup> Si los finos se clasifican como CL-ML, utilice el símbolo doble GC-GM o SC-SM.  
<sup>d</sup> Si los finos son orgánicos, agregue "con finos orgánicos" al nombre de grupo.  
<sup>e</sup> Si el suelo contiene  $\geq 15\%$  de grava, agregue "con grava" al nombre de grupo.  
<sup>f</sup> Si los límites de Atterberg se encuentran en el área sombreada, el suelo es una arcilla limosa, CL-ML.

<sup>g</sup> Con base en el material que pasa la malla de 75 mm (3 in).  
<sup>h</sup> Si la muestra de campo contiene cantos rodados o piedra bola, o ambos, agregue "con cantos rodados o piedra bola, o ambos" al nombre de grupo.  
<sup>i</sup> Gravas con 5 a 12% de finos requieren símbolos dobles: grava bien graduada con limo, GW-GM; grava mal graduada con arcilla, GW-GC; grava mal graduada con limo, GP-GM; grava mal graduada con arcilla, GP-GC.  
<sup>j</sup> Arenas con 5 a 12% de finos requieren símbolos dobles: arena bien graduada con limo SW-SM; arena bien graduada con arcilla SW-SC; arena mal graduada con limo SP-SM; arena mal graduada con arcilla SP-SC.  
<sup>k</sup> Si el suelo contiene 15 a 29% más la malla núm. 200, agregue "con arena" o "con grava," lo que predominare.  
<sup>l</sup> Si el suelo contiene  $\geq 30\%$  más la malla núm. 200, predominantemente arena, agregue "arenoso" al nombre de grupo.  
<sup>m</sup> Si el suelo contiene  $\geq 30\%$  más la malla núm. 200, predominantemente grava, agregue "gravoso" al nombre de grupo.  
<sup>n</sup> Si IP  $\geq 4$  y se encuentra en o arriba de la línea "A."  
<sup>o</sup> Si IP  $< 4$  o se encuentra debajo de la línea "A."  
<sup>p</sup> Si IP se encuentra en o arriba de la línea "A."  
<sup>q</sup> Si IP se encuentra debajo de la línea "A."

(Fuente Braja Das, 2013)

### **Ensayo de densidad de campo**

La densidad es una medida del estado de empaquetamiento de las partículas del suelo y para esto la densidad seca es una de las medidas más apropiadas. La densidad de campo se realiza con el propósito de determinar las densidades húmeda y seca y, el contenido de humedad del suelo compactado, para luego ser comparado con densidad máxima del laboratorio con el propósito de determinar el grado de compactación. (Los resultados de los ensayos se pueden observar en el anexo 3 y 5)

### **Ensayo de penetración dinámica ligera (DPL)**

El DPL es un ensayo de campo se contabiliza el número de golpes para penetrar un tramo de varillaje a lo largo de todo el ensayo), permite estimar la resistencia del material (suelo) al hincado del cono dinámico. El procedimiento consiste en introducir al suelo una varilla de acero en la que se encuentra un cono metálico de penetración de 60° de punta, mediante la aplicación de golpes de un martillo de 10 kg, este se deja caer desde una altura de 50 cm. Como medida de la resistencia a la penetración se registra el número N° (número de golpes por cada 10 cm de penetración), ha sido correlacionado con algunas propiedades relativas al suelo, particularmente con sus parámetros de resistencia al corte, capacidad portante, densidad relativa, etc. A través de fórmulas empíricas donde se introduce el "N" y se obtiene el ángulo de fricción interna.

La ventaja del equipo es que es un equipo muy práctico y se puede transportar fácilmente. Se hace mención que, esta exploración solo es aplicable en terrenos arenosos, arcillosos y limos arenosos, presentando dificultades para ser aplicados en suelos tales como gravas, fragmentos gruesos, conglomerados o terrenos rocosos. (Los resultados de los ensayos se pueden observar en el anexo 3 y 5)

## **e. Factores Geodinámica Interna**

Esta se origina en el interior de la corteza terrestre manifestándose mediante los sismos que ocurren a diario y que son percibidos por los sismógrafos y por los seres vivos. Esta actividad provoca que los taludes se modifiquen lentamente y varíen su condición de estabilidad.

### **Sismicidad**

El Perú es una zona sísmica debido al choque de placas tectónicas del tipo concordante. Según el reporte de sismos del IGP del 2017 y 2018, no se generaron

sismos de importancia que generen deslizamientos que afecten los taludes. (Ver Anexo 7)

## f. Factores Geodinámica Externa

### Precipitaciones Pluviales

La cantidad y velocidad de infiltración de las precipitaciones, depende en gran medida de la pendiente del estrato, la cobertura vegetal, e incluso el mismo tipo de estrato. Por ejemplo, para taludes con mucha pendiente la infiltración del agua producto de las precipitaciones será menor.

Para la presente investigación se incluyen datos a la investigación de temperatura y precipitación pluvial, del control meteorológico del SENAMHI, el cual cuenta con una estación en la misma localidad de Canta cerca del Km 0+000 de la carretera Canta – Huayllay. De ésta se toman los datos de precipitaciones desde enero del 2017, hasta el 2018 (Ver Anexo 8).

Figura n.º 24. Punto de control meteorológico del SENAMHI



(Fuente SENAMHI)

El procedimiento para determinar la influencia de las precipitaciones pluviales es, a partir de los datos tomados del SENAMHI (Ver Anexo 8), graficar la precipitación pluvial promedio del registro de las 7am y 7pm (en mm) de diario, como se muestra en los gráficos siguientes (mes a mes desde enero de 2017 hasta el 2018), los resultados de esto se aprecian en el apartado de anexos (Ver Anexo 9).

## g. Factores Antrópicos

Los materiales expuestos en superficie están sometidos a procesos de meteorización y transporte continuo de sus partículas sobre las cuales actúa los rayos solares, las precipitaciones pluviales, el cambio de temperatura tanto en día como en la noche, el viento, la actividad orgánica de plantas y animales

### Excavaciones

Durante la ejecución de la excavación para explanaciones que se desarrolló, se observó que los materiales depositados no tenían adherencia entre sus partículas encontrándose en forma suelta, que al momento de realizar los trabajos de corte estas se deslizaban pendiente abajo.

Figura n.º 25. Deslizamiento de materiales mientras se ejecuta el corte del talud Km 1+650 – 1+720



(Fuente Propia)

### Sobrecargas

Por tratarse de una carretera, la única sobrecarga a considerar es la de los vehículos circulantes sobre la plataforma asfáltica, la cual se estima en 15 KN/m<sup>2</sup>. Este dato, servirá para nuestro análisis con el Software Slide 6.0

### 2.3.3. Procedimiento para el objetivo específico 3

Para evaluar la estabilidad de los taludes mediante el software SLIDE 6.0, se hace lo siguiente:

- a. Análisis de estabilidad de taludes: A partir de los datos obtenidos como la geología (estratigrafía), geometría (topografía del talud), propiedades físicas de los suelos a partir de los ensayos de laboratorio, reportes sísmicos, e hidrogeológicos, se ingresarán dichos datos o parámetros al ordenador para realizar una simulación de estabilidad de Taludes con el software SLIDE 6.0.

#### 2.3.3.1 Marco Teórico del objetivo específico 3

(Sanhueza Plaza & Rodríguez Cifuentes, 2013), en su artículo sobre análisis comparativo de métodos de cálculo de estabilidad, menciona que “los análisis de estabilidad en el caso de las laderas tienen por objetivo estimar su nivel de seguridad y, según el resultado obtenido, implementar medidas correctivas o de estabilización adecuadas para evitar nuevos deslizamientos de masa. Los métodos de análisis de estabilidad se basan en un planteamiento físico – matemático en el que intervienen las fuerzas estabilizadoras y desestabilizadoras, que actúan sobre el talud y que determinan su comportamiento y condiciones de estabilidad, dentro de estos métodos los más utilizados son los métodos de equilibrio límite, los cuales analizan el equilibrio de una masa potencialmente inestable.

#### SOFTWARE SLIDE 6.0

Slide 6.0 es un software de análisis de Estabilidad de Taludes en 2D que utiliza métodos de equilibrio límite para el cálculo de la estabilidad. Fue desarrollado por la empresa Rocscience, empresa puntera a nivel mundial en modelización geotécnica

Los parámetros del que se sirve este software son los factores influyentes, dentro de los que se encuentran los factores condicionantes y desencadenantes. Los factores condicionantes son los parámetros geológicos (litología), Parámetros geométricos (Topografía del talud), Parámetros hidrogeológicos (niveles freáticos), parámetros geotécnicos (Tipo de suelo, peso unitario, cohesión y ángulo de fricción del suelo). Y los factores desencadenantes que usa son los parámetros de geodinámica interna (Sismos), y parámetros antrópicos (Sobrecargas)

Este software permite la obtención de un factor de seguridad (FS).

### Factor de seguridad (FS)

El factor de seguridad es empleado para conocer cuál es el factor de amenaza para que el talud falle. El análisis parte de las fuerzas actuantes y de las fuerzas resistentes que se requieren para producir el equilibrio, una vez calculada la fuerza resistente, se compara con la del suelo y se obtiene el indicador del factor de seguridad (FS).

Aunque el SOFTWARE calcula internamente el FS, resulta necesario mencionar la forma de calcularla matemáticamente.

Ecuación n.º 3. Cálculo del factor de seguridad (FS)

$$FS = \frac{\sum \text{Momentos resistentes disponibles}}{\sum \text{Momentos actuantes}}$$

Si el factor de seguridad (FS), resulta un valor mayor o igual a 1, entonces se entiende que el talud es estable, caso contrario sería inestable.

### 2.3.3.2 Desarrollo del procedimiento para el objetivo específico 3

#### a. Análisis de estabilidad de taludes

Una vez se cuenten con los resultados de la investigación de los factores influyentes, tanto de los parámetros condicionantes como de los desencadenantes, se procede a ingresar los datos al SOFTWARE SLIDE 6.0. Partiendo de una sección transversal del plano de topografía en AutoCAD se ingresan la litología, niveles freáticos si es que los hubiesen, factores geotécnicos, un factor sísmico y sobrecargas, y sobre todo las propiedades físicas de los suelos, los cuales se obtienen del estudio de mecánica de suelos. Para este procedimiento se hace uso de los valores ángulo de fricción, cohesión y peso unitario. Con esto se obtiene el valor del factor de seguridad (FS), los pasos a detalles de la simulación se muestran a continuación

#### Sector 1: Km 0+800 – 0+865

Partimos de la topografía, plano de secciones transversales, (**Ver Anexo 4**), tomamos la progresiva 0+860 y la representamos en el AutoCAD para luego exportarla al SOFTWARE SLIDE 6.0.

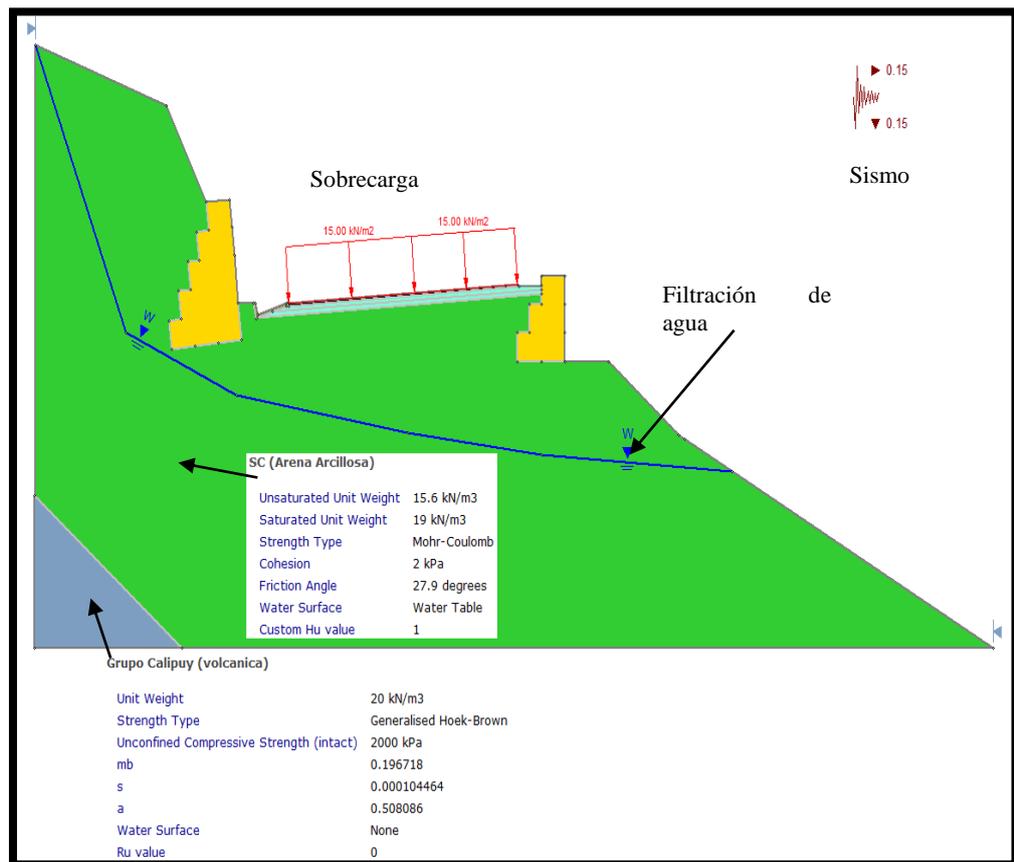
Figura n.º 26. Deslizamiento de materiales mientras se ejecuta el corte del talud Km  
1+650 – 1+720



(Fuente Propia)

Realizamos el modelamiento en el SOFTWARE SLIDE 6.0, teniendo en consideración todos los parámetros: Geológico (La vía se encuentra sobre roca volcánica del grupo Calipuy), Geométrico (la misma topografía del terreno), Hidrogeológico (con filtrado de agua bajando desde la parte superior a la inferior) Geotécnico (suelos SC), de acuerdo con los ensayos de densidad de campo y DPL tomamos un peso unitario de 15.6 KN/m<sup>3</sup>, cohesión muy baja de 2 KN/m<sup>2</sup> (debido a la filtración de aguas), y un ángulo de fricción entre 27.9°, Geodinámica Interna (Sismos leves) y finalmente como parámetro antrópico (Sobrecarga, estimada en 15KN/m<sup>2</sup>), los ensayos geotécnicos para este tramo están en el **Anexo 3**.

Figura n.º 27. Modelado de la progresiva Km 0+860, en el SOFTWARE SLIDE 6.0



(Fuente Propia)

### Sector 2: Km 1+900 – 2+300

Partimos de la topografía del tramo (Ver **Anexo 6**), tomamos la progresiva 1+950 – 2+375 y la representamos en el AutoCAD, para luego exportarla al SOFTWARE SLIDE 6.0.

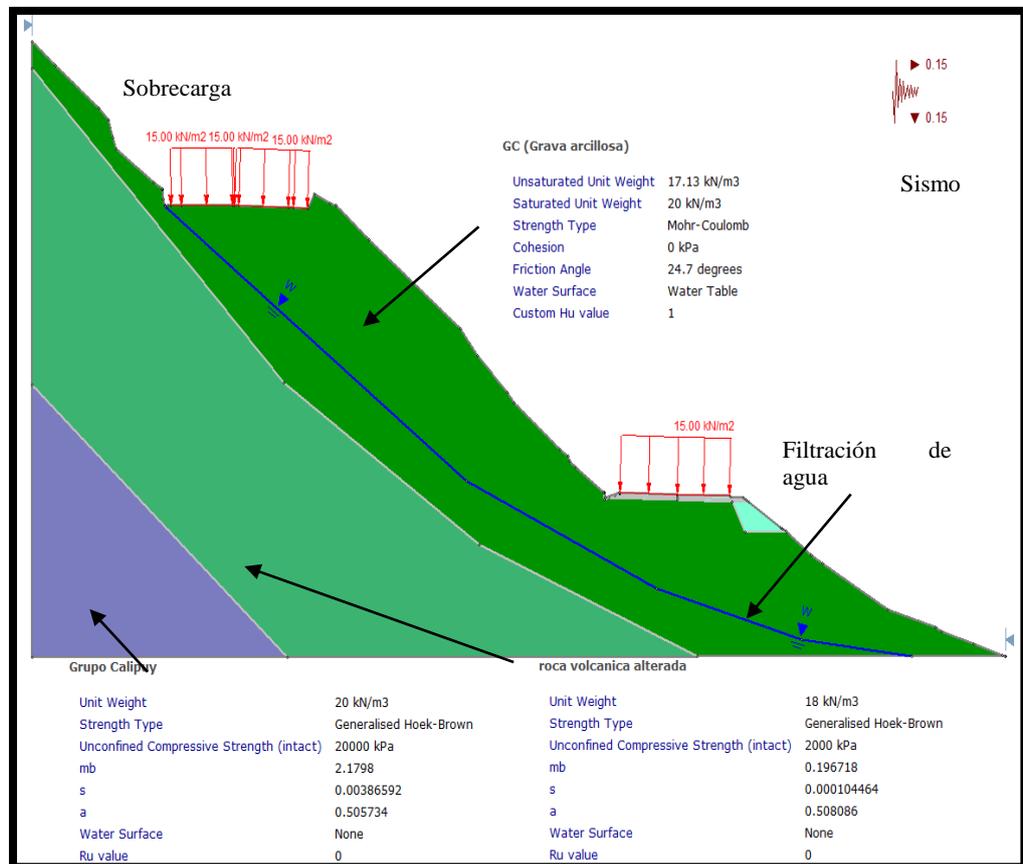
Figura n.º 28. Representación de la progresiva Km 1+950 y 2+375 en AutoCAD



(Fuente Propia)

Realizamos el modelamiento en el SOFTWARE SLIDE 6.0, teniendo en consideración todos los parámetros: Geológico (La vía se encuentra sobre roca volcánica del grupo Calipuy), Geométrico (la misma topografía del terreno), Hidrogeológico (estimación posible de filtrado de agua bajando desde la progresiva superior a la inferior), Geotécnico (suelos GC), de acuerdo con los ensayos de densidad de campo y DPL tomamos un peso unitario de 17.1 kN/m<sup>3</sup>, cohesión nula (por ser gravas) y un ángulo de fricción de 24.7°, Geodinámica Interna (Sismos leves) y finalmente como parámetro antrópico (Sobrecarga, estimada en 15kN/m<sup>2</sup>), los ensayos geotécnicos para este tramo están en el **Anexo 5**

Figura n.º 29. Modelado de la progresiva Km 1+950 y Km 2+375, en el SOFTWARE SLIDE 6.0



(Fuente Propia)

## CAPÍTULO III. RESULTADOS

### 3.1. Resultados del objetivo específico 1

Los resultados del diagnóstico del estado de los deslizamientos del tramo de estudio, Km 0+000 – 2+700, del que se identificaron deslizamientos, derrumbes, flujos de lodos, estructuras colapsadas, derrumbes se muestran a continuación:

Tabla n.º 6. Resumen de deslizamientos en taludes

Nº	Ini (Km)	Fin (Km)	Long. (m)	Lado	Observación	ESTADO
1	0+840	0+860	20	L/D L/I	Desplazamientos del suelo	Crítico
2	1+400	1+445	45	L/I	Deslizamiento de materiales	Moderado
3	1+680	1+710	30	L/I	Deslizamientos del suelo, Fisuras en el pavimento	Moderado
4	1+900	2+300	400	P/C	Deslizamiento de suelo	Crítico
5	1+155	1+235	80	L/I	Derrumbe de suelos gravosos	Moderado
6	1+720	1+785	65	L/I	Derrumbe Suelos gravosos	Moderado
7	1+960	2+260	300	P/C	Flujos	Crítico

(Fuente Propia)

De acuerdo con la tabla se determina que los sectores críticos a investigar en profundidad son: Km 0+800 – 0+865 y Km 1+900 – 2+300

Figura n.º 30. Taludes críticos Km 0+800 – 865 y Km 1+900 – 2+300



(Fuente Propia)

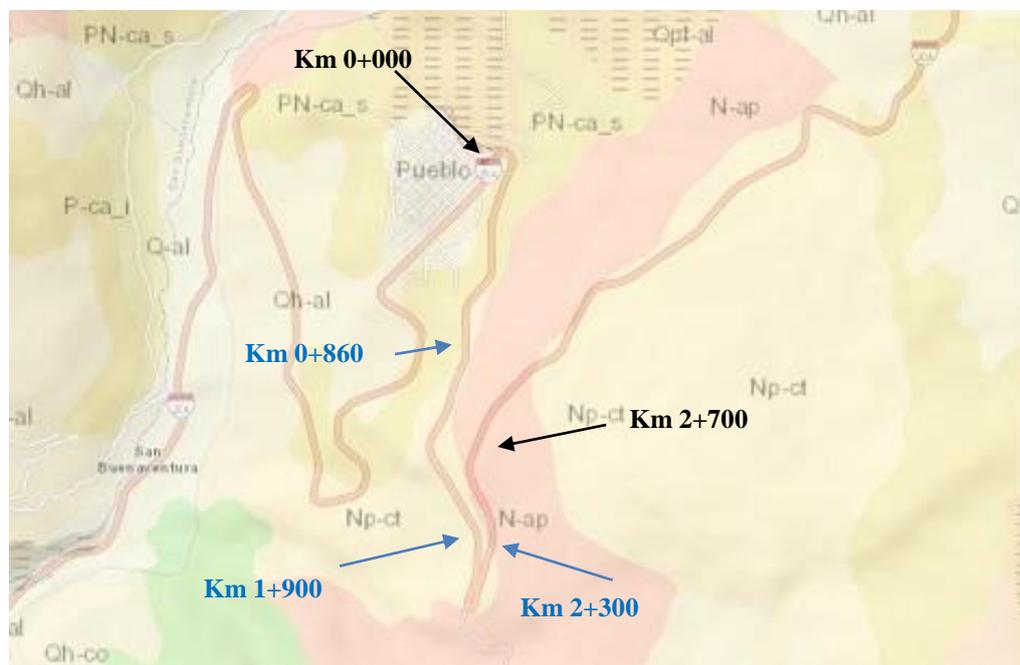
### 3.2. Resultados del objetivo específico 2

A continuación, se presenta el resultado de la investigación de cada uno de los factores influyentes:

#### Resultados Geológicos

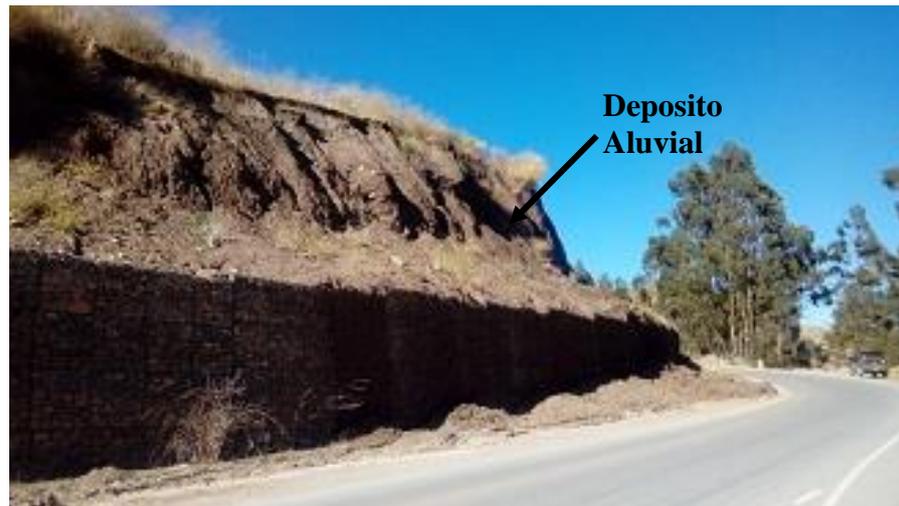
El resultado indica que el tramo se encuentra sobre Rocas Volcánicas (Grupo Calipuy, PN – CA\_s). El tramo 0+800 – 0+865 es un depósito Aluvial (Aluvial Qh –al y Np – ct), en cambio el 1+900 – 2+300 un depósito Coluvial (Qh –co, N - ap). (Ver Figura n.º 32 y Figura n.º 33)

Figura n.º 31. Litología de la carretera Canta – Huayllay, Km 0+000 – 2+700



(Fuente INGEMMET)

Figura n.º 32. Talud con material Aluvial, Km 0+860



(Fuente Propia)

Figura n.º 33. Talud con material de depósito Coluvial, Km 1+650



(Fuente Propia)

### Resultados Geométricos

Básicamente la inclinación de los taludes es un tanto superior a 45°, inclinación 1:2, con un rumbo hacia las montañas y un buzamiento en dirección hacia la localidad de Canta. La topografía de los tramos se observa en el Anexo 4 y Anexo 6.

Figura n.º 34. Inclinación de los taludes Km 1+500 – Km 2+350

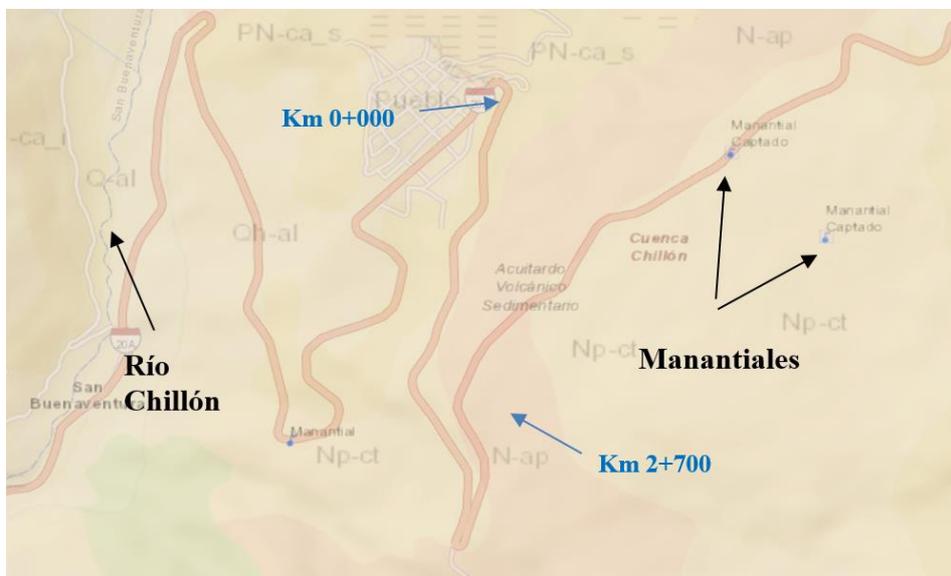


(Fuente Propia)

### Resultados Hidrogeológicos

La hidrología de la zona como la vertiente (río chillón) o captaciones de agua (manantiales), no perjudican directamente al tramo en estudio, sin embargo, las chacras al ser zonas de regadío podrían influenciar de alguna manera en los deslizamientos de la carretera Canta – Huayllay, Km 0+000 – 2+700.

Figura n.º 35. Reporte Hidrológico del tramo en estudio



(Fuente INGEMMET)

Figura n.º 36. Observación de zonas de regadío (Chacras) cercanas al tramo



(Fuente Google Earth)

### Resultados Geotécnicos

Los resultados geotécnicos, a partir de los ensayos de mecánica de suelos (EMS) para los tramos designados en el estudio, Km 0+800 – 0+865 y Km 1+900 – 2+300, se pueden en anexos (Ver **Anexo 3** y **Anexo 5**) respectivamente. El resultado del análisis granulométrico, límites de Atterberg (Límite líquido y límite plástico), Humedad Natural, Materia orgánica, peso unitario, cohesión y ángulo de fricción, según normativa y procedimiento, se resume en la siguiente tabla:

Tabla n.º 7. Resumen Geotécnico – Clasificación SUCS

TRAMO Km.	Análisis Granulométrico - % que Pasa Tamiz									Limite Liquido L.L.	Limite Plástico L.P.	Índice Plástico I.P.	Clasificación SUCS	Humedad Natural	Materia orgánica
	4"	3"	2"	1"	3/8"	Nº 4	Nº 10	Nº 40	Nº 200						
<b>0+800 - 0+865</b>	100.0	100.0	100.0	97.4	77.8	67.2	58.1	44.5	33.3	43	25	18	<b>SC</b>	<b>15.0</b>	<b>9.3</b>
<b>1+900 - 2+300</b>	100.0	89.8	82.8	64.7	41.5	33.8	25.8	17.8	13.4	26	16	10	<b>GC</b>	<b>2.2</b>	<b>5.4</b>

(Fuente Propia)

Tabla n.º 8. Resumen Geotécnico (Densidad de campo y DPL)

TRAMO	Peso Unitario	Cohesión [C]	Ángulo de fricción
	( $\gamma$ ) (kN/m <sup>3</sup> )	(kPa)	( $\varphi$ ) (°)
0+800 – 0+865	15.6	2	27.9
1+900 – 2+300	17.1	0	24.7

(Fuente Propia)

### Resultados de los factores de geodinámica

Los resultados indican que los sismos están apartados del tramo en investigación y al ser de magnitudes pequeñas, no generan deslizamientos (*Ver Anexo 7*). A diferencia de éste factor, los que sí desencadenan deslizamientos son los factores de geodinámica externa. Los gráficos de precipitaciones pluviales tomados del SENAMHI mes a mes, pueden verse en el **Anexo 9**, resumiéndose en siguiente tabla.

Tabla n.º 9. Resumen Meteorológico (Precipitaciones Pluviales)

Día/mes/año	Temperatura	Temperatura	Precipitación acumulada en el mes (mm)		Precipitación promedio (mm)
	Max (°C)	Min (°C)	7:00 a. m.	7:00 p. m.	
Ene-17	16.3	7.5	31.3	114.8	<b>73.1</b>
Feb-17	15.5	6.8	33.5	118.3	<b>75.9</b>
Mar-17	15.9	7.4	93.1	124.7	<b>108.9</b>
Abr-17	18.4	7.8	3.3	27.0	<b>15.2</b>
May-17	18.7	7.4	0.0	2.9	<b>1.5</b>
Jun-17	19.0	6.3	0.0	0.0	<b>0.0</b>
Jul-17	19.9	6.6	0.0	0.0	<b>0.0</b>
Ago-17	20.3	6.7	0.0	0.0	<b>0.0</b>
Set-17	19.5	7.6	0.0	0.8	<b>0.4</b>
Oct-17	18.9	7.5	5.5	22.5	<b>14.0</b>
Nov-17	19.0	7.5	1.3	4.2	<b>2.8</b>
Dic-17	18.6	7.9	7.0	11.8	<b>9.4</b>
Ene-18	18.4	7.5	23.5	94.3	<b>58.9</b>
Feb-18	17.3	7.4	29.0	77.3	<b>53.2</b>
Mar-18	17.9	8.0	29.0	85.9	<b>57.5</b>
Abr-18	18.3	7.6	19.7	70.1	<b>44.9</b>
May-18	19.5	7.1	0.0	1.3	<b>0.7</b>

(Fuente SENAMHI)

### 3.3. Resultados del objetivo específico 3

Se ingresa en el Software Slide 6.0 todos los parámetros necesarios para evaluar la estabilidad de los taludes, estos se resumen en la siguiente tabla

Tabla n.º 10. Resumen de parámetros de entrada para el software Slide 6.0

ITEM	FACTOR INFLUYENTE	1º Km 0+800 - 0+865	2º Km 1+900 - 2+300
01	Geológico	PN – Ca_s: Grupo Calipuy Q-al: Material Aluvial	PN – Ca_s: Grupo Calipuy N - ap: Roca Subvolcánica Q-co: Material Coluvial
02	Geométrico	Plano topográfico (CAD)	Plano topográfico (CAD)
03	Hidrológico / Precipitación pluvial	Filtración de agua: SI	Filtración de agua: SI
04	Geotécnicos	SC PU: 15.6 KN/m3 C: 2 KN/m2 $\Phi=27.9^\circ$	GC PU: 17.1 KN/m3 C: 0 KN/m2 $\Phi=24.7^\circ$
05	Sismos	Leve	Leve
06	Sobrecarga pavimento	15 KN/m2	15 KN/m2

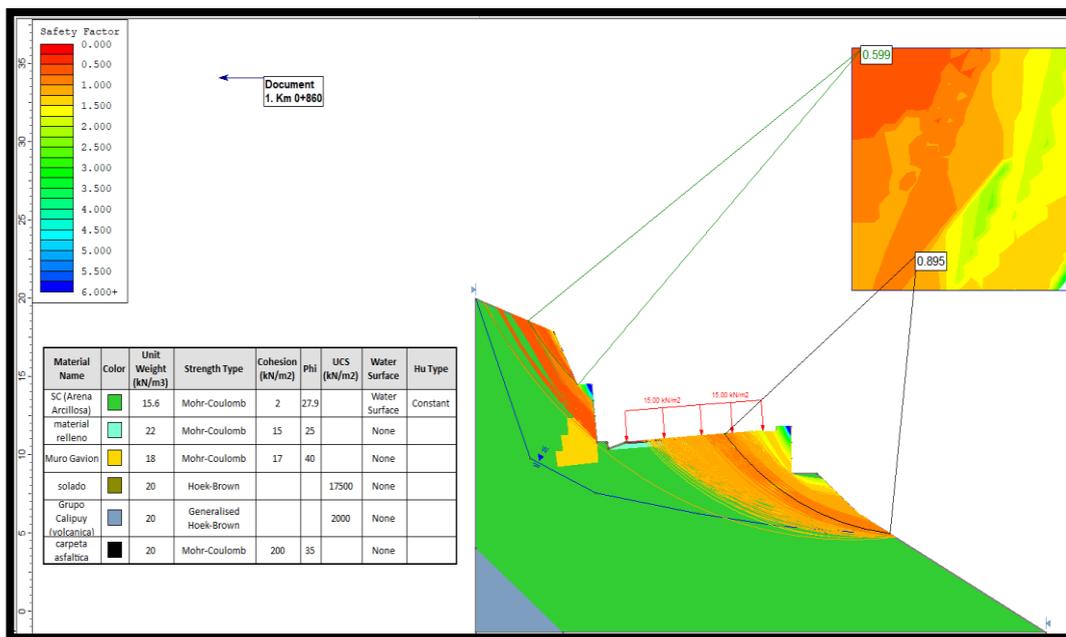
(Fuente Propia)

Los resultados del análisis de estabilidad de los taludes utilizando el software Slide 6.0, indican un nivel de seguridad inestable en los taludes, es decir un factor de seguridad menor a 1 ( $FS < 1$ ). Se muestran los resultados para los 2 sectores críticos (Km 0+800 – 0+865 y Km 1+900 – 2+300)

#### Sector 1: Km 0+800 – 0+865

Se obtuvo el factor de seguridad (FS), cuyo valor es 0.599 para el talud superior y 0.895 para el talud inferior, un valor menor a 1.0, esto nos indica la inestabilidad del talud y posible deslizamiento, además nos muestra también la posible forma como se produce la falla, en este caso del tipo rotacional.

Figura n.º 37. Resultados del factor de seguridad (FS) de la progresiva Km 0+860, en el SOFTWARE SLIDE 6.0

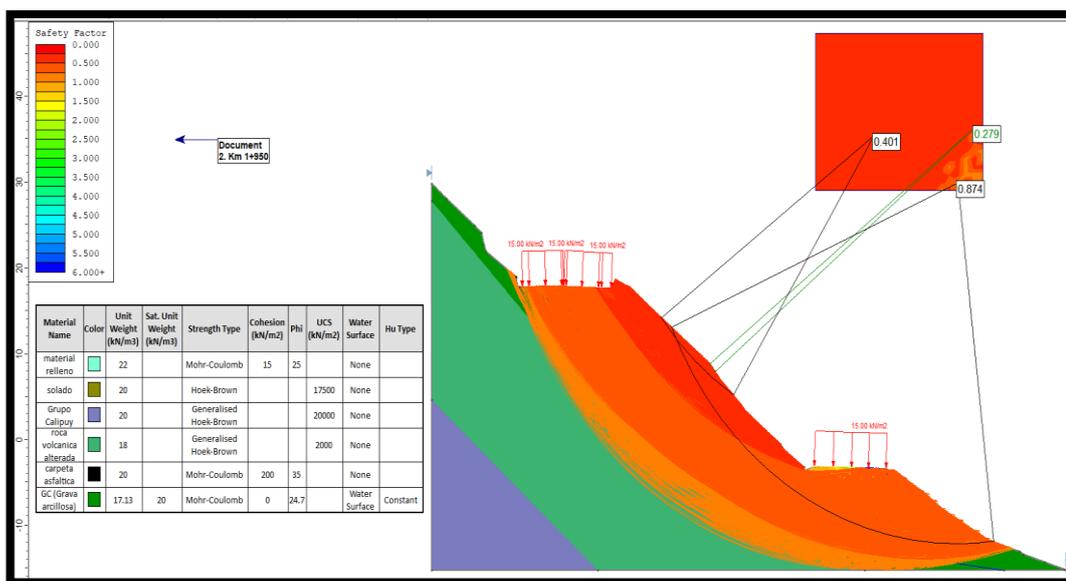


(Fuente Propia)

### Sector 2: Km 1+900 – 2+300

Obteniéndose finalmente el factor de seguridad (FS), cuyo valor es 0.401 para el talud superior y 0.874 para el talud inferior, un valor menor a 1.0, esto nos indica realmente es una zona muy crítica en la que se genera deslizamientos, además nos muestra también la posible forma como se produce la falla, en este caso del tipo rotacional.

Figura n.º 38. Resultados del factor de seguridad (FS) de la progresiva Km 1+950 y Km 2+375 en el SOFTWARE SLIDE 6.0



(Fuente Propia)

## CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

### 4.1. Discusión del objetivo específico 1

El diagnóstico de la situación de los deslizamientos en los taludes de la carretera Canta Huayllay determinó que los taludes con deslizamientos más críticos son: el tramo 0+800 – 0+865 que tiene un deslizamiento de tipo rotacional, y el tramo 1+900 – 2+300 también con un deslizamiento rotacional. En el caso del tramo 0+800 – 0+865 colapsó el gavión en el talud inferior y parte de la vía, y para el tramo 1+900 – 2+700 un deslizamiento desde la parte superior del talud hasta el interior de la misma carretera.

Figura n.º 39. Tramo 0+800 – 0+865, gavión colapsado



(Fuente Propia)

Figura n.º 40. Tramo 1+900 – 2+300, vía colapsada



(Fuente Propia)

## 4.2. Discusión del objetivo específico 2

Respecto a la Geología, muy aparte de la litología de la zona, se encontró que el deslizamiento también es producido debido a la interacción roca suelo, ya que el suelo no tiene una adherencia a la roca, esto se debe que las rocas volcánicas sobre las cuales están depositados estos materiales son lisos.

Figura n.º 41. Interacción Roca Suelo Km 1+900 – 2+300



(Fuente Propia)

Sobre el factor geométrico, la misma topografía del terreno facilita la infiltración de agua y por tanto se generen deslizamientos en los taludes.

Figura n.º 42. Evidencia de filtraciones de agua Km 1+800 – 2+400



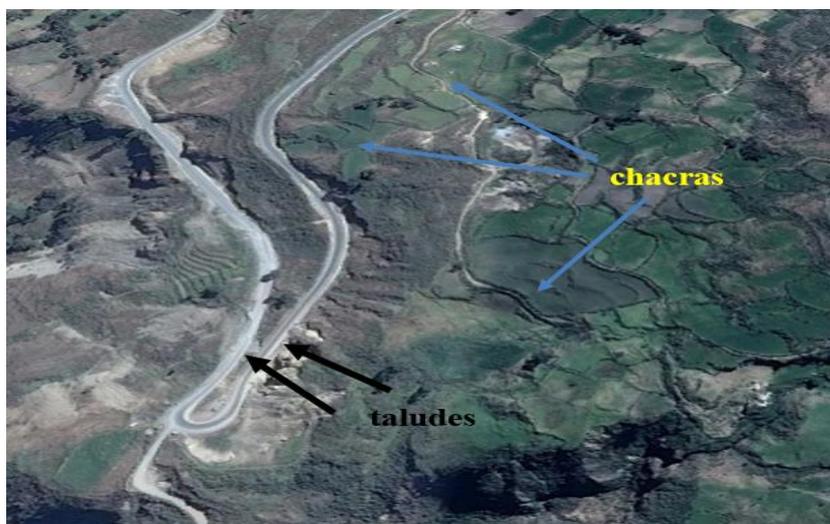
(Fuente Propia)

Sobre el factor geotécnico, los resultados indicaron lo siguiente: son una arena arcillosa (SC) para el tramo Km 0+800 – 0+865, y Grava Arcillosa (GC) para el tramo Km 1+900 – 2+300,

en este tipo de suelos las aguas se filtran rápidamente, dejando espacios vacíos y por ende una erosión de sus partículas, esto finalmente se desencadena en deslizamientos.

Sobre el factor hidrogeológico, las zonas de regadío (chacras) al no tener un canal que desvíe el agua, generan que se sobresaturen los suelos y desencadenen en deslizamientos. Otro de los principales factores son las precipitaciones pluviales, del reporte de SENAMHI, se observó que los meses con mayor lluvia son enero, febrero marzo, en esta temporada se genera una sobrecarga que finalmente se desencadena en deslizamientos

Figura n.º 43. Zonas de regadío



(Fuente Google Earth)

### 4.3. Discusión del objetivo específico 3

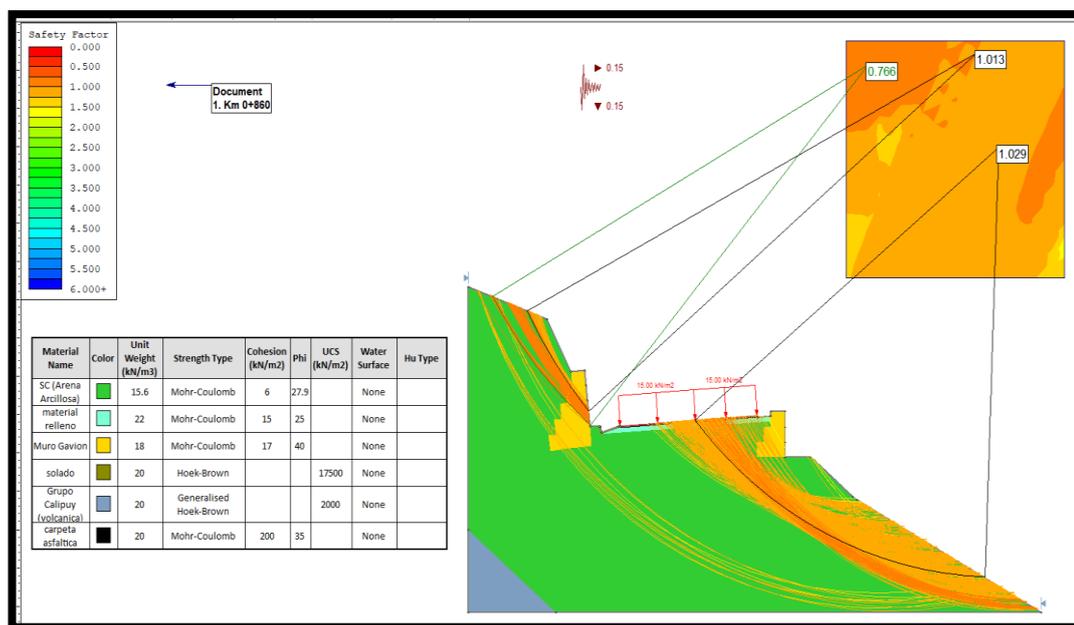
Finalmente, en nuestros resultados de estabilidad de taludes, el SOFTWARE SLIDE 6.0 determina que los taludes no alcanzan un nivel de seguridad adecuado, es decir que el factor de seguridad es menor a 1. Se obtuvo para el tramo 0+800 – 0+865 un factor de seguridad (FS = 0.895) y para el tramo 1+900 – 2+300 un factor de seguridad (FS=0.874), Estos resultados concluyen el motivo por el cual los taludes se deslizan, y es debido a la sobresaturación de los suelos y a la disminución de la cohesividad de los mismos. Por lo tanto para minimizar los deslizamientos es preciso dar una solución a la filtración de agua.

Evaluamos nuevamente la estabilidad de los taludes mediante el software Slide 6.0 sin la afección del agua.

#### Sector 1: Km 0+800 – 0+865

Disminuyendo el efecto del agua sobre este suelo se obtiene factores de seguridad  $FS > 1$ , esto indica que el talud es estable.

Figura n.º 44. Resultados favorables progresiva Km 0+860 (FS>1)



(Fuente Propia)

Para minimizar los deslizamientos en este primer tramo 0+800 – 0+865 debe permitirse el florecimiento de la vegetación, pues este suelo al tener gran cantidad de materia orgánica reduce en gran medida el deslizamiento a diferencia de suelos gravosos. La propia vegetación hace que el talud entre nuevamente en un estado de equilibrio natural. Y para aumentar la estabilidad del talud superior se perfila con una inclinación mayor a la que tiene.

Figura n.º 45. Tratamiento del talud 0+800 – 0+865

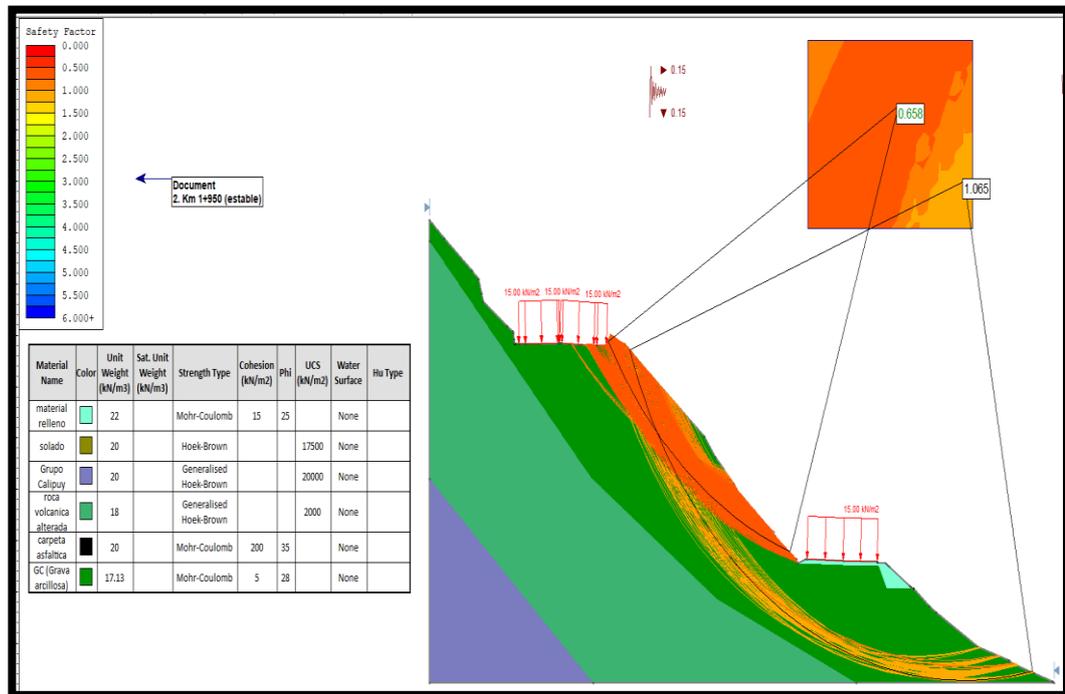


(Fuente Propia)

**Sector 2: Km 1+900 – 2+300**

Disminuyendo el efecto del agua sobre este suelo se obtiene factores de seguridad  $FS > 1$ , esto indica que el talud es estable.

Figura n.º 46. Resultados favorables progresiva Km 1+960 ( $FS > 1$ )



(Fuente Propia)

Para minimizar los deslizamientos en el segundo tramo 1+900 – 2+300 debe crearse un canal con la finalidad de encauzar el agua tanto de los regadíos como de las lluvias depositándolas finalmente en una quebrada que no afecte los taludes de la carretera.

Figura n.º 47. Encauce de aguas para protección de taludes Km 1+900 – 2+300



(Fuente Propia)

## CONCLUSIONES

### Conclusión Del objetivo Especifico 1

De la investigación se identificó que las progresivas 0+800 – 0+865, y 1+900 – 2+300 representan los tramos más críticos, en estos se produjeron deslizamientos que perjudicaron estructuras como muros gaviones y destrozos en la misma plataforma de la carretera.

### Conclusión Del objetivo Especifico 2

De los factores influyentes concluimos que la geología de la zona favorece los deslizamientos, pues los suelos se encuentran sobre rocas lisas y tienen poca adherencia a la roca. De la geometría de los taludes, tienen una altura e inclinación que contribuye a los deslizamientos, la hidrogeología en la que las zonas de regadío ubicadas en la parte alta del tramo 1+900 – 2+300 contribuyen con la saturación del terreno, la geotecnia también es desfavorable pues al ser suelo Arenas arcillosas (SC) y Gravas Arcillosas (GC), al contacto con el agua pierden cohesión y se vuelven fácilmente erosionables. Los factores de geodinámica (precipitaciones pluviales) alcanzan registros de 108.9mm en los meses de enero a marzo en definitiva sí son factores capaces de desencadenar los deslizamientos, pues reducen la cohesividad de estos suelos.

### Conclusión Del objetivo Especifico 3

La evaluación de estabilidad mediante el Software Slide 6.0 determinó que los taludes son inestables ( $FS < 1$ ), obteniéndose un  $FS= 0.896$  para el tramo 0+800 – 0+865, y un  $FS=0.874$  para el tramo 1+900 – 2+300. Sin embargo, al disminuir el efecto del agua y evaluar nuevamente la estabilidad mediante software, se obtuvieron factores de seguridad estables,  $FS=1.029$  para el tramo 0+800 – 0+865, y un  $FS=1.065$  para el tramo 1+900 – 2+300.

### Conclusión General

Se concluye entonces que las causas de los deslizamientos en los taludes de la carretera canta Huayllay se deben a la propia geología del terreno, la geometría y a las precipitaciones pluviales que afectan drásticamente la estabilidad de los taludes, los suelos de los taludes, al saturarse, pierden mucha cohesión, y se producen deslizamientos.

## RECOMENDACIONES

En el expediente técnico no existe estudios pertinentes en los tramos afectados, ni sobre el control del agua, ni tampoco para minimizar los deslizamientos, por lo tanto, se recomienda un trabajo minucioso, en el que los especialistas trabajen en equipo en la elaboración del estudio de suelos.

Se recomienda invertir mayor presupuesto en los estudios técnicos a fin de evitar sobrecostos post construcción por temas de reparación. De lo visto en la investigación, reparar los tramos afectados representa un gasto mayor, ya que hay que mover material, volver a conformar las capas, y pavimentar nuevamente.

Para minimizar los deslizamientos en ambos tramos críticos Km 0+800 – 0+865, Km 1+900 – 2+300, se debe realizar un control del agua, canalizando las aguas con zanjas de coronación.

En la actualidad, mediante el uso de softwares de análisis de estabilidad de taludes se pueden obtener resultados muy próximos a la realidad. Esto no da una idea del comportamiento de los taludes frente a los factores influyentes como el tipo de suelo, la topografía, los factores hidrológicos, etc. De esta manera sabremos cómo actuar en caso de posibles deslizamientos.

## REFERENCIAS

- Arone Padilla, R. J. (2017). *Análisis de estabilidad de los deslizamientos de tierras con substratos pizarrosos, Caso localidad de Kelcaybamba - Ocobamba, Provincia de la Convención, Región Cusco*. Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima.
- Braja Das, M. (2013). *Fundamentos de Ingeniería Geotécnica*. Cengage Learning.
- De la Cruz B., N. (2003). *Memoria descriptiva de la revisión y actualización del cuadrángulo de Canta (23-j), cuadrante II*. (Artículo), Lima, Perú.
- De la Cruz Inga, P. L., & Orosco Torres, J. (2013). *Sistemas de Estabilización al deslizamiento de taludes en la carretera Cochas-San Agustín de Cajas Ingenio Tramo Km 19+610 - Km 20+424, Huancayo*. (Tesis de Grado), Universidad Nacional del Centro del Perú, Huancayo.
- De Matteis, Á. F. (2003). *Geología y Geotecnia - Estabilidad de Taludes*.
- González de Vallejo, L. I. (2002). *Ingeniería Geológica*. Madrid: Pearson.
- Iberico Rodríguez, R. R. (2015). *Estabilización y Recuperación de taludes en carreteras, Caso IIRSA Norte tramo N°1 Km 45+690 - Km 45+830*. (Tesis de Grado). Universidad Ricardo Palma, Lima, Perú.
- Mcgregor, G. &. (2013). *Investigación geotécnica para la estabilización de las laderas del Barrio San Fermín, municipio de Ocaña*. Ocaña, Colombia: INGE CUC.
- Mendoza Loayza, J. A. (2016). *Análisis de estabilidad de taludes de suelos de gran altura en la mina Antapaccay*. (Tesis de Grado). Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima.
- Morales Salas & Valiente Olivo, H. &. (2017). *Evaluación Geotécnica de inestabilidad de taludes caso de estudio: Institución Social Jardín Infantil Lipaya Casco Urbano Barranquilla*. (Tesis de Grado). Universidad de Cartagena, Cartagena, Colombia.
- MTC - Manual de Ensayos de Materiales. (2016). *Manual de Ensayos de Materiales*. (Manual de construcción), Lima.
- Navarro, S. J. (2008). *Tabla de referencia de de suelos*. (S. Navarro, Ed.) Obtenido de wordpress.com: <https://sjnavarro.files.wordpress.com/2008/08/tablas-de-referencia.pdf>
- Norma CE.020. (2006). *Norma CE.020 - Suelos y Taludes*. Lima: El Peruano.
- Norma E.050. (2006). *Norma E.050 - Suelos y Cimentaciones*. Lima: El Peruano.
- Parra Pérez & Melo Calderón, T. y. (2015). *Estabilización de taludes de la vía de red terciaria de la vereda la Unión, Localidad de USME - Bogotá DC*. (Tesis de Grado). Universidad Católica de Colombia, Bogotá, Colombia.
- Reyes Parra, A. (2015). *Análisis Tridimensional de Estabilidad de taludes por el método de equilibrio límite de depósitos de desmonte de Mina*. (Tesis de Grado), Universidad Nacional de Ingeniería, Lima.

Sanhueza Plaza, C., & Rodríguez Cifuentes, L. (2013). Análisis comparativo de métodos de cálculo de estabilidad de taludes finitos aplicados a laderas naturales. Obtenido de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=127628890003>

Suarez, J. (2009). *Deslizamientos. Tomo I: Analisis Geotécnico*. Bucaramanga, Colombia, Colombia.

Suarez, J. (2011). *Deslizamientos Tomo II. Técnicas de remediación*. Colombia: [www.erosion.com.co](http://www.erosion.com.co).

Winrod Contratistas, S. (2011). *Estudio definitivo para la Rehabilitación y Mejoramiento de la Carretera Lima - Canta - La Viuda - Unish, Tramo Canta - Huayllay. Vol 1, Tomo 3*. Estudio Geológico Geotécnico.

## ANEXOS

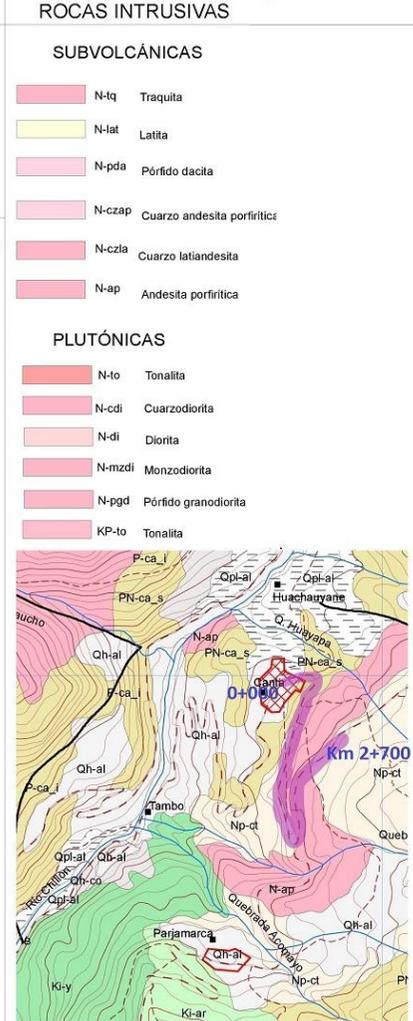
## Anexo 1. Matriz de consistencia

Título: Investigación para determinar las causas de los deslizamientos en los Taludes en la Carretera Canta – Huayllay, Km 0+000 – 2+700.					
PROBLEMA	OBJETIVO	HIPÓTESIS	VARIABLES	DIMENSION	INDICADOR
<p><b>GENERAL</b></p> <p>¿Cuáles son las causas de los deslizamientos en los taludes en la Carretera Canta – Huayllay, Km 0+000 – 2+700?</p>	<p><b>GENERAL</b></p> <p>Determinar las causas de los deslizamientos en los taludes en la carretera Canta – Huayllay, Km 0+000 – 2+700.</p>	<p><b>GENERAL</b></p> <p>La investigación determina las causas de los deslizamientos en los taludes en la Carretera Canta – Huayllay, Km 0+000 – 2+700</p>	<p><b>Variable Independiente</b></p> <p><b>Factores influyentes (causa)</b></p>	<p><b>Parámetros Condicionantes:</b></p> <p>F. Geológicos F. Geométricos F. Hidrogeológicos F. Geotécnicos</p> <p><b>Parámetros Desencadenantes:</b></p> <p>Cargas dinámicas Factores Climáticos</p>	<p>Tipo de material Altura, Inclinación Filtración de agua Resistencia, Deformabilidad</p> <p>Mov. Sísmicos. Lluvias, heladas, Altas temperaturas.</p>
<p><b>ESPECÍFICOS</b></p> <p>1. ¿Cuáles es el estado de los deslizamientos en los taludes de la carretera Canta Huayllay Km 0+000 – 2+700</p> <p>2. ¿Qué factores influyen en los deslizamientos en los taludes?</p> <p>3. ¿De qué manera se evalúa la estabilidad de los taludes?</p>	<p><b>ESPECÍFICOS</b></p> <p>1. Diagnosticar el estado de los deslizamientos en los taludes de la carretera Canta Huayllay, Km 0+000 – 2+700</p> <p>2. Identificar los factores influyentes en los deslizamientos en los taludes</p> <p>3. Evaluar la estabilidad de los taludes mediante el software SLIDE 6.0</p>	<p><b>ESPECIFICAS</b></p> <p>1. El diagnostico determina el estado de los deslizamientos en los taludes de la carretera Canta – Huayllay, Km 0+000 – 2+700</p> <p>2. La identificación de los factores influyentes determina las causas de los deslizamientos en los taludes.</p> <p>3. La evaluación de estabilidad de los taludes mediante el software Slide 6.0 concluye con las causas de los deslizamientos en los taludes</p> <p><i><b>NULA:</b> No existen factores influyentes en los deslizamientos en los taludes en la Carretera Canta – Huayllay, Km 0+000 – 2+700.</i></p>	<p><b>Variable Dependiente</b></p> <p><b>Deslizamientos (consecuencia)</b></p>	<p>Plano de Ruptura o falla</p> <p><i>Tipo de investigación: Investigación aplicada</i></p>	<p>Tipos de deslizamiento (Plano, cuña, circular, etc)</p>

## Anexo 2. Litología de la zona de Canta

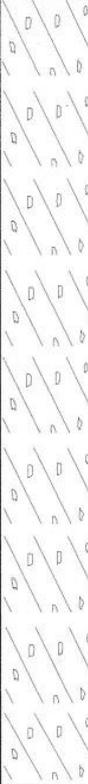
### LEYENDA

Eratema	EDAD		UNIDADES ESTRATIGRÁFICAS	DESCRIPCIÓN	ROCAS INTRUSIVAS
	Sistema	Serie			
CENOZOICA	CUTERNARIO	HOLOCENA	Depósito coluvial	Qh-co	Gravas y bloques angulosos a subangulosos en matriz limoarenosa, se encuentra conformando material de escombros en laderas
			Depósito aluvial	Qh-al	Conglomerado polimítico con clastos redondeados bien clasificados en matriz de arena gruesa, se encuentran en los cauces de los ríos
			Depósito de bofedal	Qh-bo	Suelos saturados de agua con abundante vegetación
		PLEISTOCENA	Depósito morrénico	Qpl-mo	Bloques grandes > 2 m. de diámetro sub-redondeados en matriz de flujos de lodo y arenas lenticulares de grano grueso
			Depósito aluvial	Qpl-al	Aglomerados con clastos angulosos a subangulosos formando terrazas antiguas en las márgenes de los ríos que sirven de tierra de cultivo
	PLIOCENA	Fm. Canta	Np-ct	Tobas retrabajadas color pardo rojizo emplazado caóticamente, intercalado con niveles delgados de tobas de ceniza color blanquesino y niveles de yeso lenticular	
	NEÓGENO	MIOCENA	Fm. Millotingo	Nm-mi	<b>CENTRO VOLCÁNICO PISTAMACHAY</b> Nm-mi-pi/bic13 Bloques y clastos volcánicos subangulosos con matriz de arena y escasa ceniza, lavas en estratos delgados lenticulares mayormente con fuerte meteorización, presencia de pigmentaciones amarillentas. Nm-mi-pi/bic12 Bloques y clastos subangulosos inferior a 40cm, ocasionalmente mayores a este, bancos o flujos masivos. Nm-mi-pi/bic11 Bloques y clastos volcánicos de dominio clástico en matriz de arena gruesa y ceniza, aproximadamente 5% se presentan en bancos gruesos y macizos Nm-mi-pi/tbitar Flujo de bloques y clastos, tobas de arena lítica (lajas) en estratos delgados entre 10 y 50 cm. de color verde grisáceo semisolidado Nm-mi-pi/aptblt Lava de andesita porfírica y tobas líticas Nm-mi-pi/apdf Lava de andesita porfírica, debris flow lenticular de bloques y clastos Nm-mi-pi/tbit Toba de líticos y andesita porfírica. Nm-mi-pi/tbit,ap Tobas líticas con fragmentos de andesita, dacita y lavas lenticulares
			Fm. Colqui	N-col	Tobas piroclásticas de composición dacítica, interestratificado con brechas volcánicas color verdoso, calizas laminares color negro con olor fétido.
			Mbro. Superior	PN-ca_s	Estratos de tobas líticas constituidos de traquiandesita color pardo, andesitas afaníticas, dacitas, tobas líticas, tobas retrabajadas, presentan alteración clorítica
			Mbro. Inferior	P-ca_i	Toba de cristales, matriz de cuarzo feldespató, cristales de cuarzo corroido, plagioclasa alterándose a sericita, biotita secundaria
Fm. Jumasha			Ks-ju	Calizas gris azulina en estratos gruesos masivos con chert.	
MESOZOICA	PALÓGENO	OLIGOCENA	Fm. Arahua	Ki-ar	Calizas gris marrón con niveles de chert laminados, intercala con volcánicos retrabajados.
			Fm. Yangas	Ki-y	Brechas y tobas volcánicas.
		EOCENA	Fm. Pariatambo	Ki-pt	Calizas negras estratificado con niveles delgados, presentan un olor fétido, interestratificado con calizas nodulosas
			Fm. Chulec	Ki-chu	Margas gris oscuras calcáreas fosilíferas, interestratificadas con calizas en estratos de 10 a 30 cm. calizas gris blanquesina en estratos inferior a 2 m.
			Fm. Pariahuanca	Ki-ph	Calizas grises masivas interestratificado en niveles delgados, en superficie coloración amarillenta por meteorización ferruginosa
	CRETACEO	SUPERIOR	Fm. Farrat	Ki-fa	Areniscas cuarzosas con megaestructura de laminaciones oblicuas
			Fm. Carhuaz	Ki-ca	Lutitas grises, marrones y rojizas, areniscas muy finas con estructuras Ripple Marks, cuarcarenitas gris blanquesina
			Grupo Goyllarisquizaga		
			Grupo Casma		
			Grupo Calipuy		



### Anexo 3. Estudio de mecánica de suelos – Progresiva: 0+800 – 0+865

#### Perfil Estratigráfico para la muestra M – 1

 <p><b>CONSORCIO VIAL HUAYLLAY</b></p>	<p><b>LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS</b></p>	Informe N° : 001							
		Fecha de Emis. : 04/06/2017							
		Páginas : 01							
		Realizado por : Tec. T. Salinas							
		Revisado por : Ing. C. Segura P.							
<b>LABORATORIO MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS</b>									
<b>PERFIL ESTRATIGRAFICO DE CALICATAS</b>									
OBRA :	Rehabilitación y Conservación por Niveles de Servicio del Corredor Vial Lima-Canta-Huayllay- Dv.								
TRAMO :	Cochamarca- Empalme PE 3N								
MATERIAL :	Km. 00+800 - 00+865								
UBICACIÓN :	Km. 00+850								
<b>DATOS DE LA MUESTRA</b>									
PROF. (cm)	MUESTRA	SIMBOLO	DESCRIPCION	CLASIFICACION		LIMITES			HUM. NAT. %
				AASHTO	SUCS	L.L.	L.P.	I.P.	
10	<b>1</b>		Arena arcillosa con grava	A-2-7	SC	43	25	18	15.0
20									
30									
40									
50									
60									
70									
80									
90									
100									
110									
120									
130									
140									
150									

  
 -----  
 Carlos Manuel Segura Pérez  
 INGENIERO CIVIL  
 REGISTRO C.I.P. 32385

## Análisis granulométrico para la muestra M - 1

 <p>CONSORCIO VIAL HUAYLLAY Ministerio de Transportes y Comunicaciones</p>	<b>LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS</b>	Informe N° : 001
		Fecha de Emis. : 04/06/2017
		Pag : 02
		Realizado por : Tec. T. Salinas
		Revisado por : Ing. C. Segura P.

### ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO (NORMA MTC E-107, E-108 AASHTO T-27, ASTM D422)

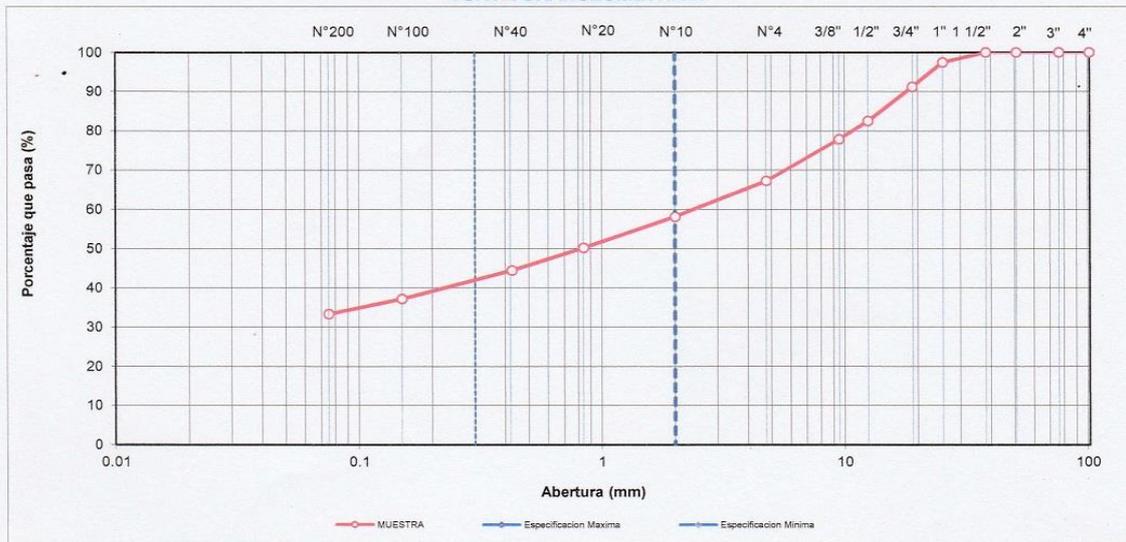
OBRA	: Rehabilitación y Conservación por Niveles de Servicio del Corredor Vial Lima-Canta-Huayllay- Dv. Cochamarca- Empalme PE 3N
TRAMO	: Canta - Huayllay
MATERIAL	: Km. 00+800 - 00+865
UBICACIÓN	: km 0+850 Lado. Izq.

#### DATOS DE LA MUESTRA

AGREGADO	: -	TAMAÑO MAXIMO	: 4"
MUESTREO	: M - 01	Peso inicial seco	: 6818.0 g
PROF. (m)	: 0.00 - 1.50	Peso lavado seco	: 4545.7 g

TAMIZ	AASHTO T-27 (mm)	PESO RETENIDO	PORCENTAJE RETENIDO	RETENIDO ACUMULADO	PORCENTAJE QUE PASA	ESPECIFICACION GRADACION "A"	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
4"	101.600						Contenido de Humedad (%) : 15.0
3"	76.200						Límite Líquido (LL) : 43
2"	50.800						Límite Plástico (LP) : 25
1 1/2"	38.100				100.0		Índice Plástico (IP) : 18
1"	25.400	179	2.6	2.6	97.4		Clasificación (SUCS) : SC
3/4"	19.000	423	6.2	8.8	91.2		Clasificación (AASHTO) : A-2-7
1/2"	12.500	595	8.7	17.6	82.4		Índice de Grupo : (1)
3/8"	9.500	316	4.6	22.2	77.8		Descripción ( AASHTO ) : REGULAR
Nº 4	4.750	724	10.6	32.8	67.2		Descripción ( SUCS ) : Arena arcillosa con grava
Nº 8	2.360						
Nº 10	2.000	78.3	9.1	41.9	58.1		Índice de Liquidez: -0.59
Nº 16	1.190						Estado del Suelo: semiplastico o solido
Nº 20	0.840	68.0	7.9	49.8	50.2		Índice de Consistencia: 1.59
Nº 30	0.600						Estado del Suelo: Estado Sólido
Nº 40	0.425	49.1	5.7	55.5	44.5		<b>OBSERVACIONES :</b>
Nº 50	0.300						Bolonería > 3" : 0.0
Nº 80	0.177						Grava 3" - Nº 4 : 32.8
Nº 100	0.150	62.8	7.3	62.8	37.2		Arena Nº4 - Nº 200 : 33.9
Nº 200	0.075	33.1	3.8	66.7	33.3		Finos < Nº 200 : 33.3
< Nº 200	FONDO	286.7	33.3	100.0	0.0		

#### CURVA GRANULOMETRICA



*Carlos Manuel Segura Pérez*  
**Carlos Manuel Segura Pérez**  
 INGENIERO CIVIL  
 REGISTRO C.I.P. 32385

## Límites de Atterberg para la muestra M - 1

 <p>CONSORCIO VIAL HUAYLLAY</p>	<b>LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS</b>	Informe N° : 001
		Fecha de Emisión : 04/06/2017
		Páginas : 03
		Realizado por : Tec. T. Salinas
		Revisado por : Ing. C. Segura P.

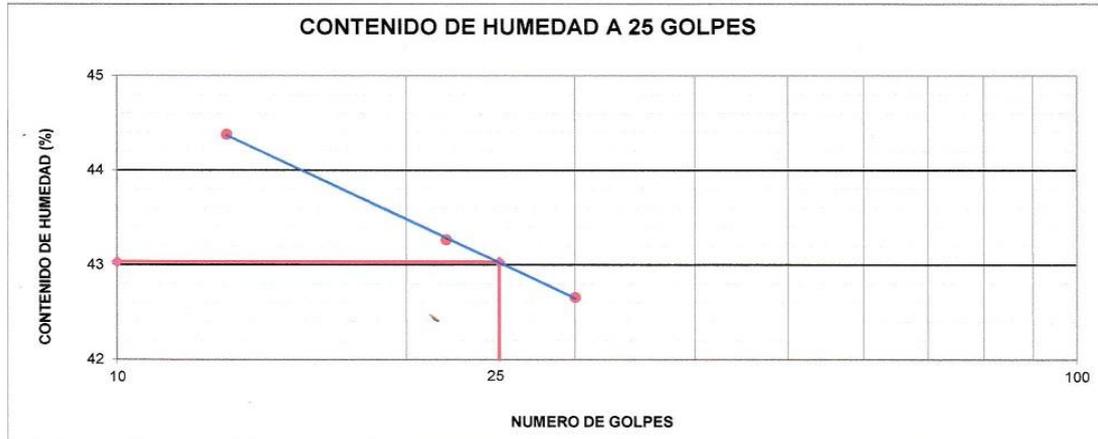
### LIMITES DE CONSISTENCIA-PASA LA MALLA N°40 (NORMA MTC E-110, E-111, AASHTO T-89, T-90, ASTM D 4318)

OBRA	Rehabilitación y Conservación por Niveles de Servicio del Corredor Vial Lima-Canta-Huayllay- Dv. Cochamarca- Empalme PE 3N		
TRAMO	Canta - Huayllay		
MATERIAL	Km. 00+800 - 00+865		
PROGRESIVA	km 0+850	Lado.	Izq.

DATOS DE LA MUESTRA	
AGREGADO	-
MUESTREO	M 01
PROF. (m)	0.00 - 1.50
TAMAÑO MAXIMO : N° 40	

LIMITE LIQUIDO				
N° TARRO		31	30	27
PESO TARRO + SUELO HUMEDO (g)		62.00	60.45	57.90
PESO TARRO + SUELO SECO (g)		47.31	46.32	44.65
PESO DE AGUA (g)		14.69	14.13	13.25
PESO DEL TARRO (g)		14.21	13.66	13.59
PESO DEL SUELO SECO (g)		33.1	32.7	31.1
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)		44.38	43.26	42.66
NUMERO DE GOLPES		13	22	30

LIMITE PLASTICO				
N° TARRO		33	34	
PESO TARRO + SUELO HUMEDO (g)		29.00	28.40	
PESO TARRO + SUELO SECO (g)		25.83	25.38	
PESO DE AGUA (g)		3.2	3.0	
PESO DEL TARRO (g)		13.41	13.41	
PESO DEL SUELO SECO (g)		12.4	12.0	
CONTENIDO DE DE HUMEDAD (%)		25.5	25.2	



CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA	
LIMITE LIQUIDO	43
LIMITE PLASTICO	25
INDICE DE PLASTICIDAD	18

OBSERVACIONES

  
 Carlos Manuel Segura Pérez  
 INGENIERO CIVIL  
 REGISTRO C.I.P. 32385

### Humedad natural para la muestra M - 1

 <p>CONSORCIO VIAL HUAYLLAY</p>	<p>LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS</p>	Informe N° : 001
		Fecha de Emis. : 04/06/2017
		Páginas : 04
		Realizado por : Tec. T. Salinas
		Revisado por : Ing. C. Segura P.

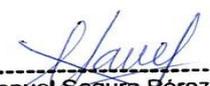
#### HUMEDAD NATURAL (NORMA MTC E-108)

OBRA	: Rehabilitación y Conservación por Niveles de Servicio del Corredor Vial Lima-Canta-Huayllay- Dv. Cochamarca- Empalme PE
TRAMO	: 3N
MATERIAL	: Canta - Huayllay
UBICACIÓN	: Km. 00+800 - 00+865
	: km 0+850

#### DATOS

N° de Ensayo	1	2	3
Peso de Mat. Humedo + Tara (gr.)	1589.30		
Peso de Mat. Seco + Tara (gr.)	1382.00		
Peso de Tara (gr.)			
Peso de Agua (gr.)	207.30		
Peso Mat. Seco (gr.)	1382.00		
Humedad Natural (%)	15.00		
Promedio de Humedad (%)	15.00		

Observaciones: Muestra M - 1

  
Carlos Manuel Segura Pérez  
INGENIERO CIVIL  
REGISTRO C.I.P. 32385

### Contenido de Materia Orgánica para la muestra M - 1

 <p>CONSORCIO VIAL HUAYLLAY</p>	<p>LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS</p>	Informe N° : 001
		Fecha de Emisión : 04/06/2017
		Páginas : 05
		Realizado por : Tec. T. Salinas
		Revisado por : Ing. C. Segura P.

#### CONTENIDO DE MATERIA ORGANICA (PERDIDA POR IGNICION) (NORMA MTC E-118, AASHTO T-267)

#### LABORATORIO MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS

OBRA	: Supervisión del Mejoramiento, Rehabilitación y Conservación por Niveles de Servicio del Corredor Vial Lima-Canta-Huayllay- Dv. Cochamarca- Empalme PE 3N
TRAMO	: Canta - Huayllay
MATERIAL	: Km. 00+800 - 00+865
UBICACIÓN	: Km 00+850 Lado. Izq.

CALICATA		1	2	3	Promedio
MUESTRA	: M - 1				
Peso del plato y suelo seco, antes de ignición	g	32.07	31.86		
Peso del plato y suelo seco, después de ignición	g	30.36	30.17		
Peso de materia orgánica	g	1.71	1.69		
Peso del plato	g	12.07	12.00		
Peso del suelo seco neto	g	18.29	18.17		
Materia orgánica	%	9.36	9.30		9.33

Observaciones:

  
Carlos Manuel Segura Pérez  
INGENIERO CIVIL  
REGISTRO C.I.P. 32385

## Ensayo de densidad de campo para la muestra M - 1

	<b>CONSORCIO VIAL HUAYLLAY</b>	<b>LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS</b>	Informe : 001
			Fecha de Emisión : 04/06/2017
			Páginas : 06
			Realizado por : Tec. T. Salinas
			Revisado por : Ing. C. Segura P.

(NORMA AASHTO T-191, T-238, T-217)

OBRA	: Rehabilitación y Conservación por Niveles de Servicio del Corredor Vial Lima-Canta-Huayllay-Dv. Cochamarca- Empalme PE 3N
TRAMO	: Canta - Huayllay
MATERIAL	: Inestabilidad de Talud
UBICACIÓN	: K.m. 00+800 - 00+865
CARRIL	: Izquierdo

### DENSIDAD HUMEDA

LADO			Izquierdo				
UBICACIÓN DEL ENSAYO	Km		0+840				
CAPA			1				
ESPESOR DE CAPA (m)			0.15				
1	Peso del frasco + arena	g	7163				
2	Peso del frasco + arena que queda	g	1766				
3	Peso de arena empleada (1-2)	g	5397				
4	Peso de arena en el cono	g	1520				
5	Peso de arena en la excavación (3-4)	g	3877				
6	Densidad de la arena	g/cm <sup>3</sup>	1.390				
7	Volumen del material extraído (5/6)	cm <sup>3</sup>	2789				
8	Peso del recipiente + suelo + grava	g	4942				
9	Peso del recipiente	g	30				
10	Peso del suelo + grava (8-9)	g	4912				
11	Peso retenido en la malla 3/4"	g	-				
12	Peso específico de la grava	gr/cm <sup>3</sup>	-				
13	Volumen de la grava (11/12)	cm <sup>3</sup>	-				
14	Peso de finos (10-11)	g	4912				
15	Volumen de finos (7-13)	cm <sup>3</sup>	2789				
16	Densidad Húmeda (14/15)	gr/cm <sup>3</sup>	1.761				

### DENSIDAD EN SITIO - HUMEDAD AASHTO T - 217

17	Peso recipiente + suelo húmedo	g					
18	Peso recipiente + suelo seco	g					
19	Peso de agua	g					
20	Peso de recipiente	g					
21	Peso de suelo seco	g					
22	Contenido de humedad	%	11.0				

**SPEEDY**

### RESULTADOS

23	Densidad seca (16/(100+22)*100)	gr/cm <sup>3</sup>	1.586				
24	Máxima densidad seca	gr/cm <sup>3</sup>	-				
25	Optimo contenido de humedad	%	-				
26	Grado de compactación (23/24*100)	%	-				
27	Compactación Requerida	%	-				
28	Aprobación (Cumple / No Cumple)	%	-				

Observaciones:

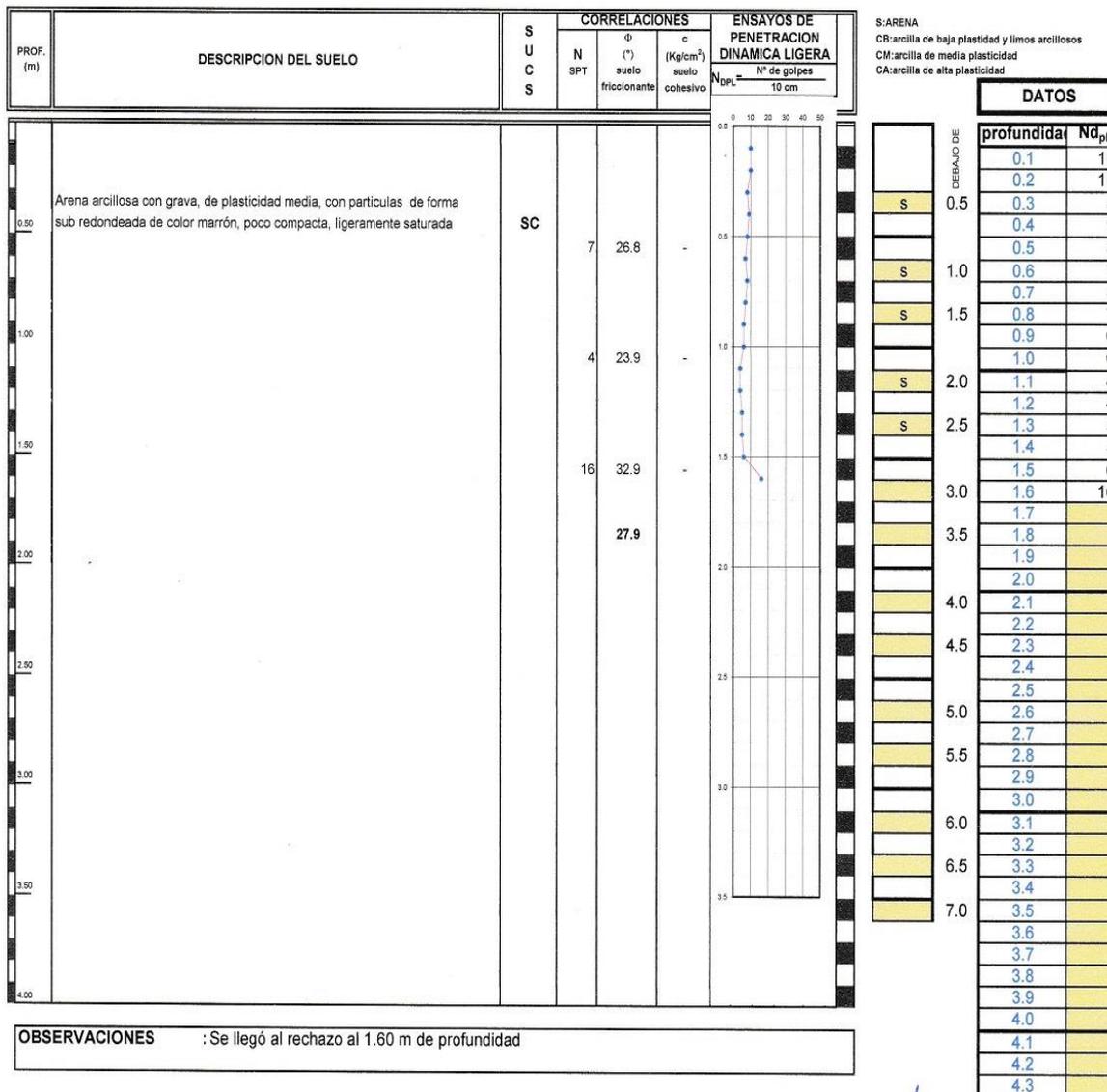
  
 -----  
 Carlos Manuel Segura Pérez  
 INGENIERO CIVIL  
 REGISTRO C.I.P. 32386

## Registro DPL para la muestra M - 1

 <p>CONSORCIO VIAL HUAYLLAY Ministerio de Transportes y Comunicaciones</p>	<b>LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS</b>	Informe N° : 001
		Fecha de Emisión : 04/06/2017
		Páginas : 07
		Realizado por : Tec. T. Salinas
		Revisado por : C. Segura P.

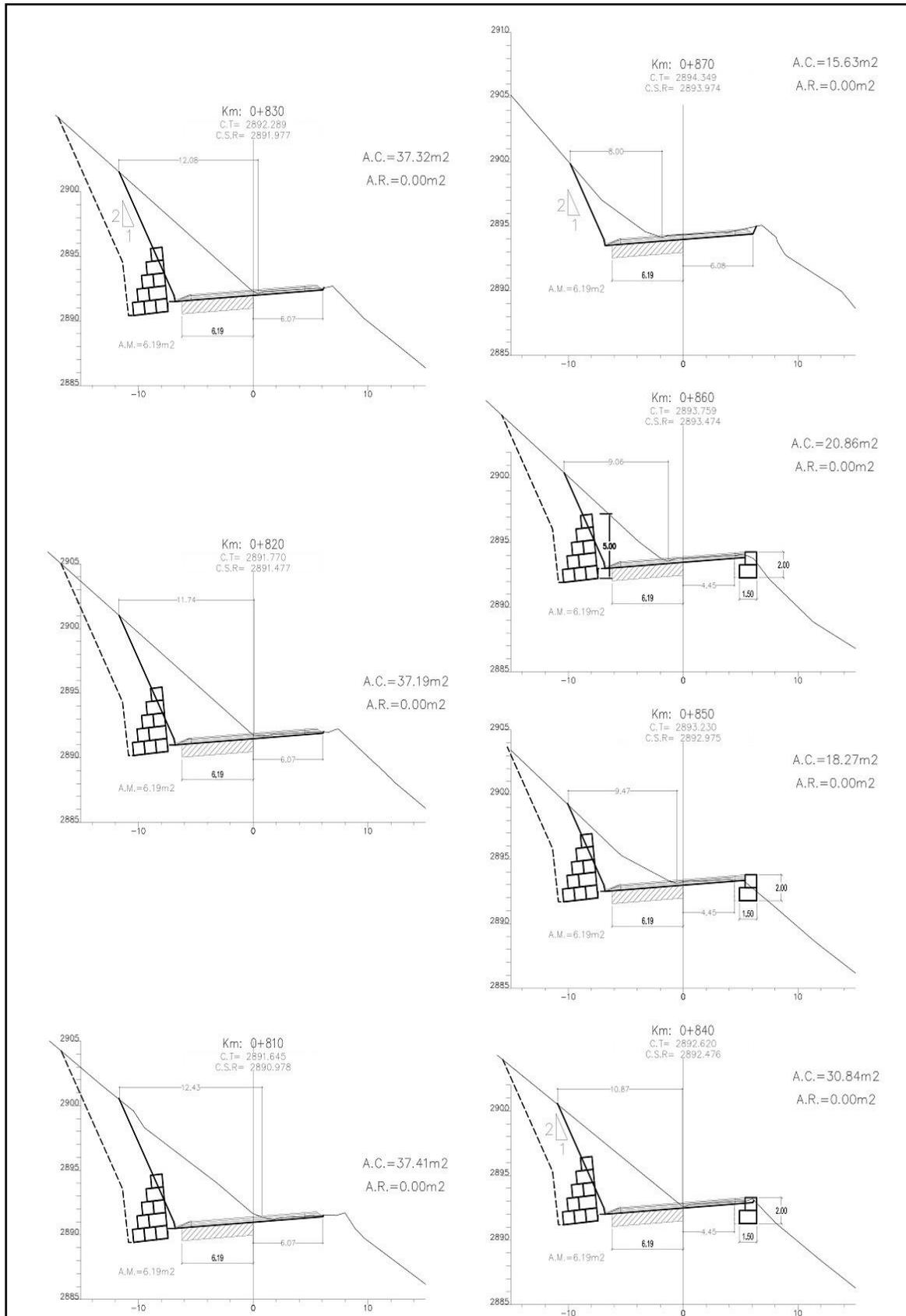
### REGISTRO DE ENSAYO DPL

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS	
OBRA:	Rehabilitación y Conservación por Niveles de Servicio del Corredor Vial Lima-Canta-Huayllay- Dv. Cochamarca- Empalme PE 3N
TRAMO:	Canta - Huayllay
UBICACIÓN:	0+800 - 0+865
MÉTODO:	Penetración Dinámica de Ligera PDL
	PROFUNDIDAD TOTAL (m) : 2.00 m
	ENSAYO : M-01



Carlos Manuel Segura Pérez  
INGENIERO CIVIL  
REGISTRO C.I.P. 32385

### Anexo 4. Plano de secciones transversales – Progresiva 0+800 – 0+865



## Anexo 5. Estudio de mecánica de suelos – Progresiva: 1+900 – 2+300

### Perfil Estratigráfico para la muestra M – 2

 <p>CONSORCIO VIAL HUAYLLAY</p> <p>Ministerio de Transportes y Comunicaciones</p>	<p>LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS</p>	Informe N° : 002							
		Fecha de Emis. : 05/06/2017							
		Páginas : 01							
		Realizado por : Tec. T. Salinas							
		Revisado por : Ing. C. Segura P.							
<b>LABORATORIO MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS</b>									
<b>PERFIL ESTRATIGRAFICO DE CALICATAS</b>									
<p>OBRA : Rehabilitación y Conservación por Niveles de Servicio del Corredor Vial Lima-Canta-Huayllay- Dv. Cochamarca- Empalme PE 3N</p> <p>TRAMO : Canta - Huayllay</p> <p>MATERIAL : Km. 01+900 - 02+300</p> <p>UBICACIÓN : Km. 02+250</p>									
<b>DATOS DE LA MUESTRA</b>									
PROF. (cm)	MUESTRA	SIMBOLO	DESCRIPCION	CLASIFICACION		LIMITES			HUM. NAT. %
				AASHTO	SUCS	L.L.	L.P.	I.P.	
10	2		Grava Arcillosa con arena	A-2-4	GC	26	16	10	2.1
20									
30									
40									
50									
60									
70									
80									
90									
100									
110									
120									
130									
140									
150									

  
 Carlos Manuel Segura Pérez  
 INGENIERO CIVIL  
 REGISTRO C.I.P. 32385

## Análisis granulométrico para la muestra M - 2

 <p>CONSORCIO VIAL HUAYLLAY Ministerio de Transportes y Comunicaciones</p>	<b>LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS</b>	Informe N° : 002
		Fecha de Emis. : 05/06/2017
		Páginas : 02
		Realizado por : Tec. T. Salinas
		Revisado por : Ing. C. Segura P.

### ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO (NORMA MTC E-107, E-108 AASHTO T-27, ASTM D422)

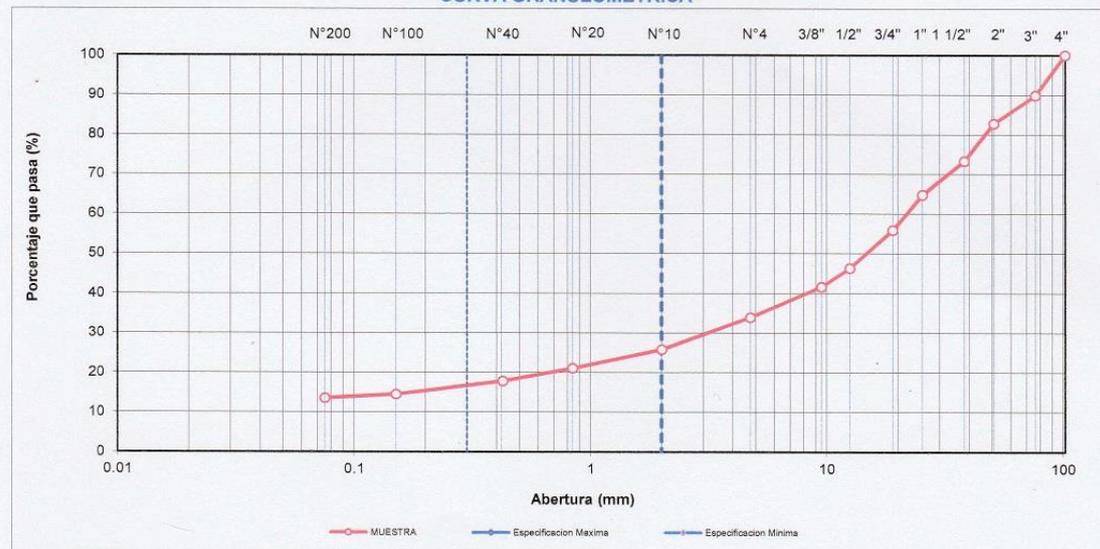
OBRA : Rehabilitación y Conservación por Niveles de Servicio del Corredor Vial Lima-Canta-Huayllay- Dv. Cochamarca- Empalme PE 3N  
 TRAMO : Canta - Huayllay  
 MATERIAL : Km. 01+900 - 02+300  
 UBICACIÓN : km 2+250 Lado. Izq.

#### DATOS DE LA MUESTRA

AGREGADO : - TAMAÑO MAXIMO : 1"  
 MUESTREO : M - 02 Peso inicial seco : 9853.0 g  
 PROF. (m) : 0.00 - 1.50 Peso lavado seco : 8530.5 g

TAMIZ	AASHTO T-27 (mm)	PESO RETENIDO	PORCENTAJE RETENIDO	RETENIDO ACUMULADO	PORCENTAJE QUE PASA	ESPECIFICACION GRADACION "A"	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
4"	101.600				100.0		Contenido de Humedad (%) : 2.1
3"	76.200	1001	10.2	10.2	89.8		Límite Líquido (LL) : 26
2"	50.800	698	7.1	17.2	82.8		Límite Plástico (LP) : 16
1 1/2"	38.100	939	9.5	26.8	73.2		Índice Plástico (IP) : 10
1"	25.400	838	8.5	35.3	64.7		Clasificación (SUCS) : GC
3/4"	19.000	867	8.8	44.1	55.9		Clasificación (AASHTO) : A-2-4
1/2"	12.500	950	9.6	53.7	46.3		Índice de Grupo : (0)
3/8"	9.500	469	4.8	58.5	41.5		Descripción ( AASHTO ) : BUENO
Nº 4	4.750	758	7.7	66.2	33.8		Descripción ( SUCS ) : Grava arcillosa con arena
Nº 8	2.360						
Nº 10	2.000	140.8	8.0	74.2	25.8		
Nº 16	1.190						
Nº 20	0.840	82.9	4.7	78.9	21.1		
Nº 30	0.600						
Nº 40	0.425	57.0	3.3	82.2	17.8		OBSERVACIONES :
Nº 50	0.300						Bolonería > 3" : 0.0
Nº 80	0.177						Grava 3" - Nº 4 : 66.2
Nº 100	0.150	58.9	3.4	85.5	14.5		Arena Nº4 - Nº 200 : 20.4
Nº 200	0.075	18.1	1.0	86.6	13.4		Finos < Nº 200 : 13.4
< Nº 200	FONDO	235.3	13.4	100.0	0.0		

#### CURVA GRANULOMETRICA



Carlos Manuel Segura Pérez  
 INGENIERO CIVIL  
 REGISTRO C.I.P. 32385

## Límites de Atterberg para la muestra M - 2

 <p><b>CONSORCIO VIAL HUAYLLAY</b> Ministerio de Transportes y Comunicaciones</p>	<p><b>LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS</b></p>	Informe N° : <b>002</b>
		Fecha de Emisión : <b>05/06/2017</b>
		Páginas : <b>03</b>
		Realizado por : <b>Tec. T. Salinas</b>
		Revisado por : <b>Ing. C. Segura P.</b>

### LIMITES DE CONSISTENCIA-PASA LA MALLA N°40 (NORMA MTC E-110, E-111, AASHTO T-89, T-90, ASTM D 4318)

OBRA : Rehabilitación y Conservación por Niveles de Servicio del Corredor Vial Lima-Canta-Huayllay- Dv. Cochamarca- Empalme PE 3N  
 TRAMO : Canta - Huayllay  
 MATERIAL : Km. 01+900 - 02+300  
 PROGRESIVA : km 2+250 Lado. Izq.

#### DATOS DE LA MUESTRA

AGREGADO : - TAMAÑO MAXIMO : N° 40  
 MUESTREO : M - 02  
 PROF. (m) : 0.00 - 1.50

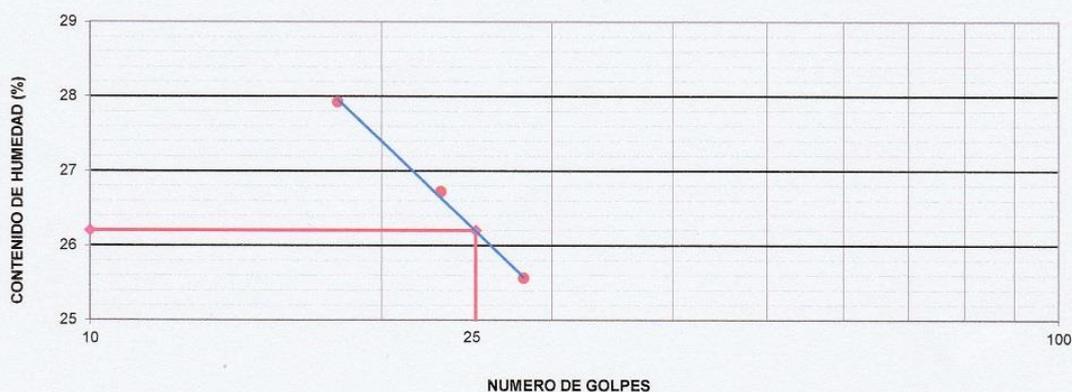
#### LIMITE LIQUIDO

N° TARRO	30	16	20
PESO TARRO + SUELO HUMEDO (g)	55.16	58.87	59.14
PESO TARRO + SUELO SECO (g)	50.56	54.56	54.51
PESO DE AGUA (g)	4.60	4.31	4.63
PESO DEL TARRO (g)	34.09	38.43	36.40
PESO DEL SUELO SECO (g)	16.5	16.1	18.1
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	27.93	26.72	25.57
NUMERO DE GOLPES	18	23	28

#### LIMITE PLASTICO

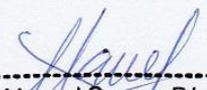
N° TARRO	21	36
PESO TARRO + SUELO HUMEDO (g)	23.02	22.75
PESO TARRO + SUELO SECO (g)	21.64	21.29
PESO DE AGUA (g)	1.4	1.5
PESO DEL TARRO (g)	13.13	12.31
PESO DEL SUELO SECO (g)	8.5	9.0
CONTENIDO DE DE HUMEDAD (%)	16.2	16.3

#### CONTENIDO DE HUMEDAD A 25 GOLPES



CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA	
LIMITE LIQUIDO	26
LIMITE PLASTICO	16
INDICE DE PLASTICIDAD	10

OBSERVACIONES

  
 -----  
 Carlos Manuel Segura Pérez  
 INGENIERO CIVIL  
 REGISTRO C.I.P. 32385

## Humedad natural para la muestra M - 2

 <b>CONSORCIO VIAL HUAYLLAY</b> <small>Ministerio de Transportes y Comunicaciones</small>	<b>LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS</b>	Informe N° : 002	
		Fecha de Emis. : 05/06/2017	
		Páginas : 04	
		Realizado por : Tec. T. Salinas	
		Revisado por : Ing. C. Segura P.	
<b>HUMEDAD NATURAL</b> (NORMA MTC E-108)			
<b>OBRA</b> : Rehabilitación y Conservación por Niveles de Servicio del Corredor Vial Lima-Canta-Huayllay- Dv. Cochamarca- Empalme : PE 3N <b>TRAMO</b> : Canta - Huayllay <b>MATERIAL</b> : Km. 01+900 - 02+300 <b>UBICACIÓN</b> : km 2+250 Lado. Izq.			
<b>DATOS</b>			
N° de Ensayo	1	2	3
Peso de Mat. Humedo + Tara (gr.)	928.00		
Peso de Mat. Seco + Tara (gr.)	908.50		
Peso de Tara (gr.)			
Peso de Agua (gr.)	19.50		
Peso Mat. Seco (gr.)	908.50		
Humedad Natural (%)	2.15		
Promedio de Humedad (%)	2.15		
<b>Observaciones:</b>			

  
 Carlos Manuel Segura Pérez  
 INGENIERO CIVIL  
 REGISTRO C.I.P. 32385

## Materia Orgánica para la muestra M - 2

 <b>CONSORCIO VIAL HUAYLLAY</b> <small>Ministerio de Transportes y Comunicaciones</small>	<b>LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS</b>	Informe N° : 002		
		Fecha de Emisión : 05/06/2017		
		Páginas : 05		
		Realizado por : Tec. T. Salinas		
		Revisado por : Ing. C. Segura P.		
<b>CONTENIDO DE MATERIA ORGANICA (PERDIDA POR IGNICION)</b> (NORMA MTC E-118, AASHTO T-267)				
<b>LABORATORIO MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS</b> <b>OBRA</b> : Supervisión del Mejoramiento, Rehabilitación y Conservación por Niveles de Servicio del Corredor : Vial Lima-Canta-Huayllay- Dv. Cochamarca- Empalme PE 3N <b>TRAMO</b> : Canta - Huayllay <b>MATERIAL</b> : Km. 01+900 - 02+300 <b>UBICACIÓN</b> : Km 02+250 Lado. Izq.				
<b>CALICATA</b> : Km 02+250				
<b>MUESTRA</b> : M - 02				
Peso del plato y suelo seco, antes de ignición	g	64.57		
Peso del plato y suelo seco, después de ignición	g	62.51		
Peso de materia orgánica	g	2.06		
Peso del plato	g	24.61		
Peso del suelo seco neto	g	37.90		
Materia orgánica	%	5.44		5.44
<b>Observaciones:</b>				

  
 Carlos Manuel Segura Pérez  
 INGENIERO CIVIL  
 REGISTRO C.I.P. 32385

## Ensayo de densidad de campo para la muestra M - 2

 <p>CONSORCIO VIAL HUAYLLAY</p>	<b>LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS</b>	Informe N° : 002
		Fecha de Emisión : 06/06/2017
		Páginas : 06
		Realizado por : Tec. T. Salinas
		Revisado por : Ing. C. Segura P.

### ENSAYO DE DENSIDAD DE CAMPO (NORMA AASHTO T-191, T-238, T-217)

OBRA : Rehabilitación y Conservación por Niveles de Servicio del Corredor Vial Lima-Canta-Huayllay- Dv. Cochamarca- Empalme PE 3N  
 TRAMO : Canta - Huayllay  
 MATERIAL : Inestabilidad de Talud  
 UBICACIÓN : K.m. 01+900 - 02+300  
 CARRIL : Izquierdo

DENSIDAD HUMEDA			
LADO		Izquierdo	
UBICACIÓN DEL ENSAYO	Km	1+980	
CAPA		1	
ESPESOR DE CAPA (m)		0.15	

1	Peso del frasco + arena	g	6910				
2	Peso del frasco + arena que queda	g	1391				
3	Peso de arena empleada (1-2)	g	5519				
4	Peso de arena en el cono	g	1520				
5	Peso de arena en la excavación (3-4)	g	3999				
6	Densidad de la arena	g/cm <sup>3</sup>	1.390				
7	Volumen del material extraído (5/6)	cm <sup>3</sup>	2877				
8	Peso del recipiente + suelo + grava	g	5186				
9	Peso del recipiente	g	30				
10	Peso del suelo + grava (8-9)	g	5156				
11	Peso retenido en la malla 3/4"	g	-				
12	Peso específico de la grava	gr/cm <sup>3</sup>	-				
13	Volumen de la grava (11/12)	cm <sup>3</sup>	-				
14	Peso de finos (10-11)	g	5156				
15	Volumen de finos (7-13)	cm <sup>3</sup>	2877				
16	Densidad Húmeda (14/15)	gr/cm <sup>3</sup>	1.792				

DENSIDAD EN SITIO - HUMEDAD AASHTO T - 217							
17	Peso recipiente + suelo húmedo	g					
18	Peso recipiente + suelo seco	g					
19	Peso de agua	g					
20	Peso de recipiente	g					
21	Peso de suelo seco	g					
22	Contenido de humedad	%	2.6				

S P E E D Y

RESULTADOS							
23	Densidad seca (16/(100+22)*100)	gr/cm <sup>3</sup>	1.747				
24	Máxima densidad seca	gr/cm <sup>3</sup>	-				
25	Optimo contenido de humedad	%	-				
26	Grado de compactación (23/24*100)	%	-				
27	Compactación Requerida	%	-				
28	Aprobación (Cumple / No Cumple)	%	-				

Observaciones:

  
 Carlos Manuel Segura Pérez  
 INGENIERO CIVIL  
 REGISTRO G.I.P. 32385

## Registro DPL para la muestra M - 2

 <p>CONSORCIO VIAL HUAYLLAY</p>	<b>LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS</b>	Informe N° : 002
		Fecha de Emisión : 05/06/2017
		Páginas : 07
		Realizado por : Tec. T. Salinas
		Revisado por : Ing. C. Segura P.

### REGISTRO DE ENSAYO DPL

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS	
OBRA:	Rehabilitación y Conservación por Niveles de Servicio del Corredor Vial Lima-Canta-Huayllay- Dv. Cochamarca- Empalme PE 3N
TRAMO:	Canta - Huayllay
UBICACIÓN:	1+900 - 2+300 PROFUNDIDAD TOTAL (m) : 1.50 m.
MÉTODO:	Penetración Dinámica de Ligera PDL ENSAYO : M - 2

PROF. (m)	DESCRIPCION DEL SUELO	S U C S	CORRELACIONES			ENSAYOS DE PENETRACION DINAMICA LIGERA		
			N SPT	$\phi$ (°) suelo friccionante	c (Kg/cm <sup>2</sup> ) suelo cohesivo	N <sub>DPL</sub>	N° de golpes 10 cm	
0.50	Grava arcillosa con arena Presenta de fragmentos de TM 3"	GC	1	19.5	-	0.1	1	
1.00			3	22.7	-	0.2	1	
1.50			6	26.0	-	0.3	1	
2.00			8	27.6	-	0.4	1	
2.50					24.7		0.5	1
3.00							0.6	1
3.50							0.7	2
4.00							0.8	2

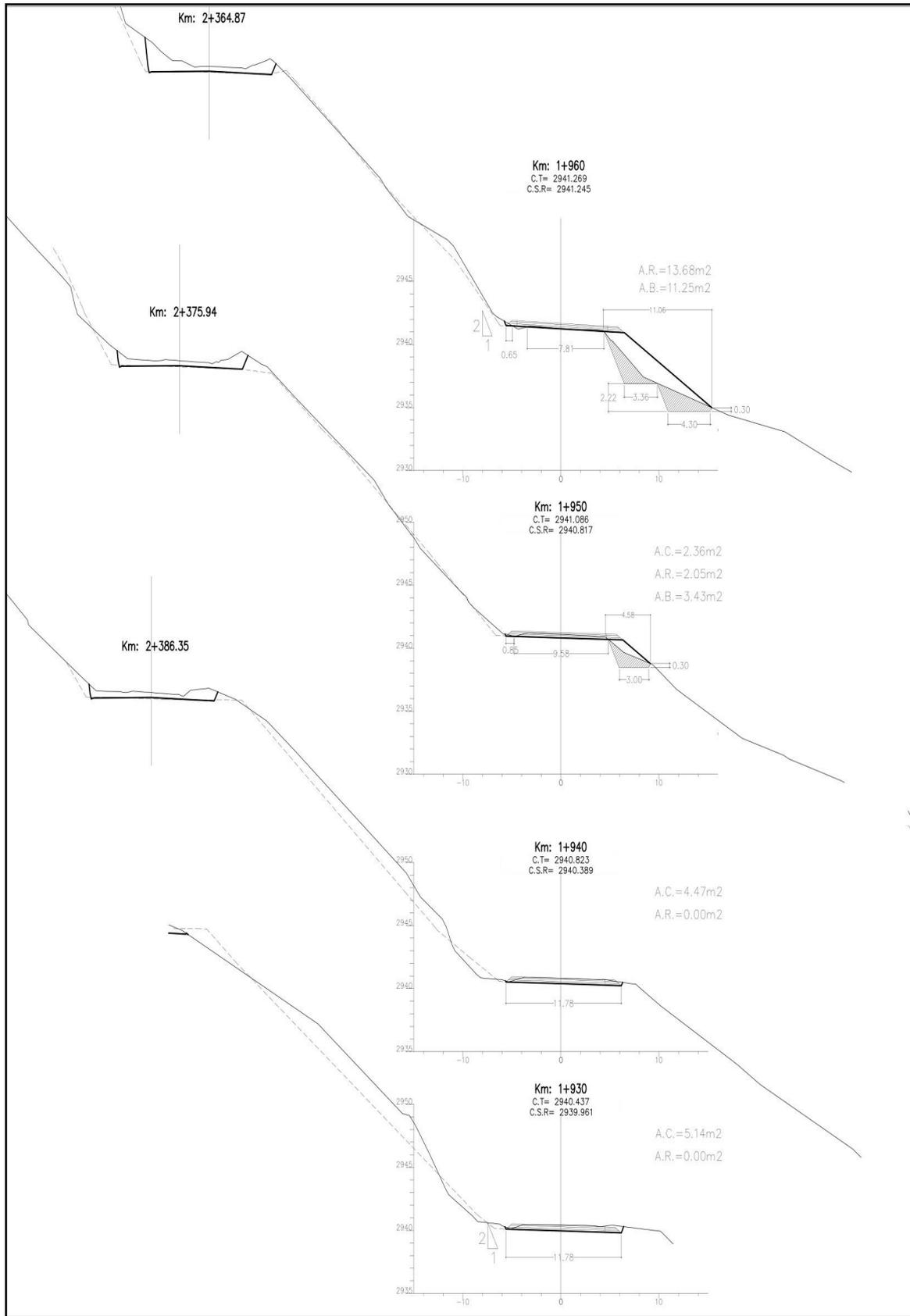
S:ARENA  
CB:arcilla de baja plasticidad y limos arcillosos  
CM:arcilla de media plasticidad  
CA:arcilla de alta plasticidad

DATOS	
profundidad	N <sub>DPL</sub>
0.1	1
0.2	1
0.3	1
0.4	1
0.5	1
0.6	1
0.7	2
0.8	2
0.9	3
1.0	4
1.1	3
1.2	3
1.3	4
1.4	6
1.5	9
1.6	7
1.7	8
1.8	5
1.9	6
2.0	8
2.1	
2.2	
2.3	
2.4	
2.5	
2.6	
2.7	
2.8	
2.9	
3.0	
3.1	
3.2	
3.3	
3.4	
3.5	
3.6	
3.7	
3.8	
3.9	
4.0	
4.1	
4.2	

OBSERVACIONES : Se llegó al rechazo al 1.50 m de profundidad

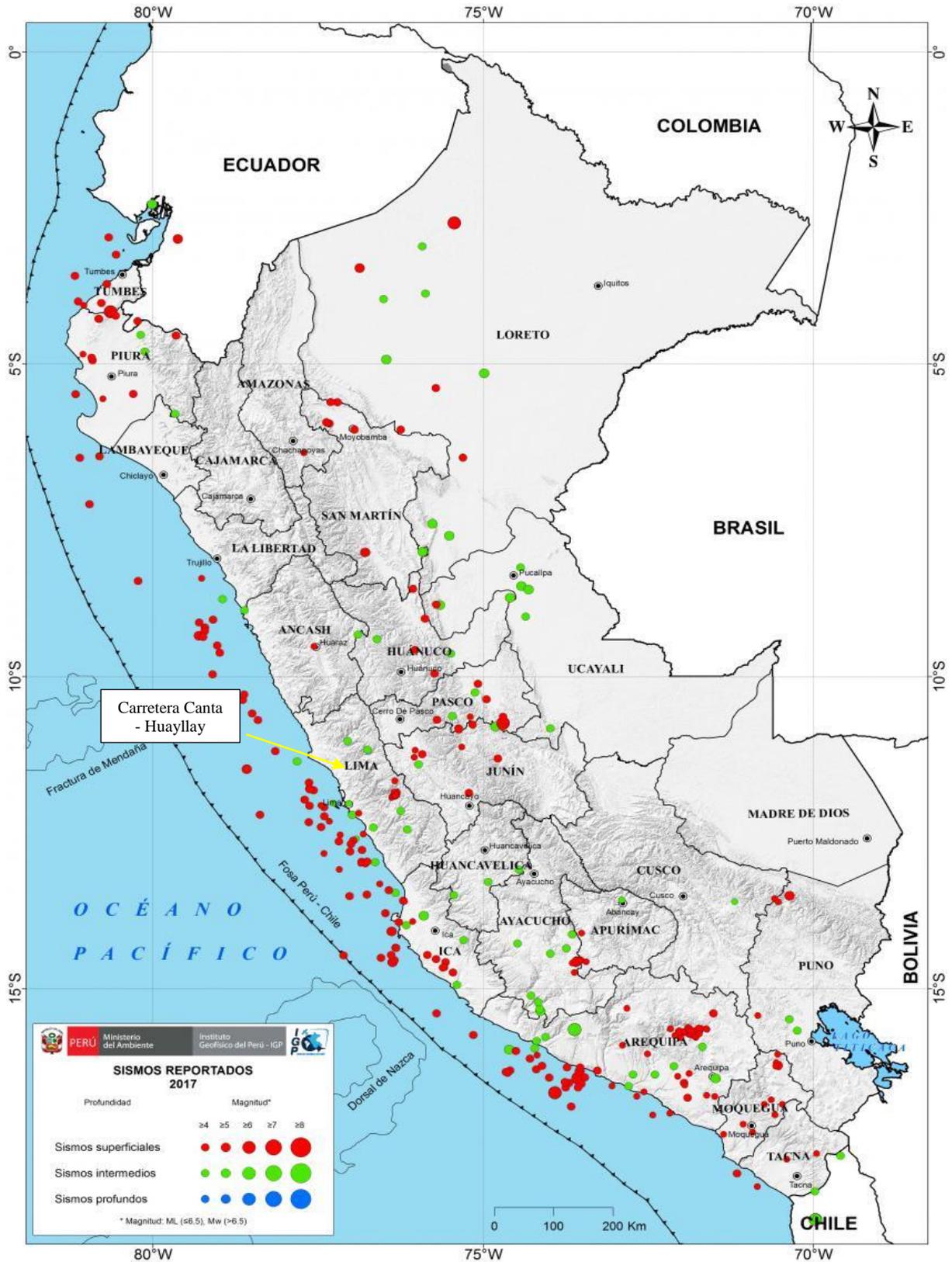
  
 Carlos Manuel Segura Pérez  
 INGENIERO CIVIL  
 REGISTRO C.I.P. 32385

**Anexo 6. Plano de secciones transversales – Progresiva 1+900 – 2+300**

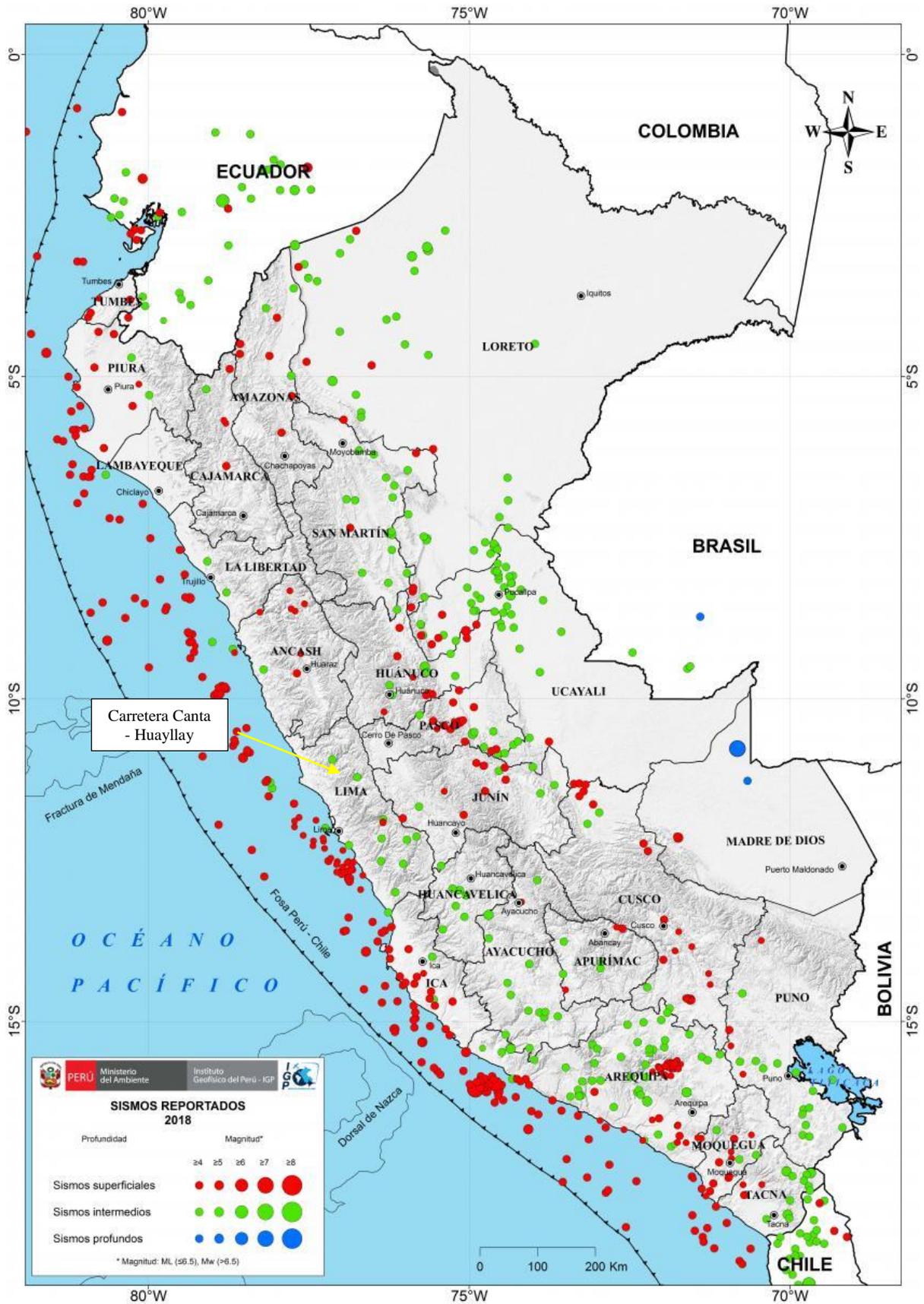


**Anexo 7. Mapa de sismos cercanos a Canta, años 2017 y 2018**

**Mapa de Sismos en el Perú, año 2017 (Fuente IGP)**



**Mapa de Sismos en el Perú, año 2018 (Fuente IGP)**



## Anexo 8. Reporte de Precipitaciones Pluviales

### Precipitaciones Pluviales del mes de enero a diciembre del año 2017

Estación : CANTA , Tipo Convencional - Meteorológica												
Departamento : LIMA			Provincia : CANTA				Distrito : CANTA			Ir : 2017-01		
Latitud : 11° 28' 16.37"			Longitud : 76° 37' 32.5"				Altitud : 2818					
Día/mes/año	Temperatura Max (°c)	Temperatura Min (°c)	Temperatura Bulbo Seco (°c)			Temperatura Bulbo Humedo (°c)			Precipitación (mm)		Direccion del Viento 13h	Velocidad del Viento 13h (m/s)
			07	13	19	07	13	19	07	19		
01-Ene-2017	17.2	7.4	11	14.6	11.2	10	13	11.2	0	0		
02-Ene-2017	16.9	7	11.1	16.6	11.5	9.8	13.7	11	0	1		
03-Ene-2017	17.3	9.2	11.6	16.2	12.2	10.4	15.4	11.8	2.3	0		
04-Ene-2017	18.8	8.4	13.4	16.8	12.6	12.3	14.7	12.6	0	0		
05-Ene-2017	17.1	8.4	11.7	16.3	12.2	11.7	14.8	12.2	0	-888		
06-Ene-2017	16.6	5.6	9.8	15.6	10.8	8.6	14.2	9.8	0	3.2		
07-Ene-2017	18	7.8	12.1	17	13.3	10.3	13.8	13	0	5.5		
08-Ene-2017	18.1	8.3	13	17.7	13.7	11.4	14	12.7	0	0		
09-Ene-2017	17.3	6	9.6	16.6	12.7	8.2	14	12.5	0	0		
10-Ene-2017	14.2	5	9	13.3	10	9	12.9	10	1.4	9.7		
11-Ene-2017	15.5	6.6	9.5	15	9.8	9.5	13	9.8	1	8.5		
12-Ene-2017	16.2	7	11	15.8	12.3	10	13.2	12	.6	5.4		
13-Ene-2017	18.3	6.7	12.7	17	13	11	14	12	0	3.2		
14-Ene-2017	16.3	8	10.7	15.5	11.6	9.7	13.8	11	1.1	3.6		
15-Ene-2017	16.8	9.7	11	16.1	12	10	13.7	12	4.7	7.3		
16-Ene-2017	15	8	9	14.7	9	8.9	12.9	9	2.8	4.4		
17-Ene-2017	16.9	7.7	11.4	16.6	11.6	10.2	14.6	11.6	0	6.3		
18-Ene-2017	17.7	7.4	10	17.3	11	10	14.7	11	1.2	1		
19-Ene-2017	13.3	8	11	11.6	11.2	11	11.6	11.2	2.2	8.8		
20-Ene-2017	16	6.9	9.6	15.5	10.6	9.6	13	10	.8	0		
21-Ene-2017	15	7	9.8	14.5	10	9.8	13.6	10	0	4.4		
22-Ene-2017	16.9	6	9.2	16.2	11.6	9.2	14.6	11.6	3	5.8		
23-Ene-2017	11.6	5.9	8.6	9.9	9.6	8.6	9.9	9.6	9.8	1.2		
24-Ene-2017	13.3	5	9.3	11.6	10	9.3	11	10	.4	1.6		
25-Ene-2017	16	6.7	10.7	15.5	11.7	9.7	13.9	10.8	-888	0		
26-Ene-2017	15.7	9.9	12.2	14.7	12.2	10.6	12.9	11.2	0	12.7		
27-Ene-2017	17	10.6	13.3	16.6	13	11.7	14.5	12	0	8.6		
28-Ene-2017	16	7.1	9.7	15.7	11	9.7	13.4	11	-888	0		
29-Ene-2017	17.3	8	11.7	16.9	12.4	10	13.9	12	0	0		
30-Ene-2017	18.3	9.5	12	17.7	13.3	10	14	12.6	0	6.3		
31-Ene-2017	16.1	8.3	11.4	15.8	11.9	10.5	13.9	11.9	0	6.3		

Estación : CANTA , Tipo Convencional - Meteorológica												
Departamento : LIMA			Provincia : CANTA				Distrito : CANTA			Ir : 2017-02		
Latitud : 11° 28' 16.37"			Longitud : 76° 37' 32.5"				Altitud : 2818					
Día/mes/año	Temperatura Max (°c)	Temperatura Min (°c)	Temperatura Bulbo Seco (°c)			Temperatura Bulbo Humedo (°c)			Precipitación (mm)		Direccion del Viento 13h	Velocidad del Viento 13h (m/s)
			07	13	19	07	13	19	07	19		
01-Feb-2017	16.3	7	9.9	16	11.2	9.9	13	11.2	0	2.2		
02-Feb-2017	15.3	9	10.6	13	11.8	10.6	12.8	11.8	0	3.3		
03-Feb-2017	14.8	6.2	9	13.8	10.3	9	12	10.3	0	7.8		
04-Feb-2017	15.6	7	9.4	14.2	12.4	8.6	13	12.4	.5	1.4		
05-Feb-2017	18.1	7.1	10.5	17.8	10.8	9.3	14.9	10.8	0	1.2		
06-Feb-2017	17.9	8	10	16.8	11.6	9	13.7	11.6	0	1.7		
07-Feb-2017	16.3	9.6	12.2	15.7	12.4	10.8	13.3	12	4.7	1		
08-Feb-2017	17.2	7.4	12.6	16.7	12.6	12	14.1	12.4	.7	3.2		
09-Feb-2017	16	8	10.6	15	11.6	9.8	13.2	11	0	0		
10-Feb-2017	14	9	11.6	13.3	12	11.6	13	12	2.2	6.7		
11-Feb-2017	13.1	6.3	9.8	12.1	11.9	9.8	12.1	11.9	8.4	4.8		
12-Feb-2017	13.6	6.1	9	12.8	10.8	8.3	11.8	10.8	0	2.1		
13-Feb-2017	13.2	6.4	10	11.8	11.2	10	11	11.2	.9	1.6		
14-Feb-2017	15	8.8	9.2	14.4	11.3	9.2	13	11.3	.8	11.3		
15-Feb-2017	18.6	5.6	9.2	16.3	12	8.4	13.7	11.8	1.6	0		
16-Feb-2017	15	7.7	9	14	9.2	8.1	12	9.2	0	9.7		
17-Feb-2017	16.3	5.4	9	15.1	10.7	9	13.9	10	1.1	10.4		
18-Feb-2017	14	5	8.6	13.2	9.7	8	11.2	9.7	0	.8		
19-Feb-2017	15.7	5.4	9	14.2	11	8.5	12	10.8	.6	1.6		
20-Feb-2017	14.7	6.7	9.8	12.8	10.7	9	12.1	10.2	0	0		
21-Feb-2017	16.3	5.7	10.4	16	11.3	9.2	14.3	11	3	2.7		
22-Feb-2017	14.9	6.9	9.4	14.7	9.8	9.2	12.9	9.8	0	5		
23-Feb-2017	14	5.6	10.2	13.3	10	9.5	12.2	10	1.9	.6		
24-Feb-2017	16.3	7	10.4	15.3	12	9.6	13.2	12	1.4	3.7		
25-Feb-2017	14.7	6.9	9.3	13.3	12	8.6	12	12	.8	19.1		
26-Feb-2017	14.5	6	8.8	14.2	11	8.5	12.8	10.8	4.4	9.7		
27-Feb-2017	17.4	6.6	9.1	15.7	9.8	8	13	9.8	0	1.6		
28-Feb-2017	15.5	5.3	9.6	15	11.7	9	13.4	11	.5	5.1		

Estación : CANTA , Tipo Convencional - Meteorológica

Departamento : LIMA

Provincia : CANTA

Distrito : CANTA

Ir : 2017-03 ▾

Latitud : 11° 28' 16.37"

Longitud : 76° 37' 32.5"

Altitud : 2818

Día/mes/año	Temperatura Max (°c)	Temperatura Min (°c)	Temperatura Bulbo Seco (°c)			Temperatura Bulbo Humedo (°c)			Precipitación (mm)		Dirección del Viento 13h	Velocidad del Viento 13h (m/s)
			07	13	19	07	13	19	07	19		
01-Mar-2017	15.2	5.4	10.2	12.6	10.8	9.4	12	10.6	0	2.3		
02-Mar-2017	16.7	6	12.3	14.7	12.8	10.8	13	12.6	2.5	.8		
03-Mar-2017	17.9	6.5	10.8	16.3	12.6	10.8	13.9	11.8	.6	7		
04-Mar-2017	16.5	7.7	11.6	15.5	12.3	10.9	12.9	12	0	1.6		
05-Mar-2017	17.3	7.7	11.6	16.9	11.6	10.6	14.3	11	0	6.6		
06-Mar-2017	15	8	10.6	14	10.8	10	13	10.6	1.3	3.3		
07-Mar-2017	17	9.2	10.8	16.6	11	9.6	14.1	11	-888	5.8		
08-Mar-2017	16.1	7.3	10	15.5	12	8.9	13.7	10	.4	0		
09-Mar-2017	14.4	8	11.3	13.7	11.4	9.6	12	11.4	13.1	1.6		
10-Mar-2017	14	8.6	11.2	13.7	11.6	10.7	12.4	11	6.3	14		
11-Mar-2017	15.9	7.9	10	15.7	12	9.5	13.9	12	0	2.2		
12-Mar-2017	18.7	8.7	11.2	17.7	12.7	10.4	14	12	0	1.7		
13-Mar-2017	17.3	7	9.4	16.2	11	8.8	14.5	11	0	4.4		
14-Mar-2017	13.6	8	10.3	13	11	10.3	12	11	18	12.8		
15-Mar-2017	12.6	7.4	10	11.4	10.6	10	11.4	10.6	4.2	3.4		
16-Mar-2017	15	6.9	9.6	14.4	10.6	9.6	12.8	10	.9	4.3		
17-Mar-2017	15.2	5.4	9.3	13.6	12.3	8.4	12	11.3	0	0		
18-Mar-2017	14.7	6.4	9.8	14.3	10.7	9.5	13	10.6	1.1	6.3		
19-Mar-2017	16.3	6.7	9.8	15.3	10	9	14	9.8	14.7	2.2		
20-Mar-2017	17.3	9.6	10.8	16.7	11.6	10	14.3	11.2	12.6	1.4		
21-Mar-2017	16.4	7	10.6	14.6	13	9.7	14	12.2	3.2	0		
22-Mar-2017	15.2	7	9.8	12.7	11.3	8.7	12.3	11	0	2.8		
23-Mar-2017	14.5	7.2	11	12.9	12	10.4	12.6	12	0	6.2		
24-Mar-2017	17	6.4	11.6	14.8	12	10.4	12.8	12	4.8	1.8		
25-Mar-2017	14.6	6	11	13.2	11.6	11	12.9	11	.9	4.8		
26-Mar-2017	15.5	7.1	12.2	13.8	12.6	10.4	13	11.8	4	0		
27-Mar-2017	15.3	8.3	10.8	15	11.7	10.8	13	11.5	0	5.3		
28-Mar-2017	17.6	7.7	11.7	16.7	12.2	10.7	14.2	11.8	3.3	7.7		
29-Mar-2017	16.3	7.2	10.6	15.4	12	10.4	13.1	12	0	5		
30-Mar-2017	17	9	11.3	16.3	12.2	10.7	14	12	0	4.7		
31-Mar-2017	17.7	8.8	10.7	15.3	11.6	10	13.9	11	1.2	4.7		

Estación : CANTA , Tipo Convencional - Meteorológica

Departamento : LIMA

Provincia : CANTA

Distrito : CANTA

Ir : 2017-04 ▾

Latitud : 11° 28' 16.37"

Longitud : 76° 37' 32.5"

Altitud : 2818

Día/mes/año	Temperatura Max (°c)	Temperatura Min (°c)	Temperatura Bulbo Seco (°c)			Temperatura Bulbo Humedo (°c)			Precipitación (mm)		Dirección del Viento 13h	Velocidad del Viento 13h (m/s)
			07	13	19	07	13	19	07	19		
01-Abr-2017	18	8.8	11.7	16.8	12.2	9.4	13.6	12.2	2.7	0		
02-Abr-2017	18.8	9.7	10.9	17.6	12	9.9	14	11	0	3.6		
03-Abr-2017	17	8.8	11.7	15.5	12	10.6	12.9	11	.6	15.5		
04-Abr-2017	16.9	8.9	10.9	16.1	12.2	8.9	14.1	11	0	3.7		
05-Abr-2017	18.7	9.3	11.6	17.9	13.3	10	14.6	11.6	0	1.1		
06-Abr-2017	17.1	9	11	15.5	11.6	9.3	13.8	10.3	0	1.4		
07-Abr-2017	19	7.9	10.5	18.6	12.2	9	15	11	0	0		
08-Abr-2017	19.6	6.6	9.7	18.6	13.3	8.8	14	12	0	0		
09-Abr-2017	17.5	7.6	10.6	16.9	11	9	14	11	0	0		
10-Abr-2017	18.2	5.4	8.8	17.3	12.2	7.2	13.7	12	0	0		
11-Abr-2017	17.9	6	9.6	16.6	10.7	8.7	14.8	10	0	0		
12-Abr-2017	18.8	9	11.6	17.8	12.6	10	14.6	11	0	0		
13-Abr-2017	18.8	8.8	11.6	16.9	12	9.7	14	10.6	0	0		
14-Abr-2017	19.3	6.9	9.9	17.7	13.3	7.4	14.7	12	0	0		
15-Abr-2017	18.8	9.7	12.3	17	12.6	11	13.7	11.6	0	0		
16-Abr-2017	18.6	8.7	12.6	18	12.8	10.8	14	11	0	0		
17-Abr-2017	17	6.6	12.7	16.3	13	11	13	12.6	0	0		
18-Abr-2017	17.9	7	11.3	15.6	12.6	10.3	13.2	11.3	0	0		
19-Abr-2017	18.6	8	10.6	17.4	12.9	9.9	12.6	11.9	0	-888		
20-Abr-2017	16.4	6.3	9	15.8	10.6	7.9	12.6	9.7	0	0		
21-Abr-2017	18.9	5	8.2	17.4	13.3	7.2	12.9	12.6	0	0		
22-Abr-2017	19.1	6.9	9.9	18.3	12.2	7.9	14.7	10.8	0	0		
23-Abr-2017	18.6	10	12.8	17	13	10.9	13.3	11	0	0		
24-Abr-2017	19.1	7.7	10	17.7	12.9	8.2	14.3	10.9	0	0		
25-Abr-2017	19.8	5.1	10	18	11.6	7.5	14	10.2	0	0		
26-Abr-2017	18	6.8	10.4	17.5	11.8	9	13.1	11	0	0		
27-Abr-2017	18.8	8.6	10.9	18.3	12.7	9.8	14.2	11	0	0		
28-Abr-2017	18.3	8	11.2	17.7	13	8.8	14	11.6	0	0		
29-Abr-2017	19.3	9.2	13	17.9	12.7	10.8	13.9	11.7	0	.6		
30-Abr-2017	19.5	7.9	10.6	18.2	12.7	8.8	14.5	11.4	0	1.1		

Estación : CANTA , Tipo Convencional - Meteorológica

Departamento : LIMA Provincia : CANTA Distrito : CANTA Ir : 2017-05 ▼  
 Latitud : 11° 28' 16.37" Longitud : 76° 37' 32.5" Altitud : 2818

Día/mes/año	Temperatura Max (°c)	Temperatura Min (°c)	Temperatura Bulbo Seco (°c)			Temperatura Bulbo Humedo (°c)			Precipitacion (mm)		Direccion del Viento 13h	Velocidad del Viento 13h (m/s)
			07	13	19	07	13	19	07	19		
01-May-2017	18.3	7.7	9.6	17.2	10.7	8	14.2	9.8	0	0		
02-May-2017	19.5	9.7	11.5	18.2	12.7	10	14.5	11.4	0	1.1		
03-May-2017	17.3	8	11	16.1	12	9.4	13.4	11.8	0	0		
04-May-2017	20	7	10.6	18.6	13.6	9	14.9	12	0	0		
05-May-2017	18.6	6.9	10.5	16.7	11.3	9.8	13.9	10.9	0	0		
06-May-2017	19	8.6	11.2	18	12	10.2	15	11	0	0		
07-May-2017	17.2	9.2	11	16.7	12.6	10	14.2	11.2	0	0		
08-May-2017	19.3	7.3	10	18.7	12	8.4	13.9	11.8	0	0		
09-May-2017	19.3	7.7	9.8	17.9	12.7	8.8	13.7	11	0	0		
10-May-2017	16.9	8.3	11.7	15	12	9.7	12.9	12	0	0		
11-May-2017	18.7	5.9	9.8	16.7	12.7	8.2	14	11.6	0	0		
12-May-2017	19	5.4	9.4	17.7	10.6	6.8	14.2	9.4	0	0		
13-May-2017	19.5	6.8	9.7	18	11.2	8.8	14	10	0	0		
14-May-2017	18.3	8.8	10.7	16.3	13.3	9.2	13.7	11.6	0	0		
15-May-2017	18.8	7.6	10.9	17	12.6	9	14	11.6	0	0		
16-May-2017	18.3	6	11.8	18	12	10.2	15	11	0	0		
17-May-2017	18.3	5.7	9.7	17.9	12.6	8	13.9	10.9	0	0		
18-May-2017	17.3	5.5	9.8	16.8	11.6	6	12.5	10	0	0		
19-May-2017	19.6	7.9	10.6	18.6	11.9	8.7	14.9	10.3	0	0		
20-May-2017	18.3	5.3	11.5	16	12	8.9	13.2	10.8	0	0		
21-May-2017	18.9	8	12.4	18	12.8	8.6	15.3	11.6	0	0		
22-May-2017	19	9	11.8	17.7	12.2	9.9	13	11.2	0	0		
23-May-2017	20.6	9.9	13	18.8	13	10	12.6	10.6	0	0		
24-May-2017	18.6	6	10.6	16.2	11.6	6.4	12.8	8.8	0	0		
25-May-2017	19.5	6.6	9.2	18.6	12.4	6.8	14.2	9.5	0	0		
26-May-2017	20.2	6.9	10	18	12.2	6.7	12.8	11	0	0		
27-May-2017	18.8	8	11	17.7	11.8	9	13	9.8	0	0		
28-May-2017	19.1	6.9	10.2	17.3	12.2	7.4	12.9	10.6	0	0		
29-May-2017	18.1	8.5	11.2	16.3	12.2	9	12.7	11.4	0	.7		
30-May-2017	16.3	6.8	9	15.5	10.8	7.2	13.1	9	0	1.1		
31-May-2017	19.9	7	10.8	19.2	11	8	14.2	10	0	0		

Estación : CANTA , Tipo Convencional - Meteorológica

Departamento : LIMA Provincia : CANTA Distrito : CANTA Ir : 2017-06 ▼  
 Latitud : 11° 28' 16.37" Longitud : 76° 37' 32.5" Altitud : 2818

Día/mes/año	Temperatura Max (°c)	Temperatura Min (°c)	Temperatura Bulbo Seco (°c)			Temperatura Bulbo Humedo (°c)			Precipitacion (mm)		Direccion del Viento 13h	Velocidad del Viento 13h (m/s)
			07	13	19	07	13	19	07	19		
01-Jun-2017	20.2	8.2	11	18	12.4	8.4	13.7	10.6	0	0		
02-Jun-2017	18.5	7.4	10.6	17.8	11.2	7.6	12.2	9.6	0	0		
03-Jun-2017	18.2	8.8	11.4	16.4	11.8	9.4	11.8	10.9	0	0		
04-Jun-2017	19.3	9	11	17.9	12.2	9.2	14.6	10.6	0	0		
05-Jun-2017	19.5	7.7	9.6	18.6	12	7.9	13	10.8	0	0		
06-Jun-2017	20.2	8.3	11.6	19.3	11.8	9.3	15	10.2	0	0		
07-Jun-2017	16.6	5.4	8.8	15.4	11.2	6.8	11.8	8	0	0		
08-Jun-2017	17.9	6.6	10.2	17	11.2	7	12	8.4	0	0		
09-Jun-2017	19.7	5	8.6	17.5	10.8	5.5	11.9	8.8	0	0		
10-Jun-2017	19.9	6	10	19.2	10.8	7	13.7	7.5	0	0		
11-Jun-2017	20.6	7	9.6	18.6	11.6	7.8	14.4	10	0	0		
12-Jun-2017	18.8	5	9.2	18.6	10.6	7	13	9.2	0	0		
13-Jun-2017	20.8	4.8	9.6	19.6	12	6	14	10	0	0		
14-Jun-2017	21.6	4	8.8	19.6	10.8	6.2	14.7	8.8	0	0		
15-Jun-2017	19.1	5	9.2	17.7	12	6.2	12.8	10.8	0	0		
16-Jun-2017	18.8	6.6	10.6	18	11.6	7.8	12.9	9.6	0	0		
17-Jun-2017	18.1	5.9	8.5	16.4	10.2	6.3	11.9	8	0	0		
18-Jun-2017	18.3	6	8.2	17.9	11.6	5.6	13	9.6	0	0		
19-Jun-2017	18.3	5.1	9	17.5	10.6	6.4	12.2	9	0	0		
20-Jun-2017	17	6.9	9	16	11.6	7.3	12	9.8	0	0		
21-Jun-2017	19.2	5.4	9.1	17.3	10	7.5	13.7	8.5	0	0		
22-Jun-2017	18.8	6.8	10.4	17.9	12.4	7.8	12.2	10	0	0		
23-Jun-2017	20	7.4	10.2	18	13.3	7.6	13	10.8	0	0		
24-Jun-2017	19.6	6	8.8	18.8	10.2	6.2	14	8.7	0	0		
25-Jun-2017	19.9	6.2	11.6	16.8	12.6	11.2	12.8	10.9	0	0		
26-Jun-2017	20.3	5.6	11	18.6	12	6.8	14	10.6	0	0		
27-Jun-2017	17.7	5.1	8.7	16.8	10.5	6.5	12.2	7.7	0	0		
28-Jun-2017	17	6	9.4	16.4	11.8	6.6	12	9.6	0	0		
29-Jun-2017	16.9	6.1	9.6	15.3	10.7	6.9	11.9	8.7	0	0		
30-Jun-2017	18.5	6.3	10.4	17.9	11.6	7.5	13.3	9.8	0	0		

Estación : CANTA , Tipo Convencional - Meteorológica

Departamento : LIMA

Provincia : CANTA

Distrito : CANTA

Ir : 2017-07 ▾

Latitud : 11° 28' 16.37"

Longitud : 76° 37' 32.5"

Altitud : 2818

Día/mes/año	Temperatura Max (°c)	Temperatura Min (°c)	Temperatura Bulbo Seco (°c)			Temperatura Bulbo Humedo (°c)			Precipitación (mm)		Direccion del Viento 13h	Velocidad del Viento 13h (m/s)
			07	13	19	07	13	19	07	19		
01-Jul-2017	19.7	7.5	11.5	18.3	12	9	14.9	10.2	0	0		
02-Jul-2017	19.6	8	10	17.2	11.9	8.3	12.4	8.5	0	0		
03-Jul-2017	18.5	6.3	10.4	16.4	11.6	7.5	11.8	9.6	0	0		
04-Jul-2017	19.3	6.9	10	17	12	7.9	12.2	10.2	0	0		
05-Jul-2017	19.7	5.8	9.2	17.8	12.6	6.3	13	11.6	0	0		
06-Jul-2017	21	6.9	10.3	18	11	7.2	13.6	8.6	0	0		
07-Jul-2017	19.3	9	10.8	18.7	12	9.2	13.9	10	0	0		
08-Jul-2017	20.1	6.6	9.8	18	12.6	7.3	12.6	11	0	0		
09-Jul-2017	19.3	5.6	9.7	17	10.6	7.7	11.9	8.9	0	0		
10-Jul-2017	18.3	6.3	9.2	17.4	11.5	7.3	11.9	9	0	0		
11-Jul-2017	18	6.1	9.8	17	10.6	6.8	11.4	7.8	0	0		
12-Jul-2017	21.7	9	12.4	19.4	12.6	9.4	13.6	10	0	0		
13-Jul-2017	17.9	5	9.2	16.9	10.6	6.5	12	9	0	0		
14-Jul-2017	20.8	4.2	7.8	18	10.6	5.5	14	8.8	0	0		
15-Jul-2017	19.1	5.1	7.2	17.7	11.6	5.6	12.9	9.7	0	0		
16-Jul-2017	20.6	4.9	7.7	18.9	10	5.9	13.3	8.8	0	0		
17-Jul-2017	22.7	5.3	8.5	19	11.6	6	13.5	9.8	0	0		
18-Jul-2017	19.5	6.2	10.2	18.4	12.2	8	13.8	10.6	0	0		
19-Jul-2017	18.8	6	9.2	18	12	6.6	14.1	9.8	0	0		
20-Jul-2017	19.3	5.4	8.8	17.9	12.2	6.6	13.6	10.2	0	0		
21-Jul-2017	20.2	8	11	18.1	11.8	9.1	13.7	10	0	0		
22-Jul-2017	19.9	9.2	12.8	18.5	13	10.4	14	11.2	0	0		
23-Jul-2017	20.1	4	9.3	18.2	12	6.8	13.3	10.6	0	0		
24-Jul-2017	22.1	9	12.5	18.8	12.8	9.8	14.6	11	0	0		
25-Jul-2017	19.9	10	13.8	17.8	13.6	11.8	12.9	12.2	0	0		
26-Jul-2017	18.7	8	12	18.3	12.6	9.7	13.5	10.2	0	0		
27-Jul-2017	20.2	10.7	13	17.6	12.8	11.2	13.6	11.4	0	0		
28-Jul-2017	19.4	4.6	10.2	18.3	11.6	8	14	9	0	0		
29-Jul-2017	21.2	6.6	11.6	19.4	13.3	9	14.9	11.6	0	0		
30-Jul-2017	19.5	5	10.3	18	11.6	8	14	9.2	0	0		
31-Jul-2017	21.5	4.2	8.6	17.2	10.8	6.6	13.9	9	0	0		

Estación : CANTA , Tipo Convencional - Meteorológica

Departamento : LIMA

Provincia : CANTA

Distrito : CANTA

Ir : 2017-08 ▾

Latitud : 11° 28' 16.37"

Longitud : 76° 37' 32.5"

Altitud : 2818

Día/mes/año	Temperatura Max (°c)	Temperatura Min (°c)	Temperatura Bulbo Seco (°c)			Temperatura Bulbo Humedo (°c)			Precipitación (mm)		Direccion del Viento 13h	Velocidad del Viento 13h (m/s)
			07	13	19	07	13	19	07	19		
01-Ago-2017	22.2	5	9.3	19.6	12.6	7	15	10.9	0	0		
02-Ago-2017	21.7	4.3	8.6	19.3	11.6	5.7	15.1	9.9	0	0		
03-Ago-2017	21.7	9.9	13.6	18.7	13	10.8	13.9	11	0	0		
04-Ago-2017	20	8.7	11.3	18.3	12.1	9.5	14.4	11	0	0		
05-Ago-2017	18.3	7.4	10.6	17.7	11.2	8.8	13.3	9.8	0	0		
06-Ago-2017	19.3	7.9	11	18	12.2	9	14.6	10.8	0	0		
07-Ago-2017	19.7	6.3	9.2	18.9	12.8	7	15	10.9	0	0		
08-Ago-2017	21.3	6.3	10.4	19.3	11.7	8	15.7	10	0	0		
09-Ago-2017	22.6	7.4	10.2	19.7	13.3	8.6	16.6	11.6	0	0		
10-Ago-2017	20.9	6.8	10.6	18.9	12.6	8.8	15.6	11	0	0		
11-Ago-2017	19.3	5	8	17.6	13	6	13.7	11.6	0	0		
12-Ago-2017	18.8	4.7	10	17.9	11.6	8	13.9	10	0	0		
13-Ago-2017	20	8.8	12.1	19.3	12.8	11	15.9	11.3	0	0		
14-Ago-2017	21.7	9.8	12	19.7	13	10.8	15.8	11.6	0	0		
15-Ago-2017	21.6	7.7	9.2	18.3	12.7	8	14.9	11	0	0		
16-Ago-2017	19.1	5.6	9.5	18.6	11.9	6.8	13.9	9.3	0	0		
17-Ago-2017	22.6	4.6	9.3	18.6	11.9	5.6	15.4	10.7	0	0		
18-Ago-2017	22.7	5.4	8.5	19	12.6	5.8	16.6	10.9	0	0		
19-Ago-2017	19.9	6.3	9.8	17.5	11.7	7.8	13.8	9.9	0	0		
20-Ago-2017	19.7	8.7	10.7	18.8	13.3	9	14.9	12	0	0		
21-Ago-2017	20.7	6.3	9.6	19.7	11.6	7.5	16.4	10	0	0		
22-Ago-2017	18.1	5.4	9.8	16.9	12.6	5.9	13	11.5	0	0		
23-Ago-2017	19.9	5.6	10.5	18.5	13.3	7.3	14.7	11.9	0	0		
24-Ago-2017	22.6	6	9	19.9	12.8	6.6	15.2	10.8	0	0		
25-Ago-2017	20.1	8.7	10.6	18	12.9	8.8	14	10.9	0	0		
26-Ago-2017	19.4	8.9	11.6	17.7	12	9	14.3	10.4	0	0		
27-Ago-2017	18.9	5.6	9.7	18.5	11.3	6.9	15.7	9.9	0	0		
28-Ago-2017	18.3	6	9	17.5	12.9	7.2	12.7	11.5	0	0		
29-Ago-2017	19.6	5.7	10.6	18.5	12	8.3	14.9	10.2	0	0		
30-Ago-2017	21.2	7.2	10.3	18.2	13.3	8.3	14.1	11.8	0	0		
31-Ago-2017	18.9	6.6	9.8	17.7	11.9	7	13.9	9.9	0	0		

Estación : CANTA , Tipo Convencional - Meteorológica

Departamento : LIMA

Provincia : CANTA

Distrito : CANTA

Ir : 2017-09 ▾

Latitud : 11° 28' 16.37"

Longitud : 76° 37' 32.5"

Altitud : 2818

Día/mes/año	Temperatura Max (°c)	Temperatura Min (°c)	Temperatura Bulbo Seco (°c)			Temperatura Bulbo Humedo (°c)			Precipitación (mm)		Direccion del Viento 13h	Velocidad del Viento 13h (m/s)
			07	13	19	07	13	19	07	19		
01-Sep-2017	19	6.1	9.3	16.8	12.3	7.1	12.9	10.8	0	0		
02-Sep-2017	18.3	10.6	13.3	16.9	13.6	11.9	13.5	12.4	0	0		
03-Sep-2017	18.7	9.5	11.9	18.1	12.1	10	14.9	11	0	0		
04-Sep-2017	17.7	5.7	9.1	17.2	10.9	6.5	14	9.2	0	0		
05-Sep-2017	18.9	8.3	12.7	15.6	13.2	10.6	13.2	11.5	0	0		
06-Sep-2017	23.2	7.3	10.4	18	13.2	8	12.9	10.6	0	0		
07-Sep-2017	19.3	8	11.2	18.7	12.3	8.4	13.9	10	0	0		
08-Sep-2017	19.3	6.3	9.6	18.5	10	7	14.2	8	0	0		
09-Sep-2017	18.2	4	8.6	17.3	11.3	5.7	13.3	9.9	0	0		
10-Sep-2017	21.7	5.9	12.4	19	13.3	11	14	12	0	0		
11-Sep-2017	18.5	5.9	11	16.9	12.2	9	12.6	10.8	0	0		
12-Sep-2017	16.9	6	10.1	15.2	12.5	6.8	11.8	9.9	0	0		
13-Sep-2017	19.9	8	12	17.9	13.2	8.5	13.3	10.7	0	0		
14-Sep-2017	20.7	8.6	11.7	18.6	13.8	9.7	15.2	11.6	0	0		
15-Sep-2017	19.4	9.7	13	16.3	13.6	10	13.2	11	0	0		
16-Sep-2017	18.3	9.7	12.1	16.7	12.5	10.7	12.9	10.5	0	0		
17-Sep-2017	18.8	8	11.2	16.9	12	9.3	13.6	11	0	0		
18-Sep-2017	20.1	8.8	10.3	19.9	13.3	9.1	15.9	11.6	0	0		
19-Sep-2017	19.4	8.2	10	18.5	12.8	9	14.9	11.3	0	0		
20-Sep-2017	18.6	7.2	11.9	17.8	12.1	8.8	13.7	10.6	0	0		
21-Sep-2017	22.1	8.5	11.6	19.6	13.8	9.9	14.7	11.5	0	0		
22-Sep-2017	20	8.2	11.9	18	13.8	8.8	13.6	10	0	0		
23-Sep-2017	19.9	7.2	11.6	16.9	12	8.4	13.4	9	0	0		
24-Sep-2017	20.8	8.3	11.7	19	12.7	9	14	10.9	0	0		
25-Sep-2017	18.5	9.2	11.9	17.7	13.3	9.9	13.8	11.5	0	0		
26-Sep-2017	19.5	8.3	10.2	16.2	12	9	13.4	9.9	0	0		
27-Sep-2017	20.7	8	12.1	19.3	12.2	9.2	15.5	11	0	0		
28-Sep-2017	18.3	6	10	17.1	13	7	14	11.2	0	0		
29-Sep-2017	19.7	6.9	9.8	18.9	12.8	7.7	15.6	9.9	0	0		
30-Sep-2017	19.1	5	10.3	17.9	11.8	6.8	14.8	8.9	0	0		

Estación : CANTA , Tipo Convencional - Meteorológica

Departamento : LIMA

Provincia : CANTA

Distrito : CANTA

Ir : 2017-10 ▾

Latitud : 11° 28' 16.37"

Longitud : 76° 37' 32.5"

Altitud : 2818

Día/mes/año	Temperatura Max (°c)	Temperatura Min (°c)	Temperatura Bulbo Seco (°c)			Temperatura Bulbo Humedo (°c)			Precipitación (mm)		Direccion del Viento 13h	Velocidad del Viento 13h (m/s)
			07	13	19	07	13	19	07	19		
01-Oct-2017	19.7	7.7	10.7	18.3	12.1	8	15.7	9.9	0	0		
02-Oct-2017	19.3	4	8.6	18.5	11.6	4.8	14.6	9.9	0	0		
03-Oct-2017	18.1	5.6	8.7	17.9	10.5	7.3	13.9	9	0	0		
04-Oct-2017	17.9	5.6	9.6	16.3	10	9.3	13.5	9	0	0		
05-Oct-2017	20.7	6	9.2	18.8	12.6	6.9	15	11	0	0		
06-Oct-2017	18.6	7.2	12	16.9	12	10	14	11.8	0	1		
07-Oct-2017	18.9	8.7	11.8	17.7	10.3	9.9	12.9	9	0	2.2		
08-Oct-2017	18.5	6.6	9.8	17.9	12.5	8.2	13.9	11.3	1.1	5.3		
09-Oct-2017	19	7	10.7	15.8	12	8.2	12.6	10.5	0	0		
10-Oct-2017	20.7	7.9	11.2	18	12.9	8.2	15	10.9	0	0		
11-Oct-2017	19.7	6.8	10.8	17.3	11.3	8.8	14	9.7	0	0		
12-Oct-2017	16.8	7	11.3	15.3	12.8	9.5	12.8	11	2.1	0		
13-Oct-2017	18.2	6.6	10	16.9	11.6	8	13.3	10.6	0	0		
14-Oct-2017	17.7	8	11.5	16.1	12	9.7	13.6	10.8	0	0		
15-Oct-2017	19.1	6.7	9.2	16.9	13.2	7.7	12.9	11.4	2.3	0		
16-Oct-2017	19.9	8	11	18.3	12.6	9.3	14.9	10.6	0	0		
17-Oct-2017	18.3	9.9	12.4	17.8	12	10.2	14.2	11	0	0		
18-Oct-2017	19.3	8.1	11.7	18.9	12.6	9.7	15	10.8	0	0		
19-Oct-2017	18	9.7	12.8	17.7	13.9	10	13.9	12	0	0		
20-Oct-2017	18.2	7.1	13	16.9	13.3	10.8	13.5	12	0	0		
21-Oct-2017	20.1	8.5	11	18.5	13.6	9.3	14.6	11.6	0	0		
22-Oct-2017	19.9	7.7	11	17.7	12.9	9.8	14	11.8	0	10.8		
23-Oct-2017	17.4	6.3	8.8	16	10.6	7	13	9	0	1.2		
24-Oct-2017	20	7.1	11	18.3	12.6	9.8	14.9	11.6	0	0		
25-Oct-2017	18.3	9.3	11.5	15.5	12.2	10	12.9	11.2	0	-888		
26-Oct-2017	18.9	8	9.8	17.3	13.3	8.8	14.5	11.6	0	0		
27-Oct-2017	18.8	10	12.8	16.9	13.6	11.2	14.2	11.9	0	0		
28-Oct-2017	17.7	8.3	10.4	15.6	12.9	9	13	10.6	0	0		
29-Oct-2017	17.7	8.7	10.5	15	9	9.3	12.2	8	0	0		
30-Oct-2017	19.5	9.6	11.5	16.1	13	10	13.3	11.5	0	0		
31-Oct-2017	20.3	5.9	11	18.2	12.9	7.2	14.6	11.5	0	0		

Estación : CANTA , Tipo Convencional - Meteorológica

Departamento : LIMA

Provincia : CANTA

Distrito : CANTA

Ir : 2017-11 ▾

Latitud : 11° 28' 16.37"

Longitud : 76° 37' 32.5"

Altitud : 2818

Día/mes/año	Temperatura Max (°c)	Temperatura Min (°c)	Temperatura Bulbo Seco (°c)			Temperatura Bulbo Humedo (°c)			Precipitación (mm)		Direccion del Viento 13h	Velocidad del Viento 13h (m/s)
			07	13	19	07	13	19	07	19		
01-Nov-2017	20	8.7	11.5	17.5	12	9.5	13.6	9.3	0	0		
02-Nov-2017	18.2	9	12.2	16.7	13.5	9.4	13.5	11.9	0	0		
03-Nov-2017	18.8	6.7	9.9	17.2	10	7.7	14	9	0	0		
04-Nov-2017	20.8	8.8	10.8	18.9	12.5	9	14	11	0	0		
05-Nov-2017	19.1	6.9	10.3	18.2	12.2	8	15.2	10.8	0	0		
06-Nov-2017	18.3	7.3	10.5	17.9	11.6	8.7	13.9	9.8	0	0		
07-Nov-2017	21.6	5.6	10.6	19.8	13.3	8.1	15.5	11.7	0	0		
08-Nov-2017	19.3	7.3	11.8	18.3	12.8	9.2	13.5	9.7	0	0		
09-Nov-2017	18.1	8	12	17.9	12.6	8	14.6	11	0	0		
10-Nov-2017	18.8	7	10.9	16.9	12.9	7.7	13	11.2	0	0		
11-Nov-2017	19.7	7.1	11	18.2	12.7	8.2	15.3	9.8	0	0		
12-Nov-2017	18.5	9	12.5	17.9	12.6	9.9	14.7	10	0	0		
13-Nov-2017	20	9.7	13	19.8	13.2	10	15.2	10.6	0	0		
14-Nov-2017	19.9	7	11.2	18	12.9	9	14	10.5	0	0		
15-Nov-2017	18.1	8.2	12	16.9	12.6	8.5	13.7	10.9	0	0		
16-Nov-2017	17.7	8	10.5	16.8	12.8	8.8	12.6	11	0	0		
17-Nov-2017	16.6	7	8.6	13.6	10.8	7.5	10	9	0	0		
18-Nov-2017	18.9	4.9	9.2	15.6	12	7.9	12	11	0	0		
19-Nov-2017	19.3	5	8.8	18.8	10.3	7.5	15	8.9	0	0		
20-Nov-2017	18	4.9	8.4	17.7	10.6	6.7	13.6	9.3	0	0		
21-Nov-2017	17.9	6.2	10.4	16.9	11.6	8.5	13.8	9.9	0	0		
22-Nov-2017	20.8	8	11.1	18.1	12.7	9	15.2	11	0	0		
23-Nov-2017	17.4	9.2	13.3	16.6	13.4	10.5	14	12.4	0	2.4		
24-Nov-2017	18.5	9.9	12	17.2	10.7	10.6	14.5	9.9	1.3	1.8		
25-Nov-2017	18.3	8.8	11	16	11.6	9	13	9.7	0	0		
26-Nov-2017	19.9	7.4	10.2	16.7	12.8	8.8	14	11.8	0	0		
27-Nov-2017	21.8	8.3	10.6	18.9	12	9.7	15.8	11	0	0		
28-Nov-2017	17.6	6	12.1	16.5	12.6	10.7	13.8	11.2	0	0		
29-Nov-2017	19.7	6.3	10.6	18.6	12.2	9.2	14	10.9	0	0		
30-Nov-2017	18	7.7	10	15.9	11	8	13	9.2	0	0		

Estación : CANTA , Tipo Convencional - Meteorológica

Departamento : LIMA

Provincia : CANTA

Distrito : CANTA

Ir : 2017-12 ▾

Latitud : 11° 28' 16.37"

Longitud : 76° 37' 32.5"

Altitud : 2818

Día/mes/año	Temperatura Max (°c)	Temperatura Min (°c)	Temperatura Bulbo Seco (°c)			Temperatura Bulbo Humedo (°c)			Precipitación (mm)		Direccion del Viento 13h	Velocidad del Viento 13h (m/s)
			07	13	19	07	13	19	07	19		
01-Dic-2017	16.9	6	10.1	15.5	10.6	9	12.9	10	0	1.3		
02-Dic-2017	17	8	10.5	16.8	11	9.7	13.9	11	0	-888		
03-Dic-2017	19.4	5.1	9	17.2	13	7.9	14.9	12	-888	0		
04-Dic-2017	20.7	7.3	10.8	18	12.6	8.6	14.8	11.4	0	0		
05-Dic-2017	18	6.9	9.2	17.1	13.3	7.2	15	11.5	0	0		
06-Dic-2017	19.9	9.9	12.2	18	12.6	10.3	15	11	4.2	0		
07-Dic-2017	18.3	7.9	10	17.9	12	8.3	14.7	11	0	2.1		
08-Dic-2017	19.3	8.3	11.7	16.6	12.9	9.2	13	10.8	.8	0		
09-Dic-2017	20.6	6.5	11.9	18.9	13.2	9.9	15	10.8	0	0		
10-Dic-2017	21.8	8.8	11.3	19.9	12.9	9.1	16	10.8	0	0		
11-Dic-2017	17.9	9.8	11.9	15.9	12	10	13	11.4	0	0		
12-Dic-2017	18.3	6.9	8	17.2	11	7.5	13.8	11	-888	1.5		
13-Dic-2017	20	8	9.9	18.2	12.2	9	14.8	11.2	-888	1.3		
14-Dic-2017	19.1	8.8	11	17.7	12.6	9	13.8	11.2	2	0		
15-Dic-2017	18.7	9	13	16.6	13.3	10.9	13.9	11.5	0	2.5		
16-Dic-2017	20.1	9.1	11.6	18.3	12.2	10	15	11.2	0	0		
17-Dic-2017	19.7	8	10.8	17	12.6	9.2	14	11.8	0	0		
18-Dic-2017	17.2	6.3	11.8	16.6	12	10	14	11	0	0		
19-Dic-2017	17	9.6	13	15.9	13.3	11.6	13	12	0	0		
20-Dic-2017	19.6	8.3	11	18.5	13	10	14	12	0	1		
21-Dic-2017	18.7	9	11.5	16.9	12	10.8	14	11	-888	0		
22-Dic-2017	17.1	8.3	11	15.9	11.5	10.5	14.3	10.9	0	0		
23-Dic-2017	19.2	7.7	10.8	17.2	12.5	9.6	14.8	11.8	0	0		
24-Dic-2017	16.2	6.3	9.9	15.5	10.8	7.5	13	10	0	0		
25-Dic-2017	19.6	8.4	11.2	18.6	11.4	8.6	14.9	11.4	0	0		
26-Dic-2017	16.6	6.3	9.7	14.6	10.6	7	12	10	0	0		
27-Dic-2017	19.1	9.2	12.2	17	12.8	10.6	15	12	0	2.1		
28-Dic-2017	18.4	8.8	10.4	16.5	11.6	9.3	14.1	10.9	0	0		
29-Dic-2017	18	7.3	10.3	16.9	12	8.6	14.1	12	0	0		
30-Dic-2017	16.7	6.9	9.7	15.4	10.4	7.3	13.8	9.2	0	0		
31-Dic-2017	16	8	9.5	15.6	10	8.7	13.5	9	0	0		

## Precipitaciones Pluviales del mes de enero a mayo del año 2018

Estación : CANTA , Tipo Convencional - Meteorológica												
Departamento : LIMA			Provincia : CANTA			Distrito : CANTA			Ir : 2018-01 ▾			
Latitud : 11° 28' 16.37"			Longitud : 76° 37' 32.5"			Altitud : 2818						
Día/mes/año	Temperatura Max (°c)	Temperatura Min (°c)	Temperatura Bulbo Seco (°c)			Temperatura Bulbo Humedo (°c)			Precipitación (mm)		Direccion del Viento 13h	Velocidad del Viento 13h (m/s)
			07	13	19	07	13	19	07	19		
01-Ene-2018	15.4	6	9.7	14.4	11	9	12	11	0	0		
02-Ene-2018	17	6.9	10.6	15.4	11	8	13.3	10.2	0	0		
03-Ene-2018	19.3	8.3	12.2	18.2	13.3	9	13.9	11.6	0	0		
04-Ene-2018	20.1	7.3	11.2	17	12.6	8	12.9	11	0	0		
05-Ene-2018	18	8.3	11.7	17	12	9.3	14	11.8	0	1.6		
06-Ene-2018	16.1	6.8	9.9	15.3	12	7.2	13.9	12	0	3.5		
07-Ene-2018	18.6	7.7	10.4	16.5	11	10	13.8	11	0	0		
08-Ene-2018	19.2	5.7	9.9	17.7	10	8	14	9	0	2.1		
09-Ene-2018	19.8	8	9.8	18.5	11	8.5	14.9	11	0	4.6		
10-Ene-2018	16.8	9	9.9	15.5	12.8	9.9	13	12.8	2.8	6.9		
11-Ene-2018	16.9	7.3	9	14.8	10.4	8	12.6	10	1.3	8.6		
12-Ene-2018	17	5.3	10.3	16.4	10.8	9.4	14.4	10	3.5	2.9		
13-Ene-2018	19.3	8.3	11.3	17.9	12.6	9.9	13.7	12	0	0		
14-Ene-2018	18	6.2	10.3	16.9	11	9.2	14.2	10.8	0	3.2		
15-Ene-2018	17.1	9	9.9	16.6	10.6	9.9	13.9	10.6	-888	.8		
16-Ene-2018	19.1	6.5	8.9	18	10	8	15	9.7	-888	7.3		
17-Ene-2018	18.9	9.7	10.2	16.7	10.2	10.2	14.5	10.2	4.7	7.6		
18-Ene-2018	19.6	8.8	9.9	18.6	13.3	9.3	15.2	12.5	1	4.6		
19-Ene-2018	18	7.3	9.6	17	10.7	9.6	15	10.2	2.5	1.7		
20-Ene-2018	17.4	9.7	12.2	14	12.2	11.6	12.3	11.9	0	5.2		
21-Ene-2018	17	7.8	9.5	16.2	10.6	8.4	14	10.4	0	3.1		
22-Ene-2018	15.7	5.6	10.8	14.8	11.3	10.8	12.5	10.8	7.7	8.9		
23-Ene-2018	18.9	8	10.6	18.5	12	9.4	15	11.8	0	0		
24-Ene-2018	20.3	7	9.6	19.1	12.2	8.2	16.2	12	0	0		
25-Ene-2018	19.2	6.2	9.8	17.9	10.7	7.1	14	10	0	2.3		
26-Ene-2018	19	7.3	10	18.8	11.8	9.2	14.7	11	0	19.4		
27-Ene-2018	21.6	8	11	19.3	12.7	8.3	15	12	0	0		
28-Ene-2018	19.7	6.7	10.8	18.9	11.4	7.3	15.9	11	0	0		
29-Ene-2018	19.8	8	10	17.6	12.4	8.2	14	12	0	0		
30-Ene-2018	19	7.6	9.4	18.4	12.5	8.8	15	12	0	0		
31-Ene-2018	18.8	8.1	11	17	12.6	9.9	13.6	11.5	0	0		

Estación : CANTA , Tipo Convencional - Meteorológica												
Departamento : LIMA			Provincia : CANTA			Distrito : CANTA			Ir : 2018-02 ▾			
Latitud : 11° 28' 16.37"			Longitud : 76° 37' 32.5"			Altitud : 2818						
Día/mes/año	Temperatura Max (°c)	Temperatura Min (°c)	Temperatura Bulbo Seco (°c)			Temperatura Bulbo Humedo (°c)			Precipitación (mm)		Direccion del Viento 13h	Velocidad del Viento 13h (m/s)
			07	13	19	07	13	19	07	19		
01-Feb-2018	19.7	7.3	10.6	18	12.2	9	14	11.8	0	0		
02-Feb-2018	18	6.6	10.6	17.5	13.2	9.3	13	12.8	0	5.3		
03-Feb-2018	18.6	6	10	16.9	12.6	8.2	13.5	11.3	0	0		
04-Feb-2018	18.6	7.9	11	16.9	12.6	8	13.5	11.8	0	0		
05-Feb-2018	19.6	8.3	10.8	17.5	13	8.8	12.9	12	0	0		
06-Feb-2018	18.7	9	11.7	17.7	11.9	10.9	14.9	11.6	2.4	2.9		
07-Feb-2018	20	7.3	10	18.9	12.5	8.9	15.2	11.9	0	0		
08-Feb-2018	18	9.2	11.7	17.3	12	10	14.6	11.8	0	1.8		
09-Feb-2018	20	8	11	18.3	13.6	9.6	15	13	0	0		
10-Feb-2018	19.7	6.3	9	17.7	10.8	8.8	13.8	10	0	0		
11-Feb-2018	18.5	9.7	12	16.9	12.8	10	13	11.3	0	0		
12-Feb-2018	14.1	10	11	13.8	12.2	11	12.6	11.8	0	5.6		
13-Feb-2018	15	7.7	10.6	13	11.8	10.6	12.8	11.6	1	0		
14-Feb-2018	16.1	6.2	10.4	15.2	12.4	9.2	13.3	12.2	1.1	12.5		
15-Feb-2018	15.2	6.4	11.3	14.2	11.6	11.3	13.2	11.3	0	13.3		
16-Feb-2018	14.8	8.2	11.2	11.4	11.4	10.2	10.7	11.4	4.4	3.2		
17-Feb-2018	17.8	5.2	10.4	15.6	12.6	9.3	14.2	12.6	0	0		
18-Feb-2018	14.4	6.5	11.2	11.6	11.4	11.2	11.6	11	3.6	10.2		
19-Feb-2018	13.2	6.9	9.7	12.4	10.8	8	12.4	10.8	0	1.8		
20-Feb-2018	15.4	7.4	10.2	14.8	11.2	9.7	14	11.2	0	4.1		
21-Feb-2018	15.2	9.8	10.8	14.6	11.6	10.2	12.7	11.6	0	0		
22-Feb-2018	16	5.6	10.4	15.6	12.4	9.4	13.2	12	0	0		
23-Feb-2018	17.6	6.4	11.4	15.4	12.5	10	13	11.3	0	0		
24-Feb-2018	18.8	7.9	10.5	16.8	13.3	8.5	14	11.9	0	0		
25-Feb-2018	18	7.1	10.3	17.7	12.8	8	14.9	12.8	0	5.5		
26-Feb-2018	17.3	5.6	9.7	15.6	10.6	8.5	13	9.7	7.8	2.6		
27-Feb-2018	18.5	8	10.6	17.9	11	9.2	14.7	11	7.4	4.9		
28-Feb-2018	17.7	7	8	16.4	10.8	7.6	14.9	10.8	1.3	3.6		

Estación : CANTA , Tipo Convencional - Meteorológica

Departamento : LIMA Provincia : CANTA Distrito : CANTA Ir : 2018-03 ▾  
 Latitud : 11° 28' 16.37" Longitud : 76° 37' 32.5" Altitud : 2818

Día/mes/año	Temperatura Max (°c)	Temperatura Min (°c)	Temperatura Bulbo Seco (°c)			Temperatura Bulbo Humedo (°c)			Precipitación (mm)		Dirección del Viento 13h	Velocidad del Viento 13h (m/s)
			07	13	19	07	13	19	07	19		
01-Mar-2018	15	7.5	10.2	13.2	10.6	9.7	12.4	10.6	0	8		
02-Mar-2018	16.5	6.3	9	15.3	11.1	8	13.4	10.8	0	3.2		
03-Mar-2018	16.9	7.6	10	15.5	12.6	9.2	13.9	12	9.3	3.3		
04-Mar-2018	15.5	8.8	9.6	14.4	9.8	9.6	13	9.8	-888	1.3		
05-Mar-2018	18.1	7.1	8.9	17.4	10.4	8	14.8	9.8	-888	1.1		
06-Mar-2018	18.3	6.9	11.6	16.9	12	10	14	12	0	6.6		
07-Mar-2018	18	8.1	11.8	17.1	12	10.4	14.2	11.4	4.2	4.8		
08-Mar-2018	17.3	7.9	10.8	16	11.3	10	13	10.5	0	0		
09-Mar-2018	17	9.3	12.6	15.5	13.2	11	13	12	0	0		
10-Mar-2018	19.3	8	10.7	17.9	13.2	8.8	14	12.6	0	0		
11-Mar-2018	18	7.9	11.3	16.8	12	10	13.3	11	0	-888		
12-Mar-2018	18.9	10	13	17.8	11.8	11.8	15.4	11.8	7.7	7.2		
13-Mar-2018	17.3	9	11.2	16.9	12	10.2	14	12	0	6.6		
14-Mar-2018	16	9.7	12.2	15	12	11	13.9	12	0	0		
15-Mar-2018	17.5	8.8	11.2	16.6	12.8	10	14.5	12.6	0	5.5		
16-Mar-2018	18.4	7.2	9.8	17.2	12.6	9	15.4	12	-888	3.1		
17-Mar-2018	17.1	7.2	9.8	16.9	11	9	13.7	11	0	1.6		
18-Mar-2018	16.9	6.4	8.2	15.5	10	7.8	13.3	9	3.3	1.1		
19-Mar-2018	19	8	11	17.1	12.6	10	14.6	12	-888	5.5		
20-Mar-2018	18.8	7.5	10	18.2	10.6	8.9	15.3	10.4	.8	2.1		
21-Mar-2018	16.7	7	10	15.7	11.6	9.8	13.3	10.8	.3	2.2		
22-Mar-2018	17.9	6.3	9.9	17.3	11.6	8	14.5	11	0	4.7		
23-Mar-2018	17.1	8.8	11.5	16.9	12	10.4	14	11	1.8	3.5		
24-Mar-2018	18	8	9.2	17.6	9.9	9	14	9.9	0	1.1		
25-Mar-2018	19.3	6.9	10.6	17.2	11	9.7	13.9	11	0	5.9		
26-Mar-2018	18.2	8.7	10	16.1	11	9.3	14	11	0	.9		
27-Mar-2018	19.3	9.3	12.8	18.1	13	11	15.6	12.4	0	6.6		
28-Mar-2018	17.9	8	11.3	16.5	12.2	10	13.4	12	1.6	0		
29-Mar-2018	19.9	9.7	11.9	18.7	12.8	10	15	11.8	0	0		
30-Mar-2018	19.6	7.4	10.5	17.1	13.3	9.2	14.5	12	0	0		
31-Mar-2018	20	7.7	12.5	19.3	13.4	10.8	15.6	12	0	0		

Estación : CANTA , Tipo Convencional - Meteorológica

Departamento : LIMA Provincia : CANTA Distrito : CANTA Ir : 2018-04 ▾  
 Latitud : 11° 28' 16.37" Longitud : 76° 37' 32.5" Altitud : 2818

Día/mes/año	Temperatura Max (°c)	Temperatura Min (°c)	Temperatura Bulbo Seco (°c)			Temperatura Bulbo Humedo (°c)			Precipitación (mm)		Dirección del Viento 13h	Velocidad del Viento 13h (m/s)
			07	13	19	07	13	19	07	19		
01-Abr-2018	19.1	6.9	9.8	18.2	10.8	7.9	14.4	9.9	0	0		
02-Abr-2018	18.5	7.6	9.5	17.7	11.6	8	14	11	0	.8		
03-Abr-2018	16.5	8.9	10.2	14	10.6	9	12	10.4	0	1.3		
04-Abr-2018	17.1	7.3	10.5	16.4	11.6	10.2	13.9	11	6.4	5		
05-Abr-2018	18.3	9.3	10.2	17.1	10.8	10.2	14.2	10.6	2.2	13		
06-Abr-2018	17.7	6.8	9.8	16.6	12.2	8.8	14	10.8	0	1.5		
07-Abr-2018	18.3	7.9	10.9	17.5	12.2	10	14.7	12	3.9	1.1		
08-Abr-2018	19.1	8.7	9.7	18.7	10.6	9	15.9	10.4	0	-888		
09-Abr-2018	16.7	6.6	9.7	15.5	9.9	8.9	13.4	9.7	0	2.5		
10-Abr-2018	18.9	8.9	10.6	17	12.6	9.5	13.9	11.8	0	1.1		
11-Abr-2018	19.7	6.6	9.2	18.5	10.8	8.6	15.4	10.8	0	3.5		
12-Abr-2018	18.1	5.7	9	17.4	11.9	8.2	13.7	11	0	4.5		
13-Abr-2018	16.7	6.9	10.7	15.3	10	9.3	12.8	9.3	0	0		
14-Abr-2018	18.5	8.8	12.1	18.3	12.7	11	14.7	11.6	0	0		
15-Abr-2018	17.7	7.9	10	16.9	11.3	8	14	9.9	0	0		
16-Abr-2018	19.9	9.7	10.9	18.8	13.3	9.9	15	12	0	0		
17-Abr-2018	20.1	5.6	8.8	19.4	10	7.3	16.3	8.9	0	0		
18-Abr-2018	19.3	4.9	9	18.7	12	8.2	14	11	0	0		
19-Abr-2018	20.9	8.3	11.2	18	13.4	9.7	14.5	11.9	0	0		
20-Abr-2018	20.8	7.1	10	18.7	11.6	8.8	14.1	9.9	0	0		
21-Abr-2018	19.7	6.3	10.2	18.6	10.8	8.6	14	9.6	0	0		
22-Abr-2018	18.8	7.7	9.8	18	11.6	8	13	10.4	0	0		
23-Abr-2018	16.3	6	9.7	15.8	9.9	8	12.9	8.4	0	2.1		
24-Abr-2018	17.5	9.5	11.5	16.2	12.2	10	13.6	11.8	0	8.1		
25-Abr-2018	16.1	9	11.9	15.4	12	10.4	13	12	4.8	6.2		
26-Abr-2018	17.4	8.4	11.5	16.3	12.4	10.6	13.7	10.8	2.4	1.6		
27-Abr-2018	17.9	6.8	10	16.4	13	8	14	11.8	0	0		
28-Abr-2018	17	7	10.5	15	11.6	9.8	13	11.6	0	8.2		
29-Abr-2018	18.6	9.1	10.8	17.9	11.9	10.6	15.6	10.9	0	3.7		
30-Abr-2018	18	8.4	10	16.9	11	8.8	14.8	11	0	5.9		

Estación : CANTA , Tipo Convencional - Meteorológica

Departamento : LIMA

Provincia : CANTA

Distrito : CANTA

Ir : 2018-05 ▼

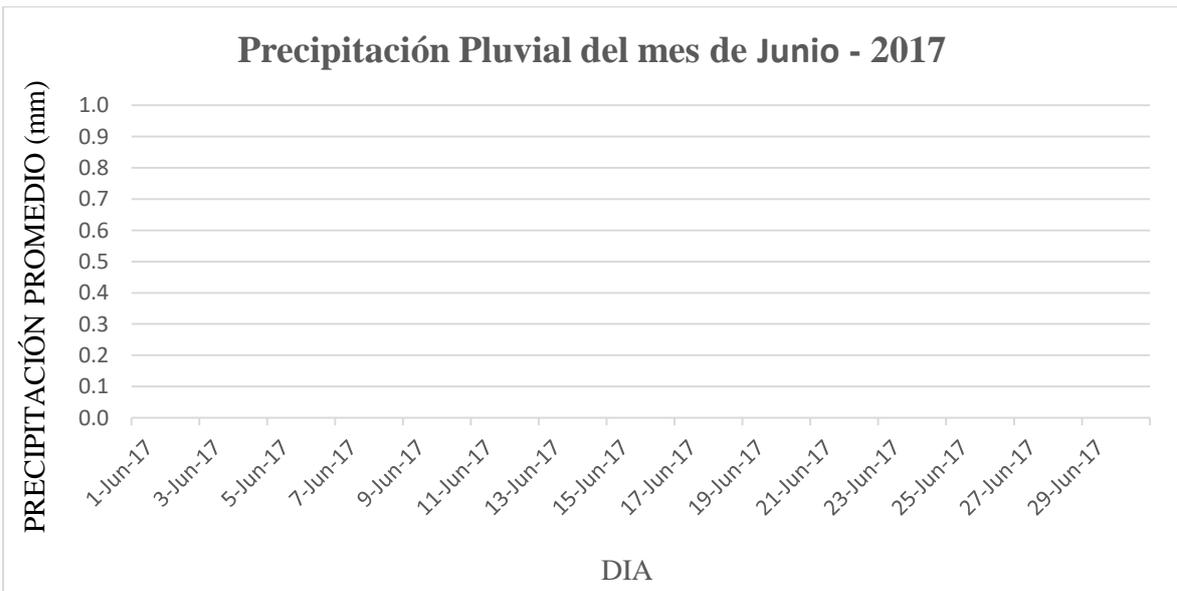
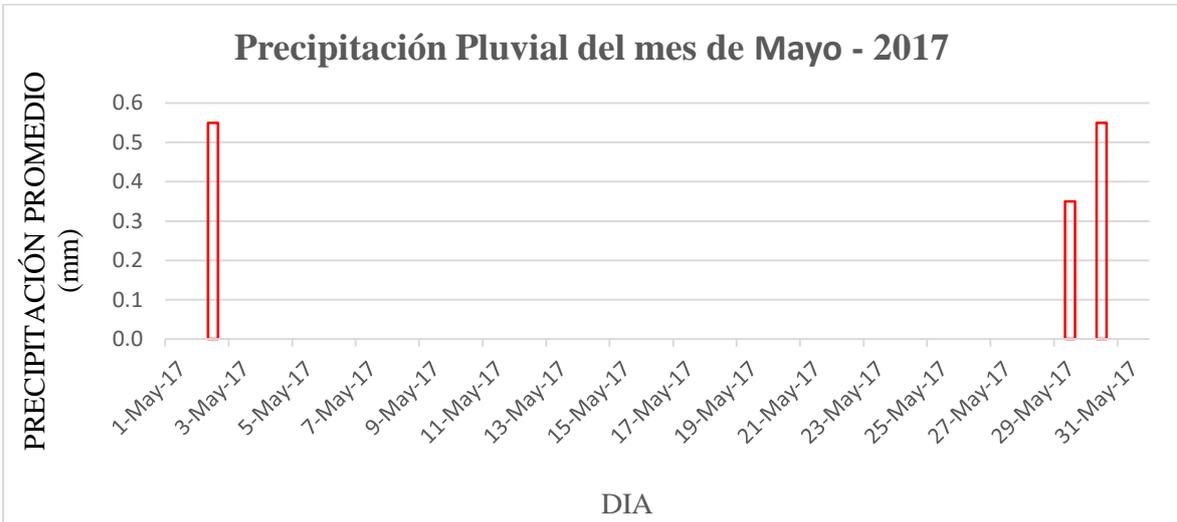
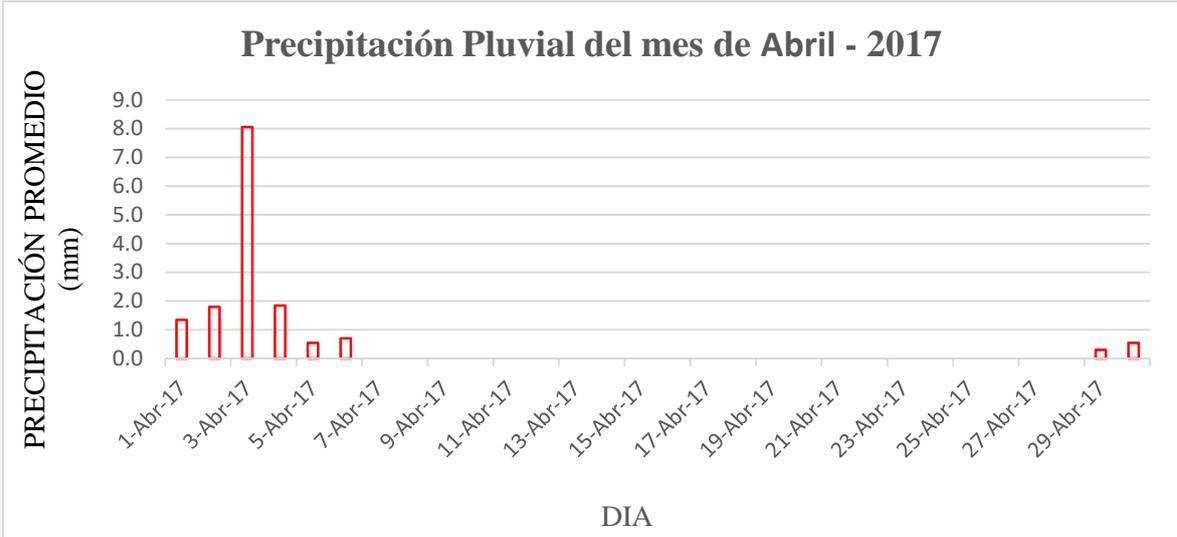
Latitud : 11° 28' 16.37"

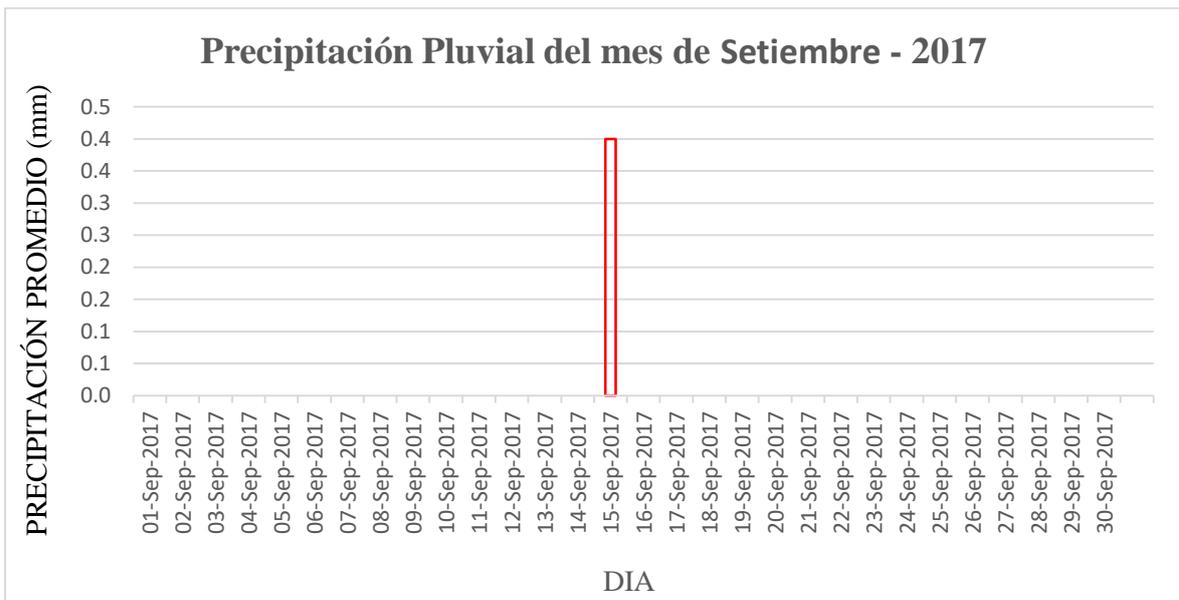
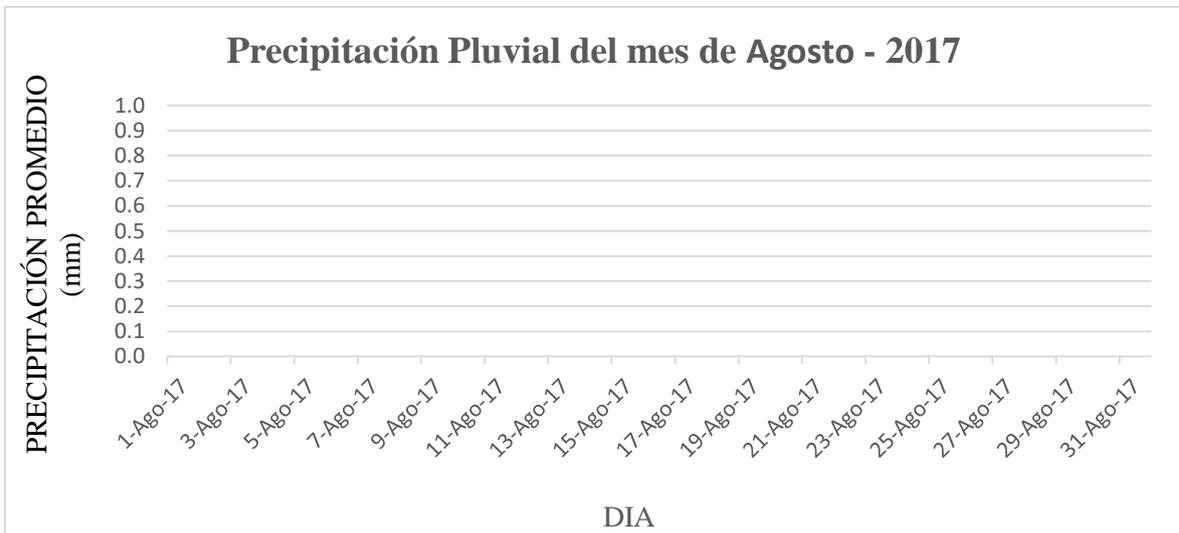
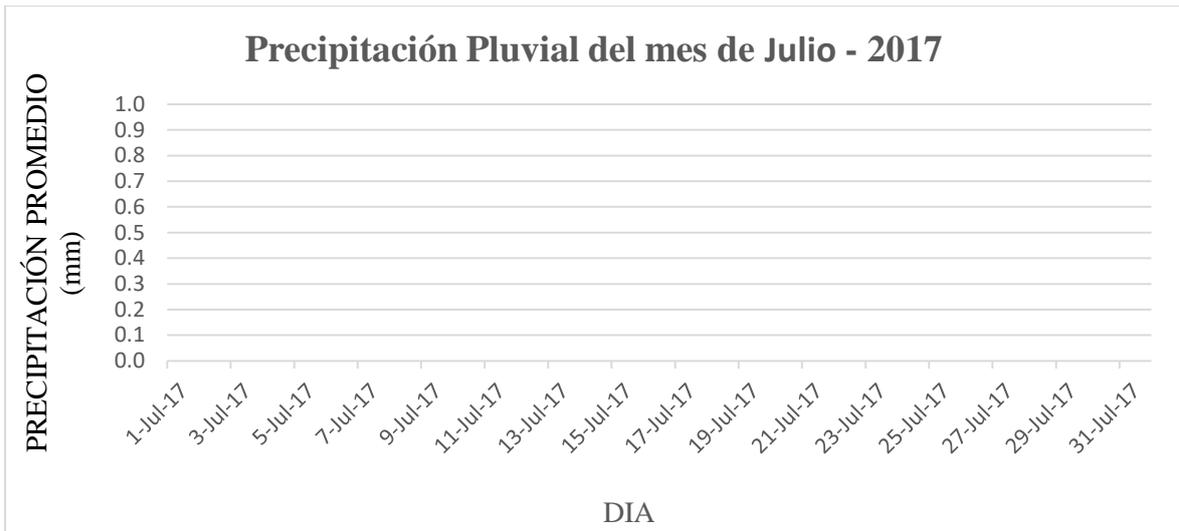
Longitud : 76° 37' 32.5"

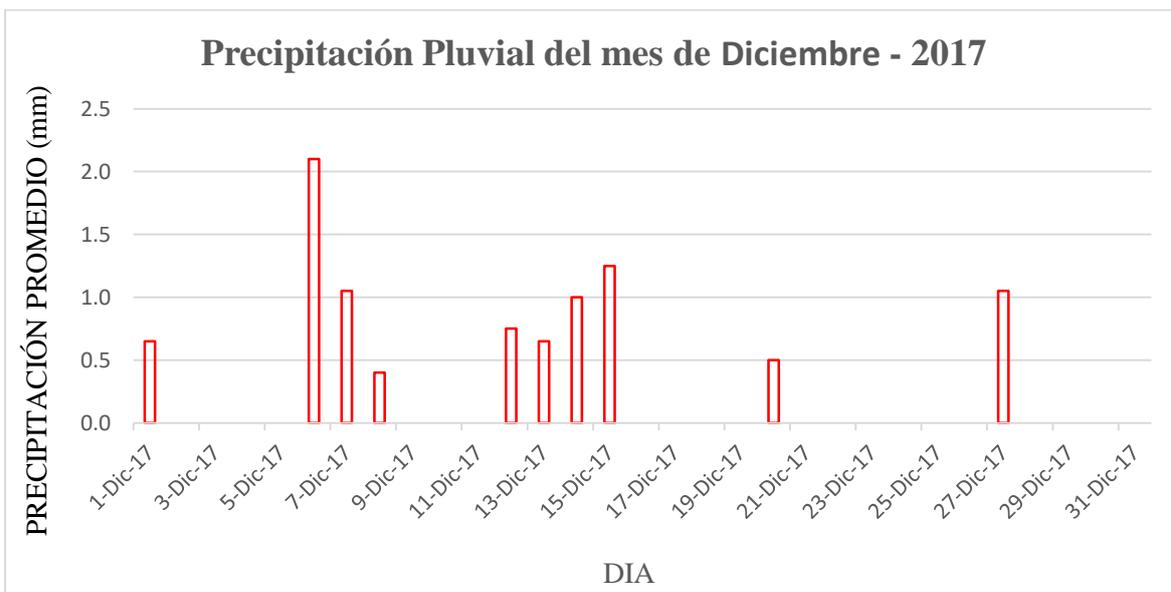
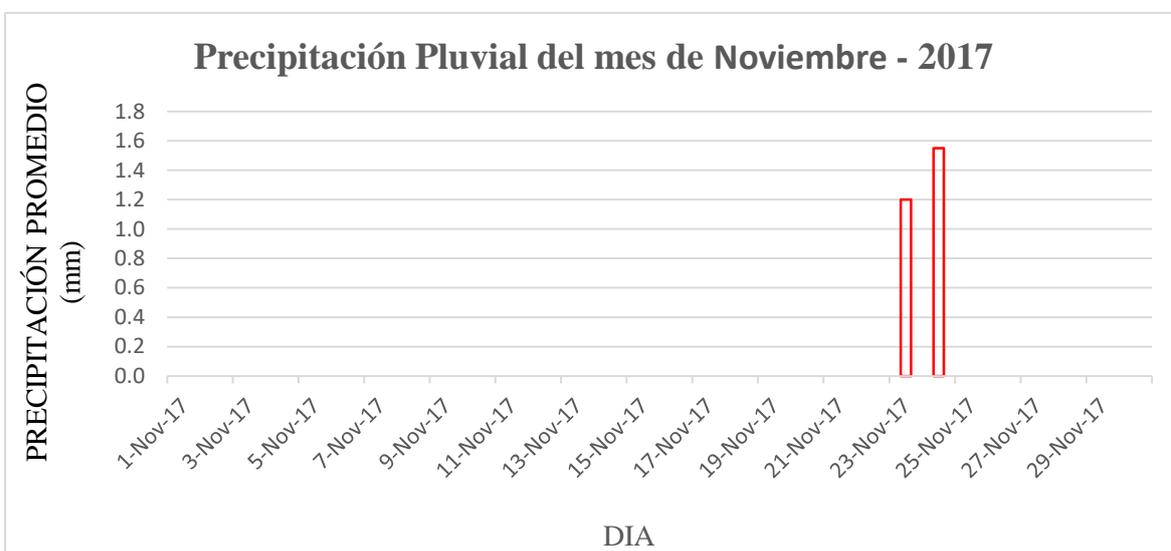
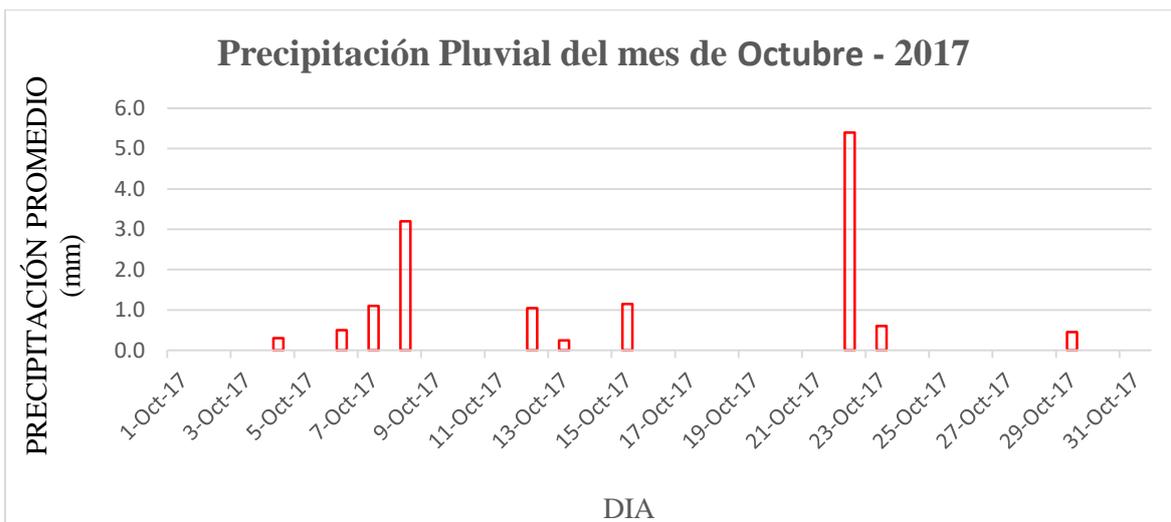
Altitud : 2818

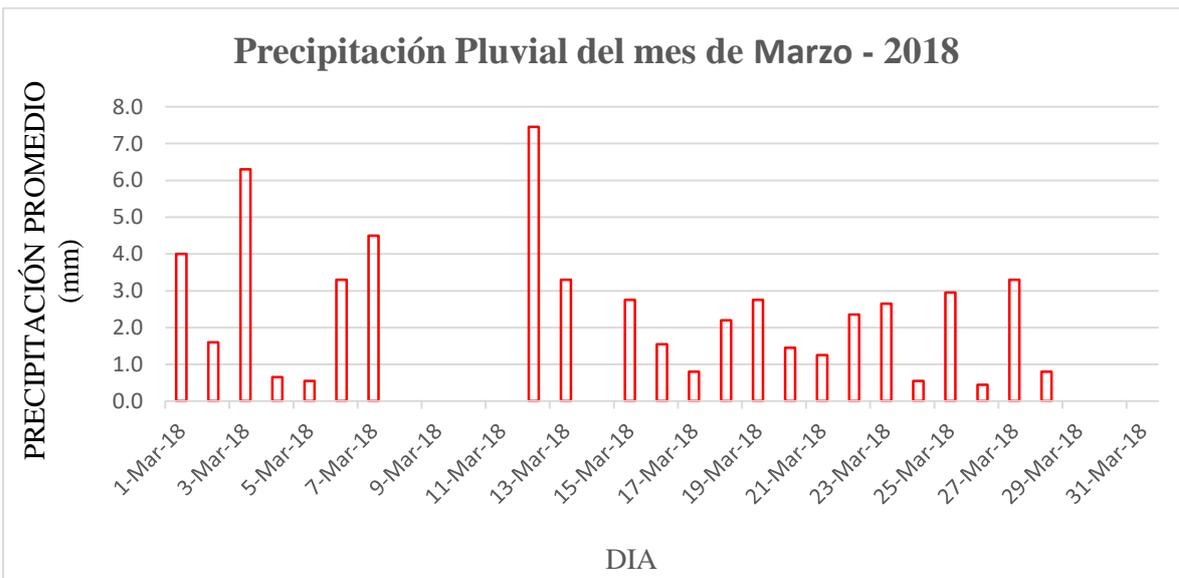
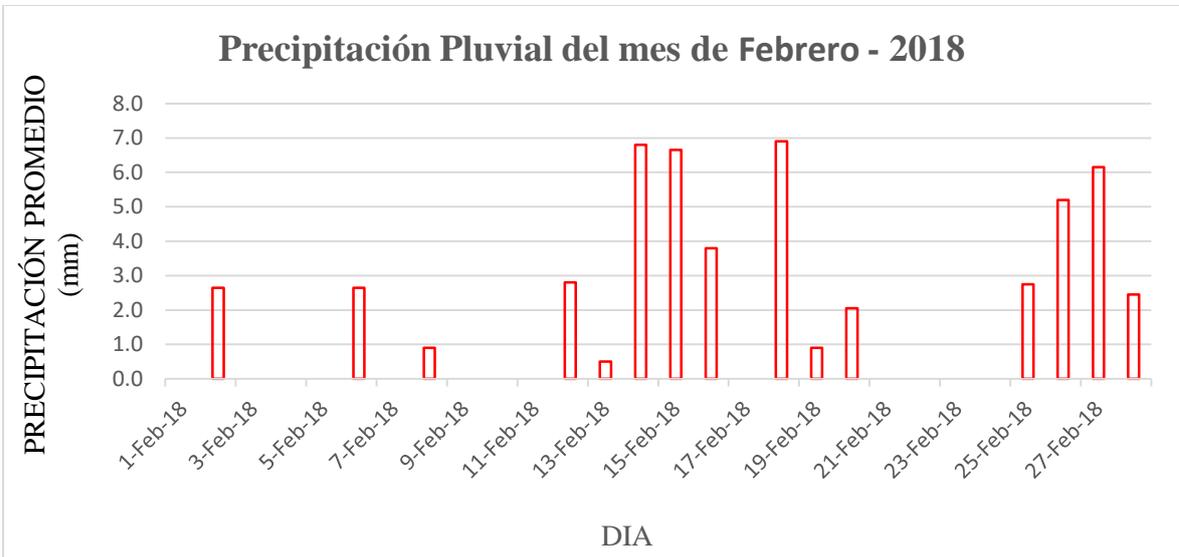
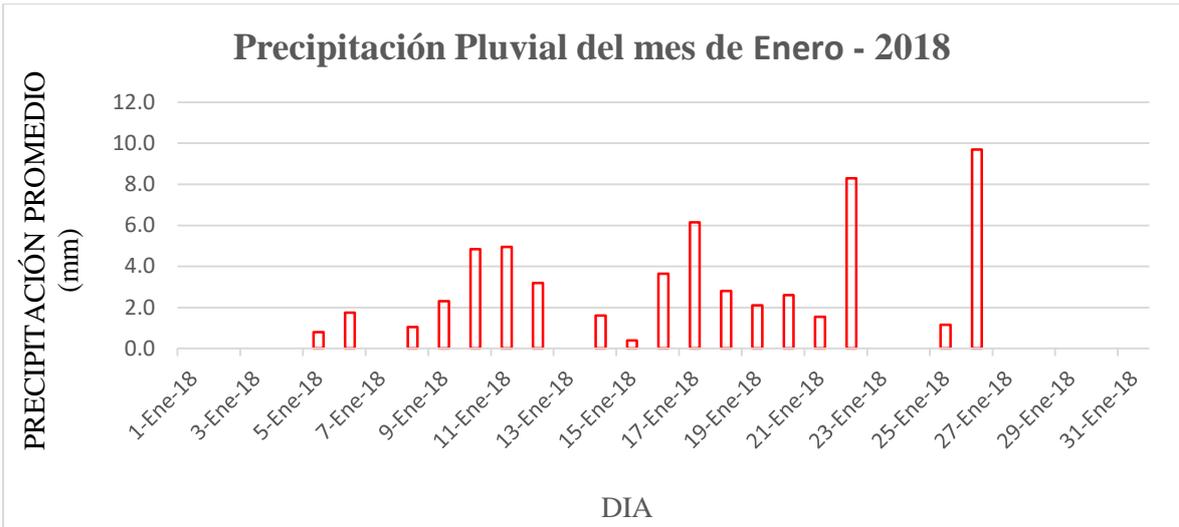
Día/mes/año	Temperatura Max (°c)	Temperatura Min (°c)	Temperatura Bulbo Seco (°c)			Temperatura Bulbo Humedo (°c)			Precipitación (mm)		Dirección del Viento 13h	Velocidad del Viento 13h (m/s)
			07	13	19	07	13	19	07	19		
01-May-2018	19.7	6	9.7	18.6	11	8	15.3	10	0	0		
02-May-2018	18.7	7.7	9.4	16.2	13	8.9	14.1	12	0	0		
03-May-2018	18.4	5.7	8.3	17.9	12.2	6	15	11.6	0	0		
04-May-2018	21.7	8.8	12.4	18.8	13	11	16	11.2	0	0		
05-May-2018	19.4	9.3	11.9	17.3	13	9.7	13.9	11.4	0	0		
06-May-2018	20.7	6.3	9	19.3	11	7.5	16	9.3	0	0		
07-May-2018	18.8	8	11.2	18.4	13	9.5	16	11.9	0	0		
08-May-2018	19.4	5.4	10.2	17	11.3	9	13.2	10.4	0	1.3		
09-May-2018	15.6	8.7	10.8	12.6	10.9	9.6	11.3	10.1	0	-888		
10-May-2018	19.9	8.2	9.8	18.4	12.3	9.1	14.2	11.4	0	0		
11-May-2018	18.1	7.7	10.2	17.4	11	8.6	14	10	0	-888		
12-May-2018	17	6.6	8.4	16.4	10	7	13.3	9	0	-888		
13-May-2018	19.3	5.5	9.7	18.1	11.6	8.4	14.8	10	0	0		
14-May-2018	21.7	6.9	10	19.6	13.4	8.7	15.9	11.9	0	0		
15-May-2018	19.9	6	9.2	18.3	10.6	7.7	15	9	0	0		
16-May-2018	19.4	7.3	9.7	18.7	10.9	8	14.1	9.9	0	0		
17-May-2018	18.5	8.9	10.5	17.1	11.8	9	13.8	10.3	0	0		
18-May-2018	20.5	6.3	9.9	18	12.9	7.7	14	11.6	0	0		
19-May-2018	19.3	8.9	11.6	18.8	12.7	10	15.7	11.4	0	0		
20-May-2018	22.7	9.7	12	19.7	12.5	10.8	16	11	0	0		
21-May-2018	19.7	8	12.5	18.6	13.3	11	15.9	12	0	0		
22-May-2018	18	6	8.8	17.7	9.9	6.7	14.9	8.2	0	0		
23-May-2018	21.5	5.3	10.6	19.2	13	8.8	16.3	11.9	0	0		
24-May-2018	17.9	8.3	11.4	17.2	12	9.8	15.8	10.9	0	0		
25-May-2018	18.3	6.9	11.3	17.9	11.7	9.5	14	10.4	0	0		
26-May-2018	19.5	10.8	13.4	18.4	13	11.6	14.4	11.2	0	0		
27-May-2018	19.1	5.1	10.6	17.5	12.7	8.2	12.8	11.4	0	0		
28-May-2018	22.2	6.4	9.7	19.5	11.9	7.4	14.2	10.3	0	0		
29-May-2018	20.1	5	8	18.4	11.6	6	14.1	10	0	0		
30-May-2018	21.4	3	7.5	19.6	10.8	3.9	15	8.9	0	0		
31-May-2018	19	6.3	9.9	18.5	12.9	7.8	13.9	11.1	0	0		

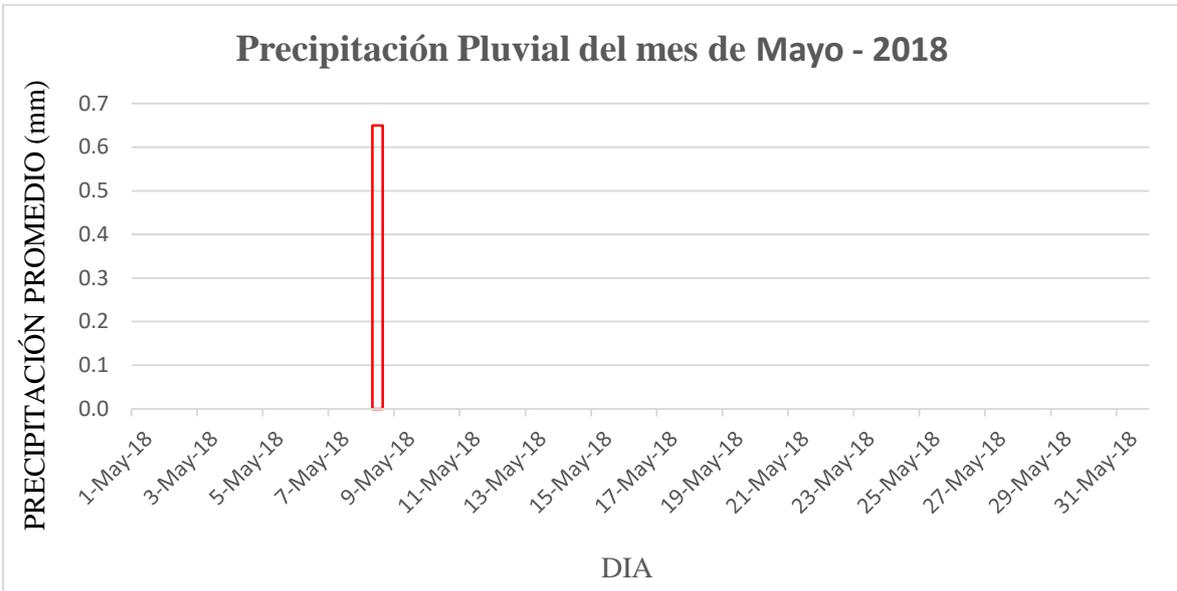
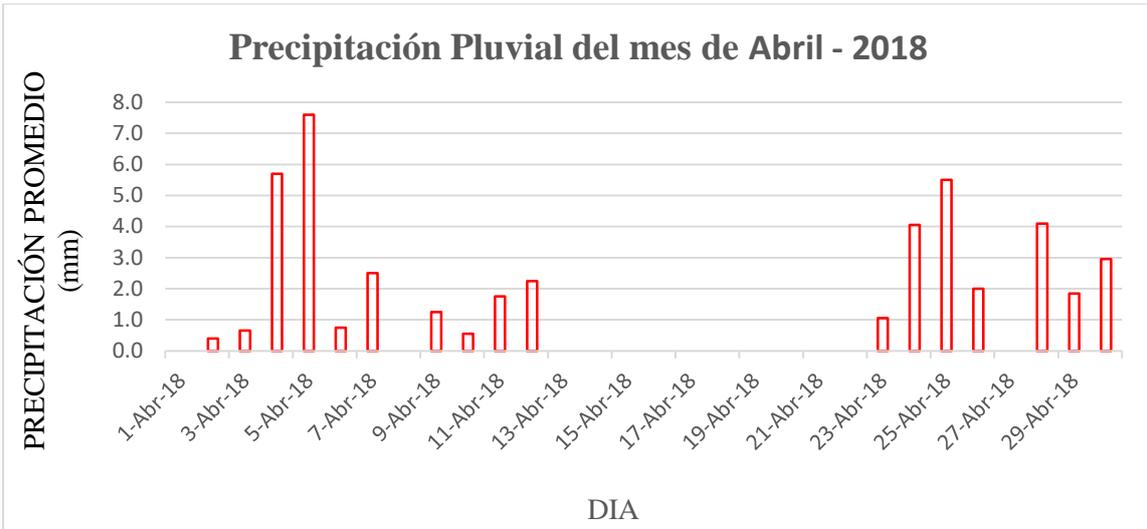












## Anexo 10. Lista de las normas para ensayos según E.050 - RNE

### NORMA E.050

#### SUELOS Y CIMENTACIONES

##### CAPÍTULO 1 GENERALIDADES

###### Artículo 1.- OBJETIVO

El objetivo de esta Norma es establecer los requisitos para la ejecución de Estudios de Mecánica de Suelos (*EMS*), con fines de cimentación, de edificaciones y otras obras indicadas en esta Norma. Los *EMS* se ejecutarán con la finalidad de asegurar la estabilidad y permanencia de las obras y para promover la utilización racional de los recursos.

\* Ver Glosario

###### Artículo 2.- ÁMBITO DE APLICACIÓN

El ámbito de aplicación de la presente Norma comprende todo el territorio nacional.

Las exigencias de esta Norma se consideran mínimas. La presente Norma no toma en cuenta los efectos de los fenómenos de geodinámica externa y no se aplica en los casos que haya presunción de la existencia de ruinas arqueológicas; galerías u oquedades subterráneas de origen natural o artificial. En ambos casos deberán efectuarse estudios específicamente orientados a confirmar y solucionar dichos problemas.



$n$  = Número de golpes por cada 0,10 m de penetración mediante auscultación con DPL.  
 $q_c$  = Resistencia de punta del cono en unidades de presión.  
 $f_c$  = Fricción en el manguito.  
 $S_t$  = Sensitividad.  
 (3) Sólo para suelos finos saturados, sin arenas ni gravas.  
 (4) Ver Tabla 3.

**Nota.** Ver títulos de las Normas en la Tabla 2.

### 10.3. Correlación entre ensayos y propiedades de los suelos

En base a los parámetros obtenidos en los ensayos «in situ» y mediante correlaciones debidamente comprobadas, el **PR** puede obtener valores de resistencia al corte no drenado, ángulo de fricción interna, relación de preconsolidación, relación entre asentamientos y carga, coeficiente de balasto, módulo de elasticidad, entre otros.

### 10.4. Tipos de Muestras

Se considera los cuatro tipos de muestras que se indican en la Tabla N° 4, en función de las exigencias que deberán atenderse en cada caso, respecto del terreno que representan.

TIPO DE MUESTRA	NORMA APLICABLE	FORMAS DE OBTENER Y TRANSPORTAR	ESTADO DE LA MUESTRA	CARACTERÍSTICAS
Muestra inalterada en bloque (Mib)	NTP 339.151 (ASTM D4220) Prácticas Normalizadas para la Preservación y Transporte de Muestras de Suelos	Bloques	Inalterada	Debe mantener inalteradas las propiedades físicas y mecánicas del suelo en su estado natural al momento del muestreo (Aplicable solamente a suelos cohesivos, rocas blandas o suelos granulares finos suficientemente cementados para permitir su obtención).
Muestra inalterada en tubo de pared delgada (Mit)	NTP 339.169 (ASTM D1587) Muestreo Geotécnico de Suelos con Tubo de Pared Delgada	Tubos de pared delgada		
Muestra alterada en bolsa de plástico (Mab)	NTP 339.151 (ASTM D4220) Prácticas Normalizadas para la Preservación y Transporte de Muestras de Suelos	Con bolsas de plástico	Alterada	Debe mantener inalterada la granulometría del suelo en su estado natural al momento del muestreo.
Muestra alterada para humedad en lata sellada (Mah)	NTP 339.151 (ASTM D4220) Prácticas Normalizadas para la Preservación y Transporte de Muestras de Suelos	En lata sellada	Alterada	Debe mantener inalterado el contenido de agua.

### 10.5. Ensayos de Laboratorio

Se realizarán de acuerdo con las normas que se indican en la Tabla N° 5

TABLA N° 5  
ENSAYOS DE LABORATORIO

ENSAYO	NORMA APLICABLE
Contenido de Humedad	NTP 339.127 (ASTM D2216)
Análisis Granulométrico	NTP 339.128 (ASTM D422)
Límite Líquido y Límite Plástico	NTP 339.129 (ASTM D4318)
Peso Específico Relativo de Sólidos	NTP 339.131 (ASTM D854)
Clasificación Unificada de Suelos (SUCS)	NTP 339.134 (ASTM D2487)
Densidad Relativa *	NTP 339.137 (ASTM D4253) NTP 339.138 (ASTM D4254)
Peso volumétrico de suelo cohesivo	NTP 339.139 (BS 1377)
Límite de Contracción	NTP 339.140 (ASTM D427)
Ensayo de Compactación Proctor Modificado	NTP 339.141 (ASTM D1557)
Descripción Visual-Manual	NTP 339.150 (ASTM D2488)
Contenido de Sales Solubles Totales en Suelos y Agua Subterránea	NTP 339.152 (BS 1377)
Consolidación Unidimensional	NTP 339.154 (ASTM D2435)
Colapsibilidad Potencial	NTP 339.163 (ASTM D5333)
Compresión Triaxial no Consolidado no Drenado	NTP 339.164 (ASTM D2850)
Compresión Triaxial Consolidado no Drenado	NTP 339.166 (ASTM D4767)
Compresión no Confinada	NTP 339.167 (ASTM D2166)
Expansión o Asentamiento Potencial Unidimensional de Suelos Cohesivos	NTP 339.170 (ASTM D4546)
Corte Directo	NTP 339.171 (ASTM D3080)
Contenido de Cloruros Solubles en Suelos y Agua Subterránea	NTP 339.177 (AASHTO T291)
Contenido de Sulfatos Solubles en Suelos y Agua Subterránea	NTP 339.178 (AASHTO T290)

\* Debe ser usada únicamente para el control de rellenos granulares.

### 10.6. Compatibilización de perfiles estratigráficos

En el laboratorio se seleccionarán muestras típicas para ejecutar con ellas ensayos de clasificación. Como resultado de estos ensayos, las muestras se clasificarán, en todos los casos de acuerdo al Sistema Unificado de Clasificación de Suelos – SUCS NTP 339.134 (ASTM D 2487) y los resultados de esta clasificación serán comparados con la descripción visual – manual NTP 339.150 (ASTM D 2488) obtenida para el perfil estratigráfico de campo, procediéndose a compatibilizar las diferencias existentes a fin de obtener el perfil estratigráfico definitivo, que se incluirá en el informe final.

### Artículo 11.- PROGRAMA DE INVESTIGACIÓN

#### 11.1. Generalidades

Un programa de investigación de campo y laboratorio se define mediante:

- Condiciones de frontera.
- Número  $n$  de puntos a investigar.
- Profundidad  $p$  a alcanzar en cada punto.
- Distribución de los puntos en la superficie del terreno.
- Número y tipo de muestras a extraer.
- Ensayos a realizar «In situ» y en el laboratorio.

Un **EMS** puede plantearse inicialmente con un **PIM (Programa de Investigación Mínimo)**, debiendo aumentarse los alcances del programa en cualquiera de sus partes si las condiciones encontradas así lo exigieran.

#### 11.2. Programa de Investigación Mínimo - PIM

El Programa de Investigación aquí detallado constituye el programa mínimo requerido por un **EMS**, siempre y cuando se cumplan las condiciones dadas en el Artículo 11 (11.2a).

De no cumplirse las condiciones indicadas, el **PR** deberá ampliar el programa de la manera más adecuada para lograr los objetivos del **EMS**.

#### a) Condiciones de Frontera

Tienen como objetivo la comprobación de las características del suelo, supuestamente iguales a las de los terrenos colindantes ya edificados. Serán de aplicación cuando se cumplan simultáneamente las siguientes condiciones:

## Anexo 11. Referencias normativas CE.020 – RNE

### NORMA CE.020

#### SUELOS Y TALUDES

##### 1. GENERALIDADES

Los suelos con poca capacidad de carga o susceptibles a los asentamientos, requieren ser estabilizados, ya sea cuando se realizan excavaciones o cuando se alteran las condiciones de equilibrio de los taludes, puesto que se produce inestabilidad, poniendo en riesgo la vida humana, los bienes materiales y el ambiente.

##### 2. OBJETIVO

Establecer las consideraciones técnicas mínimas, para el mejoramiento requerido de la resistencia de los suelos y de la estabilidad de taludes, mediante métodos químicos, mecánicos o de modificación topográfica.

##### 3. CAMPO DE APLICACION

La presente norma es obligatoria para todo el territorio nacional. Se exige su aplicación a todos los Estudios de Estabilización de Suelos y Taludes para las obras de ingeniería civil.

La presente norma considera exigencias mínimas, sin ser limitativo para los estudios de evaluación y mitigación de los riesgos de deslizamientos de laderas o taludes brindando un enfoque ambiental orientado a la Gestión de Riesgos.

La presente norma toma en cuenta los fenómenos de geodinámica externa, así como el control de la erosión de los taludes.

La presente norma no se aplica en los casos que haya presunción de existencia de ruinas arqueológicas, patrimonios históricos, reservas naturales, galerías u oquedades subterráneas de origen natural o artificial; en cuyos casos se deberán efectuar estudios específicos orientados a evaluar y solucionar dichos problemas.

##### 4. REFERENCIAS NORMATIVAS

Las siguientes referencias contienen disposiciones que al ser citadas en este texto constituyen requisitos de la presente Norma. Las mismas que deberán ser de la edición vigente.

- NTP 341.127:1975 Planchas gruesas de acero al carbono para servicio a temperaturas medianas y bajas para recipiente a presión.
- NTP 334.113:2002 Método de Ensayo para la determinación del cambio de longitud de barras de mortero, debido a la reacción entre el Cemento Portland y los agregados álcali – reactivos.
- NTP 334.125:2002 Cal viva y cal hidratada para Estabilización de Suelos.

- NTP 339.127:1998 SUELOS. Métodos de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo. 1a. ed.
- NTP 339.128:1999 SUELOS. Método de ensayo para el análisis granulométrico.
- NTP 339.129:1999 SUELOS. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad de suelos.
- NTP 339.133:1999 SUELOS. Método de ensayo de penetración estándar SPT.
- NTP 339.134:1999 SUELOS. Método para la clasificación de suelos con propósitos de ingeniería (sistema unificado de clasificación de suelos, SUCS).
- NTP 339.135:1999 SUELOS. Método para la clasificación de suelos para uso en vías de transporte.
- NTP 339.136:1999 SUELOS. Símbolos, terminologías y definiciones.
- NTP 339.141:1999 SUELOS. Método de ensayo para la compactación de suelos en laboratorio utilizando una energía modificada (2700 KN-m/m<sup>3</sup> (56000pie.lbf/pie<sup>3</sup>)).
- NTP 339.142:1999 SUELOS. Método de ensayo para la compactación de suelos en laboratorio utilizando una energía estándar (600 KN-m/m<sup>3</sup>)12400 pie-lbf/pie<sup>3</sup>).
- NTP 339.143:1999 SUELOS. Método de ensayo estándar para la densidad y peso unitario del suelo in situ mediante el método del cono de arena.
- NTP 339.145:1999 SUELOS. Método de ensayo de CBR (Relación de soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio.
- NTP 339.146:2000 SUELOS. Método de prueba estándar para el valor equivalente de arena de suelos y agregado fino.
- NTP 339.150:2001 SUELOS. Descripción e identificación de suelos. Procedimiento visual – manual.
- NTP 339.152:2002 SUELOS. Método de ensayo normalizado para la determinación del contenido de sales solubles en suelos y agua subterránea.
- NTP 339.153:2001 SUELOS. Método de ensayo normalizado para la capacidad portante del suelo por carga estática y para cimientos aislados.
- NTP 339.159:2001 SUELOS. Método de ensayo normalizado para la auscultación con penetrómetro dinámico ligero de punta cónica (DPL).
- NTP 339.167:2002 SUELOS. Método de ensayo estándar para la resistencia a la compresión no confinada de suelos cohesivos.
- NTP 339.171:2002 SUELOS. Método de ensayo normalizado para el ensayo de corte directo en suelos bajo condiciones consolidadas no drenadas.

## Anexo 12. Panel fotográfico

