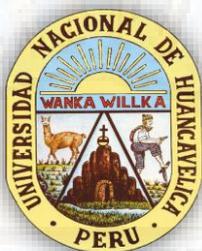


# UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCAMELICA

(Creado por ley N° 25265)

## FACULTAD DE CIENCIAS DE INGENIERÍA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL HUANCAMELICA



**TESIS:**

“INFLUENCIA DEL REPRESAMIENTO DEL RÍO MANTARO EN EL  
DESLIZAMIENTO DE LA LADERA DEL SECTOR DE PILCHACA  
VIEJO EN EL DISTRITO DE PILCHACA - HUANCAMELICA”

**LINEA DE INVESTIGACIÓN:**

**GEOTÉCNIA**

**PRESENTADO POR:**

Bach. CHANCHA MENDOZA, Karen Fabiola

Bach. TAIPE SUÁREZ, José Antonio

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**

**INGENIERO CIVIL**

**HUANCAMELICA, PERÚ**

**2019**



UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCAVELICA

FACULTAD DE CIENCIAS DE INGENIERÍA



ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

En el Auditorium de la Facultad de Ciencias de Ingeniería, a los 12 días del mes de noviembre del año 2019, a horas 10:30 a.m., se reunieron los miembros del Jurado Calificador conformado por los siguientes: **M.Sc. Iván Arturo AYALA BIZARRO (PRESIDENTE)**, **M.Sc. Marco Antonio LÓPEZ BARRANTES (SECRETARIO)**, **M.Sc. Hugo Rubén LUJAN JERI (VOCAL)**, designados con Resolución de Decano N° 046-2019-FCI-UNH, de fecha 03 de mayo del 2019 y ratificados con Resolución de Decano N° 207-2019-FCI-UNH de fecha 08 de noviembre del 2019, a fin de proceder con la calificación de la sustentación del informe final de tesis titulado: "INFLUENCIA DEL REPRESAMIENTO DEL RÍO MANTARO EN EL DESLIZAMIENTO DE LA LADERA DEL SECTOR EL PILCHACA VIEJO EN EL DISTRITO DE PILCHACA-HUANCAVELICA", presentada por las Bachilleres **Karen Fabiola CHANCHA MENDOZA** y **José Antonio TAIPE SUÁREZ** para optar el **Título Profesional de Ingeniero Civil**; en presencia del **Ing. Carlos GASPAC PACO** como Asesor del presente trabajo de tesis. Finalizado la evaluación a horas 11:30 a.m. se invitó al público presente y a las sustentantes abandonar el recinto. Luego de una amplia deliberación por parte de los Jurados, se llegó al siguiente resultado:

**Karen Fabiola CHANCHA MENDOZA**

APROBADO  POR ..... UNANIMIDAD

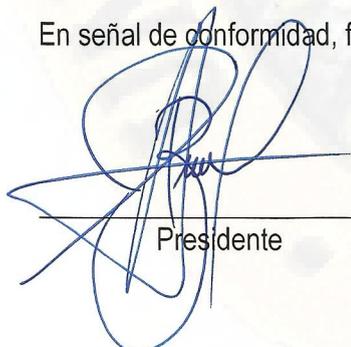
DESAPROBADO

**José Antonio TAIPE SUÁREZ**

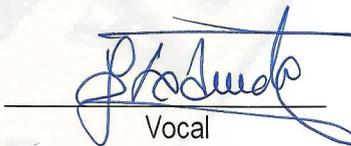
APROBADO  POR ..... UNANIMIDAD

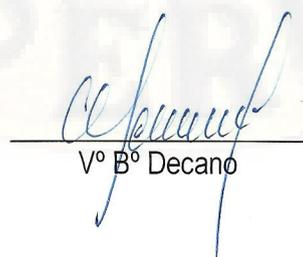
DESAPROBADO

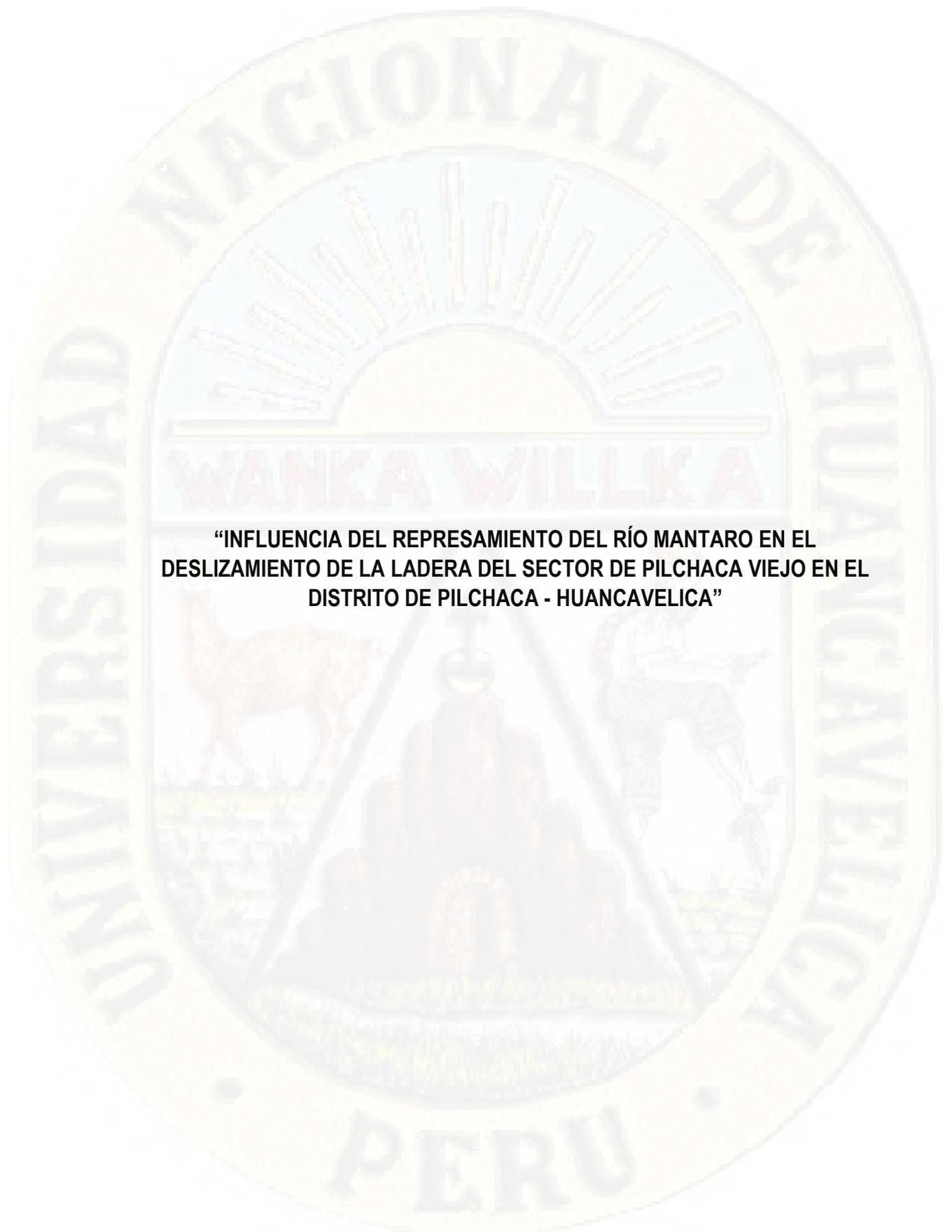
En señal de conformidad, firmamos a continuación:

  
\_\_\_\_\_  
Presidente

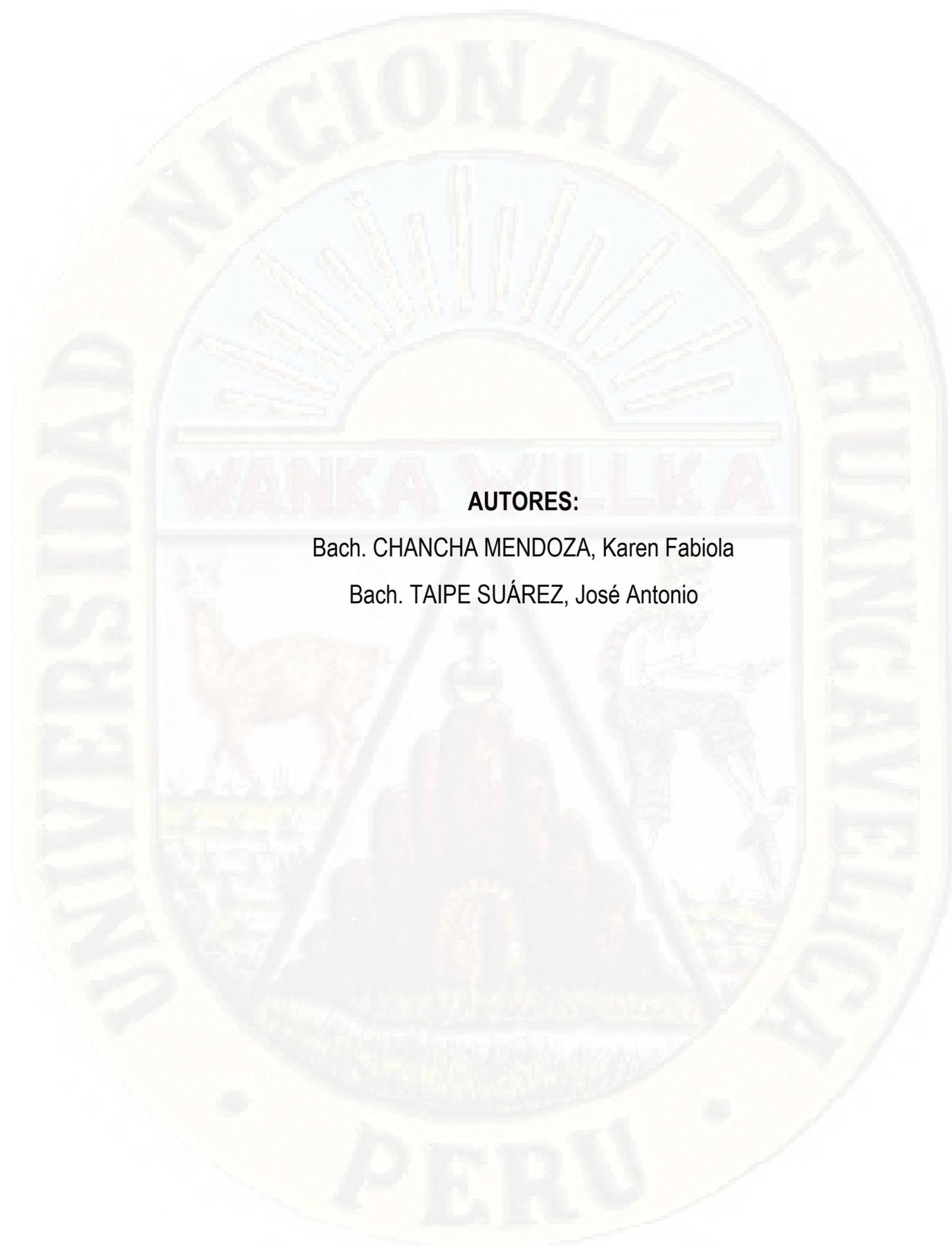
  
\_\_\_\_\_  
Secretario

  
\_\_\_\_\_  
Vocal

  
\_\_\_\_\_  
V° B° Decano



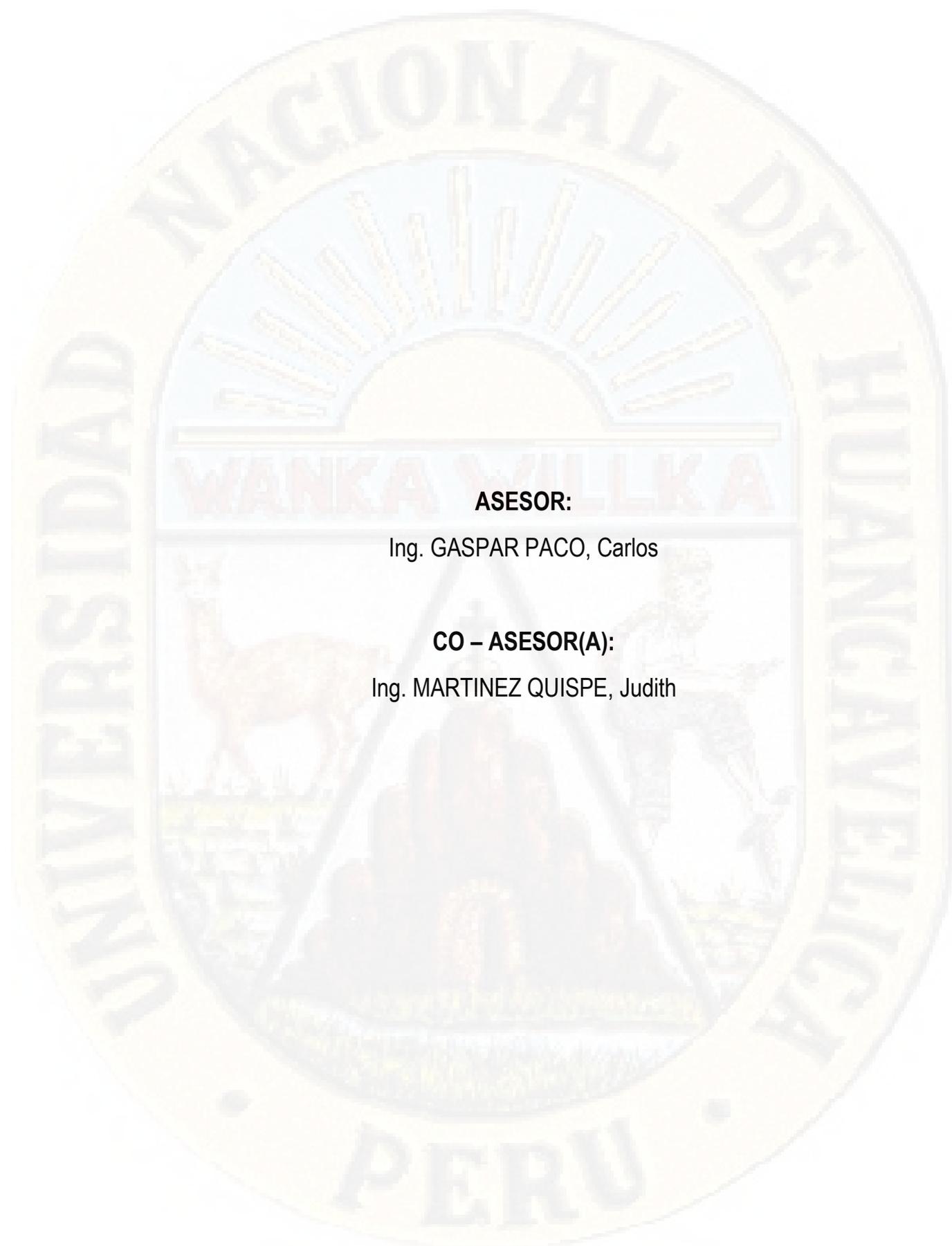
**“INFLUENCIA DEL REPRESAMIENTO DEL RÍO MANTARO EN EL  
DESGLIZAMIENTO DE LA LADERA DEL SECTOR DE PILCHACA VIEJO EN EL  
DISTRITO DE PILCHACA - HUANCAVELICA”**



**AUTORES:**

Bach. CHANCHA MENDOZA, Karen Fabiola

Bach. TAIPE SUÁREZ, José Antonio



**ASESOR:**

Ing. GASPAC PACO, Carlos

**CO – ASESOR(A):**

Ing. MARTINEZ QUISPE, Judith

## Dedicatoria

A mis padres por inculcarme los valores y principios, durante toda mi vida, por ser mi motor en mi formación profesional, con su apoyo moral y económico en todo momento.

A mis hermanos Janeth y Joseph, quienes fueron mi inspiración para concluir mis tesis, por contribuir con granitos de arena en cada etapa de mi vida universitaria.

José Antonio Taipe Suárez

A mis padres Siberiano y Amanda, por ser las personas más importantes en mi vida, quienes me sabieron guiar en todas mis desiciones y por el apoyo incondicional que siempre me han dado.

A mi hermanito Eduardo, quien es el motor y la fortaleza para seguir adelante en mi vida profesional y personal.

Karen Fabiola Chancha Mendoza

## **Agradecimientos**

A la Universidad Nacional de Huancavelica por la oportunidad brindada durante los años de formación profesional y de esta manera escalar un peldaño más en el campo del conocimiento.

A los docentes de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad Nacional de Huancavelica, por impartir sus conocimientos, experiencias durante nuestro proceso de formación académica.

Al asesor Ing. Carlos Gaspar Paco por su orientación y por compartir sus conocimientos durante la elaboración y ejecución de la presente investigación.

A la familia Chancha Mendoza, por estar siempre a mi lado apoyándome y guiándome con sus consejos durante la ejecución de la tesis.

A la familia Taipe Suárez, por el gran esfuerzo que hicieron a lo largo de mi formación académica y por ser mi motor en mi formación profesional, con su apoyo moral y económico en todo momento,

## Índice

Dedicatoria .....	vi
Agradecimientos .....	vii
Resumen .....	xii
Abstract .....	xiv
Introducción .....	xv
<b>CAPÍTULO I PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....</b>	<b>17</b>
1.1. Descripción del Problema .....	17
1.2. Formulación del problema .....	19
1.3. Objetivos: General y Específico .....	19
1.4. Justificación .....	20
1.5. Limitaciones.....	21
<b>CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO.....</b>	<b>22</b>
2.1. Antecedentes.....	22
2.2. Bases teóricas .....	28
2.3. Bases conceptuales.....	36
2.4. Definición de términos .....	37
2.5. Hipótesis.....	38
2.5.1. Hipótesis General: .....	38
2.5.2. Hipótesis Específicos:.....	38
2.6. Variables.....	38
2.7. Operacionalización de variables .....	39
<b>CAPÍTULO III METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.....</b>	<b>40</b>
3.1. Ámbito temporal y espacial.....	40
3.2. Tipo de Investigación.....	41
3.3. Nivel de Investigación.....	41
3.4. Diseño de investigación .....	41
3.5. Población, muestra y muestreo .....	42
3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos .....	43
3.7. Técnicas de procesamiento y análisis de datos.....	45

CAPÍTULO IV PRESENTACIÓN DE RESULTADOS.....	46
4.1.    Análisis de información.....	46
4.2.    Prueba de Hipótesis .....	102
4.3.    Discusión de resultados.....	112
Conclusiones.....	113
Recomendaciones.....	114
Bibliografía.....	115
Apéndice .....	117

### Índice de Tablas

Tabla N° 1 Métodos de Análisis para Estabilidad de Taludes.....	32
Tabla N° 2 Definición operativa de variables e indicadores .....	39
Tabla N° 3 Criterios para describir la condición de humedad .....	54
Tabla N° 4 Criterios de angularidad.....	55
Tabla N° 5 Criterios para definir la forma de las partículas.....	55
Tabla N° 6 Criterios para definir la cementación de la muestra .....	56
Tabla N° 7 Criterios para definir la resistencia en estado seco.....	56
Tabla N° 8 Criterios para definir la dilatación.....	57
Tabla N° 9 Criterios para definir la tenacidad .....	57
Tabla N° 10 Criterios para definir la dispersión.....	58
Tabla N° 11 Resultados obtenidos en el laboratorio.....	93
Tabla N° 12 Nivel de agua del represamiento vs Factor de Seguridad (FS).....	99
Tabla N° 13 Perfil N° 1 (F.S. ante los incrementos de nivel de agua y w%) .....	101
Tabla N° 14 Perfil N° 2 (F.S. ante los incrementos de nivel de agua y w%) .....	101

## Índice de Figuras

Figura N° 1 Métodos de cálculo del Análisis de la Estabilidad de Taludes .....	31
Figura N° 2 Ubicación del área del proyecto.....	40
Figura N° 3 Áreas vulnerables identificadas por el SIGRID en el área de estudio.....	48
Figura N° 4 Triangulación realizada con los puntos tomados durante el levantamiento topográfico en el AutoCAD Civil 3D .....	53
Figura N° 5 Plano topográfico del área del proyecto .....	54
Figura N° 6 Perfiles Longitudinales del área de estudio. ....	92
Figura N° 7 Introducción de la geometría de las secciones .....	94
Figura N° 8 Introducción de regiones y materiales .....	94
Figura N° 9 Perfiles longitudinales.....	95
Figura N° 10 Diagrama de cuerpo libre de la rebanada que no afecta el nivel de agua .....	98
Figura N° 11 Diagrama de cuerpo libre de la rebanada que afecta el nivel de agua .....	98
Figura N° 12 Modelamiento de la ladera (Saturando el suelo) .....	100
Figura N° 13 Superficie de deslizamiento de la ladera (estado saturado) .....	100
Figura N° 14 Ingreso de datos (Nivel de agua vs FS).....	103
Figura N° 15 Resultados del ANAVA (Regresión Lineal).....	103
Figura N° 16 Gráfica de la distribución “F” (Hipótesis 1).....	104
Figura N° 17 Ingreso de datos de los factores (Nivel_agua vs Humedad) de cada perfil ....	106
Figura N° 18 Resultados del ANAVA (Experimento Factorial).....	107
Figura N° 19 Gráfica de la distribución “F” (Factor: Nivel_agua) .....	108
Figura N° 20 Gráfica de la distribución “F” (Factor: Humedad).....	109
Figura N° 21 Gráfica de la distribución “F” (Interacción del Factor Nivel_agua y Humedad).....	110
Figura N° 22 Gráfica de la distribución “F” (Hipótesis 2).....	111

## Índice de Imágenes

Imagen N° 1: Ladera del sector de Pilchaca Viejo.....	49
Imagen N° 2: Puente Angosmayo (Zona del represamiento del río Mantaro).....	49
Imagen N° 3: Zonas de riesgos vulnerables a deslizamientos de Pilchaca. ....	50
Imagen N° 4: Buscando el lugar más adecuado para estacionar el equipo topográfico. ....	51
Imagen N° 5: Durante el levantamiento topográfico. ....	51
Imagen N° 6: Continuación del levantamiento topográfico (Estación 3) .....	52
Imagen N° 7: Aparatos y equipos utilizados en el ensayo de contenido de humedad (w%)..	67
Imagen N° 8: Procedimiento para el ensayo de contenido de humedad (w%) .....	68
Imagen N° 9: Aparatos y equipos utilizados para el ensayo de peso específico. ....	72
Imagen N° 10: Procedimientos realizados del ensayo de peso específico. ....	73
Imagen N° 11 Aparatos y equipos utilizados para el ensayo Triaxial. ....	78
Imagen N° 12 Aparatos del Equipo Triaxial. ....	79
Imagen N° 13 Procedimientos realizados para la obtención del espécimen.....	81
Imagen N° 14 Procedimientos de la colocación del espécimen en la celda triaxial. ....	82
Imagen N° 15 Procedimientos de la colocación de la celda en el equipo triaxial.....	83
Imagen N° 16 Procedimientos luego de la culminación del ensayo triaxial. ....	83

## Resumen

El presente proyecto de investigación titulada “Influencia del represamiento del río Mantaro en el deslizamiento de la ladera del sector de Pilchaca Viejo en el distrito de Pilchaca – Huancavelica”, se realizó en el laboratorio de Geotécnica I y II de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil – Huancavelica, con el objetivo de conocer el comportamiento de la ladera ante el posible represamiento del río Mantaro, debido al incremento del nivel de agua y saturación del suelo en épocas de lluvia; puesto que la ladera del sector de Pilchaca Viejo tiene antecedentes de deslizamientos retrogresivos ocurridos anteriormente, los cuales afectaron a los pobladores del lugar.

El proceso de ejecución de la presente investigación se desarrolló en siete etapas, las cuales son: reconocimiento del terreno, levantamiento topográfico, exploración y extracción de suelos, análisis en laboratorio, método numérico, resultados y conclusiones, de donde se obtuvieron las características morfológicas del terreno (perfil longitudinal), y las propiedades físicas de la estratigrafía del suelo (parámetros de resistencia); los cuales son determinantes para el modelamiento numérico mediante el software GeoSlope, en donde se consideró el incremento del nivel de agua y las variaciones del contenido de humedad, debido al represamiento del río Mantaro; mediante estos se determinó el factor de seguridad para cada uno de los objetivos planteados.

Ante el incremento del nivel de agua del río Mantaro hasta los 6 m, se determinó que el factor de seguridad fue de 1.035 a 1.204, es decir fue estabilizándose, debido a las fuerzas hidrostáticas actuantes; y a través de la prueba de hipótesis se verificó que existe altamente significancia a un 95% de nivel de confianza, es decir que el nivel del represamiento del río Mantaro influye significativamente en el factor de seguridad de la ladera.

Además, se determinó que los valores del Factor de Seguridad (FS) se incrementan a medida se eleva el nivel de agua, y a medida se va saturando el suelo por el contenido de humedad disminuye el FS, por lo que se estudia la interacción de ambos factores Nivel de agua y

Humedad, determinando que la ladera es inestable, comprobada a través de la prueba de hipótesis a un 95% de nivel de confianza, concluyéndose que la interacción de los factores (nivel de agua y humedad) influyen significativamente en el FS de la ladera del sector de Pilchaca Viejo.

**Palabras Claves:** Factor de Seguridad, represamiento, estabilidad de taludes, contenido de humedad, estratigrafía.

## Abstract

This research project entitled "Influence of the damming of the Mantaro River on the landslide of the Pilchaca Viejo sector in the Pilchaca - Huancavelica district", was carried out in the Geotechnical Laboratory I and II of the Professional School of Civil Engineering - Huancavelica, with the objective of knowing the behavior of the slope before the possible damming of the Mantaro river, due to the increase in the level of water and saturation of the soil in times of rain; since the slope of the Pilchaca Viejo sector has a history of retrogressive landslides that occurred previously, which affected the inhabitants of the place.

The process of executing the present investigation has been developed in seven stages, which are: land recognition, topographic survey, soil exploration and extraction, laboratory analysis, numerical method, results and conclusions, from which morphological characteristics were obtained of the terrain (longitudinal profile), and the physical properties of the stratigraphy of the soil (resistance parameters); which are determinants for numerical modeling through GeoSlope software, where the increase in water level and variations in moisture content were considered, due to the damming of the Mantaro River; Through these, the safety factor was determined for each of the stated objectives.

Given the increase in the water level of the Mantaro River to 6 m, it was determined that the safety factor was 1,035 to 1,204, that is, it was stabilizing, due to the hydrostatic forces acting; and through the hypothesis test it was verified that there is highly significance at a 95% confidence level, that is to say that the level of the damming of the Mantaro river significantly influences the hillside safety factor.

In addition, it was determined that the Safety Factor (FS) values increase as the water level rises, and as the soil is saturated by the moisture content the FS decreases, so the interaction of both Water level and Humidity factors, determining that the slope is unstable, verified through the hypothesis test at a 95% confidence level, concluding that the interaction of the factors (water and humidity level) significantly influence the FS from the slope of the Pilchaca Viejo sector.

**Keywords:** Safety factor, damming, slope stability, moisture content, stratigraphy

## Introducción

Huancavelica como departamento se encuentra ubicada en la parte central del Perú, situada en la vertiente de la Cordillera de los Andes. El río Mantaro, uno de los siete más grandes del mundo atraviesa por esta región; a lo largo del valle de Mantaro se encuentra al margen derecho el distrito de Pilchaca, zona que se caracteriza por tener un clima muy variado, ya que, en épocas de lluvia, las precipitaciones son factores desencadenantes que generan indicios de movimientos de masas o colapsos total de las laderas, la presencia del agua en el suelo es un factor sustancial para generar la inestabilidad de las laderas.

En el año 2014, el centro poblado de Cuenca, ubicado en el distrito de Cuenca, provincia y departamento de Huancavelica, ha sido afectado de forma directa por el deslizamiento de las laderas, ocasionando un represamiento del río Mantaro, este represamiento generó la inundación de todas las viviendas de la comunidad de Huayapampa, además la humedad de este embalse ha generado la saturación del suelo, por lo que han inestabilizado las laderas de ambos márgenes, ocasionando numerosas pérdidas tanto económicas, ambientales y sociales.

Por lo mencionado anteriormente, nos motiva conocer como es el comportamiento de la ladera ante un evento similar en el sector de Pilchaca Viejo (área de estudio), para lo cual planteamos el proyecto de tesis: "INFLUENCIA DEL REPRESAMIENTO DEL RÍO MANTARO EN EL DESLIZAMIENTO DE LA LADERA DEL SECTOR DE PILCHACA VIEJO EN EL DISTRITO DE PILCHACA - HUANCAVELICA".

El área de estudio es el sector de Pilchaca Viejo, zona identificada altamente vulnerable a diversos riesgos geológicos por el Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres (CENEPRED). Ante la ocurrencia de estos fenómenos, existe la probabilidad de que el río Mantaro se represe, como ocurrió años anteriores en el distrito de Cuenca, el incremento de del nivel de agua de este represamiento, puede originar la saturación de las márgenes del terreno, esto a la vez podría ocasionar una reactivación del deslizamiento.

El objetivo de la presente investigación es determinar cómo influye el incremento del nivel de agua en la estabilidad de la ladera, además como influye la saturación del suelo por el

incremento del nivel de agua en el Factor de Seguridad (FS), para lo cual se ha recolectado información sobre las características del terreno (perfil longitudinal) y propiedades físicas del suelo (parámetros de resistencia), para determinar el FS mediante el modelamiento numérico en el software GeoSlope.

Por lo tanto, el desarrollo del presente proyecto de investigación se desarrolla en cuatro capítulos correspondientes, Capítulo I: Planteamiento del problema, Capítulo II: Marco teórico, Capítulo III: Metodología de la investigación y Capítulo IV: Presentación de resultados. Finalmente se presenta las conclusiones y recomendaciones sobre la investigación realizada.



# CAPÍTULO I

## PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

### 1.1. Descripción del Problema

El Perú por su ubicación en la parte central de los Andes, es uno de los países con mayor incidencia en peligros geológicos. Benavente (2007)

En épocas lluviosas, las precipitaciones que ocurren en la cordillera, son factores desencadenantes para generar posibles indicios de movimientos de masas o colapso total de las laderas.

El área de estudio, es el sector de “Pilchaca Viejo”, ubicado en el distrito de Pilchaca de la provincia y región de Huancavelica, el cual se caracteriza por tener un clima semiseco, con presencia de lluvias entre los meses de diciembre - marzo. Según SENAMHI (2003), el periodo lluvioso normal de setiembre a mayo, alcanzan entre 200 a 500 mm, en presencia del fenómeno El Niño del año 1997 – 1998 las lluvias alcanzaron entre 800 a 1000 mm.

Según versiones de algunos lugareños, en el año 1950 se activó un deslizamiento, afectando al pueblo de “Pilchaca Viejo”, obligando a la población a trasladarse hacia la parte superior del distrito; después de la reubicación algunos pobladores se quedaron en la zona comprometida del deslizamiento.

En el año 1985, en periodos de intensas lluvias, se reactivaron los deslizamientos, afectando a las viviendas no reubicadas, y que actualmente éstas son abandonadas.

Según Ochoa & Delgado(2014), en el margen izquierdo del sector, se encuentra una falla reciente relacionado con la sismicidad de la zona. Además, el Instituto Geofísico del Perú (IGP), afirma que entre Pilchaca e Izcuchaca reporta cinco epicentros de sismos entre los años de 1949 al 2006, siendo una de estas ubicado en el sector de “Pilchaca Viejo”, ocurrido el 09 de enero del 1995, que tuvo una magnitud de 4.4 grados a escala de Richter y con una profundidad de 52.2 Km, siendo estos, posibles factores que hayan influenciado en algunas reactivaciones del deslizamiento.

El Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres (CENEPRED) y múltiples estudios geológicos, señalan que “Pilchaca Viejo” se encuentra asentado sobre un depósito de deslizamiento, el cual está en proceso de reactivación desde hace 50 años atrás, además está sujeta a caídas de rocas, vuelcos, flujos, detritos, deslizamientos, movimientos complejos y hundimientos, siendo el deslizamiento el de mayor importancia, por lo cual tienen identificado las áreas vulnerables a través de mapas geológicos, determinando a este sector como una “zona crítica”.

En el Informe Técnico del “Deslizamiento de Pilchaca”, señala que algunos de los factores del deslizamiento son, que el suelo está conformado por areniscas y calizas de mala calidad, estas areniscas presentan vetas de yesos de hasta 5 cm, el yeso tiene la propiedad de retener agua, por lo que contribuye saturando el terreno. También afirma que la pendiente mayor a 20° permite que la masa inestable se desestabilice y desplace cuesta abajo. Además, la presencia de lagunas y puquiales permiten la filtración y saturación del terreno.

Por lo tanto, la zona en estudio es altamente vulnerable a diversos riesgos geológicos. Ante la ocurrencia de estos fenómenos, existe la probabilidad de que el río Mantaro se represe, como ocurrió años anteriores en el distrito cercano de Cuenca. El incremento de agua de este represamiento, puede originar la saturación de las márgenes del terreno, esto a la vez podría ocasionar una reactivación del deslizamiento.

De generarse una reactivación en la parte inferior del deslizamiento, podría desestabilizar una mayor fracción, porque empezaría a generarse procesos de deslizamientos con avance retrogresivo, siendo probable que las viviendas ubicadas en la parte superior cerca de la escarpa, sean afectadas. Ante estas situaciones presentadas nos formulamos el siguiente problema.

## **1.2. Formulación del problema**

### **1.2.1. Problema General:**

- ¿De qué manera influye el represamiento del río Mantaro en el deslizamiento de la ladera del sector de Pilchaca Viejo en el distrito de Pilchaca - Huancavelica?

### **1.2.2. Problemas Específicos:**

- ¿De qué manera influye el nivel de agua del represamiento del río Mantaro en el factor de seguridad de la ladera del sector de Pilchaca Viejo en el distrito de Pilchaca - Huancavelica?
- ¿De qué manera influye la humedad por el represamiento del río Mantaro en el factor de seguridad de la ladera del sector de Pilchaca Viejo en el distrito de Pilchaca - Huancavelica?

## **1.3. Objetivos: General y Específico**

### **1.3.1. Objetivo General:**

- Determinar la influencia del represamiento del río Mantaro en el deslizamiento de la ladera del sector de Pilchaca Viejo en el distrito de Pilchaca - Huancavelica.

### **1.3.2. Objetivos Específicos:**

- Determinar la influencia del nivel de agua del represamiento del río Mantaro en el factor de seguridad de la ladera del sector de Pilchaca Viejo en el distrito de Pilchaca - Huancavelica.
- Determinar la influencia de la humedad por el represamiento del río Mantaro en el factor de seguridad de la ladera del sector de Pilchaca Viejo en el distrito de Pilchaca - Huancavelica.

### **1.4. Justificación**

El área de estudio que pertenece al distrito de Pilchaca, departamento y región de Huancavelica, es declarada como una zona crítica por los múltiples peligros geológicos identificados en diversos estudios, la cual es importante conocer, cómo un posible represamiento del río Mantaro puede repercutir en las márgenes de ambas laderas, a través de la crecida del nivel de agua, activando así los peligros geológicos identificados.

La presente investigación es sustancial, porque buscamos conocer el comportamiento de la ladera en estudio ante el posible represamiento del río Mantaro, ya que éste, disminuye la resistencia e inestabiliza el suelo debido a la humedad, más aún cuando el nivel de agua se va incrementando considerablemente en épocas de lluvia.

De esta manera, mediante la investigación se alertará a toda la población del sector, que serán afectados por los riesgos que se pueden producirse por el posible represamiento del río Mantaro, quienes tomarán las precauciones necesarias. Para lo cual, será esencial elaborar el plan de contingencia sobre el área vulnerable por las entidades correspondientes.

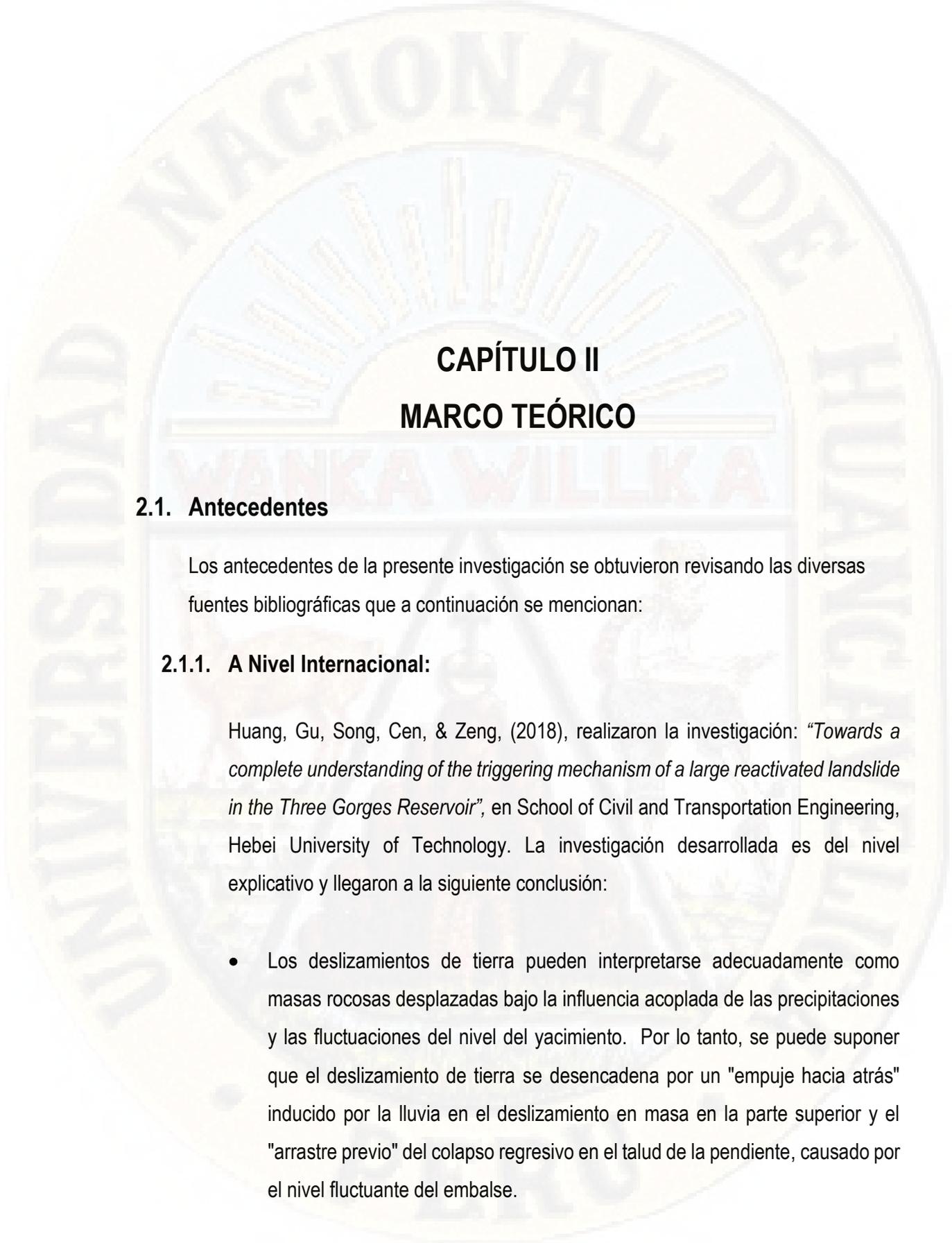
Los beneficiarios de la investigación serán los pobladores del distrito de Pilchaca y los usuarios que utilizan el servicio del “Tren Macho”, ya que por la zona vulnerable está expuesta la vía vecinal Izcuchaca – Cuenca – Pilchaca, que comunica al distrito, y, la vía

férrea que comunica Huancavelica – Huancayo. Por lo tanto, esta investigación permitirá alertar y prevenir a la población evitando así posibles riesgos.

### **1.5. Limitaciones**

Durante la ejecución del proyecto de tesis se tuvo algunas limitaciones, las cuales se mencionan a continuación:

- El acceso al área de estudio en el sector de Pilchaca Viejo, es limitada, puesto que el terreno presenta una morfología accidentada con una vía de trocha carrozable en mal estado, por lo cual se carece de movilidad para el acceso.
- El material bibliográfico sobre el represamiento es limitado, y no se encuentra investigaciones sobre el tema, por ello se nos complicó la realización de los antecedentes y marco teórico.
- La gran cantidad de vegetación del sector de Pilchaca Viejo, nos dificultó durante la ejecución de la etapa 2 de la investigación, el cual consistía en el levantamiento topográfico, realizado para la obtención de la topografía y perfiles del área de estudio.



## CAPÍTULO II

### MARCO TEÓRICO

#### 2.1. Antecedentes

Los antecedentes de la presente investigación se obtuvieron revisando las diversas fuentes bibliográficas que a continuación se mencionan:

##### 2.1.1. A Nivel Internacional:

Huang, Gu, Song, Cen, & Zeng, (2018), realizaron la investigación: *“Towards a complete understanding of the triggering mechanism of a large reactivated landslide in the Three Gorges Reservoir”*, en School of Civil and Transportation Engineering, Hebei University of Technology. La investigación desarrollada es del nivel explicativo y llegaron a la siguiente conclusión:

- Los deslizamientos de tierra pueden interpretarse adecuadamente como masas rocosas desplazadas bajo la influencia acoplada de las precipitaciones y las fluctuaciones del nivel del yacimiento. Por lo tanto, se puede suponer que el deslizamiento de tierra se desencadena por un "empuje hacia atrás" inducido por la lluvia en el deslizamiento en masa en la parte superior y el "arrastre previo" del colapso regresivo en el talud de la pendiente, causado por el nivel fluctuante del embalse.

Salazar, Oñate, & Morán, (2012), realizaron la investigación: “*Modelación numérica de deslizamiento de ladera en embalses mediante el Método de Partículas y Elementos Finitos (PFEM)*”, en la Universidad Politécnica de Cataluña (UPC). La investigación desarrollada llegó a las siguientes conclusiones:

- El Método de Partículas y Elementos Finitos (PFEM), es un esquema numérico, donde muestra cálculos complejos sobre la cartografía a escala real de un embalse, donde se aprecia el fenómeno de generación de la ola, su propagación por el embalse y la afección de la presa.
- Se ha modelado el deslizamiento ocurrido en 1958 en la bahía de Lituya (Alaska), en la que, la caída de 90 millones de toneladas de roca produjo una ola que alcanzó una sobreelevación máxima de 524m en la ladera opuesta.
- Los resultados afirman que PFEM, puede ser una herramienta útil para la estimación de análisis de riesgos en los deslizamientos potenciales.

YuepingYin, y otros, (2016), presentaron la investigación: “*Reservoir-induced landslides and risk control in Three Gorges Project on Yangtze River, China*”, en China Institute of Geo-Environment Monitoring, China Geological Survey. La investigación desarrollada es experimental y entre las principales conclusiones se tiene las siguientes:

- Los desprendimientos de tierra causados por el embalse de prueba de 175m ASL en TGR consistieron principalmente en deslizamientos de acumulación y deslizamientos de pendiente, y la reactivación de deslizamientos de tierra antigua representó alrededor del 66.8% de los deslizamientos inducidos por el embalse.
- Los resultados muestran que el factor desencadenante de la reactivación de los deslizamientos de tierra de acumulación, está relacionado principalmente

con la variación del nivel de agua, y los factores desencadenantes de la reactivación de los deslizamientos de pendiente, están relacionados con la variación del nivel de agua y la precipitación.

### **2.1.2. A Nivel Nacional:**

Araujo, Luis, & Nuñez, (2018), realizaron el informe técnico: “*Evaluación Geológica – Geodinámica de movimientos en masa y represamiento en el río Pampas - Ninabamba*”, del Instituto Geológico Minero y Metalúrgico, Ayacucho. La investigación desarrollada es de nivel descriptivo y llegaron a las siguientes conclusiones:

- El represamiento del río Pampas es consecuencia del derrumbe de grandes volúmenes de masas de tierra. Estos constantes eventos amenazan con destruir el puente Pampas, viviendas en el flanco izquierdo del valle del río Pampas y hectáreas de terrenos de cultivo en la parte alta del flanco izquierdo del valle del río, Ninabamba.
- El embalse del día 25 de marzo del 2018 aumentó el nivel del río hasta medio metro por debajo del puente Pampas, deteriorando las defensas del puente Pampas y los taludes laterales de los márgenes del río Pampas en el sector de dicho puente. Este embalse también afectó viviendas, criaderos de peces y comprometió el tendido eléctrico, del margen fluvial en el flanco de Apurímac.

Medina & Calderón, (2015), realizaron el informe técnico: “*Inspección técnica del represamiento del río Cotahuasi en el sector Chaymi o Chipito*”, hecho ocurrido en el distrito de Cotahuasi, provincia de La Unión y región de Arequipa, el informe fue realizado por el Instituto Geológico Minero y Metalúrgico, La investigación desarrollada es de nivel descriptivo y llegaron a las siguientes conclusiones:

- El represamiento del río fue por causa de un derrumbe de rocas sedimentarias (calizas) fracturadas ocurrido en la margen izquierda del río Cotahuasi. El tamaño de los bloques de roca del depósito es variable desde 10 m a 1 m lo que favoreció que el agua del río siga circulando; sin embargo, el río se represó parcialmente formando una laguna de 1.7 ha.
- Los peligros geológicos identificados en lugares cercanos al represamiento, corresponden a procesos de movimientos en masa de tipo: caída de rocas, derrumbes, deslizamientos, avalancha flujo de detritos y erosión en cárcava.

Benavente, Delgado, & Fidel, (2011) presentaron el informe técnico: *“Represamiento del río Chaquil y peligros geológicos asociados al distrito de Limatambo – Región Cusco”*, del Instituto Geológico Minero y Metalúrgico. La investigación es del nivel descriptivo y llegaron a la siguiente conclusión:

- Las intensas lluvias que se precipitaron sobre la región del Cusco en el mes de enero del 2010, generaron el incremento del caudal de todos los ríos de la región, uno de estos fue el río Chaquil ubicado en el distrito de Limatambo, este desestabilizó la ladera del cerro Huahuachayoc, generando un derrumbe y consecuente represamiento del mismo.

### **2.1.3. A Nivel Local:**

Núñez & Pilco, (2015), realizaron el informe técnico: *“Deslizamiento de Pilchaca (Distrito Pilchaca, Provincia y Región Huancavelica)”*, del Instituto Geológico Minero y Metalúrgico. La investigación llegó a las siguientes conclusiones:

- El poblado de Pilchaca Viejo se encuentra asentado sobre el depósito de un antiguo megadeslizamiento, que muestra procesos de reactivación desde hace 50 años atrás; ha obligado a la población a reubicarse en la parte alta, quedando en el cuerpo del deslizamiento algunas viviendas que no fueron afectadas.

- En la actualidad, la parte superior del megadeslizamiento, presenta tres sectores reactivos, uno a la izquierda, otro central y uno a derecha del cuerpo, los dos primeros se han dado a manera de flujos de tierra y el tercero como deslizamiento rotacional de avance retrogresivo; esta última se inició en el 2013. Es necesario que la población que aún sigue en el cuerpo del deslizamiento sea reubicada hacia el poblado de Pilchaca. Se considera como una zona crítica, de muy alto peligro por movimiento de masa, de peligro inminente.
- La saturación del terreno producto de la infiltración, generara en un corto tiempo una posible reactivación la cual conllevaría a la generación de deslizamientos con avance retrogresivo, lo cual desestabilizaría una mayor área.

Vilchez & Ochoa, (2014), realizaron el informe técnico: *“Zonas Críticas por Peligros Geológicos en la Región de Huancavelica”*, del Instituto Geológico Minero y Metalúrgico. La investigación llegó a la siguiente conclusión:

- Pilchaca, cuenta con un peligro geológico, el cual es el movimiento complejo, dándose de esa manera los deslizamientos de flujo de tierra, el evento antiguo desvió el curso del río Mantaro hacia su margen izquierda; actualmente se puede dar el represamiento del río Mantaro, afectando viviendas y terrenos de cultivo de los poblados de Pilchaca, Uchpa, Sas, Ccollpa y Antacra.

Ochoa & Delgado, (2014) realizaron el informe técnico: *“Inspección Técnica Geológica en el Centro Poblado de Cuenca”*, del Instituto Geológico Minero y Metalúrgico. La investigación llegó a las siguientes conclusiones:

- Litológicamente Cuenca está emplazada sobre depósitos de antiguos deslizamientos, los suelos son arcillo-gravo-limosa. La presencia de afloramientos de agua (puquiales) en el cuerpo del desplazamiento activo y en

la parte alta de las laderas y montañas que circundan al poblado, humedecen y desestabilizan el terreno, de manera natural debido a la infiltración de agua.

- El puente que se encuentra cubierto por el material deslizado, está impidiendo que las aguas desfoguen con naturalidad; de producirse un desembalse violento resultaría afectada la parte baja de la localidad de Cuenca, donde hay poblaciones asentadas en las riberas y que ya sufrieron una oleada de inundación luego del desfogue repentino del primer día del desastre (Sector Izcuchaca).

Hutchinson & Kojan, (1975) realizaron el informe técnico: *“El deslizamiento de tierras de Mayunmarca el 25 de abril de 1974”*, del Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura. La investigación llegó a las siguientes conclusiones:

- El 25 de abril de 1974, ocurrió el deslizamiento de tierras de la quebrada de Mayunmarca sobre el Mantaro, dicho fenómeno embalsó el río durante 43 días, posteriormente el embalse natural se rompió y generó diversas pérdidas.
- El embalse formó una laguna artificial de 30 kilómetros de longitud, con una profundidad de 170 m y un ancho de 650 aproximadamente, alcanzando un volumen de 670000000 m<sup>3</sup>; este fenómeno ocurrió debido a varios factores entre los cuales tenemos: las condiciones topográficas, la infiltración de aguas de laguna, los cambios climáticos intensos y la erosión, estos son desfavorables para la estabilidad de las laderas.

## 2.2. Bases teóricas

### 2.2.1. Represamiento:

Es una estructura edificada con cualquier material, que atraviesa un cauce natural o artificial, para producir una elevación del nivel de agua o una acumulación (embalse) y generar una distribución de caudales diferente a la natural o inicial Sandoval, (2014, p. 3)

Según Pérez & Gardey (2014) menciona que: “El represamiento es un depósito de agua que se forma de manera artificial. Habitualmente se cierra u obstruye la boca de un valle a través de un embalse o de un dique, almacenando el agua de un río o arroyo”.

- Tipos de Represamiento:

*Embalse natural:* Es creado por acciones naturales. Este puede ser ocasionado por fenómenos de remoción de masas como deslizamientos, derrumbes, flujos, avalanchas, etc. La crecida del nivel de agua de este tipo de represamiento puede desestabilizar los pies de las laderas incrementando los peligros geológicos en la zona. “Estos embalses no permiten gestionar el uso del agua y escapan del control humano” Pérez & Merino (2014).

*Lago artificial:* También llamado represa, presa, reservorio, embalse, estos son construidos para diversos fines como reservorio agrícola, fuente de agua potable, presa hidroeléctrica, etc.

- Nivel de agua:

El nivel de agua se determina sobre una corriente de agua y se expresa en metros o en centímetros y se refiere a la altura alcanzada por el nivel del agua en relación a un nivel de referencia

- Humedad:

Según Das (2015, p. 51) el contenido de humedad o de agua ( $w$ ), es la cantidad de agua contenida en el suelo (humedad de suelo), medida sobre la base de análisis volumétrica, y es definida como la razón del peso de agua al peso de los sólidos en un volumen dado de suelo.

$$w(\%) = \frac{W_w}{W_s} \times 100$$

Donde:

$w\%$  : Contenido de humedad  
 $W_s$  : Peso de los sólidos del suelo  
 $W_w$  : Peso del agua

### 2.2.2. Deslizamiento

“Los deslizamientos son movimientos de una masa de materiales térreos pendiente abajo, sobre una o varias superficies de falla delimitadas por la masa estable o remanente de una ladera” (Mendoza, Dominguez, Noriega, & Guevara, 2014, p.10).

Según Cruden (citado por Suárez, 2009, p. 5) menciona: “Los deslizamientos consisten en movimientos de masas de roca, residuos o tierra, hacia debajo de un talud”.

Suárez (2009, p. 1) menciona: “Los deslizamientos producen cambios en la morfología del terreno, diversos daños ambientales, daños en las obras de infraestructura, destrucción de viviendas, puentes, bloqueo de ríos, etc”.

Según F. de Mateiis (2003, p. 5) Es la rotura y el desplazamiento del suelo situado debajo de un talud, que origina un movimiento hacia abajo y hacia afuera de toda la masa que participa del mismo, además menciona que los deslizamientos pueden producirse de distintas maneras, es decir en forma lenta o rápida, con o sin provocación aparente.

### **Tipos de deslizamiento:**

Los deslizamientos se pueden clasificar en dos tipos, los cuales son:

- *Deslizamiento de rotación:* Según Navarro (citado por Calvache, 2017, p.6) “Se genera cuando la superficie de rotura es cóncava y se produce en materiales homogéneos muy fragmentados, en una inclinación contrapendiente de la cabecera”. “Visto en planta posee una serie de agrietamientos concéntricos y cóncavos en la dirección del movimiento.” (Rivera, 2009, p. 22).
- *Deslizamiento de traslación:* Según Vallejo (Citado por Calvache, 2017, p.6) “La superficie es un plano de inclinación es básicamente constante, se origina en materiales heterogéneos con extensiones bien determinadas”.

Por lo general el tipo de movimiento de rotación trata de auto estabilizarse, mientras uno de traslación puede progresar indefinidamente a lo largo de la ladera hacia abajo. En muchos deslizamientos de traslación la masa se deforma y puede convertirse en flujo (Rivera, 2009. p.22).

### **Estabilidad de taludes**

Estabilidad, es la seguridad de una masa de tierra contra la falla o movimiento y Talud, es la superficie inclinada respecto de la horizontal que hayan de adoptar permanentemente, cuando se produce de forma natural, se denomina ladera (F. de Mateis, 2003, p.4)

La finalidad del análisis de estabilidad de taludes es estimar la posibilidad de falla de estos al provocarse un deslizamiento de la masa de suelo que lo forma, buscando que el diseño de excavaciones y rellenos que den lugar a un talud o afecten la estabilidad de una ladera se realice de forma segura y económica (Castañón, 2012, p.124).

- Factor de Seguridad (FS):

El factor de seguridad es empleado por los ingenieros para conocer cuál es el factor de amenaza para que el talud falle en las peores condiciones de comportamiento para el cual se diseña.

Según Fellenius (citado por Suárez, 2009, p.130) presenta el factor de seguridad como la relación entre la resistencia al corte real, calculada del material en el talud y los esfuerzos de corte críticos que tratan de producir la falla, a lo largo de una superficie supuesta de posible falla.

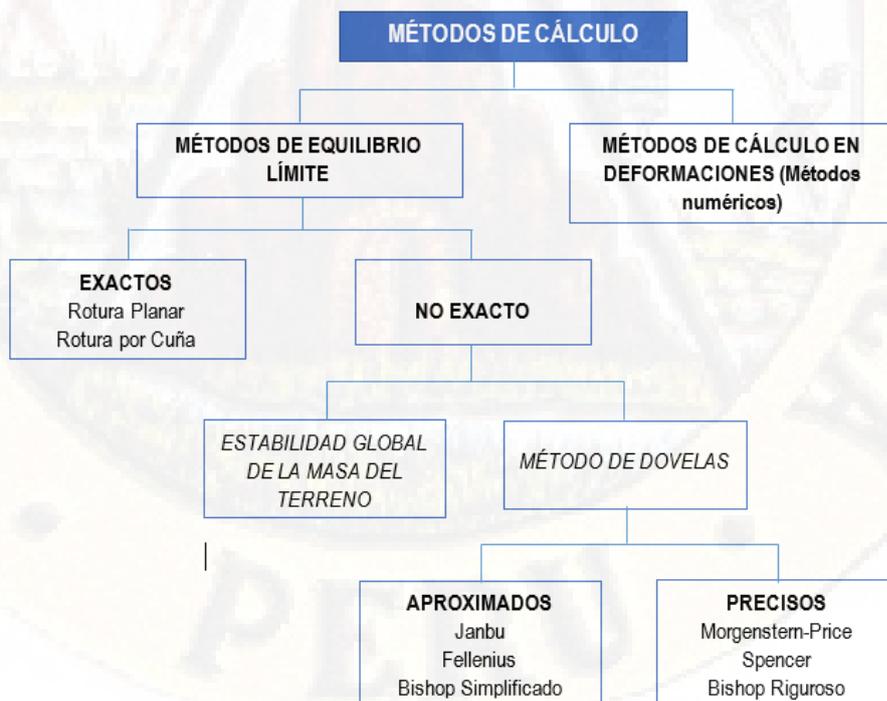
$$F.S. = \frac{\text{Resistencia al cortante disponible}}{\text{Esfuerzo al cortante actuante}}$$

### Metodología para el Análisis de la Estabilidad:

Dentro de las metodologías disponibles, se encuentran los métodos de cálculo con modelos numéricos o métodos de equilibrio límite.

**Figura N° 1**

**Métodos de cálculo del Análisis de la Estabilidad de Taludes**



**Fuente:** Gonzales Vallejo, L et al 2002

**Tabla N° 1**  
**Métodos de Análisis para Estabilidad de Taludes**

MÉTODO	SUPERFICIE DE FALLA	EQUILIBRIO	CARACTERÍSTICAS
<b>Ordinario o de Fellenius (Fellenius 1927)</b>	Circulares	De fuerzas	Este método no tiene en cuenta las fuerzas entre las dovelas y no satisface equilibrio de fuerzas, tanto para la masa deslizada como para dovelas individuales. Sin embargo, este método es muy utilizado por su procedimiento simple.
<b>Bishop simplificado (Bishop 1955)</b>	Circulares	De momentos	Asume que todas las fuerzas de cortante entre dovelas son cero. Reduciendo el número de incógnitas. La solución es sobre determinada debido a que no se establecen condiciones de equilibrio para una dovela.
<b>Janbú Simplificado (Janbú 1968)</b>	Cualquier forma de superficie de falla.	De fuerzas	Al igual que Bishop asume que no hay fuerza de cortante entre dovelas. La solución es sobre determinada que no satisface completamente las condiciones de equilibrio de momentos.
<b>Sueco Modificado. U.S. Army Corps of Engineers (1970)</b>	Cualquier forma de superficie de falla.	De fuerzas	Supone que las fuerzas tienen la misma dirección que la superficie del terreno. Los factores de seguridad son generalmente altos.

<b>Lowe y Karafiath (1960)</b>	Cualquier forma de superficie de falla.	De fuerzas	Asume que las fuerzas entre partículas están inclinadas a un ángulo igual al promedio de la superficie del terreno y las bases de las dovelas. Esta simplificación deja una serie de incógnitas y no satisface el equilibrio de momentos. Se considera el más preciso de los métodos de equilibrio de fuerzas.
<b>Spencer (1967)</b>	Cualquier forma de superficie de falla.	Momentos y fuerzas	Asume que la inclinación de las fuerzas laterales son las mismas para cada tajada. Rigurosamente satisface el equilibrio estático asumiendo que la fuerza resultante entre tajadas tiene una inclinación constante pero desconocida.
<b>Morgenstern y Price (1965)</b>	Cualquier forma de superficie de falla.	Momentos y fuerzas	Asume que las fuerzas laterales siguen un sistema predeterminado. El método es muy similar al método Spencer con la diferencia que la inclinación de la resultante de las fuerzas entre dovelas se asume que varía de acuerdo a una función arbitraria.
<b>Sarma (1973)</b>	Cualquier forma de superficie de falla.	Momentos y fuerzas	Asume que las magnitudes de las fuerzas verticales siguen un sistema predeterminado. Utiliza el método de las dovelas para calcular la magnitud de un coeficiente sísmico requerido para producir la falla. Esto permite desarrollar una relación entre el coeficiente sísmico y el factor de seguridad.
<b>Elementos finitos</b>	Cualquier forma de superficie de falla.	Analiza esfuerzos y deformaciones	Satisface todas las condiciones de esfuerzo. Se obtienen esfuerzos y deformaciones en los nodos de los elementos, pero no se obtiene un factor de seguridad.

**Fuente:** Gonzales Vallejo, L et al 2002

### **Método de Limite de Equilibrio:**

En este tipo de cálculo, se parte de una superficie donde se comprueba la relación entre la sumatoria de las fuerzas resistentes y las fuerzas movilizadoras, cuyo cociente es el FS.

Anteriormente, lo que era un estudio de una masa deslizante global se ha sustituido por una subdivisión de la masa en “rebanadas” con paredes verticales, entre las que se imponen unas fuerzas normales y tangenciales que deben cumplir diferentes hipótesis. Cada una de estas hipótesis da lugar a diferentes tipos de resolución (Bishop, Jambu, Spencer, Morgenstern-Price, etc.) (IngeOexpert, 2016, p.7).

#### *Parámetros a utilizar:*

Topografía del talud, estratigrafía, ángulo de fricción, cohesión, peso unitario, niveles freáticos y cargas externas (Suárez, 2009, p.129).

#### *Ventajas:*

Existe una gran cantidad de paquetes de software. Se obtiene un número de factor de seguridad. Analiza superficies curvas, rectas, cuñas, inclinaciones, etc. Análisis en dos y tres dimensiones con muchos materiales, refuerzos y condiciones de nivel de agua (Suárez, 2009, p.129).

#### *Limitaciones:*

Genera un número único de factor de seguridad sin tener en cuenta el mecanismo de inestabilidad. El resultado difiere de acuerdo con el método que se utilice. No incluye análisis de las deformaciones (Suárez, 2009, p.129).

Se pueden clasificar a su vez en dos grupos:

- **Métodos Exactos:**

Las aplicaciones de las leyes de la estática proporcionan una solución exacta del problema con la única salvedad de las simplificaciones propias de todos

los métodos de equilibrio límite (ausencia de deformaciones, factor de seguridad constante en toda la superficie de rotura, etc.). Esto sólo es posible en taludes de geometría sencilla, como por ejemplo la rotura planar y la rotura por cuñas.

- **Métodos no exactos:**

En la mayor parte de los casos la geometría de la superficie de rotura no permite obtener una solución exacta del problema mediante la única aplicación de las leyes de la estática. El problema es hiperestático y ha de hacerse alguna simplificación o hipótesis previa que permita su resolución

### **Parámetros fundamentales**

#### *Ángulo de Fricción ( $\emptyset$ ):*

Según Suárez (2009, p. 76), es la representación matemática del coeficiente de rozamiento, el cual es un concepto básico de la física.

El ángulo de fricción en suelos granulares secos coincide con el ángulo de reposo. Todos los suelos poseen fricción. Sin embargo, a los suelos arcillosos con fricción muy baja o despreciable, se les denomina suelos cohesivos:  $\emptyset = 0$

El ángulo de fricción ( $\emptyset$ ) depende de una gran cantidad de factores, algunos de los más importantes son:

- Tipo de mineral constitutivo de las partículas.
- Tamaño de las partículas. A mayor tamaño de partículas, mayor es  $\emptyset$
- Forma de las partículas.  $\emptyset$  es mayor para partículas angulosas.
- Distribución de los tamaños de partículas. En los suelos bien gradados,  $\emptyset$  es mayor que en los suelos uniformes.
- Densidad
- Permeabilidad (Facilidad de drenaje)

*Cohesión (C):*

Según Suárez (2009, p. 77), la cohesión es una medida de la cementación o adherencia entre las partículas de suelo. La cohesión en la mecánica de suelos, es utilizada para representar la resistencia al cortante producida por la cementación entre las partículas.

En los suelos eminentemente granulares en los cuales no existe ningún tipo de cementante o material que pueda producir adherencia, la cohesión se supone igual a cero y a estos suelos se les denomina suelos friccionantes o “no cohesivos” ( $C=0$ ).

*Pesos unitarios:*

Según Suárez (2009, p. 78), el peso unitario es el parámetro más sencillo más de medir el análisis de estabilidad de los taludes, es el que influye menos en el factor de seguridad.

### **2.3. Bases conceptuales**

- *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.
- *Superficie de Falla:* Área por debajo del movimiento y que delimita el volumen del material desplazado. El suelo por debajo de la superficie de la falla no se mueve, mientras que el que se encuentra por encima de esta, se desplaza. En algunos movimientos no hay superficie de falla.

- *Altura del Nivel Freático:* Es la distancia vertical desde el pie del talud o ladera hasta el nivel de agua (la presión en el agua es igual a la presión atmosférica). La altura del nivel freático se acostumbra medirla debajo de la cabeza del talud.
- *Saturación:* Se refiere al contenido de agua del suelo cuando prácticamente todos los espacios están llenos de agua. En los suelos bien drenados es un estado temporal ya que el exceso de agua drena de los poros grandes por influencia de la gravedad para ser reemplazada por aire.

#### **2.4. Definición de términos**

- *Pendiente:* Es la medida de inclinación de la superficie del talud o ladera. Puede medirse en grados, en porcentaje o relación m: 1, en la cual “m” es la distancia horizontal que corresponde a una unidad de distancia vertical.
- *Permeabilidad:* Es la capacidad de un material para que un fluido lo atraviese sin alterar su estructura interna.
- *Presión de poros:* La presión de poros disminuye los esfuerzos normales efectivos entre las partículas, trata de separarlas y disminuye la resistencia a la fricción.
- *Susceptibilidad:* La probabilidad de producir una respuesta significativamente superior a la media a una exposición específica a una sustancia.
- *Deslizamiento:* Son desplazamientos de masas de tierra o rocas (o ambos), por una pendiente abajo en forma súbita o lenta, el deslizamiento o derrumbe, es un fenómeno de la naturaleza que se define como “el movimiento pendiente abajo, lento o súbito de una ladera, formado por materiales naturales – roca – suelo, vegetación o bien de rellenos artificiales”.
- *Caída:* Son movimientos en caída libre de distintos materiales tales como rocas, detritos o suelos. Este tipo de movimiento se origina por el desprendimiento del

material de una superficie inclinada, el cual puede rebotar, rodar, deslizarse o fluir ladera abajo. Ocurre en forma rápida sin dar tiempo a eludirlas.

- *Topografía*: Técnica que consiste en describir y representar en un plano la superficie o el relieve de un terreno.

## 2.5. Hipótesis

### 2.5.1. Hipótesis General:

- El represamiento del río Mantaro influye significativamente en el deslizamiento de la ladera del sector de Pilchaca Viejo en el distrito de Pilchaca - Huancavelica.

### 2.5.2. Hipótesis Específicos:

- El nivel de agua del represamiento del río Mantaro influye significativamente en el factor de seguridad de la ladera del sector de Pilchaca Viejo en el distrito de Pilchaca - Huancavelica.
- La humedad por el represamiento del río Mantaro influye significativamente en el factor de seguridad de la ladera del sector de Pilchaca Viejo en el distrito de Pilchaca - Huancavelica.

## 2.6. Variables

- Variable Independiente: “**Represamiento**”
- Variable Dependiente: “**Deslizamiento**”

## 2.7. Operacionalización de variables

Tabla Nº 2

*Definición operativa de variables e indicadores*

<b>OPERACIONALIZACION DE VARIABLES</b>			
<b>VARIABLE</b>	<b>DEFINICION CONCEPTUAL</b>	<b>DIMENSIONES</b>	<b>INDICE/INDICADOR</b>
<b>VARIABLE INDEPENDIENTE</b> Represamiento	El represamiento es un depósito de agua que se forma de manera artificial. Lo habitual es que se cierre la boca de un valle a través de una presa o de un dique, almacenando el agua de un río o de un arroyo (Pérez y Merino, 2011, p.52).	Nivel de agua  Humedad	metros  Porcentaje (%)
<b>VARIABLE DEPENDIENTE</b> Deslizamiento	Los deslizamientos consisten en movimientos de masas de roca, residuos o tierra, hacia debajo de un talud.  Los deslizamientos producen cambios en la morfología del terreno, diversos daños ambientales, daños en las obras de infraestructura, destrucción de viviendas, puentes, bloqueo de ríos, etc. (Suárez, 2009, p. 5).	Factor de Seguridad	F.S.= Valor numérico

*Fuente: Elaboración Propia.*

## CAPÍTULO III

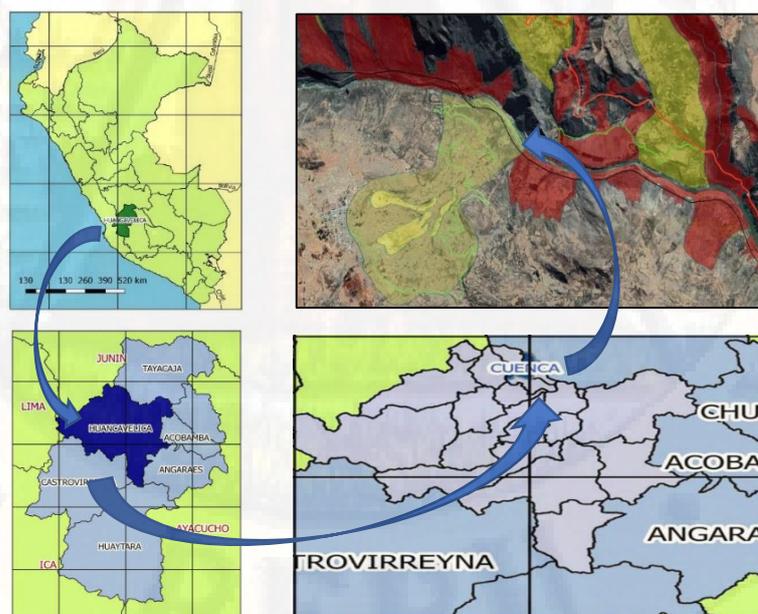
### METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

#### 3.1. Ámbito temporal y espacial

El área de estudio, es el sector de “Pilchaca Viejo”, ubicado en el distrito de Pilchaca de la provincia y región de Huancavelica, el cual se caracteriza por tener un clima semiseco, con presencia de lluvias entre los meses de diciembre - marzo. El sector se encuentra a 126 Km de la ciudad de Huancavelica.

*Figura N° 2*

*Ubicación del área del proyecto.*



*Fuente: Elaboración propia*

### **3.2. Tipo de Investigación**

El tipo de investigación es APLICADA, por que utiliza el conocimiento en la práctica. Según Niño (2011, p. 38), “es la que propende por la búsqueda del nuevo conocimiento y nuevas teorías, sin preocuparse por los campos de aplicación”. Según Gonzales, Oseda, Ramirez, & Gave, (2011, p.141), “esta investigación busca conocer para hacer y para actuar”.

### **3.3. Nivel de Investigación**

El nivel de investigación es EXPLICATIVO. Los estudios explicativos van más allá de la descripción de conceptos y fenómenos o del establecimiento de relaciones entre conceptos; es decir, están dirigidos a responder por las causas de los eventos y fenómenos físicos o sociales. Como su nombre lo indica, su interés se centra en explicar el por qué ocurre un fenómeno y en qué condiciones se manifiesta, o por qué se relacionan dos o más variables Hernández, Fernández, & Baptista (2010, p. 83)

Según Gonzales, Oseda, Ramirez, & Gave, (2011, p. 142), “se encarga de buscar el porqué de los hechos mediante el establecimiento de relaciones causa-efecto”.

### **3.4. Diseño de investigación**

El diseño de investigación será Pre experimental, según Hernández, Fernández, & Baptista (2010), “es el diseño de un solo grupo cuyo grado de control es mínimo. Generalmente es útil como un primer acercamiento al problema de investigación en la realidad” (p. 136-137).

*GE: X O*

Donde:

G.E. : Grupo Experimental

X : Variable independiente (Represamiento)

O : Variable dependiente (Deslizamiento)

Según Gonzales, Oseda, Ramirez, & Gave, (2011, p. 105), el diseño pre experimental se controlan parcialmente los factores que influyen en la validez interna y externa, además nos menciona que el grupo de diseño post test o estudio de caso con una sola medición, es una forma de diseño pre experimental que consiste en administrar un estímulo o tratamiento a un grupo y después aplicar una medición en una o más variables, para observar cuál es el nivel del grupo en estas variables. Es decir, la medición de la variable dependiente solo se toma, después de aplicado el tratamiento.

### **3.5. Población, muestra y muestreo**

#### **3.5.1. Población**

La población según Briones, (2002, p. 57), es el conjunto de unidades que componen el colectivo en el cual se estudiará el fenómeno expuesto en el proyecto de investigación. La delimitación exacta de la población es una condición necesaria para el cumplimiento de los objetivos de la investigación.

Niño, (2011, p. 55), la población está constituida por una totalidad de unidades, vale decir, por todos aquellos elementos (personas, animales, objetos, sucesos, fenómenos, etc.) que puedes conformar el ámbito de una investigación.

La población a estudiarse en la presente investigación es la ladera del sector de Pilchaca Viejo.

### **3.5.2. Muestra**

La muestra según Briones, (2002, p. 57) “Es el conjunto de unidades de muestreo incluidas en la muestra mediante algún procedimiento de selección. Habitualmente se la designa con la letra  $n$ ”.

La muestra según Hernández, Fernández, & Baptista, (2010, p. xxxix) “es un subgrupo de la población de interés sobre el cual se recolectarán datos, y que tiene que definirse o delimitarse de antemano con precisión, éste deberá ser representativo de dicha población”.

La muestra a considerarse para la presente investigación será la ladera del sector de Pilchaca Viejo.

### **3.5.3. Muestreo**

El muestreo según Gomez, (2012, p. 34) “Es un instrumento de gran validez en la investigación, es el medio a través del cual el investigador, selecciona las unidades representativas para obtener los datos que le permitirán obtener información acerca de la población a investigar”.

El tipo de muestreo es intencionado, debido a que el investigador seleccionará el elemento más representativo para la investigación, para el presente proyecto se está considerando dos perfiles de la ladera del sector de Pilchaca Viejo.

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

### **3.6.1. Técnicas**

Las principales técnicas que se utilizarán en la presente investigación son:

- *La observación de campo y laboratorio:* Según Gonzales, Oseda, Ramirez, & Gave (2011, p.147), es una técnica que consiste en observar atentamente el fenómeno, hecho o caso, tomar información y registrarla para su posterior

análisis. La observación de campo es el recurso principal de la observación descriptiva, se realiza en el lugar donde ocurren los hechos o fenómenos investigados y la observación de laboratorio se realiza con grupos humanos previamente determinados, para observar sus comportamientos físicos y mecánicos.

- *La documentación:* Es todo objeto o elemento material que contiene información procesada de hechos, sucesos o acontecimientos naturales o sociales que se han dado en el pasado y que poseen referencias valiosas (datos, cifras, fichas, índices, indicadores, etc.) para un trabajo de investigación. (Carrasco, 2005, p. 275)

### 3.6.2. Instrumentos

laboratorio de mecánica de suelos como: balanza de precisión, tamizadora eléctrica, juego de tamices, horno, taras y equipo triaxial.

En el desarrollo de la investigación los principales instrumentos que se utilizaron en este estudio son:

- *Fichaje.* Es una técnica muy desarrollado por los investigadores. Es una manera de recolectar y almacenar datos. Por ello cada ficha contiene un conjunto de datos de las variables los cuales están dirigidos al mismo tema, ello le da unidad y valor propio. (Hernández, Fernández, & Baptista, 2010)
- *Equipos e instrumentos de laboratorio topográfico:* Para la recolección de datos utilizaremos: estación total, prismas, wincha y GPS.
- *Equipos e instrumentos de laboratorio de suelos:* Tenemos a la balanza de precisión, horno, tamices, taras y equipo triaxial.

### 3.7. Técnicas de procesamiento y análisis de datos

Para el procesamiento y análisis de datos se realizará a través de los siguientes trabajos:

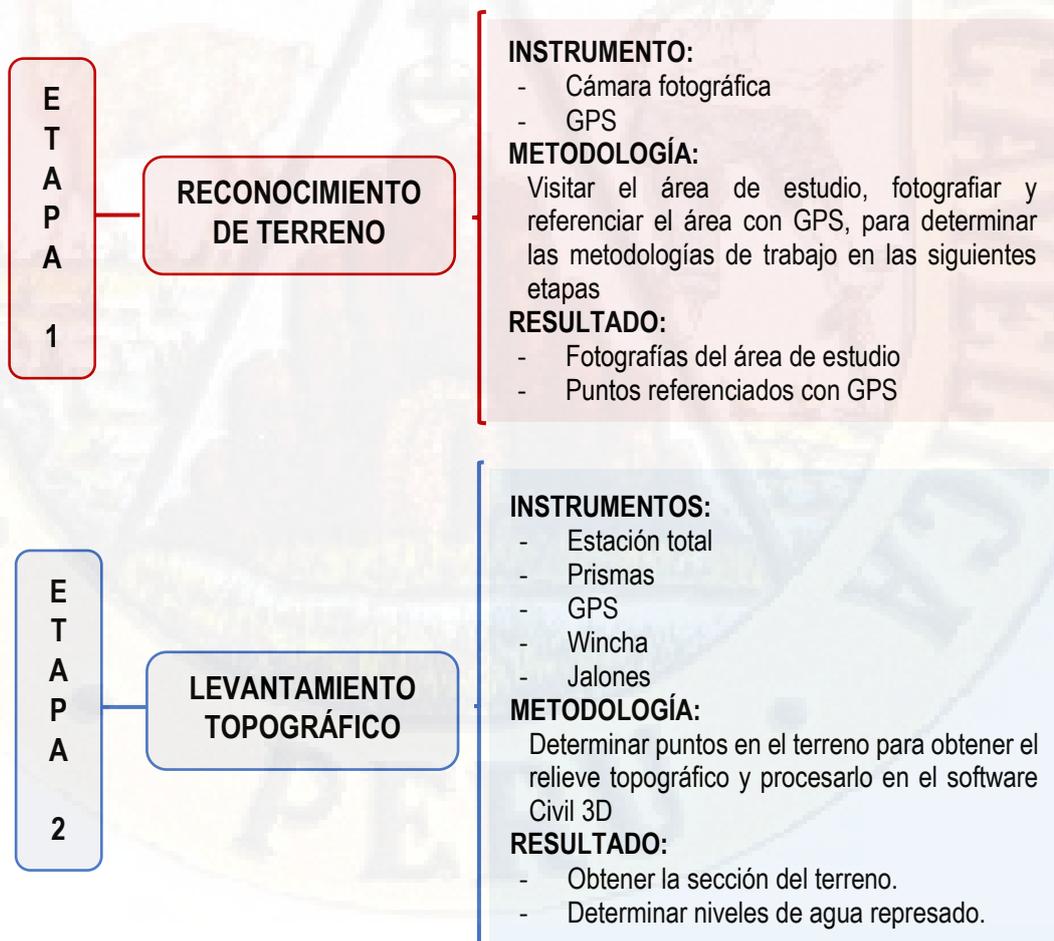
- Civil 3D, para la obtención de la topografía y perfiles del área de estudio.
- Excel 2016, para el procesamiento de los datos del laboratorio de Mecánica de Suelos II (Contenido de humedad y Peso volumétrico), con el cual se obtendrá la caracterización del suelo.
- GeoSlope, donde se realizó el modelamiento numérico de la estabilidad de la ladera, haciendo uso de los resultados obtenidos del laboratorio durante la etapa 2,3 y 4 del proyecto.
- Estadística Inferenciales, en el cual se realizará el proceso de verificación de la hipótesis planteada, mediante la Técnica de análisis de varianza (ANAVA), a través de esta se elaborará la prueba de significancia estadística, usando la denominada distribución Fisher (F).
- Resultados
- Conclusiones

## CAPÍTULO IV

### PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

#### 4.1. Análisis de información

El proyecto de investigación está compuesto de 7 etapas, de las cuales hasta la etapa 4, conforma la recolección de datos e información durante la ejecución, la etapa 5 constituye el método número y por último la etapa 6 y 7, indicarán los resultados y conclusiones.



**E T A P A**  
**3**

**EXPLORACIÓN Y EXTRACCIÓN DE SUELOS**

**INSTRUMENTOS:**

- Instrumentos manuales para la exploración y extracción de muestras de suelo.

**METODOLOGÍA:**

De acuerdo al programa de exploración, se realizará las calicatas necesarias para extraer muestras representativas del terreno en estudio.

**RESULTADOS:**

Resultados de campo

- Tipo de suelo.
- Muestras inalteradas

**E T A P A**  
**4**

**ANÁLISIS EN LABORATORIO**

**INSTRUMENTOS:**

- Horno y taras
- Probeta
- Tamices
- Equipo triaxial

**METODOLOGÍA:**

Obtenido las muestras inalteradas, se realizarán los ensayos correspondientes para obtener resultados objetivos.

**RESULTADOS:**

Resultados de laboratorio

- Contenido de Humedad (W%)
- Peso específico.
- Cohesión (C)
- Ángulo de fricción interna ( $\emptyset$ )

**E T A P A**  
**5**

**MÉTODO NUMÉRICO**

**INSTRUMENTOS:**

- Software GeoStudio (GeoSlope)

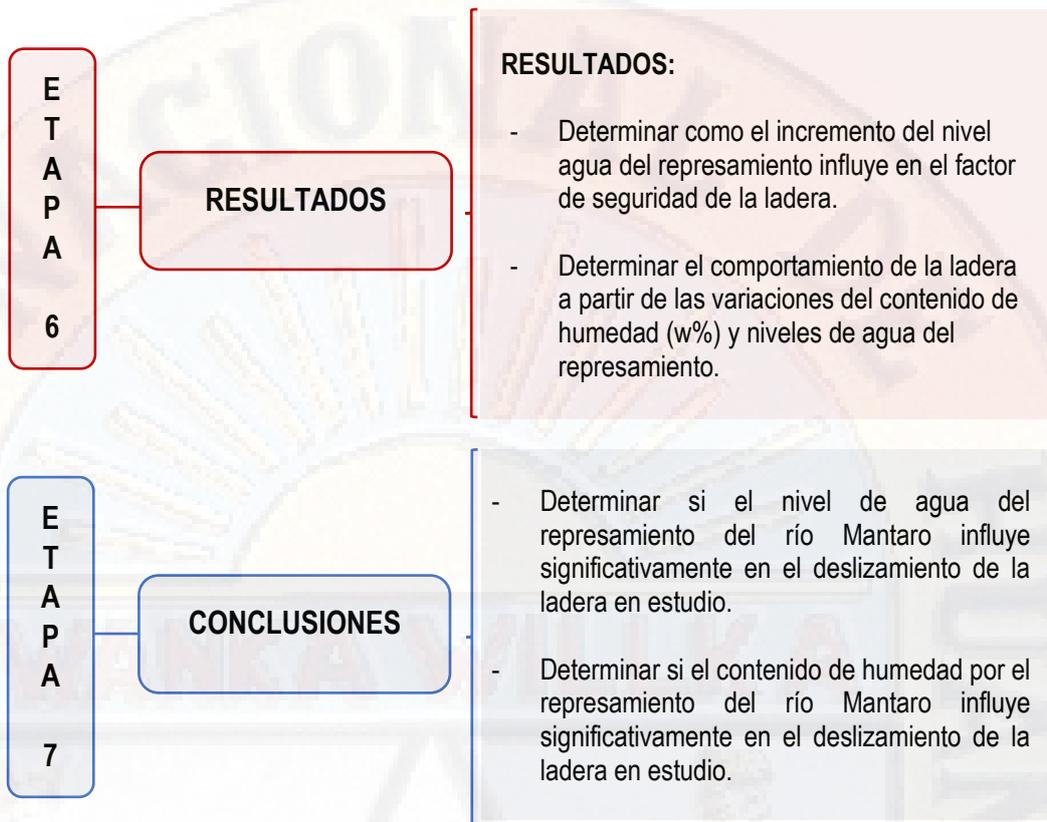
**METODOLOGÍA:**

Obtenido la sección del terreno, datos del laboratorio, se realizará variaciones del contenido de humedad (w%) y niveles de agua del represamiento, para así finalmente modelar y determinar la estabilidad de la ladera.

**RESULTADOS:**

Determinar el Factor de Seguridad

- Si: FS > 1 → Estable
- Si: FS < 1 → Inestable

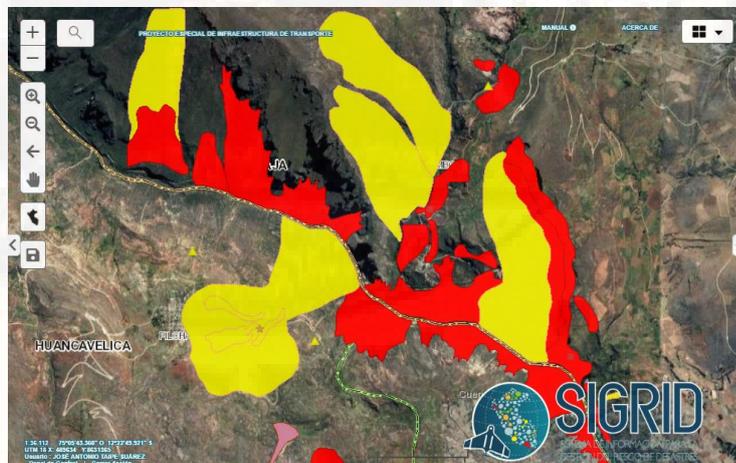


#### 4.1.1. Reconocimiento de Terreno

La visita de campo al área de estudio se realizó el día sábado 04 de mayo del 2019, para lo cual se identificó las áreas vulnerables que establece el Sistema de Información para la Gestión del Riesgo de Desastres (SIGRID).

**Figura N° 3**

**Áreas vulnerables identificadas por el SIGRID en el área de estudio.**



Fuente: Sistema de Información para la Gestión del Riesgo y Desastre (SIGRID)

El área del proyecto de la presente investigación, es la ladera del sector de Pilchaca Viejo distrito de Pilchaca provincia y departamento de Huancavelica, área por la cual se estima un posible represamiento del río Mantaro, debido a ello se determinará la estabilidad de la ladera en estudio.



**Imagen N° 1:** Ladera del sector de Pilchaca Viejo

La ladera del Sector de Pilchaca Viejo, tiene una topografía accidentada, una pendiente pronunciada y gran cantidad de vegetación, además podemos observar el escarpe que tiene el talud, el cual puede deslizarse al paso del tiempo. El puente Angosmayo, es la zona donde se estima aproximadamente el posible represamiento del río Mantaro.



**Imagen N° 2:** Puente Angosmayo (Zona del represamiento del río Mantaro)



*Imagen N° 3: Zonas de riesgos vulnerables a deslizamientos de Pilchaca.*

A lo largo del reconocimiento del terreno, se identificó las zonas de riesgo de la ladera, ya que, presenta escarpes pronunciados, además se visualiza la presencia de puquiales en las partes altas, también se encontró partículas de yeso en algunos tramos.

#### **4.1.2. Levantamiento Topográfico**

El levantamiento topográfico se realizó el 11 y 12 de mayo, donde nos dirigimos al lugar con los equipos topográficos necesarios que son: Estación total, trípode, prismas, GPS, Cinta métrica y libreta de campo.

- Trabajo de campo

Marcamos un punto sobre el terreno (estación), ese punto debe colocarse en el lugar que más convenga, donde podamos visualizar la mayor cantidad de puntos del levantamiento que vayamos a hacer; este punto debe identificarse con un nombre y marcarse ya sea con pintura, clavo, etc.



**Imagen N° 4:** Buscando el lugar más adecuado para estacionar el equipo topográfico.

El operador de la estación total debe visar el prisma con el visual del equipo, tratando de que sea al centro del prisma, una vez que se ha visado se procede a hacer la lectura del punto, (el punto o coordenada del punto se guarda en la memoria del equipo). En caso de no poderlos ver los demás puntos, lo que debemos hacer es cambiarnos de estación (mover el equipo a otro punto).



**Imagen N° 5:** Durante el levantamiento topográfico.

Durante el levantamiento topográfico se visaron la mayor cantidad de puntos para poder tener la topografía y el relieve del área en estudio más detallado, para lo cual se hicieron varios cambios de estación y de esa manera visualizar toda el área del proyecto.



**Imagen N° 6:** Continuación del levantamiento topográfico (Estación 3)

- Trabajo en gabinete

Los trabajos de gabinete estuvieron orientados a determinar, a partir del levantamiento taquimétrico realizado, las coordenadas y cotas de los puntos principales, procesando la información en una hoja electrónica de datos y, a partir de ella, se obtendrá el plano topográfico y sus perfiles.

*Exportación de datos topográficos:*

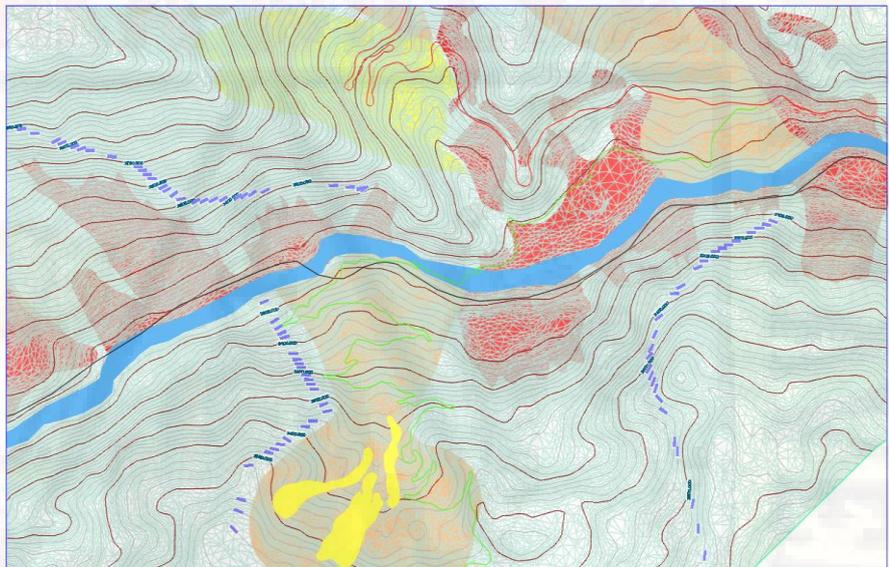
La transferencia de datos, desde la estación total en extensión texto, para luego digitalizar dichos puntos (X, Y, Z), posteriormente se realizará el procesamiento utilizando el software AutoCAD Civil 3D.

#### *Edición de Tin:*

Triangulated Irregular Network (red irregular triangular), es usado para la representación de superficies que son altamente variables y contienen discontinuidades y líneas rotas. Los componentes principales de un TIN son los triángulos, nodos y bordes. Los nodos son localizaciones definidas por valores x, y, z desde los cuales se construye el TIN.

**Figura N° 4**

**Triangulación realizada con los puntos tomados durante el levantamiento topográfico en el AutoCAD Civil 3D**



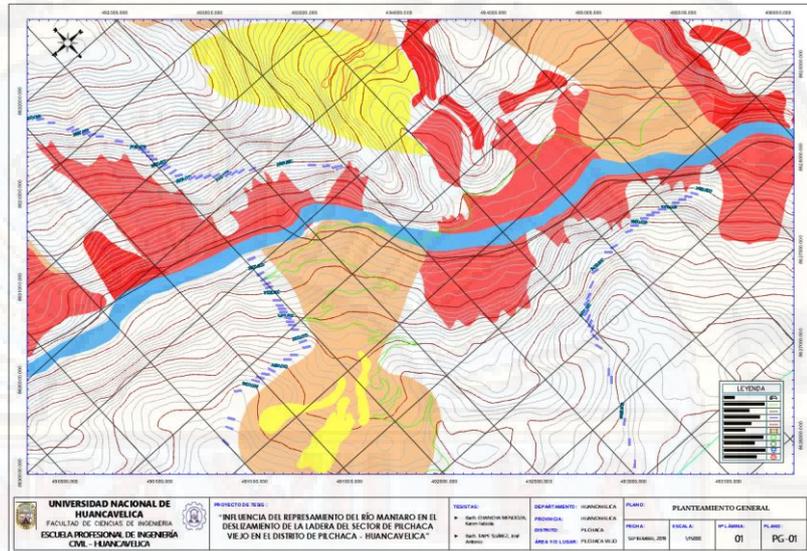
*Fuente: Elaboración propio*

#### *Curvas de Nivel:*

Esta etapa se procesa tomando en cuenta los intervalos del nivel del terreno, una vez editado la Interpolación o triangulación se obtienen las curvas de nivel cuyos intervalos son: curvas mayores cada 50 m y las menores cada 10 m.

**Figura N° 5**

**Plano topográfico del área del proyecto**



Fuente: Elaboración propio

#### 4.1.3. Exploración Y Extracción De Suelo:

Descripción Visual – Manual de los suelos (NTP.339.150, ASTM D 2488)

- Color: Se describe el color de la muestra húmeda, no está directamente relacionado con las propiedades de ingeniería del suelo, pero está relacionado con la mineralogía y la textura del suelo.
- Olor: Describe el olor, si el suelo es orgánico o tiene olor inusual (producto del petróleo, químico o similares).
- Condición de Humedad: La condición del estrato se obtendrá de acuerdo a la siguiente tabla:

**Tabla N° 3**

**Criteria para describir la condición de humedad**

DESCRIPCIÓN	CRITERIO
Seco	Ausencia de humedad, polvoriento y seco al tacto.
Húmedo	Humedad sin presencia visible de agua.
Muy húmedo	Visibilidad de agua, usualmente el suelo está cubierto de una capa de agua.

Fuente: ASTM D 2488

- Angularidad: Describe la angularidad de la arena (solamente de la arena gruesa), grava, bolones y cantos. Lo describe como angular, subangular, subredondeado o redondeado, de acuerdo a la siguiente tabla:

**Tabla N° 4**  
**Criterios de angularidad**

DESCRIPCIÓN	CRITERIO
Angular	Partículas que tienen bordes afilados y son relativamente planas.
Subangular	Partículas que son similares a la descripción angular pero que tienen los bordes redondeados.
Subredondeada	Partículas que son ligeramente planas en los lados pero que tienen esquinas y bordes redondeados.
Redondeada	Partículas que tienen los lados ligeramente curvados y no tienen bordes.

*Fuente: ASTM D 2488*

- Forma: La forma de los granos individuales del suelo es una propiedad cualitativa importante. Se describe la forma de la grava, cantos rodados y bolones, según las siguientes indicaciones del cuadro:

**Tabla N° 5**  
**Criterios para definir la forma de las partículas**

DESCRIPCIÓN	CRITERIO
Chata	Partículas con relación ancho/espesor $> 3$
Alargada	Partículas con relación largo/ancho $> 3$
Chata y alargada	Partículas que cumplen con ambos criterios.

*Fuente: ASTM D 2488*

- Cementación: Describe la cementación del suelo de grano grueso como: débil, moderado, o fuerte, de acuerdo a la siguiente tabla:

**Tabla N° 6**

**Criterios para definir la cementación de la muestra**

<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>CRITERIO</b>
Débil	Cuando se derrumba o quiebra con la manipulación o poca presión del dedo.
Moderada	Cuando se derrumba o quiebra con considerable presión del dedo.
Fuerte	No se derrumba o quiebra con la presión del dedo.

*Fuente: ASTM D 2488*

- Consistencia: (Suelos de grano fino intacto) Describe la consistencia como muy blanda, blanda, firme, dura o muy dura.
- Resistencia en estado seco:

Para conocer la resistencia de la muestra se deberá moldear una bola de suelo de 25 mm de diámetro hasta que alcance una consistencia cremosa, separar en 3 especímenes, luego secará a una temperatura que no exceda los 60° C, y posteriormente se deberá ensayar la resistencia comprimiendo entre los dedos la muestra, se evaluará la resistencia de acuerdo a los siguientes criterios:

**Tabla N° 7**

**Criterios para definir la resistencia en estado seco**

<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>CRITERIO</b>
Nula	La muestra seca se desmorona con solo la presión o la manipulación.
Baja	La muestra seca se desmorona con poca presión.
Media	La muestra seca se rompe en pedazos o se desmorona con la presión considerable con el dedo.
Alta	La muestra seca no puede romperse con la presión del dedo. Sólo se romperá en pedazos entre el dedo pulgar y una superficie dura.
Muy alta	La muestra seca no puede romperse entre el pulgar y una superficie dura.

*Fuente: ASTM D 2488*

- Dilatación:

Para realizar el ensayo de Dilatación se moldeará una bola de suelo de 12 mm de diámetro, hasta que tenga una consistencia suave pero no pegajosa, luego se extenderá la bola en la palma de la mano y se agitará horizontalmente golpeando el lado de la mano contra la otra. Posteriormente se deberá notar la reacción del agua que aparece sobre la superficie de la muestra y será evaluada de acuerdo a los siguientes criterios:

**Tabla N° 8**

***Criterios para definir la dilatación***

<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>CRITERIO</b>
Ninguna	No hay cambios visibles en la superficie de la muestra.
Lenta	El agua aparece lentamente en la superficie de la muestra durante la sacudida y no desaparece lentamente bajo presión.
Rápida	El agua aparece rápidamente en la superficie de la muestra durante la sacudida y desaparece rápidamente bajo presión.

*Fuente: ASTM D 2488*

- Tenacidad

Para la realización del ensayo de tenacidad se enrolla unos palitos con la mano sobre una superficie lisa hasta alcanzar un diámetro de 1/8", posteriormente se describirá la tenacidad de acuerdo a los siguientes criterios:

**Tabla N° 9**

***Criterios para definir la tenacidad***

<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>CRITERIO</b>
Baja	Sólo se requiere una ligera presión para enrollar el bastón de tal manera que llegue a su límite plástico. El bastón y el grumo son frágiles y suaves.

Media	Se requiere una presión media para enrollar el bastón de tal manera que llegue a su límite plástico. El bastón y el grumo tienen una rigidez media.
Alta	Se requiere una considerable presión para enrollar el bastón de tal manera que llegue a su límite plástico. El bastón y el grumo tienen una rigidez bastante alta.

Fuente: ASTM D 2488

- **Dispersión o textura**

Para la realización del ensayo de dispersión se introduce una pequeña muestra en una botella, luego esta será agitada y deberá ser controlado el tiempo en que se asiente el material, ya que debido a la siguiente tabla se podrá identificar la dispersión que tiene el material.

**Tabla N° 10**

***Criterios para definir la dispersión***

<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>CRITERIO</b>
Arena	La muestra se asienta en 1 o 2 minutos.
Limo	La muestra tomara de 15 minutos a 1 hora en asentarse.
Arcilla	La muestra permanecerá suspendida por horas.

Fuente: ASTM D 2488

## Resultados de la Exploración y Descripción de Suelos

### TRINCHERA 1

 <b>UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCAVELICA</b> <b>ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL - HUANCAVELICA</b> 			
<b>PROYECTO DE TESIS: "INFLUENCIA DEL REPRESAMIENTO DEL RÍO MANTARO EN EL DESLIZAMIENTO DE LA LADERA DEL SECTOR DE PILCHACA VIEJO EN EL DISTRITO DE PILCHACA - HUANCAVELICA"</b>			
<b>REGISTRO DE EXCAVACIÓN</b>			
<b>ÁREA DE ESTUDIO</b> Pilchaca Viejo <b>AÑO DE EJECUCIÓN</b> 2019	<b>TRINCHERA</b> 1 <b>Nº ESTRATOS</b> 3	<b>PROFUNDIDAD</b> 2.40 m <b>FECHA</b> 5/07/2019	
PROF. (m)	MUESTRA	DESCRIPCIÓN	SIMBOLOGÍA
0.00 0.10 0.20 0.30 0.40 0.50 0.60 0.70 0.80 0.90 1.00 1.10 1.20 1.30 1.40	<b>M-1</b>	Presenta material orgánico de color pardo olivo oscuro y se encuentra la presencia de raíces.	Material Orgánico <b>O</b>
	<b>M-2</b>	El estrato es de color marrón rojizo oscuro, presenta un material granular angular con bordes afilados y lados planos, las cuales tienen una forma chata y alargada, además en el suelo se identifica partículas finas, con consistencia dura.	Arena Limosa <b>SM</b>

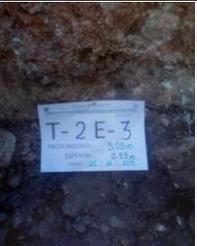
<p>1.50</p> <p>1.60</p> <p>1.70</p> <p>1.80</p> <p>1.90</p> <p>2.00</p> <p>2.10</p> <p>2.20</p> <p>2.30</p> <p>2.40</p>	<p><b>M-3</b></p>	<p>Presenta material de color rojo oscuro con presencia de partículas granulares subangulares, de forma chata y cementación moderada, además se identificó la presencia de partículas finas de consistencia dura y una resistencia media.</p> <p>Al realizar la excavación se observó la exudación del estrato, a medida que se fue incrementando la profundidad, este efecto se genera debido a la presencia del nivel freático.</p>		<p>Limo Arcilloso LC</p>
---	-------------------	---	---	------------------------------

	TRINCHERA N° 1		
	ESTRATO 1	ESTRATO 2	ESTRATO 3
<b>IDENTIFICACIÓN DE SUELOS FINOS</b>			
<b>ENSAYOS</b>			
CONSISTENCIA	Material Organico	Firme	Firme
RESISTENCIA EN ESTADO SECO		Media	Baja
DILATACIÓN		Lenta	Rapida
TENACIDAD		Baja	Media
DISPERSIÓN O TEXTURA		Arena	Limo
<b>OBSERVACIONES</b>		Presencia de raices	Nivel Freático

## TRINCHERA 2

 <b>UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCAVELICA</b> <b>ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL - HUANCAVELICA</b> 			
<b>PROYECTO DE TESIS: "INFLUENCIA DEL REPESAMIENTO DEL RÍO MANTARO EN EL DESLIZAMIENTO DE LA LADERA DEL SECTOR DE PILCHACA VIEJO EN EL DISTRITO DE PILCHACA - HUANCAVELICA"</b>			
<b>REGISTRO DE EXCAVACIÓN</b>			
<b>ÁREA DE ESTUDIO</b> Pilchaca Viejo <b>AÑO DE EJECUCIÓN</b> 2019	<b>TRINCHERA</b> 2 <b>Nº ESTRATOS</b> 4	<b>PROFUNDIDAD</b> 3.05 m <b>FECHA</b> 5/07/2019	
PROF. (m)	MUESTRA	DESCRIPCIÓN	SIMBOLOGÍA
0.00 0.10 0.20 0.30 0.40 0.50 0.60 0.70 0.80 0.90 1.00 1.10 1.20 1.30 1.40	M-1	Presenta material orgánico de color marrón oscuro con gran presencia de raíces.	Material Orgánico O
	M-2	Presenta un estrato de color marrón rojizo oscuro, con un contenido de humedad seco y polvoriento al tacto, también se observa la presencia de material granular sub angular, de forma chata y alargada; una cementación moderada, la cual se quiebra con una considerable presión y además posee una consistencia dura.	Arena Arcillosa SC

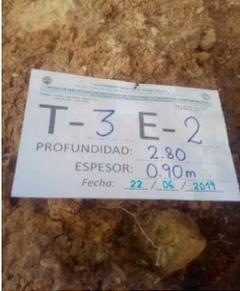
1.50				
1.60				
1.70				
1.80				
1.90				
2.00	<b>M-3</b>	El estrato es de color pardo muy oscuro, el cual presenta material granular con bordes redondeados y lados planos, de forma chata y alargada, con una cementación moderada y una consistencia muy dura.	 <p>T-2 E-3 PROFUNDIDAD: 3.05m ESPESOR: 0.85m Fecha: 22/08/2021</p>	Arena Limosa <b>SM</b>
2.10				
2.20				
2.30				
2.40				
2.50	<b>M-4</b>	Presenta un estrato de color gris amarillo oscuro, con abundante presencia de material granular angular, de forma alargada y una cementación moderada; además posee una consistencia muy dura.	 <p>T-2 E-4 PROFUNDIDAD: 3.05m ESPESOR: 0.80m Fecha: 22/08/2021</p>	Grava Arenosa <b>GS</b>
2.60				
2.70				
2.80				
2.90				
3.00				
3.05				

TRINCHERA N° 2				
	ESTRATO 1	ESTRATO 2	ESTRATO 3	ESTRATO 4
<b>IDENTIFICACIÓN DE SUELOS FINOS</b>	 <p>T-2 E-1 PROFUNDIDAD: 3.05m ESPESOR: 0.70m Fecha: 22/08/2021</p>	 <p>T-2 E-2 PROFUNDIDAD: 3.05m ESPESOR: 1.00m Fecha: 22/08/2021</p>	 <p>T-2 E-3 PROFUNDIDAD: 3.05m ESPESOR: 0.95m Fecha: 22/08/2021</p>	 <p>T-2 E-4 PROFUNDIDAD: 3.05m ESPESOR: 0.80m Fecha: 22/08/2021</p>
<b>ENSAYOS</b>				
<b>CONSISTENCIA</b>	Material Organico	Duro	Muy Duro	Duro
<b>RESISTENCIA EN ESTADO SECO</b>		Media	Alta	Media
<b>DILATACIÓN</b>		Lenta	Lenta	Rapida
<b>TENACIDAD</b>		Alta	Media	Media
<b>DISPERSIÓN O TEXTURA</b>		Arena	Arena	Arcilla
<b>OBSERVACIONES</b>		-	Dificultad de perforación	Nivel Freático

### TRINCHERA 3

 <b>UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCVELICA</b> <b>ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL - HUANCVELICA</b> 			
<b>PROYECTO DE TESIS: "INFLUENCIA DEL REPRESAMIENTO DEL RÍO MANTARO EN EL DESLIZAMIENTO DE LA LADERA DEL SECTOR DE PILCHACA VIEJO EN EL DISTRITO DE PILCHACA - HUANCVELICA"</b>			
<b>REGISTRO DE EXCAVACIÓN</b>			
<b>ÁREA DE ESTUDIO</b> Pilchaca Viejo <b>AÑO DE EJECUCIÓN</b> 2019	<b>TRINCHERA</b> 3 <b>N° ESTRATOS</b> 3	<b>PROFUNDIDAD</b> 2.80 m <b>FECHA</b> 5/07/2019	
PROF. (m)	MUESTRA	DESCRIPCIÓN	SIMBOLOGÍA
0.00	<b>M-1</b>	Presenta un estrato pequeño de material orgánico, con presencia de raíces.	Material Orgánico <b>O</b>
0.10			
0.20	<b>M-2</b>	Estrato de color marron rojizo oscuro, polvoriento y seco al tacto; presenta material granular sub redondeado, de forma chata y alargada; posee una cementación moderado, es decir se quiebra con considerable presión y además tiene una consistencia dura.	Arena Arcillosa <b>SC</b>
0.30			
0.40			
0.50			
0.60			
0.70			
0.80			
0.90			
1.00			
1.10			
1.20			
1.30			
1.40			

	<b>M-3</b>	<p>Presenta material de color rojo muy parduzco; húmedo, debido a que el agua es visible al tacto; además cuenta con partículas sub angulares, de forma chata y alargada; posee una cementación fuerte y una consistencia dura.</p> <p>Al realizar la excavación se observó la exudación del estrato, a medida que se fue incrementando la profundidad, este efecto se genera debido a la presencia del nivel freático.</p>		Grava Arenosa GS
--	------------	---	---	---------------------

TRINCHERA N° 3			
	ESTRATO 1	ESTRATO 2	ESTRATO 3
<b>IDENTIFICACIÓN DE SUELOS FINOS</b>			
<b>ENSAYOS</b>			
<b>CONSISTENCIA</b>			
<b>RESISTENCIA EN ESTADO SECO</b>	Material Organico		
<b>DILATACIÓN</b>	Firme		Duro
<b>TENACIDAD</b>	Baja		Media
<b>DISPERSIÓN O TEXTURA</b>	Lenta		Lenta
	Media		Baja
	Arena		Arena
<b>OBSERVACIONES</b>	-		Nivel Freático

## TRINCHERA 4

 <b>UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCAVELICA</b> <b>ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL - HUANCAVELICA</b> 			
<b>PROYECTO DE TESIS: "INFLUENCIA DEL REPRESAMIENTO DEL RÍO MANTARO EN EL DESLIZAMIENTO DE LA LADERA DEL SECTOR DE PILCHACA VIEJO EN EL DISTRITO DE PILCHACA - HUANCAVELICA"</b>			
<b>REGISTRO DE EXCAVACIÓN</b>			
<b>ÁREA DE ESTUDIO</b> Pilchaca Viejo <b>AÑO DE EJECUCIÓN</b> 2019	<b>TRINCHERA</b> 4 <b>Nº ESTRATOS</b> 2	<b>PROFUNDIDAD</b> 2.60 m <b>FECHA</b> 5/07/2019	
PROF. (m)	MUESTRA	DESCRIPCIÓN	SIMBOLOGÍA
0.00 0.10 0.20 0.30 0.40 0.50 0.60 0.70 0.80 0.90 1.00 1.10 1.20 1.30 1.40	<b>M-1</b>	Este estrato es material orgánico, con gran presencia de raíces.	Material Orgánico <b>O</b>
		Estrato húmedo de color negro rojizo, también presenta material granular sub angular con borde redondeado y lado plano, de forma chata y alargada; este suelo se quiebra con considerable	Grava Limosa <b>GM</b>

1.50	<b>M-2</b> presión y además tiene una consistencia dura.  Al realizar la excavación se observó la exudación del estrato, a medida que se fue incrementando la profundidad, este efecto se genera debido a la presencia del nivel freático.		Grava Limosa <b>GM</b>
1.60			
1.70			
1.80			
1.90			
2.00			
2.10			
2.20			
2.30			
2.40			
2.50			
2.60			

IDENTIFICACIÓN DE SUELOS FINOS	TRINCHERA N° 4		
	ESTRATO 1	ESTRATO 2	
			
ENSAYOS	Material Organico		
CONSISTENCIA			Duro
RESISTENCIA EN ESTADO SECO			Media
DILATACIÓN			Rapida
TENACIDAD			Alta
DISPERSIÓN O TEXTURA	Limo		
OBSERVACIONES	Nivel Freático		

#### 4.1.4. Análisis de Laboratorio:

##### Contenido De Humedad

La norma aplicable es NTP 339.127-ASTM D-2216, este método de ensayo determina el contenido de humedad del suelo.

Aparatos y equipos utilizados:

- Horno de secado: Termostáticamente controlado, capaz de mantener una temperatura de  $110 \pm 5$  °C.
- Balanza: Lo utilizamos para efectuar actividades de control y para determinar pesos específicos, y además tiene una precisión de  $\pm 0.01$  g para muestras que tengan un peso de 200 g o menos;  $\pm 0.1$  g para muestras que tengan un peso entre 200 y 1000 g, y  $\pm 1$  g para muestras que tengan un peso mayor a 1000 g.
- Recipientes (tara): Vasijas apropiadas hechas de un material resistente a la corrosión y a cambios en su peso al ser sometidas a repetidos calentamientos y enfriamientos, y a operaciones de limpieza.
- Utensilios para manipulación de recipientes: - Se requiere el uso de guantes, tenazas o un sujetador apropiado para mover y manipular los recipientes calientes después de que se hayan secado.



*Imagen N° 7: Aparatos y equipos utilizados en el ensayo de contenido de humedad (w%).*

Procedimiento:

- Primeramente, los estratos extraídos de cada trinchera son llevados al laboratorio en donde se determinará el contenido de humedad de cada una de ellas.
- Se selecciona una tara, la cual fue pesada y posteriormente fue llenada con una muestra representativa en su estado natural del primer estrato de la trinchera, quien también es pesado, ambos datos serán registrados en la libreta para su posterior calculo.
- Colocar en el horno las taras con la muestra seleccionada, para su respectivo secado, manteniendo la temperatura a  $110 \pm 5^\circ \text{C}$  ( $230 \pm 9^\circ \text{F}$ ), durante 24 horas.
- Cumplido el tiempo de secado en el horno, se extrae la tara con el suelo, el cual deberá enfriarse.
- Posteriormente se procede al pesado de la muestra de suelo seco más el recipiente, dicho dato es registrado.
- Con los datos obtenidos del laboratorio se realizó los cálculos en gabinete de cada uno de los estratos de las diferentes trincheras realizadas.



**Imagen N° 8:** Procedimiento para el ensayo de contenido de humedad (w%)

Resultados del cálculo del contenido de humedad (w%):

- Posteriormente al procedimiento realizados en laboratorio, se realiza el procesamiento de los datos registrados, los cuales mostraremos a continuación por cada trinchera realizada.



UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCAVELICA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL - HUANCAVELICA



PROYECTO DE TESIS: "INFLUENCIA DEL REPRESENTAMIENTO DEL RÍO MANTARO EN EL DESLIZAMIENTO DE LA LADERA DEL SECTOR DE PILCHACA VIEJO EN EL DISTRITO DE PILCHACA - HUANCAVELICA"

### CONTENDIDO DE HUMEDAD (W%)

ÁREA DE ESTUDIO Pilchaca Viejo  
AÑO DE EJECUCIÓN 2019

TRINCHERA 1  
ESTRATO 2

PROFUNDIDAD 2.40 m  
ESPESOR 0.40 m

FÓRMULA:

$$W\% = \frac{W_{agua}}{W_{suelo\ seco}} * 100$$

Peso Tara	36.63	gr
Peso Tara + Peso Suelo Humedo	109.94	gr
Peso Tara + Peso Suelo Seco	103.93	gr
<b>Contenido de Humedad (W%)</b>	<b>8.93%</b>	

GUARDAR

		$W_T$	$W_T + W_{SH}$	$W_T + W_{SS}$	CONTENIDO DE HUMEDAD
ESTRATO	2	36.63	109.94	103.93	8.930%
ESTRATO	3	36.26	114.91	108.29	9.191%



PROYECTO DE TESIS: "INFLUENCIA DEL REPRESAMIENTO DEL RÍO MANTARO EN EL DESLIZAMIENTO DE LA LADERA DEL SECTOR DE PILCHACA VIEJO EN EL DISTRITO DE PILCHACA - HUANCAVELICA"

### CONTENIDO DE HUMEDAD (W%)

ÁREA DE ESTUDIO Pilchaca Viejo  
AÑO DE EJECUCIÓN 2019

TRINCHERA 2  
ESTRATO 2

PROFUNDIDAD 3.05 m  
ESPESOR 1.00 m

FÓRMULA:

$$W\% = \frac{W_{agua}}{W_{suelo\ seco}} * 100$$

Peso Tara	35.86	gr
Peso Tara + Peso Suelo Humedo	88.88	gr
Peso Tara + Peso Suelo Seco	80.74	gr
<b>Contenido de Humedad (W%)</b>	<b>18.14%</b>	

GUARDAR

		$W_T$	$W_T + W_{SH}$	$W_T + W_{SS}$	CONTENIDO DE HUMEDAD
ESTRATO	2	35.86	88.88	80.74	18.137%
ESTRATO	3	36.9	118.95	109.71	12.691%
ESTRATO	4	36.63	121.22	116.58	5.804%



PROYECTO DE TESIS: "INFLUENCIA DEL REPRESAMIENTO DEL RÍO MANTARO EN EL DESLIZAMIENTO DE LA LADERA DEL SECTOR DE PILCHACA VIEJO EN EL DISTRITO DE PILCHACA - HUANCAVELICA"

### CONTENIDO DE HUMEDAD (W%)

ÁREA DE ESTUDIO Pilchaca Viejo  
AÑO DE EJECUCIÓN 2019

TRINCHERA 3  
ESTRATO 2

PROFUNDIDAD 2.80 m  
ESPESOR 0.90 m

FÓRMULA:

$$W\% = \frac{W_{agua}}{W_{suelo\ seco}} * 100$$

Peso Tara	36.7	gr
Peso Tara + Peso Suelo Humedo	113.27	gr
Peso Tara + Peso Suelo Seco	109.61	gr
<b>Contenido de Humedad (W%)</b>	<b>5.02%</b>	

GUARDAR

		$W_T$	$W_T + W_{SH}$	$W_T + W_{SS}$	CONTENIDO DE HUMEDAD
ESTRATO	2	36.7	113.27	109.61	5.020%
ESTRATO	3	36.46	124.19	117.58	8.148%



### CONTENDIDO DE HUMEDAD (W%)

ÁREA DE ESTUDIO Pilchaca Viejo  
AÑO DE EJECUCIÓN 2019

TRINCHERA 4  
ESTRATO 2

PROFUNDIDAD 2.60 m  
ESPESOR 2.20 m

FÓRMULA:

$$W\% = \frac{W_{agua}}{W_{suelo\ seco}} * 100$$

Peso Tara	36.73	gr
Peso Tara + Peso Suelo Humedo	119.29	gr
Peso Tara + Peso Suelo Seco	112.28	gr
<b>Contenido de Humedad (W%)</b>	<b>9.28%</b>	

GUARDAR

		$W_T$	$W_T + W_{SH}$	$W_T + W_{SS}$	CONTENIDO DE HUMEDAD
ESTRATO	2	36.73	119.29	112.28	9.279%

### Peso Específico Volumétrico

La norma aplicable es NTP 339.127 – BS 1377, el objetivo básico de la obtención de las relaciones volumétricas es el peso volumétrico del material en estado natural.

Aparatos y equipos utilizados:

- Probeta graduada 1000 ml: Es un instrumento de laboratorio, que tiene la finalidad de medir o controlar el volumen la muestra.
- Parafina o cera: Es una sustancia compuesta de hidrocarburos, el cual recubrirá a la muestra y de esa manera evitar el ingreso del agua.
- Balanza eléctrica: Es utilizada para determinar pesos específicos y cuenta con una aproximación al 0.1 gr.
- Estufa: Aparato que produce y emite el calor, quien se encargara de la disolución de la parafina o cera.
- Pipeta: Usado en los laboratorios para transvasar pequeñas porciones de líquido hacia la probeta, de esa manera que garantizará la exactitud del volumen.

- Espátula: Es una lámina plana, utilizada para tomar y tallar una pequeña muestra inalterada.



**Imagen N° 9:** Aparatos y equipos utilizados para el ensayo de peso específico.

Procedimiento:

- Primeramente, se talla una muestra de la trinchera, evitando tener grietas ni agujeros, además el tamaño debe ser adecuado para introducirse en la probeta.
- Pesamos la muestra tallada, posteriormente derretimos la parafina en la estufa, con la cual cubriremos la muestra en una capa fina, cuando se encuentre completamente recubierta, y esta deberá ser pesada.
- Llenar la probeta con agua hasta un volumen inicial conocido, luego se introducirá la muestra parafinada y esto generará el desplazamiento del incremento en el volumen, de esa manera se obtendrá el volumen de la muestra.
- Todos los datos obtenidos se encuentran registradas, para posteriormente realizar los cálculos respectivos por cada estrado de cada trinchera realiza.



**Imagen N° 10:** Procedimientos realizados del ensayo de peso específico.

Resultados del cálculo del peso específico:

- Con los datos registrados durante el ensayo de peso volumétrico realizado en el laboratorio, se efectuó el procesamiento, de donde obtuvimos los siguientes resultados por cada trinchera realizada.



**PROYECTO DE TESIS: "INFLUENCIA DEL REPRESAMIENTO DEL RÍO MANTARO EN EL DESLIZAMIENTO DE LA LADERA DEL SECTOR DE PILCHACA VIEJO EN EL DISTRITO DE PILCHACA - HUANCVELICA"**

**PESO VOLUMÉTRICO**

ÁREA DE ESTUDIO Pilchaca Viejo  
 AÑO DE EJECUCIÓN 2019

TRINCHERA 1  
 ESTRATO 2

PROFUNDIDAD 2.40 m  
 ESPESOR 0.40 m

$$P. V. = \frac{W_{muestra}}{V_{muestra}}$$

$$V_{parafina} = \frac{W_{parafina}}{\gamma_{parafina}}$$

$$V_{muestra} = V_{muestra\ parafinado} - V_{parafina}$$

DESCRIPCIÓN		DATOS DE LA MUESTRA	
Peso de la muestra	$W_M$	12.53	gr
Peso de la Muestra + Parafina	$W_{Muestra+Parafina}$	14.70	gr
Vol. inicial de la Probeta	$V_{inicial}$	1039.25	ml
Vol final del Agua + Muestra Parafinada	$V_{final}$	1049.95	ml
Incremento de Volumen	$\Delta V$	10.70	ml
Volumen de la Muestra Parafinada	$V_{Muestra+Parafina}$	10.70	cm <sup>3</sup>
Volumen Parafina	$V_{Parafina}$	2.49	cm <sup>3</sup>
Volumen de la Muestra	$V_{Muestra}$	8.21	cm <sup>3</sup>
<b>PESO VOLUMÉTRICO</b>	<b>P. V. Muestra</b>	<b>1.53</b>	<b>gr/cm<sup>3</sup></b>

RESULTADO FINAL		
<b>PESO VOLUMÉTRICO</b>	1.527	gr/cm <sup>3</sup>

**GUARDAR**

		$W_{Muest.}$	$W_{Muest. +parafina}$	$V_{inicial\ probeta}$	$V_{Final\ probeta}$	Peso $V_{olumétrico}$
<b>ESTRATO</b>	2	12.53	14.7	1039.25	1049.95	1.53 gr/cm <sup>3</sup>
<b>ESTRATO</b>	3	40.25	44.31	1039.25	1070.62	1.51 gr/cm <sup>3</sup>



PROYECTO DE TESIS: "INFLUENCIA DEL REPRESAMIENTO DEL RÍO MANTARO EN EL DESLIZAMIENTO DE LA LADERA DEL SECTOR DE PILCHACA VIEJO EN EL DISTRITO DE PILCHACA - HUANCAVELICA"

### PESO VOLUMÉTRICO

ÁREA DE ESTUDIO Pilchaca Viejo  
AÑO DE EJECUCIÓN 2019

TRINCHERA 2  
ESTRATO 2

PROFUNDIDAD 3.05 m  
ESPESOR 1.00 m

$$P. V. = \frac{W_{muestra}}{V_{muestra}}$$

$$V_{parafina} = \frac{W_{parafina}}{\gamma_{parafina}}$$

$$V_{muestra} = V_{muestra\ parafinado} - V_{parafina}$$

DESCRIPCIÓN		DATOS DE LA MUESTRA	
Peso de la muestra	$W_M$	20.63	gr
Peso de la Muestra + Parafina	$W_{Muestra+Parafina}$	22.06	gr
Vol. inicial de la Probeta	$V_{inicial}$	1039.25	ml
Vol final del Agua + Muestra Parafinada	$V_{final}$	1055.82	ml
Incremento de Volumen	$\Delta V$	16.57	ml
Volumen de la Muestra Parafinada	$V_{Muestra+Parafina}$	16.57	cm <sup>3</sup>
Volumen Parafina	$V_{Parafina}$	1.64	cm <sup>3</sup>
Volumen de la Muestra	$V_{Muestra}$	14.93	cm <sup>3</sup>
<b>PESO VOLUMÉTRICO</b>	<b>P. V. Muestra</b>	<b>1.38</b>	<b>gr/cm<sup>3</sup></b>

RESULTADO FINAL		
<b>PESO VOLUMÉTRICO</b>	1.382	gr/cm <sup>3</sup>

GUARDAR

		$W_{Muest.}$	$W_{Muest. +parafina}$	$V_{inicial\ probeta}$	$V_{Final\ probeta}$	Peso $V_{olumétrico}$
<b>ESTRATO</b>	2	20.63	22.06	1039.25	1055.82	1.38 gr/cm <sup>3</sup>
<b>ESTRATO</b>	3	13.52	14.72	1039.25	1050.3	1.40 gr/cm <sup>3</sup>
<b>ESTRATO</b>	4	24.86	29.65	1039.25	1060.37	1.59 gr/cm <sup>3</sup>



**PROYECTO DE TESIS: "INFLUENCIA DEL REPRESAMIENTO DEL RÍO MANTARO EN EL DESLIZAMIENTO DE LA LADERA DEL SECTOR DE PILCHACA VIEJO EN EL DISTRITO DE PILCHACA - HUANCVELICA"**

### PESO VOLUMÉTRICO

ÁREA DE ESTUDIO Pilchaca Viejo  
AÑO DE EJECUCIÓN 2019

TRINCHERA 3  
ESTRATO 2

PROFUNDIDAD 2.80 m  
ESPESOR 0.90 m

$$P. V. = \frac{W_{muestra}}{V_{muestra}}$$

$$V_{parafina} = \frac{W_{parafina}}{\gamma_{parafina}}$$

$$V_{muestra} = V_{muestra\ parafinado} - V_{parafina}$$

DESCRIPCIÓN		DATOS DE LA MUESTRA	
Peso de la muestra	$W_M$	19.60	gr
Peso de la Muestra + Parafina	$W_{Muestra+Parafina}$	22.59	gr
Vol. inicial de la Probeta	$V_{inicial}$	1039.25	ml
Vol final del Agua + Muestra Parafinada	$V_{final}$	1056.53	ml
Incremento de Volumen	$\Delta V$	17.28	ml
Volumen de la Muestra Parafinada	$V_{Muestra+Parafina}$	17.28	cm <sup>3</sup>
Volumen Parafina	$V_{Parafina}$	3.44	cm <sup>3</sup>
Volumen de la Muestra	$V_{Muestra}$	13.84	cm <sup>3</sup>
<b>PESO VOLUMÉTRICO</b>	<b>P. V. Muestra</b>	<b>1.42</b>	<b>gr/cm<sup>3</sup></b>

RESULTADO FINAL		
<b>PESO VOLUMÉTRICO</b>	1.416	gr/cm <sup>3</sup>

**GUARDAR**

	$W_{Muest.}$	$W_{Muest. + parafina}$	$V_{inicial\ probeta}$	$V_{Final\ probeta}$	<b>Peso V olumétrico</b>
<b>ESTRATO 2</b>	19.6	22.59	1039.25	1056.53	1.42 gr/cm <sup>3</sup>
<b>ESTRATO 3</b>	27.03	30.34	1039.25	1061.75	1.45 gr/cm <sup>3</sup>



PROYECTO DE TESIS: "INFLUENCIA DEL REPRESAMIENTO DEL RÍO MANTARO EN EL DESLIZAMIENTO DE LA LADERA DEL SECTOR DE PILCHACA VIEJO EN EL DISTRITO DE PILCHACA - HUANCAVELICA"

### PESO VOLUMÉTRICO

ÁREA DE ESTUDIO Pilchaca Viejo  
AÑO DE EJECUCIÓN 2019

TRINCHERA 4  
ESTRATO 2

PROFUNDIDAD 2.60 m  
ESPESOR 2.20 m

$$P. V. = \frac{W_{muestra}}{V_{muestra}}$$

$$V_{parafina} = \frac{W_{parafina}}{\gamma_{parafina}}$$

$$V_{muestra} = V_{muestra\ parafinado} - V_{parafina}$$

DESCRIPCIÓN		DATOS DE LA MUESTRA	
Peso de la muestra	$W_M$	41.09	gr
Peso de la Muestra + Parafina	$W_{Muestra+Parafina}$	45.12	gr
Vol. inicial de la Probeta	$V_{inicial}$	1039.25	ml
Vol final del Agua + Muestra Parafinada	$V_{final}$	1072.75	ml
Incremento de Volumen	$\Delta V$	33.50	ml
Volumen de la Muestra Parafinada	$V_{Muestra+Parafina}$	33.50	cm <sup>3</sup>
Volumen Parafina	$V_{Parafina}$	4.63	cm <sup>3</sup>
Volumen de la Muestra	$V_{Muestra}$	28.87	cm <sup>3</sup>
<b>PESO VOLUMÉTRICO</b>	<b>P. V. Muestra</b>	<b>1.42</b>	<b>gr/cm<sup>3</sup></b>

RESULTADO FINAL		
<b>PESO VOLUMÉTRICO</b>	1.423	gr/cm <sup>3</sup>

GUARDAR

	$W_{Muest.}$	$W_{Muest. + parafina}$	$V_{Inicial\ probeta}$	$V_{Final\ probeta}$	$P_{eso\ V_{olumétrico}}$	
<b>ESTRATO</b>	2	41.09	45.12	1039.25	1072.75	1.42 gr/cm <sup>3</sup>

#### ➤ Ensayo Triaxial

Aparatos y equipos utilizados:

- Membrana de caucho de 70 mm: Protege de la infiltración de agua a la muestra cilíndrica.
- Molde metálico: Es el molde, con el cual se realizará la muestra cilíndrica.
- Papel filtro: Es un papel utilizado como tamiz que se utiliza en el laboratorio, con la finalidad de proteger la muestra de la infiltración de agua.

- Piedra porosa de 7 mm de diámetro:
- Dispositivo de Succión de membrana: Utilizada para la introducción de la muestra cilíndrica en la membrana de caucho.
- Balanza de precisión: Lo utilizamos para efectuar actividades de control y para determinar pesos específicos.
- Equipo Triaxial:



**Imagen N° 11** Aparatos y equipos utilizados para el ensayo Triaxial.



**Imagen N° 12** Aparatos del Equipo Triaxial.

Procedimiento:

- Primeramente, de acuerdo a las dimensiones del molde metálico y el peso volumétrico de la muestra se obtendrá la cantidad de muestra que ingresará en el molde.
- Sabiendo la cantidad de muestra que se necesita, estará será separada en cinco capas mediante la balanza de precisión, luego de ello la primera capa será vertida en el molde metálico, en donde se le darán 25 golpes para que pueda compactar y de esa manera obtener la consistencia en estado natural que tenía, posteriormente se realizara el mismo procedimiento con las demás capas.
- Se realiza el retiro del molde metálico, en donde nos quedará el molde de diámetro de 7 cm y una altura de 14 cm, el cual será pesado y anotado sus datos.
- Para colocar sobre el molde la membrana de caucho, colocamos este sobre el dispositivo de succión de membrana realizando unos dobles en ambos

extremos del dispositivo, luego de ello se succiona la membrana para que quede pegada a la pared del dispositivo.

- Tapamos el orificio del tubo y empezamos a introducir la muestra cilíndrica para color la membrana; soltamos el aire del tubo y retiramos el dispositivo de succión, nos aseguramos que la membrana quede pegada y realizamos unos dobles en ambos extremos de la muestra.
- Colocamos en ambas bases de la muestra el papel filtro para proteger la muestra de la infiltración de agua una vez instalada en la celda triaxial,
- Además, antes de colocar la muestra en la base de la celda triaxial colocaremos la piedra porosa para evitar el ingreso del agua en la muestra, haremos lo mismo para colocar el cabezal de la celda.
- Para asegurar la membrana, bajamos el doblés y utilizamos el aro, el cual será colocado en el encaje de la rotura inferior de la celda; para colocar el segundo utilizamos el aro metálico, encajando perfectamente en la ranura de la celda, de esa manera evitamos la infiltración de agua.
- Colocamos la cabeza de la celda en la parte superior de la muestra y subimos el doblés de la membrana, luego de ello se colocarán los dos aros en las ranuras correspondientes del cabezal de la celda y se bajara el doblés de la membrana para asegurar que no ingrese el agua una vez llenada la celda.
- Colocamos la tapa de la celda, asegurándonos que se encuentren de manera correcta y situamos los tensores correspondientes, para que sujeten la celda uniformemente, luego introducimos el pistón en el hueco de la cabeza.
- Luego llenamos la celda con agua hasta que completamente llena, para ello utilizaremos un embudo que es colocado en el orificio superior de la celda.
- Posteriormente llevamos la celda a la prensa triaxial, y nos aseguramos que este quede bien encajado, y esperamos que el equipo culmine con el ensayo, luego de ello obtendremos el reporte de los parámetros de cohesión y ángulo de fricción del estrato.
- Estos procedimientos se realizarán para los próximos dos ensayos del mismo estrato, teniendo como resultado 3 círculo de Morh, luego se colocará la Envolvente de Falla, de existir la intersección de manera exacta se dará por

culminada el ensayo del estrado, de lo contrario se deberá ensayar una muestra más, siguiendo los procedimientos anteriormente descritos.



*Imagen N° 13 Procedimientos realizados para la obtención del espécimen.*



*Imagen N° 14 Procedimientos de la colocación del espécimen en la celda triaxial.*



**Imagen N° 15** Procedimientos de la colocación de la celda en el equipo triaxial.



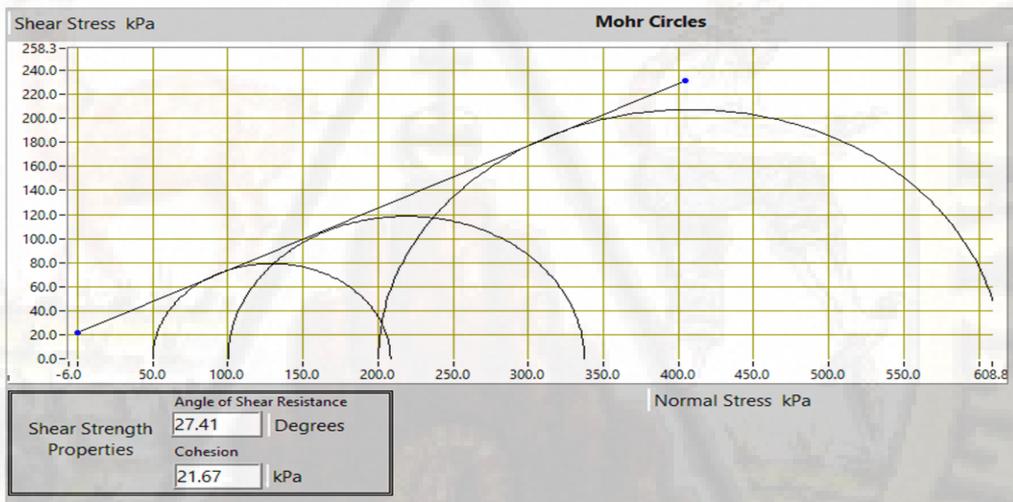
**Imagen N° 16** Procedimientos luego de la culminación del ensayo triaxial.

Resultados del Ensayo Triaxial:

**TRINCHERA 1 (E-2)**

<b>Client</b>	Tesistas	<b>Lab Ref</b>	Laboratorio de Geotecnia II de la EAPICH - UNH
<b>Project</b>	“Influencia del Represamiento del río Mantaro en el deslizamiento de la ladera del Sector de Pilchaca Viejo en el Distrito de Pilchaca - Huancavelica”	<b>Job</b>	TAIPE SUAREZ, José A. CHANCHA MENDOZA, Karen F.
<b>Borehole</b>	Trinchera 1 - Estrato 2	<b>Sample</b>	1

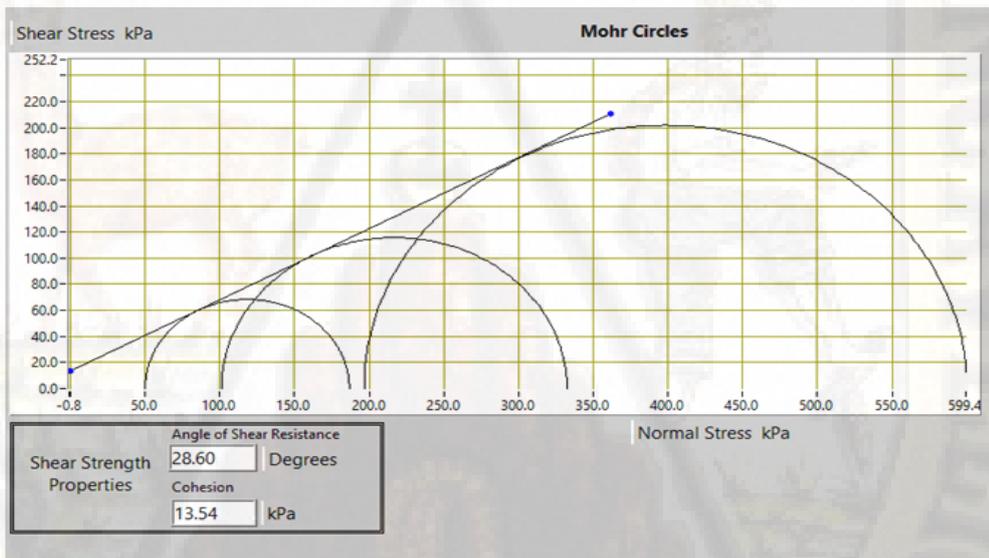
All Stages Conditions at Failure					
Ref	Minor Principal Stress	Major Principal Stress	Compressive Strength (Corrected)	Cumulative Strain	Mode of Failure
<b>Stage1</b>	50.0 kPa	208.2 kPa	158.2 kPa	11.36%	Maximun Deviator Stress
<b>Stage2</b>	100.2 kPa	337.3 kPa	237.1 kPa	21.83%	Maximun Deviator Stress
<b>Stage3</b>	200.3 kPa	614.8 kPa	414.5 kPa	24.82%	Maximun Deviator Stress



### TRINCHERA 1 (E-3)

<b>Client</b>	Tesistas	<b>Lab Ref</b>	Laboratorio de Geotecnia II de la EAPICH - UNH
<b>Project</b>	“Influencia del Represamiento del río Mantaro en el deslizamiento de la ladera del Sector de Pilchaca Viejo en el Distrito de Pilchaca - Huancavelica”	<b>Job</b>	TAIPE SUAREZ, José A. CHANCHA MENDOZA, Karen F.
<b>Borehole</b>	Trinchera 1 - Estrato 3	<b>Sample</b>	2

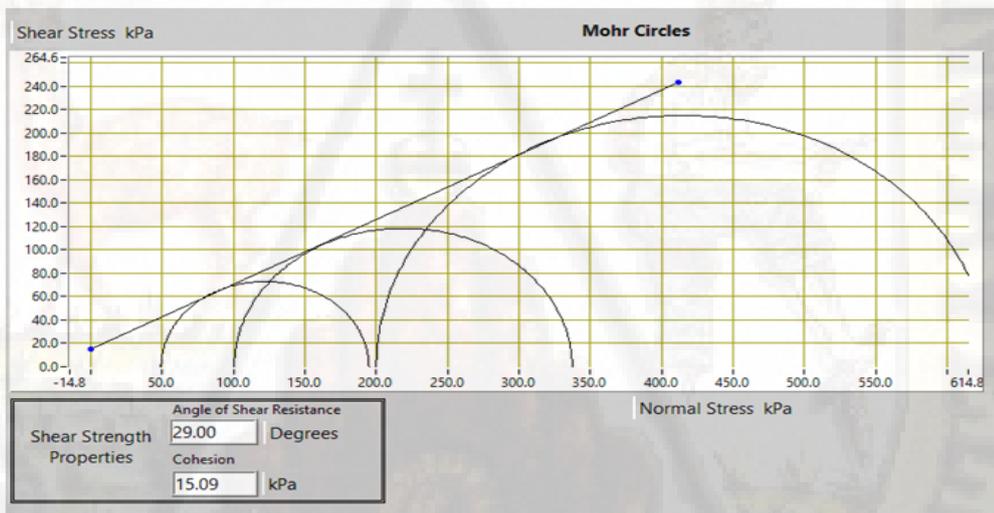
<b>All Stages Conditions at Failure</b>					
Ref	Minor Principal Stress	Major Principal Stress	Compressive Strength (Corrected)	Cumulative Strain	Mode of Failure
<b>Stage1</b>	50.0 kPa	186.8 kPa	136.7 kPa	17.34%	Maximun Deviator Stress
<b>Stage2</b>	101.1 kPa	332.6 kPa	231.5 kPa	19.84%	Maximun Deviator Stress
<b>Stage3</b>	196.6 kPa	600.3 kPa	403.6 kPa	25.32%	Maximun Deviator Stress



### TRINCHERA 2 (E-2)

<b>Client</b>	Tesistas	<b>Lab Ref</b>	Laboratorio de Geotecnia II de la EAPICH - UNH
<b>Project</b>	“Influencia del Represamiento del río Mantaro en el deslizamiento de la ladera del Sector de Pilchaca Viejo en el Distrito de Pilchaca - Huancavelica”	<b>Job</b>	TAIPE SUAREZ, José A. CHANCHA MENDOZA, Karen F.
<b>Borehole</b>	Trinchera 2 - Estrato 2	<b>Sample</b>	3

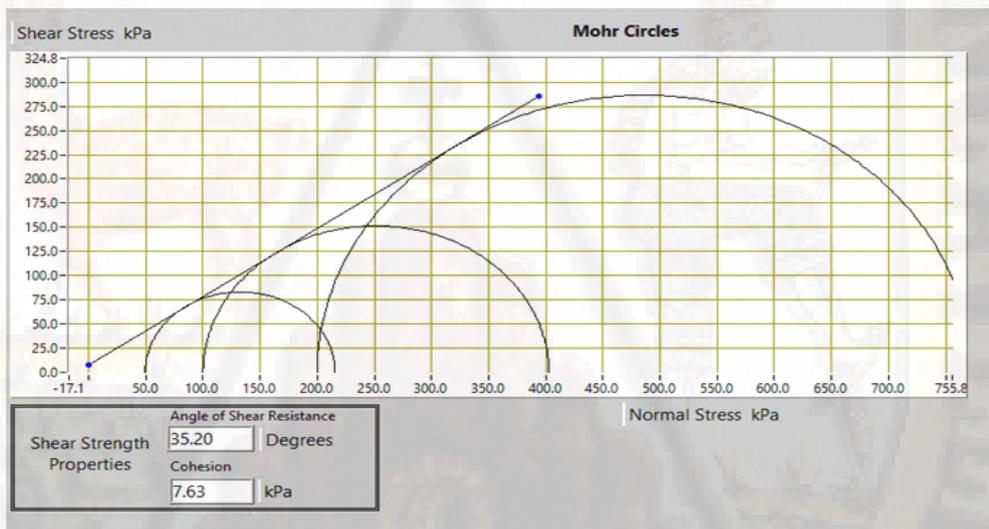
<b>All Stages Conditions at Failure</b>					
Ref	Minor Principal Stress	Major Principal Stress	Compressive Strength (Corrected)	Cumulative Strain	Mode of Failure
<b>Stage1</b>	49.3 kPa	194.9 kPa	145.7 kPa	10.36%	Maximun Deviator Stress
<b>Stage2</b>	100.5 kPa	337.3 kPa	236.9 kPa	15.85%	Maximun Deviator Stress
<b>Stage3</b>	200.0 kPa	629.7 kPa	429.6 kPa	25.32%	Maximun Deviator Stress



### TRINCHERA 2 (E-3)

<b>Client</b>	Tesistas	<b>Lab Ref</b>	Laboratorio de Geotecnia II de la EAPICH - UNH
<b>Project</b>	“Influencia del Represamiento del río Mantaro en el deslizamiento de la ladera del Sector de Pilchaca Viejo en el Distrito de Pilchaca - Huancavelica”	<b>Job</b>	TAIPE SUAREZ, José A. CHANCHA MENDOZA, Karen F.
<b>Borehole</b>	Trinchera 2 - Estrato 3	<b>Sample</b>	4

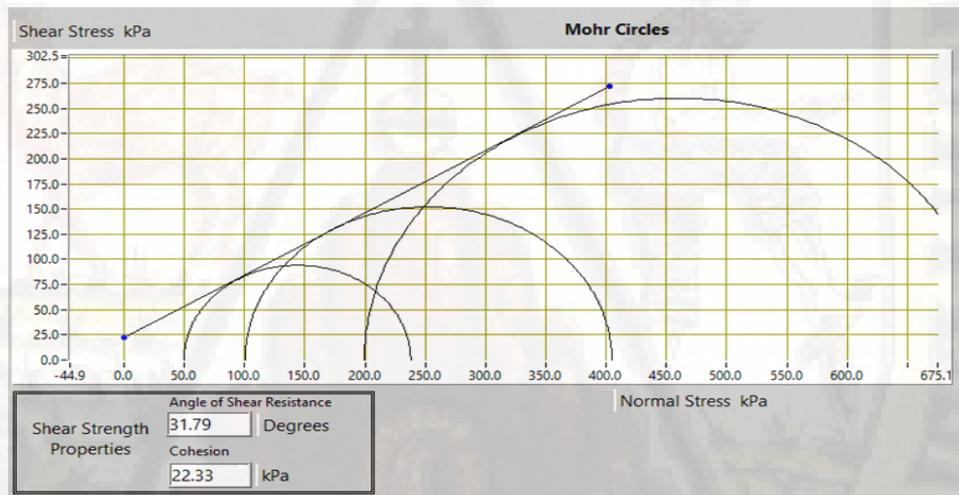
<b>All Stages Conditions at Failure</b>					
Ref	Minor Principal Stress	Major Principal Stress	Compressive Strength (Corrected)	Cumulative Strain	Mode of Failure
<b>Stage1</b>	49.5 kPa	215.6 kPa	166.1 kPa	9.86%	Maximun Deviator Stress
<b>Stage2</b>	100.1 kPa	402.8 kPa	302.7 kPa	18.34%	Maximun Deviator Stress
<b>Stage3</b>	200.0 kPa	773.0 kPa	572.9 kPa	23.33%	Maximun Deviator Stress



### TRINCHERA 2 (E-4)

<b>Client</b>	Tesistas	<b>Lab Ref</b>	Laboratorio de Geotecnia II de la EAPICH - UNH
<b>Project</b>	“Influencia del Represamiento del río Mantaro en el deslizamiento de la ladera del Sector de Pilchaca Viejo en el Distrito de Pilchaca - Huancavelica”	<b>Job</b>	TAIPE SUAREZ, José A. CHANCHA MENDOZA, Karen F.
<b>Borehole</b>	Trinchera 2 - Estrato 4	<b>Sample</b>	5

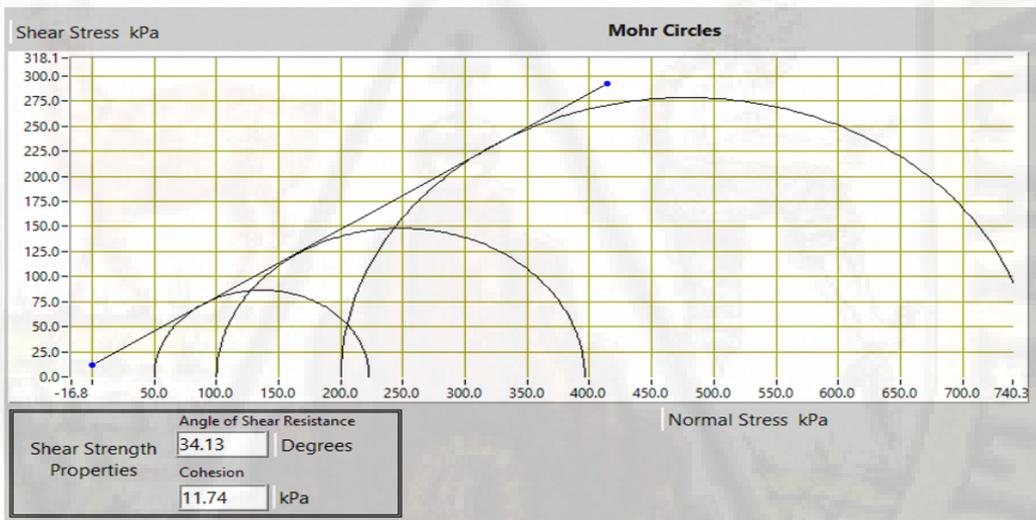
<b>All Stages Conditions at Failure</b>					
Ref	Minor Principal Stress	Major Principal Stress	Compressive Strength (Corrected)	Cumulative Strain	Mode of Failure
<b>Stage1</b>	49.8 kPa	238.0 kPa	188.2 kPa	10.86%	Maximun Deviator Stress
<b>Stage2</b>	100.5 kPa	404.9 kPa	304.4 kPa	20.83%	Maximun Deviator Stress
<b>Stage3</b>	199.5 kPa	720.0 kPa	520.5 kPa	17.34%	Maximun Deviator Stress



### TRINCHERA 3 (E-2)

<b>Client</b>	Tesistas	<b>Lab Ref</b>	Laboratorio de Geotecnia II de la EAPICH - UNH
<b>Project</b>	“Influencia del Represamiento del río Mantaro en el deslizamiento de la ladera del Sector de Pilchaca Viejo en el Distrito de Pilchaca - Huancavelica”	<b>Job</b>	TAIPE SUAREZ, José A. CHANCHA MENDOZA, Karen F.
<b>Borehole</b>	Trinchera 3 - Estrato 2	<b>Sample</b>	6

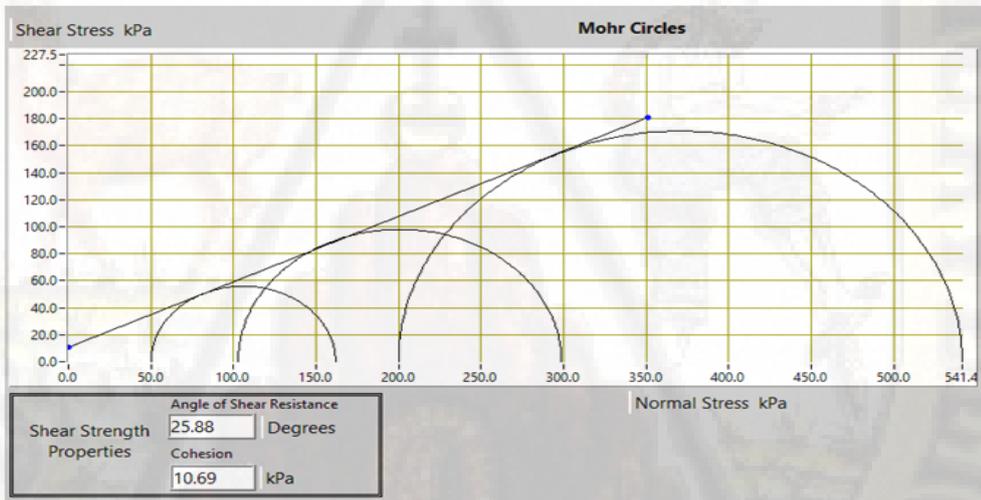
<b>All Stages Conditions at Failure</b>					
Ref	Minor Principal Stress	Major Principal Stress	Compressive Strength (Corrected)	Cumulative Strain	Mode of Failure
<b>Stage1</b>	49.9 kPa	222.7 kPa	172.8 kPa	8.37%	Maximun Deviator Stress
<b>Stage2</b>	100.1 kPa	396.2 kPa	296.1 kPa	15.85%	Maximun Deviator Stress
<b>Stage3</b>	200.2 kPa	757.0 kPa	556.9 kPa	18.34%	Maximun Deviator Stress



### TRINCHERA 3 (E-3)

<b>Client</b>	Tesistas	<b>Lab Ref</b>	Laboratorio de Geotecnia II de la EAPICH - UNH
<b>Project</b>	“Influencia del Represamiento del río Mantaro en el deslizamiento de la ladera del Sector de Pilchaca Viejo en el Distrito de Pilchaca - Huancavelica”	<b>Job</b>	TAIPE SUAREZ, José A. CHANCHA MENDOZA, Karen F.
<b>Borehole</b>	Trinchera 3 - Estrato 3	<b>Sample</b>	7

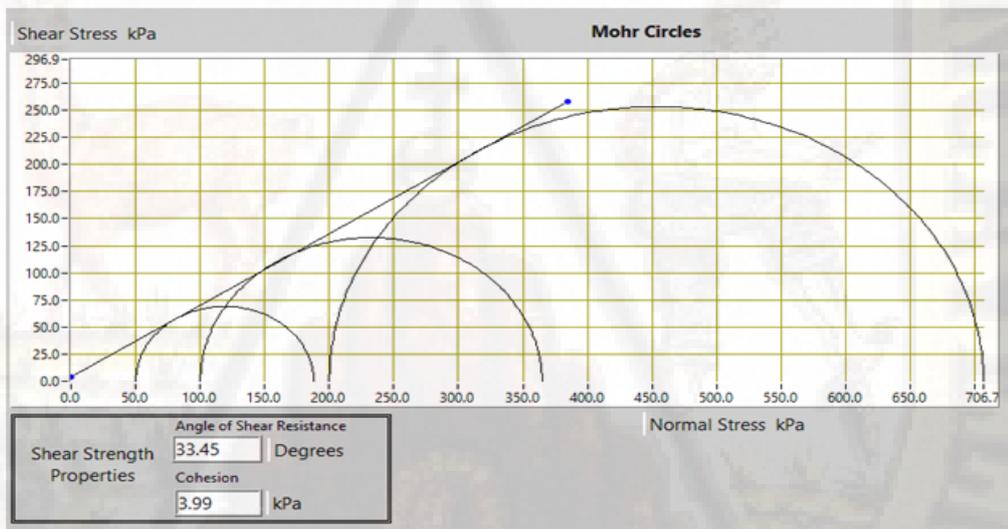
<b>All Stages Conditions at Failure</b>					
Ref	Minor Principal Stress	Major Principal Stress	Compressive Strength (Corrected)	Cumulative Strain	Mode of Failure
<b>Stage1</b>	50.0 kPa	161.8 kPa	111.8 kPa	19.34%	Maximun Deviator Stress
<b>Stage2</b>	102.8 kPa	298.8 kPa	196.0 kPa	22.83%	Maximun Deviator Stress
<b>Stage3</b>	199.9 kPa	541.4 kPa	341.5 kPa	23.33%	Maximun Deviator Stress



### TRINCHERA 4 (E-2)

<b>Client</b>	Tesistas	<b>Lab Ref</b>	Laboratorio de Geotecnia II de la EAPICH - UNH
<b>Project</b>	“Influencia del Represamiento del río Mantaro en el deslizamiento de la ladera del Sector de Pilchaca Viejo en el Distrito de Pilchaca - Huancavelica”	<b>Job</b>	TAIPE SUAREZ, José A. CHANCHA MENDOZA, Karen F.
<b>Borehole</b>	Trinchera 4 - Estrato 2	<b>Sample</b>	8

<b>All Stages Conditions at Failure</b>					
Ref	Minor Principal Stress	Major Principal Stress	Compressive Strength (Corrected)	Cumulative Strain	Mode of Failure
<b>Stage1</b>	50.2 kPa	188.0 kPa	137.8 kPa	12.86%	Maximun Deviator Stress
<b>Stage2</b>	100.2 kPa	364.9 kPa	264.7 kPa	20.33%	Maximun Deviator Stress
<b>Stage3</b>	200.0 kPa	706.7 kPa	506.7 kPa	24.82%	Maximun Deviator Stress

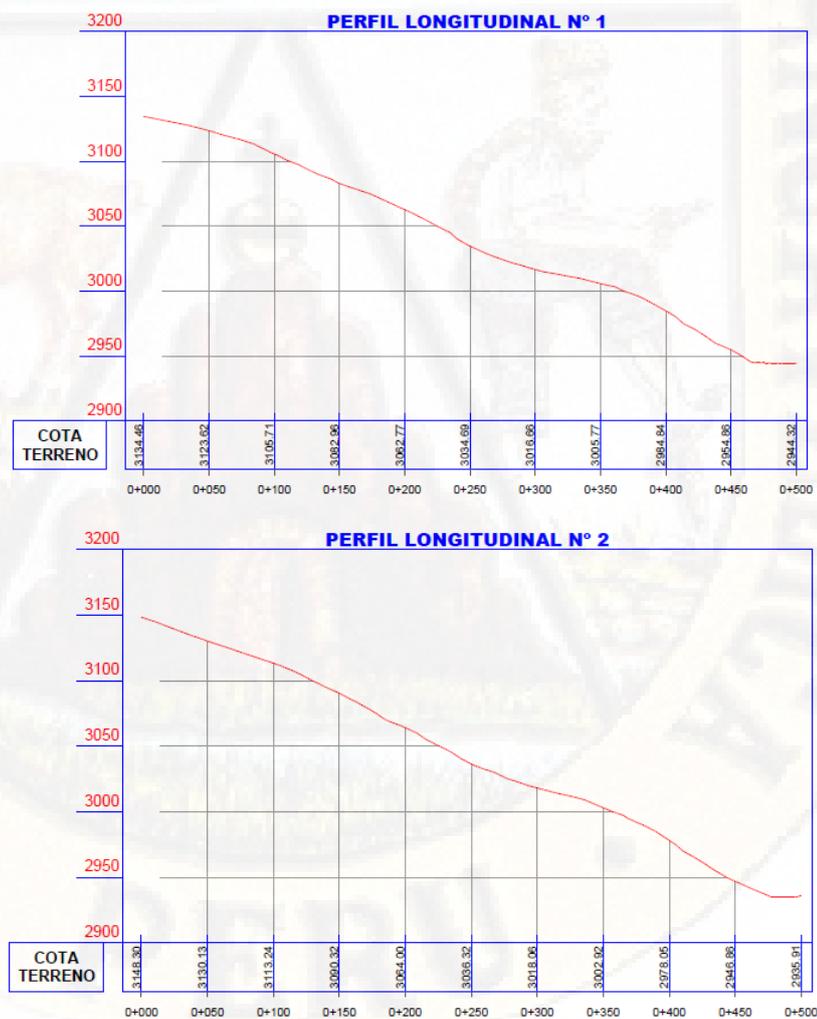


#### 4.1.5. Métodos Numéricos

El modelamiento numérico, se ha realizado con los resultados obtenidos en las etapas de levantamiento topográfico y análisis del laboratorio, las cuales se detallan a continuación:

- Obtención de datos del Levantamiento Topográfico:  
Por la extensión del área de estudio, se ha optado por realizar 02 perfiles longitudinales, las cuales representan el terreno del área vulnerable en estudio.

**Figura N° 6**  
**Perfiles Longitudinales del área de estudio.**



Fuente: Civil 3D, elaboración propia 2019.

- Obtención de datos del Análisis del Laboratorio:

Para conocer las características y el comportamiento del suelo en el área de estudio, se ha realizado 04 trincheras, a lo largo de los perfiles longitudinales, obteniendo los parámetros de resistencia de los estratos del suelo, tal como se muestra en la siguiente tabla:

**Tabla N° 11**  
**Resultados obtenidos en el laboratorio.**

Nº	ESTRATO	Contenido de Humedad (w%)	Peso Específico (gr/cm <sup>3</sup> )	Peso Específico (Kn/m <sup>3</sup> )	Ángulo de fricción (°)	Cohesión (Kpa)
1	T-1, E-2	8.93	1.53	15.00	27.41	21.67
2	T-1, E-3	9.19	1.51	14.81	28.60	13.54
3	T-2, E-2	18.14	1.38	13.53	29.00	15.09
4	T-2, E-3	12.69	1.40	13.73	35.20	7.63
5	T-2, E-4	5.80	1.59	15.59	31.79	22.33
6	T-3, E-2	5.02	1.42	13.93	34.13	11.74
7	T-3, E-3	8.15	1.45	14.22	25.88	10.69
8	T-4, E-2	9.28	1.42	13.93	33.45	3.99

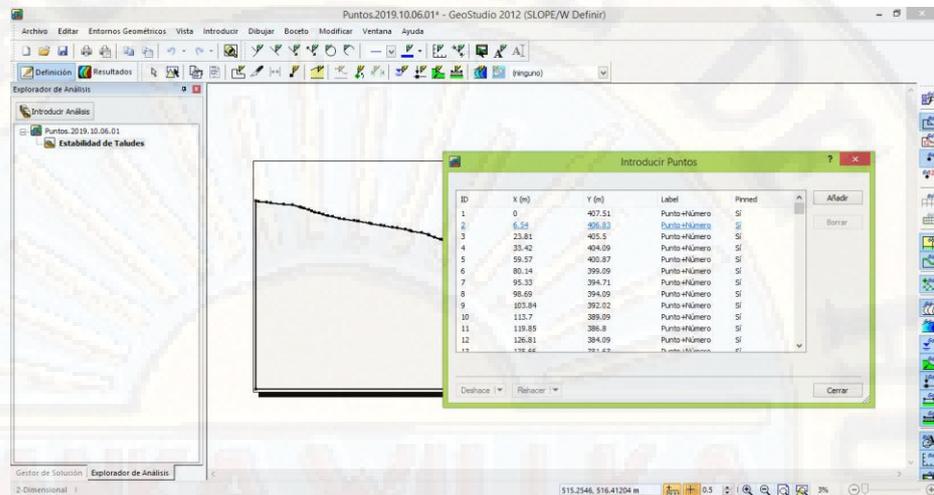
*Fuente: Elaboración propia*

#### **Modelamiento Numérico con el Software GeoSlope:**

- Introducción de la geometría de las secciones:

Obtenido los perfiles longitudinales, se ha ingresado al software las coordenadas que representan la topografía del terreno en estudio, para definir la configuración del suelo.

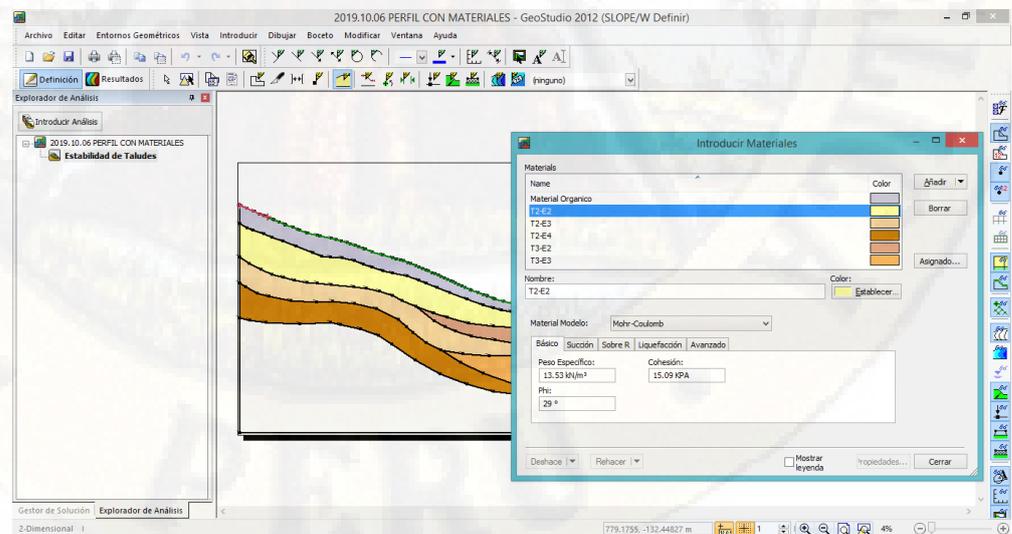
**Figura N° 7**  
**Introducción de la geometría de las secciones**



Fuente: Software GeoSlope, elaboración propia, 2019

- Introducción de regiones y materiales:  
Teniendo la geometría del terreno, se grafica las regiones según a la estratigrafía obtenida en la exploración de suelos a lo largo del perfil longitudinal, además se ingresan los parámetros de resistencia de cada estrato, obtenidos en el análisis de laboratorio.

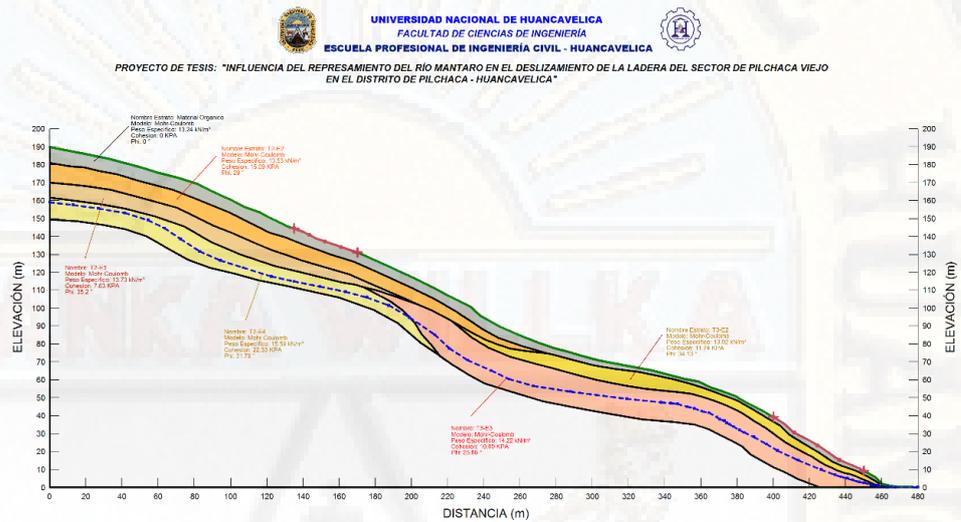
**Figura N° 8**  
**Introducción de regiones y materiales**



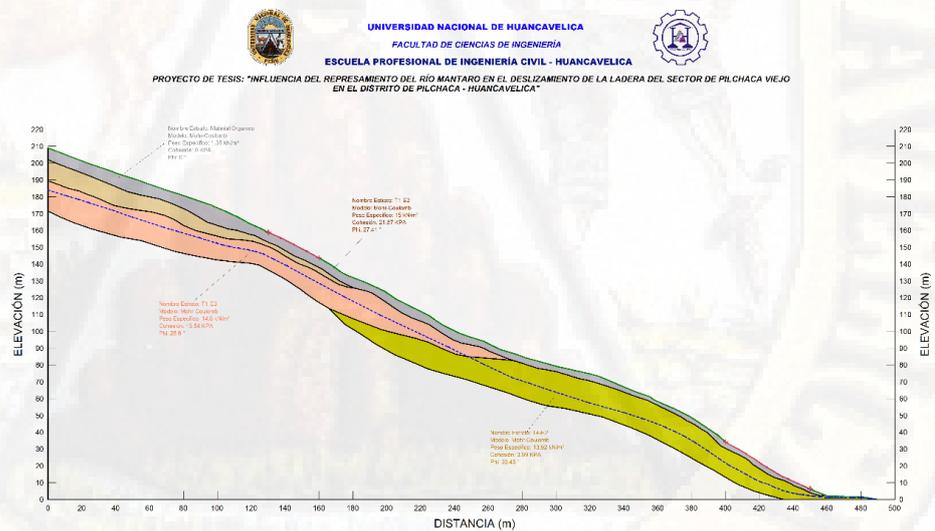
Fuente: Software GeoSlope, elaboración propia, 2019

- Representación de los perfiles estratigráficos con la asignación de materiales y parámetros de resistencia de cada estrato.

**Figura N° 9**  
**Perfiles longitudinales**  
**PERFIL N° 01**



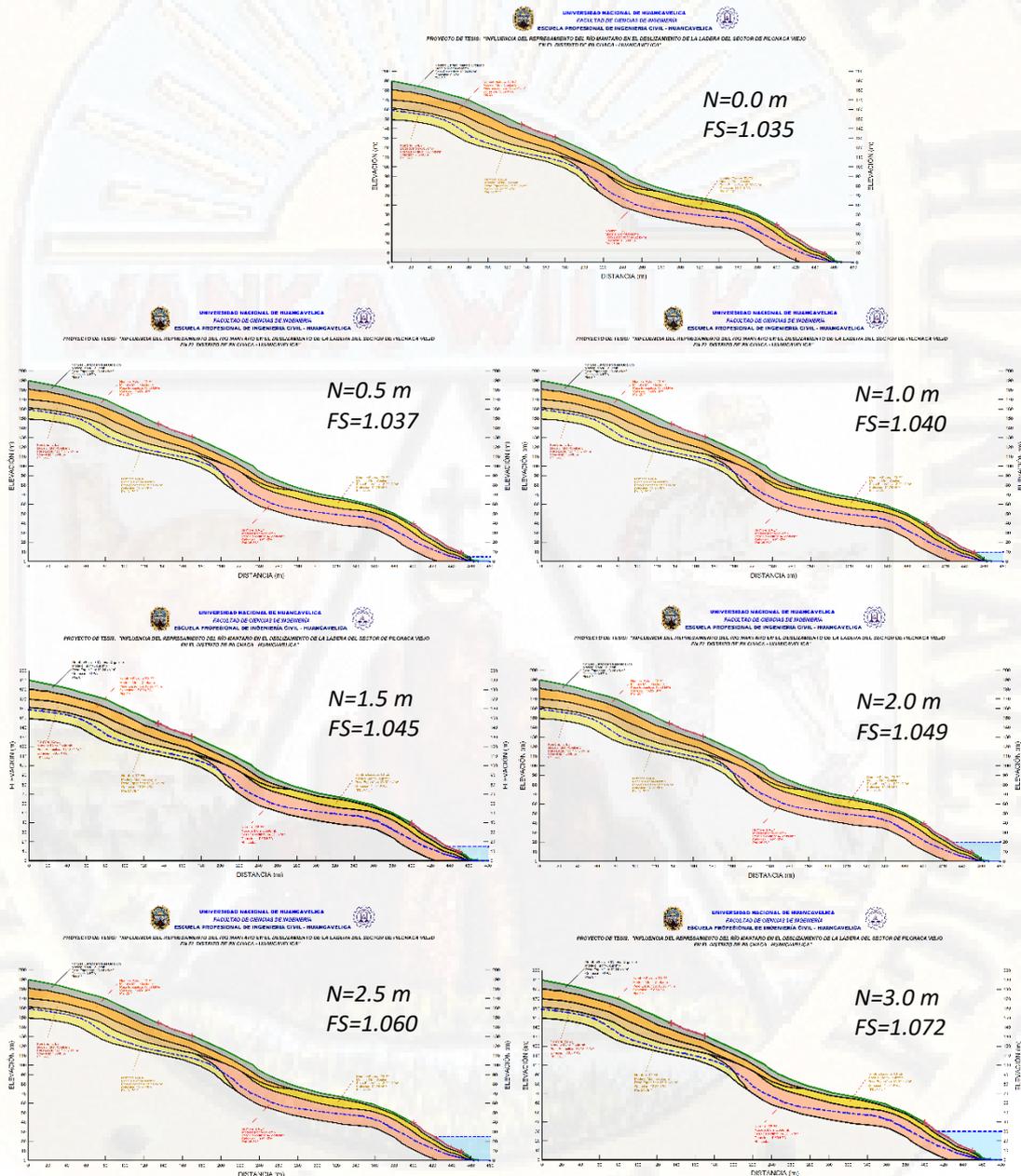
**PERFIL N° 02**

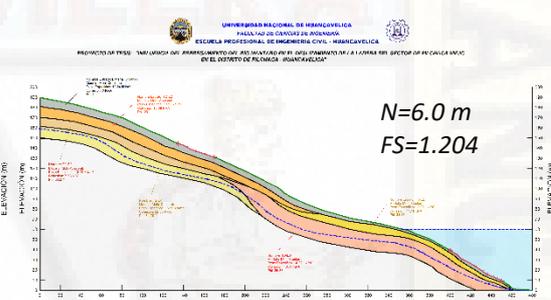
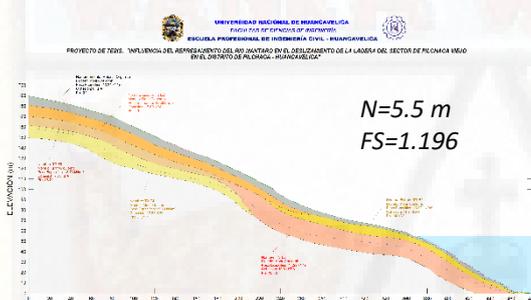
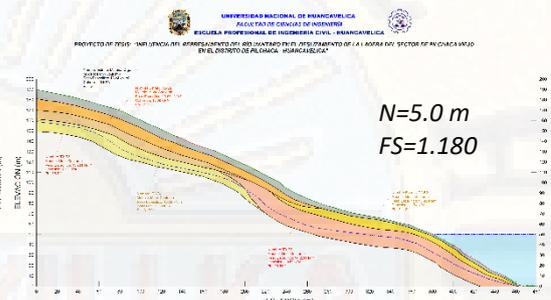
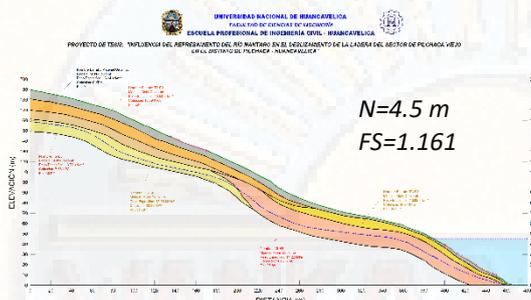
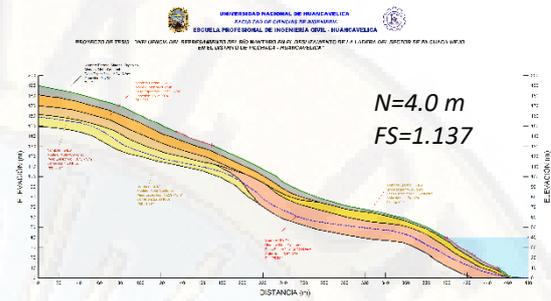
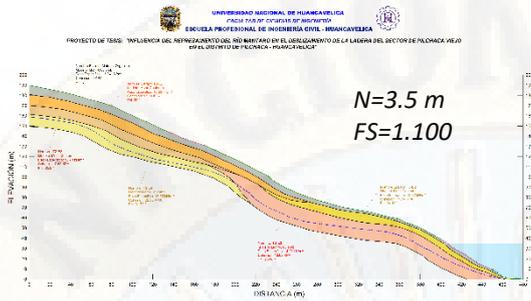


Fuente: Software GeoSlope, elaboración propia, 2019

- Ingresada la información requerida, con los datos recolectados en etapas anteriores, se desarrolla el primer objetivo específico la cual es, determinar la influencia del nivel de agua del represamiento del río Mantaro en el factor de seguridad de la ladera del sector de Pilchaca Viejo en el distrito de

Pilchaca – Huancavelica. Para lo cual se ha realizado el modelamiento respectivo, calculando el valor del Factor de Seguridad, ante los progresivos incrementos de agua, tal como se muestra en las siguientes imágenes:

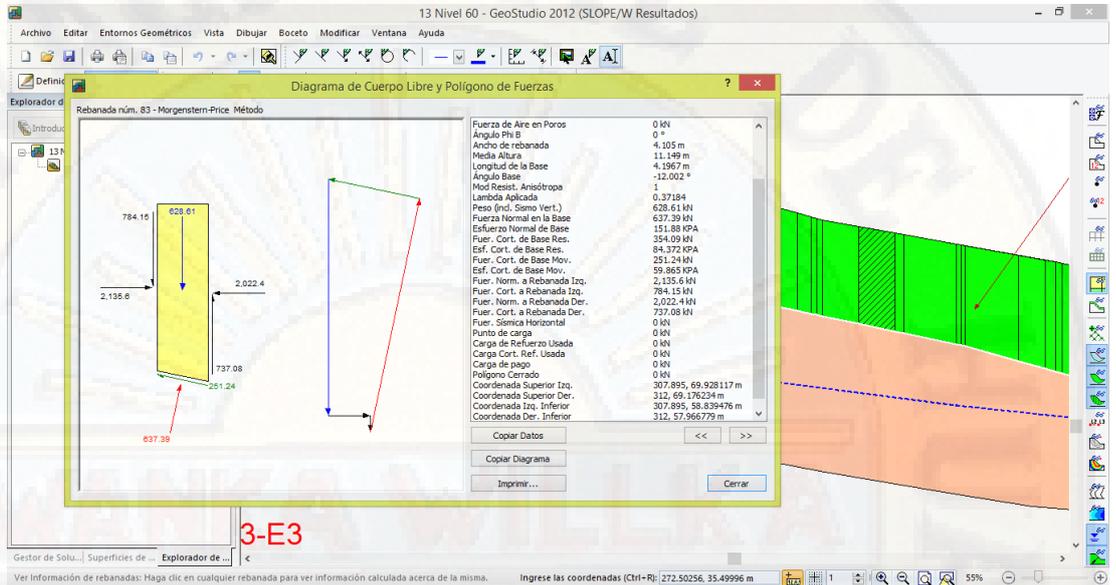




Como se visualiza en imágenes anteriores, ante el incremento progresivo del Nivel de agua del represamiento, también incrementa el FS, esto debido a que las fuerzas hidrostáticas se adicionan a la fuerza resistente en el Factor de Seguridad (FS), estabilizando así la ladera en estudio como se muestra en las siguientes figuras:

**Figura N° 10**

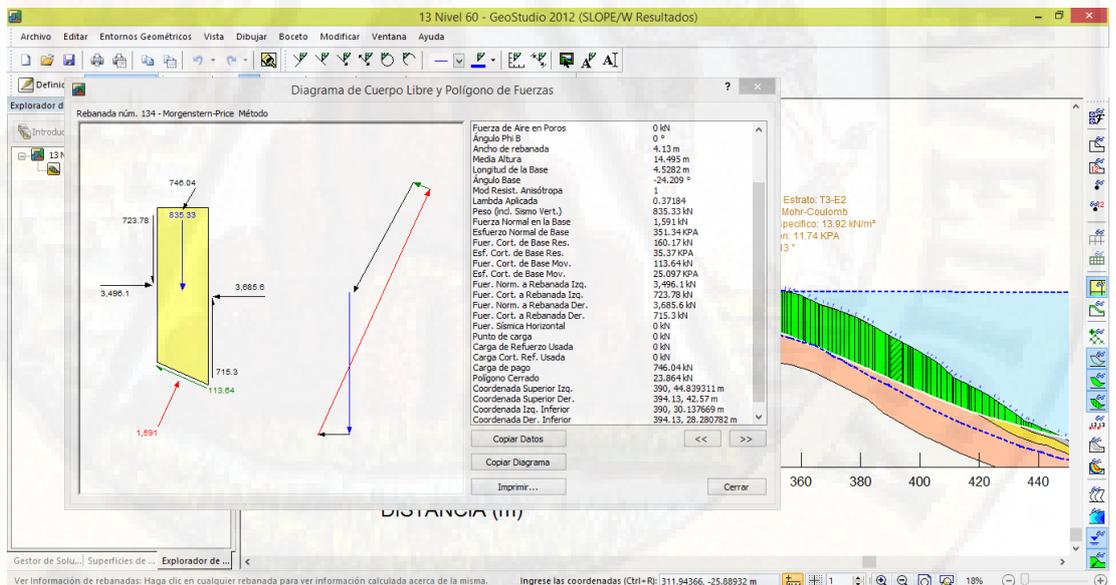
**Diagrama de cuerpo libre de la rebanada que no afecta el nivel de agua**



Fuente: Software GeoSlope, elaboración propia, 2019

**Figura N° 11**

**Diagrama de cuerpo libre de la rebanada que afecta el nivel de agua**



Fuente: Software GeoSlope, elaboración propia, 2019

En la Tabla N° 12, se presenta los resultados del Factor de Seguridad (FS) del Perfil 1 y Perfil 2, ante diversos niveles de agua de represamiento.

**Tabla N° 12**

**Nivel de agua del represamiento vs Factor de Seguridad (FS)**

Nivel de agua del Represamiento (m)	PERFIL 1 (FS)	PERFIL 2 (FS)	PROMEDIO (FS)
0.0	1.155	0.914	1.035
0.5	1.157	0.917	1.037
1.0	1.161	0.918	1.040
1.5	1.168	0.921	1.045
2.0	1.173	0.924	1.049
2.5	1.190	0.929	1.060
3.0	1.212	0.932	1.072
3.5	1.248	0.951	1.100
4.0	1.277	0.996	1.137
4.5	1.304	1.017	1.161
5.0	1.327	1.033	1.180
5.5	1.344	1.048	1.196
6.0	1.354	1.054	1.204

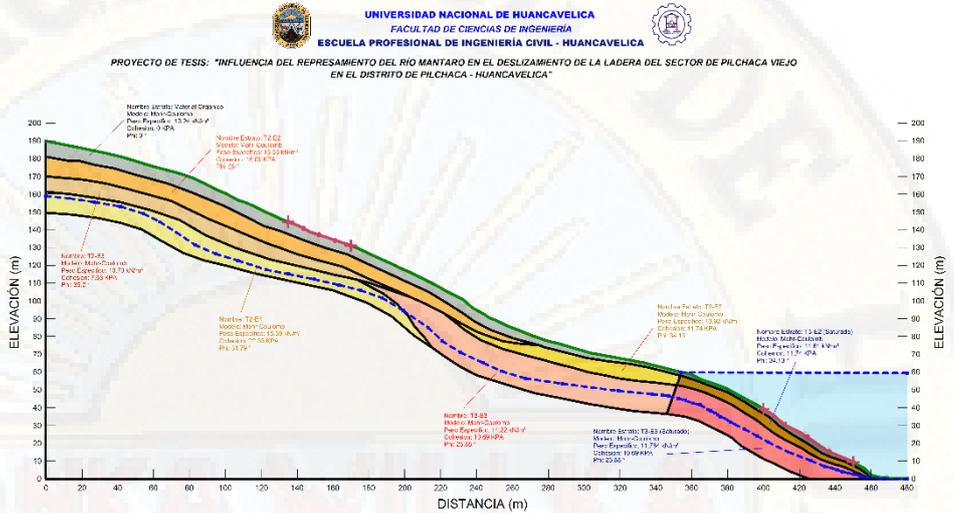
*Fuente: Elaboración Propia.*

- El segundo objetivo específico es, determinar la influencia de la humedad por el represamiento del río Mantaro en el factor de seguridad de la ladera del sector de Pilchaca Viejo en el distrito de Pilchaca - Huancavelica. Para lo cual se ha realizado el modelamiento respectivo, incrementando el contenido de humedad a los estratos que afecten el represamiento del nivel de agua, puesto que, el peso específico (gr/cm<sup>3</sup>) está relacionado con el contenido de humedad, tal como muestra en la siguiente ecuación:

$$\gamma = \frac{W_s(1 + w\%)}{V_T}$$

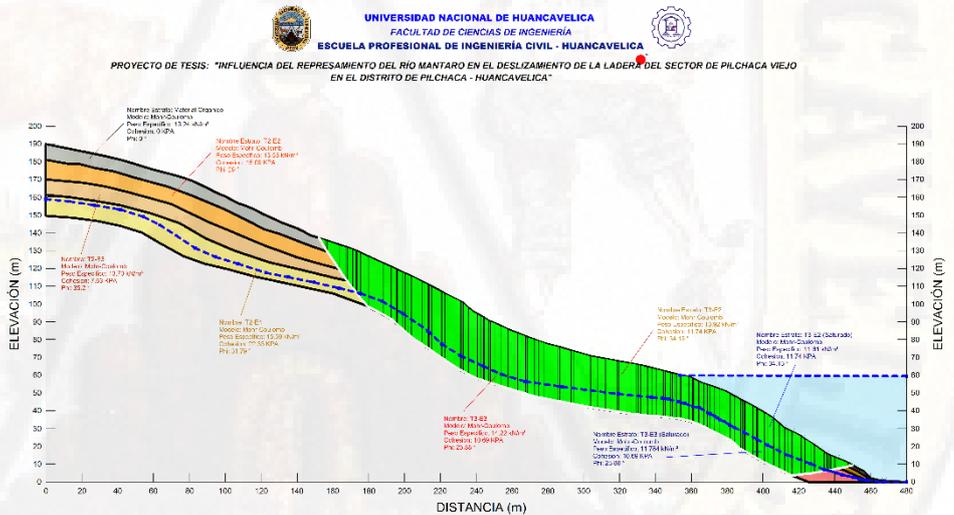
Entonces, a medida se incremente el contenido de humedad, se obtiene múltiples valores del peso específico, valores con las cual se determinan el FS para cada perfil estratigráfico, a continuación, se presenta el modelamiento en el software GeoSlope con la saturación del suelo.

**Figura N° 12**  
**Modelamiento de la ladera (Saturando el suelo)**



Fuente: Software GeoSlope, elaboración propia, 2019

**Figura N° 13**  
**Superficie de deslizamiento de la ladera (estado saturado)**



Fuente: Software GeoSlope, elaboración propia, 2019

A continuación, se presentan los valores del Factor de Seguridad ante los incrementos de nivel de agua y contenido de humedad (w%) de los siguientes perfiles:

**Tabla N° 13****Perfil N° 1 (F.S. ante los incrementos de nivel de agua y w%)**

Nivel de agua (m)	Contenido de Humedad (w%)										
	w% Inicial	10%	20%	30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%	100%
0	1.155	1.155	1.155	1.155	1.155	1.155	1.155	1.155	1.155	1.155	1.155
1	1.161	1.143	1.126	1.109	1.091	1.075	1.061	1.044	1.032	1.011	0.997
2	1.173	1.154	1.132	1.119	1.101	1.088	1.062	1.043	1.027	1.008	0.985
3	1.212	1.187	1.163	1.141	1.113	1.091	1.065	1.039	1.014	0.989	0.961
4	1.277	1.271	1.235	1.208	1.172	1.135	1.106	1.079	1.042	1.002	0.951
5	1.327	1.288	1.251	1.212	1.165	1.119	1.075	1.037	0.993	0.961	0.929
6	1.354	1.307	1.259	1.211	1.164	1.109	1.063	1.013	0.967	0.931	0.896

*Fuente: Elaboración Propia.***Tabla N° 14****Perfil N° 2 (F.S. ante los incrementos de nivel de agua y w%)**

Nivel de agua (m)	Contenido de Humedad (w%)										
	w% Inicial	10%	20%	30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%	100%
0	0.914	0.914	0.914	0.914	0.914	0.914	0.914	0.914	0.914	0.914	0.914
1	0.918	0.916	0.914	0.912	0.911	0.909	0.908	0.906	0.902	0.901	0.898
2	0.924	0.919	0.916	0.912	0.901	0.898	0.893	0.889	0.888	0.887	0.885
3	0.932	0.925	0.918	0.913	0.908	0.902	0.896	0.887	0.88	0.877	0.871
4	0.996	0.982	0.967	0.958	0.946	0.929	0.911	0.896	0.879	0.863	0.859
5	1.033	1.015	0.993	0.974	0.958	0.937	0.915	0.892	0.871	0.846	0.833
6	1.054	1.031	1.009	0.988	0.964	0.938	0.913	0.886	0.854	0.826	0.807

*Fuente: Elaboración Propia.*

Como se observa en las tablas anteriores, la tendencia de los valores del Factor de Seguridad es que, a medida se eleva el nivel de agua, también se incrementa el FS; y a medida se incremente el contenido de humedad disminuye el F.S. La interacción de ambos factores determina que la ladera en estudio sea inestable.

## 4.2. Prueba de Hipótesis

El presente proyecto de investigación, presenta 02 hipótesis específicas, las cuales se determinan con el procesamiento de datos obtenidos en las etapas de levantamiento topográfico, exploración y extracción de suelos, análisis en laboratorio y métodos numéricos

### 4.2.1. Hipótesis 1:

#### Planteamiento de hipótesis:

- Hipótesis Nula ( $H_0$ ):  
El nivel de agua del represamiento del río Mantaro no influye significativamente en el factor de seguridad de la ladera del sector de Pilchaca Viejo en el distrito de Pilchaca - Huancavelica.
- Hipótesis Alterna ( $H_a$ ):  
El nivel de agua del represamiento del río Mantaro influye significativamente en el factor de seguridad de la ladera del sector de Pilchaca Viejo en el distrito de Pilchaca - Huancavelica.

#### Decisión estadística:

Para aprobar o desaprobar la hipótesis planteada, se ha obtenido los resultados del software GeoSlope en la etapa de Métodos Numéricos, para lo cual se tiene calculado los Factores de Seguridad (FS) ante el incremento progresivo del nivel de agua del represamiento del río Mantaro, como se observa en la Tabla N° 12.

El diseño utilizado es la regresión lineal simple, para estudiar la asociación que existe entre las dos variables, Nivel de agua y Factor de Seguridad, por ello se valida la hipótesis planteada realizando el análisis estadístico de varianza (ANAVA), mediante el software SAS Studio, en la cual se verifico los valores que

determinan la significancia respecto al nivel de agua del represamiento (m) y el Factor de Seguridad (FS) del deslizamiento de la ladera en estudio.

**Figura N° 14**

**Ingreso de datos (Nivel de agua vs FS)**

Obs	Nivel_agua	FS
1	0.0	1.035
2	0.5	1.037
3	1.0	1.040
4	1.5	1.045
5	2.0	1.049
6	2.5	1.060
7	3.0	1.072
8	3.5	1.100
9	4.0	1.137
10	4.5	1.161
11	5.0	1.180
12	5.5	1.196
13	6.0	1.204

Fuente: SAS Studio, Elaboración Propia 2019.

**Figura N° 15**

**Resultados del ANAVA (Regresión Lineal)**

N.º observaciones leídas	13
N.º observaciones usadas	13

Análisis de varianza					
Origen	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	Valor F	Pr > F
Modelo	1	0.04727	0.04727	128.70	<.0001
Error	11	0.00404	0.00036726		
Total corregido	12	0.05131			

Raiz MSE	0.01916	R-cuadrado	0.9213
Media dependiente	1.10123	R-Sq Ajust	0.9141
Coef Var	1.74024		

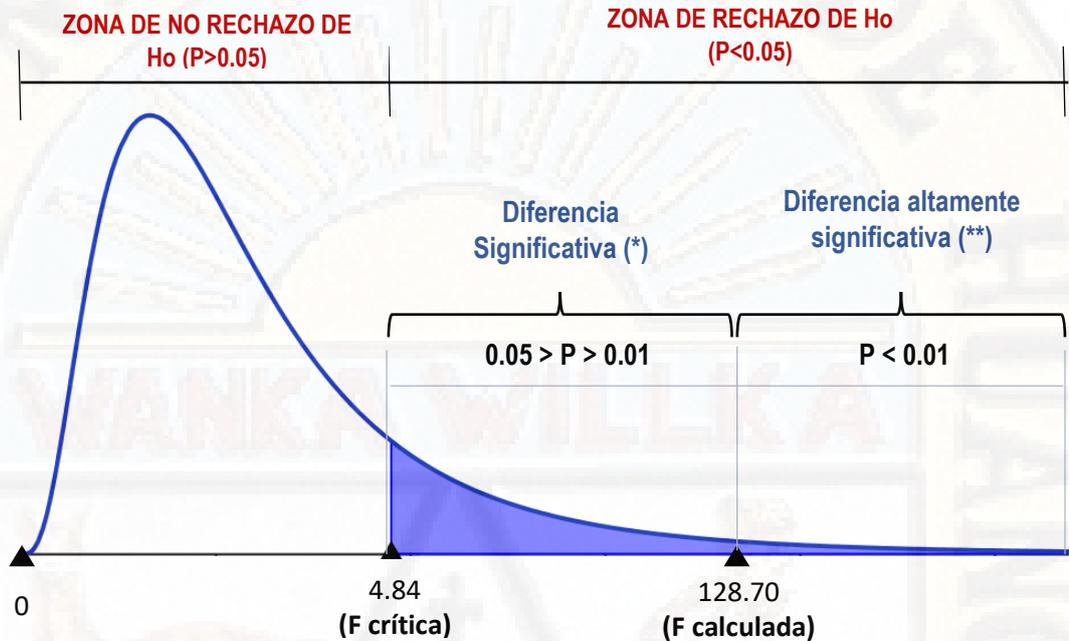
Estimaciones de parámetro					
Variable	DF	Estimación de parámetros	Error estándar	t valor	Pr >  t
Intercept	1	1.00454	0.01004	100.01	<.0001
Nivel_agua	1	0.03223	0.00284	11.34	<.0001

Fuente: SAS Studio, Elaboración Propia 2019.

Regla de decisión:

Figura N° 16

Gráfica de la distribución "F" (Hipótesis 1)



Fuente: Elaboración propia, 2019

### Interpretación:

Según el resultado del Análisis de Varianza (ANOVA) de la Figura N° 16 realizado en el SAS Studio con los datos obtenidos durante las etapas pertinentes. El coeficiente de determinación de las dos variables estudiadas es ( $R^2=0.9213$ ), valor que determina la proximidad de ajuste de la recta de regresión que sirve como instrumento de predicción.

Además, se calcula el valor de Fisher ( $F_{calculada}=128.70$ ) y se determina el valor de Fisher de las tablas correspondientes a un 95% de nivel de confianza ( $F_{crítica}=4.84$ ), además se obtiene el valor de la Probabilidad ( $Pr < 0.001$ ), el cual es menor que 0.05. Por lo tanto, se verifica que ( $F_{calculada} > F_{crítica}$ ), por lo que se encuentra en la zona de rechazo de hipótesis nula ( $H_0$ ), la que se interpreta que, si existe diferencia altamente significativa, con este resultado,

entonces, se aprueba la hipótesis alterna ( $H_a$ ). Finalmente se concluye que, el nivel de agua del represamiento del río Mantaro influye significativamente en el factor de seguridad de la ladera del sector de Pilchaca Viejo en el distrito de Pilchaca – Huancavelica, ya que a medida que se incrementa el nivel de agua, la ladera se estabiliza por las fuerzas hidrostáticas del agua, incrementando así el Factor de Seguridad (FS) de la ladera en estudio.

#### 4.2.2. Hipótesis 2:

##### Planteamiento de hipótesis:

- Hipótesis Nula ( $H_0$ ):  
La humedad por el represamiento del río Mantaro no influye significativamente en el factor de seguridad de la ladera del sector de Pilchaca Viejo en el distrito de Pilchaca – Huancavelica.
- Hipótesis Alterna ( $H_a$ ):  
La humedad por el represamiento del río Mantaro influye significativamente en el factor de seguridad de la ladera del sector de Pilchaca Viejo en el distrito de Pilchaca – Huancavelica.

##### Decisión estadística:

Para validar la hipótesis 2 se aplicó el Experimento Factorial, puesto que, estudia el efecto de varios factores sobre una o varias respuestas, en este experimento se investigan todas las posibles combinaciones de los niveles de los factores. El experimento estudiado presenta dos factores: i) Factor Nivel\_Agua, compuesto por los siguientes niveles (0, 1, 2, 3, 4, 5 y 6) m y ii) Factor Humedad, compuesto por los siguientes niveles (%Natural, 10%, 20%, 30%, 40%, 50%, 60%, 70%, 80%, 90%, 100%); por lo tanto, se estudia la combinación de niveles, calculando el FS ante el incremento de nivel de agua e incremento del contenido de humedad (saturación). Por ello se valida la hipótesis planteada realizando el análisis estadístico de varianza (ANAVA), mediante el software SAS Studio, como se presenta a continuación:

Figura N° 17

Ingreso de datos de los factores (Nivel\_agua vs Humedad) de cada perfil

Obs	NIVEL_AGUA	HUMEDAD	PERFILES	FS
1	0	%Natural	1	1.155
2	0	%Natural	2	0.914
3	0	10%	1	1.155
4	0	10%	2	0.914
5	0	20%	1	1.155
6	0	20%	2	0.914
7	0	30%	1	1.155
8	0	30%	2	0.914
9	0	40%	1	1.155
10	0	40%	2	0.914
11	0	50%	1	1.155
12	0	50%	2	0.914
13	0	60%	1	1.155
14	0	60%	2	0.914
15	0	70%	1	1.155
16	0	70%	2	0.914
17	0	80%	1	1.155
18	0	80%	2	0.914
19	0	90%	1	1.155
20	0	90%	2	0.914
21	0	100%	1	1.155
22	0	100%	2	0.914
23	1	%Natural	1	1.161
24	1	%Natural	2	0.918
25	1	10%	1	1.143
26	1	10%	2	0.916
27	1	20%	1	1.126
28	1	20%	2	0.914
29	1	30%	1	1.109
30	1	30%	2	0.912
31	1	40%	1	1.091
32	1	40%	2	0.911
33	1	50%	1	1.075
34	1	50%	2	0.909
35	1	60%	1	1.061
36	1	60%	2	0.908
37	1	70%	1	1.044
38	1	70%	2	0.906
39	1	80%	1	1.032
40	1	80%	2	0.902
41	1	90%	1	1.011
42	1	90%	2	0.901
43	1	100%	1	0.997
44	1	100%	2	0.898
45	2	%Natural	1	1.173
46	2	%Natural	2	0.924
47	2	10%	1	1.154
48	2	10%	2	0.919
49	2	20%	1	1.132
50	2	20%	2	0.916
51	2	30%	1	1.119
52	2	30%	2	0.912
53	2	40%	1	1.101
54	2	40%	2	0.901
55	2	50%	1	1.088
56	2	50%	2	0.898
57	2	60%	1	1.062
58	2	60%	2	0.893
59	2	70%	1	1.043
60	2	70%	2	0.889
61	2	80%	1	1.027
62	2	80%	2	0.888
63	2	90%	1	1.008
64	2	90%	2	0.887
65	2	100%	1	0.985
66	2	100%	2	0.885
67	3	%Natural	1	1.212
68	3	%Natural	2	0.932
69	3	10%	1	1.187
70	3	10%	2	0.925
71	3	20%	1	1.163
72	3	20%	2	0.918
73	3	30%	1	1.141
74	3	30%	2	0.913
75	3	40%	1	1.113
76	3	40%	2	0.908
77	3	50%	1	1.091

77	3	50%	1	1.091	116	5	20%	2	0.993
78	3	50%	2	0.902	117	5	30%	1	1.212
79	3	60%	1	1.065	118	5	30%	2	0.974
80	3	60%	2	0.896	119	5	40%	1	1.165
81	3	70%	1	1.039	120	5	40%	2	0.958
82	3	70%	2	0.887	121	5	50%	1	1.119
83	3	80%	1	1.014	122	5	50%	2	0.937
84	3	80%	2	0.880	123	5	60%	1	1.075
85	3	90%	1	0.989	124	5	60%	2	0.915
86	3	90%	2	0.877	125	5	70%	1	1.037
87	3	100%	1	0.961	126	5	70%	2	0.892
88	3	100%	2	0.871	127	5	80%	1	0.993
89	4	%Natural	1	1.277	128	5	80%	2	0.871
90	4	%Natural	2	0.996	129	5	90%	1	0.961
91	4	10%	1	1.271	130	5	90%	2	0.846
92	4	10%	2	0.982	131	5	100%	1	0.929
93	4	20%	1	1.235	132	5	100%	2	0.833
94	4	20%	2	0.967	133	6	%Natural	1	1.354
95	4	30%	1	1.208	134	6	%Natural	2	1.054
96	4	30%	2	0.958	135	6	10%	1	1.307
97	4	40%	1	1.172	136	6	10%	2	1.031
98	4	40%	2	0.946	137	6	20%	1	1.259
99	4	50%	1	1.135	138	6	20%	2	1.009
100	4	50%	2	0.929	139	6	30%	1	1.211
101	4	60%	1	1.106	140	6	30%	2	0.988
102	4	60%	2	0.911	141	6	40%	1	1.164
103	4	70%	1	1.079	142	6	40%	2	0.964
104	4	70%	2	0.896	143	6	50%	1	1.109
105	4	80%	1	1.042	144	6	50%	2	0.938
106	4	80%	2	0.879	145	6	60%	1	1.063
107	4	90%	1	1.002	146	6	60%	2	0.913
108	4	90%	2	0.863	147	6	70%	1	1.013
109	4	100%	1	0.951	148	6	70%	2	0.886
110	4	100%	2	0.859	149	6	80%	1	0.967
111	5	%Natural	1	1.327	150	6	80%	2	0.854
112	5	%Natural	2	1.033	151	6	90%	1	0.931
113	5	10%	1	1.288	152	6	90%	2	0.826
114	5	10%	2	1.015	153	6	100%	1	0.896
115	5	20%	1	1.251	154	6	100%	2	0.807

Fuente: SAS Studio, Elaboración Propia 2019.

**Figura N° 18**

**Resultados del ANAVA (Experimento Factorial)**

**Procedimiento GLM**

Información del nivel de clase		
Clase	Niveles	Valores
NIVEL_AGUA	7	0 1 2 3 4 5 6
HUMEDAD	11	%Natural 10% 100% 20% 30% 40% 50% 60% 70% 80% 90%
PERFILES	2	1 2

N.º observaciones leídas	154
Número de observaciones usadas	154

Origen	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	Valor F	Pr > F
Modelo	77	2.21828035	0.02880884	16.79	<.0001
Error	76	0.13043300	0.00171622		
Total corregido	153	2.34871335			

R-cuadrado	Var Coef.	Raiz MSE	Media de FS
0.944466	4.086373	0.041427	1.013792

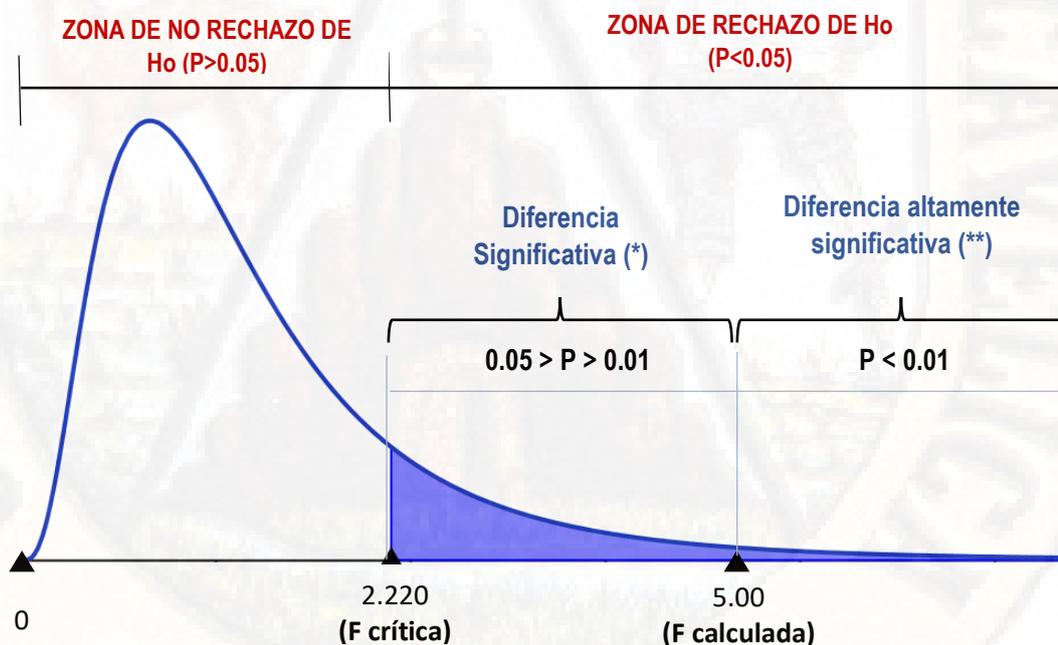
Origen	DF	Tipo III SS	Cuadrado de la media	Valor F	Pr > F
PERFILES	1	1.44898600	1.44898600	844.29	<.0001
NIVEL_AGUA	6	0.05153199	0.00858866	5.00	0.0002
HUMEDAD	10	0.50234206	0.05023421	29.27	<.0001
NIVEL_AGUA*HUMEDAD	60	0.21542030	0.00359034	2.09	0.0012

Fuente: SAS Studio, Elaboración Propia 2019.

Regla de decisión:

Figura N° 19

Gráfica de la distribución "F" (Factor: Nivel\_agua)

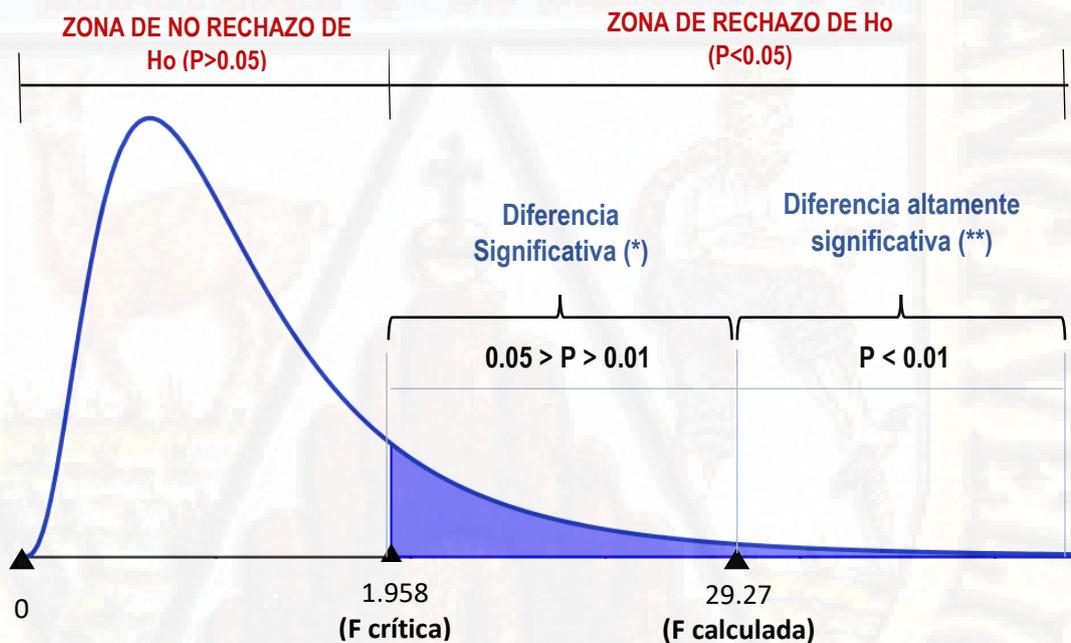


Fuente: Elaboración propia, 2019

En la Figura N° 19, se muestra la gráfica de la distribución de Fisher del efecto del factor Nivel\_Agua en los resultados del FS, dado que se muestra el valor de Fisher calculado ( $F_{calculada}=5.00$ ) y se determina el valor de Fisher crítico a un 95% de confianza ( $F_{crítica}=2.220$ ), además se obtiene en la Figura N° 18 la probabilidad del factor Nivel\_Agua ( $Pr=0.002$ ), el cual es menor que 0.05. Por lo tanto, se verifica que ( $F_{calculada} > F_{crítica}$ ) y ( $Pr < 0.05$ ). Entonces, se afirma que, el efecto del factor de Nivel\_Agua influye significativamente en el FS (Factor de Seguridad) de la ladera en estudio.

**Figura N° 20**

**Gráfica de la distribución "F" (Factor: Humedad)**



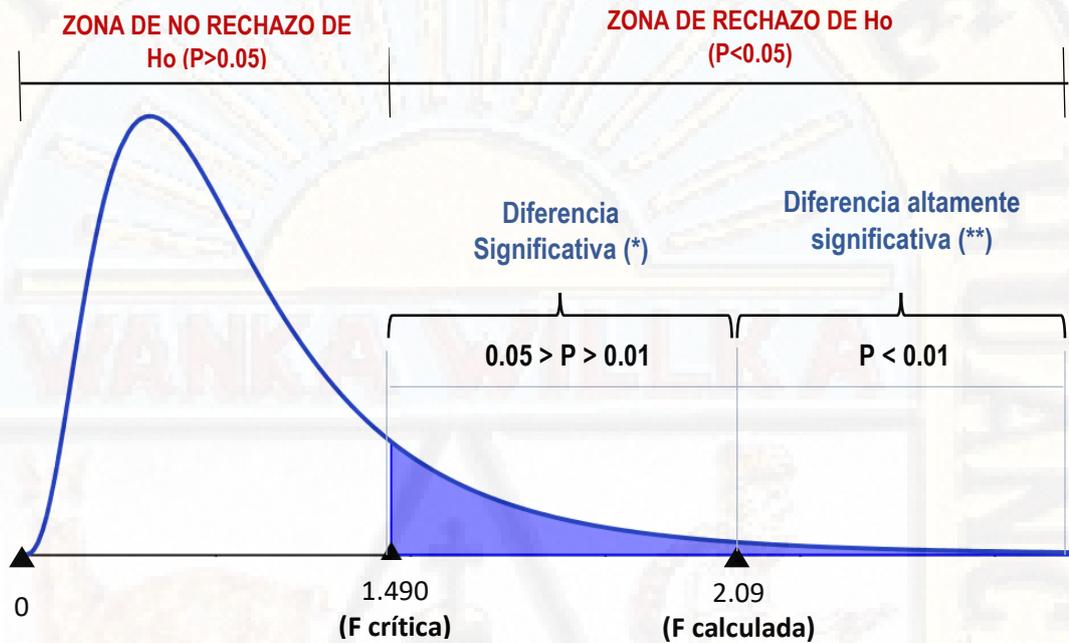
*Fuente: Elaboración propia, 2019*

En la Figura N° 20, se muestra la gráfica de la distribución de Fisher del efecto del factor Humedad en los resultados del FS, dado que se muestra el valor de Fisher calculado ( $F_{calculada}=5.00$ ) y el valor de Fisher crítico a un 95% de confianza ( $F_{crítica}=2.220$ ), además se obtiene en la Figura N° 18 la probabilidad del factor Nivel\_Agua ( $Pr<0.001$ ), el cual es menor que 0.05. Por lo tanto, se verifica que ( $F_{calculada} > F_{crítica}$ ). Entonces, se afirma que, el efecto del factor

de Humedad influye significativamente en el FS (Factor de Seguridad) de la ladera en estudio.

Figura N° 21

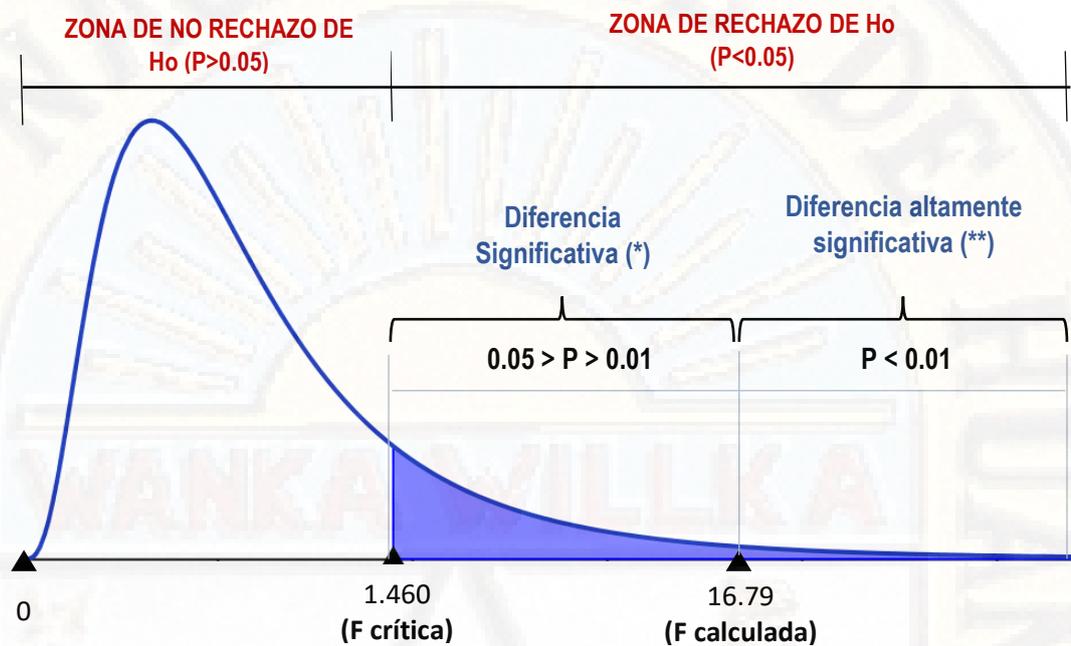
Gráfica de la distribución "F" (Interacción del Factor Nivel\_agua y Humedad)



Fuente: Elaboración propia, 2019

La Figura N° 21, muestra la gráfica de la distribución de Fisher de la interacción de los factores de Nivel\_Agua y Humedad, por lo cual ( $F_{calculado}=2.09$ ) y ( $F_{crítica}=1.490$ ), además se muestra en la Figura N° 18 la probabilidad de la interacción de los factores ( $Pr=0.0012$ ). Por lo tanto, se verifica que ( $F_{calculada} > F_{crítica}$ ). Entonces, se afirma que, el efecto de la interacción de ambos factores influye significativamente el resultado del Factor de Seguridad (FS) de la ladera en estudio.

**Figura N° 22**  
**Gráfica de la distribución "F" (Hipótesis 2)**



Fuente: Elaboración propia, 2019

**Interpretación:**

Según el resultado del Análisis de Varianza (ANOVA) de la Figura N° 22 realizado en el SAS Studio con los datos obtenidos durante etapas anteriores. El coeficiente de determinación de las dos variables estudiadas es ( $R^2=0.9444$ ), valor que determina la proximidad de ajuste de la regresión que sirve como instrumento de predicción.

Además, se calcula el valor de Fisher ( $F_{calculada}=16.79$ ) y se determina el valor de Fisher de las tablas correspondientes a un 95% de nivel de confianza ( $F_{crítica}=1.46$ ), además se obtiene el valor de la Probabilidad ( $Pr<0.001$ ), el cual es menor que 0.05. Por lo tanto, se verifica que ( $F_{calculada} > F_{crítica}$ ), por lo que se encuentra en la zona de rechazo de hipótesis nula ( $H_0$ ), la que se interpreta que, si existe diferencia altamente significativa, con este resultado, entonces, se aprueba la hipótesis alterna ( $H_a$ ). Finalmente se concluye que, la humedad afectada por el represamiento del río Mantaro influye

significativamente en el factor de seguridad de la ladera del sector de Pilchaca Viejo en el distrito de Pilchaca – Huancavelica.

#### **4.3. Discusión de resultados**

La hipótesis N° 1, demuestra que el nivel de agua del represamiento del río Mantaro influye significativamente en el factor de seguridad de la ladera del sector de Pilchaca Viejo en el distrito de Pilchaca – Huancavelica. La ladera en su estado natural tiene un  $FS=1.035$ , valor numérico cercano al límite de la estabilidad, a pesar de ello, se caracteriza por ser una ladera estable, por tener un factor de seguridad mayor a la unidad ( $FS>1$ ). Ante un posible represamiento del río Mantaro, se ha estimado elevarse el nivel de agua hasta los 6.0 metros de altura, este efecto hace que las fuerzas resistentes se incrementen debido a las fuerzas hidrostáticas, determinando un ( $FS=1.204$ ). Por lo tanto, a medida se eleva el nivel de agua, aumenta la estabilidad de la ladera.

La hipótesis N° 2, demuestra que la humedad ocasionado por el represamiento del río Mantaro influye significativamente en el factor de seguridad de la ladera del sector de Pilchaca Viejo en el distrito de Pilchaca – Huancavelica, puesto que, el incremento del contenido de humedad (saturación del suelo), cambia las propiedades del suelo, inestabilizando la ladera en cada nivel de agua.

## Conclusiones

El desarrollo del proyecto de investigación: “Influencia del represamiento del río Mantaro en el deslizamiento de la ladera de sector de Pilchaca Viejo en el distrito de Pilchaca - Huancavelica”, se llega a las siguientes conclusiones:

- El nivel de agua del represamiento del río Mantaro influye significativamente en el factor de seguridad de la ladera del sector de Pilchaca Viejo en el distrito de Pilchaca – Huancavelica, puesto que, en el modelamiento numérico se ha demostrado que el incremento del nivel de agua estabiliza la ladera en estudio de manera directamente proporcional, ya que al incrementar el nivel de represamiento, aumenta las fuerzas hidrostáticas, por lo tanto, incrementa también el valor del Factor de Seguridad (FS), El factor de seguridad de la ladera en su estado inicial es (FS=1.035) y al incrementar a un nivel de 6.00 m, el FS aumenta a (FS=1.204), determinando que, a medida se incremente el nivel de agua, la ladera aumenta su estabilidad.
- La humedad ocasionado por el represamiento del río Mantaro influye significativamente en el factor de seguridad de la ladera del sector de Pilchaca Viejo en el distrito de Pilchaca – Huancavelica, ya que, el contenido de humedad (w%) está directamente relacionado al parámetro del suelo que es el peso específico, y este varía a medida se incremente la humedad, por lo cual se ha determinado en el modelamiento numérico que el FS varía significativamente con la humedad inicial (%Natural) que presenta el estrato y con la humedad saturada al (100%). En el perfil N° 1 a un nivel de 6.00m en su estado natural el FS es (FS=1.0354) y saturando el suelo con un contenido de humedad de 100% el FS es (FS=0.896). En el perfil N° 2 a un nivel de 6.00m en su estado natural el FS es (FS=1.054) y saturando el suelo con un contenido de humedad de 100% el FS es (FS=0.807), valores que demuestran que a medida se va saturando el suelo, el valor del Factor de Seguridad va disminuyendo, por lo tanto, la ladera se va haciendo mas inestable.

## Recomendaciones

En conformidad a lo concluido por la presente investigación, se plantean las siguientes recomendaciones:

- De acuerdo a los resultados obtenidos en la presente tesis, y al conocer la situación de la ladera del sector de Pilchaca de Viejo ante el posible represamiento del río Mantaro, teniendo antecedentes de diversos sucesos acontecidos en la zona, por lo cual se recomienda a las autoridades y las entidades competentes, elaborar un plan de contingencia para contrarrestar los peligros, alertando y previniendo a la población del sector.
- La existencia de los puquiales (Nivel freático), es uno de los factores que contribuyen en la inestabilidad de la ladera, por lo que se recomienda realizar el drenado, para de esa manera no saturar el cuerpo del deslizamiento, y además construir un canal de coronación, con el objetivo de evitar la infiltración del agua al subsuelo, y por lo tanto mejorar la estabilidad del lugar.
- Reforestar el sector de Pilchaca, con plantas autóctonas de la zona, con la finalidad de generar una mayor estabilidad a la ladera.

## Bibliografía

- Araujo, G., Luis, A., & Nuñez, S. (2018). *Evaluación Geológica – Geodinámica de movimientos en masa y represamiento en el río Pampas - Ninabamba*. Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico, Ayacucho.
- Benavente, C. (2007). *Evaluación de peligro geológico del sector Challa, provincia de Tarata - Tacna*. Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico, Tacna.
- Benavente, C., Delgado, F., & Fidel, L. (2011). *Represamiento del río Chaquil y Peligros Geológicos Asociados al Distrito de Limatambo, Región Cusco*. Cusco.
- Briones, G. (2002). *Metodología de la investigación cuantitativa en las ciencias sociales*. Bogotá, Colombia.
- Calvache, R. (2017). *Uso de técnicas de sistema de posicionamiento global en monitoreo de movimientos de laderas*. Loja, Ecuador.
- Castañón, P. (2012). *Cálculo del factor de erosión de la lluvia en las Estaciones Papaloapan y Cd. Alemán de la Cuenca del Papaloapan*. México. Obtenido de <http://132.248.52.100:8080/xmlui/handle/132.248.52.100/475>
- Das, B. M. (s.f.). *Fundamentos de ingeniería geotécnica* (Cuarta ed.). México.
- F. de Mateiis, Á. (2003). *Geología y Geotécnica - Estabilidad de taludes*. Argentina.
- Gomez, S. (2012). *Metodología de la investigación* (Primera ed.). México.
- Gonzales, A., Oseda, D., Ramirez, F., & Gave, J. (2011). *¿Cómo aprender y enseñar investigación científica?* Huancavelica.
- Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2010). *Metodología de la investigación* (Quinta ed.). (C. Mares, Ed.) México.
- Huang, D., Gu, D. M., Song, Y. X., Cen, D. F., & Zeng, B. (2018). Towards a complete understanding of the triggering mechanism of a large reactivated landslide in the Three Gorges Reservoir. *Elsevier*. doi:<https://doi.org/10.1016/j.enggeo.2018.03.008>
- Hutchinson, J., & Kojan, E. (1975). *El deslizamiento de tierras de Mayunmarca el 25 de abril de 1974*. Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura, Paris.
- IngeOexpert. (2016). Cálculo de estabilidad de taludes con Geo-Slope.
- Medina, L., & Calderón, E. (2015). *Inspección técnica del represamiento del río Cotahuasi en el sector Chaymi o Chipito*. Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico, Arequipa, Arequipa.
- Mendoza, M., Dominguez, L., Noriega, I., & Guevara, E. (2014). *Monitoreo de laderas con fines de evaluación y alertamiento*. Centro Nacional de Prevención de Desastres, Mexico.

- Niño, V. (2011). *Metodología de la investigación*. Bogotá, Colombia.
- Núñez, S., & Pilco, E. (2015). *Deslizamiento de Pilchaca (distrito Pilchaca, provincia y región Huancavelica)*. Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico, Huancavelica.
- Ochoa, M., & Delgado, F. (2014). *Inspección técnica, geológica en el centro poblado de Cuenca*. Técnico, Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico, Huancavelica.
- Pérez, J., & Gardey, A. (2014). *Definición.de*. Obtenido de <https://definicion.de/represa/>
- Pérez, J., & Merino, M. (2014). *Definición.de*. Obtenido de <https://definicion.de/embalse/>
- Rivera, Y. (2009). *Estado del arte de la ingeniería geotécnica en estabilidad de taludes*. Loja, Ecuador.
- Salazar, F., Oñate, E., & Morán, R. (2012). Modelación numérica de deslizamientos de ladera en embalses mediante Método de Partículas y Elementos Finitos (PFEM). *Elsevier*. doi:10.1016/j.rimni.2012.03.004
- Sanchez, H., & Reyes, C. (1996). *Metodología y diseños de la investigación científica*. Lima, Perú.
- Sandoval, W. (2014). *Presas y embalses*.
- Suárez, J. (2009). *Deslizamientos - Análisis Geotécnico (Vol. 1)*. Colombia. Obtenido de [www.erosion.com.co](http://www.erosion.com.co)
- Vilchez, M., & Ochoa, M. (2014). *Zonas críticas por peligros geológicos en la región Huancavelica*. Técnico, Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico, Huancavelica.
- YuepingYin, Huang, B., Wang, W., Wei, Y., Ma, X., Ma, F., & Zhao, C. (2016). Reservoir-induced landslides and risk control in Three Gorges Project on Yangtze River, China. doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.jrmge.2016.08.001>

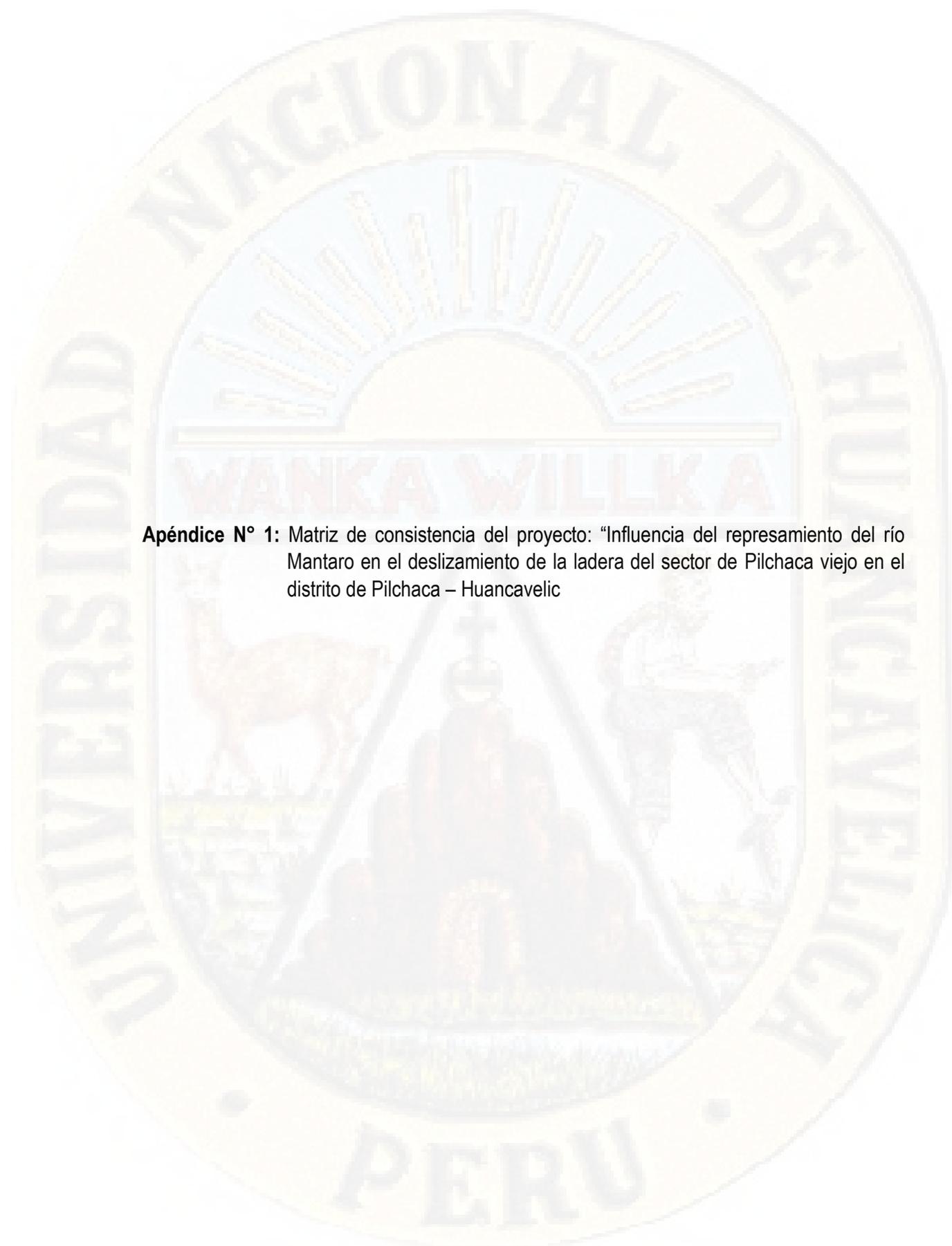
## **Apéndice**

**Apéndice N° 1:** Matriz de consistencia del proyecto: “Influencia del represamiento del río Mantaro en el deslizamiento de la ladera del sector de Pilchaca viejo en el distrito de Pilchaca - Huancavelica”

**Apéndice N° 2:** Planos Topográficos (áreas vulnerables y perfiles longitudinales)

**Apéndice N° 3:** Descripción Visual – Manual de los suelos (NTP.339.150, ASTM D 2488), realizada durante la exploración y extracción de suelos.

**Apéndice N° 4:** Perfiles estratigráficos con asignación de materiales y parámetros de resistencia.

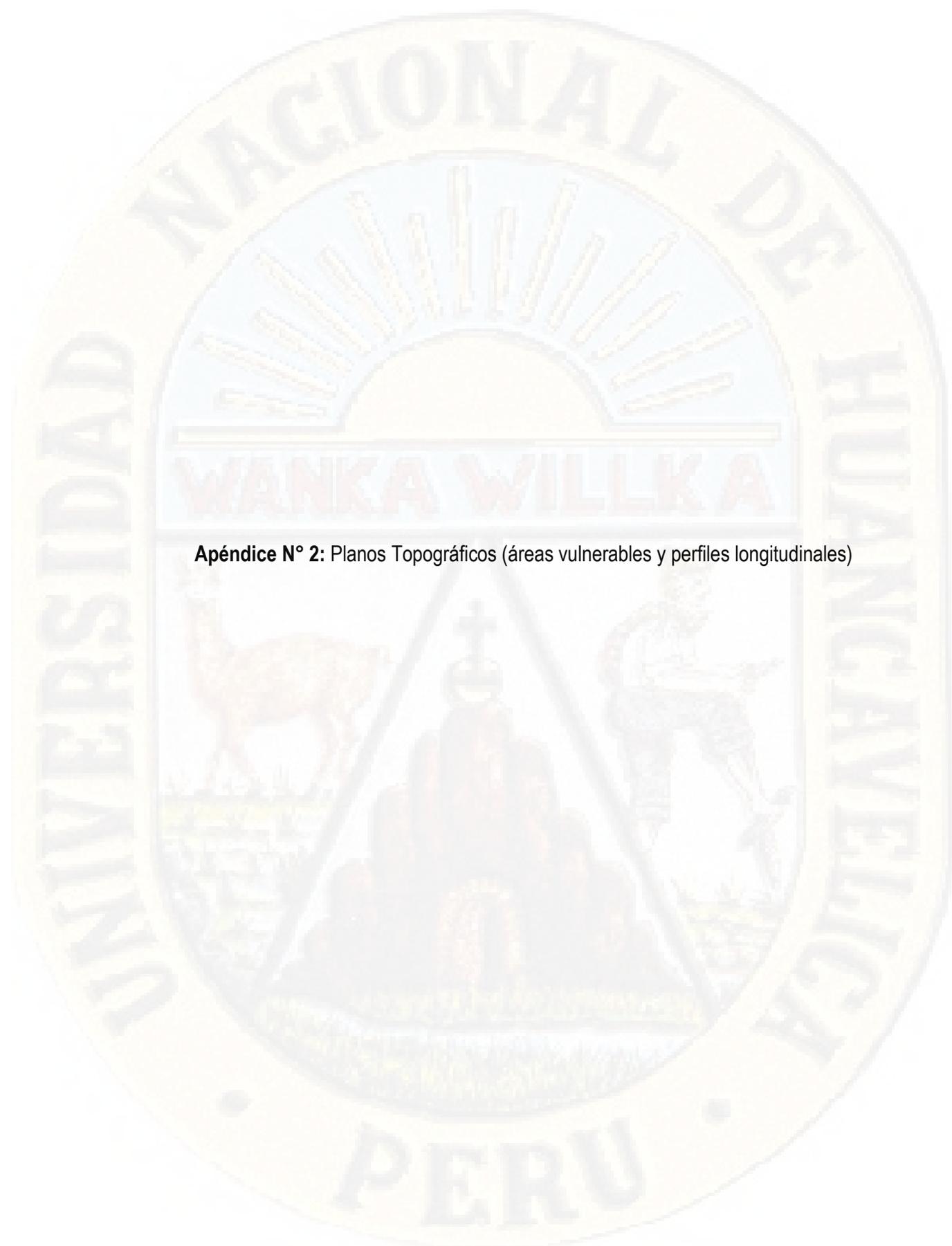


**Apéndice N° 1:** Matriz de consistencia del proyecto: “Influencia del represamiento del río Mantaro en el deslizamiento de la ladera del sector de Pilchaca viejo en el distrito de Pilchaca – Huancavelic

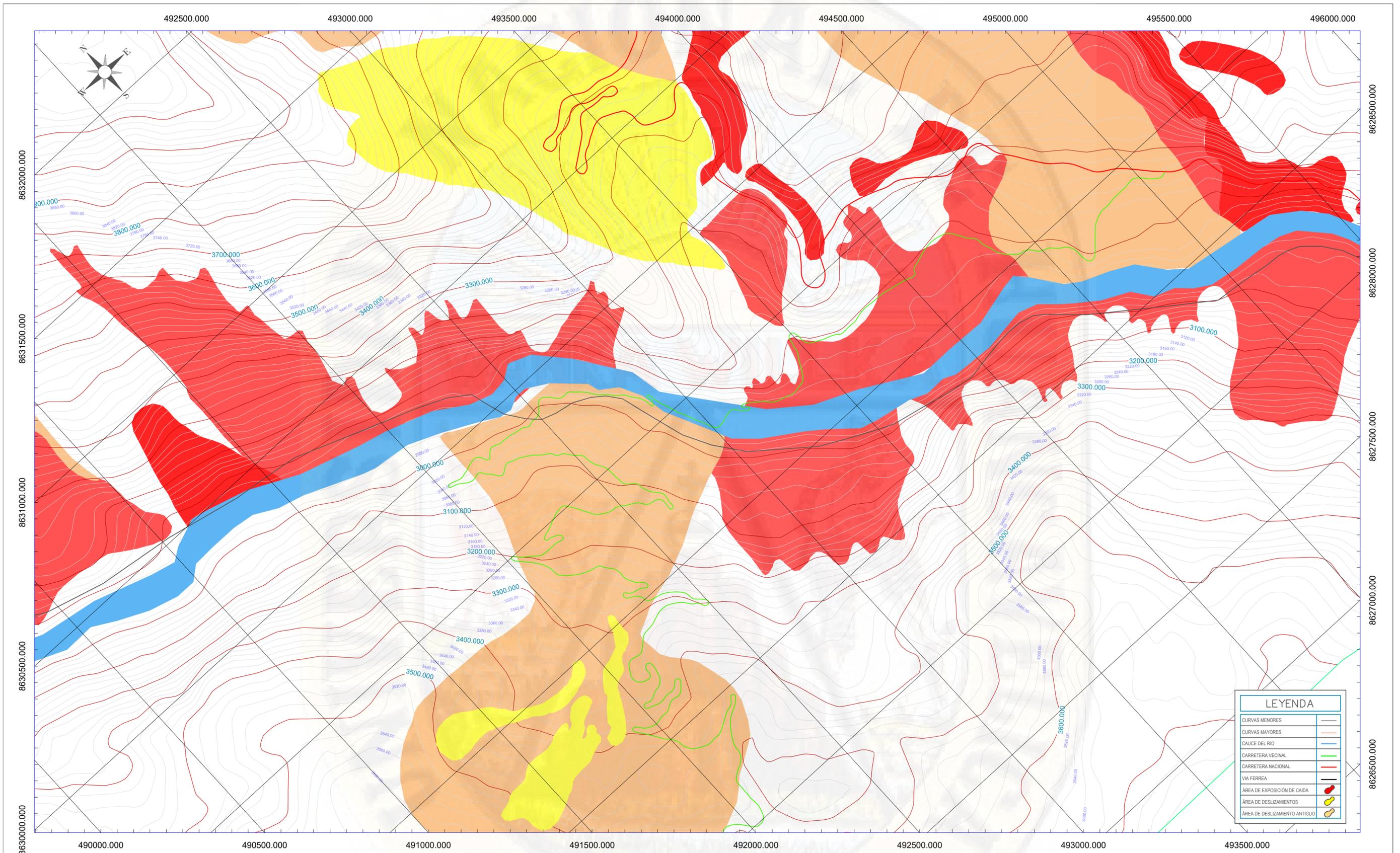
**MATRIZ DE CONSISTENCIA**

**TÍTULO "INFLUENCIA DEL REPRESAMIENTO DEL RÍO MANTARO EN EL DESLIZAMIENTO DE LA LADERA DEL SECTOR DE PILCHACA VIEJO EN EL DISTRITO DE PILCHACA - HUANCAMELICA"**

DEFINICIÓN DEL PROBLEMA	OBJETIVOS	MARCO TEORICO	HIPÓTESIS	VARIABLES	METODOLOGIA
<b>Problema General:</b>	<b>Objetivo General:</b>	<b>Antecedentes:</b>	<b>Hipótesis General:</b>	<b>Identificación de Variables:</b>	<b>Tipo de Investigación:</b> Aplicada Niño (2011).
¿De qué manera influye el <b>represamiento</b> del río Mantaro en el <b>deslizamiento</b> de la ladera del sector de Pilchaca Viejo en el distrito de Pilchaca - Huancavelica?	Determinar la influencia del <b>represamiento</b> del río Mantaro en el <b>deslizamiento</b> de la ladera del sector de Pilchaca Viejo en el distrito de Pilchaca - Huancavelica.	<b>A. Internacional:</b> a. School of Civil and Transportation Engineering - (2018): Da Huang, Dong Ming Gu, ci Xiang Song, Duo Feng Cen y Bin Zeng, "Towards a complete understanding of the triggering mechanism of a large reactivated landslide in the Three Gorges Reservoir". b. China Institute of Geo-Environment Monitoring - China - (2016): Yueping Yin, Bolin Huang, Wenpei Wang, Yunjie Wei, Xiaohan Ma, Fei Ma y Changjun Zhao, "Reservoir-induced landslides and risk control in Three Gorges Project on Yangtze River, China". c. Universidad Politécnica de Cataluña - España - (2012): F. Slazar, E. Otañe y R. Morán, "Modelación numérica de deslizamiento de ladera en embalses mediante el Método de Partículas y Elementos Finitos (PFEM)".	El <b>represamiento</b> del río Mantaro influye significativamente en el <b>deslizamiento</b> de la ladera del sector de Pilchaca Viejo en el distrito de Pilchaca - Huancavelica.	<b>a. Variable Independiente:</b> <b>Represamiento</b> BENAVENTE ESCOBAR, Carlos (2011).  <i>Dimensiones:</i> 1. Nivel de agua 2. Humedad <b>b. Variable Dependiente:</b> <b>Deslizamiento</b> JUÁREZ BADILLO, Eulalio (2001).  <i>Dimensiones:</i> 1. Factor de seguridad	<b>Nivel de Investigación:</b> Explicativo  <b>Diseño de Investigación:</b> Pre experimental  GE: X O <sub>1</sub>  Donde: G.E. : Grupo Experimental X : Variable independiente O : Variable dependiente  <b>Población y Muestra:</b> <b>Población:</b> Ladera del sector de Pilchaca Viejo. <b>Muestra:</b> Ladera del sector de Pilchaca Viejo.
<b>Problemas Específicos:</b>	<b>Objetivos Específicos:</b>	<b>A. Nacional:</b> a. Instituto Geológico Minero y Metalúrgico - Perú - (2018): Gael Araujo, Luis Albinez y Segundo Nuñez, "Evaluación Geológica – Geodinámica de movimientos en masa y represamiento en el río Pampas - Ninabamba". b. Instituto Geológico Minero y Metalúrgico - Perú - (2015): Lucio Medina y Edwin Calderon, "Inspección técnica del represamiento del río Cotahuasi en el sector Chaymi o Chipito". c. Instituto Geológico Minero y Metalúrgico - Perú - (2011): Carlos Benavente, Fabrizio Delgado y Lionel Fidel, "Represamiento del río Chaquil y Peligros Geológicos Asociados al Distrito de Limatambo – Región Cusco".	<b>Hipótesis Específicas:</b> a. El <b>nivel de agua</b> del represamiento del río Mantaro influye significativamente en el <b>factor de seguridad</b> de la ladera del sector de Pilchaca Viejo en el distrito de Pilchaca - Huancavelica. b. La <b>humedad</b> por el represamiento del río Mantaro influye significativamente en el <b>factor de seguridad</b> de la ladera del sector de Pilchaca Viejo en el distrito de Pilchaca - Huancavelica.		<b>TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS:</b> -Datos de campo y laboratorio. -Fichas bibliográficas. -Observación de campo y laboratorio.  <b>TÉCNICAS ESTADÍSTICAS DE ANÁLISIS Y PROCESAMIENTOS DE DATOS:</b> - Modelamiento con el software Geo-Slope -Método Limite de Equilibrio. -Análisis de estabilidad de laderas
a. ¿De qué manera influye el <b>nivel de agua</b> del represamiento del río Mantaro en el <b>factor de seguridad</b> de la ladera del sector de Pilchaca Viejo en el distrito de Pilchaca - Huancavelica?	a. Determinar la influencia del <b>nivel de agua</b> del represamiento del río Mantaro en el <b>factor de seguridad</b> de la ladera del sector de Pilchaca Viejo en el distrito de Pilchaca - Huancavelica.				
b. ¿De qué manera influye la <b>humedad</b> por el represamiento del río Mantaro en el <b>factor de seguridad</b> de la ladera del sector de Pilchaca Viejo en el distrito de Pilchaca - Huancavelica?	b. Determinar la influencia de la <b>humedad</b> por el represamiento del río Mantaro en el <b>factor de seguridad</b> de la ladera del sector de Pilchaca Viejo en el distrito de Pilchaca - Huancavelica.				
		<b>A. Local:</b> a. Instituto Geológico Minero y Metalúrgico - Perú - (2015): Segundo Nuñez y Elvira Pilco, "Deslizamiento de Pilchaca (Distrito Pilchaca, Provincia y Región Huancavelica)". b. Instituto Geológico Minero y Metalúrgico - Perú - (2014): Manuel Vilchez y Magdie Ochoa, "Zonas Críticas por Peligros Geológicos en la Región de Huancavelica". c. Instituto Geológico Minero y Metalúrgico - Perú - (2014): Magdie Ocho y Fabrizio Delgado, "Inspección Técnica Geológica en el Centro Poblado de Cuenca".			
		<b>Marco Teórico Referencial:</b> • Represamiento • Nivel de agua • Humedad • Deslizamiento • Estabilidad de taludes • Factores de seguridad • Metodo de Limite de Equilibrio • Altura del nivel freático • Pendiente • Permeabilidad • Presión de poros • Saturación • Talud o ladera			



**Apéndice N° 2:** Planos Topográficos (áreas vulnerables y perfiles longitudinales)



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCAVELICA**  
 FACULTAD DE CIENCIAS DE INGENIERÍA  
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL - HUANCAVELICA

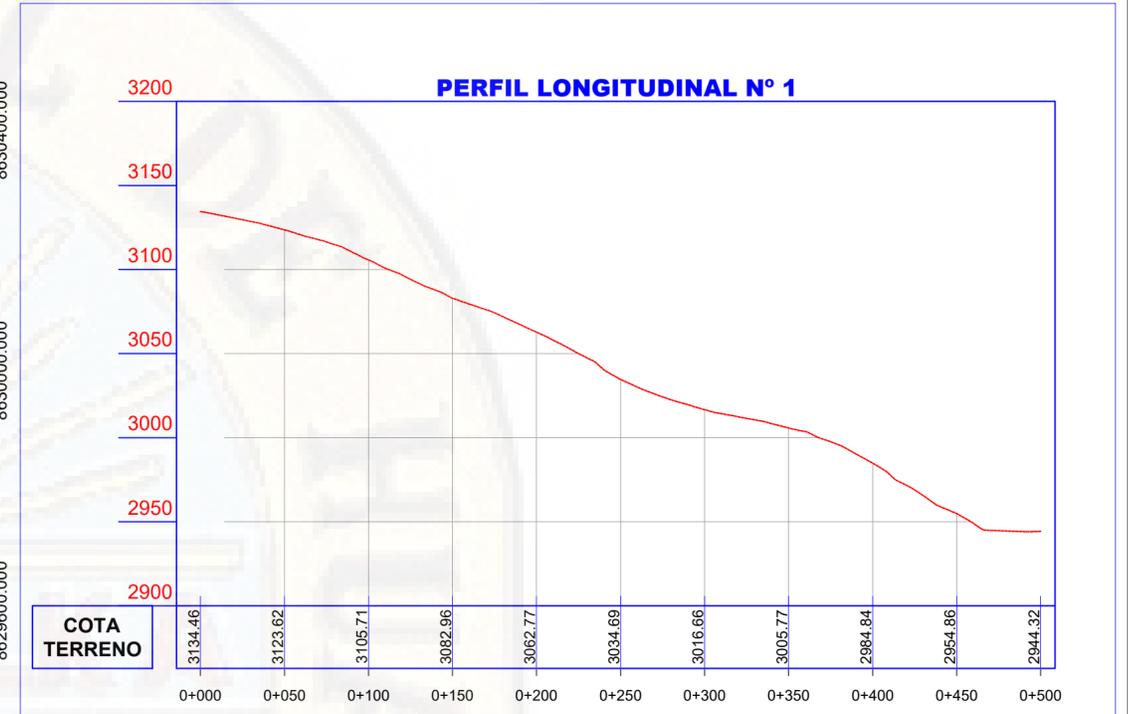
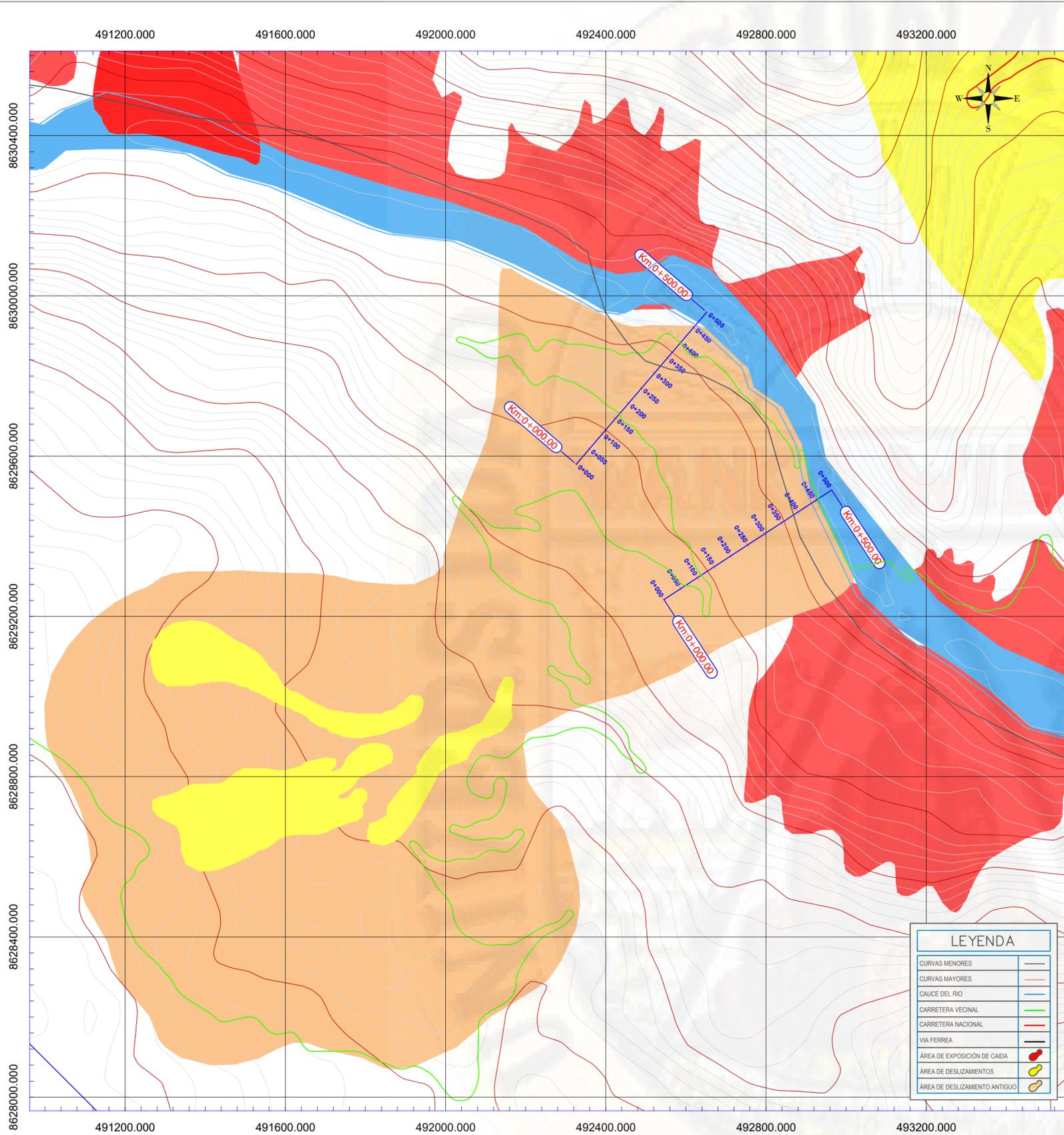
**PROYECTO DE TESIS :**  
**"INFLUENCIA DEL REPRESAMIENTO DEL RÍO MANTARO EN EL DESLIZAMIENTO DE LA LADERA DEL SECTOR DE PILCHACA VIEJO EN EL DISTRITO DE PILCHACA - HUANCAVELICA"**

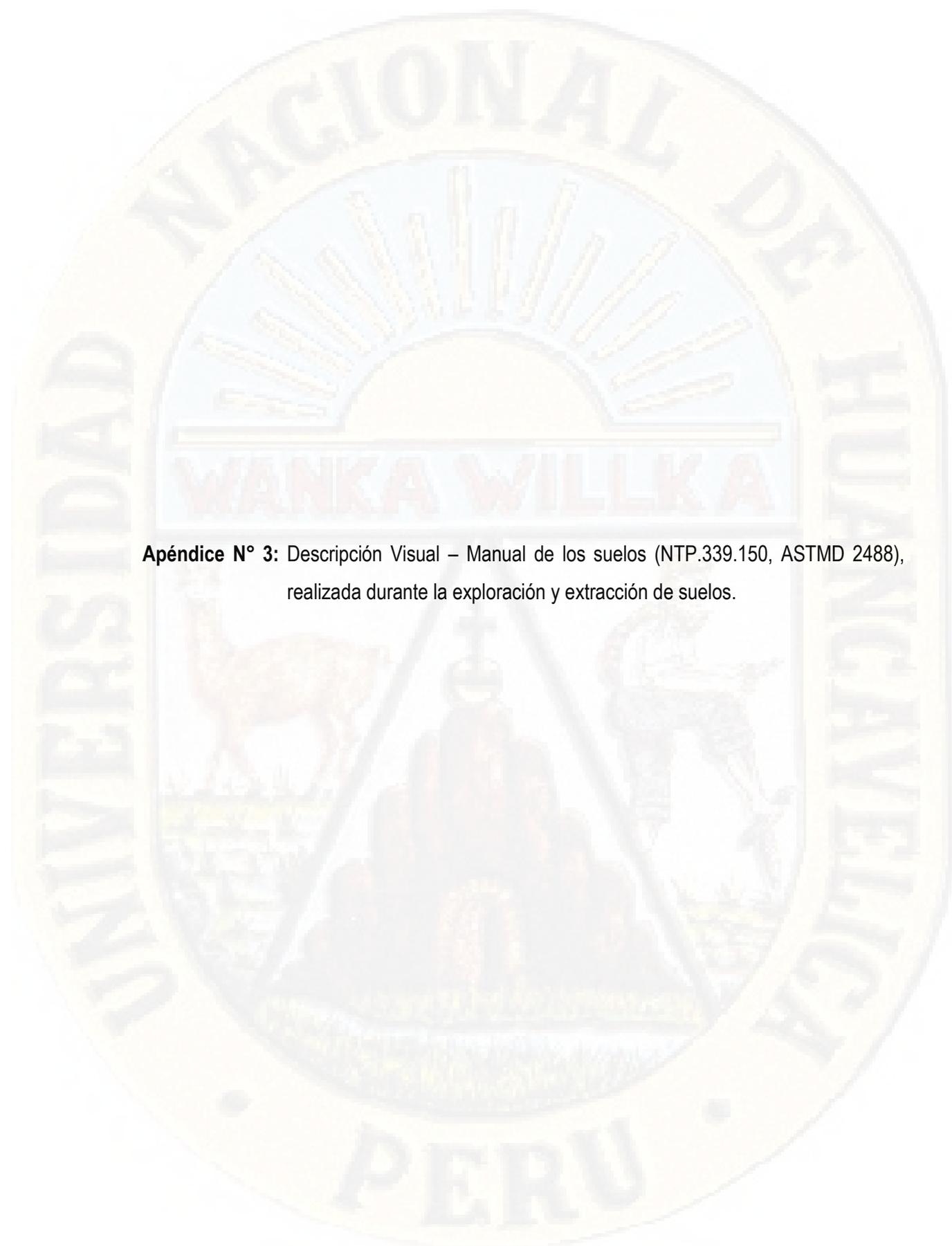
**TESISTAS:**

- ▶ Bach. CHANCHA MENDOZA, Karen Fabiola
- ▶ Bach. TAIPE SUÁREZ, José Antonio

**DEPARTAMENTO:** HUANCAVELICA  
**PROVINCIA:** HUANCAVELICA  
**DISTRITO:** PILCHACA  
**ÁREA Y/O LUGAR:** PILCHACA VIEJO

<b>PLANO:</b> PLANTEAMIENTO GENERAL			
<b>FECHA:</b> SEPTIEMBRE, 2019	<b>ESCALA:</b> 1/15000	<b>Nº LÁMINA:</b> 01	<b>PLANO:</b> PG-01





**Apéndice N° 3:** Descripción Visual – Manual de los suelos (NTP.339.150, ASTM D 2488), realizada durante la exploración y extracción de suelos.



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCAVELICA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL – HUANCAVELICA**



**PROYECTO DE TESIS: "INFLUENCIA DEL REPRESAMIENTO DEL RÍO MANTARO EN EL DESLIZAMIENTO DE LA LADERA DEL SECTOR DE PILCHACA VIEJO EN EL DISTRITO DE PILCHACA - HUANCAVELICA"**

Area de Estudio : Pilchaca Viejo

Año de Ejecución : 2019

Trinchera:         T-1        

Profundidad:         2.40 m        

Estrato:         E-2        

Espesor:         0.40 m        

**DESCRIPCIÓN VISUAL - MANUAL DE LOS SUELOS**  
**(NTP.339.150, ASTM D 2488)**

DESCRIPCIÓN GENERAL DE SUELOS							
1	COLOR	MARRÓN ROJIZO OSCURO			2	OLOR	-
3	CONTENIDO DE HUMEDAD	SECO		X	HÚMEDO		SATURADO
		Polvoriento y seco al tacto		Humedo, pero no es visible el agua		Agua visible, usualmente debajo del NF	

IDENTIFICACIÓN DE SUELOS GRANULARES									
Nº	DESCRIPCIÓN	ENSAYOS							
1	ANGULARIDAD	X	ANGULAR		SUB ANGULAR		SUB REDONDEADO		REDONDEADO
		Borde afilado y lado plano		Borde redondeado y lado plano		Esq. redondeado y lado casi plano		Lados curvados suavemente	
2	FORMA		CHATA		ALARGADA	X	CHATA Y ALARGADA		
		Ancho/espesor > 3			Longitud/ancho > 3			Cumplen ambos criterios	
2	CEMENTACIÓN	X	DÉBIL		MODERADO		FUERTE		
		Se quiebra con poca presión			Se quiebra con considerable presión			No se quiebra	

IDENTIFICACIÓN DE SUELOS FINOS											
Nº	DESCRIPCIÓN	ENSAYOS									
1	CONSISTENCIA		MUY SUAVE		SUAVE	X	FIRME		DURO		MUY DURO
		Penetra el dedo mas de 1"		Penetra dedo cerca a 1"		Penetra cerca a 6mm		No ingresa dedo solo la uña		No ingresa ninguno	
2	RESISTENCIA EN ESTADO SECO		NULA		BAJA	X	MEDIA		ALTA		MUY ALTA
		Solo con la manipulacion		Con poca presion		Con considerable presio		Se rompe dificilmente		No se rompe con la presion	
3	DILATACION		NINGUNA	X	LENTA			RAPIDA			
		No hay cambios visibles en la superficie			El agua aparece lentamente en la superficie			El agua aparece rápidamente en la superficie			
4	TENACIDAD	X	BAJA			MEDIA			ALTA		
		Presión ligera para enrollar el bastón			Presión media para enrollar el bastón			Presión considerable para enrollar el bastón			
5	DISPERSIÓN O TEXTURA	X	ARENA			LIMO			ARCILLA		
		Se asienta en 1 o 2 minutos			Toma 15 minutos a 1 hora en asentarse			Permanece en suspensión por horas			

OBSERVACIONES	SE ENCUENTRA PRESENCIA DE RAICES
---------------	----------------------------------



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCVELICA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL – HUANCVELICA**



**PROYECTO DE TESIS: "INFLUENCIA DEL REPRESAMIENTO DEL RÍO MANTARO EN EL DESLIZAMIENTO DE LA LADERA DEL SECTOR DE PILCHACA VIEJO EN EL DISTRITO DE PILCHACA - HUANCVELICA"**

Area de Estudio : Pilchaca Viejo

Año de Ejecución : 2019

Trinchera:           T-1          

Profundidad:           2.40 m          

Estrato:           E-3          

Espesor:           1.30 m          

**DESCRIPCIÓN VISUAL - MANUAL DE LOS SUELOS**  
**(NTP.339.150, ASTM D 2488)**

DESCRIPCIÓN GENERAL DE SUELOS							
1	COLOR	ROJO OSCURO			2	OLOR	-
3	CONTENIDO DE HUMEDAD	SECO		X	HÚMEDO		SATURADO
		Polvoriento y seco al tacto		Humedo, pero no es visible el agua		Agua visible, usualmente debajo del NF	

IDENTIFICACIÓN DE SUELOS GRANULARES					
Nº	DESCRIPCIÓN	ENSAYOS			
1	ANGULARIDAD	ANGULAR	X	SUB ANGULAR	REDONDEADO
		Borde afilado y lado plano	Borde redondeado y lado plano	Esq. redondeado y lado casi plano	Lados curvados suavemente
2	FORMA	X	CHATA	ALARGADA	CHATA Y ALARGADA
		Ancho/espesor > 3	Longitud/ancho > 3	Cumplen ambos criterios	
2	CEMENTACIÓN	DÉBIL	X	MODERADO	FUERTE
		Se quiebra con poca presión	Se quiebra con considerable presión	No se quiebra	

IDENTIFICACIÓN DE SUELOS FINOS							
Nº	DESCRIPCIÓN	ENSAYOS					
1	CONSISTENCIA	MUY SUAVE	SUAVE	X	FIRME	DURO	MUY DURO
		Penetra el dedo mas de 1"	Penetra dedo cerca a 1"	Penetra cerca a 6mm	No ingresa dedo solo la uña	No ingresa ninguno	
2	RESISTENCIA EN ESTADO SECO	NULA	X	BAJA	MEDIA	ALTA	MUY ALTA
		Solo con la manipulacion	Con poca presion	Con considerable presio	Se rompe dificilmente	No se rompe con la presion	
3	DILATACION	NINGUNA		LENTA		X	RAPIDA
		No hay cambios visibles en la superficie		El agua aparece lentamente en la superficie		El agua aparece rápidamente en la superficie	
4	TENACIDAD	BAJA	X	MEDIA	ALTA		
		Presión ligera para enrollar el bastón	Presión media para enrollar el bastón	Presión considerable para enrollar el bastón			
5	DISPERSIÓN O TEXTURA	ARENA	X	LIMO	ARCILLA		
		Se asienta en 1 o 2 minutos	Toma 15 minutos a 1 hora en asentarse	Permanece en suspensión por horas			

OBSERVACIONES	DIFICULTAD DE PERFORACIÓN
---------------	---------------------------



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCVELICA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL – HUANCVELICA**



**PROYECTO DE TESIS: "INFLUENCIA DEL REPRESAMIENTO DEL RÍO MANTARO EN EL DESLIZAMIENTO DE LA LADERA DEL SECTOR DE PILCHACA VIEJO EN EL DISTRITO DE PILCHACA - HUANCVELICA"**

Area de Estudio : Pilchaca Viejo

Año de Ejecución : 2019

Trinchera:         T-2        

Profundidad:         3.05 m        

Estrato:         E-2        

Espesor:         1.00 m        

**DESCRIPCIÓN VISUAL - MANUAL DE LOS SUELOS**  
**(NTP.339.150, ASTM D 2488)**

DESCRIPCIÓN GENERAL DE SUELOS							
1	COLOR	MARRÓN ROJIZO OSCURO			2	OLOR	-
3	CONTENIDO DE HUMEDAD	X	SECO		HÚMEDO	SATURADO	
			Polvoriento y seco al tacto		Humedo, pero no es visible el agua	Agua visible, usualmente debajo del NF	

IDENTIFICACIÓN DE SUELOS GRANULARES						
Nº	DESCRIPCIÓN	ENSAYOS				
1	ANGULARIDAD	ANGULAR	X	SUB ANGULAR	REDONDEADO	
		Borde afilado y lado plano		Borde redondeado y lado plano	Esq. redondeado y lado casi plano	Lados curvados suavemente
2	FORMA	CHATA		ALARGADA	X	CHATA Y ALARGADA
		Ancho/espesor > 3		Longitud/ancho > 3		Cumplen ambos criterios
2	CEMENTACIÓN	DÉBIL	X	MODERADO		FUERTE
		Se quiebra con poca presión		Se quiebra con considerable presión		No se quiebra

IDENTIFICACIÓN DE SUELOS FINOS							
Nº	DESCRIPCIÓN	ENSAYOS					
1	CONSISTENCIA	MUY SUAVE	SUAVE	FIRME	X	DURO	MUY DURO
		Penetra el dedo mas de 1"	Penetra dedo cerca a 1"	Penetra cerca a 6mm		No ingresa dedo solo la uña	No ingresa ninguno
2	RESISTENCIA EN ESTADO SECO	NULA	BAJA	X	MEDIA	ALTA	MUY ALTA
		Solo con la manipulacion	Con poca presion	Con considerable presio		Se rompe dificilmente	No se rompe con la presion
3	DILATACION	NINGUNA	X	LENTA		RAPIDA	
		No hay cambios visibles en la superficie		El agua aparece lentamente en la superficie		El agua aparece rápidamente en la superficie	
4	TENACIDAD	BAJA		MEDIA	X	ALTA	
		Presión ligera para enrollar el bastón		Presión media para enrollar el bastón		Presión considerable para enrollar el bastón	
5	DISPERSIÓN O TEXTURA	X	ARENA		LIMO	ARCILLA	
			Se asienta en 1 o 2 minutos		Toma 15 minutos a 1 hora en asentarse	Permanece en suspensión por horas	

OBSERVACIONES	
---------------	--



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCAVELICA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL – HUANCAVELICA**



**PROYECTO DE TESIS: "INFLUENCIA DEL REPRESAMIENTO DEL RÍO MANTARO EN EL DESLIZAMIENTO DE LA LADERA DEL SECTOR DE PILCHACA VIEJO EN EL DISTRITO DE PILCHACA - HUANCAVELICA"**

Area de Estudio : Pilchaca Viejo

Año de Ejecución : 2019

Trinchera:           T-2          

Estrato:           E-3          

Profundidad:           3.05 m          

Espesor:           0.60 m          

**DESCRIPCIÓN VISUAL - MANUAL DE LOS SUELOS**  
**(NTP.339.150, ASTM D 2488)**

DESCRIPCIÓN GENERAL DE SUELOS							
1	COLOR	PARDO MUY OSCURO			2	OLOR	-
3	CONTENIDO DE HUMEDAD	SECO		X	HÚMEDO		SATURADO
		Polvoriento y seco al tacto		Humedo, pero no es visible el agua		Agua visible, usualmente debajo del NF	

IDENTIFICACIÓN DE SUELOS GRANULARES					
Nº	DESCRIPCIÓN	ENSAYOS			
1	ANGULARIDAD	ANGULAR	X	SUB ANGULAR	REDONDEADO
		Borde afilado y lado plano	Borde redondeado y lado plano	Esq. redondeado y lado casi plano	Lados curvados suavemente
2	FORMA	CHATA		ALARGADA	X
		Ancho/espesor > 3	Longitud/ancho > 3	Cumplen ambos criterios	
2	CEMENTACIÓN	DÉBIL	X	MODERADO	FUERTE
		Se quiebra con poca presión	Se quiebra con considerable presión	No se quiebra	

IDENTIFICACIÓN DE SUELOS FINOS					
Nº	DESCRIPCIÓN	ENSAYOS			
1	CONSISTENCIA	MUY SUAVE	SUAVE	FIRME	X
		Penetra el dedo mas de 1"	Penetra dedo cerca a 1"	Penetra cerca a 6mm	No ingresa dedo solo la uña
2	RESISTENCIA EN ESTADO SECO	NULA	BAJA	MEDIA	X
		Solo con la manipulacion	Con poca presion	Con considerable presio	Se rompe dificilmente
3	DILATACION	NINGUNA	X	LENTA	RAPIDA
		No hay cambios visibles en la superficie	El agua aparece lentamente en la superficie	El agua aparece rápidamente en la superficie	
4	TENACIDAD	BAJA	X	MEDIA	ALTA
		Presión ligera para enrollar el bastón	Presión media para enrollar el bastón	Presión considerable para enrollar el bastón	
5	DISPERSIÓN O TEXTURA	X	ARENA	LIMO	ARCILLA
		Se asienta en 1 o 2 minutos	Toma 15 minutos a 1 hora en asentarse	Permanece en suspensión por horas	

OBSERVACIONES	
---------------	--



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCVELICA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL – HUANCVELICA**



**PROYECTO DE TESIS: "INFLUENCIA DEL REPRESAMIENTO DEL RÍO MANTARO EN EL DESLIZAMIENTO DE LA LADERA DEL SECTOR DE PILCHACA VIEJO EN EL DISTRITO DE PILCHACA - HUANCVELICA"**

Area de Estudio : Pilchaca Viejo  
Año de Ejecución : 2019

Trinchera:         T-2              Profundidad:         3.05 m          
Estrato:         E-4              Espesor:         0.80 m        

**DESCRIPCIÓN VISUAL - MANUAL DE LOS SUELOS**  
**(NTP.339.150, ASTM D 2488)**

DESCRIPCIÓN GENERAL DE SUELOS							
1	COLOR	GRIS AMARRILLO OSCURO			2	OLOR	-
3	CONTENIDO DE HUMEDAD	SECO		X	HÚMEDO		SATURADO
		Polvoriento y seco al tacto		Humedo, pero no es visible el agua		Agua visible, usualmente debajo del NF	

IDENTIFICACIÓN DE SUELOS GRANULARES									
Nº	DESCRIPCIÓN	ENSAYOS							
1	ANGULARIDAD	X	ANGULAR		SUB ANGULAR		SUB REDONDEADO		REDONDEADO
		Borde afilado y lado plano		Borde redondeado y lado plano		Esq. redondeado y lado casi plano		Lados curvados suavemente	
2	FORMA		CHATA	X	ALARGADA		CHATA Y ALARGADA		
		Ancho/espesor > 3		Longitud/ancho > 3		Cumplen ambos criterios			
2	CEMENTACIÓN		DÉBIL	X	MODERADO		FUERTE		
		Se quiebra con poca presión		Se quiebra con considerable presión		No se quiebra			

IDENTIFICACIÓN DE SUELOS FINOS											
Nº	DESCRIPCIÓN	ENSAYOS									
1	CONSISTENCIA		MUY SUAVE		SUAVE		FIRME	X	DURO		MUY DURO
		Penetra el dedo mas de 1"		Penetra dedo cerca a 1"		Penetra cerca a 6mm		No ingresa dedo solo la uña		No ingresa ninguno	
2	RESISTENCIA EN ESTADO SECO		NULA		BAJA	X	MEDIA		ALTA		MUY ALTA
		Solo con la manipulacion		Con poca presion		Con considerable presio		Se rompe dificilmente		No se rompe con la presion	
3	DILATACION		NINGUNA			LENTA		X	RAPIDA		
		No hay cambios visibles en la superficie			El agua aparece lentamente en la superficie			El agua aparece rápidamente en la superficie			
4	TENACIDAD		BAJA		X	MEDIA			ALTA		
		Presión ligera para enrollar el bastón			Presión media para enrollar el bastón			Presión considerable para enrollar el bastón			
5	DISPERSIÓN O TEXTURA		ARENA			LIMO		X	ARCILLA		
		Se asienta en 1 o 2 minutos			Toma 15 minutos a 1 hora en asentarse			Permanece en suspensión por horas			

OBSERVACIONES	
---------------	--



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCVELICA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL – HUANCVELICA**



**PROYECTO DE TESIS: "INFLUENCIA DEL REPRESAMIENTO DEL RÍO MANTARO EN EL DESLIZAMIENTO DE LA LADERA DEL SECTOR DE PILCHACA VIEJO EN EL DISTRITO DE PILCHACA - HUANCVELICA"**

Area de Estudio : Pilchaca Viejo

Año de Ejecución : 2019

Trinchera:         T-3        

Profundidad:         2.80 m        

Estrato:         E-2        

Espesor:         0.90 m        

**DESCRIPCIÓN VISUAL - MANUAL DE LOS SUELOS**  
**(NTP.339.150, ASTM D 2488)**

DESCRIPCIÓN GENERAL DE SUELOS							
1	COLOR	MARRÓN ROJIZO OSCURO			2	OLOR	-
3	CONTENIDO DE HUMEDAD	X	SECO		HÚMEDO	SATURADO	
			Polvoriento y seco al tacto		Humedo, pero no es visible el agua	Agua visible, usualmente debajo del NF	

IDENTIFICACIÓN DE SUELOS GRANULARES									
Nº	DESCRIPCIÓN	ENSAYOS							
1	ANGULARIDAD		ANGULAR		SUB ANGULAR	X	SUB REDONDEADO		REDONDEADO
			Borde afilado y lado plano		Borde redondeado y lado plano		Esq. redondeado y lado casi plano		Lados curvados suavemente
2	FORMA		CHATA		ALARGADA	X	CHATA Y ALARGADA		
			Ancho/espesor > 3		Longitud/ancho > 3		Cumplen ambos criterios		
2	CEMENTACIÓN		DÉBIL	X	MODERADO		FUERTE		
			Se quiebra con poca presión		Se quiebra con considerable presión		No se quiebra		

IDENTIFICACIÓN DE SUELOS FINOS											
Nº	DESCRIPCIÓN	ENSAYOS									
1	CONSISTENCIA		MUY SUAVE		SUAVE	X	FIRME		DURO		MUY DURO
			Penetra el dedo mas de 1"		Penetra dedo cerca a 1"		Penetra cerca a 6mm		No ingresa dedo solo la uña		No ingresa ninguno
2	RESISTENCIA EN ESTADO SECO		NULA	X	BAJA		MEDIA		ALTA		MUY ALTA
			Solo con la manipulacion		Con poca presion		Con considerable presio		Se rompe dificilmente		No se rompe con la presion
3	DILATACION		NINGUNA	X	LENTA		RAPIDA				
			No hay cambios visibles en la superficie		El agua aparece lentamente en la superficie		El agua aparece rápidamente en la superficie				
4	TENACIDAD		BAJA	X	MEDIA		ALTA				
			Presión ligera para enrollar el bastón		Presión media para enrollar el bastón		Presión considerable para enrollar el bastón				
5	DISPERSIÓN O TEXTURA	X	ARENA		LIMO		ARCILLA				
			Se asienta en 1 o 2 minutos		Toma 15 minutos a 1 hora en asentarse		Permanece en suspensión por horas				

OBSERVACIONES	
---------------	--



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCVELICA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL – HUANCVELICA**



**PROYECTO DE TESIS: "INFLUENCIA DEL REPRESAMIENTO DEL RÍO MANTARO EN EL DESLIZAMIENTO DE LA LADERA DEL SECTOR DE PILCHACA VIEJO EN EL DISTRITO DE PILCHACA - HUANCVELICA"**

Area de Estudio : Pilchaca Viejo

Año de Ejecución : 2019

Trinchera:         T-3        

Estrato:         E-3        

Profundidad:         2.80 m        

Espesor:         1.70 m        

**DESCRIPCIÓN VISUAL - MANUAL DE LOS SUELOS**  
**(NTP.339.150, ASTM D 2488)**

DESCRIPCIÓN GENERAL DE SUELOS							
1	COLOR	ROJO MUY PARDUZCO			2	OLOR	-
3	CONTENIDO DE HUMEDAD	SECO	X	HÚMEDO	SATURADO		
		Polvoriento y seco al tacto		Humedo, pero no es visible el agua	Agua visible, usualmente debajo del NF		

IDENTIFICACIÓN DE SUELOS GRANULARES					
Nº	DESCRIPCIÓN	ENSAYOS			
1	ANGULARIDAD	ANGULAR	X	SUB ANGULAR	REDONDEADO
		Borde afilado y lado plano		Borde redondeado y lado plano	Lados curvados suavemente
2	FORMA	CHATA		ALARGADA	X
		Ancho/espesor > 3		Longitud/ancho > 3	Cumplen ambos criterios
2	CEMENTACIÓN	DÉBIL		MODERADO	X
		Se quiebra con poca presión		Se quiebra con considerable presión	No se quiebra

IDENTIFICACIÓN DE SUELOS FINOS					
Nº	DESCRIPCIÓN	ENSAYOS			
1	CONSISTENCIA	MUY SUAVE	SUAVE	X	FIRME
		Penetra el dedo mas de 1"	Penetra dedo cerca a 1"	Penetra cerca a 6mm	DURO
2	RESISTENCIA EN ESTADO SECO	NULA	BAJA	X	MEDIA
		Solo con la manipulacion	Con poca presion	Con considerable presio	ALTA
3	DILATACION	NINGUNA	X	LENTA	RAPIDA
		No hay cambios visibles en la superficie		El agua aparece lentamente en la superficie	El agua aparece rápidamente en la superficie
4	TENACIDAD	BAJA		MEDIA	ALTA
		Presión ligera para enrollar el bastón		Presión media para enrollar el bastón	Presión considerable para enrollar el bastón
5	DISPERSIÓN O TEXTURA	ARENA		LIMO	ARCILLA
		Se asienta en 1 o 2 minutos		Toma 15 minutos a 1 hora en asentarse	Permanece en suspensión por horas

OBSERVACIONES	
---------------	--



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCAVELICA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL – HUANCAVELICA**



**PROYECTO DE TESIS: "INFLUENCIA DEL REPRESAMIENTO DEL RÍO MANTARO EN EL DESLIZAMIENTO DE LA LADERA DEL SECTOR DE PILCHACA VIEJO EN EL DISTRITO DE PILCHACA - HUANCAVELICA"**

Area de Estudio : Pilchaca Viejo

Año de Ejecución : 2019

Trinchera:         T-4        

Estrato:         E-2        

Profundidad:         2.60 m        

Espesor:         2.20 m        

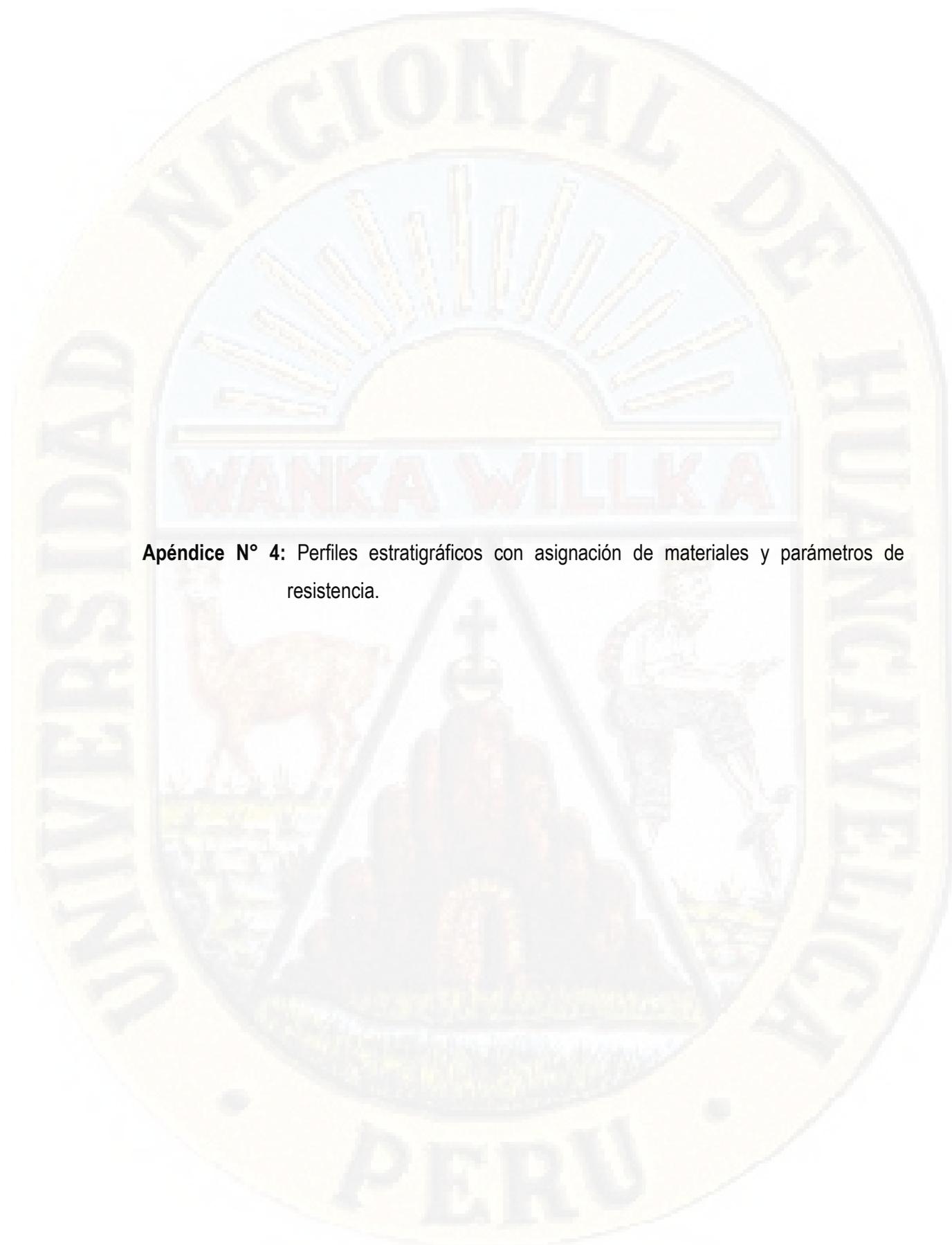
**DESCRIPCIÓN VISUAL - MANUAL DE LOS SUELOS**  
**(NTP.339.150, ASTM D 2488)**

DESCRIPCIÓN GENERAL DE SUELOS							
1	COLOR	NEGRO ROJIZO			2	OLOR	-
3	CONTENIDO DE HUMEDAD	SECO		X	HÚMEDO		SATURADO
		Polvoriento y seco al tacto		Humedo, pero no es visible el agua		Agua visible, usualmente debajo del NF	

IDENTIFICACIÓN DE SUELOS GRANULARES						
Nº	DESCRIPCIÓN	ENSAYOS				
1	ANGULARIDAD	ANGULAR	X	SUB ANGULAR	SUB REDONDEADO	REDONDEADO
		Borde afilado y lado plano	Borde redondeado y lado plano	Esq. redondeado y lado casi plano	Lados curvados suavemente	
2	FORMA	CHATA		ALARGADA	X	CHATA Y ALARGADA
		Ancho/espesor > 3	Longitud/ancho > 3	Cumplen ambos criterios		
2	CEMENTACIÓN	DÉBIL	X	MODERADO		FUERTE
		Se quiebra con poca presión	Se quiebra con considerable presión	No se quiebra		

IDENTIFICACIÓN DE SUELOS FINOS							
Nº	DESCRIPCIÓN	ENSAYOS					
1	CONSISTENCIA	MUY SUAVE	SUAVE	FIRME	X	DURO	MUY DURO
		Penetra el dedo mas de 1"	Penetra dedo cerca a 1"	Penetra cerca a 6mm	No ingresa dedo solo la uña	No ingresa ninguno	
2	RESISTENCIA EN ESTADO SECO	NULA	BAJA	X	MEDIA	ALTA	MUY ALTA
		Solo con la manipulacion	Con poca presion	Con considerable presio	Se rompe dificilmente	No se rompe con la presion	
3	DILATACION	NINGUNA		LENTA	X	RAPIDA	
		No hay cambios visibles en la superficie	El agua aparece lentamente en la superficie	El agua aparece rápidamente en la superficie			
4	TENACIDAD	BAJA		MEDIA	X	ALTA	
		Presión ligera para enrollar el bastón	Presión media para enrollar el bastón	Presión considerable para enrollar el bastón			
5	DISPERSIÓN O TEXTURA	ARENA	X	LIMO		ARCILLA	
		Se asienta en 1 o 2 minutos	Toma 15 minutos a 1 hora en asentarse	Permanece en suspensión por horas			

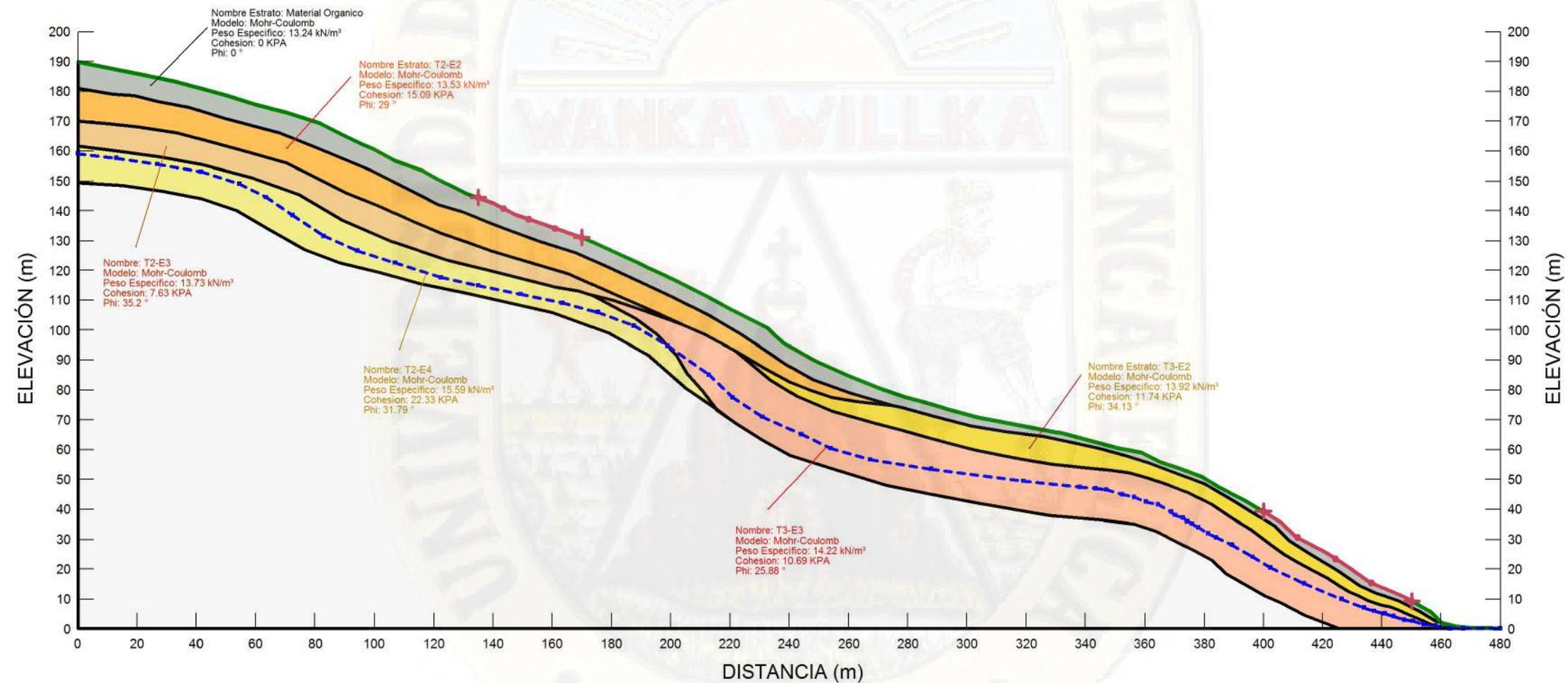
OBSERVACIONES	
---------------	--



**Apéndice N° 4:** Perfiles estratigráficos con asignación de materiales y parámetros de resistencia.



PROYECTO DE TESIS: "INFLUENCIA DEL REPRESAMIENTO DEL RÍO MANTARO EN EL DESLIZAMIENTO DE LA LADERA DEL SECTOR DE PILCHACA VIEJO EN EL DISTRITO DE PILCHACA - HUANCVELICA"





**UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCVELICA**  
**FACULTAD DE CIENCIAS DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL - HUANCVELICA**



**PROYECTO DE TESIS: "INFLUENCIA DEL REPRESAMIENTO DEL RÍO MANTARO EN EL DESLIZAMIENTO DE LA LADERA DEL SECTOR DE PILCHACA VIEJO EN EL DISTRITO DE PILCHACA - HUANCVELICA"**

