

FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de Ingeniería Geológica

“EVALUACIÓN GEOLÓGICA Y GEOTÉCNICA
CON FINES DE PREVENIR DAÑOS EN EL
BARRIO CINCO ESQUINAS DEBIDO A FALLAS
ESTRUCTURALES EN LOS SUELOS
BAMBAMARCA – HUALGAYOC – CAJAMARCA:
2019”

Tesis para optar el título profesional de:

Ingeniero Geólogo

Autor:

Vásquez Bautista Willy Omar

Asesor:

Ing. José Ramón Herrera Machuca

Cajamarca - Perú

2019



DEDICATORIA

Dedico este trabajo a:

Mis padres, Pedro y Rocío.

A mi querida abuelita, Ashuca.

Y a mis queridos hermanos, Aldo y Josafat.

Willy

AGRADECIMIENTO

Agradezco:

En primer lugar, a Dios por darme la vida y la salud.

A mis padres por su constante apoyo y consejos.

Y a cada uno de los profesores que me guiaron a lo largo de todos mis estudios
académicos.

Willy

Tabla de contenidos

DEDICATORIA.....	2
AGRADECIMIENTO.....	3
Tabla de contenidos.....	4
ÍNDICE DE TABLAS	5
ÍNDICE DE FIGURAS	6
CAPÍTULO 1. CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN	8
1.1. Realidad problemática	8
1.2. Formulación del problema.....	9
1.3. Objetivos	10
1.4. Hipótesis	10
1.5. Limitaciones:	11
CAPÍTULO 2. CAPÍTULO II. METODOLOGÍA	12
2.1. Tipo de investigación	12
2.2. Población y muestra (Materiales, instrumentos y métodos)	12
2.3. Técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos	12
2.4. Procedimiento:	18
CAPÍTULO 3. CAPÍTULO III. RESULTADOS	19
3.1. UBICACIÓN:	19
3.2. ACCESIBILIDAD:.....	20
3.3. GEOLOGIA LOCAL	21
3.4. GEOLOGÍA REGIONAL:.....	24
3.5. MUESTREO DE CAMPO:.....	26
3.6. FACTORES GEOLOGICOS QUE PROVOCAN EL DESLIZAMIENTOS	40
3.7. RESULTADOS DEL ESTUDIO DE SUELOS	47
3.8. CALCULO DEL FACTOR DE SEGURIDAD.....	48
3.9. PROPUESTAS DE MITIGACIÓN PARA DETENER EL DESLIZAMIENTO DE LOS TALUDES EN EL BARRIO CINCO ESQUINAS BAMBAMARCA	54
3.10. DISEÑO DE ESTABILIDAD	56
CAPÍTULO 4. CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES	58
4.1. Discusión:.....	58
4.2. Conclusiones.....	62
REFERENCIAS.....	63
ANEXOS.....	66

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Coordenadas UTM-WGS-84 del área del deslizamiento.	19
Tabla 2: Ubicación Política.	19
Tabla 3: Accesibilidad a la zona de estudio.	20

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Contenido de humedad.	14
Figura 2: Análisis Granulométrico.	15
Figura 3: Límites de consistencia.	16
Figura 4: Zona de estudio ubicado en el Barrio Cinco Esquinas-Bambamarca.	20
Figura 5: Ruta Cajamarca- Bambamarca.	21
Figura 6: Arbustos inclinados a un ángulo de 20° que indican el corrimiento del suelo.	22
Figura 7: Relleno sanitario con residuos sólidos y suelo.	23
Figura 8: Plano Geológico local	24
Figura 9: Fractura en la pared de una vivienda provocada por la aceleración del deslizamiento.	27
Figura 10: Rotura de una vereda ocasionado por la inestabilidad del suelo.	27
Figura 11: Daños en la infraestructura del colegio Nuestra Señora de Lourdes.	28
Figura 12: Despegue de los bloques de los Servicios higiénicos	29
Figura 13: Daños en las gradas del colegio Nuestras Señora de Lourdes	30
Figura 14: Rotura de gradas en el colegio Nuestra Señora de Lourdes.	31
Figura 15: Separación entre la pared y las gradas del colegio Nuestra Señora de Lourdes	32
Figura 16: Rotura de paredes en el colegio Nuestra Señora de Lourdes	33
Figura 17: Rotura de veredas y vía pública entre los jirones Bolívar y Coronel Espinar de Bambamarca.	34
Figura 18: Rotura del pavimento en el jirón Bolívar - Bambamarca	35
Figura 19: Fractura en la pared de la escuela Nuestra Señora de Lourdes	36
Figura 20: Estragos en las viviendas como consecuencia de los deslizamientos en el Barrio Cinco Esquinas - Bambamarca.	37
Figura 21: El suelo no es resistente a pesos excesivos como capas de relleno	38
Figura 22: Calicata para sacar la muestra de suelo.	39
Figura 23: Calicata para obtener muestra del suelo	40
Figura 24: Plano geomorfológico del Barrio Cinco Esquinas	41
Figura 25: Material coluvial	42
Figura 26: Suelo plástico	43
Figura 27: Plano de peligros y riesgos geológicos del barrio Cinco Esquinas.	
Figura 28: Plano topográfico de la zona de deslizamiento.	46
Figura 29: Calicata 1.	47
Figura 30: Calicata 2.	47
Figura 31: Calicata 3.	48
Figura 32: Factor de seguridad del talud con el programa Slide, sin la presencia del nivel freático, obtenemos una seguridad baja.	48
Figura 33: Factor de seguridad del talud muy baja con presencia de nivel freático por el método de Janbu.	49
Figura 34: Factor de seguridad muy bajo con presencia de nivel freático por el método de Bishop.	50
Figura 35: Factor de seguridad muy bajo con presencia de supuestas tuberías rotas, método Bishop.	51
Figura 36: Factor de seguridad muy bajo con presencia de tuberías rotas, método Janbu.	52
Figura 37: Factor de seguridad bajo añadiendo peso en la parte superior del talud	53
Figura 38: Factor de seguridad bajo añadiendo pesos en la parte superior del talud.	54
Figura 39: Muro de contención y drenaje (Fuente: Centro peruano japonés de investigaciones sísmicas y mitigación de desastres)	55

RESUMEN

La presente tesis tiene como objetivo de estudio realizar una evaluación geológica y geotécnica con fines de prevenir daños en el barrio Cinco Esquinas debido a fallas estructurales en los suelos, para ello se recurrió a un diseño no experimental aplicando una metodología cuantitativa, primero se obtuvieron datos “in situ” y luego datos cuantitativos de los ensayos hechos en el laboratorio de Mecánica de suelos, en estos resultados se encontró que el suelo es de tipo arcillo arenoso de baja cohesión, al colocar los datos en el programa Slide 6.0 se obtuvo un factor de seguridad muy bajo, se identificó que entre las principales causas que han provocado el deslizamiento están la elevada cantidad de agua en la zona, la elevada pendiente y la mala calidad del suelo; y como soluciones para estabilizar el talud se propuso el drenaje de agua y colocar un muro de contención.

Palabras clave: Evaluación, daños, diseño no experimental, mecánica de suelos, arcillo arenoso, drenaje, muro de contención.

CAPÍTULO 1. CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

1.1. Realidad problemática

Los deslizamientos de terreno son fenómenos que se vienen produciendo desde muy antiguo, se producen todavía en la actualidad y seguirán ocurriendo en el futuro. Estos deslizamientos pueden tener consecuencias desastrosas para la construcción de obras públicas, así como para la población de la zona alcanzada; si son rápidos pueden ser verdaderamente catastróficos. (Sanz, 1975, p. 18)

Los deslizamientos son fenómenos que a lo largo de la historia han provocado el daño de edificaciones y la pérdida de un gran número de vidas humanas. Aunque la probabilidad de ocurrencia es muy baja, su importancia en lo referente a pérdidas humanas y materiales es importante, constituyendo el tercer riesgo natural por víctimas, tras terremotos e inundaciones. (Salazar, Oñate y Morán, 2012, p.113)

El Perú, en el 2017, se declaró en estado de emergencia por la gran cantidad de deslizamientos ocurridos, que fueron causados por las intensas lluvias producto del Fenómeno del Niño. Estos deslizamientos causaron la muerte de muchas personas en todo el país y una gran pérdida de bienes materiales, es por ello que este tema debe ser estudiado a fondo por las autoridades y/o especialistas para poder tomar medidas preventivas y así evitar futuros daños.

Un talud es una superficie inclinada con respecto a una horizontal en la superficie terrestre, estas pueden permanecer en el tiempo o ser de duraciones cortas.

Pueden ser naturales denominadas laderas o bien artificiales como obras de ingeniería en terraplenes o desmonte. (Valiente, 2007)

En el distrito de Bambamarca, provincia de Hualgayoc, departamento de Cajamarca; existe una zona de deslizamiento que está ubicada en el Barrio Cinco Esquinas de la misma localidad. Este hecho ha provocado que a los vecinos no les quede otra alternativa que deshabitar sus casas, generándose una considerable pérdida económica. En el presente estudio se realizará un análisis geológico y geotécnico para determinar las causas de este deslizamiento y así plantear soluciones para atenuar y controlar este suceso.

Sobre el peligro geológico que existe en el barrio Cinco Esquinas Bambamarca, y recomienda un ordenamiento urbano y territorial con el fin de delimitar las áreas expuestas por peligros naturales; también plantea la consolidación de suelos mediante acciones forestales y la construcción de banquetas a fin de reducir la inestabilidad y mitigar los riesgos geológicos de esta zona. (Molocho, 2017)

En el área del deslizamiento no se han identificado muchos estudios, pero si ha sido analizada por el INGEMMET en el año 2011, llegándola a considerar como una zona de riesgo del departamento de Cajamarca, por ello en esta oportunidad profundizaré más sobre el tema brindando algunas soluciones que espero sea de ayuda para la comunidad.

1.2. Formulación del problema

¿Cómo la evaluación geológica y geotécnica mitigará daños en el barrio Cinco Esquinas debido a fallas estructurales en los suelos?

Formulación de problemas específicos

¿Cómo se presenta el nivel de estabilidad en los suelos del barrio Cinco Esquinas?

¿Qué tipo de Geología está presente en los suelos del barrio Cinco Esquinas?

¿Cuál es la influencia del agua en los suelos del barrio Cinco Esquinas?

¿Cuáles son los factores principales que provocan el deslizamiento?

¿De qué manera se mitigará los deslizamientos en el barrio Cinco Esquinas?

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo general

Realizar una evaluación geológica y geotécnica con fines de prevenir daños en el barrio Cinco Esquinas debido a fallas estructurales en los suelos.

1.3.2. Objetivos específicos

- Determinar el nivel de estabilidad en los suelos del barrio Cinco Esquinas.
- Identificar el tipo de geología presente en el barrio Cinco Esquinas.
- Determinar la influencia del agua en la estabilidad.
- Determinar los factores principales que provocan el deslizamiento.
- Realizar una propuesta de mitigación.

1.4. Hipótesis

1.4.1. Hipótesis general

La evaluación geológica y geotécnica ayudará a mitigar daños en el barrio Cinco Esquinas debido a fallas estructurales en los suelos.

1.4.2. Hipótesis específicas

- El nivel de estabilidad en los suelos es muy bajo haciéndose evidente en los deslizamientos.

- La litología presente en la zona es de mala calidad.
- Los factores principales que provocan el deslizamiento son las frecuentes lluvias, la mala calidad del suelo y la elevada pendiente.
- El agua a influido de manera muy importante pues se ha infiltrado en el subsuelo provocando daños en las cimentaciones.
- Como propuestas para mitigar el deslizamiento se plantea colocar muros de contención y hacer una compactación del suelo.

1.5. Limitaciones:

Quando se procedió a hacer el muestreo en campo no contábamos con el martillo de Goldschmidt para realizar la caracterización del macizo rocoso de una manera más rápida, pero nos dimos con la sorpresa que no existía afloramientos de macizo rocoso, sino solamente suelo. También no se pudieron tomar muestras muy profundas debido a la alta inestabilidad del terreno, que puede generar algún accidente al momento de hacer as calicatas. No obstante, se tomaron muestras adecuadas y luego se hicieron los estudios respectivos en el laboratorio de mecánica de suelos, siendo esto suficiente para una buena interpretación del deslizamiento.

CAPÍTULO 2. CAPÍTULO II. METODOLOGÍA

2.1. Tipo de investigación

Según el objetivo de la tesis será una investigación de tipo aplicada pues se tomará información para plantear una solución a un problema en este caso sería los deslizamientos presentes en el Barrio Cinco Esquinas. Según los datos empleados será una investigación cuantitativa pues se obtendrán datos cuantitativos que será procesados para obtener un resultado final. Según el conocimiento del objeto de estudio es de tipo explicativa pues busca establecer las causas de los fenómenos acontecidos para poder entender y resolver de una manera adecuada el problema. Según el grado de la manipulación de las variables será no experimental, pues solo se medirán y observarán las características de los suelos tal como se presentan en su ambiente natural y luego se hará un análisis de ellos. (Robles, s.f.)

2.2. Población y muestra (Materiales, instrumentos y métodos)

- Población: Los suelos presentes en el distrito de Bambamarca.
- Muestra: Los suelos presentes en el Barrio Cinco Esquinas- Bambamarca.

2.3. Técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos

Técnicas:

- **Observación Directa en campo:**

Con la ayuda de la instrumentación y fichas geotécnicas, se procederá a tomar todos los datos geológicos y geotécnicos que son visibles en campo, identificando los descriptores geotécnicos tales como: litología, estructuras, topografía, hidrogeología, parámetros de la pendiente, humedad del terreno y la alteración de los suelos.

- **Muestreo:**

Se procederá a tomar muestras del suelo y de la roca de toda la ladera, mediante un muestreo aleatorio. Se harán excavaciones para obtener una muestra inalterada que sea representativa y conserve las propiedades originales del suelo, después se llevaran las muestras a los laboratorios de Mecánica de Suelos y de rocas para los respectivos análisis.

- **Análisis de Laboratorio**

Con estos análisis, se determinarán las propiedades físicas del suelo y mecánicas de las rocas; obteniendo parámetros como la permeabilidad, el grado de humedad, el tipo de granulometría del suelo, el porcentaje de arcillas y el grado de plasticidad.

- **Procesamiento de datos en software Slide**

Una vez recopilados los datos en campo se procederá a realizar el procesamiento de datos en los softwares Slide, evaluando la estabilidad del talud; determinando su factor de seguridad y sugiriendo una solución a la estabilidad de la ladera en el Barrio de Cinco Esquinas.

• Instrumentos:

Título: CONTENIDO DE HUMEDAD ASTM D 4643 / D 2216		Código de control Nro. F2-10-OC	
Nro de revisión:	2	Formato-Fecha de revisión:	1-Aug-14
		Página	1 de 1
Obra:		Fecha muestreo:	jul-18
Descripción:		Capa :	
Muestreado por:		Curva No.	
Solicitado por:			
Condiciones de Secado: 60°C / 110°C <input checked="" type="checkbox"/>		Método :	Horno (O) <input checked="" type="checkbox"/> Microonda (M)
Muestra No.			
Ubicación	E =	N =	C =
Profundidad			
Muestra o ensayo	1	2	3
RECIPIENTE No			
Pr + Ph	A		
Pr + Ps	B		
Pr	C		
P. AGUA	D = A - B		
Ps	E = B - C		
% DE HUMEDAD (D/E) * 100			Promedio =
CLASIFICACION SUCS	SP		
OBSERVACIONES	CAPTACION CHILIMAR		
Muestra No.			
Ubicación	E =	N =	C =
Profundidad			
Muestra o ensayo	5	6	7
RECIPIENTE No			
Pr + Ph	A		
Pr + Ps	B		
Pr	C		
P. AGUA	D = A - B		
Ps	E = B - C		
% DE HUMEDAD (D/E) * 100			
OBSERVACIONES	CAPTACION CHILIMAR		
PR= PESO DEL RECIPIENTE			
PH= PESO HUMEDO			
PS= PESO SECO			

Figura 1: Contenido de humedad.

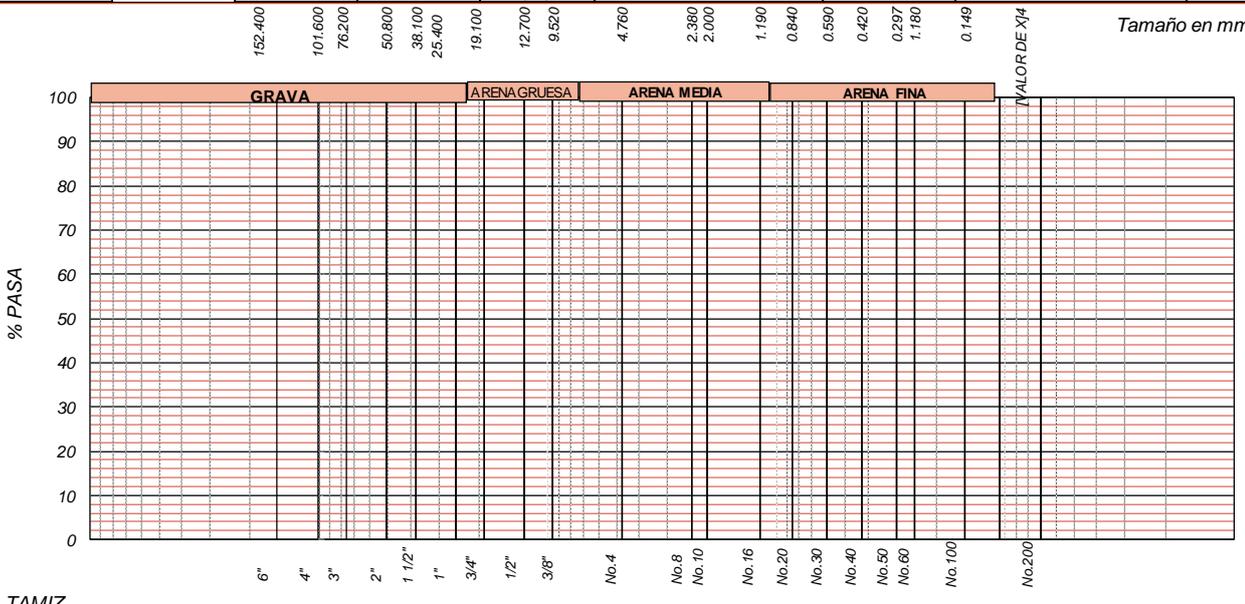
Título:		ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO ASTM D 422 / C136				Código de control Nro. F3C-10-OC	
Nro de revisión:		3		Fecha muestreo::		Página 1 de 1	
Obra						Muestra No. 0	
Localización X=		0.00		Y=		0.00	
Localización Y=		0.00		Cota m.s.n.m.		0.0	
Descripción:						Capa -	
00-ene-00						Curva No. -	
Muestreado por:						00-ene-00	
Solicitado por:						00-ene-00	
Tamaño Tamiz	Peso Reten. Acumulado	% Retenido	% Pasa	Específic. Nivel I	Cantidad de suelo que pasa el tamiz No. 4 (Compactación AASHTO):		
8"					[1-contenido de humedad (-No.4)/100*(6000g ó 13.231 lb)*(-No. 4)*(-2)]		
6"					Cantidad de suelo entre los tamices 3/4 y N°4 (Compactación AASHTO):		
4"					1.01*(6000 ó 13.231 lb)*[(-2)*(-No.4)](-2)		
3"					Condiciones de Secado y Lavado del suelo Retenido en la malla N° 4		
2"					Secado a 110°C sin lavar.		
1 1/2"					Peso suelo Húmedo que pasa (g)		
1"					Peso suelo seco que pasa (g)		
3/4"					Peso suelo seco retenido (g)		
1/2"					Peso suelo seco total (g)		
3/8"					OVER=	%	CLASIFICACIÓN SUCS:
1/4"							Cu=
No. 4					GRAVA=	0 %	SP
No. 8					ARENA=	100 %	CLASIFICACIÓN AASHTO:
No. 10					FINOS=	%	A-6(15)
No. 16					DESCRIPCIÓN: MALO COMO TERRENO DE FUNDACION.		
No. 20					Contenido de humedad de la fracción de Suelo que pasa la malla N° 4		% de suelo seco que pasa la malla No. 200
No. 30					No. Tara		No. Tara
No. 40					Peso Húmedo + Tara		Peso Seco + Tara
No. 50					Peso Seco + Tara		P. Seco Lavado + Tara
No. 60					Peso de Tara		Peso de Tara
No. 100					Peso del Agua		Suelo Seco (-No. 200) g
No. 140					Peso Seco		Suelo Seco (+No. 200) g
No. 200					Cont. de humedad %		Suelo Seco (-No. 200) %
Platillo							
							
TAMIZ							
OBSERVACIONES							

Figura 2: Análisis Granulométrico.

Título:	LÍMITES DE CONSISTENCIA ASTM D 4318				Código de control Nro. F1-10-OC
Nro de revisión:	1	Fecha de revisión:	1-Aug-14	Página	1 de 1
Obra:					Fecha muestreo:
Localización E =	N =	Cota m.s.n.m.	Capa (m)		
Descripción:					Curva No.
Muestra No.:					
Solicitado por:					
Muestreado por:					
LÍMITES DE CONSISTENCIA					
LÍMITE LÍQUIDO					
Muestra o ensayo	1	2	3	4	
No DE GOLPES					
RECIPIENTE No					
Pr + Ph					
Pr + Ps					
P. AGUA					
Pr					
Ps					
% DE HUMEDAD					
LÍMITE PLÁSTICO					
RECIPIENTE No					
Pr + Ph					
Pr + Ps					
P. AGUA					
Pr					
Ps			0.0		
% DE HUMEDAD					
			HUMEDAD NATURAL %: _____ LÍMITE LÍQUIDO %: _____ LÍMITE PLÁSTICO %: _____ ÍNDICE DE PLASTICIDAD %: _____		
OBSERVACIONES:	0				
	0				
PR= PESO DEL RECIPIENTE	TEMPERATURA DE SECADO			AGUA USADA	
PH= PESO HUMEDO	PREPARACION DE LA MUESTRA		AMBIENTE	DESTILADA	OTRA
PS= PESO SECO	CONTENIDO DE HUMEDAD			POTABLE	

Figura 3: Límites de consistencia.

Equipos:

El equipo utilizado para la toma de datos será el siguiente:

- **Brújula:** Se utilizará para medir la dirección y el Angulo de buzamiento de los estratos.
- **GPS Garmin:** Nos servirá para ubicar y delimitar geográficamente nuestra zona de estudio.
- **Lupa:** Instrumento que nos ayudara a observar claramente los minerales que existen en las rocas del talud.
- **Rayador:** Nos ayudará a determinar la dureza de las rocas en la zona de estudio
- **Picota:** Instrumento con el cual sacaremos las muestras de suelo o roca.
- **Plano geológico:** Servirá para ubicarnos adecuadamente y ver más a detalle la geología de la zona.
- **Imágenes satelitales:** Con esta herramienta se determinará el tipo de geomorfología del área a estudiar y se tendrá una visión más amplia de la zona en análisis.
- **Wincha:** Se utilizará para medir las dimensiones del talud.
- **Cámara fotográfica:** Objeto utilizado para la captura in situ de imágenes, que servirán como evidencias del estudio.
- **Libreta de campo:** En esta se anotarán todas las observaciones y cálculos que se hagan de la zona de estudio.

2.4. Procedimiento:

La elaboración de la tesis se dio en tres etapas:

Pre-campo

Para elaborar la tesis se hizo una revisión bibliográfica acerca de los temas centrales de estudio, en este caso la estabilidad de taludes y la mecánica de suelos. También se procedió a investigar sobre estudios anteriores que se hicieron de la zona. De esta manera se pudo tener una visión general para poder estructurar el trabajo.

Campo

En campo se procedió a identificar las evidencias del deslizamiento, tanto en las construcciones como en el terreno. Después se realizó tres calicatas en lugares estratégicos para obtener una muestra representativa de suelo, y asimismo se adquirió información geológica del terreno, con todo esto se realizaron los estudios y análisis correspondientes.

Post-campo:

Con el conocimiento y la información adquirida se procedió el trabajo en gabinete, primero se llevaron las muestras al laboratorio de suelos para sus respectivos estudios. Después se realizó el procesamiento de datos en el programa Slide donde se encontró el factor de seguridad del talud y a partir de ello se hicieron recomendaciones para aumentar la seguridad.

CAPÍTULO 3. CAPÍTULO III. RESULTADOS

3.1. UBICACIÓN:

La zona en estudio donde se ha producido el deslizamiento se encuentra en el cuadrángulo de Chota (14-f), con coordenadas UTM, WGS84, Zona 17 S.

Tabla 1 Coordenadas UTM-WGS-84 del área del deslizamiento.

Punto	Coordenadas UTM
1	E:774282
	N:9260687
	Cota:2517
2	E:774434
	N9260670
	Cota:2506
3	E:774402
	N:9260664
	Cota:2501
4	E:774456
	N:9260661
	Cota:2496

Políticamente está localizado en:

Tabla 2: Ubicación Política.

DEPARTAMENTO	PROVINCIA	DISTRITO
CAJAMARCA	HUALGAYOC	BAMBAMARCA



Figura 4: Zona de estudio ubicado en el Barrio Cinco Esquinas-Bambamarca.

3.2. ACCESIBILIDAD:

El lugar de investigación está a 112 Km de la ciudad de Cajamarca y el tiempo para desplazarse por ruta terrestre es de 3 horas aproximadamente. Una vez en Bambamarca ingresamos por el Jr. Alfonso Ugarte hasta llegar al Jr. 28 de Julio donde descendemos y finalmente llegamos hasta la intersección de este jirón con el Jr. Miguel Grau que es la parte posterior del deslizamiento.

Tabla 3: Accesibilidad a la zona de estudio.

VIA	TRAMO	DISTANCIA	CARRETERA	TIEMPO	ESTADO
Terrestre	Cajamarca-Bambamarca	112 km.	Asfaltada	3 horas	Buena

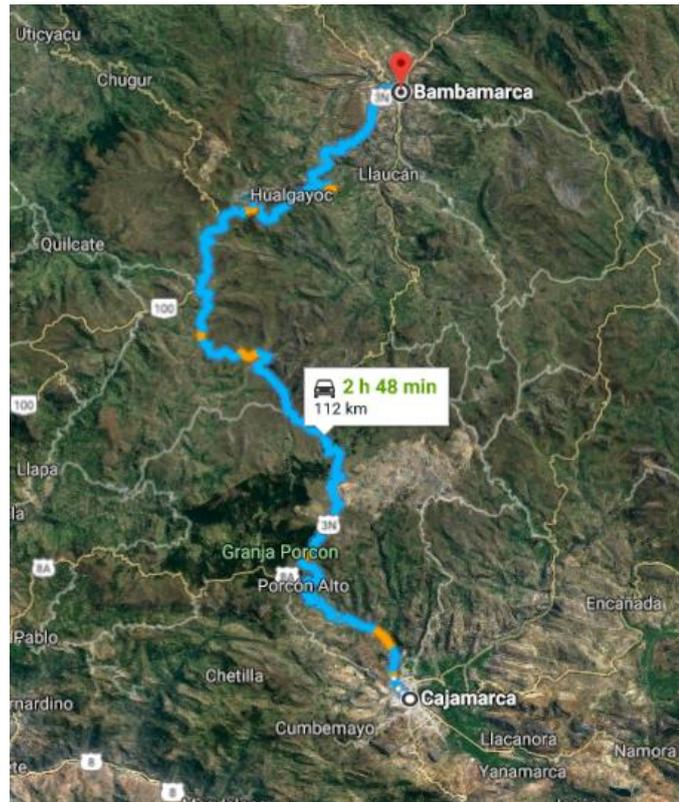


Figura 5: Ruta Cajamarca- Bambamarca.

3.3. GEOLOGIA LOCAL

Depósitos coluviales:

Los depósitos sedimentarios de la zona son de tipo coluvial compuestos por arena, arcillas, limos y conglomerados de tamaño pequeño; estos materiales están poco consolidados lo que genera que haya una alta inestabilidad en el terreno. Estos suelos han sido desplazados hacia la parte inferior debido a la gravedad y al alta pendiente de la ladera, el área deslizada a tomado la forma de un abanico producto del deslizamiento ocurrido, se puede notar que el terreno sigue desliziéndose siendo un indicador de ello la inclinación de los árboles en dirección del desplazamiento del suelo.



Figura 6: Arbustos inclinados a un ángulo de 20° que indican el corrimiento del suelo.

Depósitos fluviales:

Se encontró compuestos característicos de este tipo de depósitos en la parte posterior y media del deslizamiento, se observó la presencia de materiales molidos como arena gruesa y fina que fueron arrastrados pendiente abajo por las lluvias a lo largo de los años. Estos finalmente llegaron a sedimentarse y en un proceso de compactación formaron los suelos presentes en la zona.

Rellenos artificiales

Encontramos rellenos sanitarios que son acumulaciones de diferentes materiales como elementos orgánicos, residuos de construcción, residuos inorgánicos y suelos no consolidados. Esto genera contaminación al medio ambiente ya que se encuentra a

cielo abierto sin ningún tipo de control, asimismo ocasiona una mayor inestabilidad ya que estos materiales están inconsolidados y se descomponen fácilmente; todo ello genera impacto al suelo, al aire y a las personas que viven alrededor.



Figura 7: Relleno sanitario con residuos sólidos y suelo.

Formación Chota:

La formación Chota infrayace a la localidad de Bambamarca, la cual está compuesta principalmente de depósitos fluviales, eólicos y aluviales, la formación Chota tiene aproximadamente un espesor de 300 metros, compuesta principalmente de conglomerados, arcillas y arenas. Esta formación se creó en la era Mesozoica, el sistema y serie del Cretáceo superior y entre los pisos Campaniano o Maestrichtiano. Según el INGEMMET (1980), la formación Chota está constituida por conglomerados calcáreos y areniscas rojizas con intercalaciones de arenas tobáceas

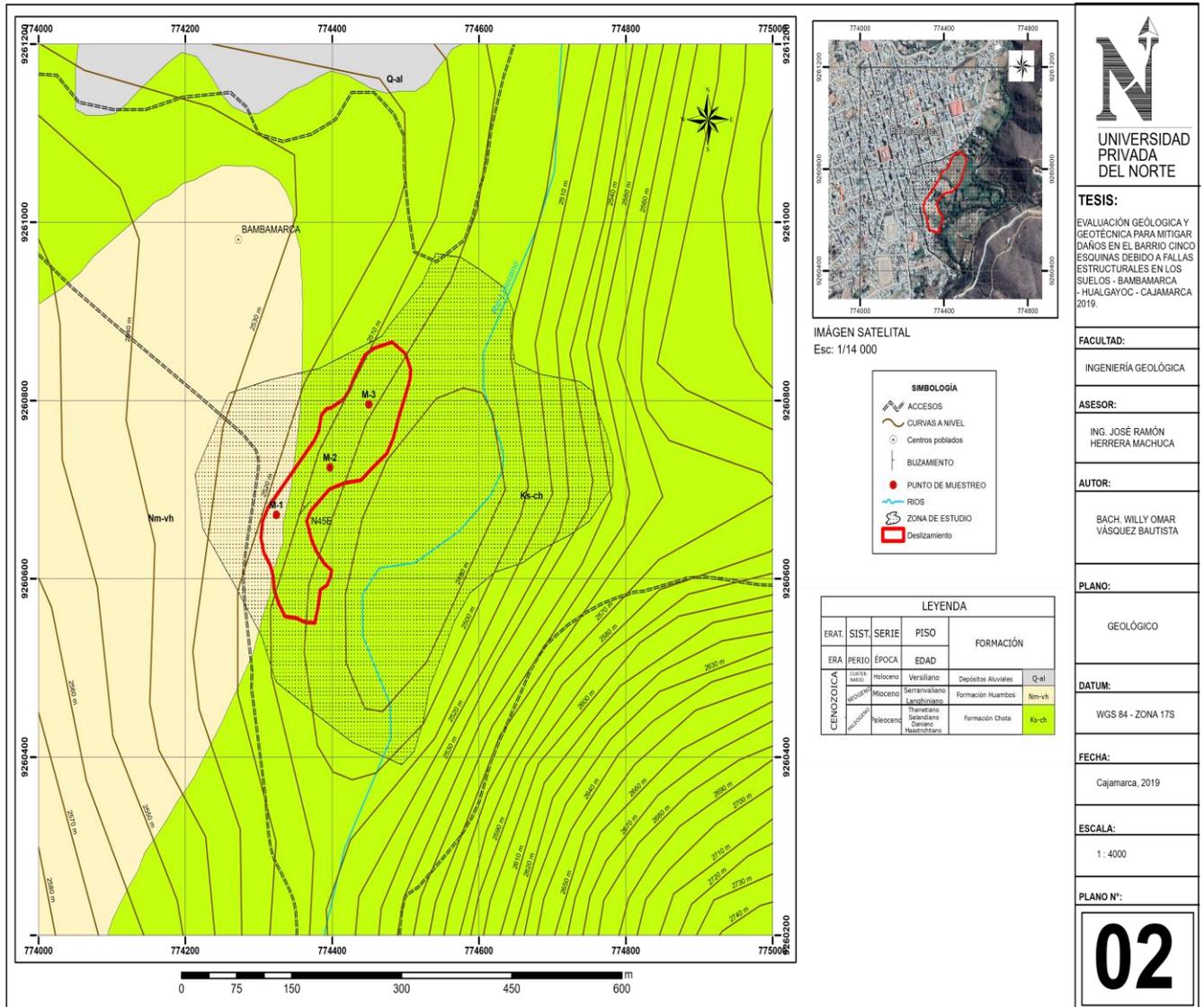


Figura 8: Plano Geológico local

3.4. GEOLOGÍA REGIONAL:

Formación Celendín:

La formación suprayace concordantemente a la Formación Cajamarca; el contacto se ubica encima de la última capa de caliza pura de esta última unidad, aflora a los alrededores del distrito de Bambamarca, tiene un espesor que oscila entre los 300 m y en otras partes con espesor mucho menor debido a la erosión provocada a lo largo del tiempo. Se formó en el sistema y serie del cretáceo superior entre los pisos del

Santoniano y Coniaciano. Los fósiles característicos de la formación Celendín son los amonites los cuales indican que se formó en el Santoniano temprano asimismo sus características sedimentarias, litológicas y faunísticas señalan que se dio en un ambiente marino con un mar somero muy extenso. (Wilson, 1984)

Volcánico Huambos:

El volcánico Huambos se encuentra aflorando dentro del valle Ilaucano, donde los antiguos habitantes precolombinos la utilizaron para hacer sus nichos, conocidos popularmente como ventanillas, también se encuentra en la zona de Hualgayoc y cubre gran parte del distrito de Bambamarca. (Wilson, 1984)

Formación Cajamarca

También dentro del distrito de Bambamarca y a sus alrededores se encuentra la formación Cajamarca que está compuesta litológicamente y de una forma general de calizas, lutitas y margas. Cabe resaltar que entre los contactos de las formaciones Cajamarca, Celendín y Chota presentes en Bambamarca pasa una falla regional tipo normal que abarca los centros poblados de Cuñacales, Mayhuasi y Ahijadero, siendo de mucha importancia conocerla ya que nos ayudará a localizar y prevenir posibles desastres de una mejor manera en caso de terremotos o sismos. (Wilson, 1984)

Grupo Quilquiñan:

Entre las localidades de Lucmacucho, Huapali y la Cárcel del distrito de Bambamarca aparece una franja del grupo Quilquiñan el cual infrayace a la formación Cajamarca, está compuesto principalmente por calizas, margas y lutitas. Tiene un espesor de 100 a 150 m de grosor, debido a la litología del grupo y a la fauna abundante en amonites,

echinoidea, lamelibranquios y coquinas de *Exogyra*, se puede decir que la unidad sedimentaria se originó en un mar somero. (Wilson, 1984)

Grupo Puyllucana:

También entre las anteriormente localidades de Lucmachucho, Huapali y la Cárcel se encuentran extensos depósitos sedimentarios de este grupo, compuesto principalmente por calizas arcillosas de color gris, intercaladas con margas de color marrón y también lutitas con algunas capas de limolitas y areniscas. Tiene una anchura que oscila entre los 800 a 1100m. donde su mayor parte está contenido de calizas, asimismo presenta grandes afloramientos fosilíferos con faunas ricas en *Exogyra*, *Inoceramus* y una cantidad menor de amonites. Este tipo de litología y fauna indican que el grupo se desarrolló en un ambiente marino de poca profundidad dando inicio al Cretáceo Superior. (Wilson, 1984)

3.5. MUESTREO DE CAMPO:

Primero se determinó la orientación del deslizamiento con la brújula dando una dirección de N45°W, las evidencias del deslizamiento fueron la anormal inclinación de los árboles que indicaban el movimiento y su orientación, también otro indicador del lento pero continuo movimiento del deslizamiento fueron la fractura de las veredas y las casas adyacentes. En la zona de estudio no se encontró macizo rocoso para poder estimar los parámetros geomecánicos y calcular su resistividad, solo se encontró suelo a lo largo de toda el área, el suelo es de tipo coluvial y aluvial con algunos rellenos artificiales alrededor.



Figura 9: Fractura en la pared de una vivienda provocada por la aceleración del deslizamiento.



Figura 10: Rotura de una vereda ocasionado por la inestabilidad del suelo.



Figura 11: Daños en la infraestructura del colegio Nuestra Señora de Lourdes



Figura 12: Despegue de los bloques de los Servicios higiénicos



Figura 13: Daños en las gradas del colegio Nuestras Señora de Lourdes



Figura 14: Rotura de gradas en el colegio Nuestra Señora de Lourdes.



Figura 15: Separación entre la pared y las gradas del colegio Nuestra Señora de Lourdes



Figura 16: Rotura de paredes en el colegio Nuestra Señora de Lourdes



Figura 17: Rotura de veredas y vía pública entre los jirones Bolívar y Coronel Espinar de Bambamarca



Figura 18: Rotura del pavimento en el jirón Bolívar - Bambamarca



Figura 19: Fractura en la pared de la escuela Nuestra Señora de Lourdes



Figura 20: Estragos en las viviendas como consecuencia de los deslizamientos en el Barrio Cinco Esquinas - Bambamarca



Figura 21: El suelo no es resistente a pesos excesivos como capas de relleno

Para el muestreo de suelo se procedió a hacer 3 calicatas de 1x1x3 m., en esta se encontró un suelo tipo coluvial, con componentes de arena, limo y conglomerados de pequeño tamaño.



Figura 22: Calicata para sacar la muestra de suelo.



Figura 23: Calicata para obtener muestra del suelo

3.6. FACTORES GEOLOGICOS QUE PROVOCAN EL DESLIZAMIENTOS

3.6.1. GEOMORFOLOGIA

La elevada pendiente es uno de los factores que provocan el movimiento de masa (Pérez, 2007) al ser un material suelto y poco consolidado el suelo se va deslizando por efecto de la gravedad, esto se evidencia en la inclinación de los árboles y en algunas viviendas. La zona de deslizamiento se encuentra en la parte baja de una ladera y está compuesto por material erosionado de las partes altas generando así un terreno muy inestable.

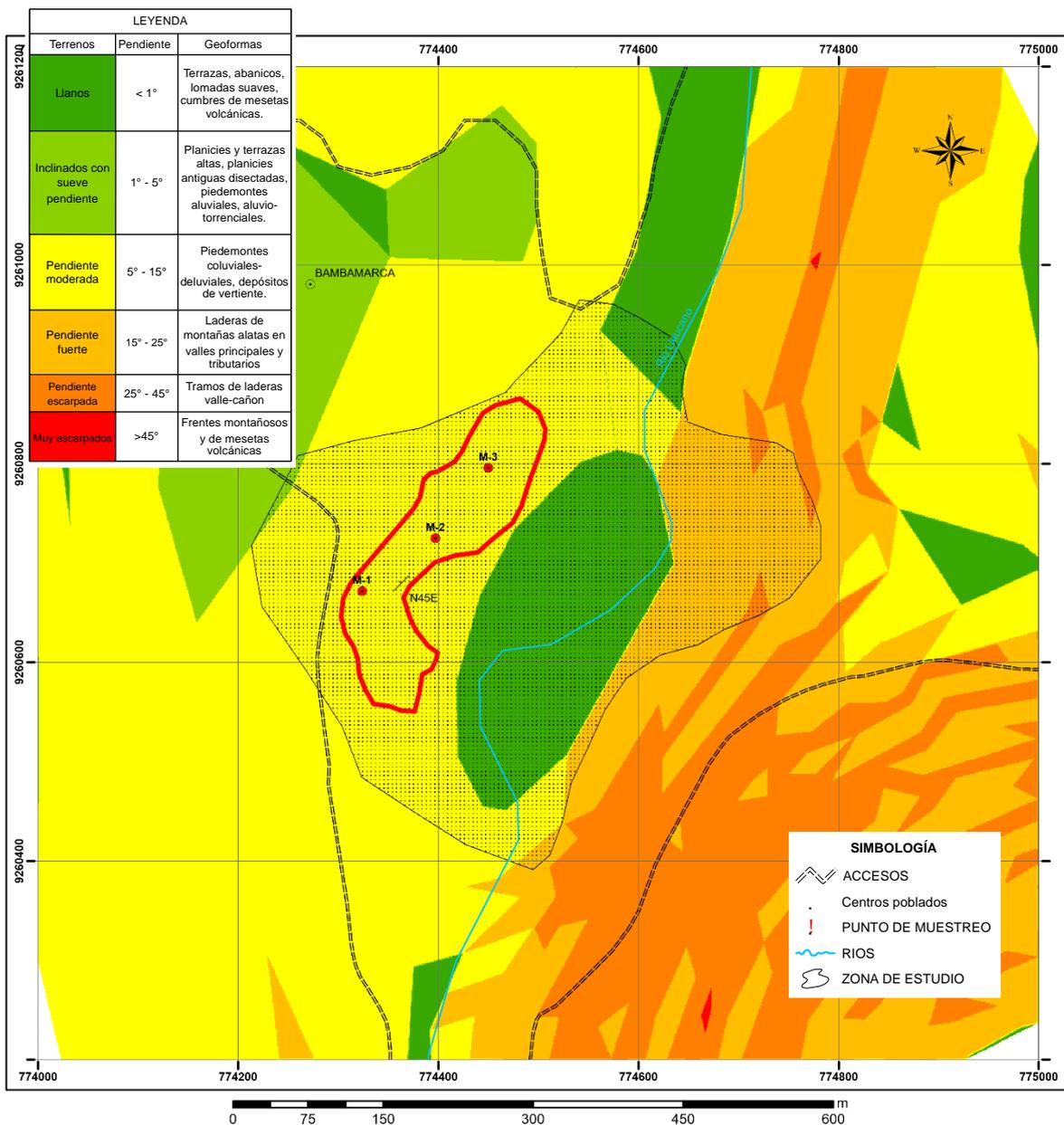


Figura 24: Plano geomorfológico del Barrio Cinco Esquinas

3.6.2. TIPO DE MATERIAL

El suelo está compuesto por un depósito de origen coluvial conformado por materiales sueltos y heterogéneos de suelo o fragmentos de roca que han sido erosionados y arrastrados por la lluvia y efectos de la gravedad de las partes altas de la ladera, estos materiales se caracterizan por estar poco compactados y tener alta porosidad y permeabilidad.



Figura 25: Material coluvial

3.6.3. EL TIPO DE LITOLOGÍA

La litología dentro de una formación geológica es un elemento indispensable en el estudio de los deslizamientos ya que la composición química y la estructura mineralógica de los suelos juegan un papel determinante para la resistencia o vulnerabilidad de estos frente a los fenómenos de remoción en masas.

Los minerales de arcillas y los filosilicatos juegan en todos los casos un rol muy negativo para las condiciones de estabilidad. Tienen la particularidad de absorber las moléculas de agua en su estructura molecular en forma de hojas, con un efecto en el inflamamiento y contracción de la cohesión débil entre hojas. (Buitrón , 2014, pp. 19)



Figura 26: Suelo plástico

3.6.4. REACTIVACIÓN DE UN ANTIGUO DESLIZAMIENTO

Lo coluviones indican que tiempo atrás han existido la presencia de deslizamientos (Suarez, 2004), en este caso ha pasado mucho tiempo por eso los pobladores no se han percatado y también porque el deslizamiento es de una velocidad muy lenta difícil de notar, pero como es de suponerse el corrimiento de tierras ha vuelto a reactivarse y al paso de los años se ha hecho muy evidente.

El INGEMMET también considera que es un antiguo deslizamiento compuesto por un flujo de detritos producto del represamiento del río Llaucano, que en la actualidad ha vuelto a reactivarse producto de los pesos de las construcciones y por la infiltración de agua en los suelos. (Zavala y Barrantes, 2007)

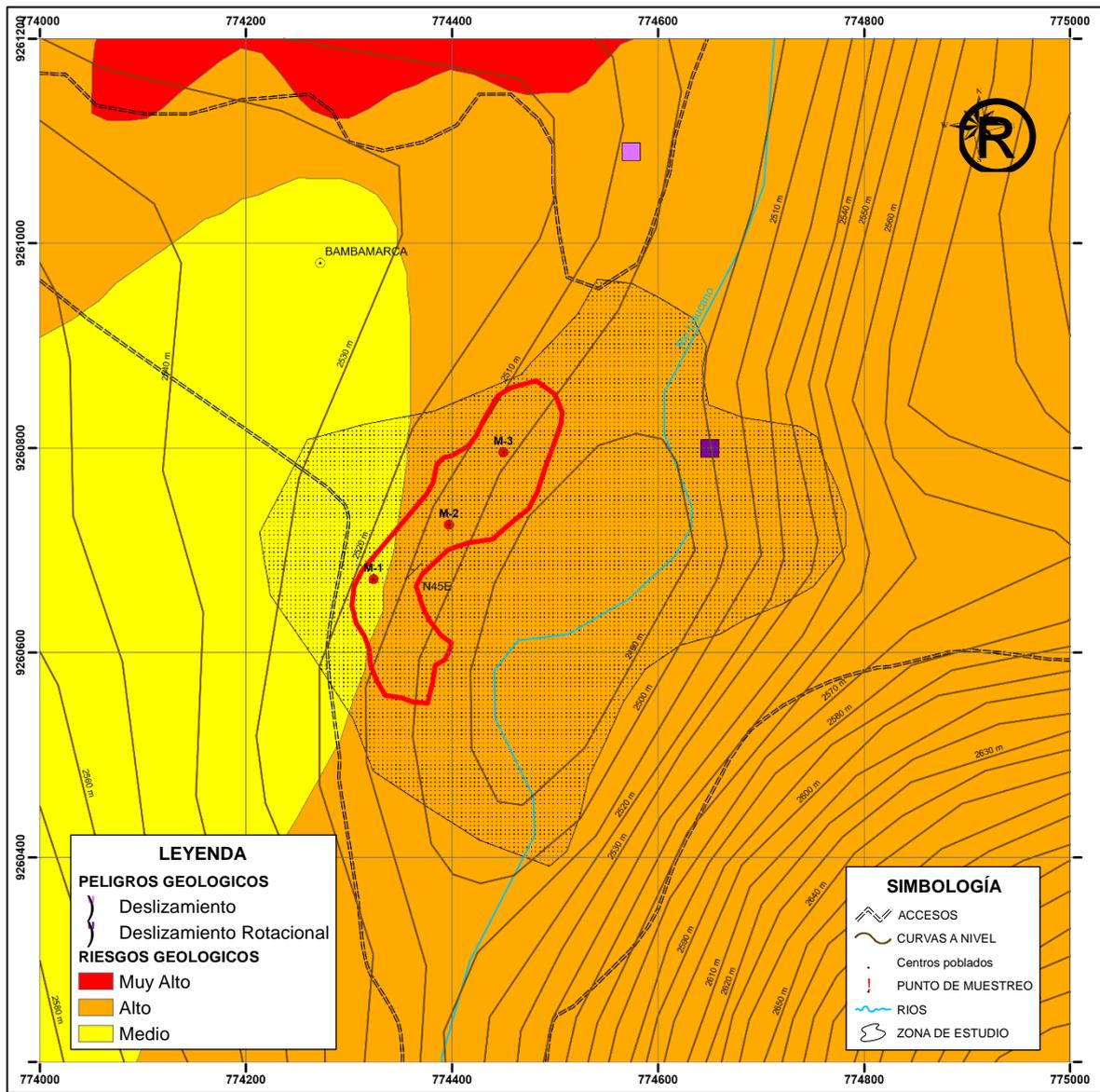


Figura 27: Plano de peligros y riesgos geológicos del barrio Cinco Esquinas.

3.6.5. INFLUENCIA DEL AGUA

Bambamarca es una zona con altos índices de lluvia, con un promedio de 8 meses durante todo el año (Weather Spark, 2008), esto también es una de las causas de que acusa el deslizamiento ya que el suelo al ser arcilloso con temporadas de lluvias acumula bastante agua generando una humedad alta, lo que provoca que el suelo se comporte como un flujo muy susceptible a deslizarse.

3.6.6. TOPOGRAFÍA:

La pendiente de la ladera es muy pronunciada, siendo este uno de los factores que han provocado el deslizamiento, la topografía del terreno es una de las causas más comunes de deslizamientos en todas partes y se dan como en este caso a lo largo de la zona de contacto con suelos residuales o coluviales. (Organización Panamericana de la Salud, s.f.)

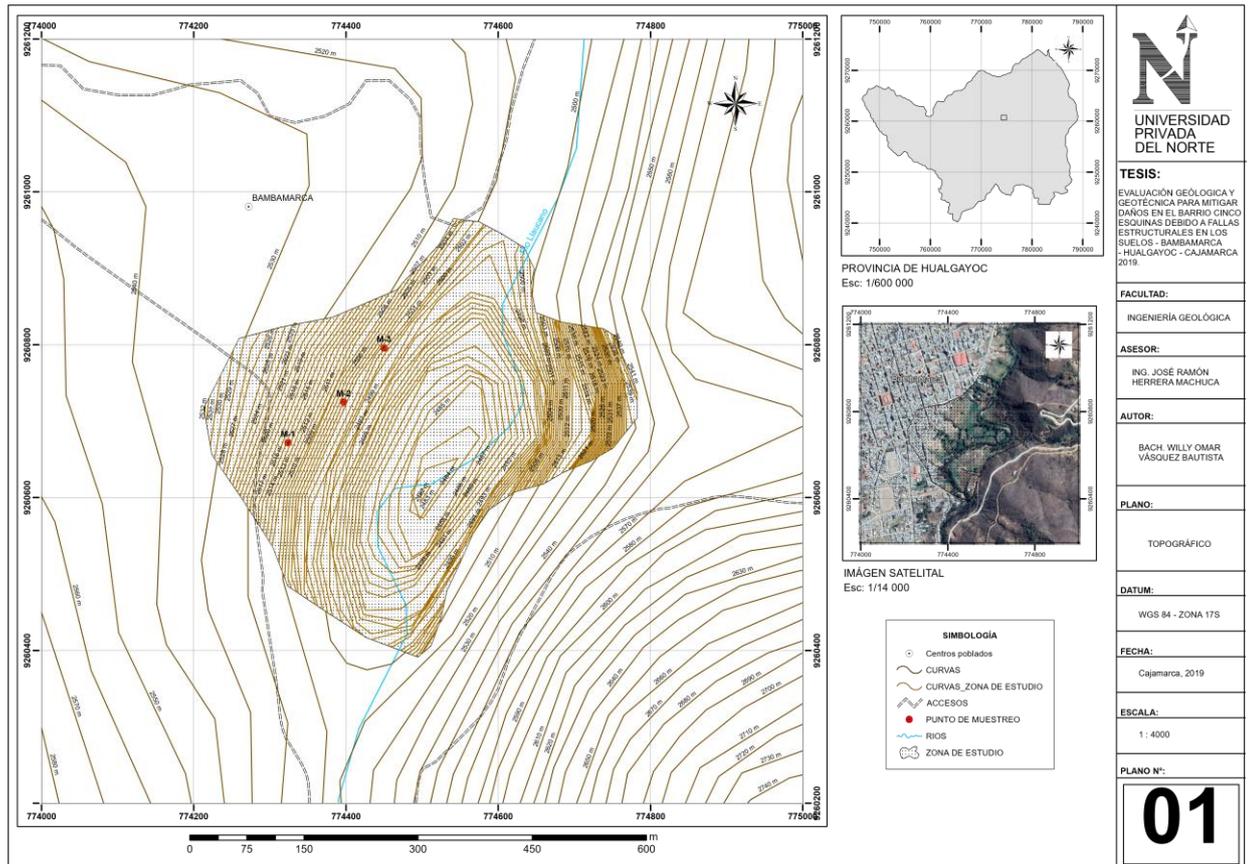


Figura 28: Plano topográfico de la zona de deslizamiento.

3.7. RESULTADOS DEL ESTUDIO DE SUELOS

PROFUNDIDAD (m)	MUESTRA No.	DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL	% SOBRETAMANO ¹	% GRAVA ²	% ARENA ²	% FINOS ²	COLOR	CONSISTENCIA ³ O CEMENTACIÓN ⁴	PLASTICIDAD (np, l, m, h)	OTRAS PRUEBAS ⁵
0.0		Materia orgánica								
0.5		Arcilla densa arenosa con grava (GC+31.8%>3")	0.0	17.0	30.0	53.0	marrón	-	media	-
2.5		Arcilla ligera con arena (SC)	0.0	1.4	16.3	82.3	BEIGE		alta	

Figura 29: Calicata 1.

PROF. (m)	MUESTRA No.	DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL	% SOBRETAMANO ¹	% GRAVA ²	% ARENA ²	% FINOS ²	COLOR	CONSISTENCIA ³ O CEMENTACIÓN ⁴	PLASTICIDAD (np, l, m, h)	OTRAS PRUEBAS ⁵
0.0		Materia orgánica								
0.5		Grava arcillosa con arena y bolonera (CH)	31.8	43.7	34.0	22.3	0.0	-	media	-
2.5		Arena arcillosa con grava (CL)	0.0	15.2	44.5	40.3	BEIGE		media	

Figura 30: Calicata 2

PROF. (m)	MUESTRA No.	DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL	% SOBRETAMAÑO ¹	% GRAVA ²	% ARENA ²	% FINOS ²	COLOR	CONSISTENCIA ³ O CEMENTACIÓN ⁴	PLASTICIDAD (np, l, m, h)	OTRAS PRUEBAS ⁵
0.0		Materia orgánica								
1.0		Grava arcillosa con arena y bolonería (CH)	31.8	43.7	34.0	22.3	0.0	-	media	-
2.0		Arena arcillosa con grava (CL)	0.0	15.2	44.5	40.3	BEIGE		media	
3.0										

Figura 31: Calicata 3.

3.8. CALCULO DEL FACTOR DE SEGURIDAD

- CALCULO DEL FACTOR DE SEGURIDAD SIN PRESENCIA DE NIVEL FREÁTICO

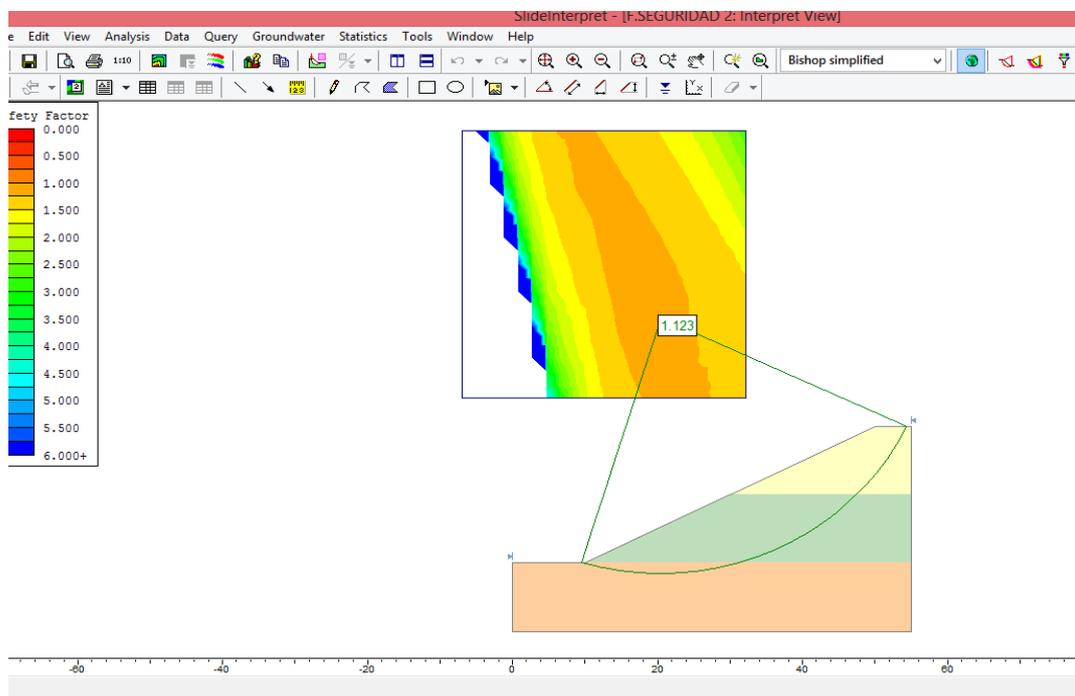


Figura 32: Factor de seguridad del talud con el programa Slide, sin la presencia del nivel freático, obtenemos una seguridad baja.

- **CALCULO DEL FACTOR DE SEGURIDAD CON PRESENCIA DE NIVEL FREÁTICO**

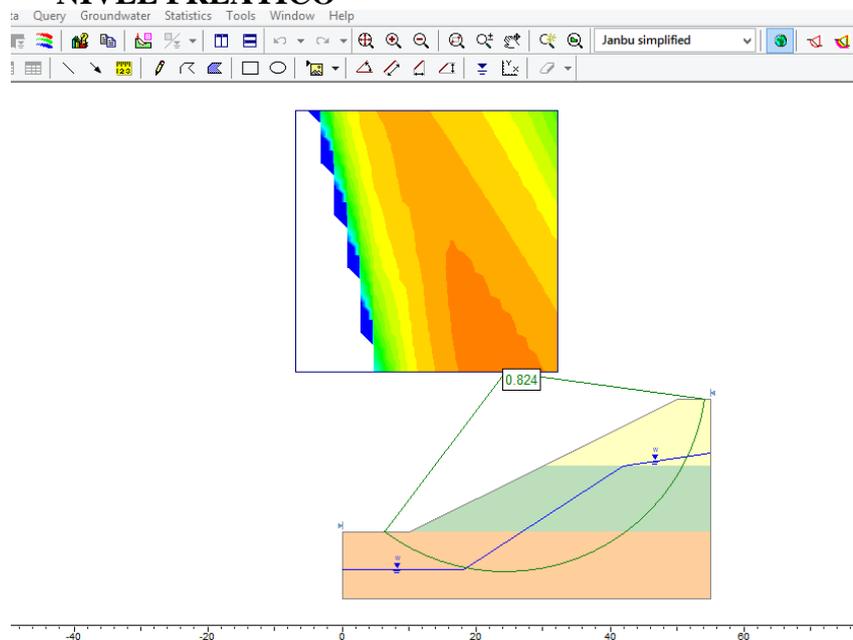


Figura 33: Factor de seguridad del talud muy baja con presencia de nivel freático por el método de Janbu.

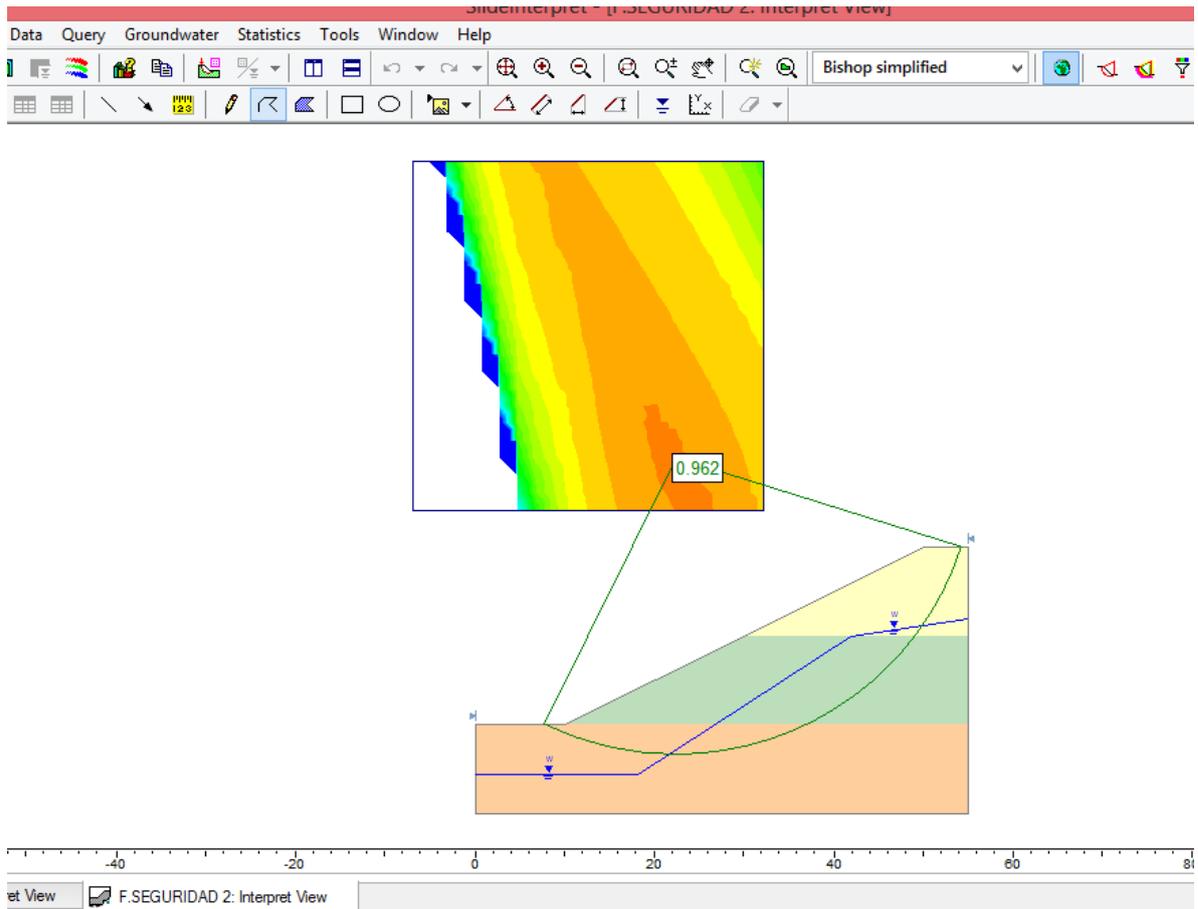


Figura 34: Factor de seguridad muy bajo con presencia de nivel freático por el método de Bishop.

CALCULO DEL FACTOR DE SEGURIDAD SUPONIENDO LA PRESENCIA DE TUBERÍAS ROTAS

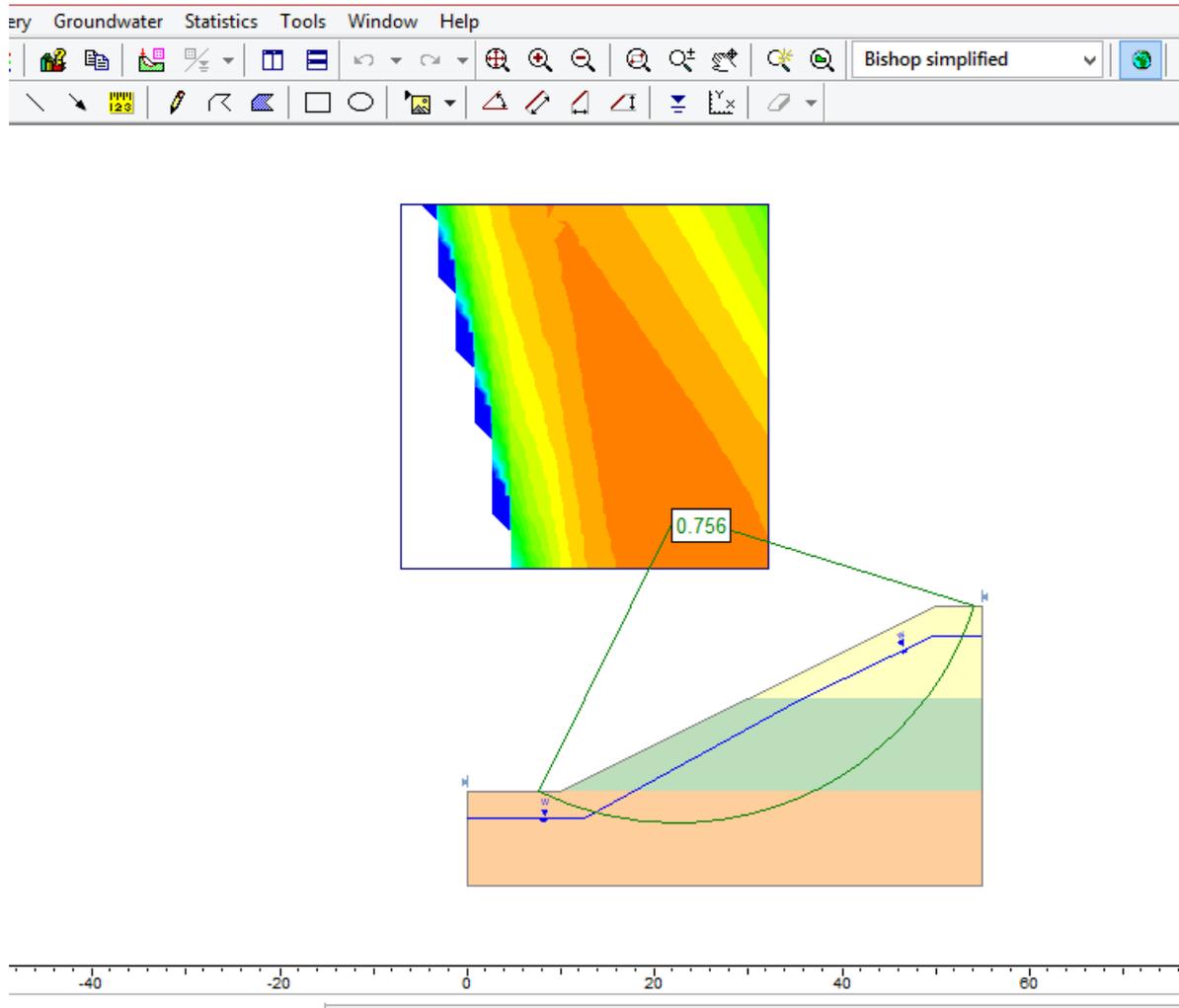


Figura 35: Factor de seguridad muy bajo con presencia de supuestas tuberías rotas, método Bishop.

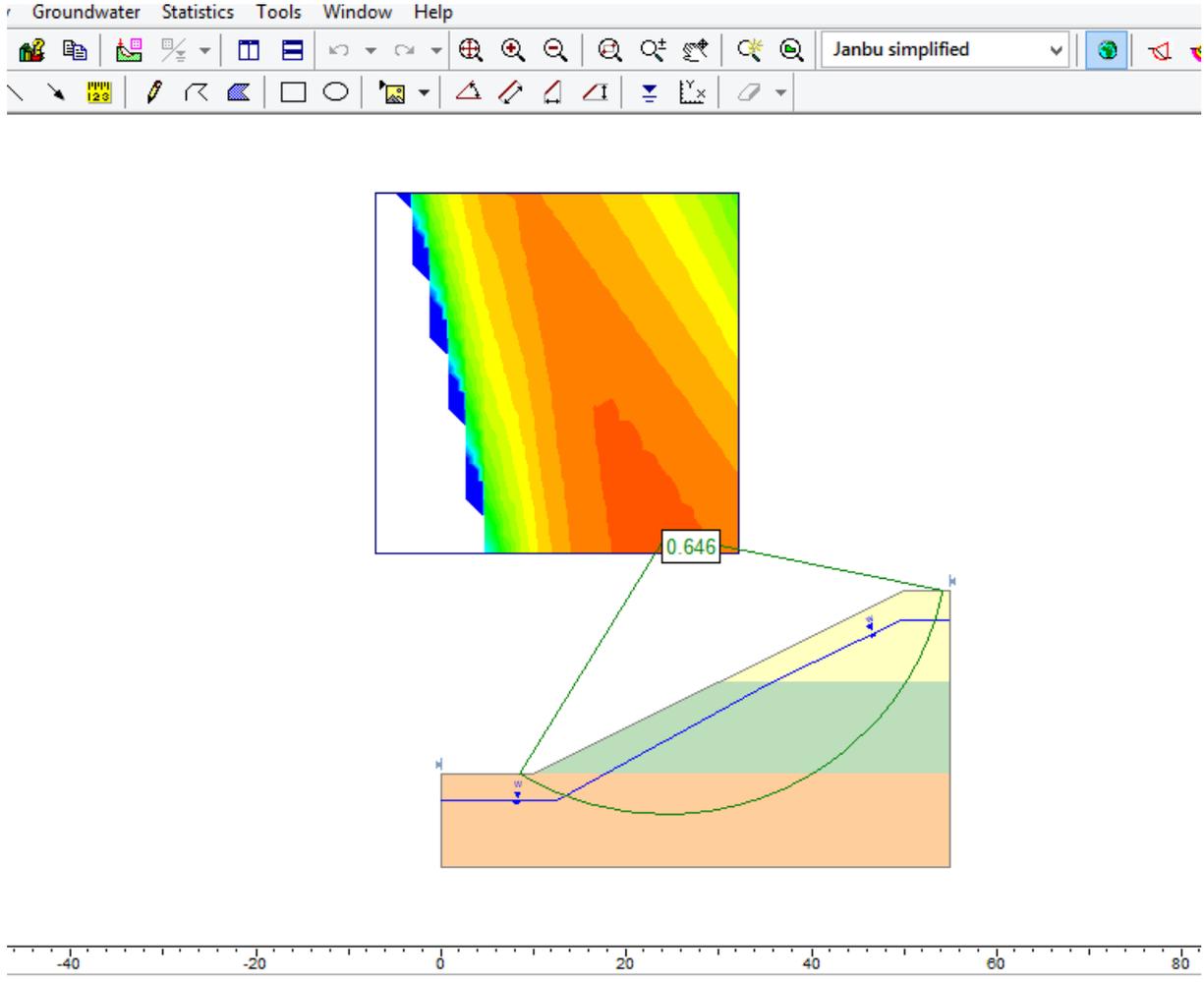


Figura 36: Factor de seguridad muy bajo con presencia de tuberías rotas, método Janbu.

FACTOR DE SEGURIDAD CON PRESIÓN EN LA PARTE SUPERIOR

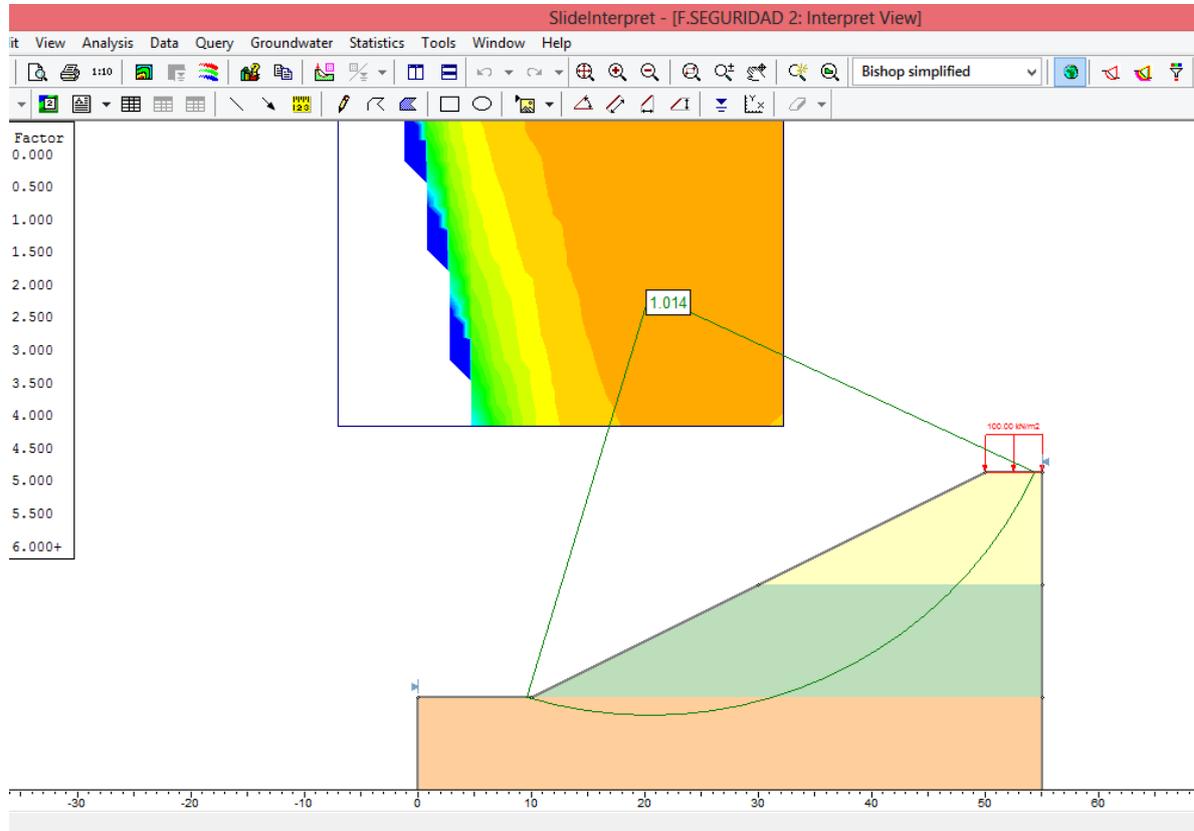


Figura 37: Factor de seguridad bajo añadiendo peso en la parte superior del talud

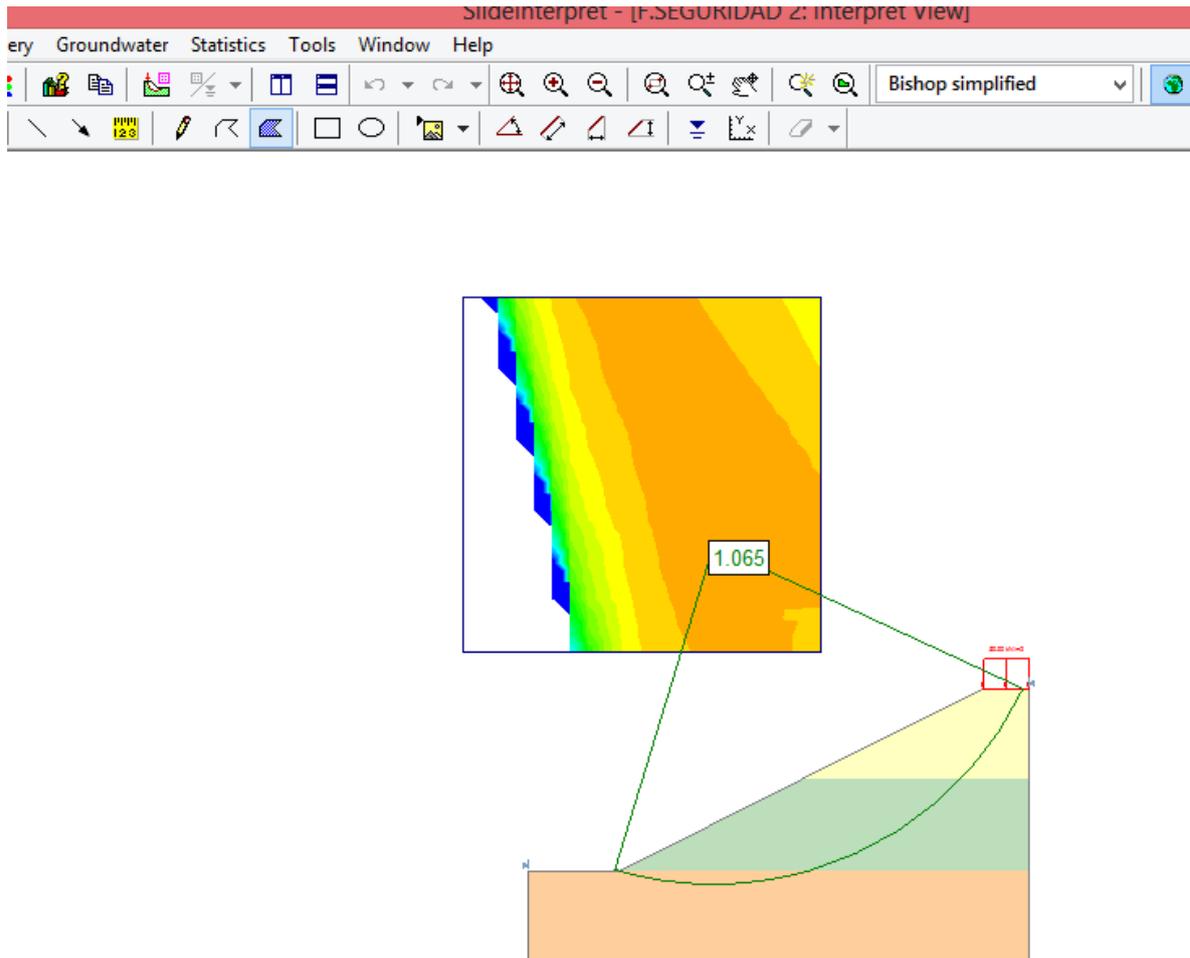


Figura 38: Factor de seguridad bajo añadiendo pesos en la parte superior del talud

3.9. PROPUESTAS DE MITIGACIÓN PARA DETENER EL DESLIZAMIENTO DE LOS TALUDES EN EL BARRIO CINCO ESQUINAS BAMBAMARCA

3.9.1. DRENAJE

Uno de los factores principales que ha provocado el deslizamiento es la presencia de agua, por eso lo primero que se debe hacer es drenarla sino hacer otras medidas de estabilidad antes serán en vano. Alva (s.f.) cita a Turnbull y Hvorslev (1968), y propone varios tipos de drenaje según el tipo de talud,

pero para nuestro caso lo más conveniente será un drenaje horizontal de diámetro corto por las dimensiones del talud.

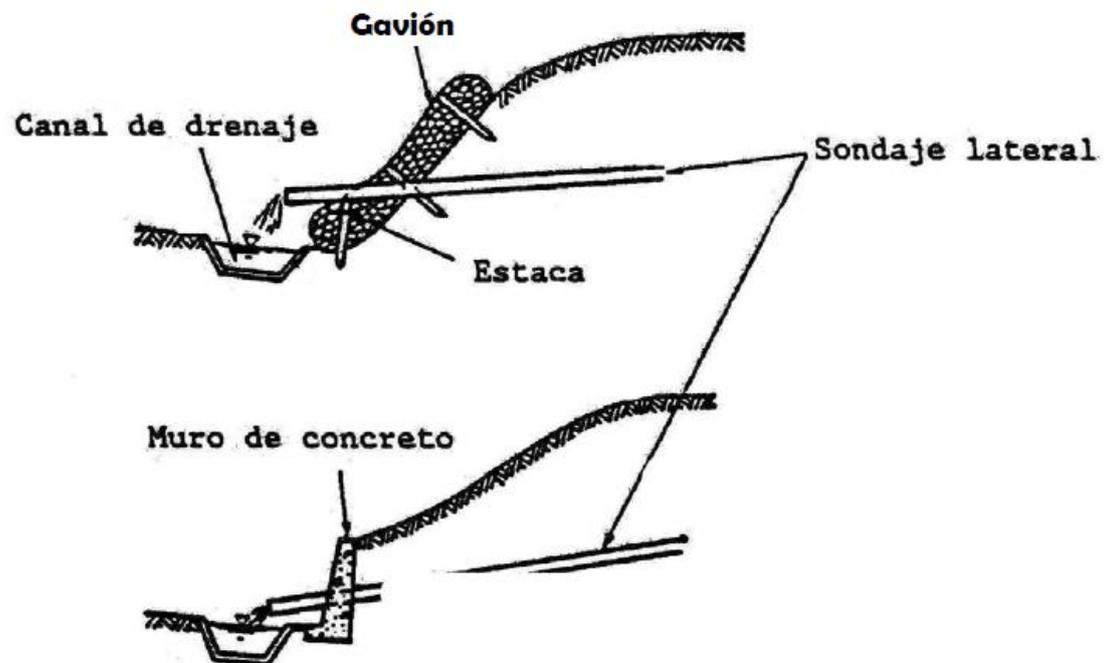


Figura 39: Muro de contención y drenaje (Fuente: Centro peruano japonés de investigaciones sísmicas y mitigación de desastres)

3.9.2. MURO DE CONTENCION

Los taludes hechos con depósitos coluviales, materiales fuertemente meteorizados, flujo de barro volcánico, greda u otros suelos cohesivos, tienen grados de solidificación bajos con altos contenidos de humedad, por lo que colapsan frecuentemente. Se recomienda la implementación de muros de contención o gaviones en la base de la ladera para reducir el empuje horizontal generado por el viento, el agua y la tierra; y aumentar de esta manera los esfuerzos de compresión que darán mayor estabilidad a la ladera. Este método

se combinará con el drenaje de agua para que sea más eficaz tal como lo muestra la figura anterior. (Manual de protección de taludes, 1984, p.68)

3.10. DISEÑO DE ESTABILIDAD

CAPÍTULO 4. CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

4.1. Discusión:

A partir de los hallazgos encontrados, aceptamos la hipótesis alternativa general que establece que la evaluación geológica y geotécnica es de suma importancia al momento de hacer una construcción para tener una buena cimentación y no haya futuros daños; como es el caso del barrio Cinco Esquinas que no se ha hecho ningún estudio de suelos anterior a las edificaciones.

Estos resultados guardan relación con Espinoza (s.f., párr. 17) que afirma que el 80% de la construcción en el Perú son informales, solamente las construcciones están cumpliendo con todos los estudios técnicos. Dice que, si bien demora un poco, es mejor para prevenir cualquier problema, por eso toda construcción debe tener su respectivo estudio de suelos.

Se encontró que el suelo del barrio Cinco Esquinas es de tipo areno arcilloso con presencia de bolonerías en algunas partes, motivo por el cual no es apto para cimentar, por ejemplo Esquivel (1990), encontró que los deslizamientos se daban en suelos arcillosos y en depósitos de coluviones; los cuales eran muy susceptibles a movimientos en masa; este estudio corrobora nuestro estudio donde encontramos un suelo con alto índice de arcillas de marcada plasticidad y de material coluvial suelto, que fueron arrastrados ladera debajo. También Buitrón (2014) dice que los minerales de arcillas y los filosilicatos juegan en todos los casos un rol muy negativo para las condiciones de estabilidad. Tienen la particularidad de absorber las moléculas de agua en su estructura molecular en forma de hojas, con un efecto en el inflamamiento y

contracción de la cohesión débil entre hojas. Asimismo, la alta cantidad de arcillas en el suelo hace de este un suelo inestable donde no se puede construir o cimentar, según un estudio de estructuras llevado a cabo por la Universidad de Mendoza (2002).

Cuando se llegó a la zona de estudio se identificó que el suelo era de origen coluvial, por lo que, habiendo tenido como base teórica la gran inestabilidad de este tipo de terrenos propuestos por Suarez (2004), fácilmente se procedió a afirmar como una de las causas principales al tipo de geología de la zona. Por otro lado, Salazar y Acosta (sf) en el estudio de un deslizamiento llamado La Josefina encontró que el tipo de terreno afectado era de origen coluvial, entonces a través de estos antecedentes podemos afirmar que las zonas de depósitos coluviales son muy inestables y de alto riesgo ambiental.

También según los resultados el deslizamiento se da debido al tipo de formación geológica que es un antiguo deslizamiento que se ha reactivado siendo esta otro factor de falla, apoyando esto Giraldo y Ordoñez (2013) mostraron que otra causa de inestabilidad, son zonas con antiguos movimientos en masa que son reactivados por las fuertes lluvias provocando reptación y deslizamientos.

En este mismo sentido Gonzales (2009) encontró que rocas de antiguas avalanchas de antiguas glaciaciones que se depositaron en las partes bajas y no se han consolidado totalmente en la actualidad, puede ser otro detonante, Según Fauqué, Hermanns, Hewitt, Rosas, Wilson, Baumann, y Tommaso, (2009) la zonas glaciares producen avalanchas con materiales que se depositan en las partes bajas formando valles, estos se dan en épocas antiguas como el pleistoceno donde hubo mayor

glaciación y posteriormente pueden generar problemas por su poca estabilidad y baja consolidación

Como se supuso al principio uno de las causas principales que provocaron el deslizamiento fue el agua, según los vecinos en la época que se dio con mayor fuerza el deslizamiento fue cuando hubieron tuberías rotas sin detectar, asimismo se investigó y se encontró que en Bambamarca el índice de precipitación es muy alto, lo cual acelera el proceso de deslizamiento y la inestabilidad del talud. Por otra parte, también Mora y Rojas (2012), encontraron que el detonante de un deslizamiento en México fue e humedecimiento del suelo y Pérez-Gutiérrez, Rosalva (2007), encontraron que el principal factor desencadenante de un deslizamiento con un paquete litológico de lutitas, calizas, y rocas no consolidadas fue la infiltración de agua.

Se planteó inicialmente hacer un muro de contención compactar el suelo, en este estudio también se plantea colocar muros de contención en la ase del talud y hacer una compactación del suelo inyectando cemento. Lo que no se adhirió a la propuesta de mitigación fue el drenaje de agua, pero Mateos (2009) menciona drenar el agua a través de zanjas, cunetas drenantes y drenes californianos. El objetivo de estos elementos es captar y evacuar el agua de escorrentía superficial y el flujo subsuperficial que discurre a través de los depósitos de ladera y roca alterada. También Mora y Rojas (2012,) dice que para prevenir los deslizamientos es necesario encauzar correctamente el agua de lluvia por medio de drenes en la parte superior del talud y contracunetas que conduzcan el agua hacia la parte baja, minimizando la infiltración al cuerpo del talud.

En el Barrio Cinco Esquinas la municipalidad debe prohibir hacer nuevas edificaciones debido a los antecedentes negativos que han provocado la inestabilidad del suelo, pero se ha encontrado que aún se está construyendo cerca de la zona de riesgo, corriendo el peligro de que se vuelva a perder las edificaciones con el paso de los años o incluso la vida de los propietarios en el peor de los casos.

4.2. Conclusiones

- Las hipótesis planteadas al principio son aceptables en 3 partes pues el deslizamiento es producto de las fuertes lluvias, la elevada pendiente y el peso de las construcciones, y habría que agregar que también ha habido otras causas como el tipo de formación geológica y tuberías rotas en la zona.
- EL nivel de estabilidad del suelo es muy bajo provocando deslizamientos que han afectado viviendas y entidades públicas.
- El tipo de Geología está dada por la formación chota, compuesta por depósitos aluviales y fluviales con presencia de conglomerados, arenas y arcillas
- Las lluvias que se dan a lo largo del año han afectado la estabilidad del terreno y también el momento de más riesgo fue cuando hubieron tuberías rotas.
- Entre las causas principales del deslizamiento están la mala calidad del suelo, el índice de lluvias, la topografía y el tipo de geología.
- Para dar estabilidad al talud se recomiendan 2 formas combinadas, serán colocar un canal para drenar el agua apoyado por un muro de contención en la base del talud.
-

REFERENCIAS

- Sanz, J. (1975). *Mecánica de Suelos*. Barcelona, España: Editores técnicos asociados.
- Segura, G. (2011). Susceptibilidad al deslizamiento en el corredor Siquirres-Turrialba. En *Revista Geológica de América Central*, 45 (1) pp.101-121. Recuperado de: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=45437352006>
- Salazar, F; Oñate, E; Morán, R. (2012) Modelación numérica de deslizamientos de ladera en embalses mediante el Método de Partículas y Elementos Finitos (PFEM) En *Revista Internacional de Métodos Numéricos para Cálculo y Diseño en Ingeniería*, 28 (2) pp.112-123. Recuperado de <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0213131512000181>
- Dávila, J. (2011). *Diccionario Geológico*. Perú: Arth Grouting S. A. C.
- De Matteis, A. (2003). *Geología y Geotecnia: Estabilidad de taludes*. Recuperado de <https://www.fceia.unr.edu.ar/geologiaygeotecnia/Estabilidad%20de%20Taludes.pdf>
- Escobar, C & Duque, G. (2017). *Geotecnia para el trópico andino*. Recuperado de <http://bdigital.unal.edu.co/53560/7/geotecnia.pdf>
- ZAVALA B. & ROSADO M. (2011). *Riesgos Geológicos en la Región de Cajamarca*. INGEMMET, Boletín, Serie C: Geodinámica e Ingeniería Geológica, 44, 396p., 19 mapas Lima, Perú.
- Wilson, J. (1984). Geología - Cuadrangulo de Jayanca-Incahuasi-Cutervo-Chiclayo- Chongoyape-Chota-Celendín-Paca. *Serie A: Carta Geología Nacional - Boletín # 38*, 55- 56.
- Suarez J. (2004). *Coluviones*. Colombia: Ingeniería de Suelos Ltda.
- Weatherspark (s.f.). *El clima promedio en Bambamarca durante todo el año*. Recuperado el 11 de Octubre del 2019 de <https://es.weatherspark.com/y/19982/Clima-promedio-en-Bambamarca-Per%C3%BA-durante-todo-el-a%C3%B1o>
- Esquivel Borda, J., & García Núñez, J. R. (2016). *Deslizamientos en el municipio de Choachí-Cundinamarca*.
- Salazar, R., & Acosta, G. J. *Hipótesis sobre el origen del deslizamiento "La Josefina" y geomorfología del área de influencia*. Ecuador. Instituto Geográfico Militar. sd Quito. EC.
- Universidad de Mendoza (2002). *Estructuras*. Recuperado el 21/1/12, de <http://www.loc.gov/exhibits/flw/flw00.htm>

Pérez, R. (2007, 10 de abril). *Análisis de la vulnerabilidad por los deslizamientos en masa, caso: Tlacuitlapa, Guerrero*. Redalyc. Recuperado de: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=40423210006>.

Valiente, M. (2015). *Estabilidad de Taludes: Conceptos Básicos, Parámetros de Diseño y Métodos de Cálculo*. En Revista Civilízate, 7 (2) pp. 50-54.

Molochó, E. (2017). *Estimación del nivel de riesgo geológico en la ciudad de Bambamarca* (artículo científico). Universidad Nacional de Cajamarca, Perú.

Alva, J. (s.f.). *Análisis de Estabilidad de Taludes*. Recuperado de <http://www.jorgealvahurtado.com/files/Analisis%20de%20Estabilidad%20de%20Taludes.pdf>

Reyes, L. (1984). *Geología de los cuadrángulos de Cajamarca, San Marcos y Cajambamba 15-f, 15-g, 16-g - [Boletín A 31]*. Lima, INGEMMET.

Mora-Ortiz, R.S., & Rojas-González, E. (2012). Efecto de la saturación en el deslizamiento de talud en la comunidad San Juan de Grijalva, Chiapas. Ingeniería. Investigación y Tecnología, XIII(1), undefined-undefined. [fecha de Consulta 19 de Octubre de 2019]. ISSN: 1405-7743. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=404/40423210006>

Buitron, S. (2014). *Metodología y modelo para movimientos en masa (Deslizamientos, Derrumbes, Caída, Flujo y Reptación) utilizando técnicas de SIG y Teledetección. Tesis de Maestría*. Universidad San Francisco, Quito, Ecuador.

Fauqué, L., Hermanns, R., Hewitt, K., Rosas, M., Wilson, C., Baumann, V., ... & Di Tommaso, I. (2009). Mega-deslizamientos de la pared sur del Cerro Aconcagua y su relación con depósitos asignados a la glaciación Pleistocena. Revista de la Asociación Geológica Argentina, 65(4), 691-712.

Díaz, E. G. (2009). Deslizamientos al norte de la población de Tricao Malal, noroeste de Neuquén. Revista de la Asociación Geológica Argentina, 65(3), 545-550.

Ramírez, W. G., & Carmona, O. O. (2013). Problema geotécnico del km 6 de la autopista Medellín-Bogotá: Antecedentes, causas y soluciones alternativas. Boletín de Ciencias de la Tierra, (34), 25-33.

Pérez-Gutiérrez, Rosalva (2007). Análisis de la vulnerabilidad por los deslizamientos en masa, caso: Tlacuitlapa, Guerrero. Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana, 59(2), undefined-undefined. [fecha de Consulta 19 de Octubre de 2019]. ISSN: 1405-3322. Disponible en: <https://es.slideshare.net/edisonbarros98/compactaciones-de-los-suelos>

Barros, E. (2014). Compactación de los suelos. Recuperado de
<https://es.slideshare.net/edisonbarros98/compactaciones-de-los-suelos>

Organización Panamericana de la salud. (S.f.). Mitigación de Desastres Naturales en Sistemas de Agua Potable y Alcantarillado Sanitario - Guías para el Análisis de Vulnerabilidad (OPS). Recuperado de <http://www.nzdl.org/gsdllmod?e=d-00000-00---off-0paho--00-0----0-10-0---0---0direct-10---4-----0-0l--11-en-50---20-about--00-0-1-00-0--4----0-0-11-10-0utfZz-8-10&cl=CL1.1&d=HASH019be954bbcf27a6c38831f0.6.5.4>1>

Asociación de carreteras del Japón. (1984). Manual de protección de taludes [archivo PDF]. Lima: CISMID. Recuperado de <http://www.jorgealvahurtado.com/files/Manual%20de%20Proteccion%20de%20Taludes.pdf>

Robles, F. (s.f.). Los 15 tipos de Investigación científica y sus características. Recuperado de <https://www.lifeder.com/tipos-investigacion-cientifica/>

Li, x. (2011, octubre-noviembre). *Evaluación de efectos de sumersión en la estabilidad de taludes. Instituto Mexicano de Tecnología del Agua*. Recuperado de: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=353531975010>.

Sanhueza, C. y Villavicencio, G. (2007, 10 de abril). *Influencia de la cohesión aparente generada por raíces sobre la estabilidad de un talud natural en las dunas de Reñaca*. Redalyc. Recuperado de:

ANEXOS

G&S		GESTIÓN DE CONTROL DE CALIDAD	
Título: CONTENIDO DE HUMEDAD		Código de control Nro. F2-10-OC	
Norma: ASTM D 2216/ D 4643 - NTP 339.127:1998			
Nro de revisión: 3	Fecha de revisión: 1-Feb-16	Página 1 de 1	
Proyecto: Tesis "Evaluación Geológica Geotécnica Barrio 5 Esquinas, Bambarca 2019".			
Descripción: Muestra 01 - Calicata C - 01, Estrato 1		Curva No.	G&S-LMS-EC006
Muestreado por: Willy Vásquez		F. muestreo:	15/08/19
Solicitado por: Willy Vásquez		Profundidad:	-
Condiciones de Secado: 60°C <input checked="" type="checkbox"/> / 110°C		Método: Horno (<input type="checkbox"/>) <input checked="" type="checkbox"/> Microonda (<input type="checkbox"/>)	
Muestra No.	G&S-LMS-EC006		
Ubicación (UTM)	E = 774324.00	N = 9260672.00	C = 2518.00
Profundidad			
Muestra o ensayo	1		
RECIPIENTE No	D-15		
Pr + Ph (g) A	230.9		
Pr + Ps (g) B	198.5		
Pr (g) C	27.2		
P. AGUA (g) D = A - B	32.4		
Ps (g) E = B - C	171.3		
% DE HUMEDAD (D/E) * 100 (%)	19		
OBSERVACIONES -			
Muestra No.			
Ubicación			
Profundidad			
Muestra o ensayo			
RECIPIENTE No			
Pr + Ph (g) A			
Pr + Ps (g) B			
Pr (g) C			
P. AGUA (g) D = A - B			
Ps (g) E = B - C			
% DE HUMEDAD (D/E) * 100 (%)			
OBSERVACIONES:			
PR= PESO DEL RECIPIENTE			
PH= PESO HÚMEDO			
PS= PESO SECO			
EJECUTÓ		REVISÓ	
G&S SERVICIOS DE INGENIERÍA S.R.L.  Carlos Enrique Sotolongo Arias TÉCNICO DE LABORATORIO NOMBRE Y FIRMA		G&S SERVICIOS DE INGENIERÍA S.R.L.  Ing. Mardely Rosas Misahuamán CIP 159916 JEFE DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS JEFE DE LABORATORIO G&S NOMBRE Y FIRMA	
FECHA: 02-09-19		FECHA: 10-09-19	

ANEXO 1: CONTENIDO DE HUMEDAD, CALICATA 1-ESTRATO 1.

G&S		GESTIÓN DE CONTROL DE CALIDAD		
Título: ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO ASTM D 422 / C136 - NTP 339.128:1999		Código de control Nro. F3-10-OC		
Nro de revisión: 3	Fecha de revisión: 1-Feb-16	Página 1 de 1		
Proyecto: Tesis "Evaluación Geológica Geotécnica Barrio 5 Esquinas, Bambamarca 2019"				
Localización E = 774324.00	N = 9280572.00	C = 2518.0	Profundidad: -	
Descripción: Muestra 01 - Calicata C-01, Estrato 1	Curve No.: G&S-LMS-EC008		F. muestreo: 15/08/19	
Muestreado por: Willy Vásquez	Muestra No. G&S-LMS-EC008			
Solicitado por: Willy Vásquez				
Tamaño Tamiz	Peso Reten. Acumulado	% Retenido	% Pasa	Especif.
8"	0.0	0.0	100.0	
6"	0.0	0.0	100.0	
4"	0.0	0.0	100.0	
3"	0.0	0.0	100.0	
2"	0.0	0.0	100.0	
1 1/2"	0.0	0.0	100.0	
1"	103.1	12.3	87.7	
3/4"	123.1	14.7	85.3	
1/2"	153.2	18.3	81.7	
3/8"	163.0	19.4	80.6	
No. 4	176.5	21.0	79.0	
No. 8				
No. 10	13.5	25.9	74.1	
No. 16				
No. 20	41.7	36.2	63.8	
No. 30				
No. 40	70.6	46.7	53.3	
No. 50				
No. 60	91.2	54.2	45.8	
No. 100				
No. 140	116.1	63.3	36.7	
No. 200	122.3	65.5	34.5	
Plástico	122.4			

Peso suelo húmedo que pasa (g)	704.5
Peso suelo seco que pasa (g)	662.1
Peso suelo seco retenido (g)	176.5
Peso suelo seco total (g)	838.6

Contenido de humedad de la fracción de Suelo seco que pasa la malla N° 4.		% de suelo seco que pasa la malla No. 200	
No. Tara	E-16	No. Tara	E-16
Peso Húmedo + Tara (g)	311.0	Peso Seco + Tara (g)	297.1
Peso Seco + Tara (g)	297.1	P. Seco Lavado + Tara (g)	202.5
Peso de Tara (g)	80.1	Peso de Tara (g)	80.1
Peso del Agua (g)	13.9	Suelo Seco (-No. 200) g	94.6
Peso Seco (g)	217.0	Suelo Seco (+No. 200) g	122.4
Cont. de humedad %	6.4	Suelo Seco (-No. 200) %	34.4

OVER=	0.0 %	LÍMITE LÍQUIDO %	48
GRAVA=	21 %	LÍMITE PLÁSTICO %	26
ARENA=	44.5 %	IP %	22
FINOS=	34.5 %	Cv	-
		Cc	-

CLASIFICACIÓN SUCS (ASTM D2487): **SC**

DESCRIPCIÓN: **ARENA AROLLOSA CON GRAVA**

COLOR: **MARRÓN OSCURO**

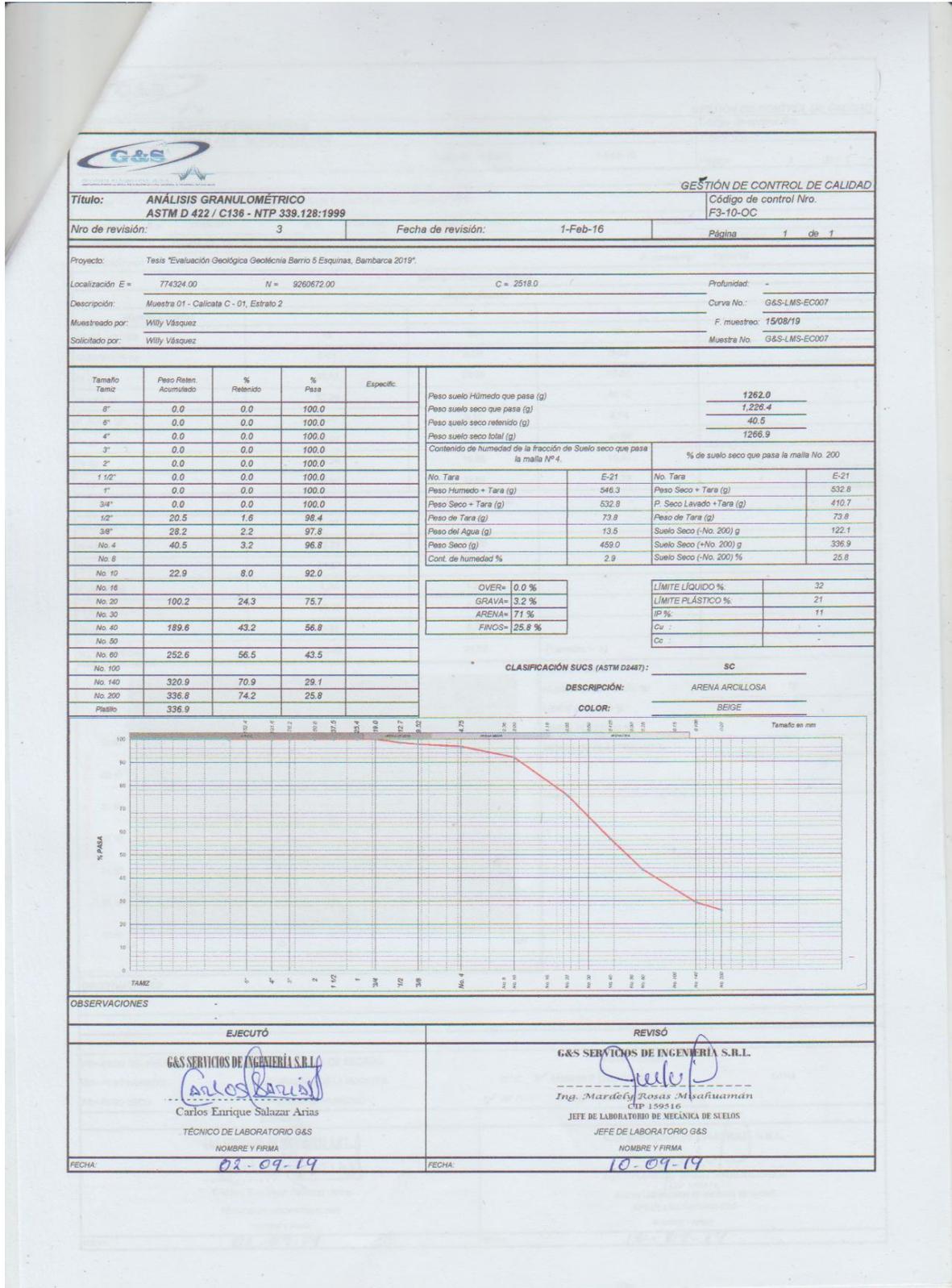
OBSERVACIONES

EJECUTÓ	REVISÓ
G&S SERVICIOS DE INGENIERÍA S.R.L. <i>Carlos Enrique Sáizari Arias</i> Carlos Enrique Sáizari Arias TÉCNICO DE LABORATORIO G&S NOMBRE Y FIRMA FECHA: 02/10/19	G&S SERVICIOS DE INGENIERÍA S.R.L. <i>Jefe</i> Ing. Mardely Rosas Misahuamán CIP 159516 JEFE DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS JEFE DE LABORATORIO G&S NOMBRE Y FIRMA FECHA: 10-09-19

ANEXO 2: ANALISIS GRANULOMETRICO, CALICATA 1-ESTRATO 1.

G&S		GESTIÓN DE CONTROL DE CALIDAD	
Título: LÍMITES DE CONSISTENCIA ASTM D 4318 - NTP.339.129:1999		Código de control Nro. F1-10-OC	
Nro de revisión: 2	Fecha de revisión: 1-Feb-16	Página 1 de 1	
Proyecto: Tesis "Evaluación Geológica Geotécnica Barrio 5 Esquinas, Bambarca 2019".			
Localización E = 774324.00	N = 926972.00	Cota = 2518.00	Profundidad: -
Descripción: Muestra 01 - Calicata C - 01, Estrato 1		Muestra No. G&S-LMS-EC006	
Muestreado por: Willy Vásquez		F. muestreo: 15/08/19	
LÍMITES DE CONSISTENCIA			
LÍMITE LÍQUIDO			
Muestra o ensayo	1	2	3
No DE GOLPES	15	26	35
RECIPIENTE No	A-08	C-03	B-08
Pr + Ph (g)	28.05	60.21	41.52
Pr + Ps (g)	21.10	53.58	34.96
P. AGUA (g)	6.95	6.63	6.56
Pr (g)	7.36	39.94	20.93
Ps (g)	13.74	13.64	14.03
% DE HUMEDAD	50.58	48.61	46.76
LÍMITE PLÁSTICO			
RECIPIENTE No	B-04	A-04	
Pr + Ph (g)	38.44	14.38	
Pr + Ps (g)	37.00	12.89	
P. AGUA (g)	1.44	1.49	
Pr (g)	31.52	7.24	
Ps (g)	5.48	5.65	
% DE HUMEDAD	26.28	26.37	Promedio = 26
		RESULTADOS HUMEDAD NATURAL %: 19 LÍMITE LÍQUIDO %: 48 LÍMITE PLÁSTICO %: 26 ÍNDICE DE PLASTICIDAD %: 22	
OBSERVACIONES: -			
PR= PESO DEL RECIPIENTE	TEMPERATURA DE SECADO	AGUA USADA	
PH= PESO HUMEDO	PREPARACION DE LA MUESTRA	60° C <input checked="" type="checkbox"/> AMBIENTE	DESTILADA OTRA
PS= PESO SECO	CONTENIDO DE HUMEDAD	<input checked="" type="checkbox"/> 60° C <input type="checkbox"/> 110° C	POTABLE <input checked="" type="checkbox"/>
EJECUTÓ		REVISÓ	
G&S SERVICIOS DE INGENIERÍA S.R.L. Carlos Enrique Salazar Arias TÉCNICO DE LABORATORIO G&S NOMBRE Y FIRMA		G&S SERVICIOS DE INGENIERÍA S.R.L. Ing. Mario y Rosas Misauamán CIP 159516 JEFE DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS JEFE DE LABORATORIO G&S NOMBRE Y FIRMA	
FECHA: 02-09-19		FECHA: 10-09-19	

ANEXO 3: LIMITES DE CONSISTENCIA, CALICATA 1-ESTRATO 1.



ANEXO 5: ANALISIS GRANULOMETRICO, CALICATA 1-ESTRATO 2.

G&S		GESTIÓN DE CONTROL DE CALIDAD	
Título: LÍMITES DE CONSISTENCIA ASTM D 4318 - NTP.339.129:1999		Código de control Nro. F1-10-OC	
Nro de revisión: 2	Fecha de revisión: 1-Feb-16	Página 1 de 1	
Proyecto: Tesis "Evaluación Geológica Geotécnica Barrio 5 Esquinas, Bambarca 2019".			
Localización E = 774324.00	N = 9200972.00	Cola = 2518.00	Profundidad: -
Descripción: Muestra 01 - Calicata C - 01, Estrato 2		Muestra No: G&S-LMS-EC007	
Muestreado por: Willy Vásquez		F. muestreo: 15/08/19	
LÍMITES DE CONSISTENCIA			
LÍMITE LÍQUIDO			
Muestra o ensayo	1	2	3
No DE GOLPES	16	25	34
RECIPIENTE No	B-01	A-04	B-03
Pr + Ph (g)	38.51	28.00	50.84
Pr + Ps (g)	33.26	22.90	46.10
P. AGUA (g)	5.25	5.10	4.74
Pr (g)	18.07	7.25	30.68
Ps (g)	15.19	15.65	15.42
% DE HUMEDAD	34.56	32.59	30.74
LÍMITE PLÁSTICO			
RECIPIENTE No	B-07	A-01	
Pr + Ph (g)	22.91	14.25	
Pr + Ps (g)	21.67	13.02	
P. AGUA (g)	1.24	1.23	
Pr (g)	15.75	7.25	
Ps (g)	5.92	5.77	
% DE HUMEDAD	20.95	21.32	Promedio = 21
		RESULTADOS HUMEDAD NATURAL %: 12 LÍMITE LÍQUIDO %: 32 LÍMITE PLÁSTICO %: 21 ÍNDICE DE PLASTICIDAD %: 11	
OBSERVACIONES: -			
PR= PESO DEL RECIPIENTE	TEMPERATURA DE SECADO	AGUA USADA	
PH= PESO HUMEDO	PREPARACION DE LA MUESTRA	60° C <input checked="" type="checkbox"/> AMBIENTE	DESTILADA OTRA
PS= PESO SECO	CONTENIDO DE HUMEDAD	60° C <input checked="" type="checkbox"/> 110° C	POTABLE <input checked="" type="checkbox"/>
EJECUTÓ		REVISÓ	
G&S SERVICIOS DE INGENIERÍA S.R.L. Carlos Enrique Salazar Arias TÉCNICO DE LABORATORIO G&S NOMBRE Y FIRMA		G&S SERVICIOS DE INGENIERÍA S.R.L. Ing. Mardely Rosas Misafuaman CIP 159516 JEFE DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS JEFE DE LABORATORIO G&S NOMBRE Y FIRMA	
FECHA: 02-09-19		FECHA: 10-09-19	

ANEXO 6: LIMITES DE CONSISTENCIA, CALICATA 1-ESTRATO 2.

Tamaño Tamiz		Peso Reten. Acumulado	% Retenido	% Pasa	Especif.
8"		0.0	0.0	100.0	
6"		0.0	0.0	100.0	
4"		1325.0	25.6	74.4	
3"		1646.4	31.8	68.2	
2"		2130.0	41.1	58.9	
1 1/2"		2626.4	50.7	49.3	
1"		2919.4	56.3	43.7	
3/4"		3000.2	57.9	42.1	
1/2"		3082.8	59.5	40.5	
3/8"		3105.0	59.9	40.1	
No. 4		3191.9	61.6	38.4	
No. 8					
No. 10		32.8	64.4	35.6	
No. 16					
No. 20		102.7	70.3	29.7	
No. 30					
No. 40		169.3	75.9	24.1	
No. 50					
No. 60		212.0	79.5	20.5	
No. 100					
No. 140		260.1	83.6	16.4	
No. 200		274.0	84.8	15.2	
Plástico		274.0			

Peso suelo Húmedo que pasa (g)	2168.4
Peso suelo seco que pasa (g)	1,993.0
Peso suelo seco retenido (g)	3191.9
Peso suelo seco total (g)	5184.9

Contenido de humedad de la fracción de Suelo seco que pasa la malla Nº 4		% de suelo seco que pasa la malla No. 200	
No. Tara	G-08	No. Tara	G-08
Peso Húmedo + Tara (g)	608.4	Peso Seco + Tara (g)	568.6
Peso Seco + Tara (g)	568.6	P. Seco Lavado + Tara (g)	388.8
Peso de Tara (g)	114.8	Peso de Tara (g)	114.8
Peso del Agua (g)	39.8	Suelo Seco (-No. 200) g	179.8
Peso Seco (g)	453.8	Suelo Seco (+No. 200) g	274.0
Cont. de humedad %	8.8	Suelo Seco (-No. 200) g	15.2

Clasificación SUCS - ASTM D2487 (< 3")	
OVER= 31.8 %	LÍMITE LÍQUIDO %: 28
GRAVA= 43.7 %	LÍMITE PLÁSTICO %: 19
ARENA= 34 %	IP %: 9
FINOS= 22.3 %	Cu: -
	Cc: -

CLASIFICACIÓN SUCS (ASTM D2487): **GC + 31.8 % > 3"**

DESCRIPCIÓN: **GRAVA ARCILLOSA CON ARENA Y BOLONERÍA**

COLOR: **BERGE**

EJECUTÓ		REVISÓ	
<p>G&S SERVICIOS DE INGENIERÍA S.R.L.</p> <p><i>Carlos Enrique Salazar Arias</i></p> <p>Carlos Enrique Salazar Arias</p> <p>TÉCNICO DE LABORATORIO G&S</p> <p>NOMBRE Y FIRMA</p>		<p>G&S SERVICIOS DE INGENIERÍA S.R.L.</p> <p><i>Ing. Mardely Rosas Misahuamán</i></p> <p>Ing. Mardely Rosas Misahuamán</p> <p>CIP 159516</p> <p>JEFE DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS</p> <p>JEFE DE LABORATORIO G&S</p> <p>NOMBRE Y FIRMA</p>	
FECHA: 02-09-19		FECHA: 10-09-19	

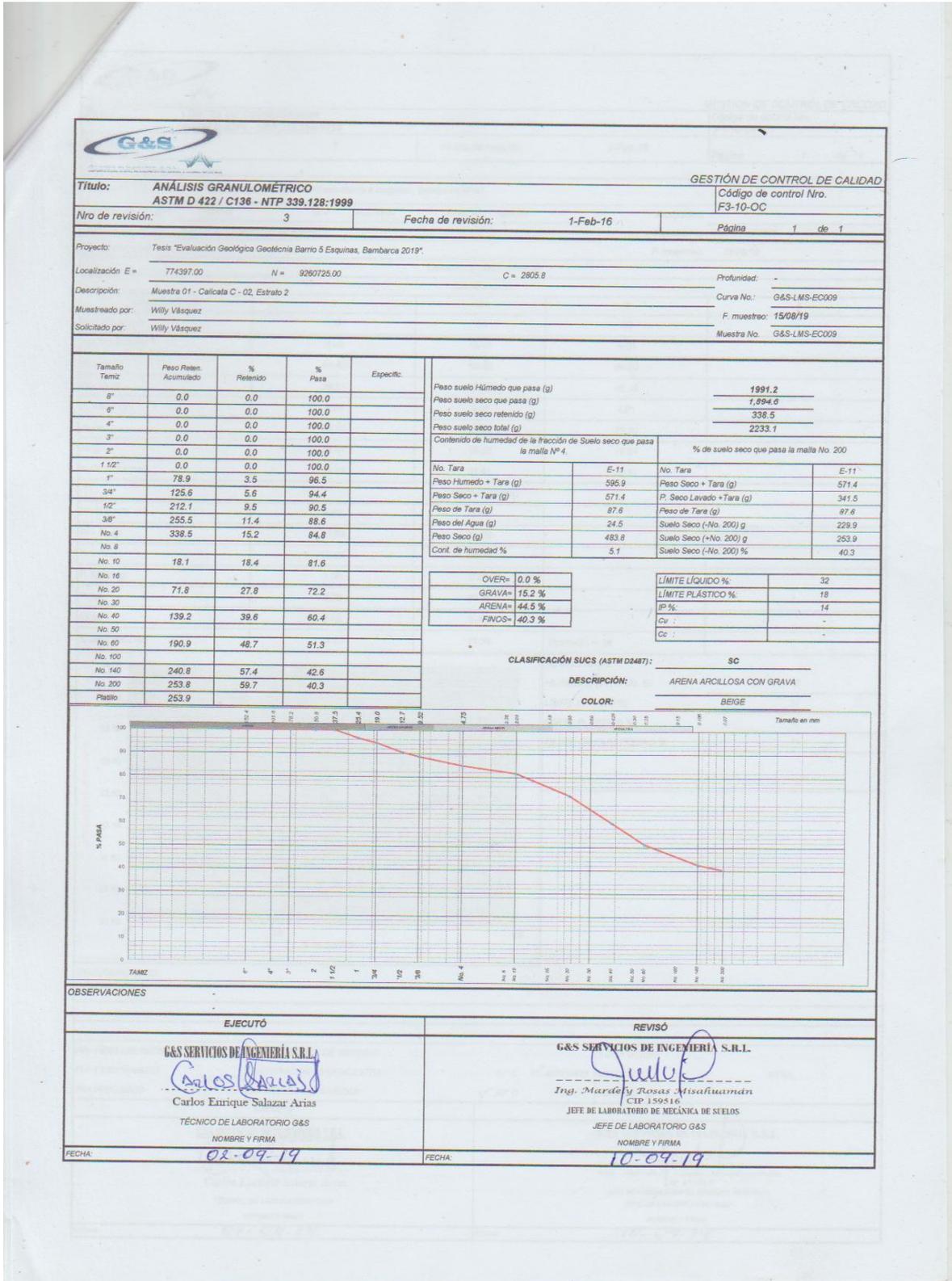
ANEXO 8: ANALISIS GRANULOMETRICO, CALICATA 2 - ESTRATO 1.

G&S		GESTIÓN DE CONTROL DE CALIDAD	
Título: LÍMITES DE CONSISTENCIA ASTM D 4318 - NTP-339.128:1999		Código de control Nro. F1-10-OC	
Nro de revisión: 2	Fecha de revisión: 1-Feb-16	Página 1 de 1	
Proyecto: Tesis "Evaluación Geológica Geotécnica Barrio 5 Esquinas, Bambarca 2019".			
Localización E = 774397.00	N = 9290725.00	Cota = 2508.00	Profundidad: -
Descripción: Muestra 01 - Calicata C - 02, Estrato 1		Muestra No. G&S-LMS-EC008	
Muestreado por: Willy Vásquez		F. muestreo: 15/08/19	
LÍMITES DE CONSISTENCIA			
LÍMITE LÍQUIDO			
Muestra o ensayo	1	2	3
No DE GOLPES	15	26	35
RECIPIENTE No	B-01	C-06	B-07
Pr + Ph (g)	39.49	60.34	38.36
Pr + Ps (g)	34.51	55.67	32.05
P. AGUA (g)	4.98	4.67	4.31
Pr (g)	18.08	39.24	15.75
Ps (g)	16.43	16.43	16.30
% DE HUMEDAD	30.31	28.42	26.44
LÍMITE PLÁSTICO			
RECIPIENTE No	A-01	C-01	
Pr + Ph (g)	13.43	37.62	
Pr + Ps (g)	12.46	36.49	
P. AGUA (g)	0.97	1.13	
Pr (g)	7.25	30.38	
Ps (g)	5.21	6.11	
% DE HUMEDAD	18.62	18.49	Promedio = 19
		RESULTADOS HUMEDAD NATURAL %: 12 LÍMITE LÍQUIDO %: 28 LÍMITE PLÁSTICO %: 19 ÍNDICE DE PLASTICIDAD %: 9	
OBSERVACIONES:			
PR= PESO DEL RECIPIENTE	TEMPERATURA DE SECADO	60° C <input checked="" type="checkbox"/> AMBIENTE	AGUA USADA
PH= PESO HUMEDO	PREPARACION DE LA MUESTRA	DESTILADA	OTRA
PS= PESO SECO	CONTENIDO DE HUMEDAD	✓ 60° C 110° C	POTABLE <input checked="" type="checkbox"/>
EJECUTÓ		REVISÓ	
G&S SERVICIOS DE INGENIERÍA S.R.L. Carlos Enrique Salazar Arias TÉCNICO DE LABORATORIO G&S NOMBRE Y FIRMA		G&S SERVICIOS DE INGENIERÍA S.R.L. Ing. Mardely Rojas Mbañuamán CIP 159316 JEFE DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS JEFE DE LABORATORIO G&S NOMBRE Y FIRMA	
FECHA: 02-09-19		FECHA: 10-09-19	

ANEXO 9: LIMITES DE CONSISTENCIA, CALICATA 2 - ESTRATO 1.

G&S		GESTIÓN DE CONTROL DE CALIDAD	
Título: CONTENIDO DE HUMEDAD		Código de control Nro. F2-10-CC	
Norma: ASTM D 2216/ D 4643 - NTP 339.127:1998		Página 1 de 1	
Nro de revisión: 3	Fecha de revisión: 1-Feb-16		
Proyecto: Tesis "Evaluación Geológica Geotécnica Barrio 5 Esquinas, Bambarca 2019".			
Descripción: Muestra G1 - Calicata C - 02, Estrato 2		Curva No. G&S-LMS-EC009	
Muestreado por: Willy Vásquez		F. muestreo: 15/08/19	
Solicitado por: Willy Vásquez		Profundidad: -	
Condiciones de Secado: 60°C X / 110°C		Método: Horno (O) X	Microonda (M)
Muestra No.	G&S-LMS-EC009		
Ubicación (UTM)	E = 774397.00	N = 9260725.00	C = 2805.81
Profundidad			
Muestra o ensayo	1		
RECIPIENTE No	D-13		
Pr + Ph (g) A	331.9		
Pr + Ps (g) B	300.2		
Pr (g) C	29.2		
P. AGUA (g) D = A - B	31.7		
Ps (g) E = B - C	271.0		
% DE HUMEDAD (D/E) * 100 (%)	12		
OBSERVACIONES			
-			
-			
-			
Muestra No.			
Ubicación			
Profundidad			
Muestra o ensayo			
RECIPIENTE No			
Pr + Ph (g) A			
Pr + Ps (g) B			
Pr (g) C			
P. AGUA (g) D = A - B			
Ps (g) E = B - C			
% DE HUMEDAD (D/E) * 100 (%)			
OBSERVACIONES:			
PR= PESO DEL RECIPIENTE			
PH= PESO HÚMEDO			
PS= PESO SECO			
EJECUTÓ		REVISÓ	
G&S SERVICIOS DE INGENIERÍA S.R.L. <i>Carlos Enrique Sáez Arias</i> TÉCNICO DE LABORATORIO NOMBRE Y FIRMA		G&S SERVICIOS DE INGENIERÍA S.R.L. <i>Ing. Maribel Rosas Maza</i> CIP 159516 JEFE DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS JEFE DE LABORATORIO G&S NOMBRE Y FIRMA	
FECHA: 02-09-19		FECHA: 10-09-19	

ANEXO 10: CONTENIDO DE HUMEDAD, CALICATA 2 - ESTRATO 2.



ANEXO 11: ANALISIS GRANULOMETRICO, CALICATA 2 - ESTRATO 2.

Muestra o ensayo		1	2	3	4
No DE GOLPES		16	24	35	
RECIPIENTE No		B-09	C-03	B-01	
Pr + Ph (g)		44.40	60.60	50.30	
Pr + Ps (g)		39.11	55.52	45.39	
P. AGUA (g)		5.29	5.08	4.91	
Pr (g)		23.70	39.94	29.35	
Ps (g)		15.41	15.58	16.04	
% DE HUMEDAD		34.33	32.61	30.61	

Muestra o ensayo		A-03	C-01		
Pr + Ph (g)		13.94	36.78		
Pr + Ps (g)		12.89	35.79		
P. AGUA (g)		1.05	0.99		
Pr (g)		7.23	30.38		
Ps (g)		5.66	5.41		
% DE HUMEDAD		18.55	18.30	Promedio = 18	

RESULTADOS

HUMEDAD NATURAL %: 12

LÍMITE LÍQUIDO %: 32

LÍMITE PLÁSTICO %: 18

ÍNDICE DE PLASTICIDAD %: 14

OBSERVACIONES:

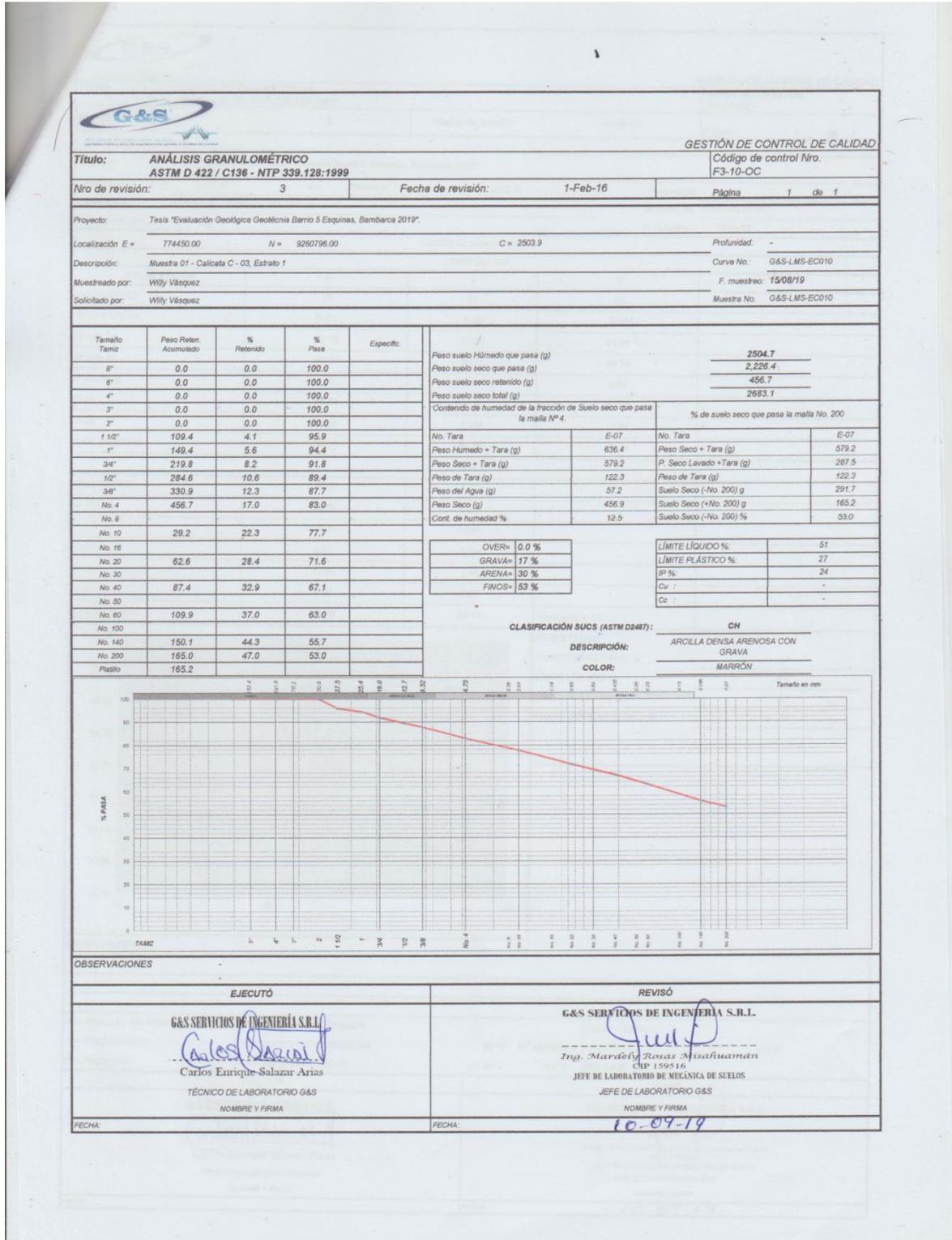
PR= PESO DEL RECIPIENTE	TEMPERATURA DE SECADO	AGUA USADA
PH= PESO HUMEDO	PREPARACION DE LA MUESTRA	DESTILADA
PS= PESO SECO	CONTENIDO DE HUMEDAD	POTABLE

<p>EJECUTÓ</p> <p>G&S SERVICIOS DE INGENIERÍA S.R.L.</p> <p><i>Carlos Salazar</i></p> <p>Carlos Enrique Salazar Arias</p> <p>TÉCNICO DE LABORATORIO G&S</p> <p>NOMBRE Y FIRMA</p> <p>FECHA: 02-09-19</p>	<p>REVISÓ</p> <p>G&S SERVICIOS DE INGENIERÍA S.R.L.</p> <p><i>Mardaly Rosas</i></p> <p>Ing. Mardaly Rosas Misañaman</p> <p>CIP 139516</p> <p>JEFE DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS</p> <p>JEFE DE LABORATORIO G&S</p> <p>NOMBRE Y FIRMA</p> <p>FECHA: 10-09-19</p>
---	---

ANEXO 12: LIMITES DE CONSISTENCIA, CALICATA 2 - ESTRATO 2.

G&S		GESTIÓN DE CONTROL DE CALIDAD	
Título: CONTENIDO DE HUMEDAD		Código de control Nro. F2-10-OC	
Norma: ASTM D 2216/ D 4643 - NTP 339.127:1998		Página 1 de 1	
Nro de revisión: 3	Fecha de revisión: 1-Feb-16		
Proyecto: Tesis "Evaluación Geológica Geotécnica Barrio 5 Esquinas, Bambarca 2019".			
Descripción: Muestra 01 - Calicata C - 03, Estrato 1		Curva No.: G&S-LMS-EC010	
Muestreado por: Willy Vásquez		F. muestreo: 15/08/19	
Solicitado por: Willy Vásquez		Profundidad: -	
Condiciones de Secado: 60°C X / 110°C		Método: Horno (O) X / Microonda (M)	
Muestra No.	G&S-LMS-EC010		
Ubicación (UTM)	E = 774450.00	N = 9260796.00	C = 2503.93
Profundidad			
Muestra o ensayo	1		
RECIPIENTE No	E-18		
Pr + Ph (g)	A	741.6	
Pr + Ps (g)	B	643.9	
Pr (g)	C	75.6	
P. AGUA (g)	D = A - B	97.7	
Ps (g)	E = B - C	568.3	
% DE HUMEDAD (D/E) * 100 (%)	17		
OBSERVACIONES			
Muestra No.			
Ubicación			
Profundidad			
Muestra o ensayo			
RECIPIENTE No			
Pr + Ph (g)	A		
Pr + Ps (g)	B		
Pr (g)	C		
P. AGUA (g)	D = A - B		
Ps (g)	E = B - C		
% DE HUMEDAD (D/E) * 100 (%)			
OBSERVACIONES:			
EJECUTÓ		REVISÓ	
 G&S SERVICIOS DE INGENIERIA S.R.L. Carlos Enrique Salazar Arias TÉCNICO DE LABORATORIO NOMBRE Y FIRMA		 G&S SERVICIOS DE INGENIERIA S.R.L. Ing. Mardely Rosas Miahuanán C.P. 159516 JEFE DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS JEFE DE LABORATORIO G&S NOMBRE Y FIRMA	
FECHA 02.09.19		FECHA 10.09.19	

ANEXO 13: CONTENIDO DE HUMEDAD, CALICATA 3 - ESTRATO 1.



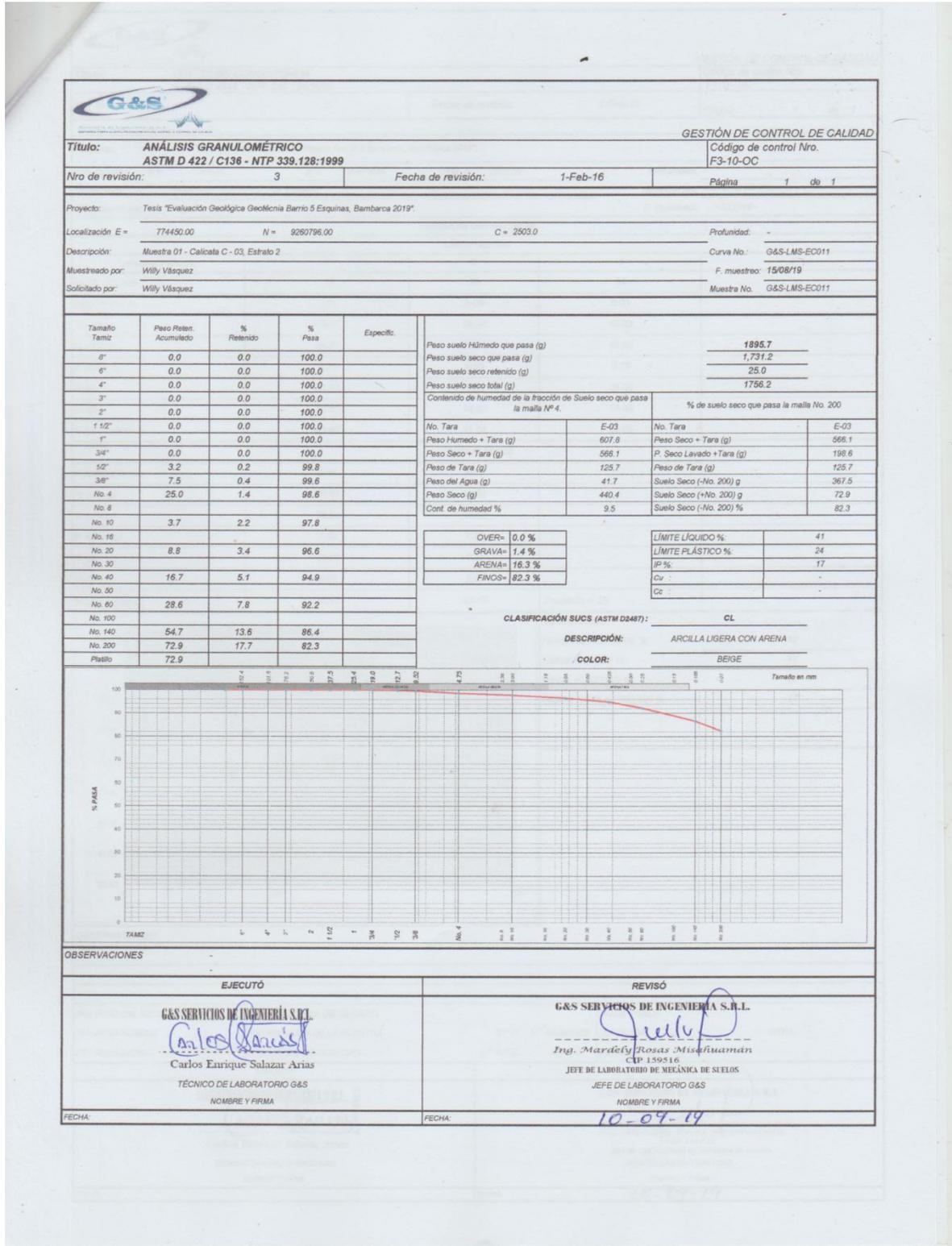
ANEXO 14: ANALISIS GRANULOMETRICO, CALICATA 3 - ESTRATO 1.

G&S		GESTIÓN DE CONTROL DE CALIDAD	
Título: LÍMITES DE CONSISTENCIA ASTM D 4318 - NTP.339.129:1999		Código de control Nro. F1-10-OC	
Nro de revisión: 2	Fecha de revisión: 1-Feb-16	Página 1 de 1	
Proyecto: Tesis "Evaluación Geológica Geotécnica Barrio 5 Esquinas, Bambarca 2019".			
Localización E = 774450.00	N = 9290796.00	Cota = 2503.93	Profundidad: -
Descripción: Muestra 01 - Calicata C - 03, Estrato 1		Muestra No.: G&S-LMS-EC010	
Muestreado por: Willy Vásquez		F. muestreo: 15/08/19	
LÍMITES DE CONSISTENCIA			
LÍMITE LÍQUIDO			
Muestra o ensayo	1	2	3
No DE GOLPES	16	24	35
RECIPIENTE No	C-11	A-03	B-03
Pr + Ph (g)	62.18	27.82	51.21
Pr + Ps (g)	55.08	20.81	44.39
P. AGUA (g)	7.10	7.01	6.82
Pr (g)	41.73	7.23	30.68
Ps (g)	13.35	13.58	13.71
% DE HUMEDAD	53.18	51.62	49.74
LÍMITE PLÁSTICO			
RECIPIENTE No	B-13	A-02	
Pr + Ph (g)	30.72	14.24	
Pr + Ps (g)	29.21	12.91	
P. AGUA (g)	1.51	1.33	
Pr (g)	23.55	7.93	
Ps (g)	5.66	4.98	
% DE HUMEDAD	26.68	26.71	Promedio = 27
		RESULTADOS HUMEDAD NATURAL %: 17 LÍMITE LÍQUIDO %: 51 LÍMITE PLÁSTICO %: 27 ÍNDICE DE PLASTICIDAD %: 24	
OBSERVACIONES:			
PR= PESO DEL RECIPIENTE	TEMPERATURA DE SECADO	AGUA USADA	
PH= PESO HUMEDO	PREPARACION DE LA MUESTRA	60° C <input checked="" type="checkbox"/> AMBIENTE	DESTILADA OTRA
PS= PESO SECO	CONTENIDO DE HUMEDAD	60° C <input checked="" type="checkbox"/> 110° C	POTABLE <input checked="" type="checkbox"/>
EJECUTÓ G&S SERVICIOS DE INGENIERÍA S.R.L. Carlos Enrique Salazar Arias TÉCNICO DE LABORATORIO G&S NOMBRE Y FIRMA		REVISÓ G&S SERVICIOS DE INGENIERÍA S.R.L. Inga. Maribel Rojas Misafuamán CP. 150516 JEFE DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS JEFE DE LABORATORIO G&S NOMBRE Y FIRMA 10-09-19	
FECHA:		FECHA:	

ANEXO 15: LIMITES DE CONSISTENCIA, CALICATA 3 - ESTRATO 1.

G&S		GESTIÓN DE CONTROL DE CALIDAD	
Título: CONTENIDO DE HUMEDAD		Código de control Nro. F2-10-OC	
Norma: ASTM D 2216/ D 4643 - NTP 339.127:1998		Página 1 de 1	
Nro de revisión: 3	Fecha de revisión: 1-Feb-16		
Proyecto: Tesis "Evaluación Geológica Geotécnica Barrio 5 Esquinas, Bambarca 2019".			
Descripción: Muestra 01 - Calicata C - 03, Estrato 2		Curva No.: G&S-LMS-EC011	
Muestreado por: Willy Vásquez		F. muestreo: 15/08/19	
Solicitado por: Willy Vásquez		Profundidad: -	
Condiciones de Secado: 60°C X / 110°C		Método: Horno (O) X Microonda (M)	
Muestra No.	G&S-LMS-EC011		
Ubicación (UTM)	E = 774450.00	N = 9260796.00	C = 2503.00
Profundidad			
Muestra o ensayo	1		
RECIPIENTE No	D-06		
Pr + Ph (g)	A	398.8	
Pr + Ps (g)	B	365.1	
Pr (g)	C	38.1	
P. AGUA (g)	D = A - B	33.7	
Ps (g)	E = B - C	327.0	
% DE HUMEDAD (D/E) * 100 (%)		10	
OBSERVACIONES			
-			
-			
-			
Muestra No.			
Ubicación			
Profundidad			
Muestra o ensayo			
RECIPIENTE No			
Pr + Ph (g)	A		
Pr + Ps (g)	B		
Pr (g)	C		
P. AGUA (g)	D = A - B		
Ps (g)	E = B - C		
% DE HUMEDAD (D/E) * 100 (%)			
OBSERVACIONES:			
PR= PESO DEL RECIPIENTE			
PH= PESO HÚMEDO			
PS= PESO SECO			
EJECUTÓ		REVISÓ	
 G&S SERVICIOS DE INGENIERÍA S.R.L. Carlos Enrique Salazar Arias TÉCNICO DE LABORATORIO NOMBRE Y FIRMA		 G&S SERVICIOS DE INGENIERÍA S.R.L. Ing. Maridely Rosas Misañamán CIP 159516 JEFE DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS JEFE DE LABORATORIO G&S NOMBRE Y FIRMA	
FECHA		FECHA	
		10 - 09/19	

ANEXO 16: CONTENIDO DE HUMEDAD, CALICATA 3 - ESTRATO 2.



ANEXO 17: ANALISIS GRANULOMETRICO, CALICATA 3 - ESTRATO 2.

G&S		GESTIÓN DE CONTROL DE CALIDAD	
Título: LÍMITES DE CONSISTENCIA ASTM D 4318 - NTP.339.129:1999		Código de control Nro. F1-10-OC	
Nro de revisión: 2	Fecha de revisión: 1-Feb-16	Página 1 de 1	
Proyecto: Tesis "Evaluación Geológica Geotécnica Barrio 5 Esquinas, Bambarca 2019".			
Localización E = 774450.00 N = 9280796.00 Cota = 2503.00	Profundidad: -		
Descripción: Muestra 01 - Calicata C - 03, Estrato 2		Muestra No.: G&S-LMS-EC011	
Muestreado por: Willy Vásquez		F. muestreo: 15/08/19	
LÍMITES DE CONSISTENCIA			
LÍMITE LÍQUIDO			
Muestra o ensayo	1	2	3
No DE GOLFES	16	25	34
RECIPIENTE No	C-02	A-09	B-01
Pr + Ph (g)	63.03	28.34	49.53
Pr + Ps (g)	56.77	22.31	43.80
P. AGUA (g)	6.26	6.03	5.73
Pr (g)	42.42	7.83	29.35
Ps (g)	14.35	14.46	14.45
% DE HUMEDAD	43.62	41.64	39.65
LÍMITE PLÁSTICO			
RECIPIENTE No	B-09	A-20	
Pr + Ph (g)	30.61	14.51	
Pr + Ps (g)	29.29	13.12	
P. AGUA (g)	1.32	1.39	
Pr (g)	23.69	7.27	
Ps (g)	5.80	5.85	
% DE HUMEDAD	23.57	23.76	Promedio = 24
		RESULTADOS HUMEDAD NATURAL %: 10 LÍMITE LÍQUIDO %: 41 LÍMITE PLÁSTICO %: 24 ÍNDICE DE PLASTICIDAD %: 17	
OBSERVACIONES:			
PR= PESO DEL RECIPIENTE	TEMPERATURA DE SECADO	AGUA USADA	
PH= PESO HUMEDO	PREPARACION DE LA MUESTRA	DESTILADA	OTRA
PS= PESO SECO	CONTENIDO DE HUMEDAD	POTABLE	<input checked="" type="checkbox"/>
EJECUTÓ		REVISÓ	
G&S SERVICIOS DE INGENIERÍA S.R.L. Carlos Enrique Salazar Arias TÉCNICO DE LABORATORIO G&S NOMBRE Y FIRMA		G&S SERVICIOS DE INGENIERÍA S.R.L. Ing. Mardocheo Rosas Misatuman CIP: 159516 JEFE DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS JEFE DE LABORATORIO G&S NOMBRE Y FIRMA 10-09-19	
FECHA:		FECHA:	

ANEXO 18: LIMITES DE CONSISTENCIA, CALICATA 3 - ESTRATO 2.



Laboratorio de Mecánica de Suelos, Concreto y Pavimentos

Estudios Geológicos, Hidrológicos, Hidrogeológicos, Geotécnicos, Impacto Ambiental y Análisis Químicos

Resolución N° 014751-2005/OSD-INDECOPI
Dr. WILFREDO R. FERNÁNDEZ MUÑOZ
Ing. Civil C.I.P. 26682 - Reg. de Consultor N° C2755
RUC. 10266305856

ENSAYO DE CORTE DIRECTO ASTM D 3080

TESIS	: EVALUACIÓN GEOLÓGICA GEOTÉCNICA BARRIO 5 ESQUINAS, BAMBAMARCA 2019					
UBICACIÓN	: DISTRITO BAMBAMARCA, PROVINCIA UALGAYOC, DEPARTAMENTO CAJAMARCA					
CALICATA	: N °1 PROFUNDIDAD (m) : 3,00 - COORDENADAS UTM: N 9260672,00 E774324,00					
TESISTA	: BACH. WILY VÁSQUEZ					
TIPO DE MUESTRA	: REMOLDEADA					
FECHA	: AGOSTO DEL 2019					
CARACTERÍSTICAS DE LA MUESTRA						
Lado o diámetro (cm)	6,2	Humedad (%)		17,3		
Altura (cm)	2,03	Altura final de la muestra (cm)		1,942		
Área (cm ²)	38,44	Densidad húmeda final (gr/cm ³)		1,870		
Volumen (cm ³)	78,03	Densidad seca final (gr/cm ³)		1,276		
APLICACIONES DE CARGA						
Velocidad de carga de la máquina (mm/min)	0,25					
Carga normal (KG)	5					
Esp. de muestra	I	II		III		
Peso de la Semi Caja Superior (Kg)	4	8		16		
Esfuerzo Normal (σ) (Kg/cm ²)	1,00	2,00		4,00		
Esf. de corte máximo (σ) (Kg/cm ²)	0,43	0,76		1,40		
ANGULO DE FRICCION INTERNA (ϕ) =	17,90					
COHESION (Kg/cm ²)	0,11					
Tabla de Datos de Corte						
Deformación %	ESFUERZO DE CORTE (Kg/cm ²)	ESFUERZO NORMALIZADO	ESFUERZO DE CORTE (Kg/cm ²)	ESFUERZO NORMALIZADO	ESFUERZO DE CORTE (Kg/cm ²)	ESFUERZO NORMALIZADO
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0,05	0,10	0,10	0,20	0,10	0,30	0,08
0,10	0,15	0,15	0,31	0,16	0,55	0,14
0,20	0,18	0,18	0,36	0,18	0,65	0,16
0,40	0,20	0,20	0,39	0,20	0,78	0,20
0,50	0,22	0,22	0,42	0,21	0,86	0,22
0,75	0,25	0,25	0,46	0,23	0,95	0,24
1,00	0,28	0,28	0,49	0,25	1,00	0,25
1,25	0,29	0,29	0,53	0,27	1,09	0,27
1,50	0,31	0,31	0,55	0,28	1,12	0,28
1,75	0,33	0,33	0,57	0,29	1,14	0,29
2,00	0,34	0,34	0,59	0,30	1,16	0,29
2,25	0,35	0,35	0,61	0,31	1,20	0,30
2,50	0,35	0,35	0,63	0,32	1,25	0,31
2,75	0,36	0,36	0,66	0,33	1,26	0,32
3,00	0,38	0,38	0,68	0,34	1,29	0,32
3,25	0,40	0,40	0,69	0,35	1,32	0,33
3,50	0,41	0,41	0,70	0,35	1,37	0,34
3,75	0,42	0,42	0,71	0,36	1,39	0,35
4,00	0,43	0,51	0,71	0,36	1,40	0,35

Urb. de los Docentes UNC H-3 Cajamarca, Perú – Tel. 076 341560 RPM. #976 699861
RPC. 976 385815 – Email. wilfredofernandezm@hotmail.com

Dr. Wilfredo R. Fernández Muñoz
INGENIERO CIVIL
CIP. 26682

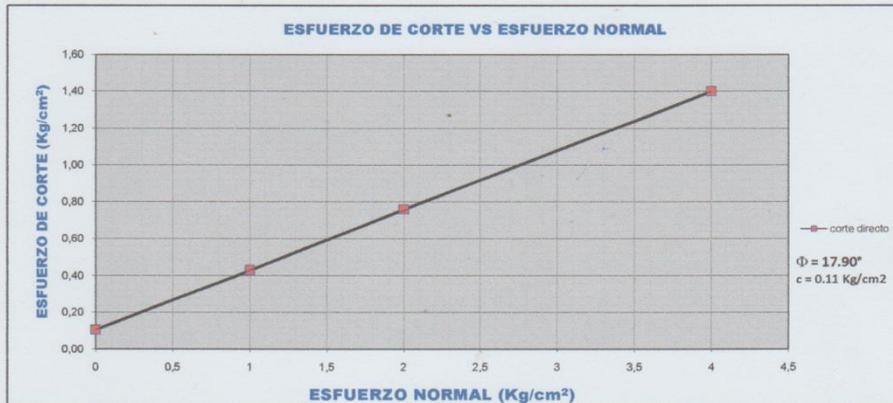
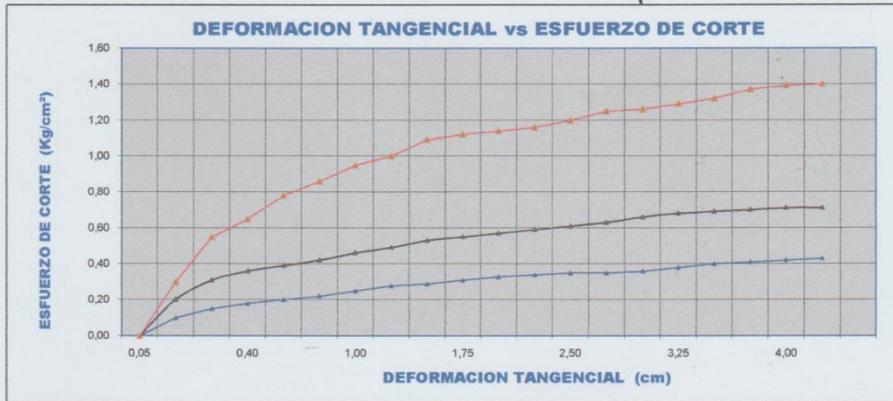
ANEXO 19: ENSAYO DE CORTE DIRECTO, CALICATA 1.



Laboratorio de Mecánica de Suelos, Concreto y Pavimentos

Estudios Geológicos, Hidrológicos, Hidrogeológicos, Geotécnicos, Impacto Ambiental y Análisis Químicos

Resolución N° 014751-2005/OSD-INDECOP
 Dr. WILFREDO R. FERNÁNDEZ MUÑOZ
 Ing. Civil C.I.P. 26682 - Reg. de Consultor N° C2755
 RUC. 10266305856



LAS MUESTRAS FUERON ALCANZADAS POR EL INTERESADO

Wilfredo R. Fernández Muñoz
 Dr. Wilfredo R. Fernández Muñoz
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 26682

Urb. de los Docentes UNC H-3 Cajamarca, Perú – Tel. 076 341560 RPM. #976 699861
 RPC. 976 385815 – Email. wilfredofernandezm@hotmail.com

ANEXO 20: ENSAYO DE CORTE DIRECTO, CALICATA 1.



Laboratorio de Mecánica de Suelos, Concreto y Pavimentos

Estudios Geológicos, Hidrológicos, Hidrogeológicos, Geotécnicos, Impacto Ambiental y Análisis Químicos

Resolución Nº 014751-2005/OSD-INDECOPI
Dr. WILFREDO R. FERNÁNDEZ MUÑOZ
Ing. Civil C.I.P. 26682 - Reg. de Consultor Nº C2755
RUC: 10266305856

ENSAYO DE CORTE DIRECTO ASTM D 3080

TESIS	: EVALUACIÓN GEOLÓGICA GEOTÉCNICA BARRIO 5 ESQUINAS, BAMBAMARCA 2019
UBICACIÓN	: DISTRITO BAMBAMARCA, PROVINCIA UALGAYOC, DEPARTAMENTO CAJAMARCA
CALICATA	: N °2 PROFUNDIDAD (m) : 3,00 - COORDENADAS UTM: N 9260725,00 E774397,00
TESISTA	: BACH. WILY VÁSQUEZ
TIPO DE MUESTRA	: REMOLDEADA
FECHA	: AGOSTO DEL 2019

CARACTERÍSTICAS DE LA MUESTRA

Lado o diámetro (cm)	6,1	Humedad (%)	16,43
Altura (cm)	1,99	Altura final de la muestra (cm)	1,879
Area (cm ²)	37,21	Densidad húmeda final (gr/cm ³)	1,684
Volumen (cm ³)	74,05	Densidad seca final (gr/cm ³)	1,083

APLICACIONES DE CARGA

Velocidad de carga de la máquina (mm/min)	0,25		
Carga normal (KG)	5		
Esp. de muestra	I	II	III
Peso de la Semí Caja Superior (Kg)	4	8	16
Esfuerzo Normal (σ) (Kg/cm ²)	1,00	2,00	4,00
Esf. de corte máximo (σ) (Kg/cm ²)	0,48	0,81	1,53

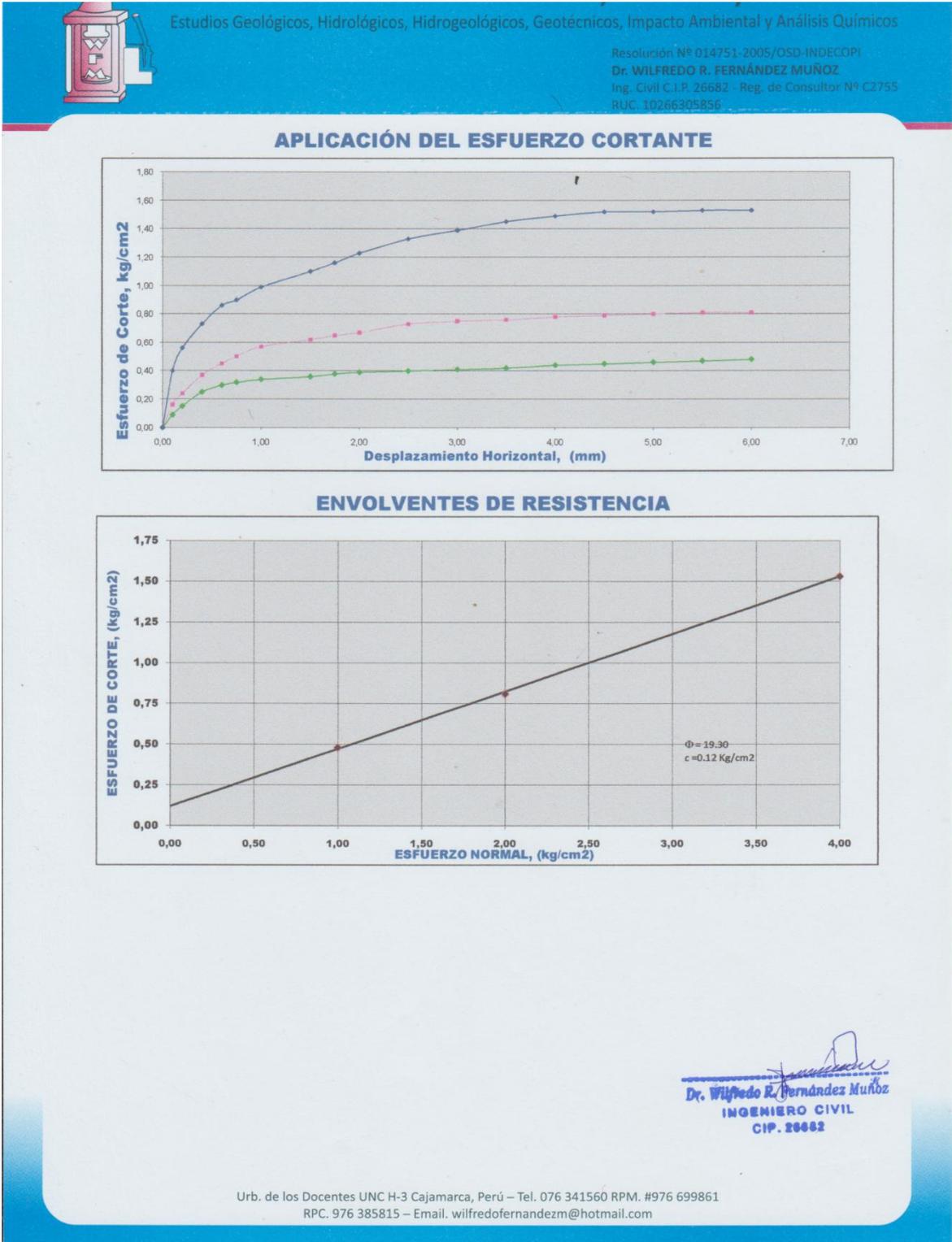
ANGULO DE FRICCIÓN INTERNA (ϕ) =	19,30
COHESION (Kg/cm ²)	0,12

Deformación Tangencial mm	ESFUERZO DE CORTE (Kg/cm ²)	ESFUERZO NORMALIZADO	ESFUERZO DE CORTE (Kg/cm ²)	ESFUERZO NORMALIZADO	ESFUERZO DE CORTE (Kg/cm ²)	ESFUERZO NORMALIZADO
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0,10	0,09	0,53	0,16	0,08	0,40	0,10
0,20	0,15	0,56	0,24	0,12	0,56	0,14
0,40	0,25	0,58	0,37	0,19	0,73	0,18
0,60	0,30	0,63	0,45	0,23	0,86	0,22
0,75	0,32	0,64	0,50	0,25	0,90	0,23
1,00	0,34	0,67	0,57	0,29	0,99	0,25
1,50	0,36	0,67	0,62	0,31	1,10	0,28
1,75	0,38	0,69	0,65	0,33	1,16	0,29
2,00	0,39	0,76	0,67	0,34	1,23	0,31
2,50	0,40	0,78	0,73	0,37	1,33	0,33
3,00	0,41	0,82	0,75	0,38	1,39	0,35
3,50	0,42	0,93	0,76	0,38	1,45	0,36
4,00	0,44	0,94	0,78	0,39	1,49	0,37
4,50	0,45	0,96	0,79	0,40	1,52	0,38
5,00	0,46	0,97	0,80	0,40	1,52	0,38
5,50	0,47	0,98	0,81	0,41	1,53	0,38
6,00	0,48	1,00	0,81	0,41	1,53	0,38

Urb. de los Docentes UNC H-3 Cajamarca, Perú – Tel. 076 341560 RPM. #976 699861
RPC. 976 385815 – Email. wilfredofernandezm@hotmail.com

Wilfredo R. Fernández Muñoz
INGENIERO CIVIL

ANEXO 21: ENSAYO DE CORTE DIRECTO, CALICATA 2.



ANEXO 22: ENSAYO DE CORTE DIRECTO, CALICATA 2.



Laboratorio de Mecánica de Suelos, Concreto y Pavimentos
Estudios Geológicos, Hidrológicos, Hidrogeológicos, Geotécnicos, Impacto Ambiental y Análisis Químicos

Resolución N° 014751-2005/OSD-INDECOPI
Dr. WILFREDO R. FERNÁNDEZ MUÑOZ
Ing. Civil C.I.P. 26682 - Reg. de Consultor N° C2755
RUC. 10266305856

**ENSAYO DE CORTE DIRECTO
ASTM D 3080**

TESIS	: EVALUACIÓN GEOLÓGICA GEOTÉCNICA BARRIO 5 ESQUINAS, BAMBAMARCA 2019
UBICACIÓN	: DISTRITO BAMBAMARCA, PROVINCIA UALGAYOC, DEPARTAMENTO CAJAMARCA
CALICATA	: N °3 PROFUNDIDAD (m) : 3,00 - COORDENADAS UTM: N 9260796,00 E774450,00
TESISTA	: BACH. WILY VÁSQUEZ
TIPO DE MUESTRA	: REMOLDEADA
FECHA	: AGOSTO DEL 2019

CARACTERÍSTICAS DE LA MUESTRA			
Lado o diámetro (cm)	6,2	Humedad (%)	22,18
Altura (cm)	2,04	Altura final de la muestra (cm)	1,822
Area (cm ²)	38,44	Densidad húmeda final (gr/cm ³)	1,638
Volumen (cm ³)	78,42	Densidad seca final (gr/cm ³)	1,061

APLICACIONES DE CARGA			
Velocidad de carga de la maquina (mm/min)	0,25		
Carga normal (KG)	5		
Esp. de muestra	I	II	III
Peso de la Semi Caja Superior (Kg)	4	8	16
Esfuerzo Normal (σ) (Kg/cm ²)	1,00	2,00	4,00
Esf. de corte máximo (τ) (Kg/cm ²)	0,38	0,61	1,07

ANGULO DE FRICCIÓN INTERNA (ϕ) =	13,00
COHESION (Kg/cm ²)	0,15

Deformación Tangencial mm	ESFUERZO DE CORTE (Kg/cm ²)	ESFUERZO NORMALIZADO	ESFUERZO DE CORTE (Kg/cm ²)	ESFUERZO NORMALIZADO	ESFUERZO DE CORTE (Kg/cm ²)	ESFUERZO NORMALIZADO
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0,10	0,09	0,53	0,14	0,07	0,20	0,05
0,20	0,15	0,56	0,22	0,11	0,28	0,07
0,40	0,20	0,58	0,30	0,15	0,36	0,09
0,60	0,25	0,63	0,35	0,18	0,42	0,11
0,75	0,27	0,64	0,38	0,19	0,46	0,12
1,00	0,28	0,67	0,42	0,21	0,52	0,13
1,50	0,29	0,67	0,46	0,23	0,62	0,16
1,75	0,30	0,69	0,48	0,24	0,68	0,17
2,00	0,31	0,76	0,50	0,25	0,73	0,18
2,50	0,32	0,78	0,53	0,27	0,80	0,20
3,00	0,32	0,82	0,55	0,28	0,86	0,22
3,50	0,33	0,93	0,55	0,28	0,90	0,23
4,00	0,34	0,94	0,56	0,28	0,95	0,24
4,50	0,34	0,96	0,57	0,29	0,97	0,24
5,00	0,35	0,97	0,58	0,29	1,01	0,25
5,50	0,37	0,98	0,59	0,30	1,04	0,26
6,00	0,38	1,00	0,61	0,31	1,07	0,27

Urb. de los Docentes UNC H-3 Cajamarca, Perú – Tel. 076 341560 RPM. #976 699861
RPC. 976 385815 – Email. wilfredofernandezm@hotmail.com

Dr. Wilfredo R. Fernández Muñoz
INGENIERO CIVIL
C.I.P. 26682

ANEXO 23: ENSAYO DE CORTE DIRECTO, CALICATA 3.

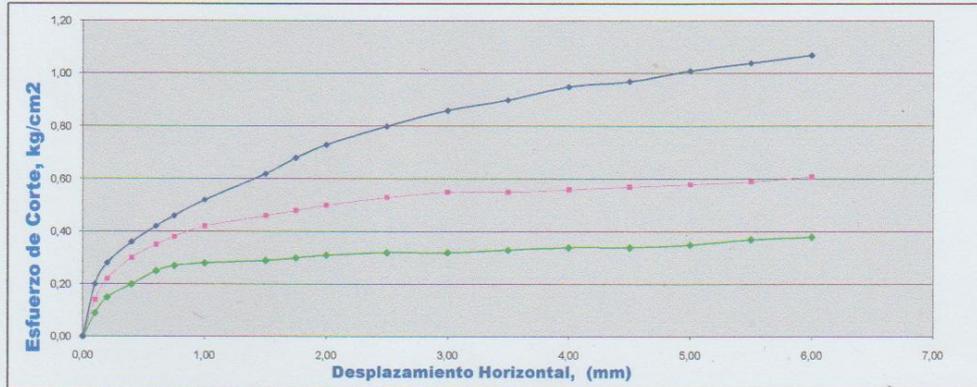


Laboratorio de Mecánica de Suelos, Concreto y Pavimentos

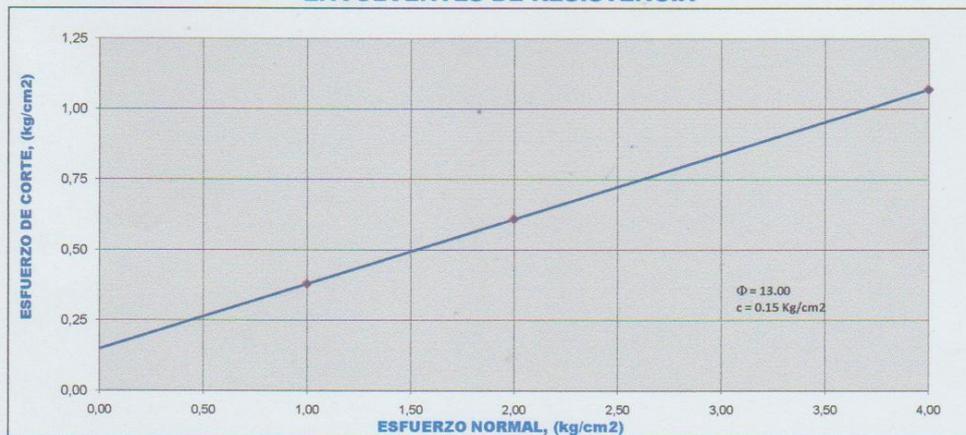
Estudios Geológicos, Hidrológicos, Hidrogeológicos, Geotécnicos, Impacto Ambiental y Análisis Químicos

Resolución Nº 014751-2005/OSD-INDECOPI
 Dr. WILFREDO R. FERNÁNDEZ MUÑOZ
 Ing. Civil C.I.P. 26682 - Reg. de Consultor Nº C2755
 RUC. 10260305856

APLICACIÓN DEL ESFUERZO CORTANTE



ENVOLVENTES DE RESISTENCIA



Dr. Wilfredo R. Fernández Muñoz
Dr. Wilfredo R. Fernández Muñoz
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 26682

Urb. de los Docentes UNC H-3 Cajamarca, Perú – Tel. 076 341560 RPM. #976 699861
 RPC. 976 385815 – Email. wilfredofernandezm@hotmail.com

ANEXO 24: ENSAYO DE CORTE DIRECTO, CALICATA 3.



ANEXO 25: CALICATA 1.



ANEXO 26: CALICATA 2.



ANEXO 27: CALICATA 2.



ANEXO 28: CALICATA 3.



ANEXO 29: Tamizado de materiales finos.



ANEXO 30: Tamizado de materiales gruesos.



ANEXO 31: Peso de muestras en la balanza.



ANEXO 32: Secado de muestras en el horno.



ANEXO 33: Suelo que ha pasado por el tamiz 40.



ANEXO 34: Muestra de suelo en la copa de Casagrande, para obtener limite líquido.



ANEXO 35: Muestras de 3 mm. de diámetro para obtener limite plástico.