

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



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

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO CIVIL**

**EVALUACIÓN DE LOS ASENTAMIENTOS EN EL
SUELO DE FUNDACIÓN DE LA CARRETERA
CHACHAPOYAS – PEDRO RUIZ PE-08B KM 47+ 380 AL
KM 47+580**

Autor: Bach. Juan Yelson Burga Rubio

Asesor: Dr. Jorge Alfredo Hernández Chavarry

Mg. Guillermo Arturo Díaz Jáuregui

Registro:

CHACHAPOYAS – PERÚ

2023

AUTORIZACIÓN DE LA PUBLICACIÓN DE LA TESIS EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL DE LA UNTRM



ANEXO 3-H

AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DE LA TESIS EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL DE LA UNTRM

1. Datos de autor 1

Apellidos y nombres (tener en cuenta las tildes): BURGA RUBIO JUAN YELSON
DNI N°: 75067014
Correo electrónico: 7506701452@UNTRM-EDU-PE
Facultad: INGENIERÍA CIVIL Y AMBIENTAL
Escuela Profesional: INGENIERÍA CIVIL

Datos de autor 2

Apellidos y nombres (tener en cuenta las tildes): _____
DNI N°: _____
Correo electrónico: _____
Facultad: _____
Escuela Profesional: _____

2. Título de la tesis para obtener el Título Profesional

EVALUACIÓN DE LOS ASENTAMIENTOS EN EL SUELO DE FUNDACIÓN DE LA CARRETERA CHACHAPOYAS - PEDRO RUIZ PE-018 KM 471380 AL KM 471580

3. Datos de asesor 1

Apellidos y nombres: DR. HERNÁNDEZ CHÁVARRY JORGE ALFREDO
DNI, Pasaporte, C.E N°: 24417044
Open Research and Contributor-ORCID (<https://orcid.org/0000-0002-9670-0970>): 0009-0003-5352-3577

Datos de asesor 2

Apellidos y nombres: MG. DÍAZ JAVIERGUI GUILLERMO ARTURO
DNI, Pasaporte, C.E N°: 07342260
Open Research and Contributor-ORCID (<https://orcid.org/0000-0002-9670-0970>): 0000-0002-5073-047X

4. Campo del conocimiento según la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos- OCDE (ejemplo: Ciencias médicas, Ciencias de la Salud-Medicina básica-Immunología)

<https://catalogos.concytec.gob.pe/vocabulario/ocde.ford.html>
2-00-00 -- INGENIERÍA, TECNOLOGÍA / 2-01-00 -- INGENIERÍA CIVIL / 2-01-01 -- INGENIERÍA CIVIL

5. Originalidad del Trabajo

Con la presentación de esta ficha, el(la) autor(a) o autores(as) señalan expresamente que la obra es original, ya que sus contenidos son producto de su directa contribución intelectual. Se reconoce también que todos los datos y las referencias a materiales ya publicados están debidamente identificados con su respectivo crédito e incluidos en las notas bibliográficas y en las citas que se destacan como tal.

6. Autorización de publicación

El(dos) titular(es) de los derechos de autor otorga a la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas (UNTRM), la autorización para la publicación del documento indicado en el punto 2, bajo la *Licencia creative commons* de tipo BY-NC: Licencia que permite distribuir, remezclar, retocar, y crear a partir de su obra de forma no comercial por lo que la Universidad deberá publicar la obra poniéndola en acceso libre en el repositorio institucional de la UNTRM y a su vez en el Registro Nacional de Trabajos de Investigación-RENATI, dejando constancia que el archivo digital que se está entregando, contiene la versión final del documento sustentado y aprobado por el Jurado Evaluador.

Chachapoyas, 12 de DICIEMBRE de 2023


Firma del autor 1

Firma del Asesor 1


Firma del autor 2

Firma del Asesor 2

DEDICATORIA

La presente tesis está dedicada a mis amados padres, quienes son mi faro en mi viaje de vida. A mi querido padre el Sr. Julio Burga Pérez quien me inspiró con sus anhelos de éxito y me enseñó que la superación personal es la clave para enfrentar los obstáculos que encontramos en nuestro camino. A mi admirable madre la Sra. Edisa Rubio Lozano, cuya persistencia incansable y buena actitud ante las adversidades me han guiado a través de los desafíos. A ambos, les agradezco por inculcarme la importancia del esfuerzo constante y la determinación en la búsqueda de mis metas. Esta investigación es un tributo a su amor incondicional y sabiduría que han iluminado mi camino hacia la realización de mis metas.

AGRADECIMIENTO

Infinitamente agradecido con mis padres quienes se dedicaron a trabajar arduamente y se limitaron a comprarse muchas cosas con la finalidad de apostar por mi educación, estoy seguro que no habrá forma alguna de recompensarlos por todo aquello que hicieron por mí.

A mis hermanos: porque siempre creyeron en mí, estuvieron apoyándome y motivándome para salir adelante ante cualquier obstáculo que se me presentaba.

A mis docentes: de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas, por compartir sus conocimientos que contribuyeron a mi formación profesional.

Quiero agradecer a mis compañeros por colaborar en equipo, compartir ideas y conocimientos en todas las etapas de nuestra formación académica y profesional.

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

PH.D. JORGE LUIS MAICELO QUINTANA

Rector

DR. OSAR ANDRÉS GAMARRA TORRES

Vicerrector Académico

DRA. MARÍA NELLY LUJÁN ESPINOZA

Vicerrectora de Investigación

PH.D. RICARDO EDMUNDO CAMPOS RAMOS

Decano de la Facultad de Ingeniería Civil y Ambiental

VISTO BUENO DEL ASESOR



UNTRM

REGLAMENTO GENERAL
PARA EL OTORGAMIENTO DEL GRADO ACADÉMICO DE
BACHILLER, MAESTRO O DOCTOR Y DEL TÍTULO PROFESIONAL

ANEXO 3-L

VISTO BUENO DEL ASESOR DE TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL

El que suscribe el presente, docente de la UNTRM ()/Profesional externo (), hace constar que ha asesorado la realización de la Tesis titulada EVALUACIÓN DE
LOS ASENTAMIENTOS EN EL SUELO DE FUNDACIÓN DE LA CARRETERA CHACHAPOYAS -
PEDRO RUIZ PE-080 KM 47+380 AL KM 47+580 ;
del egresado BACH. JUAN YELSON BURGA RUBIO
de la Facultad de INGENIERÍA CIVIL Y AMBIENTAL
Escuela Profesional de INGENIERÍA CIVIL
de esta Casa Superior de Estudios.



El suscrito da el Visto Bueno a la Tesis mencionada, dándole pase para que sea sometida a la revisión por el Jurado Evaluador, comprometiéndose a supervisar el levantamiento de observaciones que formulen en Acta en conjunto, y estar presente en la sustentación.

Chachapoyas, 05 de JULIO de 2023

Firma y nombre completo del Asesor
DR. JORGE ALFREDO HERNÁNDEZ CHAVARRY

VISTO BUENO DEL ASESOR



UNTRM

REGLAMENTO GENERAL
PARA EL OTORGAMIENTO DEL GRADO ACADÉMICO DE
BACHILLER, MAESTRO O DOCTOR Y DEL TÍTULO PROFESIONAL

ANEXO 3-L

VISTO BUENO DEL ASESOR DE TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL

El que suscribe el presente, docente de la UNTRM ()/Profesional externo (), hace constar que ha asesorado la realización de la Tesis titulada EVALUACIÓN DE
LOS ASENTAMIENTOS EN EL SUELO DE FUNDACIÓN DE LA CARRETERA CHACHAPOYAS -
PEDRO RUIZ PÉ - OBIS KM 47+380 AL KM 47+580
del egresado BACH. JUAN YELSON BURJA RUIZ
de la Facultad de INGENIERÍA CIVIL Y AMBIENTAL
Escuela Profesional de INGENIERÍA CIVIL
de esta Casa Superior de Estudios.

El suscrito da el Visto Bueno a la Tesis mencionada, dándole pase para que sea sometida a la revisión por el Jurado Evaluador, comprometiéndose a supervisar el levantamiento de observaciones que formulen en Acta en conjunto, y estar presente en la sustentación.

Chachapoyas, 05 de JUNIO de 2023

Firma y nombre completo del Asesor
MR. GUILLERMO ARTURO DÍAZ JUÁREZ



JURADO EVALUADOR

Lic. José Luis Quispe Osorio

Presidente

Dr. Erick Stevinsonn Arellanos Carrión

Secretario

Ing. Manuel Eduardo Aguilar Rojas

Vocal

CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD DE LA TESIS



ANEXO 3-Q

CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD DE LA TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL

Los suscritos, miembros del Jurado Evaluador de la Tesis titulada:

EVALUACIÓN DE LOS ASIENTOS EN EL SUELO DE FUNDACIÓN DE LA CARRETERA

CHACHAPOYAS - PERÚ RUIZ PE-08B KM 47+380 AL KM 47+530

presentada por el estudiante ()/egresado (x) BACH. JUAN YELSON BURZA RUBIO

de la Escuela Profesional de INGENIERÍA CIVIL

con correo electrónico institucional 7605701452@UNTRM.EDU.PE

después de revisar con el software Turnitin el contenido de la citada Tesis, acordamos:

- a) La citada Tesis tiene 16 % de similitud, según el reporte del software Turnitin que se adjunta a la presente, el que es menor (x) / igual () al 25% de similitud que es el máximo permitido en la UNTRM.
- b) La citada Tesis tiene _____ % de similitud, según el reporte del software Turnitin que se adjunta a la presente, el que es mayor al 25% de similitud que es el máximo permitido en la UNTRM, por lo que el aspirante debe revisar su Tesis para corregir la redacción de acuerdo al Informe Turnitin que se adjunta a la presente. Debe presentar al Presidente del Jurado Evaluador su Tesis corregida para nueva revisión con el software Turnitin.



Chachapoyas, 02 de octubre del 2023


SECRETARIO


PRESIDENTE


VOCAL

OBSERVACIONES:

.....
.....

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE LA TESIS



ANEXO 3-5

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL

En la ciudad de Chachapoyas, el día 20 de octubre del año 2023, siendo las 17:00 horas, el aspirante: Enzo-Juan Yelton Burga Rubio, asesorado por Dr. Jorge Alfredo Hernández Chacón y Mg. Guillermo A. Díaz Jarama defiende en sesión pública presencial () / a distancia () la Tesis titulada: Evaluación de los asentamientos en el sector de fundación de la carretera Chachapoyas - Pálo Ruiz Pá-CBB Km 47+350 al Km 47+580., para obtener el Título Profesional de Ingeniero Civil, a ser otorgado por la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas; ante el Jurado Evaluador, constituido por:

Presidente: Lic. José Luis Quiroga Oberto

Secretario: Dr. Erick Stevenson Arellano Camión

Vocal: Ing. Manuel Eduardo Aguilar Rojas



Procedió el aspirante a hacer la exposición de la Introducción, Material y métodos, Resultados, Discusión y Conclusiones, haciendo especial mención de sus aportaciones originales. Terminada la defensa de la Tesis presentada, los miembros del Jurado Evaluador pasaron a exponer su opinión sobre la misma, formulando cuantas cuestiones y objeciones consideraron oportunas, las cuales fueron contestadas por el aspirante.

Tras la intervención de los miembros del Jurado Evaluador y las oportunas respuestas del aspirante, el Presidente abre un turno de intervenciones para los presentes en el acto de sustentación, para que formulen las cuestiones u objeciones que consideren pertinentes.

Seguidamente, a puerta cerrada, el Jurado Evaluador determinó la calificación global concedida a la sustentación de la Tesis para obtener el Título Profesional, en términos de:

Aprobado () por Unanimidad () / Mayoría () Desaprobado ()

Otorgada la calificación, el Secretario del Jurado Evaluador lee la presente Acta en esta misma sesión pública. A continuación se levanta la sesión.

Siendo las 18:40 horas del mismo día y fecha, el Jurado Evaluador concluye el acto de sustentación de la Tesis para obtener el Título Profesional.


SECRETARIO


VOCAL


PRESIDENTE

OBSERVACIONES:

ÍNDICE

AUTORIZACIÓN DE LA PUBLICACIÓN DE LA TESIS EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL DE LA UNTRM.....	ii
DEDICATORIA	iii
AGRADECIMIENTO	iv
AUTORIDADES DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL TORIBIO RODRÍGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS	v
VISTO BUENO DEL ASESOR.....	vi
VISTO BUENO DEL ASESOR.....	vii
JURADO EVALUADOR.....	viii
CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD DE LA TESIS.....	ix
ACTA DE SUSTENTACIÓN DE LA TESIS.....	x
ÍNDICE DE TABLAS	xiii
ÍNDICE DE FIGURAS	xiv
RESUMEN	xv
ABSTRACT.....	xvi
I. INTRODUCCIÓN.....	17
II. MATERIAL Y MÉTODOS.....	20
2.1 Lugar de ubicación del estudio.	20
2.2 Diseño de la investigación.	24
2.3 Población, muestra y muestreo.	24
2.3.1 Universo representativo.	24
2.3.2 Muestreo.	24
2.4 Métodos.....	24
2.4.1 Método inductivo - deductivo.....	24
2.5 Técnicas e instrumentos de investigación para la recolección de datos.....	25
2.5.1 Técnica: Conjunto de normas y procedimientos para regular un determinado proceso y alcanzar un determinado objetivo (Ñaupas & Paitán, Marcelino Raúl Valdivia Dueñas, Jesús Josefa Palacios Vilela, 2018).....	25
2.5.2 Instrumentos: Se refiere a los materiales o conceptos utilizados para la recolección sistemática y organizada de los datos de investigación. (Ñaupas & Paitán, Marcelino Raúl Valdivia Dueñas, Jesús Josefa Palacios Vilela, 2018).....	25
2.6 Procedimiento.	27
2.6.1 Herramientas y materiales.	27
2.6.2 Identificación de las zonas con deformación superficial.	27
2.6.3 Determinación de los valores de las propiedades físico-mecánicas del suelo.	27

2.6.4	Valoración de la capacidad portante en el suelo de estudio.	29
III.	Resultados	33
3.1	Identificar las zonas con deformación superficial.....	33
3.2	Determinar los valores de las propiedades físico-mecánicas del suelo.....	33
3.3	Valorar la capacidad portante en el suelo de estudio.	39
IV.	DISCUSIONES	41
V.	CONCLUSIONES	43
VI.	Recomendaciones	44
VII.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	45
	ANEXOS	47

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA N° 1.	Coordenadas UTM de las calicatas	24
TABLA N° 2.	Contenido de humedad de las calicatas (C-1) y (C-2).....	33
TABLA N° 3.	Densidad natural de las calicatas C-1 y C-2	33
TABLA N° 4.	Cuadro resumen.....	38
TABLA N° 5.	Resumen de resultados del ensayo corte directo.	39
TABLA N° 6.	Resumen de capacidad de carga última de cimentaciones.	39
TABLA N° 7.	Resumen de capacidad de carga ultima de cimentaciones que exhiben falla local por corte.	40

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA N° 1.	Mapa Departamental y Mapa Provincial	21
FIGURA N° 2.	Mapa del Distrito de Chachapoyas.....	22
FIGURA N° 3.	Localización del lugar de estudio.....	23
FIGURA N° 4.	Ficha de registro.	26
FIGURA N° 5.	Falla de capacidad de carga en un suelo bajo una cimentación rígida continua (corrida). 30	
FIGURA N° 6.	Factores de capacidad de carga modificada de Terzaghi N'_c, N'_q, N'_γ	31
FIGURA N° 7.	Sistema unificado de clasificación de suelos (S.U.C.S).....	34
FIGURA N° 8.	Clasificación de suelos por el método AASHTO.....	35
FIGURA N° 9.	Perfil estratigráfico de la calicata (C-1).....	36
FIGURA N° 10.	Perfil estratigráfico de la calicata (C-2).....	37

RESUMEN

Los pavimentos flexibles sobre subrasantes arcillosas tienen un mayor espesor debido a su baja capacidad de soporte, ya que al entrar en contacto con el agua cambian de volumen drásticamente, como consecuencia surge la presencia de asentamientos diferenciales excesivos creando grietas, fisuras, hundimientos y ondulaciones en la superficie de los pavimentos. Por lo tanto, el objetivo del estudio, fue evaluar los asentamientos en el suelo de fundación de la carretera Chachapoyas - Pedro Ruiz PE - 08B km 47+380 al km 47+580. Se trata de un estudio transversal, cuantitativo de naturaleza no experimental, el tramo en estudio presenta asentamientos en el terreno de fundación, para solucionarlo se llevaron a cabo estudios de mecánica de suelos, se evaluaron las características físicas del suelo a través de pruebas de análisis granulométrico por tamizado, contenido de humedad y límites de Atterberg, para determinar las propiedades mecánicas se evaluó mediante ensayos de corte directo. Los resultados fueron suelos malos (AASHTO) y arcillas delgadas arenosas (SUCS). Se concluye, que los asentamientos en el suelo de fundación de la carretera se deben a la baja capacidad portante de los mismos.

***Palabras claves:** asentamiento, propiedades físico - mecánicas, corte directo.*

ABSTRACT

Flexible pavements on clay subgrades have a greater thickness due to their low bearing capacity, since when they come into contact with water they change volume drastically, resulting in the presence of excessive differential settlements creating cracks, fissures, subsidence and undulations on the surface of the pavement. Therefore, the objective of the study was to evaluate the settlements in the foundation soil of the Chachapoyas - Pedro Ruiz PE - 08B road from km 47+380 to km 47+580. This is a transversal, quantitative, non-experimental study. The section under study presents settlements in the foundation soil. To solve it, soil mechanics studies were carried out, the physical characteristics of the soil were evaluated through sieving granulometric analysis tests, moisture content and Atterberg limits, to determine the mechanical properties were evaluated by direct shear tests. The results were bad soils (AASHTO) and thin sandy clays (SUCS). It is concluded that the settlements in the road foundation soil are due to their low bearing capacity.

Key words: settlement, physical-mechanical properties, direct shear.

I. INTRODUCCIÓN

El transporte por carretera en la actualidad se ha convertido en un modo de transporte de uso común, ya que se adapta fácilmente a cualquier topografía y clima (Reddy, 2018). Por lo tanto, este medio de transporte se ha transformado en el moderno estilo de vida de las personas ya que resulta ser el modo predominante para el traslado de productos y personas de un lugar a otro en el interior del país, estas carreteras deben ofrecer condiciones de comodidad, seguridad y confort apostando por la prosperidad, el desarrollo y el progreso social de una nación, facilitando el aprovechamiento de los recursos naturales logrando incrementar el estilo de vida de las personas pertenecientes a una población a través de actividades comerciales, sociales y culturales (Quispe Chambi, 2015). Perú se caracteriza por ser un país topográficamente accidentado, con diversos tipos de climas, con múltiples formaciones rocosas que se han formado producto de la actividad incesante de la Cordillera de los Andes, en estas áreas una gran parte de los suelos sedimentarios son del tipo arcilloso que al entrar en contacto con el agua cambian de volumen presentando una capacidad baja de soporte, los cuales no pueden utilizarse como capa de subrasante en el diseño de pavimentos (Quispe & Justo, 2019).

Como los caminos deben pasar a través de los suelos que se interponen en su camino para satisfacer la interconectividad de dos lugares con distancias más cortas, a veces se hace necesario construir pavimentos sobre terrenos blandos que en ocasiones son del tipo arcilloso, que al entrar en contacto con el agua su resistencia disminuye. Las subrasantes de arcilla blanda durante la temporada de lluvias facilitan la intrusión del subsuelo y la penetración del material de la subrasante (capa base en la subrasante), como consecuencia surge la presencia de asentamientos diferenciales excesivos creando grietas y ondulaciones en la superficie de los pavimentos a lo largo de las huellas de las ruedas (Reddy & Moorthy, 2005). Se prefiere los pavimentos flexibles sobre los pavimentos rígidos, ya que implica una inversión inicial menor y permite la construcción de pavimentos de mayor longitud con el presupuesto asignado; por lo tanto, las metodologías de diseño de pavimentos deben garantizar una capacidad de servicio razonable (Reddy, 2018). Los pavimentos flexibles están diseñados con el módulo resiliente del suelo, el método se basa en el comportamiento de carga - penetración del suelo de la subrasante e ignora la posibilidad de fallo por cizallamiento. Los pavimentos flexibles sobre subrasantes arcillosas no solo tienen un

mayor espesor debido a su menor resistencia, sino que también tienen una superficie de rodadura deficiente. Entre las subrasantes arcillosas, los suelos expansivos plantean serios problemas para la construcción de pavimentos en términos de su muy baja resistencia en condiciones húmedas y su inestabilidad de volumen con las fluctuaciones estacionales de humedad; las fallas notables en pavimentos flexibles sobre suelos expansivos son; apariencia ondulada de la superficie, agrietamiento longitudinal a lo largo de las huellas de las ruedas, asentamiento excesivo y falla por corte en la región del borde (Reddy, 2018). La deformación desigual de la subrasante en el suelo de fundación es uno de los problemas generalizados que a menudo se generan debido a la carga dinámica, el peso del terraplén, los suelos saturados de grano fino y la construcción en las cercanías”, por lo tanto, la deformación tendrá una gran tensión adicional en la estructura del pavimento (Xu et al., 2019).

Esta tensión adicional puede incluso superar las tensiones causadas por la carga de tráfico, lo que da como resultado un daño temprano al pavimento, las normas existentes en el diseño de la carretera consideran principalmente el impacto de la carga de tráfico, el asentamiento desigual de la subrasante a la capa de estructura del pavimento para traer tensión adicional (Du et al., 2017). La degradación de la infraestructura del pavimento es un problema multifísico típico producto de los resultados de los patrones de tráfico y de las condiciones ambientales reales, las predicciones de la vida útil del pavimento se vuelven cada vez más complicadas, lo que requiere un entendimiento profundo del análisis del material del pavimento (Chen et al., 2021).

Los pavimentos de asfalto o pavimentos flexibles se diseñan generalmente para un periodo de 20 años de vida útil, los cuales por lo general están conformados por cuatro capas (la subrasante, la subbase, la base y la carpeta asfáltica); con el paso del tiempo la superficie asfáltica se deteriora rápidamente, si no se diseña correctamente el asfalto terminará presentando diferentes tipos de deterioro; entonces para mantener y rehabilitar el pavimento debe existir una solución o estrategia para cumplir con la vida útil de diseño (Lee et al., 2017).

La ingeniería de pavimentos es el proceso de planificación, creación y sostenimiento de una estructura pavimentada para satisfacer las necesidades ambientales y de tráfico, el número de personas que poseen automóviles no ha dejado de aumentar

desde que empezó a florecer la industria automovilística y, para soportar las exigencias del tráfico intenso, los pavimentos deben estar en excelentes condiciones, los pavimentos de asfalto han cambiado significativamente en los últimos 100 años en términos de composición estructural, nuevos materiales, tecnologías de construcción, metodologías de diseño, necesidades del tráfico, condiciones medioambientales, reciclado de materiales, etc. Como resultado, han pasado de ser una superficie granular de una sola capa en los primeros tiempos a una estructura multicapa en la era moderna (Liu et al., 2020).

Incluso las estructuras diseñadas con cautela están sujetas a condiciones de peligro y los fondos invertidos en la construcción de estas estructuras son en vano debido a los grandes cambios de volumen estacionales que ocurren en los suelos expansivos de fundación de apoyo (Anaokar & Mhaiskar, 2020).

El objetivo de esta investigación fue evaluar los asentamientos en el suelo de fundación de la carretera Chachapoyas - Pedro Ruiz PE-08B Km 47+380 al Km 47+580 y para lograrlo se siguió el siguiente procedimiento: Identificar las zonas con deformación superficial, determinar los valores de las propiedades físico-mecánicas del suelo y valorar la capacidad portante en el suelo de estudio.

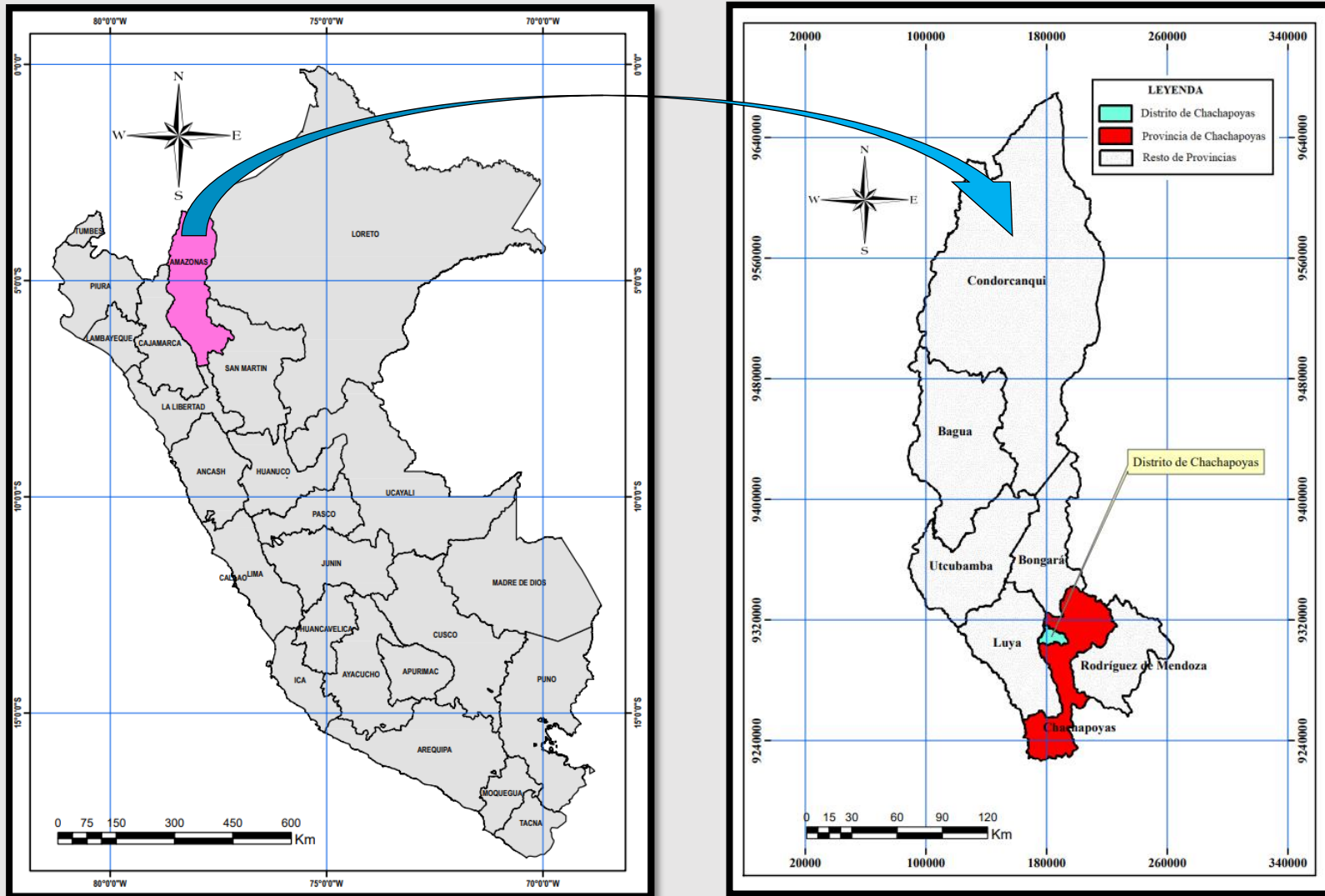
II. MATERIAL Y MÉTODOS

2.1 Lugar de ubicación del estudio.

En este estudio, se seleccionó como zona de investigación a la vía que conecta Chachapoyas – Pedro Ruiz entre las progresivas Km 47+380 al Km 47+580. Está ubicado en el Asentamiento Humano El Molino, Distrito de Chachapoyas, Provincia de Chachapoyas Región Amazonas.

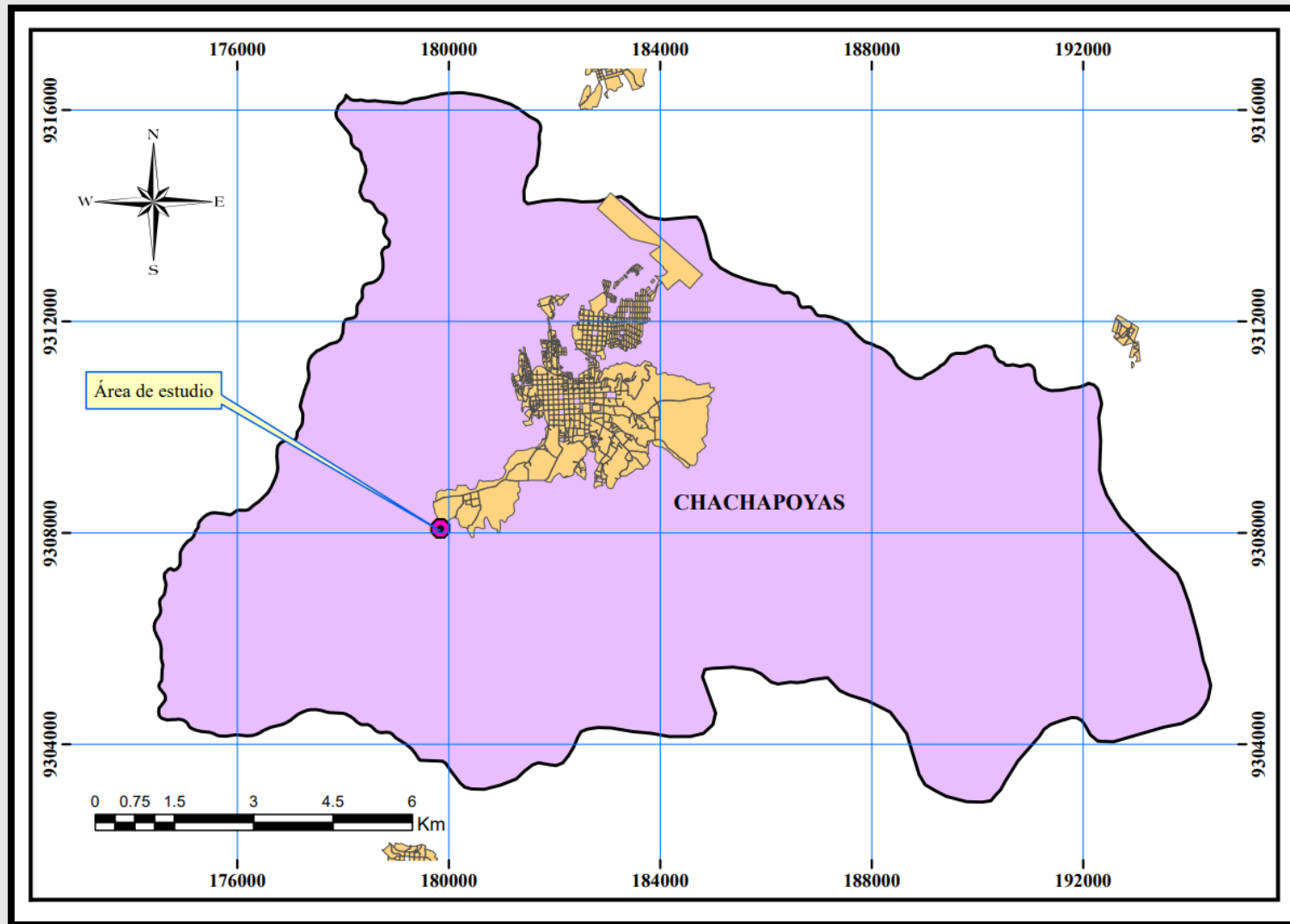
Se eligió esta área de estudio para evaluar los asentamientos en el suelo de fundación debido a que el pavimento se encuentra afectado por este problema, para ello se aplica la técnica de muestreo a través de la realización de calicatas, según el criterio del investigador, quien consideró realizar dos calicatas de 2.50 metros de profundidad para dicho estudio.

FIGURA N° 1. Mapa Departamental y Mapa Provincial



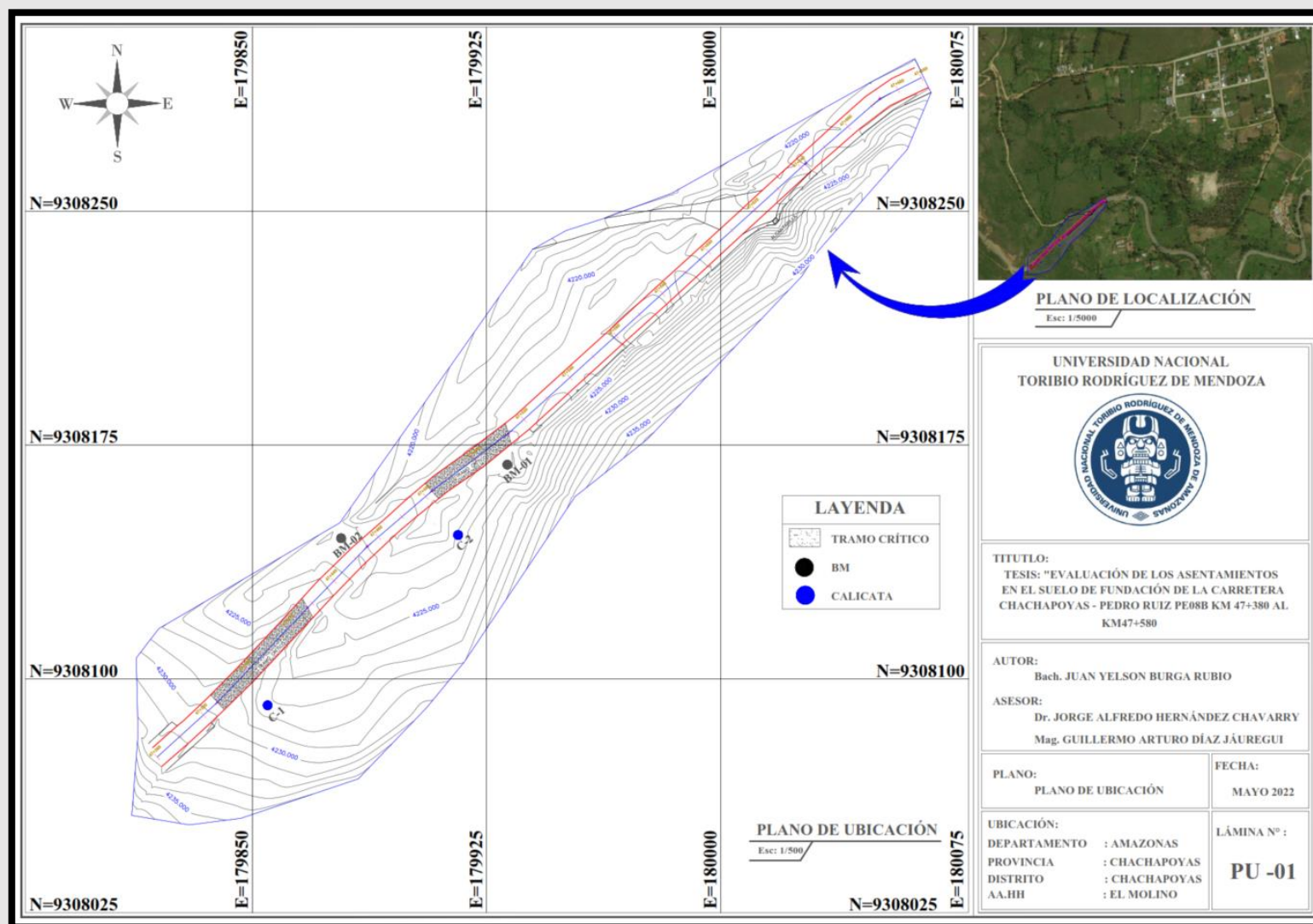
Fuente: Elaboración propia.

FIGURA N° 2. Mapa del Distrito de Chachapoyas.



Fuente: Elaboración propia.

FIGURA N° 3. Localización del lugar de estudio.



Fuente: Elaboración propia.

TABLA N° 1. Coordenadas UTM de las calicatas

Ítem	Este	Norte	Altitud (msnm)
Calicata 01	179905.2640	9308131.2230	2112.587
Calicata 02	179839.6760	9308082.2060	2116.508

Fuente: Elaboración propia.

2.2 Diseño de la investigación.

La investigación es del tipo cuantitativa: Utiliza la recolección de datos y el análisis de los mismos con el objetivo de contestar preguntas de investigación y probar hipótesis. Para probar la hipótesis lo hace mediante el Método preferente de investigación que consiste en: Deducción-inducción Observación, medición, muestreo y experimentación (Ñaupas & Paitán, Marcelino Raúl Valdivia Dueñas, Jesús Josefa Palacios Vilela, 2018).

2.3 Población, muestra y muestreo.

2.3.1 Universo representativo.

Constituido por el suelo conformado por arcilla delgada arenosa de la carretera Chachapoyas – Pedro Ruiz entre las progresivas Km 47+380 al Km 47+580.

2.3.2 Muestreo.

Para la determinación de la muestra se utilizó la **técnica de muestreo no probabilístico por conveniencia:**

Facilita optar por los casos accesibles que acepten ser incluidos. Está fundamentado en la conveniente accesibilidad y proximidad del investigador hacia los sujetos (Otzen & Manterola, 2017).

Utilizando la estrategia de muestreo no aleatorio por conveniencia, el investigador por su criterio y buen juicio decidió realizar dos calicatas de 2.50 metros de profundidad en una distancia menor a 200 metros teniendo como previo conocimiento del **Anexo N° 1**.

2.4 Métodos.

2.4.1 Método inductivo - deductivo.

El método inductivo - deductivo consiste en dos procesos inversos: inducción y deducción. El razonamiento inductivo consiste en aplicar la información de un

caso específico a un cuerpo de conocimiento más general para llegar a conclusiones generales (Rodríguez y Pérez, 2017). Para determinar las características físico-mecánicas del suelo, se perforan dos calicatas de 2.50 metros de profundidad, se tomaron las muestras y se llevan al laboratorio de mecánica de suelos.

2.5 Técnicas e instrumentos de investigación para la recolección de datos.

2.5.1 Técnica: Conjunto de normas y procedimientos para regular un determinado proceso y alcanzar un determinado objetivo (Ñaupas & Paitán, Marcelino Raúl Valdivia Dueñas, Jesús Josefa Palacios Vilela, 2018).

Observación. Se trata de un proceso organizado y riguroso de registro de comportamientos y situaciones que sean observables y confiables, mediante la utilización de un conjunto de categorías y subcategorías (Hernández-Sampieri & Christian Paulina Mendoza Torres, 2018).

2.5.2 Instrumentos: Se refiere a los materiales o conceptos utilizados para la recolección sistemática y organizada de los datos de investigación. (Ñaupas & Paitán, Marcelino Raúl Valdivia Dueñas, Jesús Josefa Palacios Vilela, 2018).

2.6 Procedimiento.

2.6.1 Herramientas y materiales.

- ✓ Equipo topográfico (Estación total, trípode y prismas).
- ✓ GPS.
- ✓ Pico.
- ✓ Palana.
- ✓ Libreta de campo.
- ✓ Lapiceros.
- ✓ Tubos de 2" de 30 cm.
- ✓ Sacos y bolsas.

2.6.2 Identificación de las zonas con deformación superficial.

➤ **Exploración de campo.**

Para poder realizar la identificación de las zonas con deformación superficial de la carpeta asfáltica de rodadura, se hizo un análisis visual del lugar de estudio identificando el hito kilométrico que indica la progresiva de la vía Chachapoyas-Pedro Ruiz. Después de ello se procedió a medir con una cinta métrica hasta llegar a las zonas con deformación superficial y anotar las progresivas correspondientes a las zonas afectadas por el asentamiento del suelo.

2.6.3 Determinación de los valores de las propiedades físico-mecánicas del suelo.

Después de terminar con la exploración de campo, se identificó y definió donde se realizarían las excavaciones de las dos calicatas, dejando prendida una estaca y tomando las coordenadas UTM correspondientes para cada una de ellas (Tabla N°1) en cada lugar de dicha excavación. Luego, se llevó a cabo un registro de las medidas y características del terreno utilizando una estación total y prismas.

➤ **Toma de muestras del suelo.**

La excavación de las calicatas se hizo de manera manual, se inició quitando toda la materia orgánica y luego se procedió a excavar hasta la profundidad requerida (2.50 m), posterior a ese procedimiento se incrustaron los tubos en una de las caras del hueco, y en el fondo de la

excavación se procedió a trazar un cuadrado de 30 cm por 30 cm y a excavar 30 cm más para poder extraer un cubo de 30 x 30 x 30 cm, Se colocaron las muestras en bolsas herméticas y se identificaron numéricamente según la calicata correspondiente. Posteriormente, las muestras fueron transportadas al laboratorio para su análisis. “DÍAZ & OCAMPO CONSTRUCTORES Y CONSULTORES SRL” en la Ciudad de Chachapoyas para el respectivo análisis de mecánica de suelos.

➤ **Análisis granulométrico por tamizado MTC E 107.**

El objeto de estudio es determinar cuantitativamente la distribución granulométrica de las partículas constituyentes del suelo (MTC, 2016).

➤ **Contenido de humedad MTC E 215.**

El objetivo de este análisis es calcular la cantidad de agua presente en el suelo, mediante la relación entre el peso del agua y el peso de las partículas sólidas de una determinada masa de suelo. Este proceso implica el secado del suelo húmedo en un horno a $110 \pm 5^{\circ}\text{C}$ hasta obtener un peso constante, lo que permite determinar el peso de las partículas sólidas. La diferencia de peso entre el suelo húmedo y el seco se considera como el peso del agua (MTC, 2016).

➤ **Límites de Atterberg.**

Los límites de Atterberg miden la sensibilidad del comportamiento del suelo ante la variación del contenido de humedad, y entre ellos se encuentran el límite líquido (Ll, MTC E 110), el límite plástico (Lp, MTC E 111) y el límite de contracción (Lc, MTC E 112). Estos límites permiten medir la capacidad de cohesión del suelo (MTC, 2016).

Limite liquido MTC E 110, ASTM D-4318.

Se trata del porcentaje del contenido de humedad en el suelo el que se encuentra en el punto intermedio entre los estados líquido y plástico. (MTC, 2016)

Limite plástico (L.P.) e índice de plasticidad (I.P.) MTE E 110, ASTM D-4318.

Se denomina limite plástico (L.P.) a la humedad más baja con la que pueden formarse barritas de suelo de unos 2,3 mm (1/8”) de diámetro, rodando dicho suelo entre la palma de la mano y una superficie lisa (vidrio esmerilado), sin que dichas barritas se desmoronen (MTC, 2016).

➤ **Clasificación de suelos.**

Se utilizan dos sistemas de clasificación de suelos con frecuencia en aplicaciones de ingeniería: el primero es el sistema unificado de clasificación de suelos (SUCS o USCS) que se utiliza para casi todos los tipos de ingeniería geotécnica y el segundo es el sistema de clasificación American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO) que se utiliza para la construcción de carreteras y terraplenes (Borselli, 2021).

2.6.4 Valoración de la capacidad portante en el suelo de estudio.

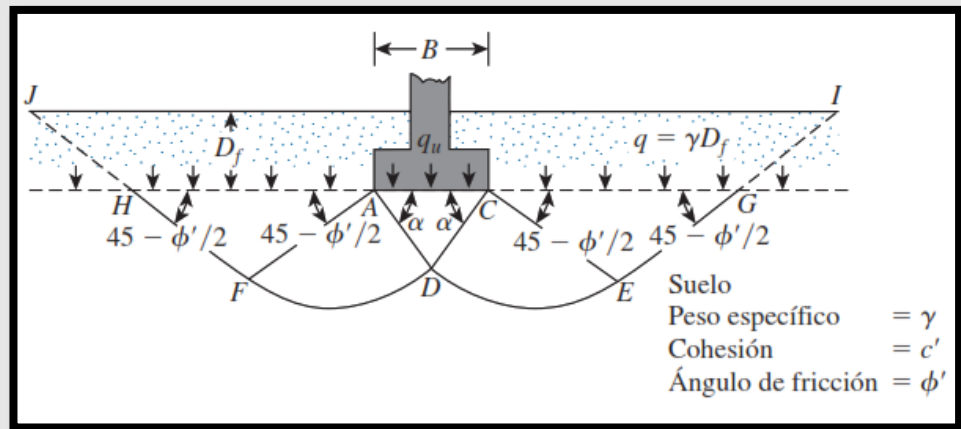
➤ **Corte directo MTC E 123.**

Este método se utiliza para obtener de manera rápida las propiedades de resistencia al corte en una situación de campo donde ha ocurrido una consolidación completa bajo los esfuerzos normales que actúan.(MTC, 2016).

✓ **Teoría de la capacidad de carga de Terzaghi.**

Terzaghi fue el primero en presentar una teoría completa para evaluar la capacidad de carga última de cimentaciones aproximadamente superficiales. De acuerdo con su teoría, una cimentación es superficial si su profundidad, D_f (Figura N°4), es menor o igual a su ancho. Sin embargo, investigadores posteriores que la cimentación con D_f igual a tres o cuatro veces su ancho se podrían definir como superficiales (Braja M. Das, 2011).

FIGURA N° 5. Falla de capacidad de carga en un suelo bajo una cimentación rígida continua (corrida).



Terzaghi formuló la manera en que se expresa la capacidad de carga última de la siguiente forma:

- **Cimentación continua o corrida.**

$$q_u = c' + qN_q + \frac{1}{2}\gamma BN_\gamma$$

Donde:

c' = cohesión del suelo.

γ = peso específico del suelo.

$$q = \gamma D_f$$

N_c, N_q, N_γ = factores de carga que son adimensionales y funciones solo del ángulo de fricción del suelo.

- **Cimentación cuadrada.**

$$q_u = 1.3c'N_c + qN_q + 0.4\gamma BN_\gamma$$

Donde:

c' = cohesión del suelo.

γ = peso específico del suelo.

$$q = \gamma D_f$$

N_c, N_q, N_γ = factores de carga que son adimensionales y funciones solo del ángulo de fricción del suelo.

- **Cimentación circular.**

$$q_u = 1.3c'N_c + qN_q + 0.3\gamma BN_\gamma$$

Donde:

C' = cohesión del suelo.

γ = peso específico del suelo.

$$q = \gamma D_f$$

N_c, N_q, N_γ = factores de carga que son adimensionales y funciones solo del ángulo de fricción del suelo.

FIGURA N° 6. Factores de capacidad de carga modificada de Terzaghi N'_c, N'_q, N'_γ

ϕ'	N_c	N_q	N_γ	ϕ'	N_c	N_q	N_γ
0	5.70	1.00	0.00	26	15.53	6.05	2.59
1	5.90	1.07	0.005	27	16.30	6.54	2.88
2	6.10	1.14	0.02	28	17.13	7.07	3.29
3	6.30	1.22	0.04	29	18.03	7.66	3.76
4	6.51	1.30	0.055	30	18.99	8.31	4.39
5	6.74	1.39	0.074	31	20.03	9.03	4.83
6	6.97	1.49	0.10	32	21.16	9.82	5.51
7	7.22	1.59	0.128	33	22.39	10.69	6.32
8	7.47	1.70	0.16	34	23.72	11.67	7.22
9	7.74	1.82	0.20	35	25.18	12.75	8.35
10	8.02	1.94	0.24	36	26.77	13.97	9.41
11	8.32	2.08	0.30	37	28.51	15.32	10.90
12	8.63	2.22	0.35	38	30.43	16.85	12.75
13	8.96	2.38	0.42	39	32.53	18.56	14.71
14	9.31	2.55	0.48	40	34.87	20.50	17.22
15	9.67	2.73	0.57	41	37.45	22.70	19.75
16	10.06	2.92	0.67	42	40.33	25.21	22.50
17	10.47	3.13	0.76	43	43.54	28.06	26.25
18	10.90	3.36	0.88	44	47.13	31.34	30.40
19	11.36	3.61	1.03	45	51.17	35.11	36.00
20	11.85	3.88	1.12	46	55.73	39.48	41.70
21	12.37	4.17	1.35	47	60.91	44.45	49.30
22	12.92	4.48	1.55	48	66.80	50.46	59.25
23	13.51	4.82	1.74	49	73.55	57.41	71.45
24	14.14	5.20	1.97	50	81.31	65.60	85.75
25	14.80	5.60	2.25				

- **Factor de seguridad.**

El cálculo de la capacidad de carga permisible bruta de cimentaciones superficiales requiere aplicar un factor de seguridad (FS) a la capacidad de carga última bruta (Braja M. Das, 2011).

$$q_{perm} = \frac{q_u}{FS}$$

Sin embargo, algunos ingenieros prefieren emplear un factor de seguridad tal que:

$$\text{Incremento neto del esfuerzo en el suelo} = \frac{\text{capacidad de carga última neta}}{FS}$$

La capacidad de carga última neta se describe como la máxima presión que la base puede resistir por unidad de área, más allá de la presión ejercida por el suelo en su entorno a nivel de la base. Si asumimos que la diferencia entre el peso específico del concreto empleado en la base y el peso específico del suelo circundante es insignificante, entonces (Braja M. Das, 2011)

$$q_{neta(u)} = q_u - q$$

Donde:

$q_{neta(u)}$ = capacidad de carga última neta.

$$q = \gamma D_f$$

Por lo tanto,

$$q_{perm(neta)} = \frac{q_u - q}{FS}$$

El factor de seguridad debe ser al menos 3 en todos los casos.

III. RESULTADOS

3.1 Identificar las zonas con deformación superficial.

Luego del levantamiento topográfico, se identificó la sección del pavimento con deformación superficial, la cual se encuentra entre las progresivas Km 47+380 al Km 47+520, esta longitud presenta dos tramos críticos, en los cuales se puede observar fisuras, deformaciones por corrimiento, hundimiento y baches (Figura N°3).

3.2 Determinar los valores de las propiedades físico-mecánicas del suelo.

Una vez obtenido los resultados de las diferentes pruebas realizadas en el laboratorio de suelos “DÍAZ & OCAMPO CONSTRUCTORES Y CONSULTORES SRL”, como análisis granulométrico, los límites de consistencia, el contenido de humedad y la resistencia al corte de un suelo, se procederá a realizar una columna estratigráfica para conocer la conformación del suelo y determinar la razón de los asentamientos del suelo de fundación.

TABLA N° 2. Contenido de humedad de las calicatas (C-1) y (C-2)

Contenido de Humedad					
Calicata N°	C - 1		C - 2		
Muestra	M1	M2	M1	M2	M3
Contenido de humedad (%)	36.42	16.59	30.96	48.45	18.49

Fuente: Elaboración propia.

- **Relación de peso.** El contenido de humedad y el peso unitario son las relaciones de peso más utilizadas. El contenido de humedad, que también se llama contenido de agua, se define como la proporción del peso del agua al peso de los sólidos en un volumen específico del suelo (según Braja M. Das, 2015). En la **Tabla N° 2** se presentan los datos correspondientes obtenidos en el laboratorio para cada calicata.

TABLA N° 3. Densidad natural de las calicatas C-1 y C-2

Densidad Natural		
Calicata	C - 1	C - 2
Muestra	M2	M3
Densidad natural de la muestra (gr/cm ³)	2.073	1.193

Fuente: Elaboración propia.

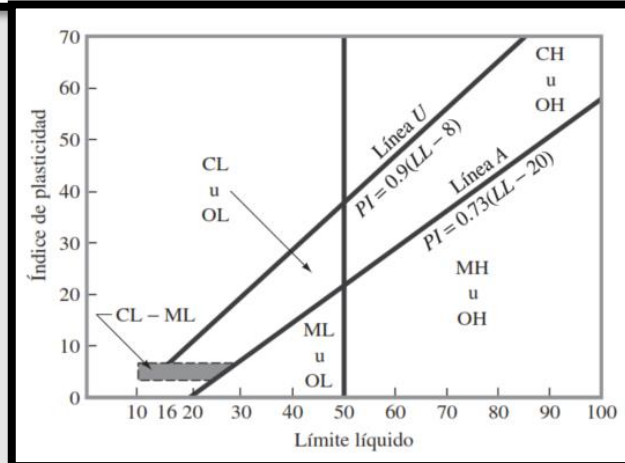
- La densidad se define como la división de la masa sobre el volumen, en la **Tabla N° 3** se aprecia las respectivas densidades obtenidas en laboratorio para la muestra dos (M2) de la calicata N°1 (C-1) y para la muestra tres (M3) de la calicata (C-2).

FIGURA N° 7. Clasificación de suelos (S.U.C.S)

Tabla 4.2 Sistema unificado de clasificación de suelo (basado en el material que pasa por el tamiz núm. 75)

Criterio para la asignación de símbolos de grupo				Símbolos de grupo
Suelos de grano grueso Más de 50% retenido en el tamiz núm. 200	Gravas Más de 50% de fracción gruesa retenida en el tamiz núm. 4	Gravas limpias Menos de 5% finos ^a	$C_u \geq 4$ y $1 \leq C_c \leq 3^c$ $C_u < 4$ y/o $1 > C_c > 3^c$	GW GP
	Arenas 50% o más de la fracción gruesa pasa tamiz núm. 4	Gravas con finos Más de 12% finos ^{a,d}	$PI < 4$ o gráficos por debajo de línea "A" (figura 4.2) $PI > 7$ y gráficos en o por encima de línea "A" (figura 4.2)	GM GC
		Arenas limpias Menos de 5% finos ^b Arenas con finos Más de 12% finos ^{b,d}	$C_u \geq 6$ y $1 \leq C_c \leq 3^c$ $C_u < 6$ y/o $1 > C_c > 3^c$ $PI < 4$ o gráficos por debajo de línea "A" (figura 4.2) $PI > 7$ y gráficos en o por encima de línea "A" (figura 4.2)	SW SP SM SC
	Suelos de grano fino 50% o más pasa a través del tamiz núm. 200	Limos y arcillas Límite líquido menor que 50	Inorgánico	$PI > 7$ y gráficos en o por encima de línea "A" (figura 4.2) ^e $PI < 4$ o gráficos por debajo de línea "A" (figura 4.2) ^e
Orgánico			Límite líquido: secado < 0.75; vea la figura 4.2; zona OL Límite líquido: no secado < 0.75; vea la figura 4.2; zona OL	OL
Limos y arcillas Límite líquido 50 o más		Inorgánico	Gráficos PI en o por encima de línea "A" (figura 4.2) Gráficos PI por debajo de "A" línea (figura 4.2)	CH MH
		Orgánico	Límite líquido: secado < 0.75; vea la figura 4.2; zona OH Límite líquido: no secado < 0.75; vea la figura 4.2; zona OH	OH
Suelos altamente orgánicos Materia orgánica principalmente, color oscuro y orgánico				Pt

^aGravas con 5 a 12% de finos requieren símbolos dobles: GW-GM, GW-GC, GP-GM, GP-GC.
^bArenas con 5 a 12% de finos requieren símbolos dobles: SW-SM, SW-SC, SP-SM, SP-SC.
^c $C_u = \frac{D_{60}}{D_{10}}$; $C_c = \frac{(D_{30})^2}{D_{60} \times D_{10}}$
^dSi $4 \leq PI \leq 7$ y gráficos en la zona rayada en la figura 4.2, se usa doble símbolo GC-GM o SC-SM.
^eSi $4 \leq PI \leq 7$ y gráficos en la zona rayada en la figura 4.2, se usa doble símbolo CL-ML.



Fuente: (Braja M. Das, 2015)

FIGURA N° 8. Clasificación de suelos por el método AASHTO.

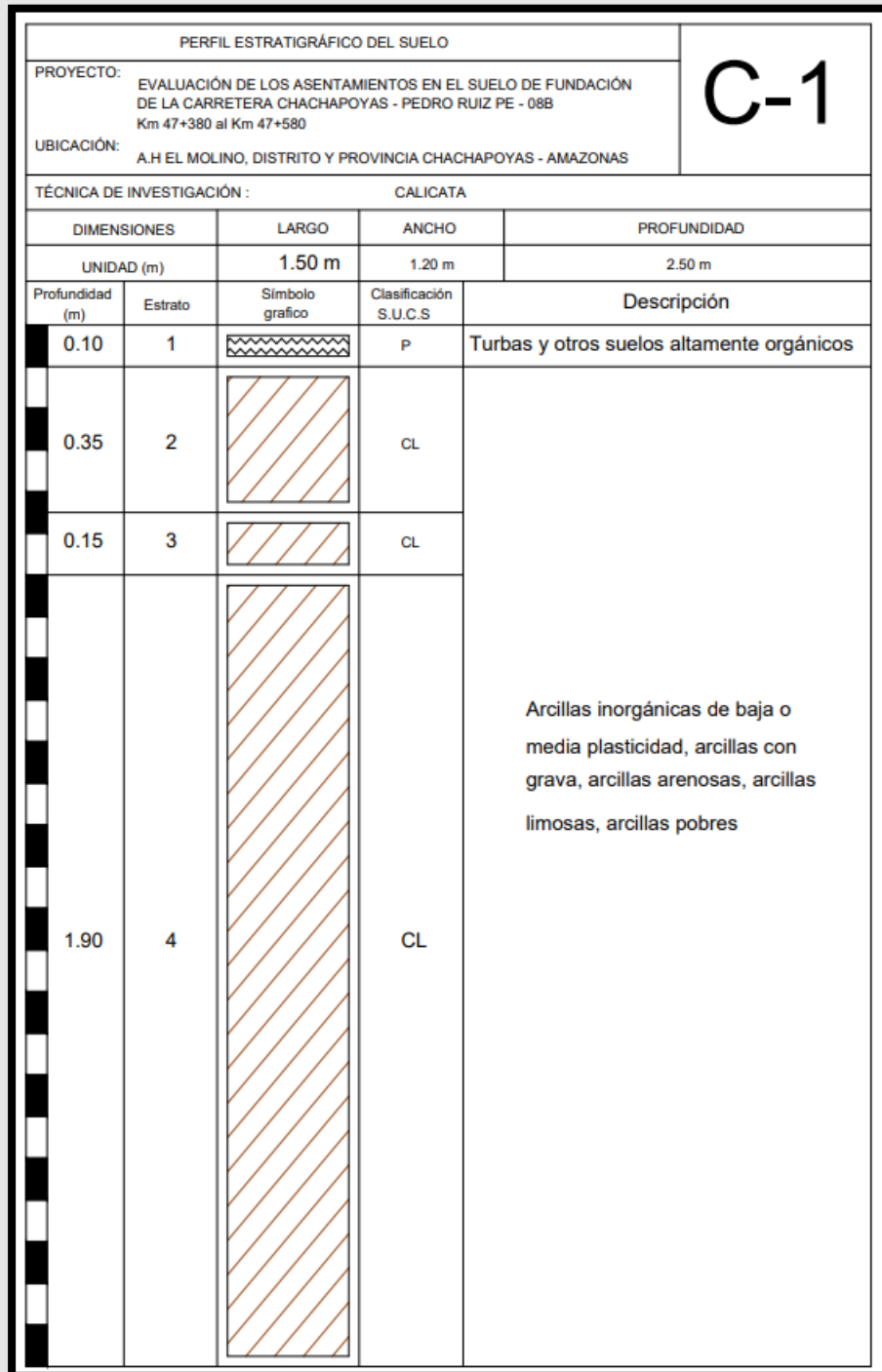
Tabla 1.7 Sistema de clasificación de suelos de la AASHTO								
Clasificación general	Materiales granulares (35% o menos de la muestra total pasa la malla núm. 200)							
	A-1			A-2				
Clasificación de grupo	A-1-a	A-1-b	A-3	A-2-4	A-2-5	A-2-6	A-2-7	
Análisis por mallas (% que pasa)								
Malla núm. 10	50 máx							
Malla núm. 40	30 máx	50 máx	51 mín					
Malla núm. 200	15 máx	25 máx	10 máx	35 máx	35 máx	35 máx	35 máx	
Para la fracción que pasa								
Malla núm. 40								
Límite líquido (LL)	6 máx		No plástico	40 máx	41 mín	40 máx	41 mín	
Índice de plasticidad (IP)				10 máx	10 máx	11 mín	11 mín	
Tipo usual de material	Fragmentos de roca, grava y arena		Arena fina	Grava y arena limosa o arcillosa				
Clasificación de la capa				Excelente a buena				
Materiales de limo y arcilla (más de 35% de la muestra total pasa la malla núm. 200)								
Clasificación general								
Clasificación de grupo	A-4		A-5	A-6		A-7		
						A-7-5 ^a A-7-6 ^b		
Análisis por mallas (% que pasa)								
Malla núm. 10								
Malla núm. 40								
Malla núm. 200	36 mín		36 mín	36 mín		36 mín		
Para la fracción que pasa								
Malla núm. 40								
Límite líquido (LL)	40 máx		41 mín	40 máx		41 mín		
Índice de plasticidad (IP)	10 máx		10 máx	11 mín		11 mín		
Tipo usual de material	Principalmente suelos limosos				Principalmente suelos arcillosos			
Calificación subrasante				Regular a malo				

^aSi IP ≤ LL - 30, la clasificación es A-7-5.
^bSi IP > LL - 30, la clasificación es A-7-6.

Fuente: (Braja M. Das, 2011)

- Al analizar la fluctuación en las dimensiones de las partículas en la muestra (M1) recopilada durante la excavación (C-1), empleando el método de análisis granulométrico mediante lavado y siguiendo la clasificación de suelos de acuerdo al procedimiento S.U.C.S. **Figura N°4** se obtuvo como resultado una arcilla delgada arenosa (CL). La muestra (M2) de la calicata (C-1) al ser sometida al mismo procedimiento de análisis que la muestra (M1), dio como resultado una arcilla delgada con arena (CL). Esto indica que el suelo de la calicata (C-1) es uniforme.

FIGURA N° 9. Perfil estratigráfico de la calicata (C-1).

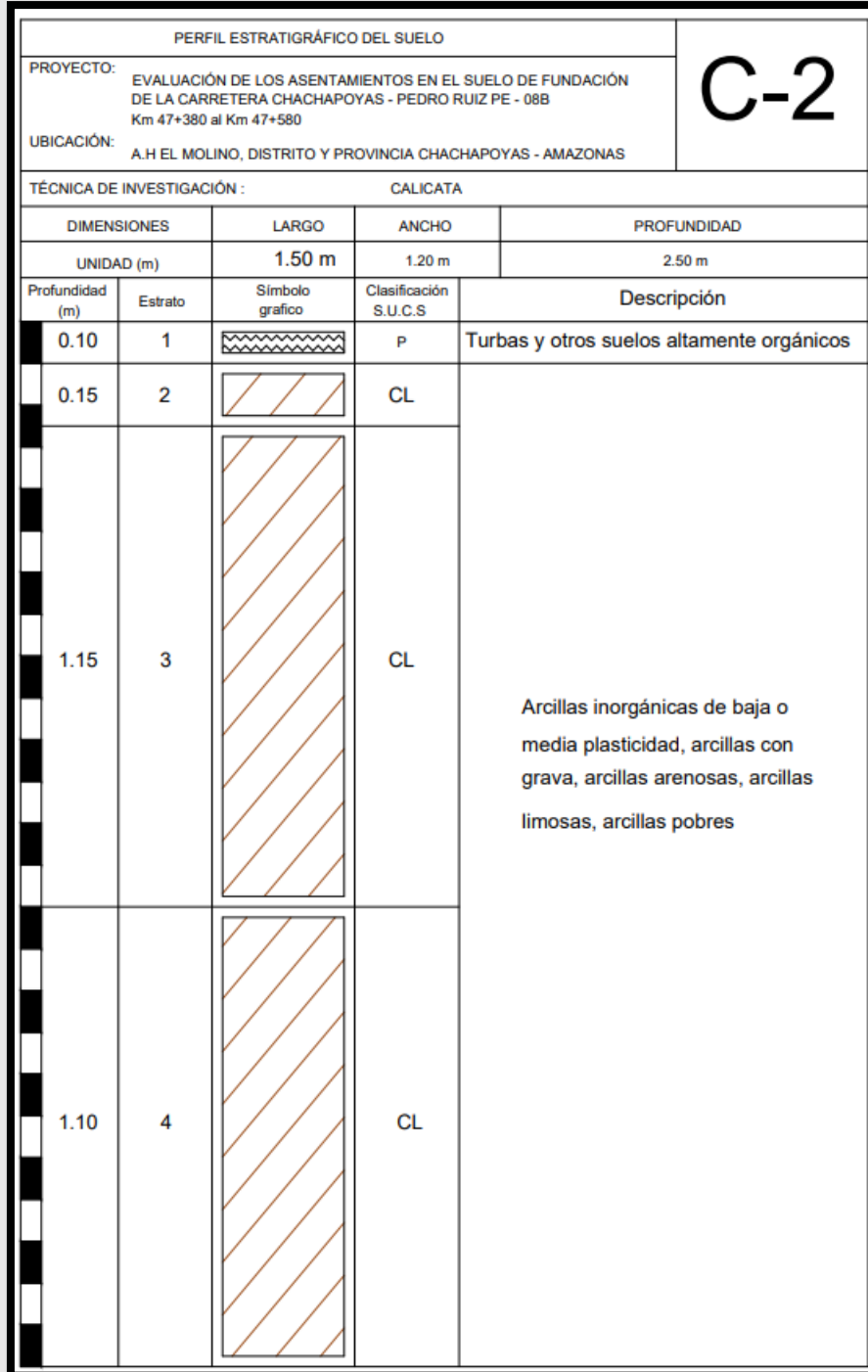


Fuente: Elaboración propia.

- Teniendo los resultados de la gradación de la muestra (M1) de la calicata (C-2) ver **Anexo N° 2**, mediante el ensayo análisis granulométrico por lavado y haciendo uso del método S.U.C.S, en la **Figura N° 4** se obtuvo como resultado una arcilla delgada arenosa (CL). La muestra (M2 y M3) de la misma calicata (C-2) fueron sometidas al mismo procedimiento de análisis que la muestra (M1) y se

obtuvo como resultados una arcilla delgada con arena (CL). Esto indica que el suelo es uniforme.

FIGURA N° 10. Perfil estratigráfico de la calicata (C-2).



Fuente: Elaboración propia.

TABLA N° 4. Cuadro resumen.

CUADRO RESUMEN					
Calicata N°	C - 1		C - 2		
Muestra	M1	M2	M1	M2	M3
Profundidad	0.35 - 0.50	0.50 - 2.50	0.10 - 0.25	0.25 - 1.40	1.40 - 2.50
% Pasa tamiz N°4	99.59	100	99.19	93.6	88.75
% Pasa tamiz N°10	98.48	99.71	97.25	91.7	85.5
% Pasa tamiz N°40	93.19	98.48	86.5	83.32	74.46
% Pasa tamiz n°200	62.8	84.26	58.85	55.95	56.29
Límite líquido %	38.4	35.3	39.8	48	40
Límite plástico %	23.35	20.84	21.71	28.77	25.16
Índice plástico %	15.05	14.46	18.09	19.23	14.84
Contenido de humedad (%)	36.42	16.59	30.96	48.45	18.89
Clasificación de suelos	Arcilla delgada arenosa	Arcilla delgada con arena (CL)	Arcilla delgada arenosa (CL)	Arcilla delgada arenosa (CL)	Arcilla delgada arenosa (CL)
SUCS	(CL)			(CL)	(CL)
Clasificación de suelos AASHTO	a-6(8) Suelo malo	a-6(12) Suelo malo	a-6(8) Suelo malo	a-7-5(9) Suelo malo	a-6(6) Suelo bueno

Fuente: Elaboración propia.

3.3 Valorar la capacidad portante en el suelo de estudio.

- **Resistencia al corte de un suelo.** La resistencia del suelo influye en aspectos como la estabilidad de taludes, la carga máxima admisible que una cimentación puede soportar de manera segura y la presión ejercida por un suelo sobre un muro de contención (Gonzalo Duque, 2002), a partir de las muestras enviadas al laboratorio con el propósito de realizar el ensayo de corte directo, se obtuvieron los siguientes resultados.

TABLA N° 5. Resumen de resultados del ensayo corte directo.

Calicata N°	C-1	C-2
Profundidad (m)	0.50 – 2.50	1.40 – 2.50
Cohesión (kg/cm ²)	0.211	0.054
Ángulo de fricción (°)	34.8	16.1

Fuente: Elaboración propia.

La Tabla N° 5 muestra los resultados de la cohesión y ángulo de fricción para cada una de las calicatas, datos obtenidos según el ensayo de corte directo en el laboratorio de mecánica de suelos “DÍAZ & OCAMPO CONSTRUCTORES Y CONSULTORES SRL”.

TABLA N° 6. Resumen de capacidad de carga última de cimentaciones.

CAPACIDAD DE CARGA ULTIMA DE CIMENTACIONES				
Ítem	D _{fz}	Cimentación Corrida	Cimentación Cuadrada	Cimentación Circular
C-1	2.50 m	0	5.0 kg/cm ²	4.86 kg/cm ²
C-2	2.50 m	0	0.75 kg/cm ²	0.74 kg/cm ²

Fuente: Elaboración propia.

TABLA N° 7. Resumen de capacidad de carga ultima de cimentaciones que exhiben falla local por corte.

CAPACIDAD DE CARGA ULTIMA DE CIMENTACIONES QUE EXHIBEN FALLA LOCAL POR CORTE				
Ítem	D_{fz}	Cimentación Corrida	Cimentación Cuadrada	Cimentación Circular
C-1	2.50 m	4.03 kg/cm ²	4.24 kg/cm ²	4.10 kg/cm ²
C-2	2.50 m	0.64 kg/cm ²	0.67 kg/cm ²	0.66 kg/cm ²

Fuente: Elaboración propia.

IV. DISCUSIONES

Con base en el conocimiento adquirido, acepto la hipótesis propuesta para este estudio. Esta hipótesis establece que la baja capacidad de carga del suelo en el terreno de fundación es la razón principal por la que se producen los asentamientos entre las progresivas PE 08-B km 47+380 – km 47+580 de la Carretera Chachapoyas – Pedro Ruiz.

Al determinar las propiedades físico-mecánicas del suelo, se encontró que el contenido de humedad es un factor significativo en la resistencia del suelo. Los datos de la **TABLA N° 2** indican que la calicata N° 2 (C-2) tiene un porcentaje de contenido de humedad superior al de la calicata N°1 (C-1). A la altura de la calicata número dos (C-2) el pavimento flexible se ve más afectado, razón por la cual presenta un mayor asentamiento con respecto al resto del tramo en estudio. Así mismo, al comparar los perfiles estratigráficos de ambas calicatas (C-1) y (C-2) se puede apreciar que se trata del mismo tipo de suelo, pero la calicata número 2 (C-2) al presentar un mayor porcentaje de contenido de humedad exhibe una menor capacidad portante con respecto a la calicata número 1 (C-1). Los resultados de la presente investigación guardan cierta relación con los obtenidos por los autores Pérez & Chappa (2021) en su investigación “Riesgo de Deslizamiento de Suelos en la Cuadra 01 de la Prolongación Triunfo, Chachapoyas, Amazonas, 2020” la calicata (C-5) es la más representativa ya que presenta un contenido de humedad bien alto, la muestra uno con un 65%, la muestra dos con un 27% y la muestra tres con un 32%.

Para valorar la capacidad portante del suelo en cuestión, es fundamental considerar que una capacidad de carga deficiente en el suelo puede ocasionar asentamientos y deslizamientos en la base de cualquier estructura. Luego de llevar a cabo el ensayo de corte directo en las muestras de suelo, se registraron los resultados para el ángulo de fricción interna y la cohesión, los cuales fueron de 34.48° y 0.211 kg/cm^2 , correspondientemente para la excavación (C-1) y de 16.10° , 0.054 kg/cm^2 correspondientemente para la segunda excavación (C-2). Si comparamos estos datos con la investigación realizada por Sambrano (2017) en su tesis titulada "Evaluación del Peligro de Deslizamiento de Suelos de la Derrama Magisterial de la Ciudad de Chachapoyas", se puede afirmar que la baja capacidad portante del suelo puede aumentar los asentamientos y deslizamientos. Adicionalmente, se puede afirmar que

la excavación C-2 sobresale como la calicata más representativa, debido a que presenta un ángulo de fricción interna de 12.48° y una cohesión de 0.205 kg/cm^2 .

Así también, al evaluar la capacidad de carga última del suelo en cuestión, se ha encontrado que la causa principal de los asentamientos en el suelo se debe a la baja capacidad portante y al alto contenido de humedad que estos presentan. Por su parte (Reddy & Moorthy, 2005) en su investigación “Significance of bearing capacity of clayey subgrade in flexible pavement design” determinaron que los pavimentos flexibles construidos sobre subrasantes arcillosas están más sujetos a fallar ya que el módulo resiliente del suelo en el diseño de pavimentos flexibles solamente considera el fallo por asentamiento de la subrasante mas no considera el fallo por cizallamiento de la subrasante. (Du et al., 2017) en su investigación denominada “Effect on the Stresses and Strains within Pavements Due to Uneven Settlements of Subgrade” además, se han llevado a cabo investigaciones sobre la deformación de los pavimentos construidos sobre suelos blandos, utilizando un modelo de elementos finitos que incorpora el método de análisis numérico. Este método se utiliza para simular el impacto del daño en la subrasante y la estructura del pavimento bajo condiciones de asentamientos irregulares.

V. CONCLUSIONES

- El asentamiento del suelo de fundación de la carretera Chachapoyas – Pedro Ruiz PE-08B Km 47+380 al Km 47+580 se debe a la baja capacidad portante de los mismos.
- Se identificó dos zonas con deformación superficial crítica; la primera entre las progresivas Km 47+386 al Km 47+428, y la segunda entre las progresivas Km 47+483 al Km 47+514, los cuales presentan fisuras, deformaciones por corrimiento, hundimiento y baches.
- Los suelos son de gran espesor, en el perfil estratigráfico se demuestra que están conformados por materia orgánica en los primeros 10 cm y los 2.40 m restantes están compuestos por arcillas delgadas arenosas (CL) las cuales no presentan estabilidad y no tienen pendiente haciendo que la napa freática se encuentre en los primeros 60 cm de excavación, presentando un contenido de humedad muy alto; la muestra (M1) de la calicata (C - 1) es la más representativa para la calicata ya mencionada con un contenido de humedad igual a 36.42 % y la muestra (M2) de la calicata (C - 2) es la más representativa para esta calicata con un contenido de humedad igual a 48.45%. Así mismo, el análisis granulométrico por tamizado determinó que el suelo es bastante suelto por tratarse de arcillas delgadas arenosas; por el método AASHTO se determinó que los suelos son malos a excepción de la muestra M3 de la calicata (C - 2), definido como un suelo bueno.
- Los asentamientos en el suelo de fundación de la Carretera Chachapoyas – Pedro Ruiz PE – 08B km 47+380 al km 47+580 se debe a la baja capacidad portante (**Ver Anexo N° 3**, Datos obtenidos del ensayo de corte directo y comparar con el **Anexo N° 2**), la calicata C-2 presenta una capacidad de carga ultima igual a 0.75 kg/cm² para cimentaciones cuadrados y una capacidad de carga ultima de 0.74 kg/cm² para cimentaciones del tipo circular.

VI. RECOMENDACIONES

- ❖ Las recomendaciones van dirigidas a la entidad de Provias Nacional, para que tengan en cuenta ante una posible intervención de acondicionamiento o mantenimiento del tramo crítico (Km 47+380 al Km 47 + 580). Asimismo, se anima a todas las personas interesadas en investigar este tema, examinar detenidamente los desafíos y oportunidades que presenta esta investigación, la cual fomentando el intercambio de conocimientos y la mejora continua en el campo de aplicación y estudio.

- ❖ El suelo muestra una cantidad de humedad considerablemente alta. Se recomienda llevar a cabo un manejo efectivo de las aguas pluviales mediante la instalación de canales de drenaje en la parte superior. Estas zanjas deben ser diseñadas para recolectar y canalizar el flujo de agua desde las pendientes naturales hacia las áreas de descarga más próximas del sistema de drenaje general.

- ❖ Cuando se realice el mantenimiento del tramo en estudio, se sugiere llevar a cabo una mejora en la subrasante utilizando roca de gran tamaño y compactarla cuidadosamente utilizando un rodillo. Esto se debe a que el suelo existente es altamente suelto y tiene un espesor considerable. Una vez preparada la subrasante con este material rocoso, se procederá a colocar un material seleccionado que será adecuadamente compactado con el objetivo de rellenar cualquier vacío existente. Adicionalmente, se dispondrá sobre esta capa una geomalla biaxial, la cual permitirá aumentar la capacidad de soporte del suelo y brindará una restricción lateral, actuando como una membrana tensionada que mejorará significativamente las condiciones de servicio del pavimento. Después de colocar la geomalla, se procederá a extender y compactar el material de afirmado de manera adecuada.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Anaokar, M., & Mhaiskar, S. (2020). Experimental and numerical assessment of efficacy of lime stabilized capping material in controlling swelling displacements within flexible pavement embankments. *Heliyon*, 6(9), e04961. <https://doi.org/10.1016/J.HELIYON.2020.E04961>
- Borselli, L. (2021). *GEOTECNIA I Año Académico 2021-2022*. https://www.lorenzo-borselli.eu/geotecnia1/Geotecnia_1_parte_II.pdf
- Braja M. Das. (2011). *Fundamentos de ingeniería de cimentaciones* (S. R. Cervantes Gonzales & R. R. O. A., Eds.; CEGAGE Lea). <https://es.pdfdrive.com/fundamentos-de-ingenieria-de-cimentaciones-e33978429.html>
- Braja M. Das. (2015). Fundamentos de Ingeniería Geotécnica. In *Fundamentos de ingeniería geotécnica braja m das 4ta edicion* (Vol. 2015, Issue 1). https://www.academia.edu/36776734/Fundamentos_de_ingenieria_geotecnica_braja_m_das_4ta_edicion
- Chen, J., Dan, H., Ding, Y., Gao, Y., Guo, M., Guo, S., Han, B., Hong, B., Hou, Y., Hu, C., Hu, J., Huyan, J., Jiang, J., Jiang, W., Li, C., Liu, P., Liu, Y., Liu, Z., Lu, G., ... Zhu, X. (2021). New innovations in pavement materials and engineering: A review on pavement engineering research 2021. *Journal of Traffic and Transportation Engineering (English Edition)*, 8(6), 815–999. <https://doi.org/10.1016/J.JTTE.2021.10.001>
- Du, Q., Zhang, X., Li, Y., Liu, Y., & Zhang, L. (2017). Effect on the Stresses and Strains within Pavements Due to Uneven Settlements of Subgrade. *DEStech Transactions on Environment, Energy and Earth Sciences, icnerr*. <https://doi.org/10.12783/dteees/icnerr2017/13295>
- Gonzalo Duque, C. E. (2002). Origen formación y constitución del suelo, fisicoquímica de las arcillas Capítulo 1 1. *Mecánica de Los Suelos, 1*(Origen formación y constitución del suelo, fisicoquímica de las arcillas), 1–8.
- Hernández-Sampieri, R., & Christian Paulina Mendoza Torres, D. (2018). *METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN: LAS RUTAS CUANTITATIVA , CUALITATIVA Y MIXTA*.
- Lee, K. W. W., Wilson, K., & Hassan, S. A. (2017). Prediction of performance and evaluation of flexible pavement rehabilitation strategies. *Journal of Traffic and Transportation Engineering (English Edition)*, 4(2), 178–184. <https://doi.org/10.1016/J.JTTE.2017.03.005>
- Liu, Y., Su, P., Li, M., You, Z., & Zhao, M. (2020). Review on evolution and evaluation of asphalt pavement structures and materials. *Journal of Traffic and Transportation Engineering (English Edition)*, 7(5), 573–599. <https://doi.org/10.1016/J.JTTE.2020.05.003>

- Ministerio de transportes y comunicaciones. (2013). *Manual de Carreteras. In Suelos, Geología, Geotecnia Y Pavimentos* (Vol. 0, Issue 0). https://cdn-web.construccion.org/normas/files/tecnicas/Manual_Suelos_Pavimentos.pdf
- Ministerio de Vivienda. (2019). *Norma Técnica E.030 Diseño Sismo Resistente*. www.vivienda.oob.pe
- MTC. (2016). Edición Mayo de 2016. In *Manual de Ensayo de Materiales*. https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/documentos/manuales/Manual_Ensayo_de_Materiales.pdf
- Ñaupas, H., & Paitán, Marcelino Raúl Valdivia Dueñas, Jesús Josefa Palacios Vilela, H. E. R. D. (2018). Metodología de la investigación cuantitativa-cualitativa y redacción de la tesis. In *Journal of Chemical Information and Modeling* (Vol. 53, Issue 9). <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- Otzen, T., & Manterola, C. (2017). Técnicas de Muestreo sobre una Población a Estudio. *International Journal of Morphology*, 35(1), 227–232. <https://doi.org/10.4067/S0717-95022017000100037>
- Pérez Rubio, N., & Chappa Mallap, E. (2021). *Riesgo de deslizamiento de suelos en la Cuadra 01 de la prolongación Triunfo, Chachapoyas, Amazonas, 2020*. <https://hdl.handle.net/20.500.14077/2423>
- Quispe, A. B. M., & Justo, E. J. R. (2019). Estabilización química de suelos arcillosos con cal para su uso como subrasante en vías terrestres de la localidad de Villa Rica. In *Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas (UPC)*.
- Quispe Chambi, A. (2015). “ *Incidencia De La Adición De Aditivo Perma-Zyme*.”
- Reddy, C. N. V. S. (2018). *SBC Based Design and Performance Aspects of Reinforced Flexible pavements with Anchored Geotextiles over Expansive Soil Subgrades POTENTIAL USE OF SILICO MANGANESE SLAG FOR CIVIL ENGINEERING APPLICATIONS* View project my Ph.D Thesis on "SBC Based Design an. <https://www.researchgate.net/publication/315690464>
- Reddy, C. N. V. S., & Moorthy, N. V. R. (2005). Significance of bearing capacity of clayey subgrade in flexible pavement design. *International Journal of Pavement Engineering*, 6(3), 183–189. <https://doi.org/10.1080/10298430500137194>
- Xu, J., Li, X., Yang, J., Gao, Y., & Wu, S. (2019). A Remote Subgrade Settlement Monitoring System Based on Optical Method. *Urban Rail Transit*, 5(3), 202–206. <https://doi.org/10.1007/s40864-019-00110-6>

ANEXOS

Anexo N° 1: Número de Calicatas para Exploración de Suelos

Tipo de Carretera	Profundidad (m)	Número mínimo de Calicatas	Observación
Autopistas: carreteras de IMDA mayor a 6000 veh/día, de calzadas separadas, cada una con dos o más carriles.	1.50m respecto al nivel de subrasante del proyecto.	<ul style="list-style-type: none"> • Calzada 2 carriles por sentido: 4 calicatas x km x sentido • Calzada 3 carriles por sentido: 4 calicatas x km x sentido • Calzada 4 carriles por sentido: 6 calicatas x km x sentido 	Las calicatas se ubicarán longitudinalmente y en forma alterna.
Carreteras Duales o Multicarril: carreteras de IMDA entre 6000 y 4001 veh/día, de calzadas separadas, cada una con dos o más carriles.	1.50m respecto al nivel de subrasante del proyecto.	<ul style="list-style-type: none"> • Calzada 2 carriles por sentido: 4 calicatas x km x sentido • Calzada 3 carriles por sentido: 4 calicatas x km x sentido • Calzada 4 carriles por sentido: 6 calicatas x km x sentido 	
Carreteras de Primera Clase: carreteras con un IMDA entre 4000 – 2001 veh/día, de una calzada de dos carriles.	1.50m respecto al nivel de subrasante del proyecto.	<ul style="list-style-type: none"> • 4 calicatas x km 	Las calicatas se ubicarán longitudinalmente y en forma alternada.
Carreteras de Segunda Clase: carreteras con un IMDA 2000 – 401 veh/día, de una calzada de dos carriles.	1.50m respecto al nivel de subrasante del proyecto	<ul style="list-style-type: none"> • 3 calicatas x km 	
Carreteras de Tercera Clase: carreteras con un IMDA entre 400 – 201 veh/día, de una calzada de dos carriles.	1.50m respecto al nivel de subrasante del proyecto	<ul style="list-style-type: none"> • 2 calicatas x km 	
Carreteras de Bajo Volumen de Tránsito: carreteras con un IMDA ≤ 200 veh/día, de una calzada.	1.50m respecto al nivel de subrasante del proyecto	<ul style="list-style-type: none"> • 1 calicatas x km 	

Fuente: (Ministerio de transportes y comunicaciones, 2013)

Anexo N° 2. Clasificación de los Perfiles del Suelo.

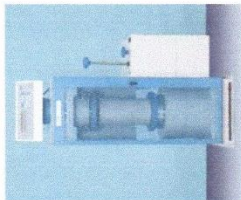
PERFIL	DESCRIPCIÓN	CAPACIDAD PORTANTE qu (kg/cm²)
S0	Roca dura	> 5.00
S1	Roca o suelo muy rígido	1.00 – 5.00
S2	Suelos intermedios	0.50 – 1.00
S3	Suelos blandos	0.25 – 0.50
S4	Clasificación basada en EMS	

Fuente: (Ministerio de Vivienda, 2019)

Anexo N° 3. Resultados del estudio de mecánica de suelos realizado en el laboratorio “DÍAZ & OCAMPO CONSTRUCTORES Y CONSULTORES SRL”

Ensayo de mecánica de suelos	Norma
Análisis granulométrico por lavado	ASTM D 421
Contenido de humedad	MTCE - 108
Límites de consistencia	ASTM D 4318
Ensayo de corte directo	MTCE - 123

Fuente: elaboración propia.



DIAZ & OCAMPO

CONSTRUCTORES Y CONSULTORES SRL

REGISTRO DE INDECOPI N° 000609377

ESTUDIOS DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

(LABORATORIO)

Jr. Libertad N° 1309 Cel. 941892090 - 987425540

Correo Electronico: suelosyconcretodiazarias@hotmail.com - CHACHAPOYAS

CONTENIDO DE HUMEDAD

PROYECTO DE TESIS: EVALUACION DE LOS ASENTAMIENTOS EN EL SUELO DE FUNDACION DE LA CARRETERA
CHACHAPOYAS - PEDRO RUIZ PE - 08B km 47 + 380 al km 47 + 580

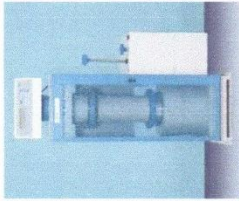
FECHA : 09 - 11 - 2021

SOLICITANTE : JUAN YERSON BURGA RUBIO

RESPONSABLE: ING. NESTOR ALFONSO DIAZ ARIAS

CALCULOS

MUESTRA	C-1		C-2	
	M-1	M-2	M-1	M-2
PROFUNDIDAD a (m)	0.35 - 0.50	0.50 - 2.50	0.10 - 0.25	0.25 - 1.40
Peso tara (gr)	19.25	18.60	18.76	19.80
Peso muestra húmeda + tara (gr)	102.18	90.06	89.87	110.53
Peso muestra seca + tara (gr)	80.04	79.89	73.06	80.92
Peso muestra húmeda (gr)	82.93	71.46	71.11	90.73
Peso muestra seca (gr)	60.79	61.29	54.30	61.12
Peso agua (gr)	22.14	10.17	16.81	29.61
Contenido de Humedad (%)	36.42	16.59	30.96	48.45
				18.49



CONSTRUCTORES Y CONSULTORES SRL

DIAZ & OCAMPO
CONSTRUCTORES Y CONSULTORES SRL
 REGISTRO DE INDECOPI N° 00069377
ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

(LABORATORIO)

Jr. Libertad N° 1309 Cel. 941 892090 RPM *625827 RPM 987425540
 Correo Electronico: nestorda433@hotmail.com - CHACHAPOYAS

DENSIDAD NATURAL

PROYECTO: EVALUACION DE LOS ASENTAMIENTOS EN EL SUELO DE FUNDACION DE LA CARRETERA CHACHAPOYAS - PEDRO RUIZ PE - 08B
 km 47 + 380 al km 47 + 580

FECHA : 08 - 11 - 2021

SOLICITANTE : JUAN YERSON BURGA RUBIO

RESPONSABLE: ING. NESTOR ALFONSO DIAZ ARIAS

CALICATA	C1	C2
MUESTRA	M - 2	M - 3
PROFUNDIDAD (m)	0.50 - 2.50	1.40 - 2.50
Peso tara + muestra húmeda (gr)	317.89	303.43
Peso tara (gr)	131.30	131.30
Peso muestra húmeda (gr)	186.59	172.13
Ancho / diametro de la tara (cm)	6.00	6.00
Altura de la tara (cm)	2.50	2.50
Volumen de la tara (cm ³)	90.00	90.00
DENSIDAD NATURAL DE LA MUESTRA (gr/cm³)	2.073	1.913

Diaz & Ocampo

CONSTRUCTORES Y CONSULTORES SRL

ING. NESTOR ALFONSO DIAZ ARIAS
 INGENIERO CIVIL, CP 27340
 GERENTE GENERAL

NOTA: LAS PROFUNDIDADES DE LAS CALICATAS, LOS DATOS Y LAS MUESTRAS FUERON PROPORCIONADAS POR EL SOLICITANTE



DIAZ & OCAMPO
CONSTRUCTORES Y CONSULTORES SRL

REGISTRO DE INDECOPI N° 00069377
 ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
 (LABORATORIO)

Jr. Libertad N° 1309 Cel. 941892090 - 982360835

CONSTRUCTORES Y CONSULTORES SRL

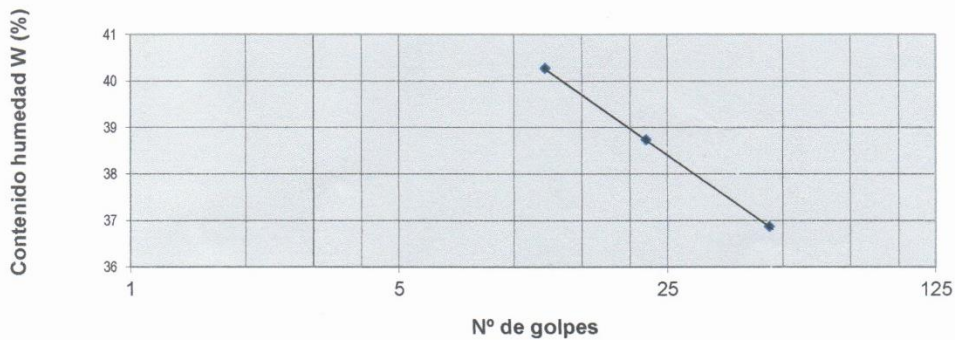
Correo Electronico: suelosyconcretodiazarias@hotmail.com - CHACHAPOYAS

ENSAYO : LIMITES DE CONSISTENCIA
NORMA ASTM D4318

PROYECTO	PROYECTO DE TESIS: EVALUACION DE LOS ASENTAMIENTOS EN EL SUELO DE FUNDACION DE LA CARRETERA CHACHAPOYAS - PEDRO RUIZ PE - 08B km 47 + 380 al km 47 + 580
SOLICITANTE	: JUAN YERSON BURGA RUBIO
RESPONSABLE	: ING° NESTOR ALFONSO DIAZ ARIAS
FECHA	: 09 / 11 / 2021

CALICATA	C1	INDICE PLASTICO = LIMITE LIQUIDO - LIMITE PLASTICO			
MUESTRA	M1	INDICE PLASTICO (%) = 15.05			
PROPUNDIDAD (m)	0.35 - 0.50				
LIMITES	LIMITE LIQUIDO			LIMITE PLASTICO	
NUMERO	L1	L2	L3	P1	P1
Peso tara (gr)	28.38	26.09	29.12	21.58	26.42
Peso muestra húmeda + tara (gr)	58.02	53.02	63.12	32.61	39.71
Peso muestra seca + tara (gr)	49.51	45.50	53.96	30.30	36.87
Peso agua (gr)	8.51	7.52	9.16	2.31	2.84
Peso muestra seca (gr)	21.13	19.41	24.84	8.72	10.45
Nº golpes	12	22	46	34	
Contenido de Humedad (%)	40.27	38.74	36.88	26.49	27.18
Límite Líquido y Límite Plástico (%)	38.40			23.35	

LIMITE LIQUIDO



NOTA: LAS MUESTRAS Y PROFUNDIDADES FUERON PROPORCIONADAS POR EL SOLICITANTE.

DIAZ & OCAMPO
 CONSTRUCTORES Y CONSULTORES SRL

 Ing. NESTOR ALFONSO DIAZ ARIAS
 INGENIERO CIVIL - CIP. 21382
 GERENTE GENERAL



DIAZ & OCAMPO
CONSTRUCTORES Y CONSULTORES SRL
REGISTRO DE INDECOPI N° 00069377
ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
(LABORATORIO)

Jr. Libertad N° 1309 Cel. 941892090 - 982360835

Correo Electronico: suelosyconcretodiazarias@hotmail.com - CHACHAPOYAS

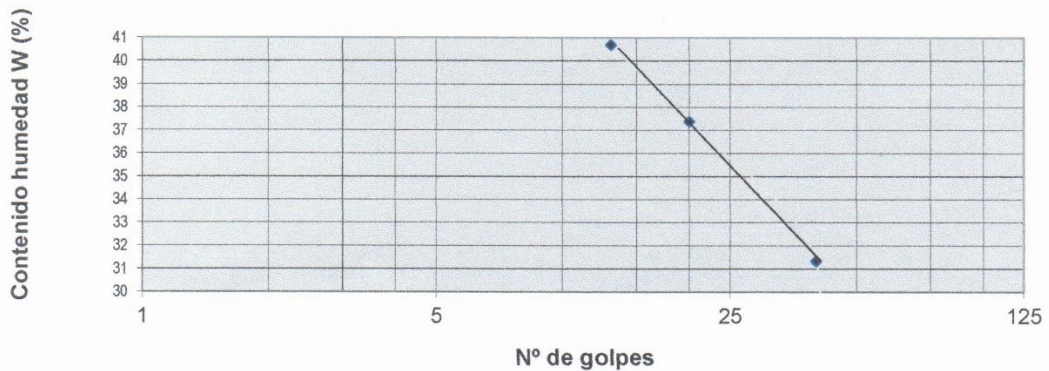
ENSAYO : LIMITES DE CONSISTENCIA
NORMA ASTM D4318

PROYECTO	PROYECTO DE TESIS: EVALUACION DE LOS ASENTAMIENTOS EN EL SUELO DE FUNDACION DE LA CARRETERA CHACHAPOYAS - PEDRO RUIZ PE - 08B km 47 + 380 al km 47 + 580
SOLICITANTE RESPONSABLE	: JUAN YERSON BURGA RUBIO
FECHA	: ING° NESTOR ALFONSO DIAZ ARIAS
	: 09 / 11 / 2021

CALICATA	C1	INDICE PLASTICO = LIMITE LIQUIDO - LIMITE PLASTICO INDICE PLASTICO (%) = 14.46
MUESTRA	M2	
PROPUNDIDAD (m)	0.50 - 2.50	

LIMITES	LIMITE LIQUIDO			LIMITE PLASTICO	
	L1	L2	L3	P1	P1
NUMERO					
Peso tara (gr)	26.78	29.48	30.58	29.45	28.45
Peso muestra húmeda + tara (gr)	63.81	66.74	63.39	42.71	40.19
Peso muestra seca + tara (gr)	53.10	56.60	55.56	40.26	38.06
Peso agua (gr)	10.71	10.14	7.83	2.45	2.13
Peso muestra seca (gr)	26.32	27.12	24.98	10.81	9.61
N° golpes	13	20	40	34	
Contenido de Humedad (%)	40.69	37.39	31.35	22.66	22.16
Límite Líquido y Límite Plástico (%)	35.30			20.84	

LIMITE LIQUIDO



NOTA: LAS MUESTRAS Y PROFUNDIDADES FUERON PROPORCIONADAS POR EL SOLICITANTE.

DIAZ & OCAMPO
 CONSULTORES SRL
 ING. NESTOR ALFONSO DIAZ ARIAS
 INGENIERO CIVIL - CIP. 21382
 GERENTE GENERAL



DIAZ & OCAMPO

CONSTRUCTORES Y CONSULTORES SRL

REGISTRO DE INDECOPI N° 00069377
ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
(LABORATORIO)

Jr. Libertad N° 1309 Cel. 941892090 - 982360835

Correo Electronico: suelosyconcretodiazarias@hotmail.com - CHACHAPOYAS

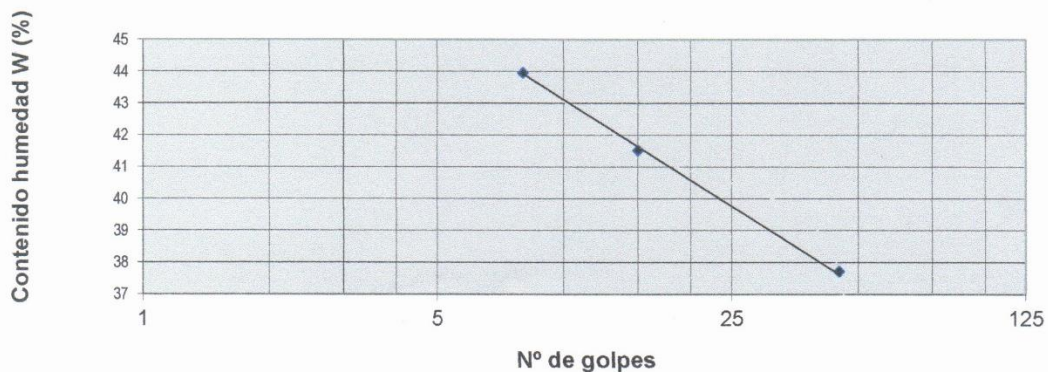
ENSAYO : **LIMITES DE CONSISTENCIA**
NORMA ASTM D4318

PROYECTO	PROYECTO DE TESIS: EVALUACION DE LOS ASENTAMIENTOS EN EL SUELO DE FUNDACION DE LA CARRETERA CHACHAPOYAS - PEDRO RUIZ PE - 08B km 47 + 380 al km 47 + 580
SOLICITANTE	: JUAN YERSON BURGA RUBIO
RESPONSABLE	: ING° NESTOR ALFONSO DIAZ ARIAS
FECHA	: 09 / 11 / 2021

CALICATA	C2	INDICE PLASTICO = LIMITE LIQUIDO - LIMITE PLASTICO INDICE PLASTICO (%) = 18.09
MUESTRA	M1	
PROPUNDIDAD (m)	0.10 - 0.25	

LIMITES NUMERO	LIMITE LIQUIDO			LIMITE PLASTICO	
	L1	L2	L3	P1	P1
Peso tara (gr)	26.52	17.40	28.51	25.62	20.77
Peso muestra húmeda + tara (gr)	59.53	46.95	61.91	36.73	32.38
Peso muestra seca + tara (gr)	49.45	38.28	52.76	34.56	30.14
Peso agua (gr)	10.08	8.67	9.15	2.17	2.24
Peso muestra seca (gr)	22.93	20.88	24.25	8.94	9.37
N° golpes	8	15	45	34	
Contenido de Humedad (%)	43.96	41.52	37.73	24.27	23.91
Límite Líquido y Límite Plástico (%)	39.80			21.71	

LIMITE LIQUIDO



NOTA: LAS MUESTRAS Y PROFUNDIDADES FUERON PROPORCIONADAS POR EL SOLICITANTE


 DIAZ & OCAMPO
 CONSTRUCTORES Y CONSULTORES SRL
 Ing. NESTOR ALFONSO DIAZ ARIAS
 INGENIERO CIVIL - CIP. 21382
 GERENTE GENERAL



DIAZ & OCAMPO
CONSTRUCTORES Y CONSULTORES SRL
REGISTRO DE INDECOPI N° 00069377
ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
(LABORATORIO)

Jr. Libertad N° 1309 Cel. 941892090 - 982360835

Correo Electronico: suelosyconcretodiazarias@hotmail.com - CHACHAPOYAS

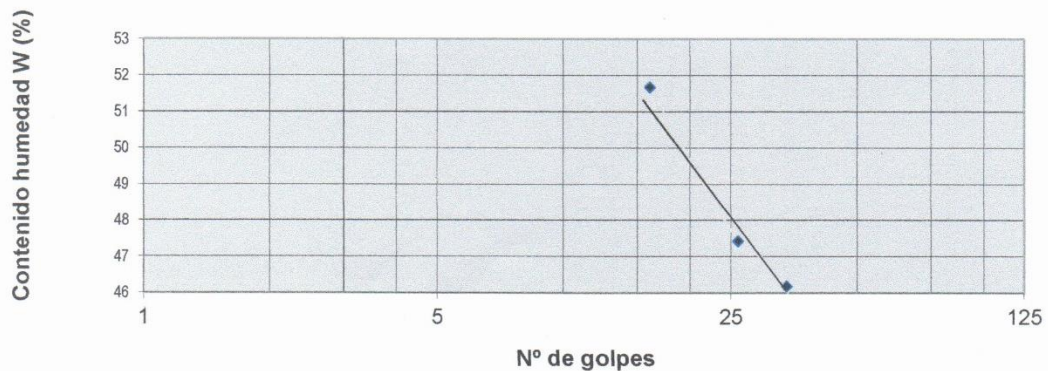
ENSAYO : **LIMITES DE CONSISTENCIA**
NORMA ASTM D4318

PROYECTO	PROYECTO DE TESIS: EVALUACION DE LOS ASENTAMIENTOS EN EL SUELO DE FUNDACION DE LA CARRETERA CHACHAPOYAS - PEDRO RUIZ PE - 08B km 47 + 380 al km 47 + 580
SOLICITANTE	: JUAN YERSON BURGA RUBIO
RESPONSABLE	: ING° NESTOR ALFONSO DIAZ ARIAS
FECHA	: 09 / 11 / 2021

CALICATA	C2	INDICE PLASTICO = LIMITE LIQUIDO - LIMITE PLASTICO INDICE PLASTICO (%) = 19.23
MUESTRA	M2	
PROPUNDIDAD (m)	0.25 - 1.40	

LIMITES	LIMITE LIQUIDO			LIMITE PLASTICO	
	L1	L3	P1	P1	P2
Peso tara (gr)	28.41	29.41	28.08	17.02	19.42
Peso muestra húmeda + tara (gr)	52.83	62.64	61.03	27.86	32.05
Peso muestra seca + tara (gr)	44.51	51.95	50.62	24.86	28.57
Peso agua (gr)	8.32	10.69	10.41	3.00	3.48
Peso muestra seca (gr)	16.10	22.54	22.54	7.84	9.15
N° golpes	16	26	34	34	
Contenido de Humedad (%)	51.68	47.43	46.18	38.27	38.03
Límite Líquido y Límite Plástico (%)	48.00			28.77	

LIMITE LIQUIDO



NOTA: LAS MUESTRAS Y PROFUNDIDADES FUERON PROPORCIONADAS POR EL SOLICITANTE

Diaz & Ocampo
 CONSULTORES SRL
 Ing. NESTOR ALFONSO DIAZ ARIAS
 INGENIERO CIVIL - CIP 21362
 GERENTE GENERAL



DIAZ & OCAMPO

CONSTRUCTORES Y CONSULTORES SRL

REGISTRO DE INDECOPI N° 00069377
ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
(LABORATORIO)

Jr. Libertad N° 1309 Cel. 941892090 - 982360835

Correo Electronico: suelosyconcretodiazarias@hotmail.com - CHACHAPOYAS

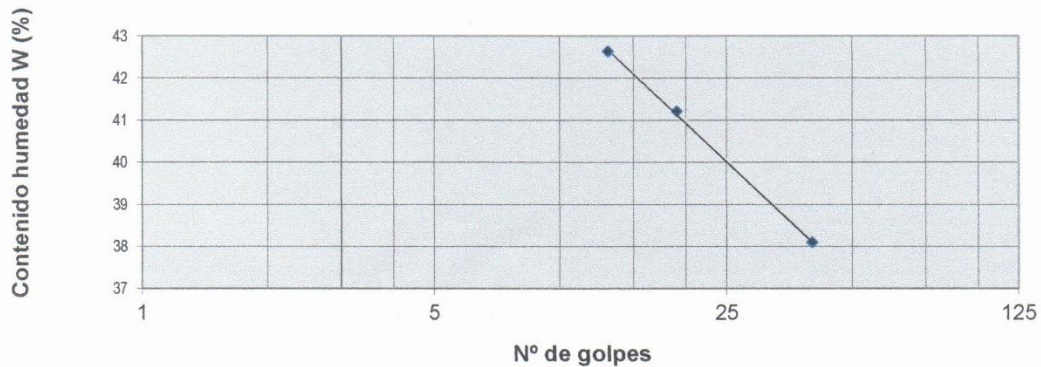
ENSAYO : **LIMITES DE CONSISTENCIA**
NORMA ASTM D4318

PROYECTO	PROYECTO DE TESIS: EVALUACION DE LOS ASENTAMIENTOS EN EL SUELO DE FUNDACION DE LA CARRETERA CHACHAPOYAS - PEDRO RUIZ PE - 08B km 47 + 380 al km 47 + 580
SOLICITANTE RESPONSABLE	: JUAN YERSON BURGA RUBIO : ING° NESTOR ALFONSO DIAZ ARIAS
FECHA	: 09 / 11 / 2021

CALICATA	C2	INDICE PLASTICO = LIMITE LIQUIDO - LIMITE PLASTICO INDICE PLASTICO (%) = 14.84
MUESTRA	M3	
PROPUNDIDAD (m)	0.40 - 2.50	

LIMITES NUMERO	LIMITE LIQUIDO			LIMITE PLASTICO	
	L1	L3	P1	P1	P2
Peso tara (gr)	27.12	28.77	20.48	29.02	27.19
Peso muestra húmeda + tara (gr)	60.81	60.77	52.56	39.72	38.82
Peso muestra seca + tara (gr)	50.74	51.43	43.71	37.59	36.46
Peso agua (gr)	10.07	9.34	8.85	2.13	2.36
Peso muestra seca (gr)	23.62	22.66	23.23	8.57	9.27
N° golpes	13	19	40		
Contenido de Humedad (%)	42.63	41.22	38.10	24.85	25.46
Límite Líquido y Límite Plástico (%)	40.00			25.16	

LIMITE LIQUIDO



NOTA: LAS MUESTRAS Y PROFUNDIDADES FUERON PROPORCIONADAS POR EL SOLICITANTE

Ing. NESTOR ALFONSO DIAZ ARIAS
 INGENIERO CIVIL - CIP. 21302
 GERENTE GENERAL



CONSTRUCTORES Y CONSULTORES SRL

DIAZ & OCAMPO

CONSTRUCTORES Y CONSULTORES SRL

REGISTRO DE INDECOPI N° 00067377
ESTUDIOS DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

Jr. Libertad N° 1309 Cel. 941892090 RPM *625827 RPC 982360835
 Correo Electronico: nestorda433@hotmail.com CHACHAPOYAS

ENSAYO : ANALISIS GRANULOMETRICO POR LAVADO
NORMA ASTM D421

PROYECTO : PROYECTO DE TESIS: EVALUACION DE LOS ASENTAMIENTOS EN EL SUELO DE FUNDACION DE LA CARRETERA CHACHAPOYAS - PEDRO RUIZ PE - 08B km 47 + 380 al km 47 + 580

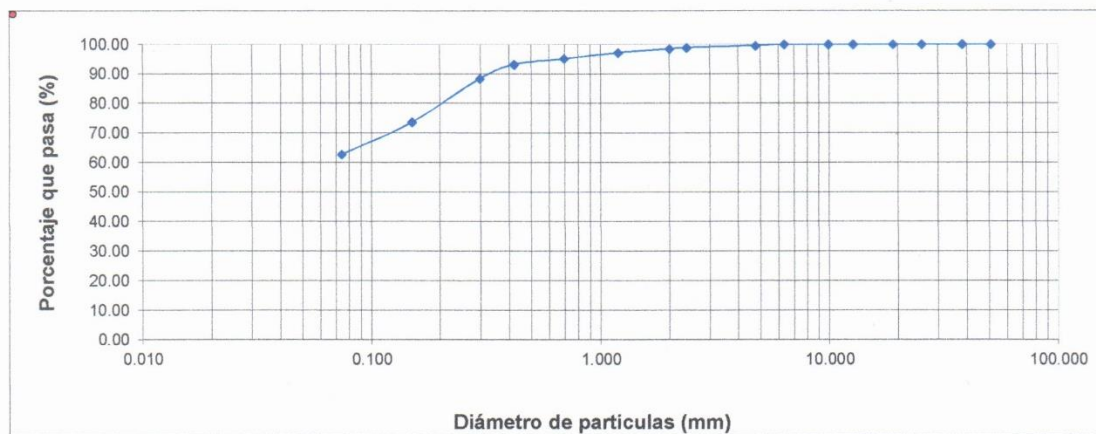
SOLICITANTE : JUAN YERSON BURGA RUBIO
RESPONSABLE : ING° NESTOR ALFONSO DIAZ ARIAS
FECHA : 09 / 11 / 2021

CALICATA: C - 1 MUESTRA: M1 **Peso muestra seca: 147.36 gr**

Malla	Malla (mm)	Peso ret. Parcial	% Retenido Parcial	% Ret. Acumul.	% Que pasa
2"	50.800	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00
1 "	25.400	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.050	0.00	0.00	0.00	100.00
1/2"	12.700	0.00	0.00	0.00	100.00
3/8"	9.925	0.00	0.00	0.00	100.00
1/4"	6.350	0.00	0.00	0.00	100.00
N° 4	4.760	0.61	0.41	0.41	99.59
N° 8	2.380	1.04	0.71	1.12	98.88
N° 10	2.000	0.59	0.40	1.52	98.48
N° 16	1.190	1.84	1.25	2.77	97.23
N° 30	0.695	3.00	2.04	4.80	95.20
N° 40	0.420	2.96	2.01	6.81	93.19
N° 50	0.297	7.04	4.78	11.59	88.41
N° 100	0.150	21.66	14.70	26.29	73.71
N° 200	0.074	16.08	10.91	37.20	62.80
Pérdida por lavado		92.54	62.80	100.00	0.00

CURVA GRANULOMETRICA

Limo y Arcilla	Arena			Grava		
	Fina	Media	Gruesa	Fina	Gruesa	
	N° 200	N° 40	N° 10	N° 4	3/4"	3"



CONTENIDO DE HUMEDAD (%)		36.42
Límite líquido (%)		38.40
Límite plástico (%)		23.35
Índice plástico (%)		15.05
Clasificación SUCS		CL

D10	xxx
D30	xxx
D60	xxx
Cu	xxx
Cc	xxx

ARCILLA DELGADA ARENOSA

NOTA: LAS MUESTRAS FUERON PROPORCIONADAS POR EL SOLICITANTE


Diaz & Ocampo
 CONSTRUCTORES Y CONSULTORES SRL
 Ing. NESTOR ALFONSO DIAZ ARIAS
 INGENIERO CIVIL CIP 21388
 GERENTE GENERAL



DIAZ & OCAMPO
CONSTRUCTORES Y CONSULTORES SRL
REGISTRO DE INDECOPI N° 00067377
ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

Jr. Libertad N° 1309 Cel. 941892090 RPM *625827 RPC 982360835
 Correo Electronico: nestorda433@hotmail.com CHACHAPOYAS

CONSTRUCTORES Y CONSULTORES SRL

ENSAYO : ANALISIS GRANULOMETRICO POR LAVADO
NORMA ASTM D421

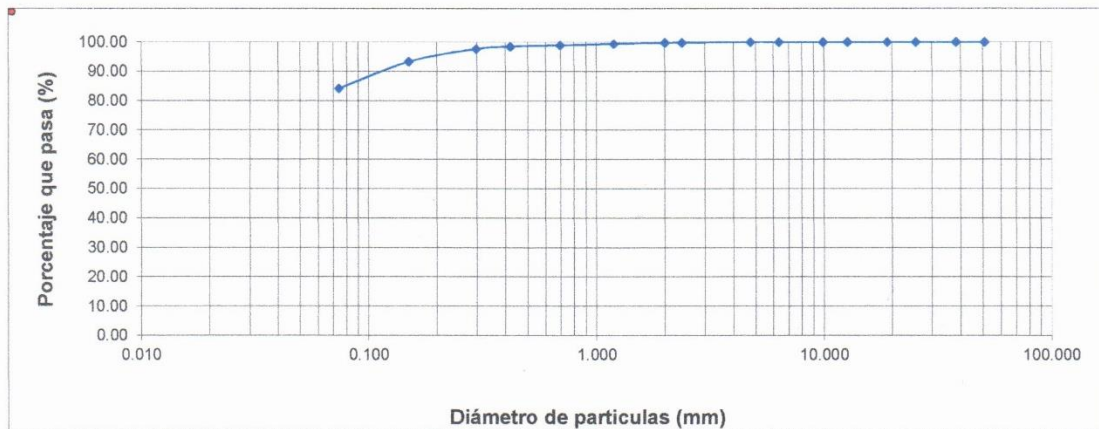
PROYECTO : PROYECTO DE TESIS: EVALUACION DE LOS ASENTAMIENTOS EN EL SUELO DE FUNDACION DE LA CARRETERA CHACHAPOYAS - PEDRO RUIZ PE - 088 km 47 + 380 al km 47 + 580
SOLICITANTE : JUAN YERSON BURGA RUBIO
RESPONSABLE : ING° NESTOR ALFONSO DIAZ ARIAS
FECHA : 09 / 11 / 2021

CALICATA: C-1 MUESTRA: M2 **Peso muestra seca: 300.04 gr**

Malla	Malla (mm)	Peso ret. Parcial	% Retenido Parcial	% Ret. Acumul.	% Que pasa
2"	50.800	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00
1 "	25.400	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.050	0.00	0.00	0.00	100.00
1/2"	12.700	0.00	0.00	0.00	100.00
3/8"	9.925	0.00	0.00	0.00	100.00
1/4"	6.350	0.00	0.00	0.00	100.00
N° 4	4.760	0.00	0.00	0.00	100.00
N° 8	2.380	0.64	0.21	0.21	99.79
N° 10	2.000	0.23	0.08	0.29	99.71
N° 16	1.190	0.77	0.26	0.55	99.45
N° 30	0.695	1.49	0.50	1.04	98.96
N° 40	0.420	1.42	0.47	1.52	98.48
N° 50	0.297	2.51	0.84	2.35	97.65
N° 100	0.150	12.76	4.25	6.61	93.39
N° 200	0.074	27.41	9.14	15.74	84.26
Pérdida por lavado		252.81	84.26	100.00	0.00

CURVA GRANULOMETRICA

Limo y Arcilla	Arena				Grava	
	Fina	Media	Gruesa	Fina	Gruesa	
	N° 200	N° 40	N° 10	N° 4	3/4"	3"



CONTENIDO DE HUMEDAD (%)		16.59
Límite líquido (%)		35.30
Límite plástico (%)		20.84
Índice plástico (%)		14.46
Clasificación SUCS		CL

D10	xxx
D30	xxx
D60	xxx
Cu	xxx
Cc	xxx

ARCILLA DELGADA CON ARENA

NOTA: LAS MUESTRAS FUERON PROPORCIONADAS POR EL SOLICITANTE

Diaz & Ocampo
 CONSTRUCTORES Y CONSULTORES SRL
 ING° NESTOR ALFONSO DIAZ ARIAS
 INGENIERO CIVIL - CIP 21382
 GERENTE GENERAL



DIAZ & OCAMPO
CONSTRUCTORES Y CONSULTORES SRL
RÉGISTRO DE INDECOPI N° 00067377
ESTUDIOS DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

Jr. Libertad N° 1309 Cel. 941892090 RPM *625827 RPC 982360835

Correo Electronico: nestorda433@hotmail.com CHACHAPOYAS

ENSAYO : ANALISIS GRANULOMETRICO POR LAVADO
NORMA ASTM D421

PROYECTO : PROYECTO DE TESIS: EVALUACION DE LOS ASENTAMIENTOS EN EL SUELO DE FUNDACION DE LA CARRETERA CHACHAPOYAS - PEDRO RUIZ PE - 08B km 47 + 380 al km 47 + 580

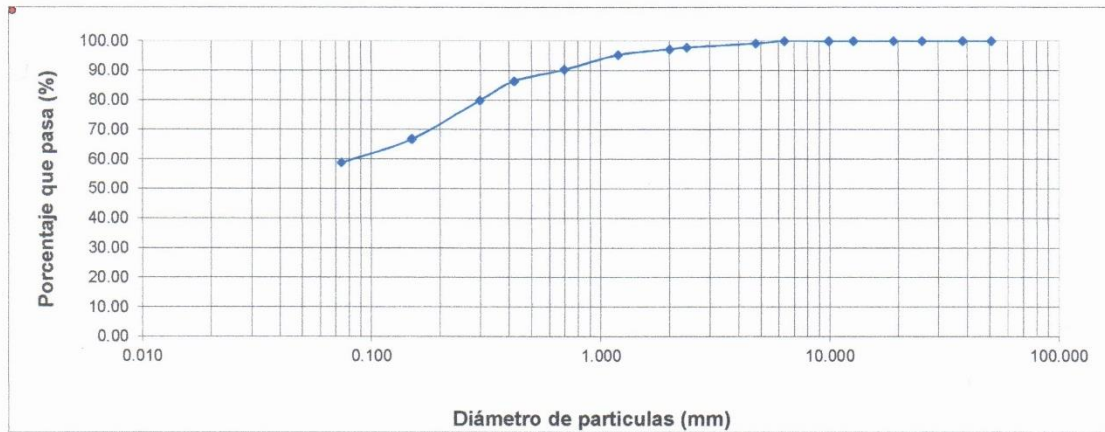
SOLICITANTE : JUAN YERSON BURGA RUBIO
RESPONSABLE : ING° NESTOR ALFONSO DIAZ ARIAS
FECHA : 09 / 11 / 2021

CALICATA: C - 2 MUESTRA: M1 **Peso muestra seca:** **133.75 gr**

Malla	Malla (mm)	Peso ret. Parcial	% Retenido Parcial	% Ret. Acumul.	% Que pasa
2"	50.800	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.400	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.050	0.00	0.00	0.00	100.00
1/2"	12.700	0.00	0.00	0.00	100.00
3/8"	9.925	0.00	0.00	0.00	100.00
1/4"	6.350	0.00	0.00	0.00	100.00
N° 4	4.760	1.09	0.81	0.81	99.19
N° 8	2.380	1.82	1.36	2.18	97.82
N° 10	2.000	0.77	0.58	2.75	97.25
N° 16	1.190	2.53	1.89	4.64	95.36
N° 30	0.695	6.66	4.98	9.62	90.38
N° 40	0.420	5.19	3.88	13.50	86.50
N° 50	0.297	8.79	6.57	20.07	79.93
N° 100	0.150	17.46	13.05	33.13	66.87
N° 200	0.074	10.73	8.02	41.15	58.85
Pérdida por lavado		78.71	58.85	100.00	0.00

CURVA GRANULOMETRICA

Limo y Arcilla	Arena				Grava		
	Fina	Media	Gruesa	Fina	Gruesa		
N° 200	N° 40	N° 10	N° 4	3/4"	3"		



CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	30.96
Límite líquido (%)	39.80
Límite plástico (%)	21.71
Índice plástico (%)	18.09
Clasificación SUCS	CL

D10	0.38
D30	1.20
D60	0.02
Cu	xxx
Cc	xxx

ARCILLA DELGADA ARENOSA

NOTA: LAS MUESTRAS FUERON PROPORCIONADAS POR EL SOLICITANTE

Diaz & Ocampo
CONSTRUCTORES Y CONSULTORES SRL
ING. NESTOR ALFONSO DIAZ ARIAS
INGENIERO CIVIL - CIP 21382
GERENTE GENERAL



DIAZ & OCAMPO
CONSTRUCTORES Y CONSULTORES SRL
REGISTRO DE INDECOPI N° 00067377
ESTUDIOS DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

Jr. Libertad N° 1309 Cel. 941892090 RPM *625827 RPC 982360835
 Correo Electronico: nestorda433@hotmail.com CHACHAPOYAS

ENSAYO : ANALISIS GRANULOMETRICO POR LAVADO
NORMA ASTM D421

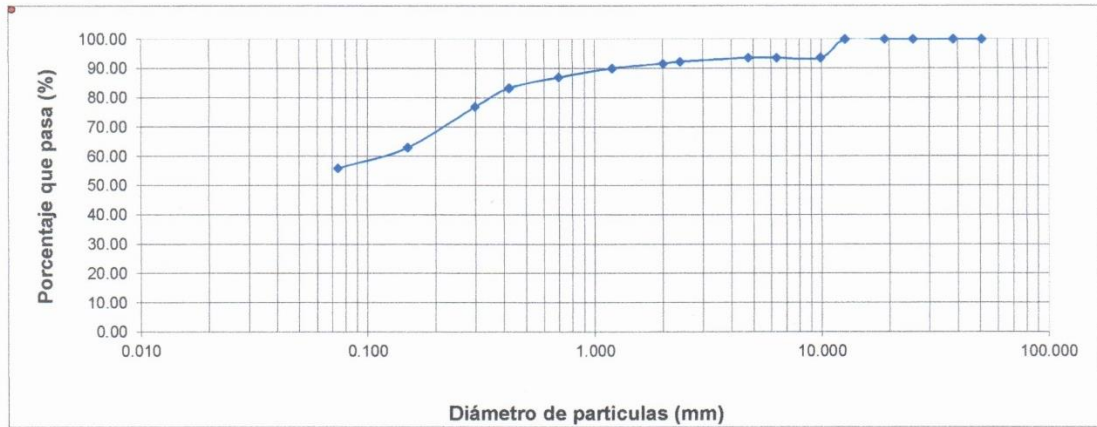
PROYECTO : PROYECTO DE TESIS: EVALUACION DE LOS ASENTAMIENTOS EN EL SUELO DE FUNDACION DE LA CARRETERA CHACHAPOYAS - PEDRO RUIZ PE - 08B km 47 + 380 al km 47 + 580
SOLICITANTE : JUAN YERSON BURGA RUBIO
RESPONSABLE : ING° NESTOR ALFONSO DIAZ ARIAS
FECHA : 09 / 11 / 2021

CALICATA: C - 2 MUESTRA: M2 **Peso muestra seca: 90.40 gr**

Malla	Malla (mm)	Peso ret. Parcial	% Retenido Parcial	% Ret. Acumul.	% Que pasa
2"	50.800	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00
1 "	25.400	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.050	0.00	0.00	0.00	100.00
1/2"	12.700	0.00	0.00	0.00	100.00
3/8"	9.925	5.79	6.40	6.40	93.60
1/4"	6.350	0.00	0.00	6.40	93.60
N° 4	4.760	0.00	0.00	6.40	93.60
N° 8	2.380	1.19	1.32	7.72	92.28
N° 10	2.000	0.52	0.58	8.30	91.70
N° 16	1.190	1.47	1.63	9.92	90.08
N° 30	0.695	2.75	3.04	12.96	87.04
N° 40	0.420	3.36	3.72	16.68	83.32
N° 50	0.297	5.77	6.38	23.06	76.94
N° 100	0.150	12.58	13.92	36.98	63.02
N° 200	0.074	6.39	7.07	44.05	55.95
Pérdida por lavado		50.58	55.95	100.00	0.00

CURVA GRANULOMETRICA

Limo y Arcilla	Arena				Grava		
	Fina	Media	Gruesa	Fina	Gruesa		
	N° 200	N° 40	N° 10	N° 4	3/4"	3"	



CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	48.45
Límite líquido (%)	48.00
Límite plástico (%)	28.77
Índice plástico (%)	19.23
Clasificación SUCS	CL

D10	xxx
D30	xxx
D60	0.12
Cu	xxx
Cc	xxx

ARCILLA DELGADA ARENOSA

NOTA: LAS MUESTRAS FUERON PROPORCIONADAS POR EL SOLICITANTE

Diaz & Ocampo
 CONSTRUCTORES Y CONSULTORES SRL
 Ing. NESTOR ALFONSO DIAZ ARIAS
 INGENIERO CIVIL - CIP 21382
 GERENTE GENERAL



DIAZ & OCAMPO
CONSTRUCTORES Y CONSULTORES SRL
REGISTRO DE INDECOPI N° 00067377
ESTUDIOS DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

Jr. Libertad N° 1309 Cel. 941892090 RPM *625827 RPC 982360835

Correo Electronico: nestorda433@hotmail.com CHACHAPOYAS

CONSTRUCTORES Y CONSULTORES SRL

ENSAYO : ANALISIS GRANULOMETRICO POR LAVADO
NORMA ASTM D421

PROYECTO : PROYECTO DE TESIS: EVALUACION DE LOS ASENTAMIENTOS EN EL SUELO DE FUNDACION DE LA CARRETERA CHACHAPOYAS - PEDRO RUIZ PE - 08B km 47 + 380 al km 47 + 580

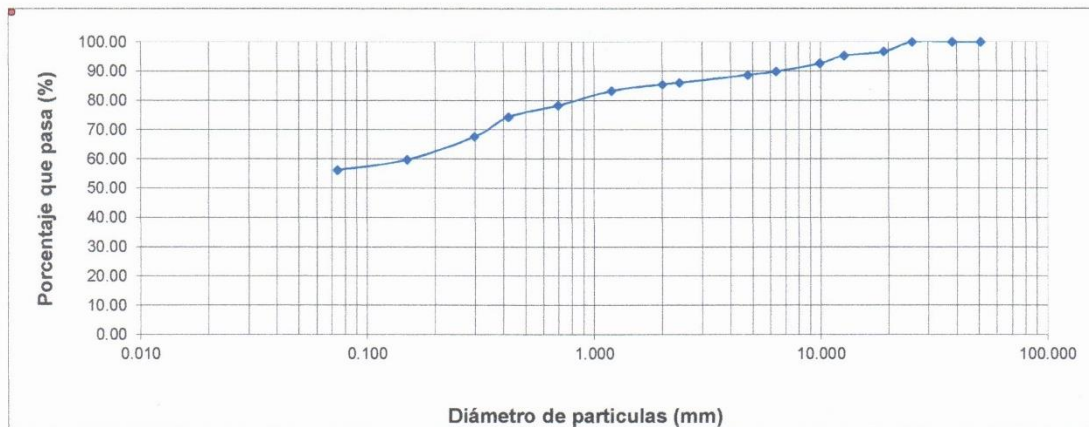
SOLICITANTE : JUAN YERSON BURGA RUBIO
RESPONSABLE : ING° NESTOR ALFONSO DIAZ ARIAS
FECHA : 09 / 11 / 2021

CALICATA: C - 3 MUESTRA: M3 **Peso muestra seca: 300.02 gr**

Malla	Malla (mm)	Peso ret. Parcial	% Retenido Parcial	% Ret. Acumul.	% Que pasa
2"	50.800	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00
1 "	25.400	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.050	9.89	3.30	3.30	96.70
1/2"	12.700	4.09	1.36	4.66	95.34
3/8"	9.925	7.81	2.60	7.26	92.74
1/4"	6.350	8.41	2.80	10.07	89.93
N° 4	4.760	3.54	1.18	11.25	88.75
N° 8	2.380	7.87	2.62	13.87	86.13
N° 10	2.000	1.88	0.63	14.50	85.50
N° 16	1.190	6.45	2.15	16.65	83.35
N° 30	0.695	14.89	4.96	21.61	78.39
N° 40	0.420	11.80	3.93	25.54	74.46
N° 50	0.297	20.30	6.77	32.31	67.69
N° 100	0.150	23.53	7.84	40.15	59.85
N° 200	0.074	10.69	3.56	43.71	56.29
Pérdida por lavado		168.87	56.29	100.00	0.00

CURVA GRANULOMETRICA

Limo y Arcilla	Arena			Grava		
	Fina	Media	Gruesa	Fina	Gruesa	
	N° 200	N° 40	N° 10	N° 4	3/4"	3"



CONTENIDO DE HUMEDAD (%)		18.49
Límite líquido (%)		40.00
Límite plástico (%)		25.16
Índice plástico (%)		14.84
Clasificación SUCS		CL

D10	xxx
D30	xxx
D60	0.16
Cu	xxx
Cc	xxx

ARCILLA DELGADA ARENOSA

NOTA: LAS MUESTRAS FUERON PROPORCIONADAS POR EL SOLICITANTE

Diaz & Ocampo
CONSTRUCTORES Y CONSULTORES SRL
ING. NESTOR ALFONSO DIAZ ARIAS
 INGENIERO CIVIL - CIP. 21362
 GERENTE GENERAL

DIRECT SHEAR AND RESIDUAL TEST REPORT

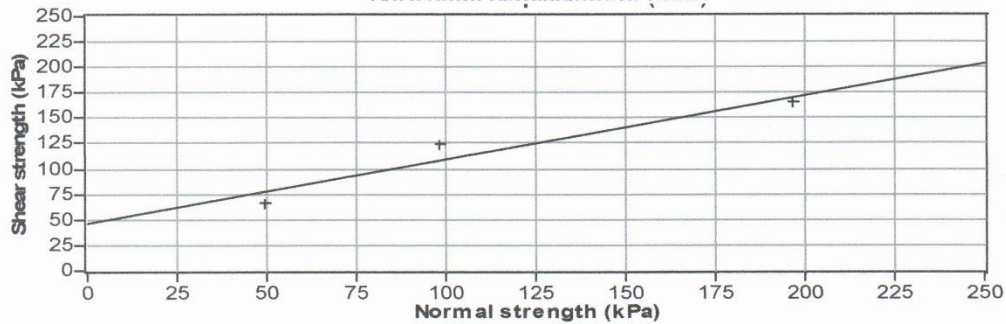
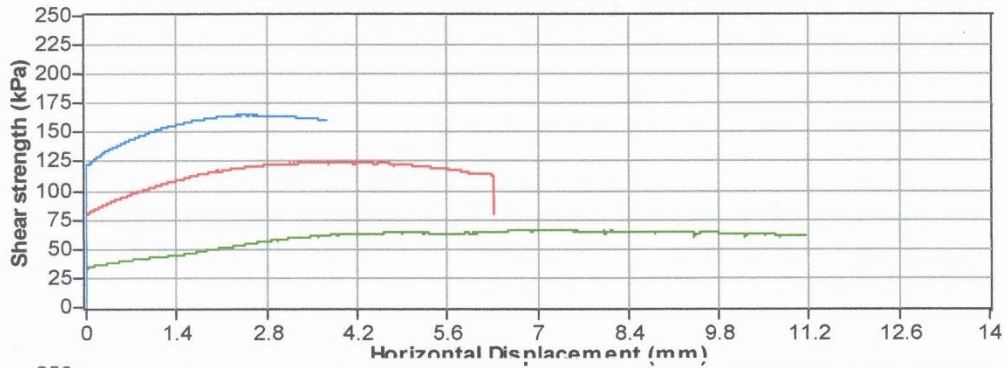
Company	PROYECTO: DE TESIS: EVALUACION DE LOS ASENTAMIENTOS EN EL	COHESION = 0.211 kg/cm2
Address 1	SUELO DE FUNDACION DE LA CARRETERA CHACHAPOYAS - PEDRO	ANGULO DE FRICCION = 34.8°
Address 2	RUIZ PE - 08B Km 47 + 380 al Km 47 + 580 . Solicitante: Juan Yelson	FECHA = 09 / 11/ 2021
Sample Detail	Burga Rubio. Calicata C1 0.50 - 2.50 m, MUESTRA INALTERADA, ENSAYO NO SATURADO NO DRENADO	

Test Results

Sample No	Sample Type	Sample Size mm	Normal Load Newton	Normal Stress kPa	Shear Load Newton	Shear Stress kPa	Resilient Load Newton	Resilient Stress kPa
1	Square	60.0	177.0	49.2	238.2	66.2	220.7	61.3
2	Square	60.0	354.0	98.3	447.2	124.2	286.0	79.4
3	Square	60.0	708.0	196.7	593.9	165.0	578.4	160.7
4	Square		400.0		0.0		0.0	
5	Square		500.0		0.0		0.0	

Cohesion By peaks (kPa) 45.8
 Cohesion Angle By peaks (Degree) 32.4

Cohesion By Resilients (kPa) 20.7
 Cohesion Angle By Resilients (Degree) 34.8



Tested By
 01 KPa = 0.010197 kg/cm

Approved By
 COHESION = 0.010197 x 20.7 = 0.211 kg/cm

Diaz & Ocampo
 CONSTRUCTORES Y CONSULTORES SRL

Jr. Libertad N° 1309 Chachapoyas
 Cel 941892090 – 982360835
 Correo Electrónico: suelosyconcretodiazarias@hotmail.com

Ing. NESTOR ALFONSO DIAZ ARIAS
 INGENIERO CIVIL CIP 21387
 GERENTE GENERAL

c	=	0.211	kg/cm ² (COHESION)
ϕ	=	34.80	° (ANGULO DE FRICCION)
N_c	=	24.89	COEFICIENTE ADIMENSIONALES
N_q	=	12.53	COEFICIENTE ADIMENSIONALES
N_r	=	8.12	COEFICIENTE ADIMENSIONALES
γ	=	2.073	g/cm ³ (DENSIDAD NATURAL)
E	=	30	kg/cm ² (MODULO DE ELASTICIDAD)
μ	=	0.2	COEFICIENTE DE POISON
D_{fz}	=	250	cm (PROFUNDIDAD DE LAS ZAPATAS)
D_{fc}	=	250	cm (PROFUNDIDAD CIMENTACION CORRIDA)
B_z	=	250	cm (ANCHO PLATEAS)
B_c	=	250	cm (ANCHO CIMENTACION CORRIDA)
FS	=	3	FACTOR DE SEGURIDAD
$I_{f(z)}$	=	0.85	FACTOR DE FORMA DE ZAPATAS
$I_{f(c)}$	=	2.00	FACTOR DE FORMA CIMENTACION CORRIDA

**PROYECTO DE TESIS: EVALUACION
DE LOS ASENTAMIENTOS EN EL
SUELO DE FUNDACION DE LA
CARRETERA CHACHAPOYAS -
PEDRO RUIZ PE - 08B km 47 + 380
al km 47 + 580**

**CALICATA C1
PROFUNDIDAD A 2.50 m**

CAPACIDAD DE CARGA ULTIMA DE CIMENTACIONES

$$q_u = \frac{1}{3} (1.3cN_c + \gamma D_f N_q + 0.4\gamma B N_r) \quad \text{CUADRADA} = 5.00 \text{ kg/cm}^2$$

$$q_u = \frac{1}{3} (1.3cN_c + \gamma D_f N_q + 0.3\gamma B N_r) \quad \text{CIRCULAR} = 4.86 \text{ kg/cm}^2$$

CAPACIDAD DE CARGA ULTIMA DE CIMENTACIONES QUE EXHIBEN FALLA LOCAL POR CORTE

$$q_u = \frac{1}{3} \left(\frac{2}{3} c N_c + \gamma D_f N_q + 0.5\gamma B N_r \right) \quad \text{CORRIDA} = 4.03 \text{ kg/cm}^2$$

$$q_u = \frac{1}{3} (0.867cN_c + \gamma D_f N_q + 0.4\gamma B N_r) \quad \text{CUADRADA} = 4.24 \text{ kg/cm}^2$$

$$q_u = \frac{1}{3} (0.867cN_c + \gamma D_f N_q + 0.3\gamma B N_r) \quad \text{CIRCULAR} = 4.10 \text{ kg/cm}^2$$

ASENTAMIENTO DIFERENCIAL DE CIMENTACIONES

$$S_{\Delta} = \frac{qB(1 - \mu^2)}{E} I_f \quad \text{CUADRADA} = 1.00 \text{ cm}$$

$$\text{CIRCULAR} = 1.00 \text{ cm}$$

ASENTAMIENTO DIFERENCIAL DE CIMENTACIONES QUE EXHIBEN FALLA LOCAL POR CORTE

$$S_{\Delta} = \frac{qB(1 - \mu^2)}{E} I_f \quad \text{CORRIDA} = 1.00 \text{ cm}$$

$$\text{CUADRADA} = 1.00 \text{ cm}$$

$$\text{CIRCULAR} = 1.00 \text{ cm}$$

Diaz & Ocampo
INGENIEROS Y CONSULTORES S.R.L.
ING. M. F. FONSECA DIAZ ARIAS
REGISTRO PROFESIONAL - CIR 21302
GERENTE GENERAL

CORRECCIÓN POR ASENTAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE CARGA ULTIMA DE CIMENTACIONES

CUADRADA = NO APLICABLE

CIRCULAR = NO APLICABLE

CORRECCION POR ASENTAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE CARGA ULTIMA DE CIMENTACIONES
QUE EXHIBEN FALLA LOCAL POR CORTE

CORRIDA = NO APLICABLE

CUADRADA = *NO APLICABLE* kg/cm²

CIRCULAR = NO APLICABLE

PROYECTO DE TESIS: EVALUACION
DE LOS ASENTAMIENTOS EN EL
SUELO DE FUNDACION DE LA
CARRETERA CHACHAPOYAS -
PEDRO RUIZ PE - 08B km 47 + 380 al
km 47 + 580

CALICATA C1 PROFUNDIDAD A
2.50 m

Diaz & Ocampo
INGENIEROS Y CONSULTORES S.R.L.
Ing. NESTOR ALFONSO DIAZ ARIAS
INGENIERO CIVIL - CIP 21362
GERENTE GENERAL

Ø	Nc	Nq	Nr
0	5.70	1.00	0.00
1	5.90	1.07	0.005
2	6.10	1.14	0.02
3	6.30	1.22	0.04
4	6.51	1.30	0.055
5	6.74	1.39	0.074
6	6.97	1.49	0.10
7	7.22	1.59	0.128
8	7.47	1.70	0.16
9	7.74	1.82	0.20
12	8.63	2.22	0.35
13	8.96	2.38	0.42
14	9.31	2.55	0.48
15	9.67	2.73	0.57
16	10.06	2.92	0.67
17	10.47	3.13	0.76
18	10.90	3.36	0.88
19	11.36	3.61	1.03
20	11.85	3.88	1.12
21	12.37	4.17	1.35
22	12.92	4.48	1.55
23	13.51	4.82	1.74
24	14.14	5.20	1.97
25	14.80	5.60	2.25
26	15.53	6.05	2.59
27	16.30	6.54	2.88
28	17.13	7.07	3.29
29	18.03	7.66	3.76
30	18.99	8.31	4.39
31	20.03	9.03	4.83
32	21.16	9.82	5.51
33	22.39	10.69	6.32
34	23.72	11.67	7.22
35	25.18	12.75	8.35
36	26.77	13.97	9.41
37	28.51	15.32	10.90
38	30.43	16.85	12.75
39	32.53	18.56	14.71
40	34.87	20.50	17.22
41	37.45	22.70	19.75
42	40.33	25.21	22.50
43	43.54	28.06	26.25
44	47.13	31.34	30.40
45	51.17	35.11	36.00
46	55.73	39.48	41.70
47	60.91	44.45	49.30
48	66.80	50.46	59.25
49	73.55	57.41	71.45
50	81.31	65.60	85.75

Ø	Nc	Nq	Nr
35.00	25.18	12.75	8.35
34.80	24.89	12.53	8.12
34.00	23.72	11.67	7.22

Diaz & Ocampo
 INSTRUCTORES Y CONSULTORES S.R.L.
 DR. ANTONIO ALBERTO DIAZARIAS
 INGENIERO CIVIL CIP 21382
 GERENTE GENERAL



DIAZ & OCAMPO
CONSTRUCTORES Y CONSULTORES SRL
 REGISTRO DE INDECOPI N° 00069377
 ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO
 Y ASFALTO (LABORATORIO)

DIRECT SHEAR AND RESIDUAL TEST REPORT

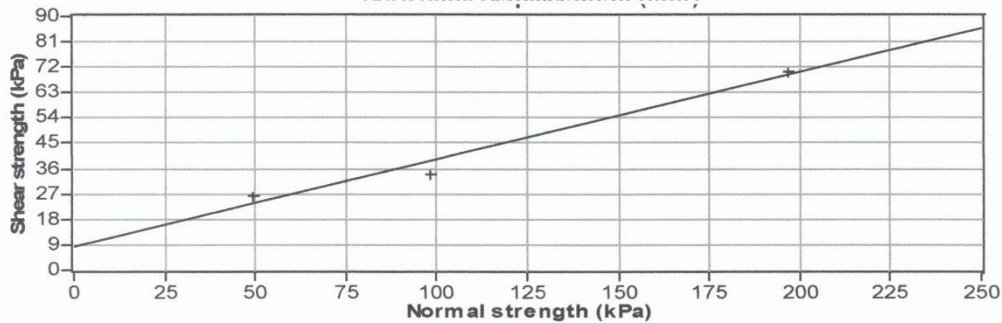
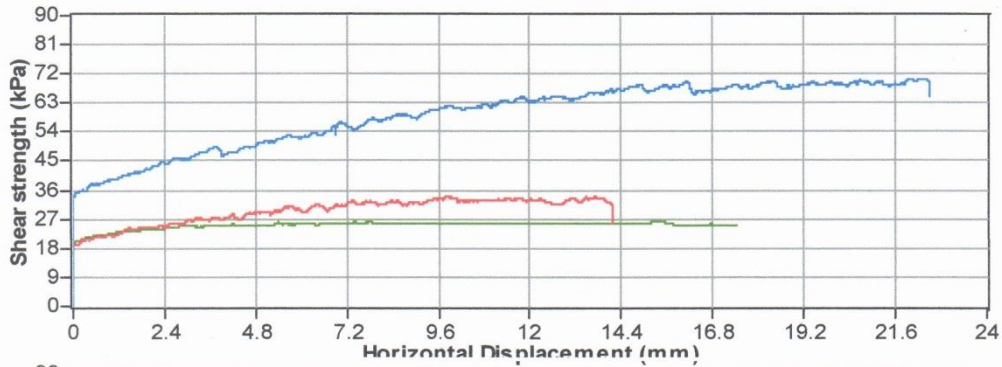
Company	PROYECTO: DE TESIS: EVALUACION DE LOS ASENTAMIENTOS EN EL	COHESION = 0.054 kg/cm2
Address 1	SUELO DE FUNDACION DE LA CARRETERA CHACHAPOYAS - PEDRO	ANGULO DE FRICCION = 16.1°
Address 2	RUIZ PE - 08B Km 47 + 380 al Km 47 + 580 . Solicitante: Juan Yelson	FECHA = 09 / 11/ 2021
Sample Detail	Burga Rubio. Calicata C2 1.40 - 2.50 m, MUESTRA INALTERADA, ENSAYO SATURADO NO DRENADO	

Test Results

Sample No	Sample Type	Sample Size mm	Normal Load Newton	Normal Stress kPa	Shear Load Newton	Shear Stress kPa	Resilient Load Newton	Resilient Stress kPa
1	Square	60.0	177.0	49.2	95.2	26.4	89.5	24.9
2	Square	60.0	354.0	98.3	122.6	34.1	93.0	25.8
3	Square	60.0	708.0	196.7	254.1	70.6	233.5	64.9
4	Square		400.0		0.0		0.0	
5	Square		500.0		0.0		0.0	

Cohesion By peaks (kPa) 8.2
 Cohesion Angle By peaks (Degree) 17.2

Cohesion By Resilients (kPa) 5.3
 Cohesion Angle By Resilients (Degree) 16.1



Tested By
 01 KPa = 0.010197 kg/cm

Approved By
 COHESION = 0.010197 x 5.3 = 0.054 kg/cm

Diaz & Ocampo
 CONSTRUCTORES Y CONSULTORES SRL

Jr. Libertad N° 1309 Chachapoyas
 Cel 941892090 – 982360835
 Correo Electrónico: suelosyconcretodiazarias@hotmail.com

ING. NESTOR ALFONSO DIAZ ARIAS
 INGENIERO CIVIL CIP. 21362
 GERENTE GENERAL

c	=	0.054	kg/cm ² (COHESION)
ϕ	=	16.10	° (ANGULO DE FRICCION)
N_c	=	10.10	COEFICIENTE ADIMENSIONALES
N_q	=	2.94	COEFICIENTE ADIMENSIONALES
N_r	=	0.68	COEFICIENTE ADIMENSIONALES
γ	=	1.913	g/cm ³ (DENSIDAD NATURAL)
E	=	30	kg/cm ² (MODULO DE ELASTICIDAD)
μ	=	0.2	COEFICIENTE DE POISON
D_{fz}	=	250	cm (PROFUNDIDAD DE LAS ZAPATAS)
D_{fzC}	=	250	cm (PROFUNDIDAD CIMENTACION CORRIDA)
B_z	=	250	cm (ANCHO PLATEAS)
B_{zC}	=	250	cm (ANCHO CIMENTACION CORRIDA)
FS	=	3	FACTOR DE SEGURIDAD
$I_{f(z)}$	=	0.85	FACTOR DE FORMA DE ZAPATAS
$I_{f(zC)}$	=	2.00	FACTOR DE FORMA CIMENTACION CORRIDA

**PROYECTO DE TESIS: EVALUACION
DE LOS ASENTAMIENTOS EN EL
SUELO DE FUNDACION DE LA
CARRETERA CHACHAPOYAS -
PEDRO RUIZ PE - 08B km 47 + 380
al km 47 + 580**

**CALICATA C2
PROFUNDIDAD A 2.50 m**

CAPACIDAD DE CARGA ULTIMA DE CIMENTACIONES

$$q_u = \frac{1}{3} (1.3cN_c + \gamma D_f N_q + 0.4\gamma B N_r) \quad \text{CUADRADA} = 0.75 \text{ kg/cm}^2$$

$$q_u = \frac{1}{3} (1.3cN_c + \gamma D_f N_q + 0.3\gamma B N_r) \quad \text{CIRCULAR} = 0.74 \text{ kg/cm}^2$$

CAPACIDAD DE CARGA ULTIMA DE CIMENTACIONES QUE EXHIBEN FALLA LOCAL POR CORTE

$$q_u = \frac{1}{3} \left(\frac{2}{3} c N_c + \gamma D_f N_q + 0.5\gamma B N_r \right) \quad \text{CORRIDA} = 0.64 \text{ kg/cm}^2$$

$$q_u = \frac{1}{3} (0.867cN_c + \gamma D_f N_q + 0.4\gamma B N_r) \quad \text{CUADRADA} = 0.67 \text{ kg/cm}^2$$

$$q_u = \frac{1}{3} (0.867cN_c + \gamma D_f N_q + 0.3\gamma B N_r) \quad \text{CIRCULAR} = 0.66 \text{ kg/cm}^2$$

ASENTAMIENTO DIFERENCIAL DE CIMENTACIONES

$$S_{\Delta} = \frac{qB(1-\mu^2)}{E} I_f \quad \text{CUADRADA} = 1.00 \text{ cm}$$

$$\text{CIRCULAR} = 1.00 \text{ cm}$$

ASENTAMIENTO DIFERENCIAL DE CIMENTACIONES QUE EXHIBEN FALLA LOCAL POR CORTE

$$S_{\Delta} = \frac{qB(1-\mu^2)}{E} I_f \quad \text{CORRIDA} = 1.00 \text{ cm}$$

$$\text{CUADRADA} = 1.00 \text{ cm}$$

$$\text{CIRCULAR} = 1.00 \text{ cm}$$

Diaz & Ocampo
CONSTRUCTORES Y CONSULTORES SRL

Soledad DIAZ ARIAS
INGENIERO CIVIL - CIP 24582
GERENTE GENERAL

CORRECCIÓN POR ASENTAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE CARGA ULTIMA DE CIMENTACIONES

CUADRADA = NO APLICABLE

CIRCULAR = NO APLICABLE

CORRECCION POR ASENTAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE CARGA ULTIMA DE CIMENTACIONES
QUE EXHIBEN FALLA LOCAL POR CORTE

CORRIDA = NO APLICABLE

CUADRADA = *NO APLICABLE* kg/cm²

CIRCULAR = NO APLICABLE

PROYECTO DE TESIS: EVALUACION
DE LOS ASENTAMIENTOS EN EL
SUELO DE FUNDACION DE LA
CARRETERA CHACHAPOYAS -
PEDRO RUIZ PE - 08B km 47 + 380 al
km 47 + 580

CALICATA C2 PROFUNDIDAD A
2.50 m

Diaz & Ocampo
CONSTRUCTORES Y CONSULTORES SRL

ING. NESTOR ALFONSO DIAZ ARIAS
INGENIERO CIVIL - CIP. 21362
GERENTE GENERAL

\emptyset	N_c	N_q	N_r
0	5.70	1.00	0.00
1	5.90	1.07	0.005
2	6.10	1.14	0.02
3	6.30	1.22	0.04
4	6.51	1.30	0.055
5	6.74	1.39	0.074
6	6.97	1.49	0.10
7	7.22	1.59	0.128
8	7.47	1.70	0.16
9	7.74	1.82	0.20
12	8.63	2.22	0.35
13	8.96	2.38	0.42
14	9.31	2.55	0.48
15	9.67	2.73	0.57
16	10.06	2.92	0.67
17	10.47	3.13	0.76
18	10.90	3.36	0.88
19	11.36	3.61	1.03
20	11.85	3.88	1.12
21	12.37	4.17	1.35
22	12.92	4.48	1.55
23	13.51	4.82	1.74
24	14.14	5.20	1.97
25	14.80	5.60	2.25
26	15.53	6.05	2.59
27	16.30	6.54	2.88
28	17.13	7.07	3.29
29	18.03	7.66	3.76
30	18.99	8.31	4.39
31	20.03	9.03	4.83
32	21.16	9.82	5.51
33	22.39	10.69	6.32
34	23.72	11.67	7.22
35	25.18	12.75	8.35
36	26.77	13.97	9.41
37	28.51	15.32	10.90
38	30.43	16.85	12.75
39	32.53	18.56	14.71
40	34.87	20.50	17.22
41	37.45	22.70	19.75
42	40.33	25.21	22.50
43	43.54	28.06	26.25
44	47.13	31.34	30.40
45	51.17	35.11	36.00
46	55.73	39.48	41.70
47	60.91	44.45	49.30
48	66.80	50.46	59.25
49	73.55	57.41	71.45
50	81.31	65.60	85.75

\emptyset	N_c	N_q	N_r
17.00	10.47	3.13	0.76
16.10	10.10	2.94	0.68
16.00	10.06	2.92	0.67

Diaz & Ocampo
 CONSTRUCTORES Y CONSULTORES SRL
 Ing. *WILSON FERNANDO DIAZ ARIAS*
 INGENIERO CIVIL - CIP 21362
 GERENTE GENERAL

Anexo N° 4. Panel fotográfico.



Fotografía N° 1. Estado actual del lugar de investigación.



Fotografía N° 2. Determinación de las progresivas del terreno en estudio.



Fotografía N° 3. Levantamiento topográfico del lugar de estudio con la ayuda de estación total.



Fotografía N°4. Excavación de la calicata (C-1), 2.50 m de profundidad.



Fotografía N° 5. Presencia de agua en la calicata (C-1), el nivel freático se encontró a los 80 cm de profundidad.



Fotografía N° 6. Después de 24 horas de la excavación de la calicata (C-1), se apreció que el nivel de agua subió 50 cm y hubo desprendimiento de suelo.



Fotografía N° 7. Excavación de la calicata (C-2), 2.50 m de profundidad.



Fotografía N° 8. Presencia de agua en la calicata (C-2), el nivel freático se encontró a 50 cm de profundidad.



Fotografía N° 9. Después de 24 horas de la excavación de la calicata (C-2), el nivel del agua subió 2.00 m y hubo desprendimiento de suelo.