



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO

FACULTAD DE INGENIERIA GEOLÓGICA Y

METALÚRGICA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA GEOLÓGICA



ESTUDIO GEOTÉCNICO PARA EL DISEÑO DE CIMENTACIONES

DEL PUENTE CARROZABLE SOBRE EL RIO ACARI, DEL

DISTRITO DE ACARI - AREQUIPA 2022

TESIS

PRESENTADA POR:

Bach. JOEL RICARDO CANAZA ESQUIVEL

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO GEÓLOGO

PUNO – PERÚ

2023



Reporte de similitud

NOMBRE DEL TRABAJO

**ESTUDIO GEOTÉCNICO PARA EL DISEÑO
DE CIMENTACIONES DEL PUENTE CARR
OZABLE SOBRE EL RIO ACARI, DEL DIS**

AUTOR

JOEL RICARDO CANAZA ESQUIVEL

RECuento de palabras

26284 Words

RECuento de caracteres

139984 Characters

RECuento de páginas

191 Pages

Tamaño del archivo

8.6MB

Fecha de entrega

Nov 21, 2023 11:46 AM GMT-5

Fecha del informe

Nov 21, 2023 11:49 AM GMT-5

● 8% de similitud general


El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para cada base c


- 7% Base de datos de Internet
- Base de datos de Crossref
- 2% Base de datos de trabajos entregados
- 1% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de contenido publicado de Crossr

● Excluir del Reporte de Similitud

- Material bibliográfico
- Material citado
- Coincidencia baja (menos de 20 palabras)




Dr. Leonel Palomino Ascencio
Director (e) de la Unidad de Investigacion
EPIG


Dr. Hector R. Mochaca Conderi
Asesor.

Resumen



DEDICATORIA

*A Dios, por darme fortaleza e
iluminarme*

*Espiritualmente en mi día a día. A mis
padres Martina Esquivel Yucra Q.E.P.D.
y Antero Canaza Pacori, que me dieron
de su apoyo económico y moral durante
toda la formación de mi carrera.*

*A mi hermana Blanca Canaza y demás
hermanos, a mis docentes de la escuela
profesional de ingeniera Geológica y
compañeros en especial al Ing. Rimsky
Cutimbo y amigos.*



AGRADECIMIENTOS

Primeramente, a la UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO PUNO, a los docentes de la ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA GEOLOGICA por haberme acogido y por haberme impartido sus enseñanzas.

A mi madre Martina Esquivel Yucra que con su fortaleza y temple hizo que sea posible mi formación académica y a mi padre por haberme su apoyo incondicional.

*A mi asesor Ing. Héctor Raúl Machaca Condori por haberme guiado y al Ing. Rimsky Cutimbo
Checalla*



ÍNDICE GENERAL

	Pág.
DEDICATORIA	
AGRADECIMIENTO	
ÍNDICE GENERAL	
ÍNDICE DE FIGURAS	
ÍNDICE DE TABLAS	
ÍNDICE DE ACRÓNIMOS	
RESUMEN.....	25
ABSTRACT.....	26
CAPÍTULO I	
INTRODUCCIÓN	
1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	29
1.1.1 Problema General.....	29
1.1.2 Problemas específicos	29
1.2 HIPÓTESIS	30
1.2.1 Hipótesis general.....	30
1.2.2 Hipótesis específicas	30
1.3 JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN	30
1.4 OBJETIVOS.....	32
1.4.1 Objetivo general	32
1.4.2 Objetivos específicos.....	32
CAPÍTULO II	
REVISIÓN DE LITERATURA	
2.1 ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN	33



2.1.1	Antecedentes Internacionales	33
2.1.2	Antecedentes nacionales	35
2.1.3	Antecedentes regionales	40
2.2	MARCO CONCEPTUAL	41
2.2.1	Puentes	41
2.2.1.1	Partes de un Puente	42
2.2.1.2	Tipos de Puentes.....	44
2.2.1.3	Infraestructura de puentes	45
2.2.1.4	Superestructura de puentes.....	46
2.3	ESTUDIO GEOTÉCNICO.	47
2.4	CONSIDERACIONES DE LOS ESTUDIOS GEOTÉCNICOS.....	47
2.5	CIMENTACIÓN	48
2.6	TIPOS DE CIMENTACIÓN	49
2.6.1	Cimentaciones profundas.	49
2.6.2	Pilotes hincados.....	50
2.6.3	Pilotes a través de relleno del terraplén.....	50
2.6.4	Pozos perforados.	51
2.6.5	Cimentaciones superficiales	51
2.7	CAPACIDAD DE CARGA DE CIMENTACIONES	54
2.8	ESTIMACIÓN DE ASENTAMIENTOS.....	55
2.8.1	Teoría de Terzaghi	55

CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1	MATERIALES Y METODOLOGÍA EXPERIMENTAL.....	61
3.1.1	Etapa preliminar	61



3.1.2	Etapa de campo	61
3.1.3	Etapa de gabinete	62
3.2	METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN	62
3.2.1	Nivel de Investigación.....	62
3.2.2	Tipo de Investigación	63
3.2.3	Diseño de Investigación	63
3.2.4	Variables de la Investigación	64
3.2.4.1	Variable independiente.....	64
3.2.4.2	Variable dependiente:.....	64
3.2.5	Población.....	65
3.2.6	Muestra.....	65
3.2.7	Prueba Estadística	65

CAPÍTULO IV

CARACTERIZACION DEL AREA DE ESTUDIO

4.1	UBICACIÓN	67
4.1.1	Ubicación política	67
4.1.2	Ubicación geográfica.....	68
4.2	ACCESIBILIDAD	69
4.2.1	Terrestre	69
4.3	CLIMA Y VEGETACIÓN.....	69
4.4	RELIEVE MONTAÑOSO	69
4.4.1	Costa o chala	69
4.4.2	Yunga	70
4.5	CARACTERISTICAS DEL PUENTE.....	70
4.6	GEODINAMICA INTERNA	71



4.6.1	Zonificación sísmica	71
4.6.2	Sismicidad Histórica	71
4.6.3	Sismicidad	73
4.7	GEOLOGÍA LOCAL	74
4.7.1	Mesozoico	74
4.7.2	Cuaternario	75
4.8	ESTUDIO GEOMORFOLOGICA	78
4.8.1	Origen Fluvial	78
4.8.1.1	Llanura Fluvio - Aluvial.....	79
4.8.1.2	Terraza Fluvio – Aluvial Antigua.....	79
4.8.1.3	Lecho Aluvial.....	79
4.9	ORIGEN EÓLICO	80
4.10	GEOLOGÍA ESTRUCTURAL	81
4.10.1	Domo De Marcona	81
4.10.2	Origen Tectónico Estructural	82
4.10.3	Estribaciones	84
4.10.4	Fallamiento.....	84
4.10.5	Tectónica de placas	85
4.10.6	Falla regional.....	86
4.10.7	Tectónica reciente	87
4.11	EXPLORACIÓN GEOFISICA	88
4.11.1	Fundamento del estudio geofísico.....	88
4.11.2	Tomografía eléctrica 2d	90
4.11.3	Georesistividad.....	91
4.11.4	Configuración y arreglo geoelectrico.....	91



4.11.5 Instrumentación geofísica	93
----------------------------------------	----

CAPÍTULO V

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1 PROPIEDADES FÍSICAS Y MECANICAS DEL SUELO.....	96
5.2 CAPACIDAD PORTANTE DEL SUELO	100
5.3 PROPUESTA DE DISEÑO DE CIMENTACIONES	104
5.4 DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	120
VI. CONCLUSIONES	124
VII. RECOMENDACIONES.....	126
VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	127
ANEXOS.....	129

Área : Ciencias de la ingeniería

Línea de Investigación: Geotecnia

Tema : Estudio Geotécnico para el Diseño de Cimentaciones del puente Carrozable sobre el Rio Acari, del Distrito de Acari - Arequipa 2022

Fecha de sustentación: 23 de noviembre del 2023



ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1 Superestructura del puente.....	43
Figura 2 Subestructura del puente.....	44
Figura 3 Tipos de Zapatas Combinadas	52
Figura 4 Representación gráfica de una zapata conectada.....	53
Figura 5 Losas de concreto armado apoyadas por columnas.....	54
Figura 6 Capacidad de carga ultima.....	56
Figura 7 Mapas de ubicación del lugar de estudio de investigación.....	67
Figura 8 Plano en planta del puente propuesto de la investigación – puente Acari.....	70
Figura 9 Mapa geológico del área de estudio- Puente Acarí	77
Figura 10 Columna estratigráfica local de Puente Acarí	78
Figura11 Se muestra en la figura estancacion meteorologico de la zona de investigacion	80
Figura 12 Distancia de la zona de estudio Puente Acarí a placa de Nazca.....	86
Figura 13 Fallas regionales alrededor de la zona de estudios	87
Figura 14 Representación simplificada del método de tomografía de resistividad eléctrica	91
Figura 15 Configuración para Tomografía Eléctrica 2D, Polo – Dipolo.....	92
Figura 16 Representación de la distribución espacial de la resistividad $\rho(x,z)$	93
Figura 17 Composición del suelo en función a sus partículas	97
Figura 18 Contenido de humedad	97
Figura 19 Peso específico de las muestras	98
Figura 20 Angulo de fricción	99
Figura 21 Cohesión	100
Figura 22 Capacidad Portante del suelo.....	103



Figura 23.	Perfil estratigráfico de la calicata 1	107
Figura 24.	Perfil estratigráfico de la calicata 2	111
Figura 25.	Perfil estratigráfico de la calicata 3	115
Figura 26	Perfil estratigráfico de la calicata 4	119



ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1 Factores de forma para fundaciones.....	57
Tabla 2 Factores de capacidad de carga	58
Tabla 3 Factores de capacidad de carga modificados	59
Tabla 4 Ubicación del puente Acarí.....	68
Tabla 5 Acceso al área de estudio	69
Tabla 6 Sismicidad histórica de Arequipa	72
Tabla 7 Valores de factores de zona	73
Tabla 8 Resumen de parámetros sísmicos	73
Tabla 9 Parámetros de líneas de exploración.....	94
Tabla 10 Valores de resistividad.....	94
Tabla 11 Líneas de exploración	95
Tabla 12 Resumen de pruebas físicas	96
Tabla 13 Resumen del ensayo mecánico	99
Tabla 14 Parámetros geotécnicos.....	100
Tabla 15 Datos de la C-1 para el diseño de cimentación	104
Tabla 16 Diseño de cimentación cuadrada.....	105
Tabla 17 Datos de la C-2 para el diseño de cimentación	108
Tabla 18 Diseño de cimentación cuadrada.....	110
Tabla 19 Datos de la C-3 para el diseño de cimentación	112
Tabla 20 Diseño de cimentación cuadrada.....	113
Tabla 21 Datos de la C-4 para el diseño de cimentación	116
Tabla 22 Diseño de cimentación cuadrada.....	118



ÍNDICE DE ACRÓNIMOS

AASHTO	: American Association of State Highway and Transportation Official
c	: Cohesión
C-ALS	: Cavity Auto Laser Scanning
CCP 14	: Norma colombiana de diseño de puentes
CMS	: Cavity Monitoring System
Df	: Profundidad de desplante
GL-Q-aaa	: Aluvial Acequia Alta
GL-Qr-a	: Aluvial reciente
GL-Qr-au	: Aluvial Umacollo
GL-Qr-e	: Eluvial reciente
GL-Tp-vs2	: Volcánico Sencca 2
GP	: Grava pobremente gradada con arena
GP-GM	: Grava pobremente gradada con limo y arena
GW	: Grava bien graduada con arena
IP	: Índice plástico
LL	: Limite liquido
LP	: Limite plástico
MTC	: Ministerio de transportes y comunicaciones
NF	: Nivel freático
NP	: No plástico
Qadm	: Capacidad admisible del suelo
SM	: Arenas limosas
SPT	: Ensayos de penetración estándar
SUCS	: Unified Soil Classification System
ZC	: Zapata cuadrada
ZR	: Zapata rectangular
ϕ	: Angulo de fricción



RESUMEN

La presente investigación “Estudio geotécnico Para el Diseño de Cimentaciones del Puente Carrozable Sobre el Rio Acarí, del Distrito de Acarí - Arequipa 2022”, que se encuentra ubicado en el Distrito de Acarí, Provincia de Caravelí y Departamento de Arequipa, tiene como objetivo de evaluar las propiedades geotécnicas del suelo para el diseño de cimentaciones del puente carrozable, empleando la metodología de nivel descriptivo, tipo aplicado y diseño experimental, se realizó cuatro exploraciones a cielo abierto de donde se obtuvo muestras, las cuales fueron evaluadas y se determinó lo siguiente, se clasifican con GP según SUCS y como A-1-a según AASHTO, con un nivel freático a 1m de profundidad, el ensayo de corte directo se obtuvo que el ángulo fricción es 37° , 36.5° , 36.6° , 36.5° y cohesión es 0 y la capacidad portante o carga admisible resulto C-01 3.87 kg/cm², C-02 3.81 kg/cm², C-03 3.89 kg/cm² y C-04 3.87 kg/cm², para cimentaciones cuadradas de 5m de desplante, estos valores se determinaron para distintas profundidades, por otro lado el puente carrozable se clasifica de tercera clase con una orografía de tipo III y tipo de vía local. Donde se concluye que con los datos obtenidos de las pruebas físicas y mecánicas se realiza el diseño de cimientos de manera satisfactoria con la propuesta de cimientos cuadrados.

Palabras Clave: Capacidad portante, Cimentaciones, Estudio geotécnico.



ABSTRACT

The present investigation "Geotechnical Study for the Design of Foundations of the Carriage Bridge Over the Acarí River, in the District of Acarí - Arequipa 2022", which is located in the District of Acarí, Province of Caravelí and Department of Arequipa, aims to evaluate the geotechnical properties of the soil for the design of foundations of the carriage bridge, using the methodology of descriptive level, applied type and experimental design, four open-air explorations were carried out from which samples were obtained, which were evaluated and the following was determined, They are classified with GP according to SUCS and as A-1-a according to AASHTO, with a water table at 1m depth, the direct shear test showed that the friction angle is 37° , 36.5° , 36.6° , 36.5° and cohesion is 0 and the bearing capacity or admissible load was C-01 3.87 kg/cm², C-02 3.81 kg/cm², C-03 3.89 kg/cm² and C-04 3.87 kg/cm², for square foundations with a 5m offset, these values were determined for different depths, on the other hand the carriage bridge is classified as third class with type III orography and local road type. Where it is concluded that with the data obtained from the physical and mechanical tests, the foundation design is carried out satisfactorily with the proposal of square foundations.

Keywords: Bearing capacity, Foundations, Geotechnical study.



CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

A lo largo del tiempo, se ha constatado la importancia de los puentes, dado que desempeñan diversas funciones esenciales. Entre estas funciones se incluye la conexión de segmentos de tierra separados por cuerpos de agua, así como la vinculación de carreteras divididas por terrenos escarpados. Estos puentes se encuentran en carreteras tanto principales como secundarias, así como en áreas urbanas. Debido a estas funciones cruciales, la construcción de puentes debe llevarse a cabo de manera eficaz y segura, con el fin de facilitar el tránsito tanto de vehículos como de peatones. Estos últimos realizan una variedad de tareas diariamente y dependen de la infraestructura de puentes para llevar a cabo sus actividades (Neyra, 2019).

El diseño de una estructura o infraestructura geotécnica está fuertemente influenciado por la geología del entorno en el que se va a construir. Esto es particularmente cierto cuando el entorno geológico se caracteriza por formaciones complejas y débiles, (Scarpelli, Fruzzetti, & Ruggeri, 2022). Los diferentes materiales pueden predecirse o se pueden interpretar fácilmente utilizando solo las leyes básicas de la mecánica de suelos o de rocas (Crosta, Picarelli, & Urciuoli, 2021).

En el campo de la ingeniería geotécnica, el papel de la incertidumbre geológica en los perfiles estratificados es inicialmente imposible de estudiar debido a los escasos datos del subsuelo disponibles para la correlación espacial dentro del sitio de estudio. En el diseño de cimientos de puentes, generalmente el estado del suelo no se considera debido a las dificultades de evaluarla utilizando datos obtenidos de las pruebas al realizar excavaciones a cielo abierto, validando la calidad de las predicciones e incorporando tales incertidumbres en el diseño de cimientos (Oluwatuyi , Rajapakshage, Wulffc, & Ngd, 2023)



El rendimiento y la confiabilidad de las estructuras geotécnicas, como los cimientos de puentes, dependen en gran medida de las categorías y capas de geo materiales de soporte presentes en el sitio de un proyecto (Tran, Han, & Kim, 2018).

En todos los países del mundo, la construcción de cualquier proyecto requiere la realización de investigaciones geotécnicas. Estas investigaciones se adaptan a las dimensiones y a los tipos de sistemas estructurales de cimentación necesarios para soportar las cargas a las que estarán expuestas las estructuras en general. Antes de utilizar el suelo como base para cualquier construcción que pueda experimentar grandes tensiones, es esencial llevar a cabo diversos estudios con el propósito de identificar sus características físico-mecánicas, prever su comportamiento y evaluar su capacidad de resistencia frente a las cargas que deberá soportar. Para lograrlo, se deben llevar a cabo diversas pruebas de laboratorio de manera meticulosa, minimizando así los errores y asegurando que los resultados sean precisos en cuanto al comportamiento del suelo bajo estudio, con el fin de reducir al máximo el grado de incertidumbre (Sanchez, 2019).

En los últimos años, el crecimiento económico en el Perú ha sido notable, lo que ha impulsado el desarrollo de varias ciudades en el país. Este crecimiento ha generado una creciente necesidad de mejorar la conectividad y la comunicación entre las principales ciudades y los centros de abastecimiento de productos. Además, se ha incrementado la demanda de infraestructura de transporte para satisfacer las necesidades de la población y el comercio. En este contexto, los puentes desempeñan un papel fundamental en el ámbito de la infraestructura vial de un país. Por lo tanto, los objetivos de la ingeniería en este contexto se centran en garantizar la conservación, el funcionamiento, la utilidad y la seguridad de estos elementos clave (Velezmoro & Cabrejos, 2020).



Dado su carácter fundamental, es imperativo tener en consideración los análisis preliminares que preceden a la planificación de un proyecto, ya que estos estudios, como el geotécnico, proporcionan información esencial acerca de las características del área.

En la planificación de un puente, es imprescindible contar con datos hidrológicos que constituyen elementos cruciales para calcular la erosión y dimensiones necesarias en el diseño.

En este contexto, el objetivo de la presente investigación radica en la realización de un análisis geotécnico con el propósito de desarrollar el diseño de las bases de sustentación para un puente destinado al tráfico vehicular que atravesará el río acarí en la región de arequipa. Se subraya la importancia de llevar a cabo estudios fundamentales de ingeniería con el fin de proponer nuevas estructuras adecuadas para entornos fluviales, considerando que uno de los desafíos hidráulicos más críticos a abordar es la socavación.

1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Por lo expuesto anteriormente surgen los siguientes cuestionamientos generales y específicos.

1.1.1 Problema General

¿Cuáles son las condiciones geotécnicas del suelo para el diseño de cimentaciones del puente carrozable sobre el río Acarí, del distrito de Acarí – Arequipa 2022?

1.1.2 Problemas específicos

- a.** ¿Cuáles son las características físicas y mecánicas del suelo para el diseño de cimentaciones del puente carrozable sobre el río Acarí, del distrito de Acarí – Arequipa 2022?



- b. ¿Cuál es la capacidad portante del suelo de fundación para el diseño de cimentaciones del puente carrozable sobre el río Acarí, del distrito de Acarí – Arequipa 2022?
- c. ¿Cómo es el diseño de la cimentación del puente carrozable sobre el río Acarí, del distrito Acarí – Arequipa 2022?

1.2 HIPÓTESIS

1.2.1 Hipótesis general

Las condiciones geotécnicas del suelo para el diseño de cimentaciones del puente carrozable sobre el río Acarí, del distrito de Acarí – Arequipa 2022, tiene plasticidad alta, la capacidad portante bordea los 0.9 kg/cm^2 y se propone una la zapata rectangular.

1.2.2 Hipótesis específicas

- a. Las propiedades físicas mecánicas del suelo para el diseño de cimentaciones del puente carrozable sobre el río Acarí, del distrito de Acarí – Arequipa 2022, son favorables.
- b. La capacidad portante del suelo de fundación para el diseño de cimentaciones del puente carrozable sobre el río Acarí, del distrito de Acarí – Arequipa 2022, es de 1.1 kg/cm^2 .
- c. La propuesta de diseño de cimentaciones del puente carrozable sobre el río Acarí, del distrito Acarí – Arequipa 2022, es de una zapata cuadrada de dimensiones $10 \text{ m.} \times 4 \text{ m.}$, desplante de 5 m.

1.3 JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

Este estudio se centrará en la evaluación de las características geológicas y geotécnicas del terreno de fundación ya que es importante dar a conocer las propiedades físico mecánicas



de los diferentes tipos de materiales existentes in Situ, de este modo evaluar las condiciones que se encuentra los diferentes tipos de suelos. Se analizarán las muestras obtenidas en laboratorio y serán indicados según sus características y propiedades físicas.

Debido a los problemas que surgen, hay una necesidad indispensable para la construcción de un Puente carrozable para distrito de Acarí del departamento de Arequipa, con el propósito de explotar eficazmente los recursos disponibles en esta región, resulta esencial la creación de una solución que permita mantener el flujo de tráfico de manera continua, especialmente durante las temporadas de lluvia. En consecuencia, es imperativo diseñar un puente que garantice la viabilidad y seguridad para el transporte tanto vehicular como peatonal. Los productos agrícolas producidos por los habitantes de estas zonas suelen destinarse al autoconsumo debido a las dificultades para su distribución fuera de la región, lo que contribuye al desequilibrio y a la inestabilidad en la sociedad debido a la carencia de educación y suministros básicos. Actualmente los pobladores cruzan por un puente peatonal de una sola vía obligatoriamente o por el río acarí.

Dada la importancia que tienen las características del lugar y las condiciones climáticas, es fundamental para la ingeniería contar con un conocimiento detallado y estudios relacionados con el diseño de puentes. Estos conocimientos son esenciales para mejorar tanto el diseño de puentes vehiculares como el sistema estructural. de los mismos, contribuyendo a la reducción del riesgo de fallas en estas construcciones. Es relevante destacar que diseñar un puente debe adaptarse a las particularidades de la zona y seguir los manuales de diseño de puentes para garantizar la seguridad y solidez de la estructura y su construcción. Por lo tanto, se justifica la tesis geotécnica para el diseño de cimentaciones del puente carrozable sobre el rio Acarí, del Distrito de Acarí.



1.4 OBJETIVOS

1.4.1 Objetivo general

Evaluar las condiciones geotécnicas del suelo para el diseño de cimentaciones del puente carrozable sobre el río Acarí, del Distrito de Acarí – Arequipa 2022.

1.4.2 Objetivos específicos

- a. Determinar las propiedades físicas mecánicas del suelo para el diseño de cimentaciones del puente carrozable sobre el río Acarí, del Distrito de Acarí – Arequipa 2022.
- b. Determinar la capacidad portante del suelo de fundación para el diseño de cimentaciones del puente carrozable sobre el río Acarí, del Distrito de Acarí – Arequipa 2022.
- c. Proponer un diseño de la cimentación del puente carrozable sobre el río Acarí, del Distrito Acarí – Arequipa 2022



CAPÍTULO II

REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

2.1.1 Antecedentes Internacionales

Conforme a la investigación de Mallea (2018), titulada "Evaluación de la cimentación del Puente Billinghamurst: estudio geotécnico", su estudio se propone llevar a cabo un análisis geotécnico con el fin de validar la idoneidad de los actuales 40 metros de cimentación de roca utilizados en el Puente Billinghamurst. Además, se busca evaluar la estabilidad de cada uno de los caserones que deberán ser rellenados y hundidos en las etapas de explotación planificadas para los años venideros. El enfoque metodológico de la investigación incluye la recopilación de datos geotécnicos, como la caracterización del macizo rocoso, los parámetros de ajuste para los criterios de fallo, el modelado estructural de esfuerzos in situ, el análisis de la secuencia de explotación de los caserones, la construcción de un modelo numérico, el análisis de cargas sobre la roca y la evaluación de los criterios seleccionados para el diseño de futuros puentes de roca. El resultado principal de la investigación generó un total de 50 casos, de los cuales 42 se sometieron a los Criterios I ($\sigma_3 < -0.1 \text{ MPa}$), II ($\sigma_3 < 0 \text{ MPa}$) y III ($\sigma_p < 1 \text{ MPa}$). La exclusión de los ocho casos restantes se justifica debido a que cinco de los caserones carecían de mediciones con C-ALS o CMS, lo que imposibilitaba determinar si habían experimentado una sobre excavación. Lo único que se pudo establecer sobre estos caserones es que, al momento del estudio, la cimentación de roca era estable. Por lo tanto, se consideró que la condición presente de estos caserones era estable y fueron excluidos de la base de datos para evitar la inclusión de casos inciertos. En conclusión, los resultados indicaron que el Criterio I, basado en la falla por tracción del macizo



rocoso, predijo de manera bastante precisa la sobreexcavación observada en los caserones históricos del soldado, con una precisión del 90%. El criterio II, centrado en la falla por desconfinamiento debido al desprendimiento de bloques por gravedad, resultó ser excesivamente conservador. Por último, el criterio III mostró un rendimiento deficiente en la predicción de la sobreexcavación.

Según Galeano (2020) en su investigación titulada "Análisis estructural comparativo entre un sistema de cimentación con monopilote y otro con grupos de cuatro pilotes, para un puente diseñado con CCP 14", su estudio tiene como propósito la evaluación de la respuesta estructural de dos sistemas de cimentación diferentes: un grupo de cuatro pilotes y un sistema de monopilote. Esta evaluación se realiza en el contexto de un puente de concreto diseñado de acuerdo con el CCP14. La variación en la carga sísmica es el parámetro de interés, mientras que se mantienen constantes las condiciones geotécnicas y la configuración de la superestructura del puente. El enfoque metodológico de la investigación comienza con la revisión de literatura y la recopilación de estudios previos en el campo de las cimentaciones de puentes.

Según Salazar (2021) en su trabajo de investigación titulado "Diseño de cimentaciones para puentes en guanajuato", el propósito principal es identificar un diseño de cimentación superficial adecuado para el tramo del río laja en santa fe de la purísima concepción. La metodología empleada en este estudio es de naturaleza experimental, involucrando pruebas necesarias para llevar a cabo el diseño de las cimentaciones. Para obtener datos relevantes, se llevaron a cabo sondeos a una profundidad de 3 metros en los taludes izquierdo y derecho utilizando el ensayo triaxial. Los resultados de estas pruebas revelaron una cohesión de 0.670 kg/cm² y 0.740 kg/cm², así como ángulos de fricción de 19° y 8.30°. Las dimensiones de las cimentaciones incluyen anchos de 7.00 metros y 3.5 metros en ambos casos, con un



nivel de desplante de 4.00 metros para ambas situaciones. Además, las capacidades admisibles se estimaron en 2.362 kg/cm² y 4.039 kg/cm². En resumen, a partir de los datos obtenidos en los sondeos realizados en los taludes del puente, se pudo llevar a cabo el diseño de las cimentaciones de manera exitosa.

2.1.2 Antecedentes nacionales

De acuerdo con la investigación llevada a cabo por Ortiz (2019) en su tesis titulada "Estudio geotécnico con fines de cimentación del puente Juan Santos Atahualpa, carretera variante uchumayo tramo II", el objetivo central de su estudio consiste en determinar la capacidad de carga del suelo de fundación en ambos estribos del puente Juan Santos Atahualpa. El enfoque metodológico utilizado en la investigación se clasifica como aplicativo y descriptivo-correlacional, con un diseño experimental que incluye la realización de tres sondeos diamantinos que se distribuyeron en ambos estribos del puente. La metodología involucra la ejecución de pruebas in situ, como ensayo de permeabilidad cada 5.00 metros y pruebas de SPT (penetración estándar) cada 1.50 metros, donde la exploración fue a 25.00 metros de profundidad. Los resultados revelaron la capacidad de carga del suelo de fundación utilizando las ecuaciones de Meyerhof (modificadas para considerar el nivel freático) y SPT. Esta evaluación se realizó a la profundidad de cimentación inicialmente indicada (12.00 metros para el estribo derecho y 12.30 metros para el estribo izquierdo, en relación al terreno natural). Con los valores de cohesión y fricción obtenidos a esa profundidad, se determinó una capacidad de carga de 2.21 kg/cm² y 2.71 kg/cm² para el estribo izquierdo e derecho, (según Meyerhof), y 1.95 kg/cm² y 2.34 kg/cm² para el estribo izquierdo y derecho, respectivamente (según correlaciones con el SPT). Además, mediante correlaciones con el SPT, se obtuvieron valores de capacidad de carga de 4.91 kg/cm² a una profundidad de 15.20 metros en el estribo derecho y 4.39 kg/cm² a una



profundidad de 13.70 metros en el estribo izquierdo, valores que se consideran adecuados y superiores a 3 kg/cm^2 , indicando un terreno más compacto. En conclusión, se recomienda llevar la cimentación hasta la cota del suelo estable que pueda soportar las cargas de diseño y establecer un sistema de drenaje apropiado.

Según Ortiz (2017) en su tesis de investigación titulada "Influencia del nivel freático en la determinación de la capacidad de carga de suelos en cimentaciones superficiales, distrito de Pilcomayo en 2017", el objetivo primordial de su investigación es analizar el impacto del nivel freático en la capacidad de carga de los suelos utilizados para cimientos superficiales en el distrito de Pilcomayo en 2017. La metodología empleada en este estudio se clasifica como aplicada y de nivel explicativo, con un diseño preexperimental de tipo longitudinal. Para llevar a cabo la investigación, se seleccionaron tres ubicaciones para la realización de calicatas, y se obtuvieron muestras de suelo en dos momentos distintos, además de registrar como varían los niveles freáticos en diferentes meses. El trabajo de campo incluyó exploración del suelo, mediciones de la densidad del suelo, tasas de infiltración. Paralelamente, se realizaron ensayos de laboratorio, como el ensayo de corte directo y análisis granulométricos mediante tamizado, así como determinaciones de la humedad del suelo y límites de consistencia del suelo. Todos estos procedimientos se llevaron a cabo siguiendo las normativas europeas y peruanas, respaldados por información bibliográfica. Los resultados obtenidos incluyeron contenidos de humedad en las calicatas C-1, C-2 y C-3 de 6.41%, 8.81% y 7.15%, respectivamente, y índices de atterberg que indicaron un suelo no plástico en las tres calicatas. El tipo de suelo identificado fue una grava bien graduada con arena (GW), que se encontró de manera uniforme en todo el estrato. El ensayo de corte directo proporcionó ángulos de fricción de 34.42, 34.92 y 35.89, y una cohesión de 0.2074 kg/cm^2 , 0.155 kg/cm^2 y 0.1126 kg/cm^2 para las calicatas



respectivas. En conclusión, se pudo establecer que la precipitación desempeña un papel determinante en la variación del nivel freático, y la rapidez con la que el terreno permite la infiltración, junto con el tipo de suelo granular, influyen en los cambios en el nivel freático. Esto confirma que la variación del nivel freático tiene un impacto significativo en la capacidad de carga de los suelos.

Conforme a la investigación realizada por Neyra (2019) en su tesis titulada "Estudio geológico, geotécnico y mecánica de suelos para la construcción del puente malvas - malvitas, ubicado en la jurisdicción del distrito de Suyo, provincia de Ayabaca, región de Piura", se plantea como objetivo principal la evaluación de los aspectos clave a considerar durante el análisis y diseño de un puente. La metodología empleada se caracteriza como descriptiva-explicativa y de aplicación práctica. El ámbito de estudio abarca el río Quiroz, donde se llevará a cabo un estudio geotécnico destinado a determinar las propiedades ingenieriles del subsuelo, así como a establecer el tipo de cimentación más adecuado para el proyecto. El suelo en la zona de investigación se caracteriza principalmente por contener arena limosa (SM), con granulometría que varía de gruesa a media e incluye fragmentos de bolonería. En la sección central del cauce del río, se encuentran capas intercaladas de arena de grano medio a grueso, con presencia de grava y cantos rodados. En la margen izquierda, predominan las arenas gruesas, con ciertas cantidades de limo y material bolonero, con profundidades que pueden alcanzar los 7.15 metros. Bajo esta capa, se identifican fragmentos rocosos menos alterados y más resistentes a la penetración, lo que sugiere recomendaciones relacionadas con la profundidad de la cimentación o el nivel de desplante. En resumen, los hallazgos respaldan la viabilidad de llevar a cabo la construcción del puente, ya que las condiciones favorables para su cimentación se han confirmado mediante la



ejecución de calicatas y sondajes con ensayos SPT, junto con correlaciones estratigráficas en ambas márgenes del río.

Según Marcelo (2007) en su tesis de investigación titulada "Evaluación de la reconstrucción del puente franco: estudio geotécnico para cimentación", plantea que en la región norte del país, los puentes construidos han experimentado problemas constantes de asentamientos y socavación, los cuales han tenido un impacto negativo en el desarrollo continuo de las comunidades a través de estas estructuras, cruciales como vías de comunicación, como son las carreteras. Es esencial tener en cuenta que los puentes deben ser diseñados de manera que cumplan satisfactoriamente con las condiciones impuestas por los estados límite previstos en el proyecto. Es en este contexto que se ha seleccionado el puente "franco" para llevar a cabo un estudio geotécnico de su cimentación, debido a los problemas previos de asentamiento y socavación que han afectado a sus pilares y estribos. El propósito de este estudio es realizar un análisis geotécnico específico para la cimentación de la estructura, con el objetivo de determinar los parámetros necesarios para lograr una cimentación estable. Se propone examinar las características actuales propuestas en el diseño con el fin de evaluar la cimentación existente. Después de llevar a cabo un análisis exhaustivo, se elaborarán conclusiones y recomendaciones destinadas a garantizar la estabilidad del puente a lo largo de su vida útil.

De acuerdo con la investigación llevada a cabo por Del Carpio (2007) en su estudio titulado "Evaluación de la cimentación del puente billinghurst: estudio geotécnico", se plantea como objetivo principal el empleo de cimientos profundos como una solución a los desafíos específicos que surgen en diversos proyectos de ingeniería civil. Para lograr esto, se llevó a cabo un análisis minucioso del expediente técnico relacionado con los cimientos del puente billinghurst, que atraviesa el río madre de dios,



y que fue elaborado por la consultora Pedro Lainez Lozada. Este expediente técnico sirvió como punto de partida fundamental para la investigación y proporcionó una orientación esencial. Además, durante el desarrollo de la investigación, se llevó a cabo un análisis detallado del perfil estratificado del terreno. Se aplicaron los factores propuestos por meyerhof y vesic, y se hizo uso del software SHAFT 98, el cual permite estimar el asentamiento a corto plazo y la capacidad de cargas axiales de pilotes perforados. Para calcular los asentamientos, se usó el método semi - empírico propuesto por vesic, que considera tres componentes principales: el asentamiento causado por la deformación axial, el asentamiento debido a la carga en la punta y el asentamiento relacionado con la carga de fricción. Los datos que se obtuvieron de la capacidad de carga, mediante diversos métodos, se compararon con los valores presentes en el expediente técnico, y se encontró que se situaban dentro del rango de los cálculos realizados. Asimismo, los asentamientos obtenidos del estudio al estribo derecho coincidieron con los datos de carga establecidos en el proyecto. Esta concordancia lleva a la conclusión de que los cálculos efectuados se encuentran dentro de los límites admisibles. Finalmente, se abordaron las verificaciones de las cargas de los pilotes in situ, y en el caso de los pilotes excavados, se emplearon pruebas no destructivas, como el método dinámico de integridad de pilotes, que implica obtener un registro de respuesta al golpear la cabeza de los pilotes con el fin de identificar cualquier discontinuidad que pudiera indicar anomalías en los mismo.

Según Zarate & Martines (2019) en su investigación titulada "Estudio geotécnico para la construcción de un puente carrozable sobre el río nijandaris, distrito de chanchamayo, provincia de chanchamayo – junín, 2018", el propósito central de su estudio radica en llevar a cabo un análisis geotécnico destinado a respaldar la construcción de un puente apto para el tráfico de vehículos sobre el río nijandaris,



ubicado en el distrito de chanchamayo, provincia de chanchamayo, junín, en el año 2019. La metodología aplicada se caracteriza por ser cuantitativa, específicamente de nivel correlacional, centrada en evaluar la relación existente entre dos variables: el estudio geotécnico y el puente carrozable. La naturaleza del proyecto de investigación se define como cuantitativa, explicativa y no experimental. La población bajo estudio abarca la totalidad del distrito de chanchamayo, ubicado en el departamento de junín. Para recopilar datos, se empleará el método de encuesta, en el cual los encuestados proporcionarán información por escrito en relación a las variables de interés relacionadas con el estudio geotécnico y el puente carrozable. El instrumento seleccionado consiste en un cuestionario estructurado que consta de 25 preguntas. Según los resultados obtenidos de las encuestas realizadas a una muestra de 30 encuestados, el 56.67% manifestó que están siempre de acuerdo con la idea de que un ingeniero geotécnico debe abordar en su totalidad los aspectos relacionados con las propiedades físico-mecánicas del subsuelo como un paso inicial en la construcción de un proyecto, mientras que solo el 3.33% indicó que casi nunca están de acuerdo con esta afirmación. En resumen, se concluye que el análisis y diseño apropiado de la subestructura de los puentes dependen en gran medida de la realización de estudios fundamentales en diversas disciplinas, como mecánica de suelos, topografía, hidráulica e hidrología, riesgo sísmico y una completa verificación del diseño.

2.1.3 Antecedentes regionales

Conforme a la investigación realizada por Romero (2015) en su tesis de investigación titulada "Estudio geológico, geotécnico, hidrogeológico y de riesgo geológico del distrito de yanahuara - arequipa", el objetivo principal de su estudio consiste en llevar a cabo un análisis comprehensivo de aspectos geológicos, geotécnicos, hidrogeológicos y de riesgo geológico en el distrito de Yanahuara. La



metodología empleada se caracteriza por ser descriptiva y de enfoque cuantitativo, basándose en investigaciones previas, el análisis de datos recopilados, eventos sísmicos anteriores y deslizamientos, con el propósito de obtener una primera evaluación sobre el comportamiento dinámico de los suelos en diversas zonas de la ciudad en caso de un sismo. Además, se llevaron a cabo muestreos de calicatas en lugares estratégicos alrededor del distrito de yanahuara. En el proceso de investigación, se realizó una caracterización detallada de aspectos geológicos, geotécnicos e hidrogeológicos en varios sectores del distrito de yanahuara. Se identificaron cinco tipos de formaciones geológicas distintas, incluyendo depósitos eluviales y aluviales recientes, así como formaciones volcánicas. La evaluación geotécnica se llevó a cabo mediante calicatas que alcanzaron profundidades que variaron desde 1.80 metros hasta más de 5.00 metros, lo que permitió identificar tres unidades geotécnicas de las cuales su capacidad portante oscilaron entre 1.84 y 2.45 kg/cm². En relación a la hidrogeología de la zona, se señaló que los depósitos aluviales y las formaciones volcánicas barroso y sencca son especialmente relevantes para la explotación de aguas subterráneas. En resumen, los valores de capacidad portante de los suelos se consideran principalmente como referenciales debido a la variabilidad en las condiciones del suelo, lo que dificulta la generalización o extrapolación de los resultados obtenidos.

2.2 MARCO CONCEPTUAL

2.2.1 Puentes

Los puentes son estructuras diseñadas para permitir la continuidad de una vía al superar obstáculos como ríos, valles o terreno seco. Además de servir como apoyo para carreteras, caminos y líneas de ferrocarril, también pueden alojar conductos de agua y líneas de energía. Aquellos destinados a transportar canales o conductos de agua se



denominan acueductos, mientras que los que se construyen sobre terreno seco o en valles se llaman viaductos. Los puentes que atraviesan autopistas y vías de tren se conocen como pasos elevados (Huacasi, 2021).

2.2.1.1 Partes de un Puente

En cuanto a su estructura, los puentes constan principalmente de dos partes esenciales:

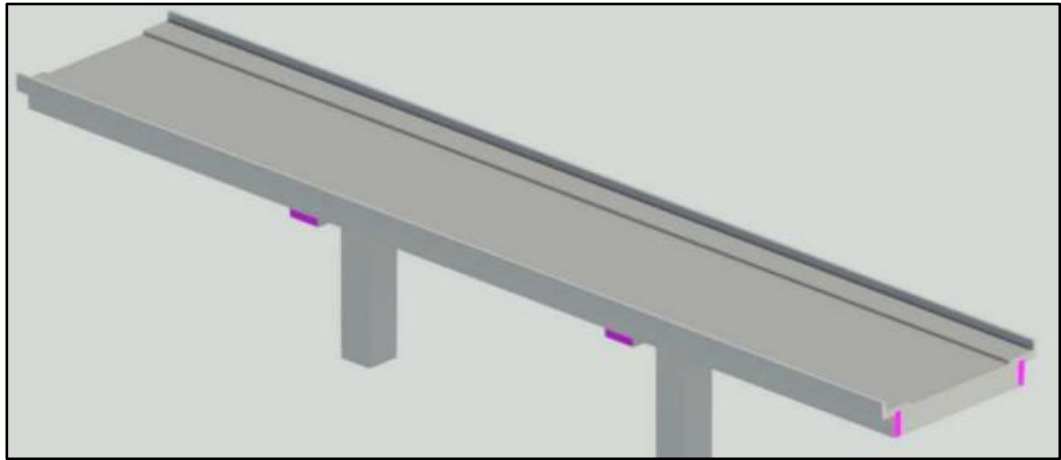
a) La superestructura o infraestructura

La teoría fundamental del materialismo histórico establece que la superestructura está intrínsecamente vinculada a las condiciones económicas de cada sociedad y a las fuerzas y medios productivos (infraestructura). Las superestructuras no tienen una historia independiente, sino que están subordinadas a la conveniencia de los grupos que los crearon. Los cambios en la superestructura son el resultado de las transformaciones en la infraestructura (Zarate & Martinez, 2019).

De acuerdo con AASHTO (2014), la superestructura se compone de estribos y pilares. Los estribos son los soportes ubicados en los extremos del puente, responsables de transferir la carga del puente al terreno y de mantener el relleno de los accesos al puente. Por otro lado, los pilares son los soportes intermedios que reciben las reacciones de carga de dos secciones del puente y las transmiten al terreno.

Figura 1

Superestructura del puente



Nota. (Cueva & Zamata, 2019)

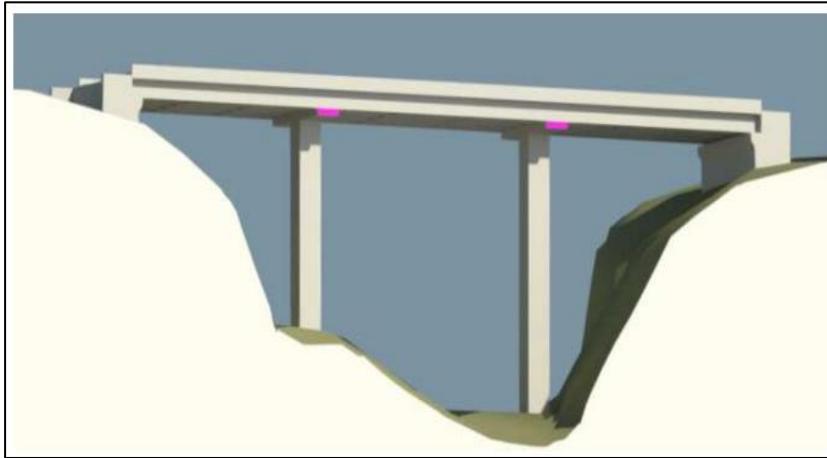
b) La subestructura

La superestructura se refiere a un fragmento de una estructura que está localizada sobre la superficie del suelo, lo que la distingue de la infraestructura, que comprende la parte de la estructura ubicada bajo el nivel del suelo (Zarate & Martinez, 2019).

De acuerdo con las indicaciones de AASHTO (2014), el tablero de la estructura se compone de una losa de concreto, material enmaderado o piso metálico, y se apoya directamente sobre largueros o las vigas principales, así como en las viguetas transversales. Este componente es responsable de recibir directamente las cargas aplicadas sobre la estructura.

Figura 2

Subestructura del puente



Nota. (Cueva & Zamata, 2019)

2.2.1.2 Tipos de Puentes

Los tipos de puente se clasifican en función de su propósito, los materiales utilizados para construirlos y el tipo de estructura que presentan, como se detalla a continuación según Rodríguez (2013):

- **Clasificación según su función:**

Pueden ser categorizados en función de su uso, ya sea como puentes peatonales, puentes de carretera o puentes ferroviarios.

- **Clasificación según los materiales empleados en su construcción:**

Los puentes pueden ser construidos utilizando diversos materiales, como aceros estructurales, concreto presforzado, concreto armado, madera, mampostería o en una configuración de sección compuesta.

- **Clasificación basada en su tipo de estructura:**

Los puentes pueden tener diferentes tipos de estructuras, incluyendo puentes simplemente apoyados, puentes de segmentos múltiples, puentes

continuos, puentes colgantes, pontones (que son puentes flotantes permanentes), puentes atirantados (que utilizan cables rectos para soportar el tablero del puente), puentes levadizos y puentes cantiléver.

- **Clasificación en función de su sistema estructural:**

Otra forma de categorizarlos es por su sistema estructural, pudiendo ser puentes de losa, puentes de viga, puentes de celosía o tipo cercha, puentes tipo arco o puentes con segmentos (Montoya & Guerrero, 2021).

2.2.1.3 Infraestructura de puentes

La infraestructura de los puentes comprende una serie de componentes estructurales diseñados para soportar y transferir las cargas desde la superestructura hasta el terreno de fundación. Estos elementos engloban las vigas de coronación de las pilas, las columnas o pilares, los apoyos, los estribos y las cimentaciones (Zigurat, 2018).

- **Vigas cabezales de las pilas**

Las vigas de coronación de las pilas presentan una sección transversal que puede ser cuadrada o rectangular y tienen la responsabilidad de proporcionar apoyo al sistema del tablero del puente, como se ilustra en la Figura 1.

- **Columnas o pilas**

Según lo expresado por Cain & Arcos (2016), las columnas o pilares son elementos que se utilizan para proporcionar apoyo intermedio a la superestructura. Estos elementos generalmente se construyen utilizando



concreto reforzado, aunque en casos excepcionales se pueden emplear materiales como acero, madera o concreto preesforzado.

- **Apoyos**

Los apoyos son sistemas mecánicos que transfieren las cargas verticales de la superestructura a la subestructura, asegurando una transferencia efectiva de reacciones (Cain & Arcos, 2016).

- **Cimentaciones**

Son elementos estructurales que transfieren las cargas de la superestructura e infraestructura al terreno de cimentación (Cain & Arcos, 2016).

2.2.1.4 Superestructura de puentes

Se compone de varios elementos, los cuales se describirán en detalle a continuación:

- **Componentes de una losa**

Entre estos elementos, se incluyen la losa del tablero, las vigas longitudinales, los diafragmas, entre otros. “Es de gran importancia mencionar que la superestructura depende también de los tipos de puentes, es por ello, que se cree conveniente que se especifiquen los componentes de cada una de las superestructuras ya sea de vigas, de cercha, de arco, o de las suspendidas” (Cain & Arcos, 2016).



2.3 ESTUDIO GEOTÉCNICO.

Estas actividades engloban la inspección in situ, la exploración del subsuelo, los análisis pertinentes y las recomendaciones ingenieriles requeridas para diseñar y construir las estructuras que entran en contacto con el suelo. Esto abarca edificios, puentes, torres, silos y otras instalaciones, con el objetivo de asegurar que estas estructuras (tanto la superestructura como la subestructura) funcionen de manera adecuada, garantizando la seguridad humana y previniendo cualquier daño a estructuras cercana (Aulestia, 2014).

El alcance de este análisis debe considerar investigaciones de campo y pruebas de laboratorio, y la cantidad de estas actividades será determinada en función de la escala del proyecto, que incluye aspectos como la longitud del proyecto y las características del suelo circundante. Estos estudios deben abarcar la zona de ubicación del puente, así como sus estribos, pilares y accesos (MTC, 2018).

2.4 CONSIDERACIONES DE LOS ESTUDIOS GEOTÉCNICOS

Se llevarán a cabo una serie de procedimientos y análisis, tanto en el campo como en el laboratorio, para evaluar las características de los suelos y/o las rocas en la zona de estudio.

Estos incluyen:

- Realización de pruebas de campo en suelos y/o rocas.
- Ejecución de pruebas de laboratorio en muestras extraídas de la zona.
- Se realizaron los ensayos de análisis granulométrico por tamizado, contenido de humedad natural, límites de consistencia, ensayo de corte directo, ensayo de capacidad admisible del suelo -cimentación superficial zapata cuadrada.
- Elaboración de una descripción detallada de las condiciones del suelo, la identificación de los estratos tanto de los suelos y las bases rocosas.



- Determinación de los tipos de cimentación apropiados y las profundidades adecuadas, junto con la obtención de parámetros geotécnicos preliminares para el diseño del puente en la fase de anteproyecto.
- En función de la escala del proyecto y las características del suelo, es posible que sea necesario llevar a cabo sondajes (perforaciones) adicionales, complementados con estudios de excavación y verificación de refracción sísmica.
- Finalmente, se presentarán los resultados de estas evaluaciones, junto con recomendaciones detalladas sobre las especificaciones constructivas y las medidas de protección necesarias para la obra.

2.5 CIMENTACIÓN

Las cimentaciones se consideran componentes estructurales cruciales que tienen la responsabilidad de transferir las cargas de una estructura al suelo, ya sea a través de columnas o muros de apoyo. Dado que la capacidad de carga del suelo suele ser inferior a la del concreto u otros materiales de construcción, las cimentaciones suelen tener una mayor área en comparación con los elementos que se apoyan sobre ellas. Este aumento en el área tiene el propósito fundamental de distribuir de manera más efectiva las fuerzas ejercidas por la estructura en el terreno, como, por ejemplo, una columna que descansa sobre una zapata. Es esencial garantizar que el suelo no sufra deformaciones ni asentamientos cuando se somete a las cargas de la estructura, ya que tales deformaciones podrían provocar daños en los diversos elementos que componen la estructura. Para evaluar la capacidad de carga admisible del suelo, es imperativo realizar los estudios pertinentes, los cuales se basarán en la experiencia acumulada y en la ejecución de sondajes supervisados por un especialista en Mecánica de Suelos (Velezmoro & Cabrejos, 2020).



En resumen, las cimentaciones son elementos estructurales cuya función principal consiste en transmitir las cargas generadas por la superestructura e infraestructura de un puente al terreno de cimentación (Montoya & Guerrero, 2021).

2.6 TIPOS DE CIMENTACIÓN

La evaluación geotécnica de las cimentaciones, ya sean zapatas aisladas o continuas, se lleva a cabo con el objetivo de utilizarlas como bases de apoyo para columnas, muros de contención y otros elementos presentes en la subestructura del puente. Es de vital importancia que el diseño de estas zapatas se realice de manera que el suelo o la roca de sustentación proporcionen la resistencia o capacidad de carga nominal necesaria para cumplir con los requisitos establecidos para los estados límites. Además, es fundamental dimensionar las zapatas de tal manera que la distribución de esfuerzos bajo ellas sea lo más uniforme posible, especialmente cuando se considera el estado límite de servicio (Sánchez, 2021).

2.6.1 Cimentaciones profundas.

Estas cimentaciones son usadas para dos fines, estas son:

- Incrementar la capacidad de carga de la cimentación
- Reducción de los hundimientos de la estructura

Estos objetivos se alcanzan al trasladar la carga desde una capa de suelo menos resistente hacia una capa más sólida que se ubica a una mayor profundidad. Esta transferencia de carga se efectúa mediante la distribución de las cargas a través del suelo, ya sea a través de la fricción a lo largo del fuste, o utilizando una combinación de ambos métodos. Es importante destacar que el método empleado para la instalación de estas cimentaciones desempeña un papel fundamental en la eficacia de la transferencia de carga entre el elemento estructural y el suelo de apoyo. Dentro de este



tipo de cimentaciones, se encuentran los pilotes hincados y las pilas coladas in situ (Sánchez, 2021).

2.6.2 Pilotes hincados.

Los pilotes deben considerarse en las siguientes circunstancias:

- Cuando no sea factible o económicamente viable desplantar zapatas o cimentaciones superficiales en roca o estratos competentes.
- Cuando se anticipen asentamientos excesivos con cimentaciones superficiales.
- En áreas donde la naturaleza del suelo generalmente permite su empleo en zapatas, pero existe probabilidades que se produzcan erosiones, licuefacción o desplazamiento lateral.
- En casos de restricciones de espacio que impidan el uso generalizado de zapatas.
- Cuando un suelo presente se haya contaminado con materiales dañinos o peligrosos y deba ser removido para la construcción de zapatas.

2.6.3 Pilotes a través de relleno del terraplén

En el contexto de la instalación de pilotes a través de terraplenes, se establece como una condición necesaria que estos penetren al menos 3.0 metros a través del suelo original, a menos que se encuentre un estrato de roca o soporte competente a una profundidad menor. Es igualmente importante asegurar que el material utilizado para el relleno en la construcción de los terraplenes sea de alta calidad y no interfiera con la penetración del pilote hasta la profundidad requerida.

2.6.4 Pozos perforados.

El término "pozo perforado" se utiliza para describir la construcción de pozos utilizando técnicas de perforación avanzadas, que pueden implicar la perforación directa en el terreno o el uso de maquinaria especializada. Estos métodos se caracterizan por la acción simultánea de excavación y revestimiento, a diferencia de la perforación convencional.

Los pozos excavados son una alternativa económica en situaciones en las que las zapatas o cimentaciones con pilotes no pueden asentarse adecuadamente en suelos adecuados o capas de rocas a profundidades razonables. También se consideran una opción rentable cuando se deben excavar a profundidades significativas. Además, los pozos excavados pueden ser especialmente beneficiosos en casos donde se enfrentan cargas laterales o axiales elevadas o cuando se deben cumplir estrictas tolerancias de deformación. Un ejemplo práctico de esta aplicación sería en puentes móviles, donde es esencial mantener deformaciones mínimas (Sánchez, 2021).

2.6.5 Cimentaciones superficiales

Las cimentaciones directas o superficiales tienen como propósito principal ampliar la base de un elemento construido que se apoya sobre el suelo, como una columna o un muro, con el fin de distribuir la carga al suelo de manera que este pueda resistir las cargas aplicadas (Velezmoro & Cabrejos, 2020).

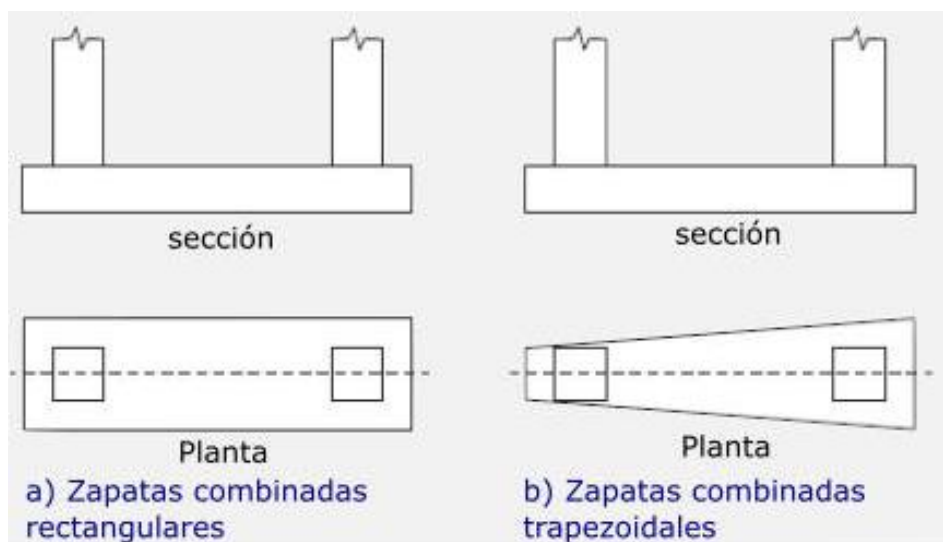
- En cuanto a las zapatas aisladas, se trata de una cimentación puntual que sostiene un único sistema de carga, como pilares. Este tipo de cimentación es apropiado para terrenos sólidos y resistentes, y transmite cargas que van desde tensiones moderadas hasta altas, lo que resulta en asentamientos de pequeña a moderada magnitud. Normalmente, es la opción más rentable cuando se

encuentra sobre roca o suelos con tensiones admisibles típicas que superan los $0,15 \text{ N/mm}^2$.

- Por otro lado, las zapatas combinadas se utilizan para el soporte de cargas de dos a más columnas (consulte la Figura 3). Este enfoque puede ser económicamente ventajoso cuando dos o más columnas sujetas a cargas significativas están separadas a una distancia que causaría un traslape de las zapatas individuales si se emplearan de manera independiente. Las zapatas individuales suelen tener una forma cuadrada o rectangular, y si se utilizan para soportar columnas ubicadas en los bordes del terreno, podrían extenderse más allá de los límites de la propiedad. Sin embargo, al combinar las zapatas de una columna ubicada en el perímetro con las de otras columnas en el interior, es posible diseñarlas de manera que no excedan los límites de la propiedad.

Figura 3

Tipos de Zapatas Combinadas



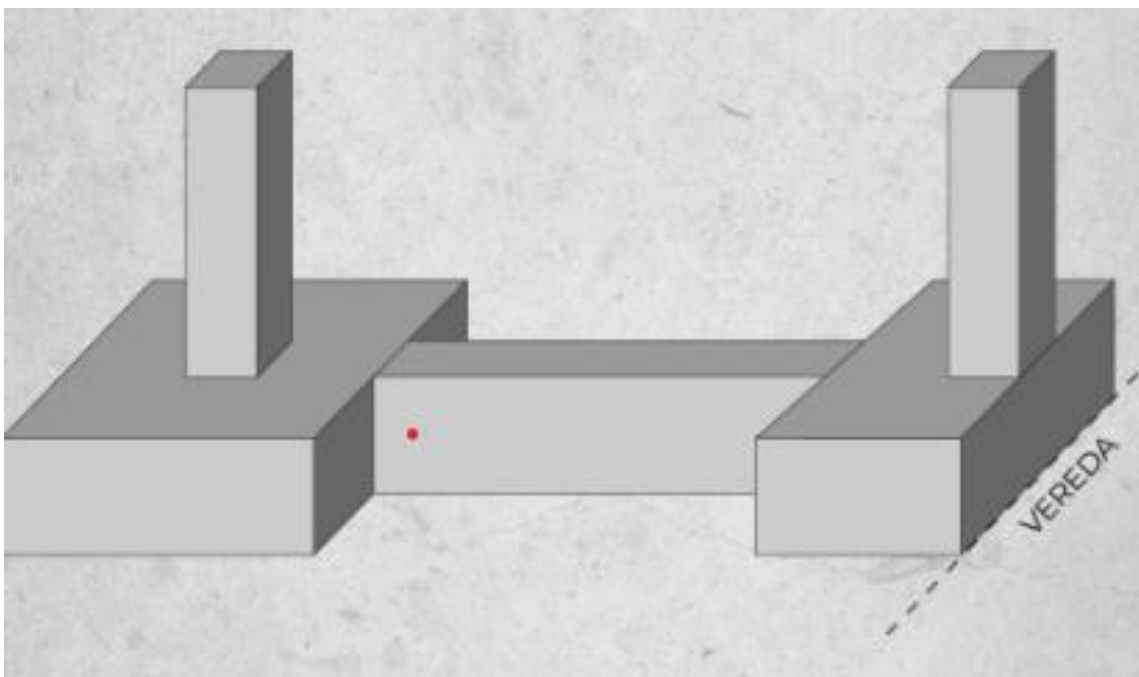
Nota. (Maldonado, 2020)

- La cimentación con riostras es una técnica que implica la conexión de dos zapatas aisladas mediante una viga resistente. El propósito de esta viga es

distribuir y soportar la carga que afecta a ambas zapatas (consulte la Figura 4). Esta estrategia de cimentación se aplica especialmente cuando una columna está ubicada cerca de otra zapata cercana. Dado que la columna no puede estar en el centro de la zapata, existe el riesgo de vuelco, y la viga rígida se encarga de prevenir que esto suceda (Roca & Saenz, 2020).

Figura 4

Representación gráfica de una zapata conectada



Nota. (Ceballos, 2019)

Losas una placa de fundación, también conocida como losa de fundación o cimentación flotante, es una placa continua fabricada en concreto reforzado que abarca una extensa área y se emplea para sustentar múltiples columnas y muros (consulte la Figura 5). Este tipo de base resulta adecuado en situaciones donde la capacidad portante del suelo es limitada o las cargas impuestas por las columnas son substanciales, sin embargo, no se recurre a pilotes o cajones de fundación (Roca & Saenz, 2020).

Figura 5

Losas de concreto armado apoyadas por columnas



Nota. (Medina, 2017)

2.7 CAPACIDAD DE CARGA DE CIMENTACIONES

Dentro del contexto de las cimentaciones, la capacidad portante se refiere a la capacidad del suelo para resistir las cargas que se aplican sobre él. Técnicamente, se define como la presión máxima promedio entre la cimentación y el suelo que previene fallos debido a cortante en el suelo o asentamientos excesivos. En consecuencia, el cálculo de la capacidad portante admisible se basa en uno de estos dos criterios funcionales: si el objetivo principal del suelo es simplemente soportar una carga específica sin tener en cuenta la deformación, se denomina capacidad portante de carga. En cambio, si se busca mantener un equilibrio entre la carga aplicada al suelo y la deformación resultante, entonces se calcula la capacidad portante en función de los criterios de asentamiento admisible. Esta expresión también se utiliza en otros campos de la ingeniería para describir la capacidad de una estructura para resistir las cargas que actúan sobre ella. Para determinar la capacidad portante, se recurre a la teoría de Meyerhof, que se aplica a cimientos continuos de base rugosa, especialmente en suelos densos o

medianamente densos, como los materiales clasificados en el subsuelo donde se construirá el puente colgante peatonal. Este enfoque también es aplicable a zapatas aisladas (Neyra, 2019).

2.8 ESTIMACIÓN DE ASENTAMIENTOS

2.8.1 Teoría de Terzaghi

Terzaghi (1943) fue el pionero en desarrollar una teoría para evaluar la capacidad de carga última de cimentaciones superficiales con rugosidad. La ecuación de Terzaghi se diseñó específicamente para fundaciones continuas, es decir, cuando la relación entre el ancho y la longitud de la fundación tiende a cero ($B/L = 0$) (Fernández, 2015).

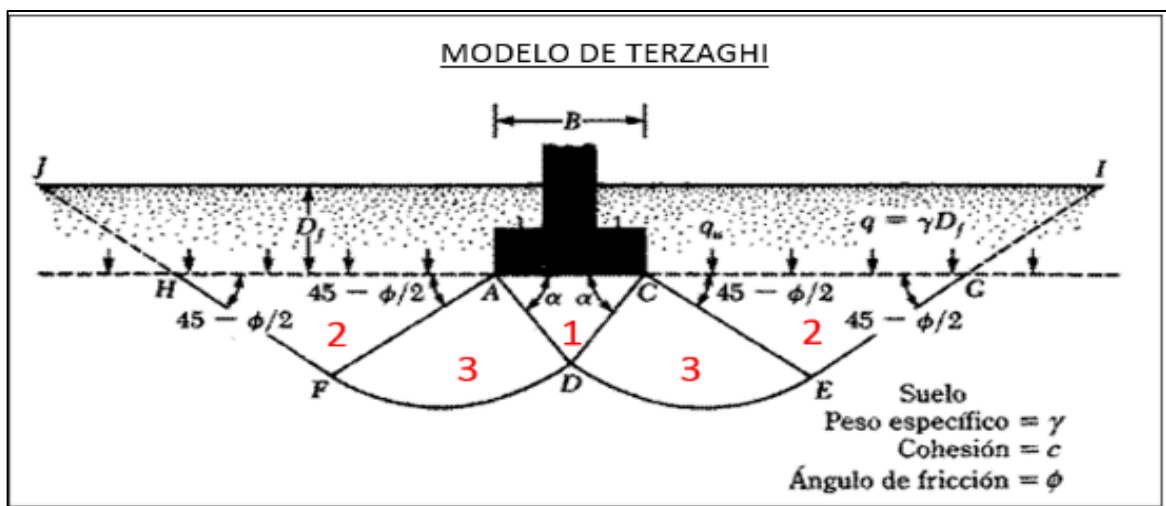
Terzaghi formuló varias suposiciones clave en su teoría (Fernández, 2015):

- La profundidad de la fundación D_f es igual o menor que el ancho de la fundación B , es decir, $D_f \leq B$, lo que significa que la profundidad de la fundación no supera su dimensión menor.
- La falla ocurre por corte general, lo que significa que cuando se alcanza el valor de " q_u ", se produce la falla por capacidad última y el terreno en uno o ambos lados de la fundación se extenderá hasta la superficie del suelo.
- El ángulo α de la cuña ACD es igual al ángulo de fricción del suelo ϕ .
- El peso del suelo sobre la fundación se puede considerar reemplazado por una sobrecarga equivalente $q = D_f$.
- Terzaghi dividió la zona de falla debajo de la fundación en tres partes:
- Inmediatamente debajo de la fundación se encuentra una zona de cuña (ACD) que permanece intacta y se mueve hacia abajo con la fundación.

- Luego, existe una zona de corte radial (ADF y CDE) que se extiende a ambos lados de la cuña, donde los planos de corte toman la forma de espirales logarítmicas (arco DF).
- Finalmente, está la otra zona de corte lineal en la cual el cortante del suelo ocurre a lo largo de superficies planas (línea EG y FH). Aquí, γ representa el peso específico del suelo, c es la cohesión, y ϕ es el ángulo de fricción.

Figura 6

Capacidad de carga ultima



Nota. (Desde el murete, 2015)

Terzaghi definió las áreas de corte en un plano uniforme en la base de la fundación, que corresponde al plano HA y GC en la Figura N° 3. En este enfoque, consideró que el suelo ubicado entre la superficie y la profundidad de la fundación actúa solo como una sobrecarga equivalente "q", sin ofrecer resistencia al corte (es decir, la resistencia cortante del suelo a lo largo de las superficies de falla HJ y GI se desestimó). Esta suposición es la más cautelosa de este método y es la razón principal de su aplicación principalmente en fundaciones superficiales (Fernández, 2015).

Terzaghi empleó un análisis de equilibrio para expresar la capacidad última de carga de la fundación, como se detalla en las ecuaciones de la tabla.

$$q_u = c * N_c * S_c + q * N_q + \frac{1}{2} * \gamma * B * N_\gamma * S_\gamma$$

$$N_c = \cot\phi \left\{ \frac{a^2}{2\cos^2\left(\frac{\pi}{4} + \frac{\phi}{2}\right)} \right\} - 1 = \cot\phi(N_q - 1)$$

$$a = e^{\left(\frac{3\pi}{4} - \frac{\phi}{2}\right). \tan\phi}$$

$$N_q = \frac{a^2}{2\cos^2\left(45 + \frac{\phi}{2}\right)}$$

$$N_\gamma = \frac{\tan\phi}{2} \left(\frac{K_{p\gamma}}{\cos^2\phi} - 1 \right)$$

Tabla 1

Factores de forma para fundaciones

	Continua	Circular	Cuadrada
Sc	1.0	1.3	1.3
S _γ	1.0	0.6	0.8

Nota. (Fernández, 2015)

Entonces para estimar la estimar la carga última en fundaciones o cimentaciones cuadradas o circulares.

$$q_u = 1.3. c. N_c + q. N_q + 0.4. \gamma. B. N_\gamma$$

$$q_u = 1.3. c. N_c + q. N_q + 0.3. \gamma. B. N_\gamma$$

Dónde:

γ = peso específico del suelo.



q_u =capacidad última de carga.

c =cohesión

B =ancho de zapata

$q = \gamma \cdot D_f$ sobrecarga del suelo

N_c, N_q, N_γ =factores de capacidad de carga adimensional sujetas únicamente en función del ángulo ϕ de fricción del suelo.

$K_p \gamma$ = coeficiente de empuje pasivo

Terzaghi no dio explicación de forma clara de la obtención de los valores de $K_p \gamma$ y es por tal motivo que kumbhojkar presentó diferentes valores de N_γ que resultan ser la mejor aproximación a valores que obtuvo Terzaghi (Fernández, 2015).

A continuación, en la tabla siguiente se presentan los valores de los factores de capacidad de carga de Terzaghi; para diferentes datos de ángulos de fricción ϕ (Fernández, 2015).

Tabla 2

Factores de capacidad de carga

Φ	N_γ	N_q	N_c	Φ	N_γ	N_q	N_c
0	0.00	1.00	5.70	26	9.84	14.21	27.09
1	0.01	1.10	6.00	27	11.60	15.90	29.24
2	0.04	1.22	6.30	28	13.70	17.81	31.61
3	0.06	1.35	6.62	29	16.18	19.98	34.24
4	0.10	1.49	6.97	30	19.13	22.46	37.16
5	0.14	1.64	7.34	31	22.65	25.28	40.41
6	0.20	1.81	7.73	32	26.87	28.52	44.04
7	0.27	2.00	8.15	33	31.94	32.23	48.09
8	0.35	2.21	8.60	34	38.04	36.50	52.64
9	0.44	2.44	9.09	35	45.41	41.44	57.75
10	0.56	2.69	9.61	36	54.36	47.16	63.53
11	0.69	2.98	10.16	37	65.27	53.80	70.01
12	0.85	3.29	10.76	38	78.61	61.55	77.50



13	1.04	3.63	11.41	39	95.03	70.61	85.97
14	1.26	4.02	12.11	40	115.31	81.27	95.66
15	1.52	4.45	12.86	41	140.51	93.85	106.81
16	1.82	4.92	13.68	42	171.99	108.75	119.67
17	2.18	5.45	14.60	43	211.56	126.50	134.58
18	2.59	6.04	15.12	44	261.60	147.74	151.95
19	3.07	6.70	16.56	45	325.34	173.28	172.28
20	3.64	7.44	17.69	46	407.11	204.19	196.22
21	4.31	8.26	18.92	47	512.84	241.80	224.55
22	5.09	9.19	20.27	48	650.67	287.85	258.28
23	6.00	10.23	21.75	49	831.99	344.63	298.71
24	7.08	11.40	23.36	50	1072.80	415.44	347.50
25	8.34	12.72	25.13				

Nota. (Fernández, 2015)

Para fundaciones que presentan el modo de falla por corte local en suelos, Terzaghi sugirió las siguientes modificaciones (Fernández, 2015).

$$q_u = \frac{2}{3} \cdot c \cdot N'_c + q \cdot N'_q + \frac{1}{2} \cdot \gamma \cdot B \cdot N'_\gamma$$

$$q_u = 0.867 \cdot c \cdot N'_c + q \cdot N'_q + 0.4 \cdot \gamma \cdot B \cdot N'_\gamma$$

$$q_u = 0.867 \cdot c \cdot N'_c + q \cdot N'_q + 0.3 \cdot \gamma \cdot B \cdot N'_\gamma$$

Los factores de capacidad de carga ajustados, representados como N'c, N'q y N'γ, pueden calcularse a partir de las ecuaciones correspondientes a los factores de capacidad de carga originales (Nc, Nq, Nγ, respectivamente). Esto se logra substituyendo el valor de φ por φ' = tan⁻¹(2/3 * tanφ). La relación entre N'c, N'q y N'γ y el ángulo de fricción del suelo φ se presenta en la tabla N° 6 (Fernández, 2015).

Tabla 3

Factores de capacidad de carga modificados

Φ	N _γ	N _q	N _c	Φ	N _γ	N _q	N _c
0	0.00	1.00	5.70	26	2.59	6.05	15.53
1	0.005	1.07	5.90	27	2.88	6.54	16.30
2	0.02	0.14	6.10	28	3.29	7.07	17.13
3	0.04	1.22	6.30	29	3.76	7.66	18.03
4	0.055	1.30	6.51	30	4.39	8.31	18.99



5	0.074	1.39	6.74	31	4.83	9.03	20.03
6	0.10	1.49	6.97	32	5.51	9.82	21.16
7	0.128	1.59	7.22	33	6.32	10.69	22.39
8	0.16	1.70	7.47	34	7.22	11.67	23.72
9	0.20	1.82	7.74	35	8.35	12.75	25.18
10	0.24	1.94	8.02	36	9.41	13.97	26.77
11	0.30	2.08	8.32	37	10.90	15.32	28.51
12	0.35	2.22	8.63	38	12.75	16.85	30.43
13	0.42	2.38	8.96	39	14.71	18.56	32.53
14	0.48	2.55	9.31	40	17.22	20.50	34.87
15	0.57	2.73	9.67	41	19.75	22.70	37.45
16	0.67	2.92	10.06	42	22.50	25.21	40.33
17	0.76	3.13	10.47	43	26.25	28.06	43.54
18	0.88	3.36	10.90	44	30.40	31.34	47.13
19	1.03	3.61	11.36	45	36.00	35.11	51.17
20	1.12	3.88	11.85	46	41.70	39.48	55.73
21	1.35	4.17	12.37	47	49.30	44.45	60.91
22	1.55	4.48	12.92	48	59.25	50.46	66.80
23	1.74	4.82	13.51	49	71.45	57.41	73.55
24	1.97	5.20	14.14	50	85.75	65.60	81.31
25	2.25	5.60	14.80				

Nota. (Fernández, 2015)



CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

Los materiales y métodos que serán empleados en la presente investigación se detallan a continuación:

3.1 MATERIALES Y METODOLOGÍA EXPERIMENTAL

3.1.1 Etapa preliminar

En esta etapa de investigación se realizó la revisión de bibliografías de autores diferentes quienes realizaron estudios geotécnicos con la finalidad de diseñar las cimentaciones de puentes.

Para lo cual se hizo uso de lo siguiente:

- Una máquina portátil para buscar la bibliografía necesaria.

3.1.2 Etapa de campo

Durante esta etapa se realizó la exploración de campo seleccionando los puntos de excavación, luego se realizó el muestreo, posteriormente se extrajeron la cantidad de muestras necesarias y finalmente se realizaron los ensayos de laboratorio.

Se uso los siguientes materiales:

- Herramientas manuales
- Libreta de campo
- Sacos

Equipos de para realizar las pruebas de laboratorio, estas fueron las siguientes

- Contenido de humedad
- Granulometría
- Límites de atterberg



- Corte directo
- Útiles de escritorio

3.1.3 Etapa de gabinete

En esta etapa de investigación se realizó el análisis y procesamiento de los datos obtenidos de los ensayos en laboratorio, para el cual se usó el programa Excel para el cálculo y el para la comprobación de las hipótesis se usó el programa de estadística SPSS.

3.2 METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

De acuerdo con lo señalado por Vásquez (2017), el método se refiere a los procedimientos que pueden ser empleados con el propósito de demostrar la hipótesis, alcanzar los objetivos o proporcionar una respuesta precisa al problema identificado. En este proceso, se comienza por definir el punto de partida y lo que se observará inicialmente. Si se parte de situaciones específicas y se espera obtener información de estas para su análisis dentro de un marco teórico general, se está aplicando el método inductivo. En cambio, si se parte de situaciones generales que son explicadas por un marco teórico general y se aplican a una realidad concreta, que es el objeto de investigación, entonces se está utilizando el método deductivo. Es fundamental tener una comprensión clara de cómo se adquiere el conocimiento y cuál es el objetivo final que se busca alcanzar con el método de investigación elegido, siempre en relación con el problema planteado.

3.2.1 Nivel de Investigación

Los estudios descriptivos tienen como objetivo principal especificar las propiedades, características y perfiles de individuos, grupos, comunidades, procesos, objetos u otros fenómenos que se sometan a un análisis detallado (Hernández, Fernández, & Baptista, 2014).



Este tipo de investigación se encuentra en el nivel descriptivo, ya que su enfoque radica en la descripción de las características y propiedades geotécnicas. El propósito del investigador se centra en detallar fenómenos, situaciones, contextos y eventos, es decir, proporcionar una representación minuciosa de cómo son y se manifiestan.

3.2.2 Tipo de Investigación

La investigación aplicada tiene como objetivo principal la creación de conocimiento que pueda aplicarse directamente para abordar los problemas que enfrenta la sociedad o el sector productivo. Este enfoque se sustenta principalmente en los descubrimientos tecnológicos derivados de la investigación básica, y se centra en la interconexión entre la teoría y la producción(Lozada, 2014).

En este contexto, el tipo de investigación es considerado aplicativo, ya que se basa en los conocimientos previamente adquiridos en el campo de la geotecnia y la mecánica de suelos.

3.2.3 Diseño de Investigación

El diseño experimental se refiere a la capacidad de ejercer control en una situación en la que se manipulan de manera deliberada las variables independientes, con el propósito de analizar las consecuencias o efectos resultantes(Hernández-Sampieri, 2018).

En el contexto de esta investigación, el diseño metodológico es de naturaleza experimental, ya que implica la realización de ensayos en laboratorio que tendrán un impacto directo en el diseño de las cimentaciones.



3.2.4 Variables de la Investigación

3.2.4.1 Variable independiente

Estudio geotécnico:

- a) **Definición.** Se hace referencia a las acciones que engloban la evaluación en el terreno, el examen del subsuelo y los análisis de ingeniería requeridos en la planificación y ejecución de estructuras que entran en contacto directo con el suelo, tales como edificaciones, puentes, torres, silos y otras construcciones similares. La meta principal de estos procedimientos radica en asegurar que estas estructuras exhiban un rendimiento seguro y apropiado, salvaguardando la integridad de las personas y previniendo eventuales perjuicios a edificaciones circundantes.
- b) **Dimensiones.** Propiedades físicas y mecánicas.
- c) **Indicadores.** Límites de atterberg (%), granulométrico (%), contenido de humedad (%), clasificación de suelos (SUCS), clasificación de suelos (AASHTO), gravedad específica de suelos (%), contenido de sales solubles totales (%), concentración del ion sulfato, concentración del ion cloruro.
- d) **Instrumentos.** Formatos de ensayos de laboratorio.
- e) **Escala de medición.** Razón.
- f) **Tipo de variable.** Discreta.

3.2.4.2 Variable dependiente:

Diseño de cimentaciones



- a) **Definición.** La concepción y edificación de una cimentación efectiva para puentes representa un elemento crítico en garantizar que la estructura funcione de manera óptima a lo largo de su vida útil, lo que se traduce en una mayor seguridad para quienes la utilizan.
- b) **Dimensiones.** Zapata cuadrada y rectangular.
- c) **Indicadores.** Ancho (m), largo (m), desplante (m).
- d) **Instrumentos.** Útiles de oficina.
- e) **Escala de medición.** Razón.
- f) **Tipo de variable.** Continua.

3.2.5 Población

Según Tamayo (2018), la población se define como un grupo de elementos a estudiar, las cuales son parte del entorno espacial donde se desarrollará el trabajo de investigación.

Puente carrozable sobre el río acarí, del distrito acarí.

3.2.6 Muestra

Según Hernández (2014) la muestra es una parte de una población que tiene una labor representativa, si la cantidad de la muestra es igual al de toda la población esta se denominaría censo, con esto ya se podría deducir el objetivo final de los datos estadísticos.

4 calicatas donde será representada por los suelos ubicados sobre el río acarí.

3.2.7 Prueba Estadística

Para el presente trabajo de investigación las pruebas estadísticas a emplear serán de dos tipos la primera es descriptiva usada para el diagnóstico donde se determinará la



frecuencia y porcentajes y la segunda es el T- student para contrastar la hipótesis de los rendimientos.

La prueba T- student que usamos es para una muestra debido a que se analizaron un grupo de datos comparándolo con un valor, se trabajó con un 95% de confianza y un error de 5%, dicho error representa el nivel de significancia para tomar regla de decisión y por tanto rechazar o aceptar la hipótesis estadística planteada, dicha prueba se realizó en el programa excel la cual nos da valores de: “ σ ” (que es la desviación estándar), “ \bar{x} ” (es el promedio de las muestras), “ s^2 ” (La desviación estándar al cuadrado) y “ n ” (cantidad de muestras), el valor resultante del Tc nos ayuda a tomar una decisión para tomar la hipótesis estadística correcta.

CAPÍTULO IV

CARACTERIZACION DEL AREA DE ESTUDIO

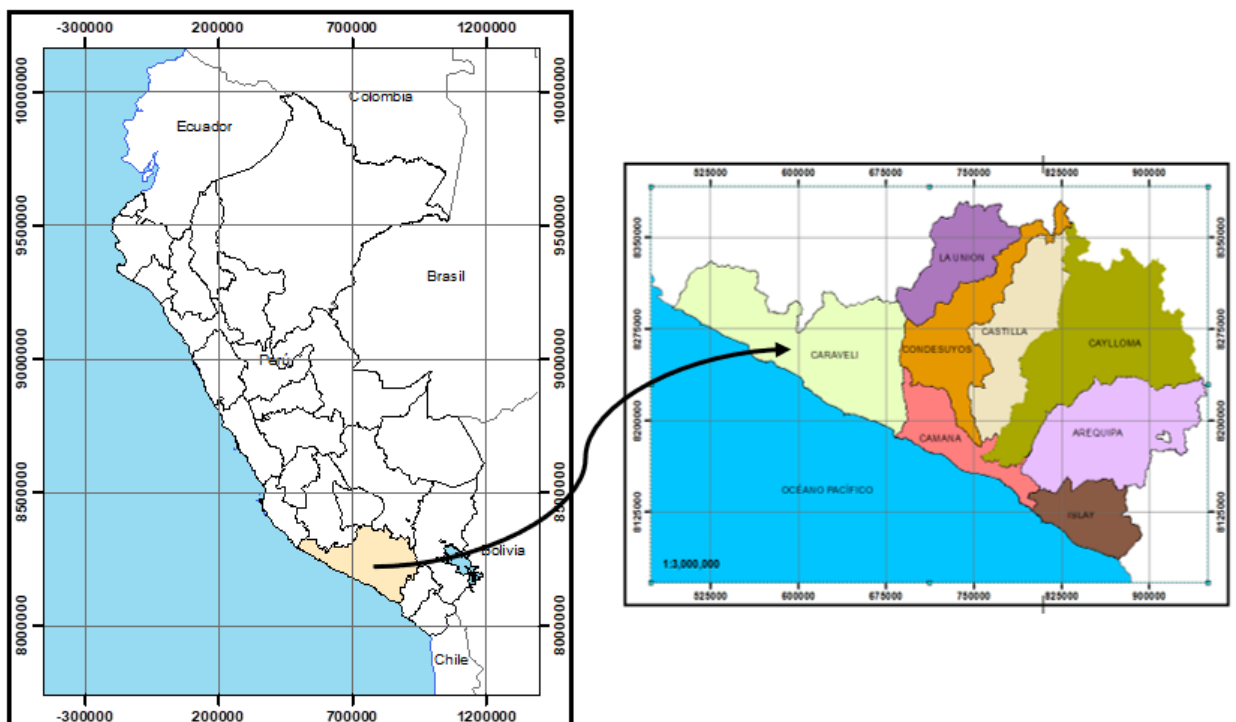
4.1 UBICACIÓN

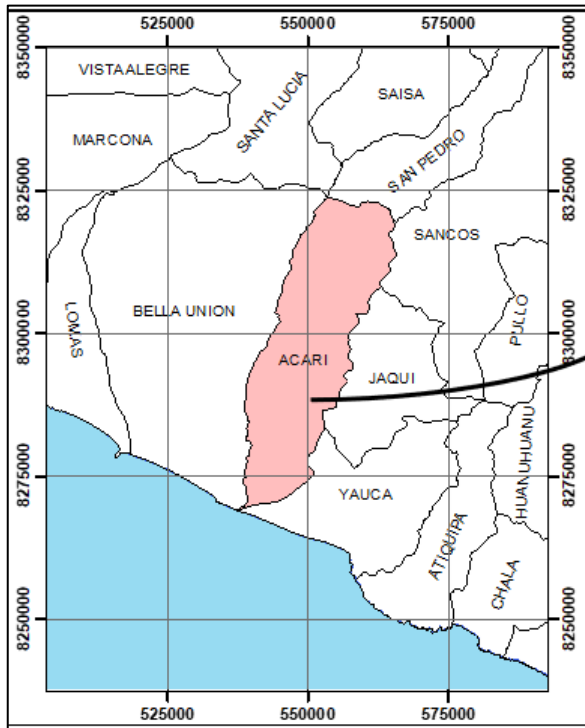
4.1.1 Ubicación política

La presente investigación tiene la finalidad de determinar las propiedades físicas mecánicas del suelo para el diseño de cimentaciones del puente carrozable sobre el río acará, del distrito de acará, provincia de caraveli y departamento de arequipa.

Figura 7

Mapas de ubicación del lugar de estudio de investigación.





Nota. Elaboración propia

4.1.2 Ubicación geográfica

El proyecto del puente acarí está ubicado geográficamente en las coordenadas UTM en el sistema WGS 84 – Zona 18L.

Tabla 4

Ubicación del puente acarí

Puente acarí	COORDENADAS UTM – WGS 84 - 18L	
	Este	Norte
Inicio	8294432 m.	541418 m
Fin	8294399 m.	541518 m.

Nota. Elaboración propia

4.2 ACCESIBILIDAD

4.2.1 Terrestre

La vía de acceso a la zona de influencia se describe en el siguiente cuadro.

Tabla 5

Acceso al área de estudio

VÍAS DE ACCESO	TRAMOS	TIPO DE VÍA	DISTANCIA (KM)	TIEMPO	MEDIO DE TRANSPORTE
Vía terrestre	Arequipa – Acarí	Asfaltado	480 km aprox.	7 hrs y 50 min	Camioneta

Nota. Elaboración propia

4.3 CLIMA Y VEGETACIÓN

Se presenta un clima cálido y seco, típico de la región costera de Perú. Durante los meses de verano, se experimenta una sequía extrema, y la zona costera se mantiene fresca debido a las brisas marinas que se planifican desde el sureste. El calor puede ser muy intenso, con una circulación del viento mínima, y se ve agravado por la radiación solar reflejada por las masas de arena en la zona.

Dentro del altitud ubicada el área de estudio según el mapa de clasificación climática del método de Javier Pulgar Vidal de las ocho regiones naturales del Perú se tiene que el área de estudios está ubicada en la región costa o chala y yunga.

4.4 RELIEVE MONTAÑOSO

4.4.1 Costa o chala

Esta región está extendida en todo el litoral peruano. Ubicada entre los 0 y 500 m s. n. m., el relieve que presenta es generalmente plano y ondulado, con partes montañosas, especialmente en la costa sur. Presenta pampas, tablazos, dunas; en un

desierto con arena interrumpida por ríos estacionales. Con clima subtropical árido en la costa centro y sur.

4.4.2 Yunga

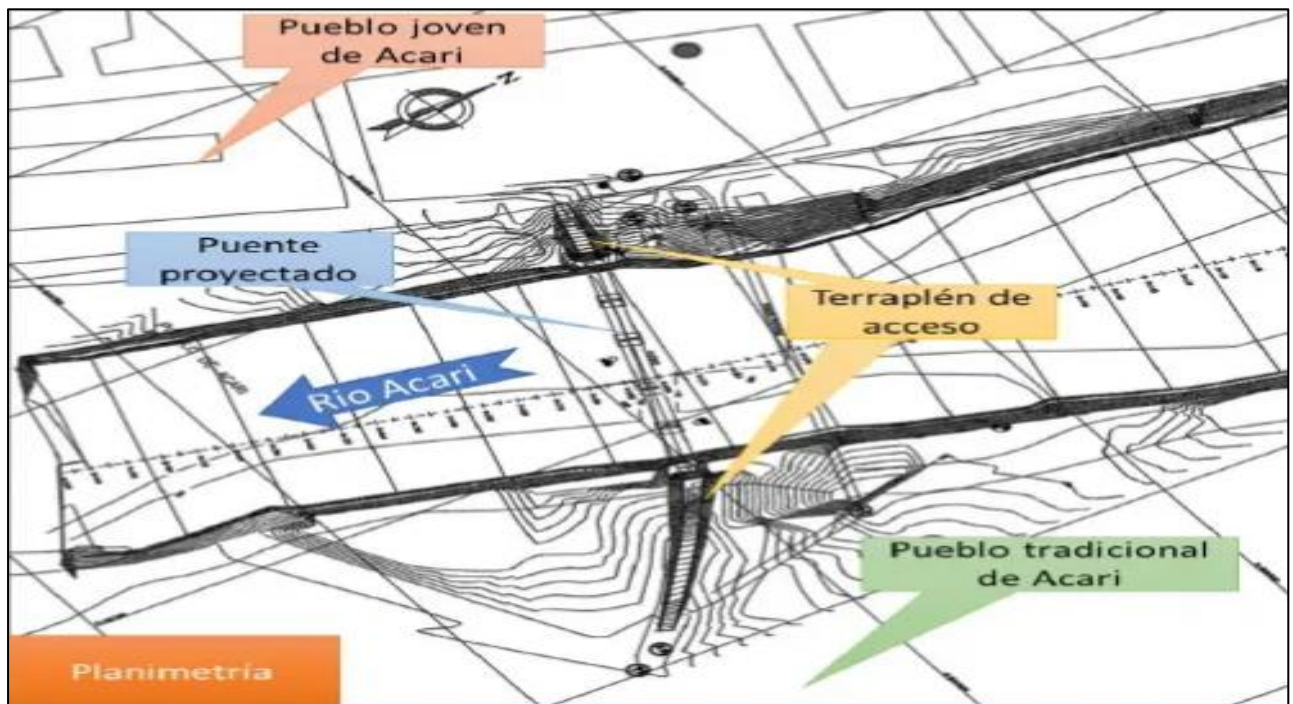
Yunga marítima, ubicada desde los 599 a 2300 msnm; con clima semicálido y seco, donde las precipitaciones durante el verano son escasas, y se caracteriza por la presencia del sol en casi todo el año.

4.5 CARACTERISTICAS DEL PUENTE

El puente tendrá una longitud total de 100.0 m entre ejes de apoyos y una pendiente longitudinal del 0.0%, el cual contará con dos apoyos extremos.

Figura 8

Plano en planta del puente propuesto de la investigación – puente Acari



Nota. Elaboración propia



4.6 GEODINAMICA INTERNA

4.6.1 Zonificación sísmica

Relacionada con la actividad sísmica, como temblores y terremotos, la interacción de la placa de nazca con la placa continental sudamericana determina la zona de subducción a lo largo de la costa del Perú.

4.6.2 Sismicidad Histórica

Considera información sobre los grandes sismos que ocurrieron en el territorio peruano en el pasado esta tiene gran importancia debido a que permite definir el real potencial sísmico presente en cada una de las regiones. En Perú la información sobre los sismos históricos data del año 1500 y la calidad y veracidad de su información dependen de la distribución y densidad poblacional en cada región afectada por el sismo. En el siguiente cuadro se ilustra los sismos y terremotos históricos más importantes ocurridos en el territorio peruano, se muestra la distribución espacial de la sismicidad histórica entre los años 1582 a 2015, ocurridos en el sur del Perú.

Tabla 6

Sismicidad histórica de Arequipa

Fecha aa/mm/dd	Hora origen hh:mm:ss.s	Latitud grados	longitud grados	prof. Km	magnitud (Ms, mb, MI, Mw)	Departamento	Fuente
SIGLO XVI							
22/01/1582	16:30:00	-16.60	-71.60	30	7.9	Arequipa	Dorbath et al. (1990)
24/11/1604	18:30:00	-17.88	-70.94	30	8.4	Arequipa	Silgado (1985)
							Askew y Algermissen (1985)
21/10/1687	12:00:00	-16.40	-71.60	60	7.2	Arequipa	Dorbath et al. (1990)
							Silgado (1985)
SIGLO XVIII							
13/05/1784	12:36:00	-16.50	-72	30	8.0	Arequipa	Silgado (1985)
							Askew y Algermissen (1985)
							Dorbath et al. (1990)
SIGLO XIX							
10/07/1821	13:00:00	-16.10	-72.96	90	7.9	Arequipa	Tavera et al. (2010d)
SIGLO XX							
28/07/1913	6:40:00	-16.60	-73.30	30	7.0	Arequipa	Dorbath et al. (1990)
06/08/1913	22:14:24	-15.80	-73.50	80	7.7	Arequipa	Campbell (1913)
							Umlauff (1915)
15/01/1958	19:14:31	-16.50	-72.00	60	7.3	Arequipa	Dorbath et al. (1990)
							Huaco et al (1978)
13/01/1960	15:40:24	-16.00	-73.00	63	7.5	Arequipa	Huaco et al (1978)
16/02/1979	10:08:52	-16.51	-72.60	41	6.9	Arequipa	Orihuela (1981)
							SISAN (1984)
							SISRA (1985)
23/07/1991	19:44:49.8	-15.69	-71.81	6	5.3	Arequipa	Huaman (1995)
01/02/1992	17:22:33.0	-15.66	-71.81	5	5.0	Arequipa	Huaman (1995)
12/04/1998	23:49:31	-15.67	-71.85	22	5.3	Arequipa	Antayhua (2002)
03/04/1999	6:17:17	-16.62	-72.83	94	6.3	Arequipa	Tavera et al. (1999)
SIGLO XXI							
13/07/2000	5:25:20	-16.81	-71.79	54	5.2	Arequipa	Tavera et al. (2014d)
23/06/2001	20:33:14	-16.46	-73.93	30	8.2	Arequipa	Kosaka et al. (2001)
							Tavera et al. (2002a)
05/07/2001	13:53:46	-16.32	-74.01	44	6.6	Arequipa	Tavera et al. (2002b)
07/07/2001	9:38:39	-18.03	-72.44	11	5.7	Arequipa	Tavera et al. (2002b)
12/08/2004	14:10:57	-16.25	-73.87	26	5.5	Arequipa	Tavera et al. (2014d)
03/05/2005	19:11:38	-15.16	-74.96	69	5.9	Arequipa	Tavera et al. (2014d)
30/09/2006	16:26:53	-15.63	-73.37	90	6.0	Arequipa	Tavera et al. (2014d)
27/11/2006	17:31:47	-16.29	-72.26	116	5.6	Arequipa	Tavera et al. (2014d)
07/06/2012	16:03:15	-15.98	-72.75	110	6.1	Arequipa	Tavera et al. (2012d)
22/02/2013	21:01:46	-15.86	-71.81	7	5.2	Arequipa	Tavera et al. (2013a)
17/07/2013	2:37:43	-15.67	-72.05	7	5.7	Arequipa	Tavera et al. (2013b)
25/09/2013	16:42:40	-16.15	-74.86	31	7.0	Arequipa	Tavera et al. (2013c)
04/10/2015	14:50:35	-16.42	-73.32	36	4.5	Arequipa	Tavera et al. (2016b)
17/07/2017	1:32:00	-16.67	-73.91	33	6.3	Arequipa	IGP
14/01/2018	4:18:42	16.10	74.90	56	6.7	Arequipa	IGP
27/05/2019	22:28:23	-16.00	-75.23	24	5.0	Arequipa	IGP
04/05/2020	2:51:01	-16.74	-72.45	58	4.7	Arequipa	IGP

Nota. Elaboración propia

4.6.3 Sismicidad

Según esta regulación, el territorio nacional se encuentra dividido en cuatro regiones, fundamentadas en la distribución geográfica de la actividad sísmica observada, las características generales de los movimientos telúricos y la disminución de su intensidad a medida que se alejan del epicentro, junto con la información geotectónica disponible. A cada una de estas áreas se le asigna un parámetro Z, tal y como se detalla en el cuadro No. 04, el cual se interpreta como la máxima aceleración del suelo que se espera con un 10% de probabilidad de que se supere en un período de 50 años.

Tabla 7

Valores de factores de zona

FACTORES DE ZONA	
4	0.45
3	0.35
2	0.25
1	0.1

Nota. Norma E.030

Tabla 8

Resumen de parámetros sísmicos

PARÁMETRO	PARÁMETRO	VARIABLE	VALOR	FUENTE
Zonificación	Zona sísmica 3	Z	0.45	Tabla 1 E.030
Uso de la edificación	Edificaciones importantes	U	1.3	Tabla 5 E.030
Tipo de Perfil suelo	Perfil del suelo	S	3	Tabla 2 E.030
Parámetros de sitio	Período que define la plataforma del factor C	TP	1.00	Tabla 4 E.030
	Período que define el inicio de la zona del factor C con desplazamiento constante	TL	1.60	Tabla 4 E.030
Factor de suelo	Factor de amplificación del suelo	S	1.10	Tabla 3 E.030

Nota. Norma E.030



4.7 GEOLOGÍA LOCAL

En el área de estudio la unidad estratigráfica reconocida abarca el cuaternario reciente, a continuación, se describirán las formaciones geológicas alrededor del área de estudio y sus características:

4.7.1 Mesozoico

- A. Formación hualhuani (Ki-hu): Desde una perspectiva litológica, esta formación geológica se compone principalmente de areniscas de cuarzo, las cuales exhiben una variación cromática que va desde el blanco y amarillo hasta el rojo y marrón, esto último debido a procesos de meteorización. Estas rocas emergen en la margen izquierda del río acarí, dando origen a notables elevaciones como rodadero, cruz y cascajal, entre otras.
- B. Formación copara (Kim-co): Esta secuencia geológica se encuentra a aproximadamente 1 kilómetro al norte de acarí y se caracteriza por la presencia de areniscas con contenido de feldespato y grauvacas, que muestran tonalidades que varían desde el gris verdoso. Además, se identifican intercalaciones de tobas volcánicas, también conocidas como tobas, que presentan matices violáceos. Estos materiales coexisten con flujos lávicos brechosos de tipo C. La Super Unidad Linga (Ks-li) corresponde a formaciones rocosas intrusivas del tipo cuarzomonzonita que afloran en la región al noroeste de la ciudad de acarí, en cerros como portachuelo y chocavento.
- C. Formación Tiabaya (Ks-ti/to-gd): Esta formación geológica, que representa la unidad más reciente en el contexto del atolón costero, está compuesta en su mayoría por tonalitas y granodioritas de tonalidad gris. En líneas generales, estas rocas intrusivas abarcan una variedad que va desde la granodiorita hasta las monzonitas, dioritas y tonalitas. Estos cuerpos geológicos se manifiestan como afloramientos dispersos en la



margen izquierda del río Acarí, dando origen a elevaciones que alcanzan altitudes de hasta 300 metros.

- D. Formación Bella Unión (Kms-vibu): Esta formación, conocida como la formación Volcánica Intrusiva de Bella Unión, se caracteriza por presentar grandes cuerpos intrusivos que se formaron en un entorno hipabisal, lo que indica que su génesis ocurrió a profundidades intermedias en la corteza terrestre. Los afloramientos locales se ubican aproximadamente a 1.4 kilómetros al sureste de Acarí, en la margen derecha del río homónimo. Está mayormente compuesta por andesitas, que exhiben una variedad de colores que oscilan entre el marrón y el violáceo, con tonos grises que pueden virar al verde debido a procesos de alteración hidrotermal. La formación de estos intrusivos está relacionada con un proceso de emplazamiento forzado que resultó en deformaciones y fracturas, particularmente en las formaciones yauca y copara.
- E. Super Unidad Linga (Ks-li): se caracteriza por la presencia de rocas intrusivas de tipo cuarzomonzonita, específicamente en los cerros portachuelo y chocavento, ubicados al noroeste de la ciudad de acarí. Estas rocas, compuestas principalmente por minerales como cuarzo y feldespato, poseen propiedades de resistencia y durabilidad que pueden tener un impacto significativo en la topografía y la geología de la región.

4.7.2 Cuaternario

Los materiales de cobertura engloban formaciones compuestas por depósitos de distintos orígenes, incluyendo aquellos de naturaleza volcánica, eólica, coluvial y aluvial, entre otros. Estos depósitos se componen de materiales que en su mayoría se generan debido a la erosión de laderas ocasionada por el flujo de agua originado durante eventos de precipitación intensa. Además, se observa una actividad eólica más notoria



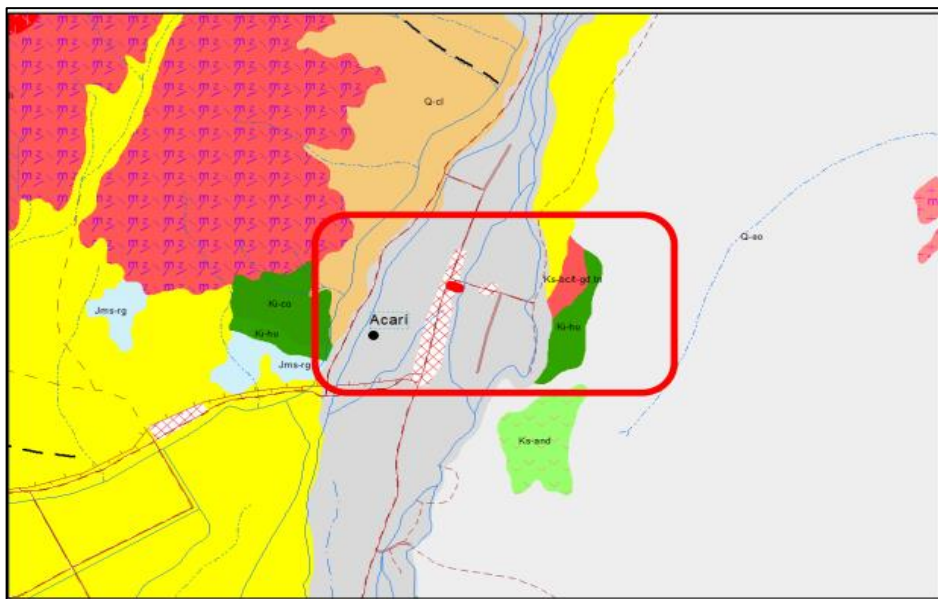
al este de la ciudad de acarí, que se extiende desde el cerro rodadero hasta la zona identificada como Lucasi.

- A. Depósito coluvio-aluvial (Qh-co/al): Los depósitos de origen coluvial se constituyen de materiales que presentan una morfología angular a sobre redondeada, lo que se debe en gran medida a su movimiento limitado. Estos materiales se forman como resultado de procesos de meteorización de rocas, la influencia de la gravedad y la acción de flujos superficiales de agua, como la escorrentía. El proceso de formación involucra la presencia de bloques y fragmentos de rocas que son transportadas por corrientes con una matriz de lodo, conocida como aluvión. Posteriormente, estos materiales se depositan en áreas de pendiente reducida en las laderas de colinas y en zonas con pendientes relativamente suaves.
- B. Depósitos Aluviales (Qh-al). Son denominados así a los materiales heterogéneos que fueron transportados y depositados gracias a la acción de los flujos de agua de la superficie provenientes de las quebradas pedregosa y portachuelo, pero a diferencia de los depósitos fluviales presentan menor transporte. El suelo del área estudiada presenta intercalaciones de gravas angulosas con arenas de grano medio a grueso, con porcentajes bajos de limo y arcilla. Estos depósitos se encuentran y forman gran parte del área de estudio y están sobre ella, en el lugar de estudio se desarrollaron diferentes actividades agrícolas.
- C. Depósitos eólicos (Qh-e): Se componen de arenas y limos que fueron transportadas y depositadas por acciones del viento. Estos depósitos se localizan principalmente al oriente de la región de estudio, cubriendo amplias extensiones de los cerros rodadero, lucasi, cascajal y cerro cruz.
- D. Depósitos fluviales (Qh-fl): Estos materiales se encuentran distribuidos a lo largo del cauce del río acari por lo que se menciona que fueron transportados y depositados por

el mismo río. Al margen derecho se tiene presencia de terrazas altas sobre las cuales está asentada una gran parte de la zona urbana de la ciudad. Los depósitos se encuentran formados por gravas redondeadas bien compactadas, con presencia de matrices con arenas y limos.

Figura 9

Mapa geológico del área de estudio- Puente Acari



Nota. Elaboración propia

Figura 10

Columna estratigráfica local de Puente Acarí

ERATEMA	SISTEMA	SERIE	UNIDADES LITOESTRATIGRÁFICAS	ROCAS INTRUSIVAS		
CENOZOICO	CUATERNARIO	Holoceno	Dep. Fluvio-aluvial antiguo			
			Dep. Fluviales			
			Dep. Eólico			
			Dep. Aluvial			
			Dep. Coluvio-aluvial			
NEOGENO	Plioceno					
MESOZOICO	CRETACEO	Superior	Fm. Tiabaya		Super Unidad Linga Fm. Bella Unión	
			Fm. Copara			
		Inferior	Fm. Hualhuani			
	JURACICO	Medio				
		Inferior				

Nota. INGEMMET

4.8 ESTUDIO GEOMORFOLOGICA

4.8.1 Origen Fluvial

El más importante de todos los procesos geológicos que actúan sobre la superficie terrestre es el agua de escorrentía (Morisawa, 1968). Crea una gran parte del relieve y forma llanuras de inundación en las que se construyen muchas de las ciudades. Los ríos son esencialmente agentes de erosión y transporte que suministran a los océanos agua y sedimentos procedentes del continente. A pesar de que <0.005% del agua continental se encuentra en los ríos, en un momento determinado, el flujo del agua es una de las fuerzas más importantes que operan en la superficie terrestre (Knighton, 1998).

En la zona de estudio de la investigación, este tipo de modelado está conformado por agentes externos tales como los cursos de aguas permanentes o regulares, la



escorrentía superficial y las redes de drenaje originadas por periodos de lluvias intensas.

Las formas resultantes de estos agentes son:

4.8.1.1 Llanura Fluvio - Aluvial

La llanura ha sido formada por acción del río acará y por los procesos denudativos que erosionaron, transportaron y depositaron en la zona de estudio grandes volúmenes de sedimentos de origen aluvial. El resultado de estos procesos ha dejado extensas áreas semiplanas con pendientes entre 0° y 10° , dichas zonas son consideradas también como llanuras de inundación. Los suelos están conformados por una cobertura areno limosa, gravas redondeadas de origen fluvial. Esta unidad abarca 25 a 30% de la zona de estudio.

4.8.1.2 Terraza Fluvio – Aluvial Antigua

La génesis de esta geoforma obedece a grandes aluviones provenientes de las estribaciones y de la acción erosiva del río acará, está conformada por materiales bien compactados conformados por gravas y clastos sub redondeados a redondeados con tamaño variable desde 10 a 30 cm con una matriz areno limosa. El espesor promedio de la terraza es de 5 m y se encuentra presente sobre el 15% de la superficie del área de estudio. La zona urbana de la ciudad de acará se encuentra asentada sobre este tipo de geoforma.

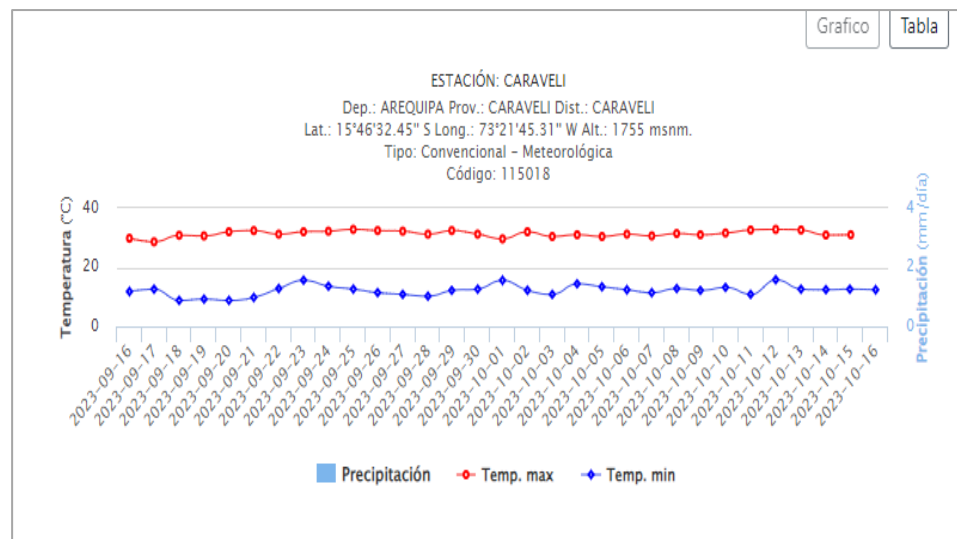
4.8.1.3 Lecho Aluvial

Es el canal o cauce originado por la acción erosiva del agua y de los materiales acarreados durante todo el desarrollo y evolución del río acará. Este proceso demarco la forma de los cauces antiguos, del perfil transversal y en general, de las formas del drenaje fluvial. En este caso se debe considerar la existencia de un lecho menor y otro mayor. El lecho menor, es el cauce por

donde fluye el agua en períodos de sequía debido a las escasas precipitaciones y se encuentra junto a la zona urbana de la ciudad. El lecho mayor, se encuentra rodeando a la zona urbana de acarí viejo. El agua circula en períodos de avenidas o precipitaciones intensas. El lecho fluvial antiguo es una de las formas resultantes de la acción erosiva del agua, se le denomina lecho de inundación o llanura de inundación.

Figura11

Se muestra en la figura estancación meteorológica de la zona de investigación.



Nota. SENAMHI

4.9 ORIGEN EÓLICO

El modelado eólico presente en la zona de estudio de investigación resulta de la acción continua del viento que ocasiona la erosión, transporte y depositación de material sedimentario fino característico de la granulometría de las arenas. El principal mecanismo de transporte de estas arenas son los denominados vientos paracas. Este fenómeno se inicia en la localidad de tanaca, ubicado a 34 km al SE del área de estudio y se extiende hasta pisco (Ica). Las tormentas de arena son vientos que se trasladan en dirección S-SE y N-NO, junto a otros procedentes



desde el mar hacia el continente (O-E) y que ocasionan el lento y progresivo avance de las cubiertas eólicas dentro del valle del río acarí.

4.10 GEOLOGÍA ESTRUCTURAL

Las estructuras geológicas investigadas entre las que destacan son las fallas regionales y que son muy importantes para la interpretación estructural debido a que serán correlacionadas con modelos estructurales experimentales.

Las formaciones geológicas identificadas en la zona de investigación tienen una estrecha relación con la evolución tectónica de esta región en la plataforma continental peruana a lo largo de un extenso período temporal. No obstante, la disponibilidad de pruebas directas que respalden este proceso es limitada y escasa. En este estudio, se enfoca específicamente en describir las estructuras que afectan directamente a las rocas pertenecientes al período mesozoico o que guardan relación con estas. Se excluyen las formaciones más antiguas, como las precámbricas o paleozoicas, debido a su complejidad, la cual excede el alcance de este trabajo. A continuación, se presentan los eventos tectónicos más relevantes que han ejercido influencia en la región bajo análisis, dispuestos en orden cronológico descendente:

- Domo de marcona
- Plegamiento en el macizo andino
- Fallas de desplazamiento de rumbo
- Fallas gravitacionales
- Tectónica reciente

4.10.1 Domo De Marcona

Entre las características estructurales más sobresalientes de la cordillera de la costa, el plegamiento en el macizo andino se erige como el más destacado. En esta



cordillera, encontramos el batolito de san nicolás, que presenta notables diferencias en términos de sus propiedades petrográficas y sus relaciones con las rocas circundantes en comparación con el batolito de la costa. Además, el sistema de diques que influye tanto en el primer punto como en las rocas adyacentes exhibe una orientación predominante que va de noreste a suroeste, lo que sugiere que los esfuerzos tectónicos que acompañaron sus respectivas ubicaciones exhibieron una diversidad de características.

En contraposición, la formación marcona y las rocas jurásicas circundantes experimentan un cambio gradual en su dirección desde la quebrada de jahuary hasta el cañón del río grande. Este cambio va desde una orientación aproximada de N 45° O, pasando por direcciones este-oeste, hasta llegar a N 45° E, siguiendo una estructura amplia y curvada que se extiende hacia el exterior.

Estas peculiaridades indican la posible presencia de una estructura de tipo cúpula de gran extensión en esta región geográfica, de la cual solo podemos observar directamente una porción en su lado oriental, mientras que la mayor parte de esta estructura se encuentra sumergida bajo las aguas del Océano Pacífico.

4.10.2 Origen Tectónico Estructural

En relación a la ciudad de acarí, es posible identificar la principal influencia de los procesos tectónicos y estructurales que han dado forma a su entorno geográfico a lo largo de la evolución geológica de la región, que puede resumirse de la siguiente manera:

En un período que abarca el final del precámbrico y el paleozoico temprano, hace entre 540 y 250 millones de años, las rocas preexistentes experimentaron cambios significativos debido a un proceso orogénico que resultó en la elevación y erosión de la



región. Posteriormente, se produjo un proceso de transgresión que permitió la acumulación de sedimentos calcáreos.

Durante el pleozoico medio y superior, los depósitos geológicos experimentaron una serie de ciclos de movimientos tectónicos y erosión, lo que contribuyó a mantener la región como tierra emergida.

Aproximadamente entre el final del período cretácico y el inicio del período terciario, hace unos 80-60 millones de años, se generaron fuerzas compresivas a lo largo de la cuenca andina, lo que resultó en la formación de amplios pliegues y la aparición de fallas con desplazamientos laterales en el margen occidental.

En el plioceno medio, hace aproximadamente 3,6 millones de años, se produjo un notable levantamiento y el desarrollo de fallas en el bloque andino, especialmente en la región costera, lo que provocó la retirada del mar. Posteriormente, debido a un proceso de inclinación hacia el Oeste inducido por fallas gravitacionales en la depresión pre andina, la cordillera de la costa se elevó, creando un gran bloque de tierra conocido como horst, asumiendo finalmente su configuración actual. El hundimiento causado por los movimientos diferenciales entre los bloques a lo largo de las fallas costeras, en contraste con el ascenso del bloque andino, provocó una erosión costera debido al avance del mar. Este proceso condujo a la formación de una superficie plana.

La predominancia del proceso de elevación en comparación con el hundimiento de la superficie propició la retirada del mar, lo que resultó en la formación de una característica geomorfológica distintiva: una superficie plana cubierta de materiales como gravas y arenas.



4.10.3 Estribaciones

Estas cadenas montañosas de baja elevación, también conocidas como estribaciones andinas, representan el inicio del proceso de elevación inducido por la subducción de la placa de nazca debajo de la placa continental. En el área de investigación, estas formaciones presentan altitudes que varían aproximadamente entre los 400 y 600 metros sobre el nivel del mar. En localidades específicas, como el cerro portachuelo al nordeste de la ciudad y el cerro rodadero al este, las altitudes máximas pueden alcanzar los 600 metros sobre el nivel del mar. Estas unidades geológicas exhiben una actividad geodinámica notable, que incluye la acumulación de aluviones y eventos de caída de rocas.

4.10.4 Fallamiento

En la zona se manifiestan los efectos típicos de una actividad tectónica que involucra fallas en bloques, y aunque la disposición puede parecer algo desordenada, es posible identificar tres franjas estructurales fundamentales en esta región:

- Franja occidental, influenciada por predominantes fallas gravitacionales a lo largo del margen occidental de la Cordillera de la Costa.
- Franja central, que se extiende a lo largo de la depresión pre andina y la porción oriental de la cordillera de la costa, caracterizada por fallas de desplazamiento lateral.
- Franja oriental, que discurre a lo largo del frente andino, donde se encuentran fallas gravitacionales.

Es importante notar que, en las dos primeras franjas, la actividad tectónica es de carácter combinado, lo que significa que en estas áreas se observan características geológicas que resultan de la combinación de diferentes tipos de movimientos

tectónicos. Además, es relevante destacar que las fallas gravitacionales en esta región son posteriores a las fallas de desplazamiento lateral.

4.10.5 Tectónica de placas

La zona de investigación se localiza en las cercanías de la intersección entre la placa tectónica de nazca y la placa sudamericana. La actividad sísmica en el territorio peruano se deriva principalmente del proceso de subducción, en el cual la placa de nazca se introduce por debajo de la placa sudamericana. Este proceso se manifiesta a lo largo del margen occidental de sudamérica y se caracteriza por una velocidad relativa de convergencia entre ambas placas, estimada en alrededor de 8-10 cm por año, como se menciona en el trabajo de Minster y Jordan (1978).

La franja costera occidental de sudamérica, donde la litosfera oceánica subduce bajo la litosfera continental, es uno de los bordes de placa más activos y de mayor magnitud en el planeta. Este proceso ha dado lugar a la formación de la fosa peruano-chilena y a la elevación de la cordillera de los andes a lo largo de distintos episodios orogénicos. La alta velocidad de convergencia entre las placas favorece la generación de un fuerte acoplamiento entre ellas, lo que da lugar a sismos de variadas magnitudes y a diferentes profundidades.

La sismicidad en Perú, y en particular en la región del sur, ha sido objeto de estudio por diversos investigadores, como se ha documentado en los trabajos de Grange et al. (1984), Schneider y Sacks (1987), Cahill y Isacks (1992), y Tavera y Buforn (2001), entre otros. Estos estudios se han centrado en aspectos como la distribución de los epicentros sísmicos en la superficie terrestre y la relación con su profundidad focal. La figura siguiente proporciona un análisis detallado de las características de esta actividad sísmica.

Por otra parte, en la región occidental de Perú, los terremotos de considerable magnitud que afectan la superficie terrestre presentan focos superficiales y se asocian a procesos compresivos, los cuales están relacionados con la interacción entre la placa de nazca y la placa sudamericana.

Es importante destacar que el área de estudio se encuentra a aproximadamente 194 km de la placa de nazca, lo que implica que se sitúa en una zona altamente propensa a la actividad tectónica.

Figura 12

Distancia de la zona de estudio Puente Acarí a placa de Nazca



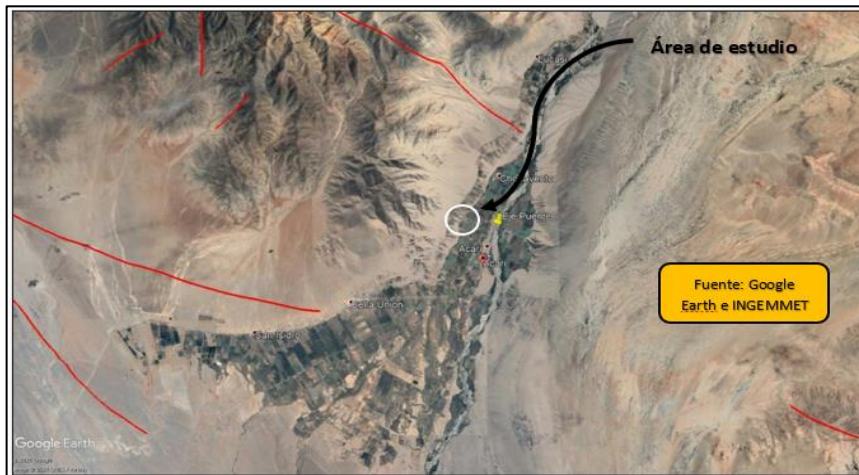
Nota. Elaboración propia

4.10.6 Falla regional

Se observa fallas regionales se observan que están moderadamente cerca y que no afectan al puente proyectado, estas fallas mayormente están en una dirección NW a SE, como se observa en la siguiente imagen. (ver plano geológico).

Figura 13

Fallas regionales alrededor de la zona de estudios



Nota. Elaboración propia

4.10.7 Tectónica reciente

Se pueden identificar evidencias de movimientos geológicos relativamente recientes en la zona de estudio. Entre estas pruebas se incluye el desarrollo, aunque no constante, de terrazas marinas conocidas como las terrazas san Juan - Yauca. Además, se ha observado la reactivación de fallas que afectan a estas superficies de erosión. Estos hallazgos sugieren que la región ha experimentado actividad tectónica en tiempos no muy lejanos.

Otro aspecto destacable es la existencia de terrazas marinas ubicadas a altitudes cercanas a los 1,000 metros sobre el nivel del mar. Esto resulta inusual en comparación con la mayoría de la costa sur del país, donde no se tienen registros de superficies de abrasión del pleistoceno reciente a tales altitudes. Este fenómeno podría indicar que el bloque de la cordillera de la costa, comprendido entre el río grande y la quebrada ahuay, ha experimentado un levantamiento más pronunciado en relación con las áreas circundantes.

4.11 EXPLORACIÓN GEOFÍSICA

La investigación y exploración geofísica se fundamenta en una variedad de técnicas y enfoques no destructivos para inferir las características del subsuelo mediante la observación de fenómenos físicos relacionados con su estructura física. Estos métodos pueden abordar aspectos como la densidad, los potenciales naturales, la permeabilidad magnética, los potenciales REDOX, la conductividad térmica, entre otros, dependiendo de las condiciones geomorfológicas del terreno en cuestión.

La caracterización física del subsuelo se deriva de la disposición y distribución de las diferentes capas presentes bajo la superficie, y esta información se puede obtener a través de datos estratigráficos, geológicos y geomorfológicos superficiales. Sin embargo, para comprender la dinámica de estas capas y detectar elementos como suelos blandos y el nivel de saturación, lo que puede hacer que los suelos sean especialmente susceptibles a eventos climáticos como lluvias intensas o sismos, se requiere la aplicación de técnicas geofísicas.

Por lo tanto, debido a la necesidad de investigar las propiedades físicas del subsuelo en el área de estudio, con el fin de identificar, cuantificar y confirmar la variabilidad de las capas estratigráficas y la presencia de niveles freáticos, se considera beneficioso llevar a cabo exploraciones geofísicas. En este caso, se propone realizar pruebas de tomografía eléctrica 2D como método geofísico para alcanzar estos objetivos.

4.11.1 Fundamento del estudio geofísico

Los métodos geo eléctricos son una disciplina de la geofísica centrada en analizar cómo los materiales rocosos y sedimentarios conducen la electricidad. Estos métodos se basan en la introducción controlada de corriente eléctrica en el subsuelo, lo que se conoce como sondeos eléctricos. En esencia, los métodos eléctricos implican la inyección de corriente eléctrica en el suelo a través de electrodos y se sustentan en el



principio de que las fluctuaciones en la conductividad del subsuelo influyen en la circulación de corriente eléctrica en la tierra. La forma en que varía la caída de voltaje (potencial) en la superficie terrestre debido a estas alteraciones en la conductividad guarda relación con diversos factores, como las dimensiones, la configuración, la ubicación y la resistividad eléctrica de las estructuras subterráneas.

Consecuentemente, al efectuar mediciones de voltaje en la superficie del terreno, es factible obtener información acerca de la disposición de estas estructuras en el subsuelo. Usualmente, se emplean dos electrodos para introducir la corriente eléctrica en el suelo, mientras que se utilizan otros dos electrodos dispuestos de manera alineada con los primeros para evaluar la caída de potencial. A partir de los datos medidos de la intensidad de la corriente introducida, la caída de potencial y la distancia entre los electrodos, se calcula un valor denominado resistividad aparente. En situaciones donde el subsuelo es uniforme, este valor coincide con la resistividad real del subsuelo. Sin embargo, en contextos donde el subsuelo es heterogéneo, lo cual es lo más común, el valor obtenido refleja las resistividades de las distintas formaciones que la corriente eléctrica atraviesa. El análisis de las fluctuaciones en la resistividad aparente en función de diferentes separaciones entre electrodos proporciona valiosa información sobre la estructura subterránea.

En la mayoría de los tipos de rocas, la conductividad eléctrica está vinculada principalmente a procesos electrolíticos, ya que las propias rocas son aislantes y la corriente eléctrica se desplaza a través del agua presente en los poros de las rocas. Esta agua intersticial suele contener sales disueltas, lo que la hace conductora. Por ende, la resistividad de una formación se ve influenciada por la cantidad de sustancias electrolíticas presentes, que a su vez depende de la porosidad efectiva del suelo o de la roca y de su grado de saturación.

Es crucial señalar que la resistividad de una formación puede variar considerablemente no solo entre ubicaciones distintas sino incluso dentro de una misma ubicación, especialmente en formaciones superficiales no consolidadas. No existe una regla absoluta que establezca una correlación directa entre la litología y la resistividad. Sin embargo, se pueden establecer criterios generales para guiar esta interpretación.

En muchos estudios geofísicos, se aplican dos técnicas de campo comunes: los sondeos eléctricos y los perfiles eléctricos de excavación o perfilaje eléctrico. En este proyecto de investigación, se optó por la metodología de sondeo, que también se conoce como tomografía eléctrica 2D.

4.11.2 Tomografía eléctrica 2d

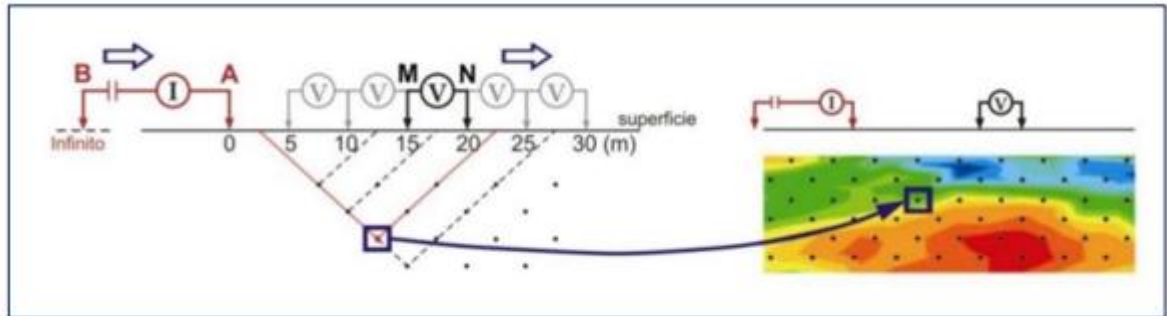
La tomografía eléctrica 2D es un método geofísico de naturaleza eléctrica empleado en el campo de la ingeniería para evaluar de manera indirecta las propiedades geotécnicas de un terreno. Su función primordial radica en determinar las variaciones existentes en la resistividad eléctrica y la conductividad de las rocas y suelos subterráneos. En términos generales, los materiales que componen el subsuelo presentan rangos específicos de valores de resistividad (ρ), los cuales están directamente influenciados por su composición, el contenido de agua y la presencia de sales disueltas en las fracturas rocosas o en la porosidad de los suelos. Estos factores provocan respuestas inusuales ante la circulación de corriente eléctrica a través de ellos.

El método de tomografía eléctrica 2D se clasifica como un enfoque de resistividad multi-electrodo, y su fundamento teórico se asemeja a los métodos convencionales de resistividad tetra-electrodo. Esto implica la modelización bidimensional de la resistividad del terreno para obtener información sobre su

estructura interna. Para ilustrar este proceso, se presenta una figura a continuación que muestra la analogía con los métodos de resistividad tetra-electrodo.

Figura 14

Representación simplificada del método de tomografía de resistividad eléctrica



Nota. Elaboración propia

4.11.3 Georesistividad

La resistividad es una propiedad inversa a la conductividad eléctrica y se suele expresar en unidades de ohmios por metro ($\Omega \cdot m$). La resistividad de la mayoría de las rocas y sedimentos en estado seco es alta, lo que los hace comportarse como semiconductores o conductores de baja capacidad eléctrica. Este comportamiento experimenta cambios significativos cuando las fisuras o los poros se llenan de agua, lo que provoca una disminución en la resistividad, es decir, un aumento en la capacidad de conducir la corriente eléctrica. Además del grado de saturación, el contenido de sales disueltas en el agua también influye en la resistividad del medio, ya que, a mayor salinidad, la resistividad disminuye y viceversa.

4.11.4 Configuración y arreglo geoelectrico

Existen diversas categorías de dispositivos electrónicos empleados para la adquisición de datos en el campo, y la elección depende de los objetivos específicos de la investigación. Entre los dispositivos más comúnmente utilizados se encuentran el

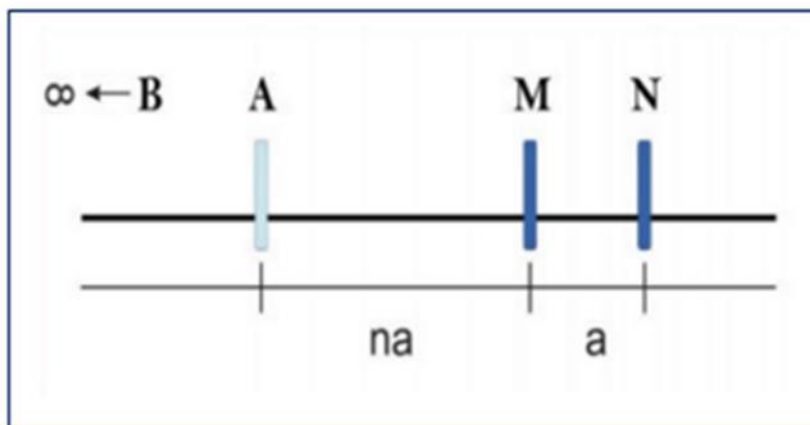
schlumberger, el wenner, el polo-dipolo y el dipolo-dipolo. En el contexto de nuestra investigación, se optó por emplear el dispositivo de configuración polo-dipolo.

La configuración polo-dipolo se caracteriza por ofrecer una amplia cobertura horizontal y una señal relativamente más intensa en comparación con el dispositivo dipolo-dipolo. Además, esta configuración presenta una menor susceptibilidad al ruido telúrico en comparación con la configuración polo-polo. Su capacidad para proporcionar una cobertura horizontal eficaz la convierte en una elección adecuada para medir resistividades cuando se utiliza un sistema multielectrodo con un número relativamente reducido de electrodos, lo que garantiza la obtención de señales de calidad.

La disposición de un dispositivo polo-dipolo implica la ubicación de un electrodo de corriente, en este caso, el electrodo B, a una distancia considerable, teóricamente infinita, con respecto a los otros tres electrodos, tal como se representa en la siguiente figura.

Figura 15

Configuración para tomografía eléctrica 2D, polo – dipolo.



Nota. Elaboración propia

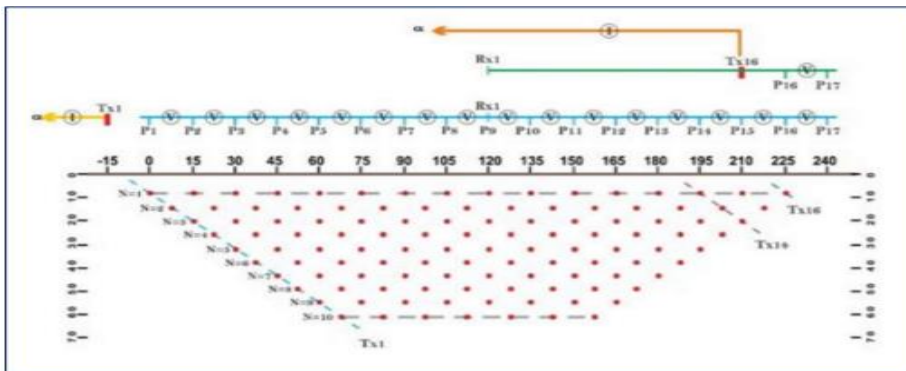
El factor geométrico (K) y el cálculo de la resistividad aparente (ρ_a) utilizado para este dispositivo fue:

$$K = 2\pi \cdot n(n + 1)a$$

$$\rho_a = \frac{\Delta V}{I} 2\pi \cdot n(n + 1)a$$

Figura 16

Representación de la distribución espacial de la resistividad $\rho(x,z)$



Nota. Elaboración propia

4.11.5 Instrumentación geofísica

Para el desarrollo de las actividades de monitoreos exploratorios en campo se ha ejecutado con equipos e instrumentos geofísicos, accesorios varios, las que se detalla:

a) Equipo geofísico:

El equipo de prospección geofísica utilizado fue GEOSEEKER, equipo de marca garantizada, calibrado dentro de las especificaciones técnicas para exploraciones geofísicas de sondaje eléctrico vertical y tomografía eléctrica, con capacidad de prospección >100 m de profundidad.

b) Características generales del equipo:

- Power Box: caja de alimentación (inyección de energía eléctrica), con capacidad de salida máxima de 390 V y 0.5 A.
- Accesorios: un controlador (unidad de recepción), una caja de alimentación, electrodos, Bobinas de cable, potencia de tambor (290 mm de diámetro), tensión drump (100 mm) y una tablet Pc.

c) c) Materiales de apoyo:

- GPS, para la georreferenciación de coordenadas de ubicación.
- Combas para el plantado de electrodos.
- Cinta métrica, entre otros.

Tabla 9

Parámetros de líneas de exploración

Estación	Separación de dipolos (m)	N° de electrodos	Distancia tendido horizontal (m)	Profundidad de investigación (m)	Orientación de línea de exploración
TE-01	5	21	100	± 35	S - N
TE-02	5	15	70	± 25	O - E
TE-03	5	21	100	± 35	S - N
TE-04	5	15	70	± 25	NO - SE

Nota. Elaboración propia

Tabla 10

Valores de resistividad

Tipo de agua y roca		Resistividad Ohm.n
Agua	de mar	0.20
	de acuíferos aluviales	10 - 30
	de fuentes	50-100
Arenas y gravas	secas	1 000 - 10 000
	con agua dulce	50 - 500
	con agua salada	0.5 - 5
Areniscas	Arcillas	2 - 20
	Margas	20 - 100
	Calizas	300 - 10 000
	arcillosas	50 - 300
	cuarcíticas	300 - 10 000
Esquistos	Cineritas, tobas volcánicas	50 - 300
	Lavas	300 - 10 000
	grafitosos	0.5 - 5.0
Gneis, granitos	arcillosos o alterados	100 - 300
	sanos	300 - 3 000
Gneis, granitos	alterados	100 - 1 000
	sanos	1 000 - 10 000

Nota. Elaboración propia

Tabla 11

Líneas de exploración

	<p>Nivel 1: Resistividad media a alta (70 – 105 ohm.m), suelo residual húmedo, sedimentos arena gravosos y cantos rodados de composición volcánico-intrusivo.</p> <p>Nivel 2: Resistividad baja (30 – 70 ohm.m), suelo granular semi compacto saturado, suelo netamente poroso compuesto por gravas, bolones con una matriz arena limosa.</p> <p>Nivel 3: Valores relativamente resistivos (60 - 75 ohm.m), suelos regularmente conductivos de electricidad, probablemente suelos tufáceos, arenas en matriz limosa bien compactas con humedad relativamente baja.</p>
<p>LÍNEA DE EXPLORACION TE-01</p>	<p>Nivel 1: Resistividades bajas (55 – 85 ohm.m) y una progresiva tendencia de resistividades muy bajas (40- 60 ohm.m) hacia el Este.</p> <p>Suelo granular de composición intrusivo – volcanico, gravas y cantos rodados con una matriz arenolimsa.</p> <p>Nivel 2: Resistividad media (80 - 115 ohm.m), baja conductividad eléctrica relacionados a niveles de fangolitas retransportadas, gravas y arenas limosas con genesis tufacea, suelos compactos con humedad relativamente baja.</p>
<p>LÍNEA DE EXPLORACION TE-02</p>	<p>Nivel 1: Resistividad alta (60 – 115 ohm.m), suelos parcialmente porosos bien compactos, gravas, bolones, y arenas englobadas con una matriz limosa. El tramo 40 a 65 m registra una concentración de resistividades altas, zona más compacta con alto contenido de material pelítico parcialmente húmedo.</p> <p>Nivel 2: Resistividad baja (25 – 60 ohm.m), almacén de aguas gravitacionales por su grado de conductividad eléctrica, en efecto, suelo granular grueso muy saturado, bloques, gravas y bolones con una matriz arena limosa.</p>
<p>LÍNEA DE EXPLORACION TE-03</p>	<p>Nivel 3: Resistividad incrementan (60 – 85 ohm.m) cambio de estrato de composición política, probablemente suelos tufáceos, limolitas y/o fangolitas, arenas en matriz limo arcillosa.</p>
	<p>Nivel 1: Resistividad media a alta (90 - 110 ohm.m), suelos compactos granulares gruesos, gravas y bolones con matriz arenolimsa posiblemente rellenos.</p> <p>Nivel 2: Resistividad baja hacia el noroeste (25 - 50 ohm.m) y resistividades más elevadas hacia el sureste (55 – 85 ohm.m). Presencia de aguas subterráneas en un ambiente con buena transmisividad de aguas, suelos granulares porosos, conglomerados, cantos rodados englobados en una matriz arena limosa.</p>
<p>LÍNEA DE EXPLORACION TE-04</p>	<p>Nivel 3: Valores relativamente resistivos (65 - 100 ohm.m), Horizonte con suelos bien compactos tufáceos, arenas en matriz limosa con humedad relativamente baja.</p>

CAPÍTULO V

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1 PROPIEDADES FÍSICAS Y MECANICAS DEL SUELO

- Determinar las propiedades físicas mecánicas del suelo para el diseño de cimentaciones del puente carrozable sobre el río acará, del distrito de acará – arequipa 2022

Tabla 12

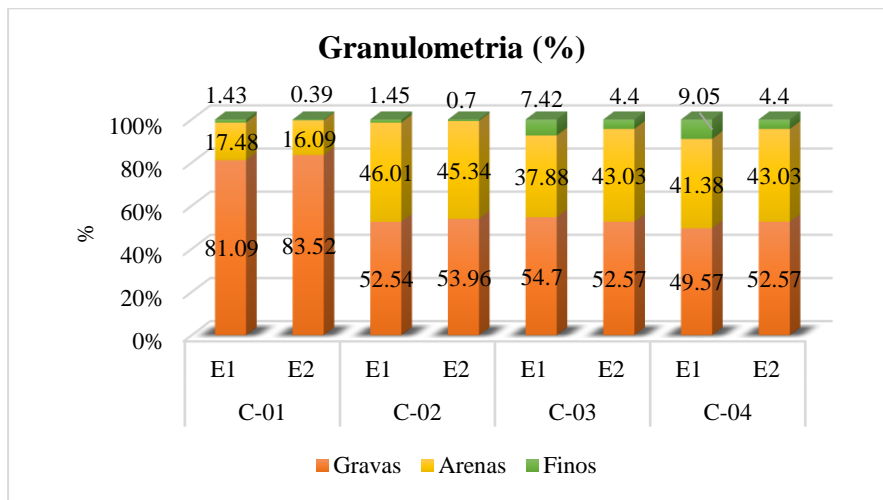
Resumen de pruebas físicas

Calicatas	Estratos	Granulometría (%)			Límites de consistencia			Contenido de humedad	Clasificación	
		Gravas	Arenas	Finos	LL	LP	IP	%	SUCS	AASHTO
C-01	E1	81.09	17.48	1.43	NP	NP	NP	21.34	GP	A-1-a
	E2	83.52	16.09	0.39	NP	NP	NP	23.65	GP	A-1-a
C-02	E1	52.54	46.01	1.45	NP	NP	NP	20.18	GP	A-1-a
	E2	53.96	45.34	0.7	NP	NP	NP	21.86	GP	A-1-a
C-03	E1	54.7	37.88	7.42	NP	NP	NP	21.06	GP-GM	A-1-a
	E2	52.57	43.03	4.4	NP	NP	NP	23.05	GP	A-1-a
C-04	E1	49.57	41.38	9.05	NP	NP	NP	17.5	GP-GM	A-1-a
	E2	52.57	43.03	4.4	NP	NP	NP	20.67	GP	A-1-a

Nota. Elaboración propia

Figura 17

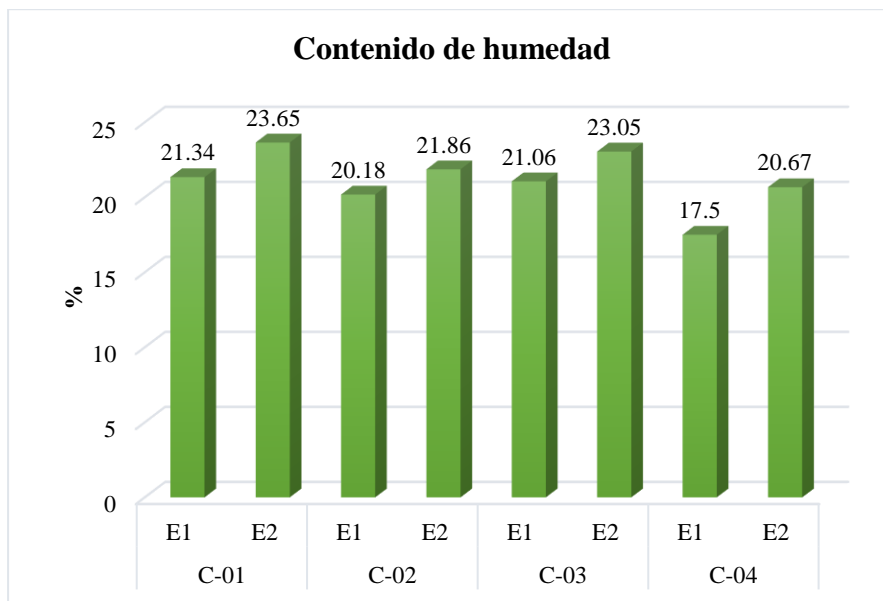
Composición del suelo en función a sus partículas



Nota. Elaboración propia

Figura 18

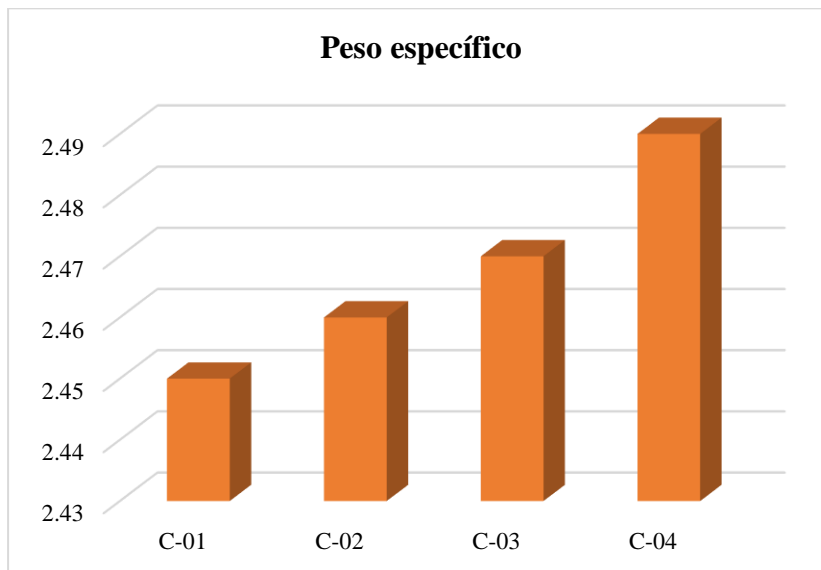
Contenido de humedad



Nota. Elaboración propia

Figura 19

Peso específico de las muestras



Nota. Elaboración propia

En la tabla 13 y la figuras 14, 15 y 16 se muestran los resultados obtenidos de cada uno de los ensayos físicos realizados a las muestras extraídas de las cuatro calicatas donde se realizó el análisis granulométrico obteniendo los siguientes promedios para las calicatas C-01, C-02, C-03 y C-04 donde las cantidades de gravas fueron 82.31%, 53.25%, 53.64% y 51.07%, las cantidades de arena fueron 16.79%, 45.68%, 40.46% y 42.21% y las cantidades de material fino fueron 0.91%, 1.08%, 5.91% y 6.73%, el índice de plasticidad obtenidos de todos los estratos son no plásticos, el contenido de humedad es 22.50%, 21.02%, 22.06% y 19.09%, las muestras analizadas se clasifican con GP según SUCS y como A-1-a según AASHTO, también se determinó los pesos específicos de las muestras obteniendo los siguientes datos 2.45kg/cm³, 2.46kg/cm³, 2.47kg/cm³ y 2.49kg/cm³.

Tabla 13

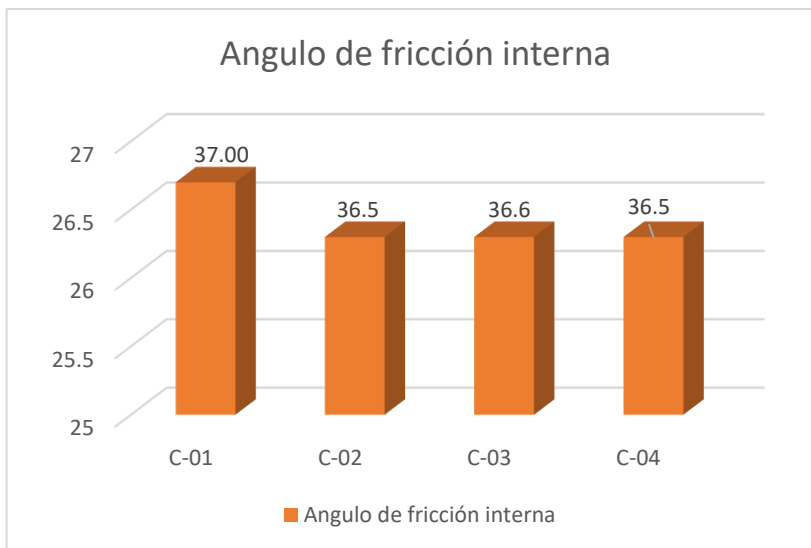
Resumen del ensayo mecánico

Parámetros Geotécnicos			
Calicatas	Estratos	Ensayo de corte directo	
		Angulo de fricción interna	Cohesión
C-01	E2	37.0	0
C-02	E2	36.5	0
C-03	E2	36.6	0
C-04	E2	36.5	0

Nota. Elaboración propia

Figura 20

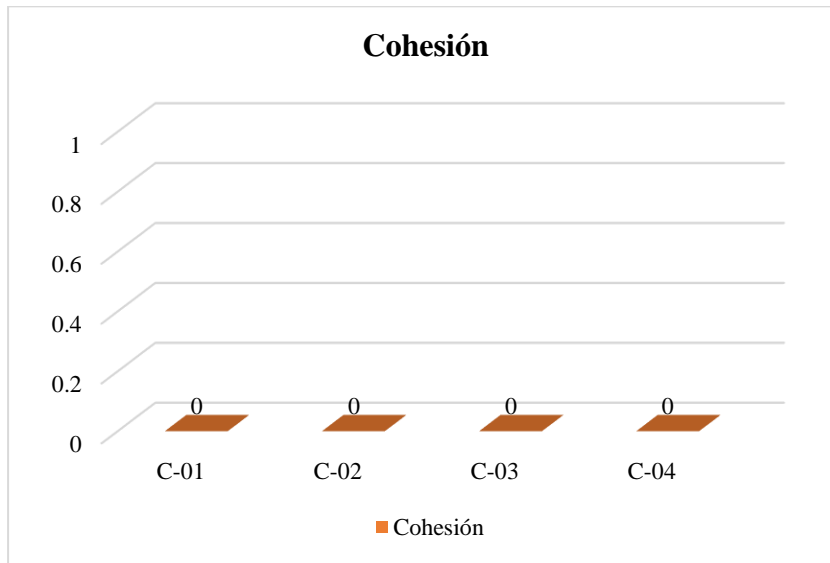
Angulo de fricción



Nota. Elaboración propia

Figura 21

Cohesión



Nota. Elaboración propia

La tabla 14 y las figuras 17 y 18 se muestran los resultados del ensayo mecánico donde se realizó el corte directo, para la determinar, las propiedades de las resistencias del suelo (con el ángulo de fricción y la cohesión), obteniendo los siguientes ángulos de fricción para las calicatas C-01, C-02, C-03 y C-04, estos son 37, 36.5, 36.6, 36.5 y la cohesión de las cuatro calicatas fue 0.

5.2 CAPACIDAD PORTANTE DEL SUELO

- Determinar la capacidad portante del suelo de fundación para el diseño de cimentaciones del puente carrozable sobre el rio acará, del distrito de acará – arequipa 2022.

Tabla 14

Parámetros geotécnicos

Parámetros Geotécnicos					
Calicatas	Estratos	cohesión	φ	Df	Qadm

		m (Cuadrada)			
		(kg/cm ²)	(°)	(m)	(kg/cm ²)
C-01	E2	0	37	5	3.87
C-02	E2	0	36.5	5	3.81
C-03	E2	0	36.6	5	3.89
C-04	E2	0	36.5	5	3.87

Nota. Elaboración propia

Procedimiento de cálculo de la capacidad portante

Se realiza el procedimiento de cálculo de la capacidad portante del suelo de las calicatas, para el diseño de cimentaciones para el puente carrozable sobre el río Acarí, la cantidad de 04 calicatas, en el cual se realiza el procedimiento de cálculo como ejemplo de una de las calicatas 01 E-2 en demostración, ya que las demás calicatas C-02, C-03 y C-04 se realizará el mismo procedimiento de cálculo, en la tabla 14 y figura 21 se muestran los resultados de las 4 calicatas.

Cálculo de la calicata 01 E-2

Datos obtenidos:

$$D_f = 5\text{m} \quad N_c = 23.373 \quad S_c = 1.545 \quad i_c i_q i_\gamma = 1$$

$$\gamma = 1.8 \quad N_q = 12.472 \quad S_q = 1.502 \quad w = 0.66$$

$$C = 0 \quad N_\gamma = 8.848 \quad S_\gamma = 0.600 \quad w' = 0.50$$

$$B = 1 \text{ metro}$$

Para un desplante de 5 m.

$$q = D_f \cdot \gamma$$

$$q = 5(1.8) = 9 \text{ g/cm}^2$$

Donde:



q = sobrecarga

D_f = profundidad de desplante

γ = peso específico

C = cohesión

B = ancho de la cimentación

N_c, N_q, N_γ = Factores de capacidad de carga

S_c, S_q, S_γ = factores de forma

i_c, i_q, i_γ = factores de inclinación

w, w' = factores por nivel freático

Remplazando a la fórmula de factores de carga

$$N_c = (N_q - 1) \cot \theta = 23.37$$

$$N_q = (N_q - 1) \cot \phi = 8.32$$

$$N_q = tg^2 \left(45 + \frac{\phi}{2} \right) e^{\pi tg \phi} = 4.58$$

$$N_\gamma = 2(N_q + 1) tg \phi = 1.48$$

Remplazando a la fórmula de Factores de forma

$$S_c = 1 + \frac{B}{L} \frac{N_q}{N_c} = 1.473$$

$$S_q = 1 + 0.4 \frac{B}{L} = 1.417$$

$$i_y = \left(1 + \frac{B}{\phi} \right)^2 = 0.60$$

Remplazando la formula Q_{ult} para 5m:

$$Q_{ult} = CN_C S_C i_C + qN_q w_{s_q} i_q + 0.5 \gamma BN \gamma W' S_\gamma i_\gamma$$

$$Q_{ult} = 11.61 \text{kg/cm}^2$$

Remplazando a las formula Q_{adm} :

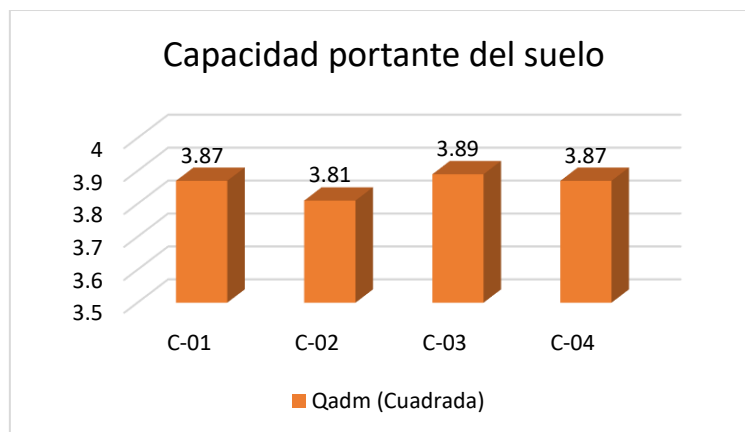
$$Q_{adm} = \frac{Q_{ult}}{F.S}$$

FS = 3 este valor se consideró por Norma Técnica Peruana

$$Q_{adm} = 3.87 \text{kg/cm}^2$$

Figura 22

Capacidad portante del suelo



Nota. Elaboración propia

En la tabla 15 y la figura 19 se muestran la capacidad portante del suelo de fundación donde se obtuvo los siguientes datos para las calicatas C-01, C-02, C-03 y C-04, estos son 3.87 kg/cm², 3.81 kg/cm², 3.89 kg/cm², 3.87 kg/cm² para cimentaciones cuadradas.

- Proponer un diseño de la cimentación del puente carrozable sobre el río acarí, del distrito acarí – arequipa 2022.

5.3 PROPUESTA DE DISEÑO DE CIMENTACIONES

Propuesta de diseño C-1

- a. Datos generales para el diseño de cimentación

Tabla 15

Datos de la C-1 para el diseño de cimentación

Simbología	Descripción	Datos zapata cuadrada
φ	Ángulo de fricción interna	37 grados
c	Cohesión	0.00 kg/cm ²
	Tipo de falla por corte	Local
φ_c	Ángulo de fricción interna corregido	26.7 grados
c	Cohesión corregida	0.00 kg/cm ²
γ_1	Peso Unitario de sobre carga	1.80 gr/cm ³
γ_2	Peso unitario del suelo de cimentación	1.80 gr/cm ³
B/L	Relación ancho / largo	1.00
	Ancho (diámetro) Inicial de la Cimentación	1.00 m
Δb	Incremento de base	0.50 m
	Cota de Terreno bajo piso terminado	0.00 m
Df	Profundidad de desplante	5.00 m
ΔDf	Incremento de profundidad	2.50 m
N.F.	Posición del nivel freático	1.6 m
	Inclinación de la carga	0.0 grados
F.S. asume (3.0)	Factor de seguridad	3.00
	Clasificación SUCS del suelo de cimentación	GP

Nota. Elaboración propia

En la tabla 16 se muestran los datos obtenidos de la calicata C-1 como el ángulo de fricción interna de 37 grados, la cohesión es 0.0 kg/cm², el tipo de falla por corte local, el peso unitario del suelo es 1.80 gr/cm³, una profundidad de desplante de 5.00m para realizar el diseño de las cimentaciones.

- b. Factores de capacidad de carga





$$N_c = (N_q - 1) \cot \phi \quad N_c = 17.588$$

$$N_q = tg^2(45 + \frac{\phi}{2}) e^{\pi tg \phi} \longrightarrow N_q = 8.327$$

$$N_y = 2(N_q + 1) tg \phi \longrightarrow N_c = 4.578$$

c. Factores de forma

$$S_c = 1 + \frac{B}{L} \frac{N_q}{N_c} \longrightarrow S_c = 1.473 \text{ ZC}$$

$$S_q = 1 + 0.4 \frac{B}{L} \longrightarrow S_q = 1.417 \text{ ZC}$$

$$S_y = 1 + \frac{B}{L} tg \phi \longrightarrow S_y = 0.600 \text{ ZC}$$

d. Factores de inclinación

$$i_c = i_q = (1 - \frac{\beta}{90})^2 \longrightarrow i_c = 1.000$$

$$i_c = i_q = (1 - \frac{\beta}{90})^2 \longrightarrow i_q = 1.000$$

$$i_y = (1 + \frac{\beta}{\phi})^2 \longrightarrow i_y = 1.000$$

e. Coeficiente de presión lateral

$$K_a = 0.445$$

$$K_p = 2.250$$

$$K_o = 0.615$$

Tabla 16

Diseño de cimentación cuadrada

COTA	DESPLANTE	ANCHO	FACTORES POR N.F.		q _d	q _{adm}	Detalle
RELATIVA	D _f (m)	B (m)	W	W'	(kg/cm ²)	(kg/cm ²)	



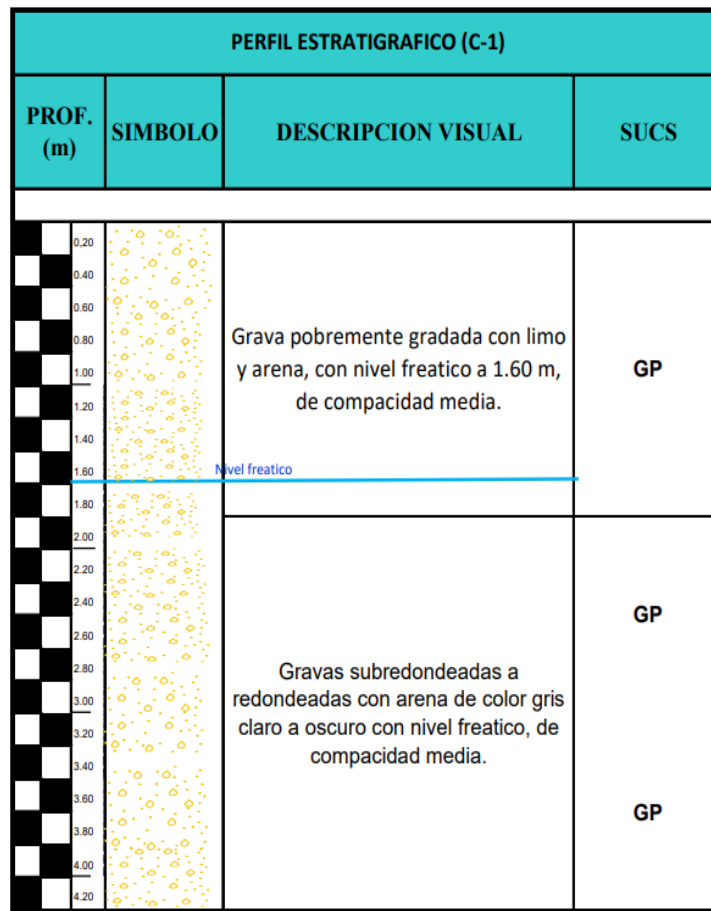
-3.00	3.00	1.0	0.77	0.50	8.20	2.73	Zapata Cuadrada
-3.00	3.00	1.5	0.77	0.50	8.32	2.77	
-3.00	3.00	2.0	0.77	0.50	8.44	2.81	
-5.00	5.00	1.0	0.66	0.50	11.61	3.87	
-5.00	5.00	1.5	0.66	0.50	11.73	3.91	
-5.00	5.00	2.0	0.66	0.50	11.85	3.95	
-7.00	7.00	1.0	0.61	0.50	14.95	4.98	
-7.00	7.00	1.5	0.61	0.50	15.07	5.02	
-7.00	7.00	2.0	0.61	0.50	15.19	5.06	
-9.00	9.00	1.0	0.59	0.50	18.54	6.18	
-9.00	9.00	1.5	0.59	0.50	18.66	6.22	
-9.00	9.00	2.0	0.59	0.50	18.77	6.26	
-11.00	11.00	1.0	0.57	0.50	21.84	7.28	
-11.00	11.00	1.5	0.57	0.50	21.96	7.32	
-11.00	11.00	2.0	0.57	0.50	22.08	7.36	

Nota. Elaboración propia

En la tabla 17 se muestran los datos del diseño de cimentación obteniendo las variaciones de la cota relativa desde -3 a -11, el nivel de desplante desde 3 a 11, los anchos de los cimientos de 1m a 2m los factores de NF desde 0.77 a 0.57 y las capacidades admisibles del terreno desde 2.73 kg/cm² a 7.36 kg/cm² para las cimentaciones cuadradas, se está haciendo 5m de nivel de desplante con una capacidad admisible 3.91

Figura 23.

Perfil estratigráfico de la calicata 1



Nota. Elaboración propia

En la figura 20 se muestra el perfil estratigráfico del suelo de la calicata 1 donde el nivel freático se encuentra a 1.60 m, de la misma forma se tiene las clasificaciones de los estratos de suelos encontrados.

Propuesta de diseño C-2

- a. Datos generales para el diseño de cimentación

Tabla 17

Datos de la C-2 para el diseño de cimentación

Simbología	Descripción	Datos zapata cuadrada
ϕ	Ángulo de fricción interna	36.5 grados
c	Cohesión	0.00 kg/cm ²
	Tipo de falla por corte	Local
ϕ_c	Ángulo de fricción interna corregido	26.3 grados
c	Cohesión corregida	0.00 kg/cm ²
γ_1	Peso unitario de sobre carga	1.81 gr/cm ³
γ_2	Peso unitario del suelo de cimentación	1.81 gr/cm ³
B/L	Relación ancha / largo	1.00
	Ancho (diámetro) inicial de la cimentación	1.00 m
Δb	Incremento de base	0.50 m
	Cota de terreno bajo piso terminado	0.00 m
Df	Profundidad de desplante	5.00 m
ΔDf	Incremento de profundidad	2.50 m
N.F.	Posición del nivel freático	1.80 m
	Inclinación de la carga	0.0 grados
F.S. asume (3.0)	Factor de seguridad	3.00
	Clasificación SUCS del suelo de cimentación	GP

Nota. Elaboración propia

En la tabla 18 se muestran los datos obtenidos de la calicata C-2 para el diseño de cimiento cuadrado, como el ángulo de fricción interna de 36.5 grados, la cohesión es 0.0 kg/cm², el tipo de falla por corte local, el peso unitario del suelo es 1.81 gr/cm³, una profundidad de desplante de 5.00m para realizar el diseño de las cimentaciones.

b. Factores de capacidad de carga

$$N_c = (N_q - 1) \cot \phi \quad \longrightarrow \quad N_c = 22.674$$

$$N_q = tg^2 \left(45 + \frac{\phi}{2} \right) e^{\pi tg \phi} \quad \longrightarrow \quad N_q = 12.185$$

$$N_\gamma = 2(N_q + 1) tg \phi \quad \longrightarrow \quad N_c = 8.276$$



c. Factores de forma

$$S_c = 1 + \frac{B}{L} \frac{N_q}{N_c} \Rightarrow S_c = 1.537 ZC$$

$$S_q = 1 + 0.4 \frac{B}{L} \Rightarrow S_q = 1.493 ZC$$

$$S_y = 1 + \frac{B}{L} \operatorname{tg} \phi \Rightarrow S_y = 0.600 ZC$$

d. Factores de inclinación

$$i_c = i_q = \left(1 - \frac{\beta}{90}\right)^2 \Rightarrow i_c = 1.000$$

$$i_c = i_q = \left(1 - \frac{\beta}{90}\right)^2 \Rightarrow i_q = 1.000$$

$$i_y = \left(1 + \frac{\beta}{\phi}\right)^2 \Rightarrow i_y = 1.000$$

e. Coeficiente de presión lateral

$$K_a = 0.387$$

$$K_p = 2.287$$

$$K_o = 0.558$$

Tabla 18
Diseño de cimentación cuadrada

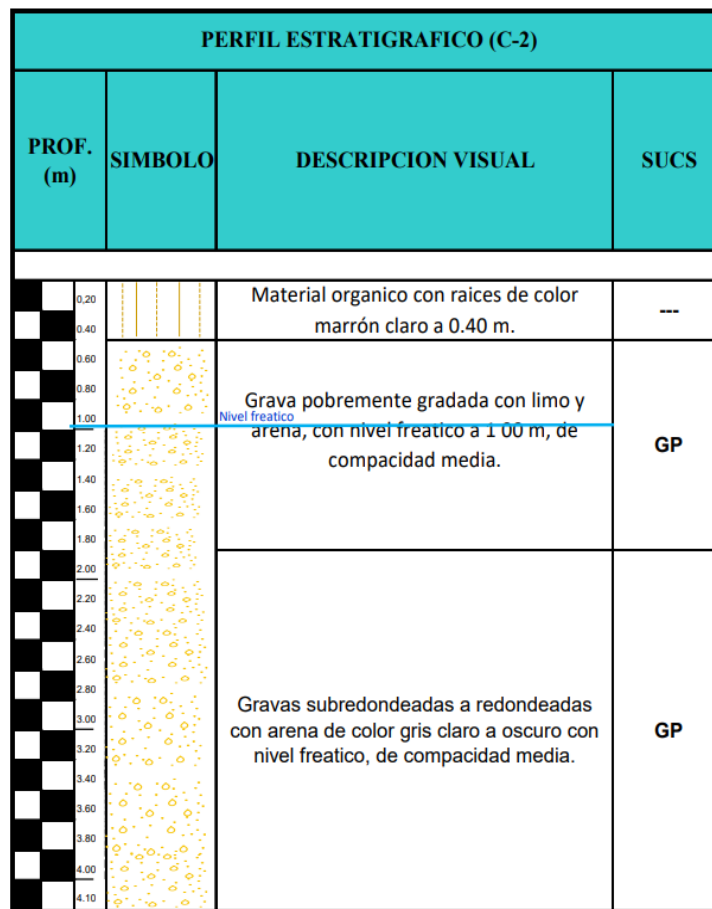
COTA RELATIVA	DESPLANTE Df (m)	ANCHO B (m)	FACTORES POR N.F.		q _d (kg/cm ²)	q _{adm} (kg/cm ²)	Detalle
			W	W'			
-2.50	2.50	1.0	0.86	0.50	7.31	2.44	Zapata Cuadrada
-2.50	2.50	1.5	0.86	0.50	7.42	2.47	
-2.50	2.50	2.0	0.86	0.50	7.53	2.51	
-5.00	5.00	1.0	0.68	0.50	11.42	3.81	
-5.00	5.00	1.5	0.68	0.50	11.53	3.84	
-5.00	5.00	2.0	0.68	0.50	11.65	3.88	
-7.50	7.50	1.0	0.62	0.50	15.54	5.18	
-7.50	7.50	1.5	0.62	0.50	15.65	5.22	
-7.50	7.50	2.0	0.62	0.50	15.76	5.25	
-10.00	10.00	1.0	0.59	0.50	19.66	6.55	
-10.00	10.00	1.5	0.59	0.50	19.77	6.59	
-10.00	10.00	2.0	0.59	0.50	19.88	6.63	
-12.50	12.50	1.0	0.57	0.50	23.69	7.90	
-12.50	12.50	1.5	0.57	0.50	23.80	7.93	
-12.50	12.50	2.0	0.57	0.50	23.92	7.97	

Nota. Elaboración propia

En la tabla 19 se muestran los datos del diseño de cimentación obteniendo las variaciones del nivel de desplante desde 2.5 a 12.5, los anchos de los cimientos de 1m a 2m los factores de NF desde 0.86 a 0.57 y las capacidades admisibles del terreno desde 2.44 kg/cm² a 7.97 kg/cm² para las cimentaciones cuadradas, se está haciendo 5m de nivel de desplante con una capacidad admisible 3.84.

Figura 24.

Perfil estratigráfico de la calicata 2



Nota. Elaboración propia

En la figura 21 se muestra el perfil estratigráfico del suelo de la calicata 2 donde el nivel freático se encuentra a 1.00 m, de la misma forma se tiene las clasificaciones de los estratos de suelos encontrados.

Propuesta de diseño C-3

- a. Datos generales para el diseño de cimentación

Tabla 19

Datos de la C-3 para el diseño de cimentación

Simbología	Descripción	Datos zapata cuadrada
ϕ	Ángulo de fricción interna	36.6 grados
c	cohesión	0.00 kg/cm ²
	Tipo de falla por corte	Local
ϕ_c	Ángulo de fricción interna corregido	26.3 grados
c	Cohesión corregida	0.00 kg/cm ²
γ_1	Peso unitario de sobre carga	1.83 gr/cm ³
γ_2	Peso unitario del suelo de cimentación	1.83 gr/cm ³
B/L	Relación ancha / largo	1.00
	Ancho (diámetro) inicial de la cimentación	1.00 m
Δb	Incremento de base	0.50 m
	Cota de terreno bajo piso terminado	0.00 m
Df	Profundidad de desplante	5.00 m
ΔDf	Incremento de profundidad	2.50 m
N.F.	Posición del nivel freático	1.80 m
	Inclinación de la carga	0.0 grados
F.S. (asume 3.0)	Factor de seguridad	3.00
	Clasificación SUCS del suelo de cimentación	GP

Nota. Elaboración propia

En la tabla 20 se muestran los datos obtenidos de la calicata C-3 para el diseño de cimientos cuadrado y rectangular, como el ángulo de fricción interna de 36.6 grados, la cohesión es 0.0 kg/cm², el tipo de falla por corte local, el peso unitario del suelo es 1.83 gr/cm³, una profundidad de desplante de 5.00m para realizar el diseño de las cimentaciones.

b. Factores de capacidad de carga

$$N_c = (N_q - 1) \cot \phi \quad \longrightarrow \quad N_c = 22.811$$

$$N_q = tg^2 \left(45 + \frac{\phi}{2} \right) e^{\pi tg \phi} \quad \longrightarrow \quad N_q = 12.294$$

$$N_\gamma = 2(N_q + 1) tg \phi \quad N_c = 4.388$$



c. Factores de forma

$$S_c = 1 + \frac{B}{L} \frac{N_q}{N_c} \longrightarrow S_c = 1.539 \text{ ZC}$$

$$S_q = 1 + 0.4 \frac{B}{L} \longrightarrow S_q = 1.495 \text{ ZC}$$

$$S_y = 1 + \frac{B}{L} \text{tg}\phi \longrightarrow S_y = 0.600 \text{ ZC}$$

d. Factores de inclinación

$$i_c = i_q = \left(1 - \frac{\beta}{90}\right)^2 \longrightarrow i_c = 1.000$$

$$i_c = i_q = \left(1 - \frac{\beta}{90}\right)^2 \longrightarrow i_q = 1.000$$

$$i_y = \left(1 + \frac{\beta}{\phi}\right)^2 \longrightarrow i_y = 1.000$$

e. Coeficiente de presión lateral

$$K_a = 0.385$$

$$K_p = 2.595$$

$$K_o = 0.556$$

Tabla 20

Diseño de cimentación cuadrada

COTA RELATIVA	DESPLANTE Df (m)	ANCHO B (m)	FACTORES POR N.F.		q _d (kg/cm ²)	q _{adm} (kg/cm ²)	Detalle
			W	W'			
-2.50	2.50	1.0	0.86	0.50	7.46	2.49	Zapata Cuadrada
-2.50	2.50	1.5	0.86	0.50	7.58	2.53	
-2.50	2.50	2.0	0.86	0.50	7.69	2.56	
-5.00	5.00	1.0	0.68	0.50	11.67	3.89	
-5.00	5.00	1.5	0.68	0.50	11.78	3.93	
-5.00	5.00	2.0	0.68	0.50	11.90	3.97	
-7.50	7.50	1.0	0.62	0.50	15.87	5.29	



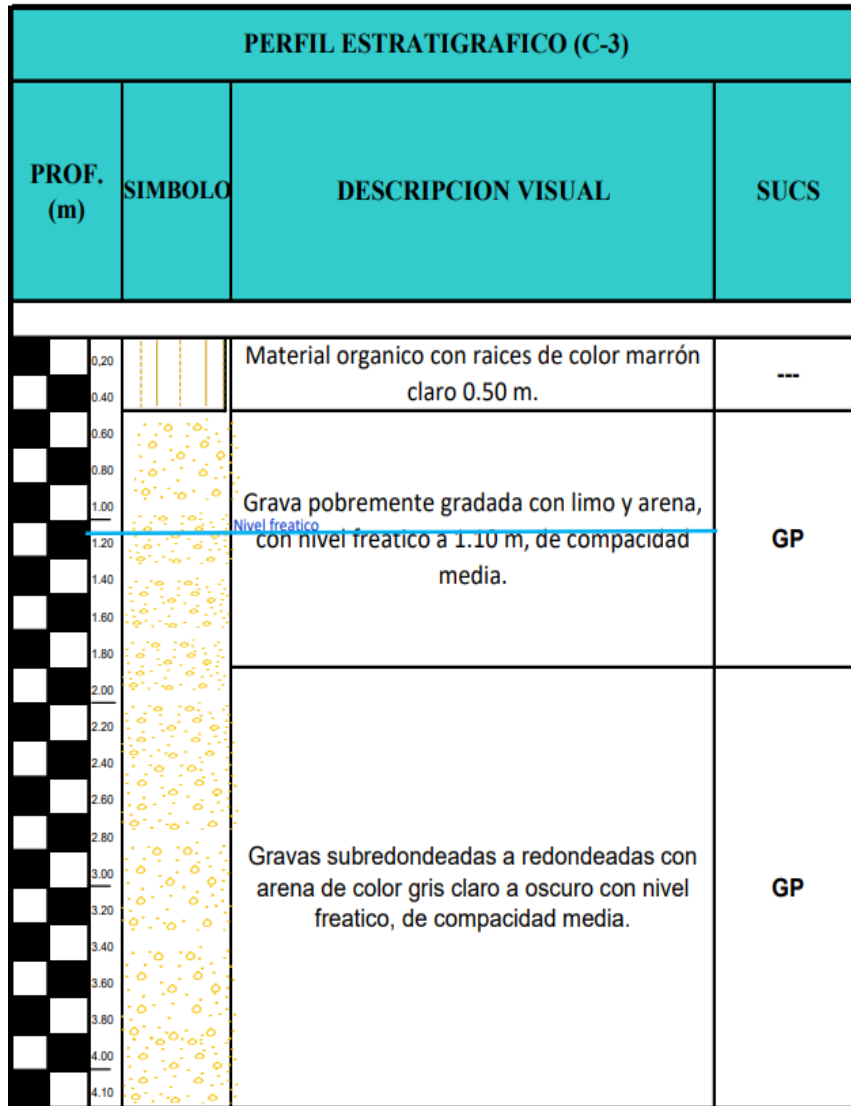
-7.50	7.50	1.5	0.62	0.50	15.99	5.33
-7.50	7.50	2.0	0.62	0.50	16.10	5.37
-10.00	10.00	1.0	0.59	0.50	20.08	6.69
-10.00	10.00	1.5	0.59	0.50	20.19	6.73
-10.00	10.00	2.0	0.59	0.50	20.31	6.77
-12.50	12.50	1.0	0.57	0.50	24.20	8.07
-12.50	12.50	1.5	0.57	0.50	24.31	8.10
-12.50	12.50	2.0	0.57	0.50	24.43	8.14

Nota. Elaboración propia.

En la tabla 21 se muestran los datos del diseño de cimentación obteniendo las variaciones del nivel de desplante desde 2.5 a 12.5, los anchos de los cimientos de 1m a 2m, las capacidades admisibles del terreno desde 2.49 kg/cm² 8.14 kg/cm² para las cimentaciones cuadradas, se está haciendo 5m de nivel de desplante con una capacidad admisible 3.93.

Figura 25.

Perfil estratigráfico de la calicata 3



Nota. Elaboración propia

En la figura 22 se muestra el perfil estratigráfico del suelo de la calicata 3 donde el nivel freático se encuentra a 1.10 m, de la misma forma se tiene las clasificaciones de los estratos de suelos encontrados.

Propuesta de diseño C-4

- a. Datos generales para el diseño de cimentación

Tabla 21

Datos de la C-4 para el diseño de cimentación

Simbología	Descripción	Datos zapata cuadrada
ϕ	Ángulo de fricción interna	36.5 grados
c	Cohesión	0.00 kg/cm ²
	Tipo de falla por corte	Local
ϕ_c	Ángulo de fricción interna corregido	26.3 grados
c	Cohesión corregida	0.00 kg/cm ²
γ_1	Peso unitario de sobre carga	1.84 gr/cm ³
γ_2	Peso unitario del suelo de cimentación	1.84 gr/cm ³
B/L	Relación ancho / largo	1.00
	Ancho (diámetro) inicial de la cimentación	1.00 m
Δb	Incremento de base	0.50 m
	Cota de terreno bajo piso terminado	0.00 m
Df	Profundidad de desplante	5.00 m
ΔDf	Incremento de profundidad	2.50 m
N.F.	Posición del nivel freático	1.80 m
	Inclinación de la carga	0.0 grados
F.S. asume (3.0)	Factor de seguridad	3.00
	Clasificación SUCS del suelo de cimentación	GP

Nota. Elaboración propia

En la tabla 22 se muestran los datos obtenidos de la calicata C-4 para el diseño de cimientos cuadrado y rectangular, como el ángulo de fricción interna de 36.5 grados, la cohesión es 0.0 kg/cm², el tipo de falla por corte local, el peso unitario del suelo es 1.84 gr/cm³, una profundidad de desplante de 5.00m para realizar el diseño de las cimentaciones.

b. Factores de capacidad de carga

$$N_c = (N_q - 1) \cot \phi \longrightarrow N_c = 22.674$$

$$N_q = tg^2 \left(45 + \frac{\phi}{2} \right) e^{\pi tg \phi} \longrightarrow N_q = 12.185$$

$$N_\gamma = 2(N_q + 1) tg \phi \longrightarrow N_c = 8.276$$



c. Factores de forma

$$S_c = 1 + \frac{B}{L} \frac{N_q}{N_c} \longrightarrow S_c = 1.537 \text{ ZC}$$

$$S_q = 1 + 0.4 \frac{B}{L} \longrightarrow S_q = 1.493 \text{ ZC}$$

$$S_y = 1 + \frac{B}{L} \text{tg} \phi \longrightarrow S_y = 0.600 \text{ ZC}$$

d. Factores de inclinación

$$i_c = i_q = \left(1 - \frac{\beta}{90}\right)^2 \longrightarrow i_c = 1.000$$

$$i_c = i_q = \left(1 - \frac{\beta}{90}\right)^2 \longrightarrow i_q = 1.000$$

$$i_y = \left(1 + \frac{\beta}{\phi}\right)^2 \longrightarrow i_y = 1.000$$

e. Coeficiente de presión lateral

$$K_a = 0.387$$

$$K_p = 2.587$$

$$K_o = 0.558$$

Tabla 22

Diseño de cimentación cuadrada

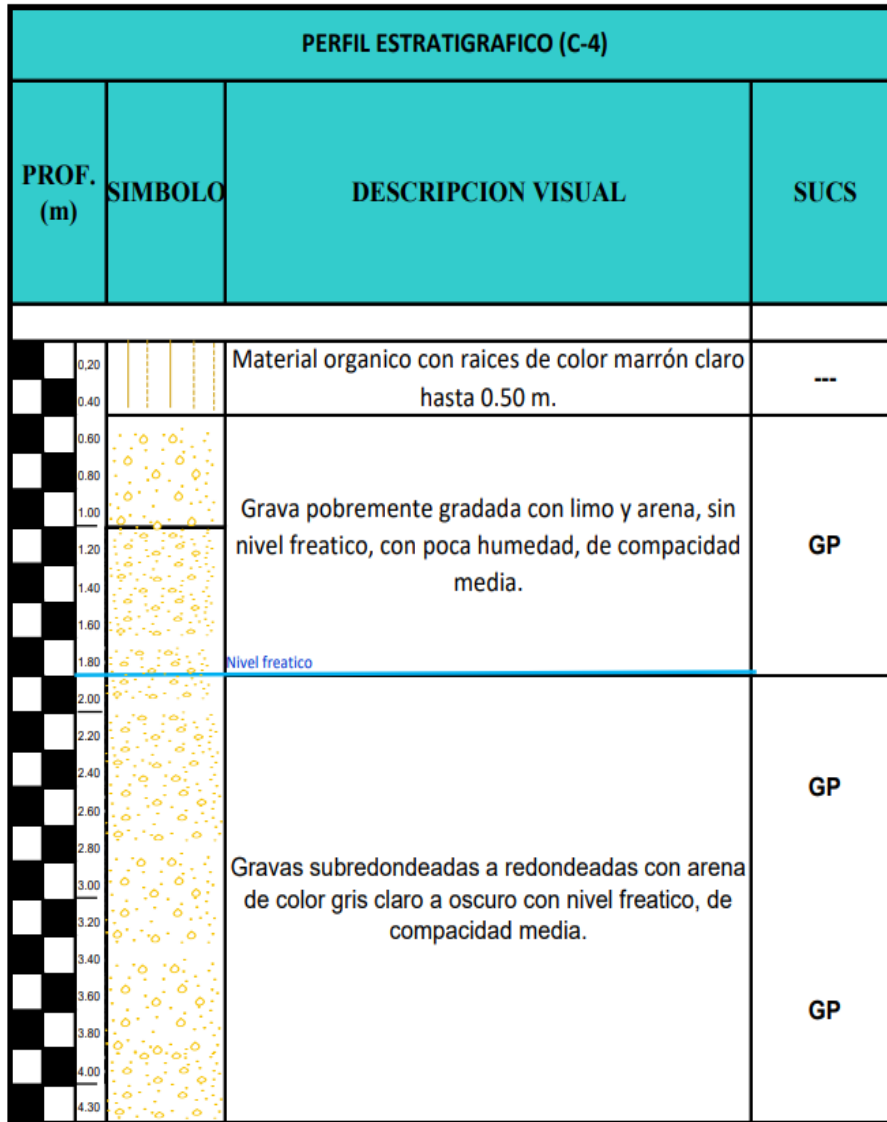
COTA RELATIVA	DESPLANTE Df (m)	ANCHO B (m)	FACTORES POR N.F.		q _d (kg/cm ²)	q _{adm} (kg/cm ²)	Detalle
			W	W'			
-2.50	2.50	1.0	0.86	0.50	7.43	2.48	Zapata Cuadrada
-2.50	2.50	1.5	0.86	0.50	7.54	2.51	
-2.50	2.50	2.0	0.86	0.50	7.66	2.55	
-5.00	5.00	1.0	0.68	0.50	11.61	3.87	
-5.00	5.00	1.5	0.68	0.50	11.73	3.91	
-5.00	5.00	2.0	0.68	0.50	11.84	3.95	
-7.50	7.50	1.0	0.62	0.50	15.80	5.27	
-7.50	7.50	1.5	0.62	0.50	15.91	5.30	
-7.50	7.50	2.0	0.62	0.50	16.03	5.34	
-10.00	10.00	1.0	0.59	0.50	19.98	6.66	
-10.00	10.00	1.5	0.59	0.50	20.10	6.70	
-10.00	10.00	2.0	0.59	0.50	20.21	6.74	
-12.50	12.50	1.0	0.57	0.50	24.08	8.03	
-12.50	12.50	1.5	0.57	0.50	24.20	8.07	
-12.50	12.50	2.0	0.57	0.50	24.31	8.10	

Nota. Elaboración propia

En la tabla 23 se muestran los datos del diseño de cimentación obteniendo las variaciones del nivel de desplante desde 2.5 a 12.5, los anchos de los cimientos de 1m a 2m los factores de NF desde 0.86 a 0.57 y las capacidades admisibles del terreno desde 2.48 kg/cm² a 8.10 kg/cm² para las cimentaciones cuadradas, se está haciendo 5m de nivel de desplante con una capacidad admisible 3.91.

Figura 26

Perfil estratigráfico de la calicata 4



Nota. Elaboración propia

En la figura 23 se muestra el perfil estratigráfico del suelo de la calicata 4 donde el nivel freático se encuentra a 1.80 m, de la misma forma se tiene las clasificaciones de los estratos de suelos encontrados.



5.4 DISCUSIÓN DE RESULTADOS

D1. Determinar las propiedades físicas mecánicas del suelo para el diseño de cimentaciones del puente carrozable sobre el río Acarí, del Distrito de Acarí – Arequipa 2022.

Según Ortiz (2017) en su tesis obtuvo como resultado los contenidos de humedad de las C-1, C-2 y C-3 estos fueron 6.41%, 8.81% y 7.15%, los índices de atterberg es no plástico en las tres calicatas; el tipo de suelo encontrado es grava bien graduada con arena (GW) de manera homogénea en todo el estrato y del ensayo de corte directo se obtuvo los ángulos de fricción, estos fueron 34.42, 34.92 y 35.89 y cohesión fue 0.2074 kg/cm², 0.155 kg/cm² y 0.1126 kg/cm². Para finalizar se concluye que el nivel freático encontrado en la zona de estudio influye en la capacidad portante del suelo disminuyéndolo cuando se tiene presencia de nivel freático cerca a la cimentación.

En la investigación se obtuvo los siguientes resultados de los ensayos físicos y mecánicos realizados a las muestras de las 4 calicatas donde se realizó el análisis granulométrico obteniendo los promedios para las calicatas C-01, C-02, C-03 y C-04, donde las cantidades de gravas fueron 82.31%, 53.25%, 53.64% y 51.07%, las cantidades de arena fueron 16.79%, 45.68%, 40.46% y 42.21% y las cantidades de material fino fueron 0.91%, 1.08%, 5.91% y 6.73%, el índice de plasticidad de todos los estratos son no plásticos, el contenido de humedad es 22.50%, 21.02%, 22.06% y 19.09%, las muestras analizadas se clasifican con GP (grava pobremente gradada con arena) según SUCS y como A-1-a según AASHTO, se determinó los pesos específicos de las muestras estos son 1.85g/cm³, g/cm³, 1.81kg/cm³, 1.82kg/cm³ y 1.81g/cm³ de la prueba de corte directo se obtuvo los siguientes ángulos de fricción para las calicatas C-01, C-02, C-03 y C-04, estos son 37°, 36.5°, 36.6° y 36.5° y la cohesión de las cuatro calicatas fue 0.

En los hallazgos del investigador Ortiz, se observa que las muestras tienen un bajo contenido de humedad. Mediante la prueba de corte directo, se determinó que estas muestras presentan cohesión y se clasifican como suelos de grava bien graduada con arena. En contraste, en la investigación anterior, se encontró que el contenido de humedad era más elevado, lo que resultó en la clasificación de las muestras como suelos de grava pobremente graduada con arena. Además, en este último caso, las muestras no mostraron cohesión en la prueba de corte directo.

D2: Determinar la capacidad portante del suelo de fundación para el diseño de cimentaciones del puente carrozable sobre el río Acarí, del distrito de Acarí – Arequipa 2022.

Según Ortiz (2019) en su investigación realizó tres sondajes diamantinos distribuidos en ambos estribos del puente, realizando ensayos in situ como el ensayo de penetración estándar (SPT) cada 1.50 m., alcanzándose una profundidad de exploración de 25.00 m. En los resultados del valor de la capacidad portante del suelo, con los valores de cohesión, fricción de muestras se determinó una capacidad portante de 2.71 kg/cm² y 2.21 kg/cm² para el estribo derecho e izquierdo respectivamente y 2.34 kg/cm² y 1.95 kg/cm² (según Meyerhof) para el estribo derecho e izquierdo respectivamente. También se obtuvo mediante correlaciones con el SPT valores de capacidad portante de 4.91 kg/cm² a la profundidad de 15.20 m. en el estribo derecho y 4.39 kg/cm² a la profundidad de 13.70 m. para el estribo izquierdo, siendo estos valores adecuados y mayores a 3 kg/cm² al estar el terreno más compacto.

En la investigación se obtuvo la capacidad portante del suelo de fundación donde se obtuvo los siguientes datos para las calicatas C-01, C-02, C-03 y C-04, realizando el ensayo de corte directo se obtuvo 3.87 kg/cm², 3.81 kg/cm², 3.89 kg/cm², 3.87 kg/cm² para cimentaciones cuadradas estos valores se determinaron para una profundidad de 5 m.



En los resultados obtenidos los datos de la capacidad portante del suelo de estudio oscilan de 3.kg/cm² a 3.89 kg/cm² determinados a una profundidad de 5 m, estos datos de capacidad son parecidos a los obtenidos por el investigador Ortiz a profundidades de 25m, pero se tiene una diferencia con los datos obtenidos a una profundidad de 15.20 y 13.70 los valores de capacidad portante son mayores.

D3: Proponer un diseño de la cimentación del puente carrozable sobre el río Acarí, del Distrito Acarí – Arequipa 2022

Según Salazar (2021) en su trabajo titulado “Diseño de cimentaciones para puentes en Guanajuato”, quien tiene como finalidad de identificar acertadamente un buen diseño de cimentación superficial para el río Laja en el tramo Santa Fe de la Purísima Concepción, donde la metodología empleada es experimental, donde se realizaron las pruebas necesarias para realizar el diseño de cimentaciones, se realizó sondeos a 4.00m de profundidad al talud izquierdo y al talud derecho empleando el ensayo triaxial donde se obtuvo la cohesión de 0.670 kg/cm² y 0.740 kg/cm², también los ángulos de fricción de 19° y 8.30°, los anchos de cimiento son y las longitudes son de 7.00m y 3.5m en ambos casos, el nivel de desplante es de 4.00m para ambos y las capacidades admisibles son de 2.362 kg/cm² y 4.039 kg/cm².

En la investigación se obtuvo como resultados de las calicatas C-01, C-02, C-03 y C-04, los ángulos de fricción interna son de 37, 36.5, 36.5 y 36.5 grados, la cohesión es 0.0 kg/cm² en las cuatro exploraciones, el tipo de falla por corte local para las cuatro exploraciones, el peso unitario del suelo es 1.80 gr/cm³, 1.81 gr/cm³, 1.83 gr/cm³ y 1.84 gr/cm³, para realizar el diseño de las cimentaciones con las cuatro exploraciones. También se tienen los datos del diseño de las cimentaciones considerando las variaciones de nivel de desplante de 3 m a 11 m en las cuatro exploraciones los anchos de cimientos desde 1m a 2m, los factores de NF de 1.60 m, 1.00 m, 1.10 m y 1.80 m, y las capacidades admisibles varían desde 3.87kg/cm² a 7.36



kg/cm², 3.81 kg/cm² a 6.12 kg/cm², 3.89 kg/cm² a 8.14 kg/cm² y de 3.87 kg/cm² a 8.10 kg/cm² para las cimentaciones cuadradas respectivamente.



VI. CONCLUSIONES

C1: Se determinó de las pruebas físico mecánicas, realizadas a las muestras de las calicatas C-01, C-02, C-03 y C-04, para el puente carrozable sobre el río acará, el análisis granulométrico se clasifica con GP (Grava pobremente gradada con arena) y según SUCS como A-1-a según AASHTO así mismo se determinó el análisis granulométrico promedio de grava 82.31%, 53.25%, 53.64% y 51.07%, de arena 16.79%, 45.68%, 40.46% y 42.21% y de material fino 0.91%, 1.08%, 5.91% y 6.73%, el índice de plasticidad son no plásticos, el contenido de humedad es 22.50%, 21.02%, 22.06% y 19.09%, y los pesos específicos de las muestras son 1.80 gr/cm³, 1.81 gr/cm³, 1.83 gr/cm³ y 1.84 gr/cm³ con el corte directo se obtuvo los ángulos de fricción 37°, 36.5°, 36.6° y 36.5° y la cohesión de las cuatro calicatas fue 0, las calicatas presentan niveles freáticos de 1.6m, 1m, 1.10m y 1.80m.

C2: La capacidad portante del suelo para las calicatas C-01, C-02, C-03 y C-04, se determinó utilizando la fórmula de Terzaghi, utilizando el factor de seguridad de 3 como indica en la norma técnica peruana, teniendo como resultado la capacidad portante de 3.87 kg/cm² de la C-01, 3.81 kg/cm² de la C-02, 3.89 kg/cm² de la C-03 y 3.87 kg/cm² de la C-04, para cimentaciones cuadradas estos valores se determinaron para una profundidad de 5 m de desplante para un puente carrozable sobre el río acará.

C3: El diseño que se propone para el puente carrozable sobre el río acará, son zapatas de forma cuadradas de las cuales se realizó cuatro como zapata-1 (estribo 1) se determinó para un desplante de 5m con ancho de 1.5m, con una capacidad portante de 3.91 kg/cm² y con un asentamiento de 2.25 cm y para zapata -2 (pilar 1) con un desplante de 5m con ancho 1.5m y con una capacidad portante de 3.84 kg/cm² con un asentamiento 2.04cm, para la zapata -3 (pilar 2) se realizó con un desplante de 5m y con un ancho de 1.5m y la capacidad portante de 3.93kg/cm² y con un asentamiento 1.94cm y para la zapata -4 (estribo 2) con un desplante de



5m y con un ancho de 1.5m y la capacidad portante de 3.91kg/cm^2 y con un asentamiento 2.27cm.



VII. RECOMENDACIONES

- Profundizar los estudios geotécnicos del suelo incluyendo el ensayo de diamantina in situ y el ensayo de rocas.
- Realizar estudios de estabilidad de taludes y de socavación en las zonas de los estribos.
- Para realizar los cálculos de las capacidades portantes del suelo emplear diferentes métodos y programas para corroborar los resultados.
- Realizar microzonificaciones sísmicas en el lugar del proyecto, considerando otros estudios de forma que se pueda tener una información más amplia de los eventos sísmicos de forma que se diseñe las cimentaciones con la capacidad de resistir una eventualidad sísmica.
- Se recomienda hacer más aforos y clasificación vehiculares en los tramos de la carretera, al menos una vez al año para verificar la tasa de crecimiento del tráfico.
- Se recomienda estudios de riesgos geológicos para proteger las estructuras del puente de los desastres naturales que se presenten.



VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aulestia, D. (2014). Geotecnia y cimentaciones. Ecuador.
- Cain, H., & Arcos, L. (2016). *Evaluación Estructural y Funcional del Puente Cebadas, ubicado en el kilómetro 32 del tramo Guamote-Macas (Ruta E46), Aplicando la Metodología del Sistema de Administración de Estructuras de Puentes(S.A.E.P.), para su rehabilitación y conservación*. Ecuador: UNCH.
- Crosta, G., Picarelli, L., & Urciuoli, G. (2021). Problemas de estabilidad de taludes en arcillas rígidas y formaciones de flysch, prefacio de un número especial. *italiano Geotecnología*, 4, 5-6.
- Cueva, D., & Zamata, W. (2019). *Diseño en concreto armado de un puente de 60m ubicado en la quebrada la pacha conexión entre la Av. Italia y la autopista la Joya en el Distrito de Cerro Colorado - Arequipa*. Arequipa: UNSA.
- Del Carpio, J. (2007). *Evaluación de la cimentación del Puente Billingham: estudio geotécnico*. Lima: UNI.
- Desdeelmurete. (2015). *Desdeelmurete*. Obtenido de Blog de geotecnia, cimentaciones especiales y tratamientos del terreno.
- Fernández, R. (2015). *Capacidad portante con fines de cimentación mediante los ensayos SPT y corte directo en el distrito de Aguas Verdes-Tumbes*. Cajamarca: UNC.
- Galeano, A. (2020). *Análisis estructural comparativo entre un sistema de cimentación con monopilote y otro con grupos de cuatro pilotes, para un puente diseñado con CCP 14*. Bogotá.
- Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, L. (2014). *Metodología de la investigación: Prentice-Hall Hispanoamericana*. Interamericana Editores.
- Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2014). *"Metodología de la investigación"* (Sexta ed.). México: McGRAW-HILL, INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V.
- Hernández-Sampieri, R. (2018). *Metodología de la investigación: las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta*. México: McGRAW-HILL.
- Huacasi, R. (2021). *Diseno estructural de un puente continuo de 96 m. de longitud total de concreto armado, sobre la vía 54, ubicado en el Distrito de Cerro Colorado-Arequipa*. Arequipa: UNSA.
- Huaylla, A. (2022). *Caracterización geomecánica y geotécnica del material de cimentación de los estribos del puente Quindén Bajo, Distrito el Prado – Cajamarca, 2022*. Cajamarca: UNP.
- Lozada, J. (Diciembre de 2014). Investigación Aplicada: Definición, Propiedad Intelectual e Industria. *CIENCIAMÉRICA*, 3, 34-39.
- Mallea, I. (2018). *Estudio geotécnico de la interacción rajo-subterránea orientado a los puentes de roca, Mina El Soldado*. Chile}: UCH.



- Marcelo, J. (2007). *Evaluación de la reconstrucción del Puente Franco estudio geotécnico para cimentación*. Lima: UNI.
- Montoya, K., & Guerrero, M. (2021). *Influencia hidrológica y geotecnia en la instalación del puente modular taspa del distrito Chalaco, provincia de Morropón, departamento de Piura*. Huancayo: UPLA.
- MTC. (2018). *Manual de Puentes. Ministerio de transportes y comunicaciones*. Lima.
- Neyra, A. (2019). *Estudio geológico geotécnico y mecánica de suelos para la construcción del puente Malvas - Malvitas Distrito de Suyo - Provincia de Ayabaca – Departamento de Piura*. Piura: UNP.
- Oluwatuyi, R., Rajapakshage, R., Wulff, S., & Ngd, K. (2023). Propuesta de enfoque híbrido para la simulación tridimensional del subsuelo para mejorar la determinación de límites y el diseño de un plan de investigación de sitio óptimo para cimentaciones de pilotes. *Suelos y Fundaciones*, 63(1).
- Ortiz Quispe, R. (2017). *Influencia del nivel freático en la determinación de capacidad portante de suelos, en cimentaciones superficiales, distrito de Pilcomayo en 2017*. Huancayo: UNCP.
- Ortiz, B. (2019). *Estudio geotécnico con fines de cimentación del puente Juan Santos Atahualpa, carretera variante Huchumayo Tramo II*. Arequipa: UNSA.
- Roca, A., & Saenz, V. (2020). *Evaluación técnica y económica de cimentaciones en terrenos con baja capacidad portante*. URP.
- Rodríguez, A. (2012). *Puentes con AASHTO - LRFD 2010*. Perú.
- Romero, J. (2015). *Estudio geológico, geotécnico, hidrogeológico y de riesgo geológico del distrito de Yanahuara - Arequipa*. Arequipa: UNSA.
- Salazar, J. (2021). *Diseño de cimentaciones para puentes en Guanajuato*. Celaya, Guanajuato: UGTO.
- Sanchez, I. (2019). *Estudio geotécnico para el diseño de cimentaciones superficiales en viviendas unifamiliares en el Centro Poblado de Huamanmarca*. Huancayo: UNCP.
- Sánchez, L. (2021). *Diseño de una ficha de control para el análisis de un estudio de suelos en la construcción de puentes vehiculares según la norma CCP-14 en Colombia*. Colombia: USTA.
- Scarpelli, G., Fruzzetti, V., & Ruggeri, P. (2022). El diseño de infraestructuras en formaciones arcillosas rígidas: un paso hacia un enfoque geológico-geotécnico integrado. *Ingeniería Geológica*, 304.
- Tamayo, M. (2018). *"El proceso de la investigación científica"* (4ta ed.). México: Editorial limusa.
- Tran, T., Han, S., & Kim, D. (2018). Efecto de la variación probabilística en las propiedades del suelo y perfil de respuesta del sitio. *suelos encontrados*, 58, 1339-1349.
- Vásquez, I. (2017). *Tipos de estudio y métodos de investigación*.



- Velezmoro, L., & Cabrejos, G. (2020). *Análisis de la probabilidad de falla de las cimentaciones superficiales de los puentes de la carretera Huánuco - Conococha*. Lima: UPC.
- Zarate, C., & Martinez, J. (2019). *Estudio geotécnico para la construcción de un puente carrozable sobre el rio Nijandaris, Chanchamayo – Junin, 2018*. 2019: UTelesup.
- Zigurat, C. (2018). *Conceptos basicos y generalidades en el diseño de puentes*. Global Institute of Technology.

ANEXOS

Anexo A: Matriz de Consistencia.

Anexo B: Certificado de Laboratorio.

Anexo C: Panel fotográfico.

Anexo D: Planos: Geológico local, Geomorfológico, Ubicación,



Geotécnico, Hidrológico.

ANEXOS I

Anexo A. Matriz de consistencia.

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	METODOLOGÍA
<p>Problema General</p> <p>¿Cuáles son las condiciones geotécnicas del suelo para el diseño de cimentaciones del puente carrozable sobre el río Acarí, del distrito de Acarí – Arequipa 2022?</p>	<p>Objetivo General</p> <p>Evaluar las condiciones geotécnicas del suelo para el diseño de cimentaciones del puente carrozable sobre el río Acarí, del distrito de Acarí – Arequipa 2022.</p>	<p>Hipótesis General</p> <p>Las condiciones geotécnicas del suelo para el diseño de cimentaciones del puente carrozable sobre el río Acarí, del distrito de Acarí – Arequipa 2022, tiene plasticidad alta, la capacidad portante bordea los 0.9 kg/cm² y se propone una zapata rectangular.</p>	<p>Variable independiente:</p> <p>Estudio geotécnico</p>	<p>Propiedades físicas</p>	<p>Límites de Atterberg (%) Granulométrico (%) Contenido de humedad (%) Clasificación de suelos (SUCS) Clasificación de suelos (AASHTO) Gravedad específica de suelos (%)</p>	<p>Nivel de Investigación Descriptiva Experimental Tipo de Investigación Aplicativo Enfoque de investigación Cuantitativo</p>
<p>Problemas específicos</p> <p>¿Cuáles son las características físicas y mecánicas del suelo para el diseño de cimentaciones del puente carrozable sobre el río Acarí, del distrito de Acarí – Arequipa 2022?</p>	<p>Objetivos específicos</p> <p>Determinar las propiedades físicas y mecánicas del suelo para el diseño de cimentaciones del puente carrozable sobre el río Acarí, del distrito de Acarí – Arequipa 2022.</p>	<p>Hipótesis específicas</p> <p>Las propiedades físicas y mecánicas del suelo para el diseño de cimentaciones del puente carrozable sobre el río Acarí, del distrito de Acarí – Arequipa 2022, no son favorables.</p>		<p>Propiedades mecánicas</p>	<p>Corte directo (kg/cm²) Capacidad de carga del suelo</p>	<p>Población:</p> <p>Puente carrozable sobre el río Acarí, del distrito Acarí. Muestra:</p> <p>4 calicatas donde será representada por los suelos ubicados sobre el río Acarí</p>
<p>¿Cuál es la capacidad portante del suelo de fundación para el diseño de cimentaciones del puente carrozable sobre el río Acarí, del distrito de Acarí – Arequipa 2022?</p>	<p>Determinar la capacidad portante del suelo de fundación para el diseño de cimentaciones del puente carrozable sobre el río Acarí, del distrito de Acarí – Arequipa 2022.</p>	<p>La capacidad portante del suelo de fundación para el diseño de cimentaciones del puente carrozable sobre el río Acarí, del distrito de Acarí – Arequipa 2022, es de 1.1 kg/cm².</p>				<p>Técnicas y métodos</p> <p>Recopilación de la Información Preliminar, Reconocimiento de Campo, Investigaciones in Situ.</p>
<p>¿Cómo es el diseño de la cimentación del puente carrozable sobre el río Acarí, del distrito de Acarí – Arequipa 2022?</p>	<p>Proponer un diseño de la cimentación del puente carrozable sobre el río Acarí, del distrito de Acarí – Arequipa 2022.</p>	<p>La propuesta de diseño de cimentaciones del puente carrozable sobre el río Acarí, del distrito de Acarí – Arequipa 2022, es de una zapata rectangular de dimensiones 10 m. x 4 m., desplante de 5 m.</p>	<p>Variable dependiente:</p> <p>Diseño de cimentación</p>	<p>Zapata cuadrada</p>	<p>Ancho (m), Largo (m), Desplante (m)</p>	<p>Instrumentos</p> <p>Equipos pozos exploratorios Equipos y herramientas de laboratorio Software de análisis e interpretación de resultados en gabinete</p>

Anexo B. Certificados de laboratorio

Calicata 1

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS			
(ASTM D422, NTP 309.126, MTC E 187)			
ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO			
PROYECTO / OBRA	"ESTUDIO GEOTECNICO PARA EL DISEÑO DE CIMENTACIONES DEL PUENTE CARROZABLE SOBRE EL RIO ACARI DEL DISTRITO DE ACARI - AREQUIPA 2022"		
SOLICITA	: Bach. Joel Ricardo Canaza Esquivel	PROFUNDIDAD	: 0.00 - 1.85 m.
UBICACION	: Distrito de Acari - Provincia de Caraveli - Arequipa	REVISADO	: R.Z.C.H
SECTOR	: Acari Tradicional	TECNICO	: Joel R. Canaza Esquivel
MUESTRA	: Calicata 01 - Estrato 01	FECHA ANALISIS	: Marzo 2022

Peso Inicial Seco : 2451

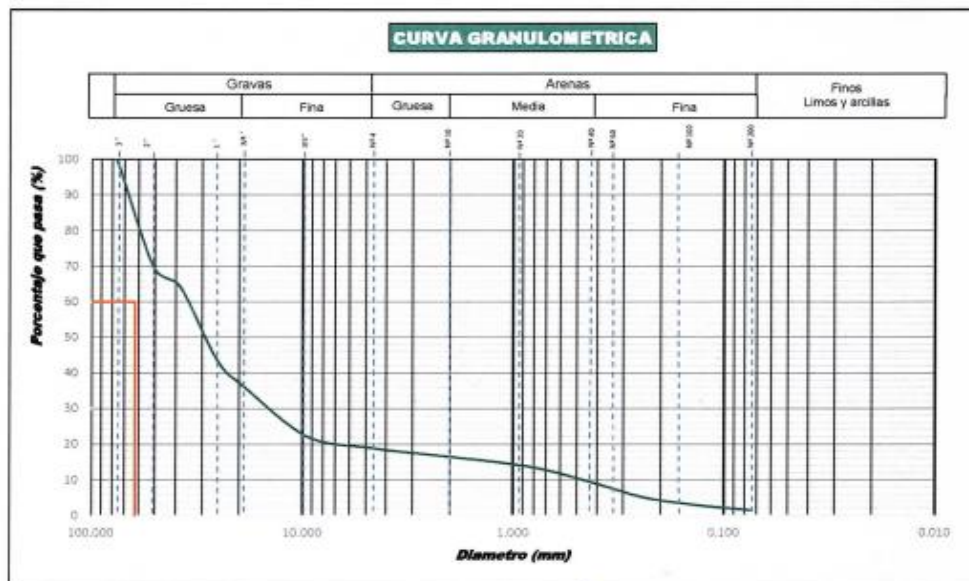
Peso de Facción < N°4 : 209.4

TAMIZ	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (g)
3"	76.2	0.0
2"	50.8	741.2
1 1/2"	38.1	135.8
1"	25.4	598.7
3/4"	19	192.8
3/8"	9.5	346.7
N° 4	4.75	38.1

TAMIZ	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (g)
N° 10	2.000	40.5
N° 20	0.840	48.8
N° 40	0.425	70.4
N° 60	0.250	64.8
N° 100	0.150	35.6
N° 200	0.075	27.9
< N° 200	—	33.4

GENERALIDADES	
Clasificación Visual	: GP, grava subdominada e dominada con arena de color gris falso a probar con este trabajo.
Manual	
Notas sobre la muestra	
Nivel freático	: 1.80
Tamizado compuesto	: Si
Tamiz separador	: N° 4
Método de tamizado	: Manual
RESULTADOS DE ENSAYOS	
Humedad Natural	: 21.34 %
Límite Líquido	: NP
Límite Plástico	: NP
Índice Plástico	: NP
COMPOSICIÓN FÍSICA DEL SUELO EN FUNCIÓN AL TAMAÑO DE PARTICULAS	
Grava (N°4 < q < 3")	: 81.09
Arena (N°200 < q < N°4)	: 17.48
Finos (q < N°200)	: 1.43
CLASIFICACIÓN	
AASHTO	: A-1-a
SUCS	: GP
NOMBRE DEL GRUPO	: Grava pobremente gradada con arena

N° DE MALLAS	RESERVA DE MALLAS (mm)	% RETEN PARCIAL	% RETEN ACUMUL	% QUE PASA
3"	76.200	0.00	0.00	100.00
2"	50.800	30.24	30.24	69.76
1 1/2"	38.100	5.53	35.77	64.23
1"	25.400	20.67	56.45	43.55
3/4"	19.000	7.45	63.90	36.10
3/8"	9.500	13.92	77.82	22.18
N° 4	4.750	3.27	81.09	18.91
N° 10	2.000	2.48	83.56	16.44
N° 20	0.840	2.86	86.42	13.58
N° 40	0.425	4.30	90.73	9.27
N° 60	0.250	3.96	94.69	5.31
N° 100	0.150	2.18	96.86	3.14
N° 200	0.075	1.71	98.57	1.43
<N° 200		1.43	100.00	0.00



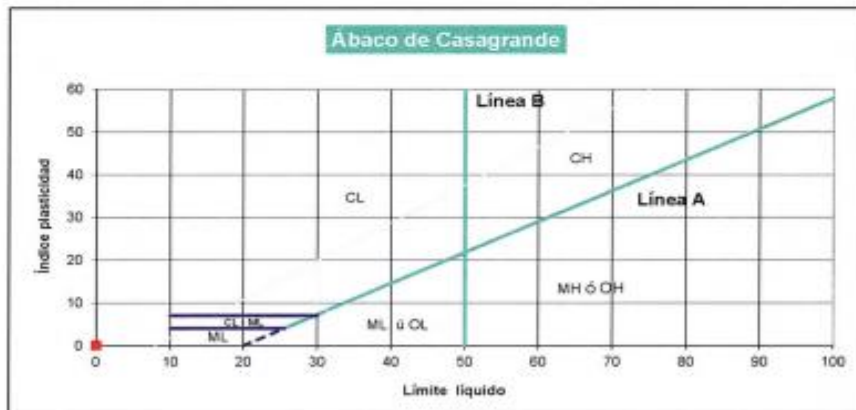
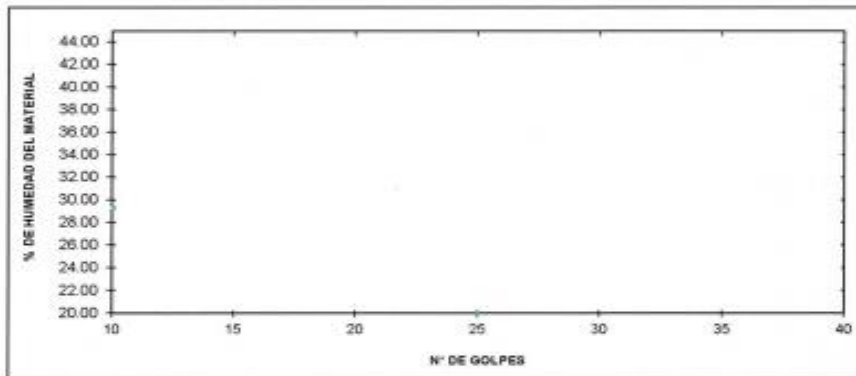
Ing. Joel Ricardo Canaza Esquivel
 CIP: 177185
 Colegio de Ingenieros del Perú - Arequipa



LABORATORIO MECANICA DE SUELOS			
(ASTM D-4318, NTP 338.123, MTC E 150/111)			
LIMITE DE CONSISTENCIA			
PROYECTO / OBRA	: "ESTUDIO GEOTÉCNICO PARA EL DISEÑO DE CIMENTACIONES DEL PUENTE CARROZABLE SOBRE EL RIO ACARI, DEL DISTRITO DE ACARI - AREQUIPA 2022"		
UBICACIÓN	: Distrito de Acari - Provincia de Caraveli - Arequipa		
SECTOR	: Acari Tradicional	REVISADO	: R.Z.C.CH
MUESTRA	: Calcata 01 - Estrato 01	TÉCNICO	: Joel R. Canaza Esquivel
		FECHA ANALISIS	: Marzo 2022

	LIMITE LIQUIDO	LIMITE PLASTICO
Nº. DE CAPSULA		
MASA TARA + SUELO HUMEDO (A)		
MASA TARA + SUELO SECO (B)		
MASA DE LA TARA (C)		
MASA DEL AGUA (A-B)		
MASA SUELO SECO (B-C)		
HUMEDAD $[W=(A-B)/(B-C)*100]$		
Nº DE GOLPES		

LIMITE LIQUIDO	LIMITE PLASTICO	INDICE PLASTICO
NP	NP	NP



[Handwritten Signature]

 Joel R. Canaza Esquivel
 CIP: 177165
 ESPECIALISTA EN GEOTECNIA



LABORATORIO MECANICA DE SUELOS	
(ASTM D 2216, NTP 339.127, MTC E 188)	
HUMEDAD NATURAL	
PROYECTO / OBRA	: "ESTUDIO GEOTÉCNICO PARA EL DISEÑO DE CIMENTACIONES DEL PUENTE CARROZABLE SOBRE EL RIO ACARI, DEL DISTRITO DE ACARI - AREQUIPA 2022"
UBICACIÓN	: Distrito de Acari - Provincia de Caraveli - Arequipa
SECTOR	: Acari Tradicional
MUESTRA	: Calicata 01 - Estrato 01
REVISADO	: R.Z.C.CH
TECNICO	: Joel R. Canaza Esquivel
FECHA ANALISIS	: Marzo 2022

CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL			
Metodo de ensayo	X		Metodo "A"
	-----		-----
		Metodo "B"	
1	Recipiente N°	H-18	
2	Masa Suelo húmedo + masa recipiente (g)	608.9	
3	Masa Suelo seco + masa recipiente (g)	431.8	
4	Masa de agua (g) (1 - 2)	77.1	
5	Masa del recipiente (g)	70.5	
6	Suelo seco (g) (2 - 4)	361.3	
7	% de Humedad	21.3	

OBSERVACIONES:



 Prof. Rolando Córdova Chacala
 CIP: 177165
 ESPECIALISTA EN GEOTECNIA

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS
(ASTM D422 N° 288 (28) MTC E 101)

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO

TESIS : "ESTUDIO GEOTÉCNICO PARA EL DISEÑO DE CIMENTACIONES DEL PUENTE CARROZABLE SOBRE EL RIO ACARI, DEL DISTRITO DE ACARI - AREQUIPA 2022"

SOLICITA : Bsch. Joel Ricardo Canaza Esquivel PROFUNDIDAD : 1.85 - 4.20 m.

UBICACIÓN : Distrito de Acari - Provincia de Caraveli - Arequipa REVISADO : R.Z.C.H

SECTOR : Acari Tradicional TECNICO : Joel R. Canaza Esquivel

MUESTRA : Calicata 01 - Estrato 02 FECHA ANALISIS : Marzo 2022

Peso inicial seco : 2554

Peso de fracción < N°4 : 240.99

TAMIZ	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (g)
3"	76.2	8.0
2"	50.8	97.2
1 1/2"	38.1	148.1
1"	25.4	573.3
3/4"	19	131.3
3/8"	9.5	331.8
N° 4	4.75	92.2

TAMIZ	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (g)
N° 10	2.000	35.3
N° 20	0.840	36.44
N° 40	0.425	96.78
N° 60	0.250	53.55
N° 100	0.150	29.48
N° 200	0.075	14.54
< N° 200	—	5.68

N° DE MALLAS	ABERTURA DE MALLAS (mm)	% RETEN. PARCIAL	% RETEN. ACUMUL.	% QUE PASA
3"	76.200	0.00	0.00	100.00
2"	50.800	33.43	33.43	66.57
1 1/2"	38.100	5.62	39.05	60.95
1"	25.400	21.68	60.73	39.27
3/4"	19.000	7.22	67.95	32.05
3/8"	9.500	12.47	80.43	19.57
N° 4	4.750	3.10	83.52	16.48
N° 10	2.000	2.48	85.98	14.02
N° 20	0.840	2.49	88.47	11.53
N° 40	0.425	4.50	92.97	7.03
N° 60	0.250	3.68	96.64	3.36
N° 100	0.150	2.02	98.65	1.35
N° 200	0.075	0.96	99.61	0.39
< N° 200		0.39	100.00	0.00

GENERALIDADES

Clasificación Visual Manual : GP, grava subdominante e intermedias con arena de 1.000 g/100 g a 4.200 g/100 g de peso húmedo.

Notas sobre la muestra : Nivel freático : 1.00

Tamizado compuesto : SI

Tamiz separador : N° 4

Método de tamizado : Manual

RESULTADOS DE ENSAYOS

Humedad Natural : 23.05 %

Límite Líquido : NP

Límite Plástico : NP

Índice Plástico : NP

COMPOSICIÓN FÍSICA DEL SUELO EN FUNCIÓN AL TAMAÑO DE PARTICULAS

Grava (N°4 < q < 3") : 83.52

Arena (N°200 < q < N°4) : 16.09

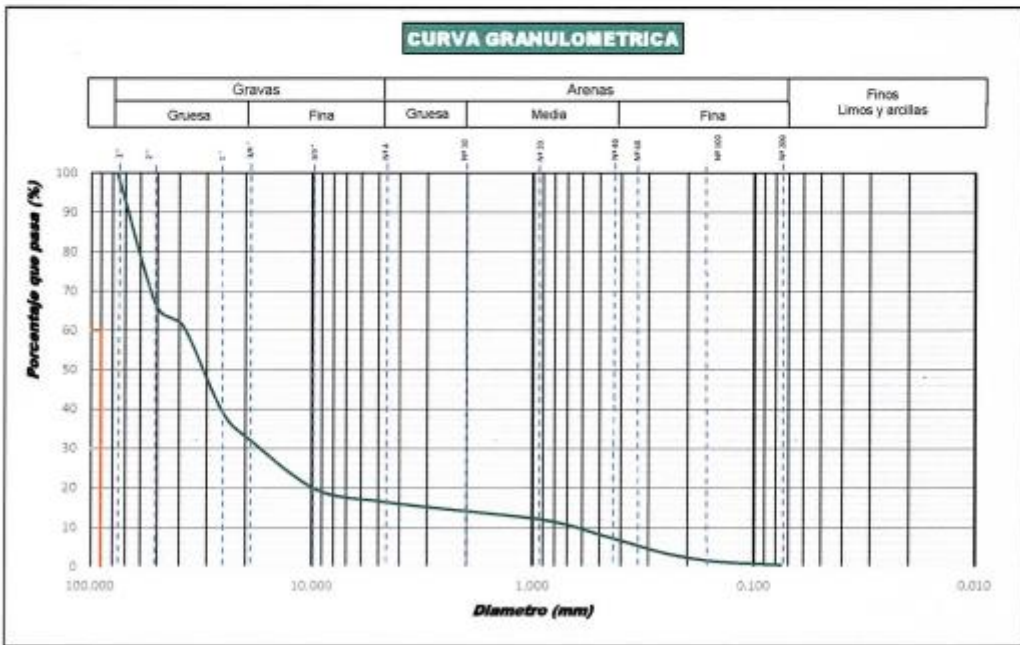
Finos (q < N°200) : 0.39

CLASIFICACIÓN

AASHTO : A-1-a

SUCS : GP

NOMBRE DEL GRUPO : Grava pobremente graduada con arena



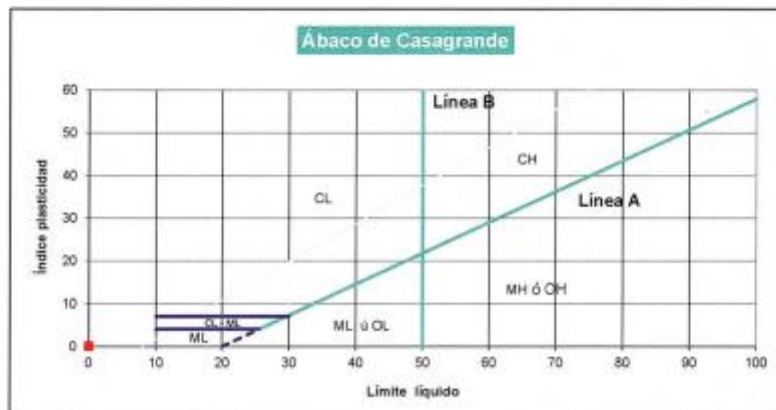
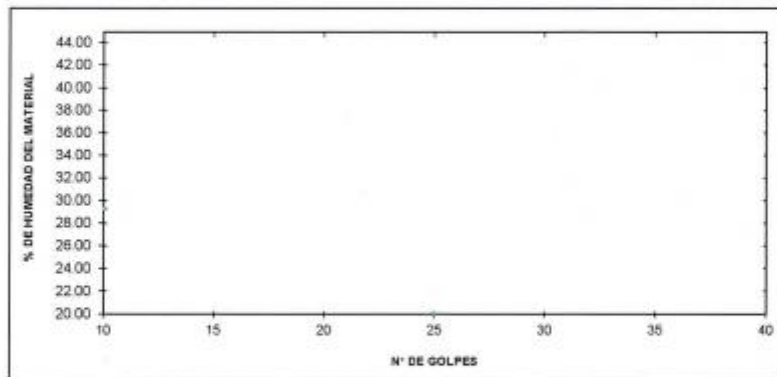
Ing. Joel Ricardo Canaza Esquivel
 CIP: 177165
 ESPECIALISTA EN GEOTECNIA



LABORATORIO MECANICA DE SUELOS			
(ASTM D-4318, NTP 339.129, MTC E 110/111)			
LIMITE DE CONSISTENCIA			
TESIS	"ESTUDIO GEOTÉCNICO PARA EL DISEÑO DE CIMENTACIONES DEL PUENTE CARROZABLE SOBRE EL RIO ACARI DEL DISTRITO DE ACARI - AREQUIPA 2022"		
UBICACIÓN	: Distrito de Acari - Provincia de Caraveli - Arequipa		
SECTOR	: Acari Tradicional	REVISADO	: R.Z.C.CH
MUESTRA	: Calicata 01 - Estrato 02	TECNICO	: Joel R. Canaza Esquivel
		FECHA ANALISIS	: Marzo 2022

	LIMITE LIQUIDO	LIMITE PLASTICO
N° DE CAPSULA		
MASA TARA + SUELO HUMEDO (A)		
MASA TARA + SUELO SECO (B)		
MASA DE LA TARA (C)		
MASA DEL AGUA (A-B)		
MASA SUELO SECO (B-C)		
HUMEDAD $(W)=(A-B)/(B-C)*100$		
N° DE GOLPES		

LIMITE LIQUIDO	LIMITE PLASTICO	INDICE PLASTICO
NP	NP	NP




CIP- 177165
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA



LABORATORIO MECANICA DE SUELOS				
(ASTM D 2916, NTP 338.137, MTC E 168)				
HUMEDAD NATURAL				
PROYECTO / OBRA	: "ESTUDIO GEOTÉCNICO PARA EL DISEÑO DE CIMENTACIONES DEL PUENTE CARROZABLE SOBRE EL RIO ACARI, DEL DISTRITO DE ACARI - AREQUIPA 2022"			
UBICACIÓN	: Distrito de Acari - Provincia de Caraveli - Arequipa			
SECTOR	: Acari Tradicional		REVISADO	: R. Z. C. CH
MUESTRA	: Calicata 01 - Estrato 02		TECNICO	: Joel R. Canaza Esquivel
			FECHA ANALISIS	: Marzo 2022

CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL				
Metodo de ensayo		X	Metodo "A"	Metodo "B"
1	Recipiente N°	H-24		
2	Masa Suelo húmedo + masa recipiente (g)	543.4		
3	Masa Suelo seco + masa recipiente (g)	452.9		
4	Masa de agua (g) (1 - 2)	90.5		
5	Masa del recipiente (g)	70.2		
6	Suelo seco (g) (2 - 4)	382.7		
7	% de Humedad	23.6		

OBSERVACIONES:



ESPECIALISTA EN GEOTECNIA



PESO ESPECIFICO (ASTM C-127, AASHTO T-85)						
PROYECTO:	ESTUDIO GEOTÉCNICO PARA EL DISEÑO DE CIMENTACIONES DEL PUENTE CARROZABLE SOBRE EL RIO ACARI, DEL DISTRITO DE ACARI - AREQUIPA 2022					
MUESTRA:	ESTRIBO				FECHA:	Mar-22
CALICATA:	1					
1.- MUESTRA			2.- PERSONAL			
UBICACIÓN:	ACARI-CARAVELI-AREQUIPA				REVISADOR POR:	R.CH.C.
MATERIAL:	RIO ACARI				TEC. LAB.:	J.R.C.E.
3.- MATERIAL FINO						
ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UND	[M1]	[M2]	[M3]	RESULTADO
1	Peso SSS* del suelo	g	500.40	500.00		R O M E D I D O
2	Peso: Frasco con agua al enrase	g	770.38	763.60		
3	Peso: Frasco con suelo SSS* y con agua al enrase	g	993.60	981.55		
4	Peso seco del suelo (en estufa a 105°C ± 5°C)	g	494.90	494.50		
5	Peso Especifico Aparente,	(4)/(2+1-3)	g/cm3	1.785	1.753	1.769
6	Peso Especifico Nominal,	(4)/(2+4-3)	g/cm3	1.822	1.788	1.805
4.- MATERIAL GRUESO						
ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UND	[M1]	[M2]	[M3]	RESULTADO
8	Peso SSS* del suelo	g	2,996.7	2,919.2		R O M E D I D O
9	Peso sumergido del suelo SSS*	g	1,298.6	1,305.3		
10	Peso seco del suelo (en estufa a 105°C ± 5°C)	g	2,960.6	2,884.5		
11	Peso Especifico Aparente,	(10)/(8-9)	g/cm3	1.744	1.787	
12	Peso Especifico Nominal,	(10)/(10-9)	g/cm3	1.781	1.827	1.804
(*) SSS: Saturado Superficialmente Seco / Saturado con Superficie Seca						
5.- EQUIPOS DE MEDICIÓN						
EQ.	BALANZA	BALANZA	HORNO	CANASTILLA		FIOLA
ID	BAD179	BAD185	HOR06	-		FIO 24
6.- COMENTARIOS Y/O OBSERVACIONES						

Ing. Rómulo Z. Cuzimbo Checalla
GEOLOGO
CIP. N° 177165



LABORATORIO MECANICA DE SUELOS			
ENSAYO DE CORTE DIRECTO			
PROYECTO	:	"ESTUDIO GEOTÉCNICO PARA EL DISEÑO DE CIMENTACIONES DEL PUENTE CARROZABLE SOBRE EL RIO ACARI, DEL DISTRITO DE ACARI - AREQUIPA 2022"	
UBICACIÓN	:	Distrito de Acari - Provincia de Caraveli - Arequipa	
MUESTRA	:	Calicata 01 - Estrato 02	Estado de la muestra : Remoldeado
SECTOR	:	Acari Tradicional	Veloc. de Ensayo (mm/min) : 0,5
CLASIFICACION (SUCS)	:	GP	Fecha : Marzo 2022

DATOS		ESPECIMEN 01		ESPECIMEN 02		ESPECIMEN 03	
		0,50		1,00		2,00	
Esfuerzo Normal	(Kg/cm ²)						
Etapas		Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final
Altura de la muestra (h)	(cm)	2,00	1,98	2,00	1,98	2,00	1,97
Lado	(cm)	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00
Area	(cm ²)	36,00	36,00	36,00	36,00	36,00	36,00
Densidad Humeda (Dw)	(gr/cm ³)	1,75	1,93	1,75	1,97	1,75	1,98
Humedad (w)	(%)	18,00	24,38	16,00	23,30	16,00	22,90

Area corregida (Ao)	ESPECIMEN 01				ESPECIMEN 02				ESPECIMEN 03			
	Tangencial (mm)	Dial de Carga	Fuerza Cortante (Kg)	Esfuerzo de Corte (Kg/cm ²)	Deformac. Tangencial (mm)	Dial de Carga	Fuerza Cortante (Kg)	Esfuerzo de Corte (Kg/cm ²)	Deformac. Tangencial (mm)	Dial de Carga	Fuerza Cortante (Kg)	Esfuerzo de Corte (Kg/cm ²)
35,0	0,00	0,00	0,000	0,000	0,00	0,00	0,000	0,000	0,00	0,00	0,000	0,000
35,9	0,10	0,05	0,050	0,001	0,10	0,50	0,500	0,014	0,10	8,60	8,600	0,238
35,9	0,20	0,10	0,100	0,003	0,20	1,30	1,300	0,038	0,20	9,50	9,500	0,265
35,8	0,40	0,50	0,500	0,014	0,40	1,90	1,900	0,053	0,40	10,70	10,700	0,299
35,8	0,60	0,80	0,800	0,022	0,60	2,60	2,600	0,073	0,60	11,90	11,900	0,334
35,5	0,80	1,20	1,200	0,034	0,80	3,10	3,100	0,087	0,80	12,50	12,500	0,352
35,4	1,00	1,60	1,600	0,045	1,00	3,80	3,800	0,107	1,00	13,60	13,600	0,390
35,1	1,50	2,00	2,000	0,057	1,50	4,70	4,700	0,134	1,50	14,50	14,500	0,413
34,8	2,00	2,50	2,500	0,072	2,00	5,50	5,500	0,158	2,00	15,00	15,000	0,457
34,5	2,50	3,10	3,100	0,090	2,50	6,20	6,200	0,180	2,50	16,70	16,700	0,484
34,2	3,00	3,60	3,600	0,105	3,00	6,90	6,900	0,202	3,00	18,10	18,100	0,520
33,9	3,50	4,20	4,200	0,124	3,50	7,80	7,800	0,230	3,50	20,00	20,000	0,590
33,6	4,00	4,70	4,700	0,140	4,00	8,90	8,900	0,265	4,00	22,60	22,600	0,673
33,3	4,50	5,30	5,300	0,159	4,50	10,10	10,100	0,303	4,50	23,40	23,400	0,703
33,0	5,00	5,70	5,700	0,173	5,00	11,00	11,000	0,333	5,00	25,00	25,000	0,758
32,4	6,00	6,20	6,200	0,191	6,00	12,50	12,500	0,386	6,00	26,90	26,900	0,830
31,8	7,00	6,90	6,900	0,204	7,00	13,70	13,700	0,451	7,00	28,10	28,100	0,884
31,2	8,00	6,90	6,900	0,221	8,00	14,90	14,900	0,478	8,00	29,80	29,800	0,955
30,6	9,00	7,30	7,300	0,239	9,00	16,10	16,100	0,528	9,00	31,20	31,200	1,020
30,0	10,00	7,80	7,800	0,260	10,00	18,60	18,600	0,620	10,00	33,10	33,100	1,103
29,4	11,00	8,10	8,100	0,276	11,00	20,80	20,800	0,707	11,00	35,40	35,400	1,204
28,8	12,00	8,40	8,400	0,292	12,00	22,00	22,000	0,764	12,00	38,30	38,300	1,330


 Ing. Antonio Carlos Cordero Chacabuco
 CIP- 177165
 ESPECIALISTA EN GEOTECNIA

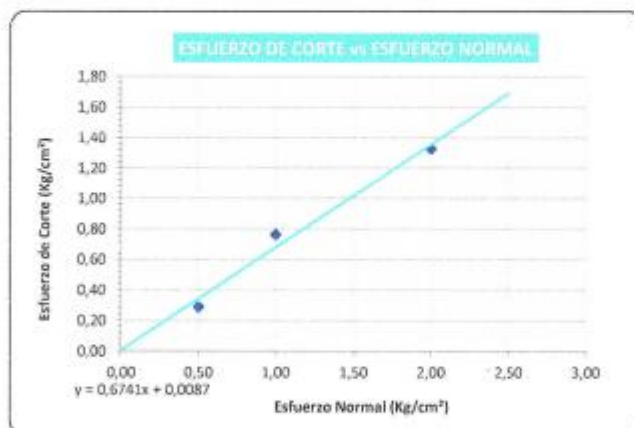
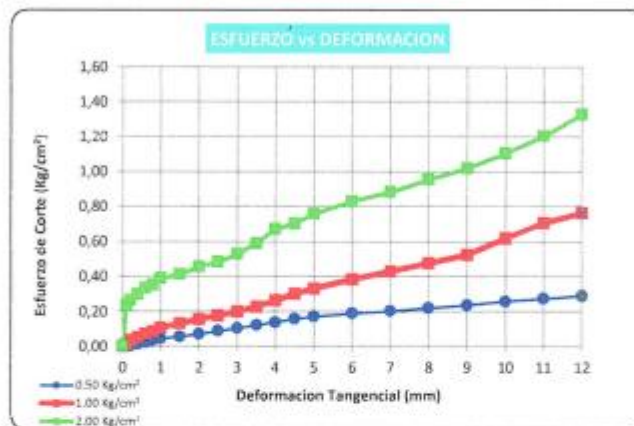
LABORATORIO MECANICA DE SUELOS			
ENSAYO DE CORTE DIRECTO			
PROYECTO	: ESTUDIO GEOTÉCNICO PARA EL DISEÑO DE CIMENTACIONES DEL PUENTE CARROZABLE SOBRE EL RIO ACARI DEL DISTRITO DE ACARI - AREQUIPA 2022		
UBICACIÓN	: Distrito de Acari - Provincia de Caraveli - Arequipa		
MUESTRA	: Calicata 01 - Estrato 02	Estado de la muestra	: Remoldeado
SECTOR	: Acari Tradicional	Veloc. de Ensayo (mm/min)	: 0,5
CLASIFICACION (SUCS)	: GP	Fecha	: Marzo 2022

Especimen N°		N° 01	N° 02	N° 03
Lado de la caja	(cm)	6,00	6,00	6,00
Altura inicial de muestra	(cm)	2,00	2,00	2,00
Densidad húmeda inicial	(gr/cm ³)	1,750	1,750	1,750
Densidad seca inicial	(gr/cm ³)	1,509	1,509	1,509
Contenido de humedad inicial	(%)	16,00	16,00	16,00
Altura de la muestra antes de aplicar el esfuerzo de corte	cm	1,990	1,980	1,970
Altura final de muestra	cm	1,990	1,980	1,970
Densidad húmeda final	(gr/cm ³)	1,950	1,970	1,980
Densidad seca final	(gr/cm ³)	1,569	1,598	1,616
Contenido de humedad final	(%)	24,30	23,30	22,50
Esfuerzo normal	(kg/cm ²)	0,50	1,00	2,00
Esfuerzo de corte máximo	(kg/cm ²)	0,292	0,764	1,330

Angulo de friccion interna : 37,00 °
Cohesión : 0,00

Especialista en Geotecnia

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS (ASTM D 3080, NTP 330.171)			
ENSAYO DE CORTE DIRECTO			
PROYECTO	: "ESTUDIO GEOTÉCNICO PARA EL DISEÑO DE CIMENTACIONES DEL PUENTE CARROZABLE SOBRE EL RÍO ACARI, DEL DISTRITO DE ACARI - AREQUIPA 2022"		
UBICACIÓN	: Distrito de Acari - Provincia de Caraveli - Arequipa		
MUESTRA	: Calicata 01 - Estrato 02	Estado de la muestra	: Remoldeado
SECTOR	: Acari Tradicional	Veloc. de Ensayo (mm/min)	: 0,5
		Fecha	: Marzo 2022



Ángulo de fricción interna :	37.00 °
Cohesión :	0.00

Ing. *Alfonso* *Castro* *Chavez*

 CIP- 177165

 ESPECIALISTA EN GEOTECNIA

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS							
CAPACIDAD ADMISIBLE DEL SUELO - CIMENTACION SUPERFICIAL - ZAPATA CUADRADA							
PROYECTO / OBRA	"ESTUDIO GEOTÉCNICO PARA EL DISEÑO DE CIMENTACIONES DEL PUENTE CARROZABLE SOBRE EL RIO ACARI, DEL DISTRITO DE ACARI - AREQUIPA 2022"						
UBICACIÓN	Distrito de Acari - Provincia de Caravelí - Arequipa			REVISADO :	R. Z. C. CH		
LUGAR/SECTOR	Acari Tradicional			TÉCNICO :	Joel R. Canazo Escorial		
MUESTRA	Calicata 01 - Estrazo 02			FECHA :	Marzo, 2022		
A.- DATOS GENERALES							
Ángulo de Fricción Interna (ϕ)	27,0	grados					
Cohesión (c)	0,00	kg/cm ²					
Tipo de falla por corte	Local						
Ángulo de Fricción Interna corregido (ϕ_c)	26,7	grados					
Cohesión corregida (c_c)	0,00	kg/cm ²					
Peso Unitario de Sobre Carga (γ_1)	1,80	gr/cm ³					
Peso Unitario del Suelo de Cimentación (γ_2)	1,80	gr/cm ³					
Relación Ancho / Largo (B/L)	1,00						
Ancho (diámetro) Inicial de la Cimentación	1,00	m					
Incremento de base (Δb)	0,50	m					
Cota de Terreno bajo piso terminado	0,00	m					
Profundidad de Desplante (Df)	2,00	m					
Incremento de profundidad (ΔDf)	2,00	m					
Posición del Nivel Freático (N.F.)	1,60	m					
Inclinación de la carga	0,00	grados					
Factor de Seguridad (F.S. asume 3.0)	3,00						
Clasificación SUCS del suelo de cimentación	GP						
Cimentación	Zapata Cuadrada						
B.- FACTORES DE CAPACIDAD DE CARGA				C.- FACTORES DE FORMA			
$N_c = 23,373$	$N_q = 12,742$	$N_y = 8,848$	$N_c = (N_y - 1) \cot \phi$ $N_q = \gamma_1 \left(45 + \frac{\phi}{2} \right) e^{i \cot \phi}$ $N_y = 2(N_q + 1) \tan \phi$	$S_c = 1,545$	$S_q = 1,502$	$S_y = 0,600$	$S_c = 1 + \frac{B}{L} \frac{N_q}{N_c}$ $S_q = 1 + \frac{B}{L} \frac{N_q}{\gamma_1 D_f}$ $S_y = 1 + 0,4 \frac{B}{L}$
D.- FACTORES DE INCLINACION				E.- COEFICIENTES DE PRESION LATERAL			
$i_c = 1,000$	$i_q = 1,000$	$i_y = 1,000$	$i_c = i_y = \left(1 - \frac{\beta}{90} \right)^2$ $i_q = \left(1 + \frac{\beta}{\phi} \right)^2$	$K_a = 0,380$	$K_p = 2,629$	$K_o = 0,551$	
NOTA: Coeficientes de empuje encontrados según Rankine.							
F.- CAPACIDAD ADMISIBLE							
COTA RELATIVA	DESPLANTE Df (m)	ANCHO B (m)	FACTORES POR N.F.		Cimentación Zapata Cuadrada		Detalle
			W	W*	q_a (kg/cm ²)	q_{adm} (kg/cm ²)	
-3,00	3,00	1,0	0,77	0,50	8,20	2,73	Zapata Cuadrada
-3,00	3,00	1,5	0,77	0,50	8,32	2,77	
-3,00	3,00	2,0	0,77	0,50	8,44	2,81	
-5,00	5,00	1,0	0,66	0,50	11,61	3,87	
-5,00	5,00	1,5	0,66	0,50	11,73	3,91	
-5,00	5,00	2,0	0,66	0,50	11,85	3,95	
-7,00	7,00	1,0	0,61	0,50	14,95	4,98	
-7,00	7,00	1,5	0,61	0,50	15,07	5,02	
-7,00	7,00	2,0	0,61	0,50	15,19	5,06	
-9,00	9,00	1,0	0,59	0,50	18,54	6,18	
-9,00	9,00	1,5	0,59	0,50	18,66	6,22	
-9,00	9,00	2,0	0,59	0,50	18,77	6,26	
-11,00	11,00	1,0	0,57	0,50	21,84	7,28	
-11,00	11,00	1,5	0,57	0,50	21,96	7,32	
-11,00	11,00	2,0	0,57	0,50	22,08	7,36	

Ing. Joel R. Canazo Escorial
 CIP: 177166
 ESPECIALISTA EN GEOTECNIA

Calicata 2

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS
(ASTM D422, NTP 339.128, MTC E 107)

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO

PROYECTO / OBRA : "ESTUDIO GEOTECNICO PARA EL DISEÑO DE CIMENTACIONES DEL PUENTE CARROZABLE SOBRE EL RIO ACARI, DEL DISTRITO DE ACARI - AREQUIPA 2022"

SOLICITA : Bach. Joel Ricardo Canaza Esquivel
UBICACIÓN : Distrito de Acari - Provincia de Caraveli - Arequipa
SECTOR : Acari Tradicional
MUESTRA : Calicata 02- Estrato 01

PROFUNDIDAD : 0.40 - 1.00 m.
REVISADO : R.Z.C.H.
TECNICO : Joel R. Canaza Esquivel
FECHA ANALISIS : Marzo 2022

Peso Inicial Secca : 2108

Peso de fracción < N°4 : 312.18

TAMIZ	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (g)
3"	76.2	9.0
2"	50.8	829.9
1 1/2"	38.1	218.6
1"	25.4	131.7
3/4"	19	84.5
3/8"	9.5	189.9
N° 4	4.75	70.9

TAMIZ	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (g)
N° 10	2.000	23.9
N° 20	0.840	46.1
N° 40	0.425	89.6
N° 60	0.250	77.35
N° 100	0.150	54.3
N° 200	0.075	29.9
< N° 200	—	9.53

N° DE MALLAS	ABERTURA DE MALLAS (mm)	% RETEN. PARCIAL	% RETEN. ACUMUL.	% QUE PASA
3"	76.200	0.00	0.00	100.00
2"	50.800	19.97	19.97	80.03
1 1/2"	38.100	10.37	30.34	69.66
1"	25.400	6.25	36.58	63.42
3/4"	19.000	4.01	40.60	59.40
3/8"	9.500	8.58	49.18	50.82
N° 4	4.750	3.36	52.54	47.46
N° 10	2.000	3.59	56.13	43.87
N° 20	0.840	6.10	62.23	37.77
N° 40	0.425	12.22	74.45	25.55
N° 60	0.250	11.76	86.21	13.79
N° 100	0.150	8.25	94.46	5.54
N° 200	0.075	4.09	98.55	1.45
<N° 200		1.45	100.00	0.00

GENERALIDADES

Clasificación Visual : GP, gravas subredondeadas a redondeadas con arena de color gris claro a oscuro con nivel fríasco

Manual

Notas sobre la muestra :

Nivel freático : 1.00

Tamizado compuesto : SI

Tamiz separador : N° 4

Método de tamizado : Manual

RESULTADOS DE ENSAYOS

Humedad Natural : 20.15 %

Límite Líquido : NP

Límite Plástico : NP

Índice Plástico : NP

COMPOSICIÓN FÍSICA DEL SUELO EN FUNCIÓN AL TAMAÑO DE PARTICULAS

Grava (N°4 < q < 3") : 52.54

Arena (N°200 < q < N°4) : 46.01

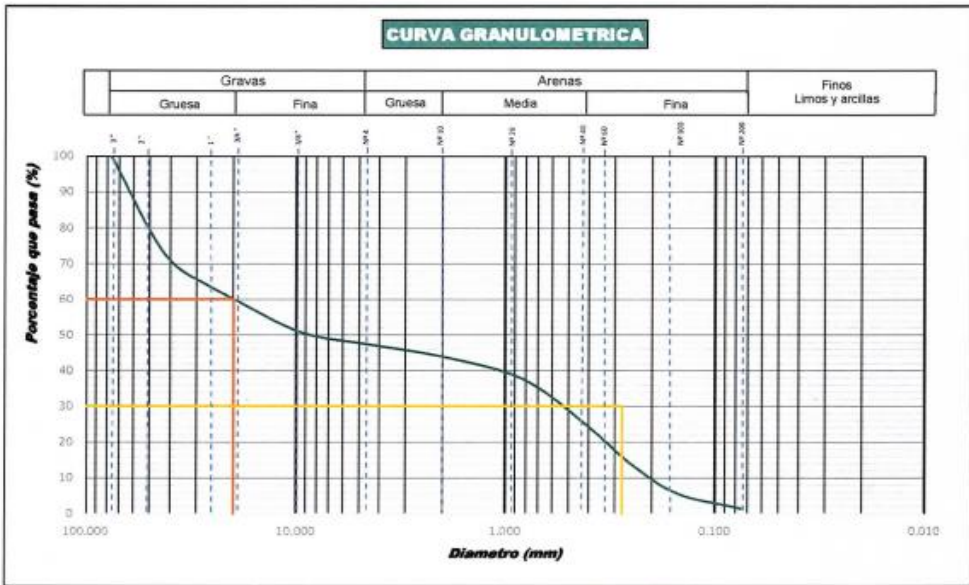
Finos (q < N°200) : 1.45

CLASIFICACIÓN

AASHTO : A-1-a

SUCS : GP

NOMBRE DEL GRUPO : Grava pobremente gradada con arena



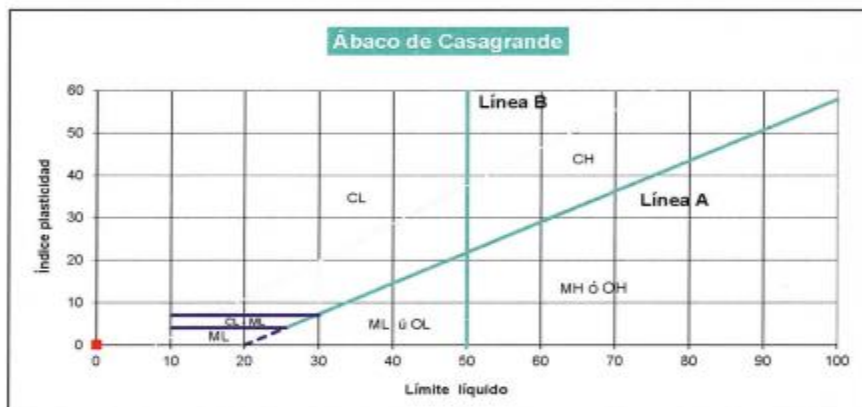
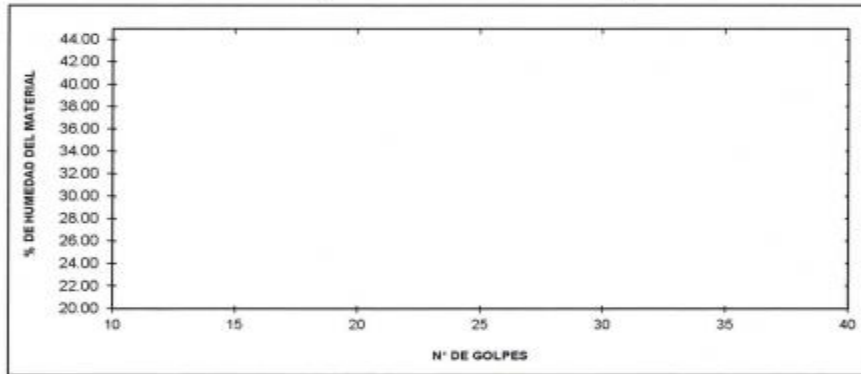
Ing. Joel Ricardo Canaza Esquivel
 CIP- 177105



LABORATORIO MECANICA DE SUELOS			
(ASTM D-4318, NTP 339.129, MTC E 110/111)			
LIMITE DE CONSISTENCIA			
PROYECTO / OBRA :	"ESTUDIO GEOTÉCNICO PARA EL DISEÑO DE CIMENTACIONES DEL PUENTE CARROZABLE SOBRE EL RIO ACARI, DEL DISTRITO DE ACARI - AREQUIPA 2022"		
UBICACIÓN :	Distrito de Acari - Provincia de Caraveli - Arequipa		
SECTOR :	Acari Tradicional	REVISADO :	R. Z. C. CH
MUESTRA :	Calicata 02- Estrato 01	TECNICO :	Joel R. Canaza Esquivel
		FECHA ANALISIS :	Marzo 2022

	LIMITE LIQUIDO	LIMITE PLASTICO
N° DE CAPSULA		
MASA TARA + SUELO HUMEDO (A)		
MASA TARA + SUELO SECO (B)		
MASA DE LA TARA (C)		
MASA DEL AGUA (A-B)	NP	NP
MASA SUELO SECO (B-C)		
HUMEDAD $[W=(A-B)/(B-C)*100]$		
N° DE GOLPES		

LIMITE LIQUIDO	LIMITE PLASTICO	INDICE PLASTICO
NP	NP	NP




 Ing. Pamela Zenon Cordero Casaca
 CIP- 177165
 ESPECIALISTA EN GEOTECNIA



LABORATORIO MECANICA DE SUELOS			
(ASTM D 2216, NTP 339.127, MTC E 109)			
HUMEDAD NATURAL			
PROYECTO / OBRA	"ESTUDIO GEOTÉCNICO PARA EL DISEÑO DE CIMENTACIONES DEL PUENTE CARROZABLE SOBRE EL RIO ACARI, DEL DISTRITO DE ACARI - AREQUIPA 2022"		
UBICACIÓN	Distrito de Acari - Provincia de Caraveli - Arequipa		
SECTOR	Acari Tradicional	REVISADO	: R.Z.C.CH
MUESTRA	Calicata 02- Estrato 01	TECNICO	: Joel R. Canaza Esquivel
		FECHA ANALISIS	: Marzo 2022

CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL			
Metodo de ensayo		X Metodo "A"	
		Metodo "B"	
1	Recipiente Nº	H-24	
2	Masa Suelo húmedo + masa recipiente (g)	493.7	
3	Masa Suelo seco + masa recipiente (g)	422.6	
4	Masa de agua (g) (1 - 2)	71.1	
5	Masa del recipiente (g)	70.2	
6	Suelo seco (g) (2 - 4)	352.4	
7	% de Humedad	20.2	

OBSERVACIONES:



José Antonio Zavala Cordero
CIP: 177165
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS
(ASTM D422, NTP 200.128, MTC E.107)

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO

PROYECTO / OBRA : "ESTUDIO GEOTÉCNICO PARA EL DISEÑO DE CIMENTACIONES DEL PUENTE CARROZABLE SOBRE EL RIO ACARI, DEL DISTRITO DE ACARI - AREQUIPA 2022"

SOLICITA : Sr. Joel Ricardo Canaza Esquivel

UBICACIÓN : Distrito de Acari - Provincia de Caravel - Arequipa

SECTOR : Acari Tradicional

MUESTRA : Calicata 03- Estrato 02

PROFUNDIDAD : 1.80 - 4.10 m.

REVISADO : R.Z.C.CH

TECNICO : Joel R. Canaza Esquivel

FECHA ANALISIS : Marzo 2022

Peso Inicial Seco : 2518

Peso de fracción < N°4 : 312.19

TAMIZ	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (g)
3"	76.2	0.0
2"	50.8	479.8
1 1/2"	38.1	347.8
1"	25.4	141.3
3/4"	19	93.2
3/8"	9.5	196.1
N°4	4.75	91.2

TAMIZ	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (g)
N°10	2.000	22.66
N°20	0.840	46.89
N°40	0.425	85.68
N°60	0.250	78.31
N°100	0.150	55.8
N°200	0.075	24.09
< N°200	—	4.75

N° DE MALLAS	ABERTURA DE MALLAS (mm)	% RETEN. PARCIAL	% RETEN. ACUMUL.	% QUE PASA
3"	76.200	0.00	0.00	100.00
2"	50.800	20.60	20.60	79.40
1 1/2"	38.100	10.71	31.31	68.69
1"	25.400	6.10	37.41	62.59
3/4"	19.000	4.03	41.44	58.56
3/8"	9.500	8.56	50.00	50.00
N° 4	4.750	3.96	53.96	46.04
N° 10	2.000	3.34	57.30	42.70
N° 20	0.840	6.03	63.33	36.67
N° 40	0.425	12.64	75.97	24.03
N° 60	0.250	11.55	87.52	12.48
N° 100	0.150	8.23	95.75	4.25
N° 200	0.075	3.55	99.30	0.70
<N° 200		0.70	100.00	0.00

GENERALIDADES

Clasificación Visual Manual : GP: grava subredondeada a redondeada con arena de color gris claro o oscuro con nivel medio

Notas sobre la muestra :

Nivel fríasico : 1.00

Tamizado compuesto : SI

Tamiz separador : N° 4

Metodo de tamizado : Manual

RESULTADOS DE ENSAYOS

Humedad Natural : 21.96 %

Límite Líquido : 0.00

Límite Plástico : 0.00

Índice Plástico : 0.00

COMPOSICIÓN FÍSICA DEL SUELO EN FUNCIÓN AL TAMAÑO DE PARTICULAS

Grava (N°4 < q < 3") : 53.96

Arena (N°200 < q < N°4) : 45.34

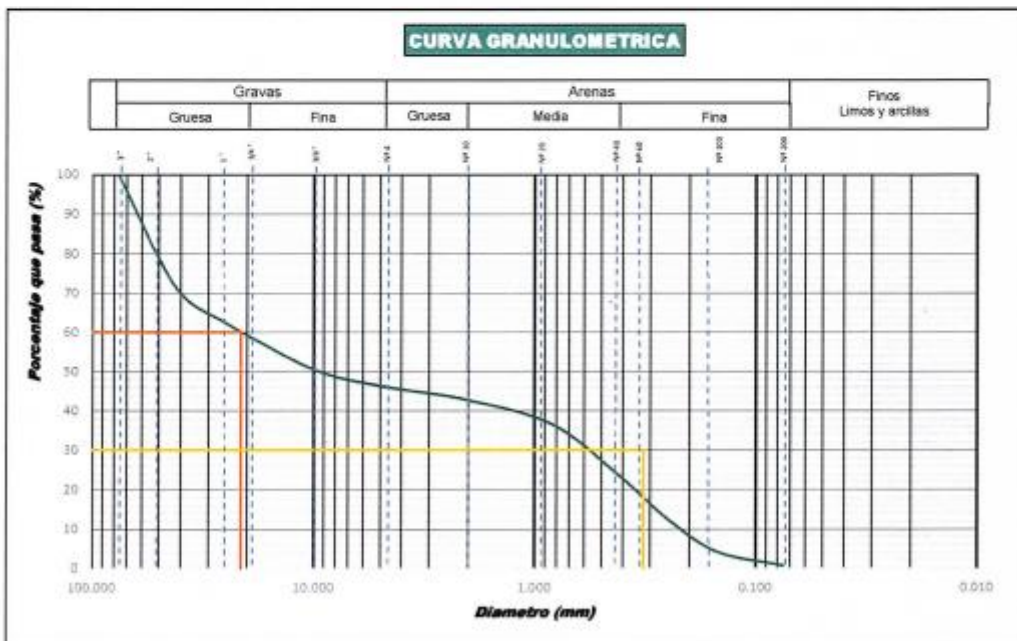
Finos (q < N°200) : 0.70

CLASIFICACION

AASHTO : A-1-a

SUCS : GP

NOMBRE DEL GRUPO : Grava pobremente graduada con arena



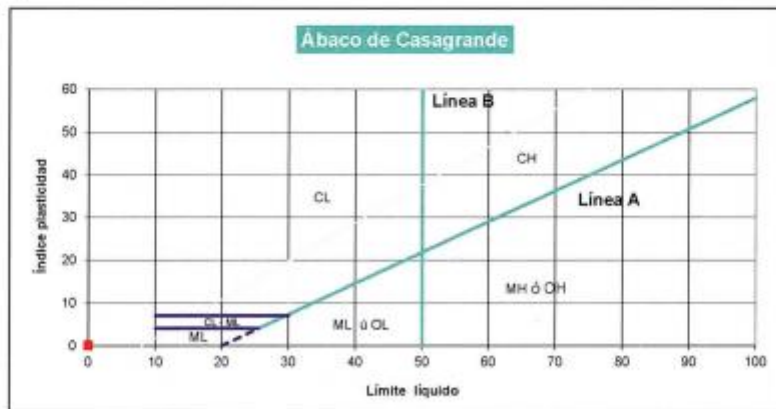
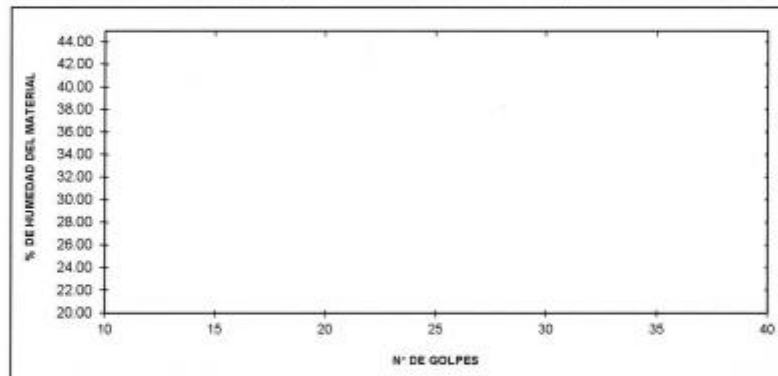
Laboratorio Centro Científico Chacabuco
 Cas- 177166
 ESPECIALISTA EN GEOTECNIA



LABORATORIO MECANICA DE SUELOS			
(ASTM D-4318, NTP 338.129, MTC E 110/111)			
LIMITE DE CONSISTENCIA			
PROYECTO / OBRA	ESTUDIO GEOTÉCNICO PARA EL DISEÑO DE CIMENTACIONES DEL PUENTE CARROZABLE SOBRE EL RIO ACARI DEL DISTRITO DE ACARI - AREQUIPA 2022		
UBICACIÓN	Distrito de Acari - Provincia de Caraveli - Arequipa		
SECTOR	Acari Tradicional	REVISADO	R. Z. C. CH
MUESTRA	Calicata 02- Estrato 02	TECNICO	Joel R. Canaza Esquivel
		FECHA ANALISIS	Marzo 2022

	LIMITE LIQUIDO	LIMITE PLASTICO
N° DE CAPSULA		
MASA TARA + SUELO HUMEDO (A)		
MASA TARA + SUELO SECO (B)		
MASA DE LA TARA (C)		
MASA DEL AGUA (A-B)		
MASA SUELO SECO (B-C)		
HUMEDAD $[W=(A-B)/(B-C)*100]$		
N° DE GOLPES		

LIMITE LIQUIDO	LIMITE PLASTICO	INDICE PLASTICO
NP	NP	NP




 Ing. **Joel R. Canaza Esquivel**
 CIP: 177185
 ESPECIALISTA EN GEOTECNIA



LABORATORIO MECANICA DE SUELOS			
(ASTM D 2216, NTP 338.127, MITC E 106)			
HUMEDAD NATURAL			
PROYECTO / OBRA	: "ESTUDIO GEOTÉCNICO PARA EL DISEÑO DE CIMENTACIONES DEL PUENTE CARROZABLE SOBRE EL RÍO ACARI DEL DISTRITO DE ACARI - AREQUIPA 2022"		
UBICACIÓN	: Distrito de Acari - Provincia de Caraveli - Arequipa		
SECTOR	: Acari Tradicional		
MUESTRA	: Calicata 02- Estrato 02		
	REVISADO	: R. Z. C. CH	
	TECNICO	: Joel R. Canaza Esquivel	
	FECHA ANALISIS	: Marzo 2022	

CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL			
Metodo de ensayo	X		Metodo "A"
	-----		Metodo "B"
1	Recipiente N°	H-24	
2	Masa Suelo húmedo + masa recipiente (g)	482.8	
3	Masa Suelo seco + masa recipiente (g)	408.8	
4	Masa de agua (g) (1 - 2)	74.0	
5	Masa del recipiente (g)	70.1	
6	Suelo seco (g) (2 - 4)	338.5	
7	% de Humedad	21.9	

OBSERVACIONES:



Joel R. Canaza Esquivel
CIB-477166
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA



PESO ESPECIFICO (ASTM C-127, AASHTO T-85)						
PROYECTO:	ESTUDIO GEOTÉCNICO PARA EL DISEÑO DE CIMENTACIONES DEL PUENTE CARROZABLE SOBRE EL RIO ACARI, DEL DISTRITO DE ACARI - AREQUIPA 2022					
MUESTRA:	PILAR			FECHA:	Mar-22	
CALICATA:	2					
1.- MUESTRA			2.- PERSONAL			
UBICACIÓN:	ACARI-CARAVELI-AREQUIPA			REVISADOR POR:	R.C.H.C.	
MATERIAL:	RIO ACARI			TEC. LAB.:	J.R.C.E.	
3.- MATERIAL FINO						
ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UND	[M1]	[M2]	[M3]	RESULTADO
1	Peso SSS* del suelo	g	500.40	500.00		R O M E D I D O
2	Peso: Frasco con agua al enrase	g	755.38	778.60		
3	Peso: Frasco con suelo SSS* y con agua al enrase	g	993.60	981.55		
4	Peso seco del suelo (en estufa a 105°C ± 5°C)	g	494.90	494.50		
5	Peso Especifico Aparente,	(4)/(2+1-3)	g/cm3	1.888	1.665	1.776
6	Peso Especifico Nominal,	(4)/(2+4-3)	g/cm3	1.928	1.696	1.812
4.- MATERIAL GRUESO						
ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UND	[M1]	[M2]	[M3]	RESULTADO
8	Peso SSS* del suelo	g	2,996.7	2,919.2		R O M E D I D O
9	Peso sumergido del suelo SSS*	g	1,295.6	1,305.3		
10	Peso seco del suelo (en estufa a 105°C ± 5°C)	g	2,960.6	2,884.5		
11	Peso Especifico Aparente,	(10)/(8-9)	g/cm3	1.740	1.787	1.764
12	Peso Especifico Nominal,	(10)/(10-9)	g/cm3	1.778	1.827	1.802
(*) SSS: Saturado Superficialmente Seco / Saturado con Superficie Seca						
5.- EQUIPOS DE MEDICIÓN						
EQ.	BALANZA	BALANZA	HORNO	CANASTILLA	FIOLA	
ID	BADI79	BADI85	HOR06	-	FIO 24	
6.- COMENTARIOS Y/U OBSERVACIONES						


Ing. César Roberto Chacalla
CIP N° 17735

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS			
ENSAYO DE CORTE DIRECTO			
PROYECTO	:	"ESTUDIO GEOTÉCNICO PARA EL DISEÑO DE CIMENTACIONES DEL PUENTE CARROZABLE SOBRE EL RIO ACARI, DEL DISTRITO DE ACARI - AREQUIPA 2022"	
UBICACIÓN	:	Distrito de Acari - Provincia de Caraveli - Arequipa	
MUESTRA	:	Calicata 02- Estrato 02	Estado de la muestra : Remoldeado
SECTOR	:	Acari Tradicional	Veloc. de Ensayo (mm/min) : 0.5
CLASIFICACION (SUCS)	:	GP	Fecha : Marzo 2022

DATOS	(Kg/cm ²)	ESPECIMEN 01		ESPECIMEN 02		ESPECIMEN 03	
		0.50		1.00		2.00	
Esfuerzo Normal							
Esapa		Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final
Altura de la muestra (h)	(cm)	2.00	1.99	2.00	1.98	2.00	1.97
Lado	(cm)	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00
Area	(cm ²)	36.00	36.00	36.00	36.00	36.00	36.00
Densidad Humeda (Dw)	(g/cm ³)	1.75	1.98	1.75	1.97	1.75	1.98
Humedad (w)	(%)	6.00	11.50	6.50	10.70	6.50	9.60

Area corregida (Ac)	ESPECIMEN 01				ESPECIMEN 02				ESPECIMEN 03			
	Tangencial (mm)	Dial de Carga	Fuerza Cortante (Kg)	Esfuerzo de Corte (Kg/cm ²)	Deformac. Tangencial (mm)	Dial de Carga	Fuerza Cortante (Kg)	Esfuerzo de Corte (Kg/cm ²)	Deformac. Tangencial (mm)	Dial de Carga	Fuerza Cortante (Kg)	Esfuerzo de Corte (Kg/cm ²)
36.0	0.00	0.00	0.000	0.000	0.00	0.00	0.000	0.000	0.00	0.00	0.000	0.000
36.0	0.03	0.12	0.120	0.003	0.50	0.86	0.960	0.027	0.50	14.96	14.960	0.416
36.0	0.05	1.09	1.090	0.030	0.15	1.76	1.760	0.049	0.10	16.56	16.560	0.460
35.9	0.10	1.30	1.300	0.036	0.40	2.80	2.800	0.078	0.20	21.70	21.700	0.604
35.7	0.50	3.54	3.540	0.099	0.60	7.65	7.650	0.214	0.40	23.94	23.940	0.671
35.5	0.90	7.47	7.470	0.211	0.80	11.56	11.560	0.326	0.60	25.88	25.880	0.730
35.2	1.40	4.39	4.390	0.125	1.00	14.31	14.310	0.407	0.80	28.41	28.410	0.808
34.9	1.80	5.06	5.060	0.146	1.50	17.95	17.950	0.514	1.10	30.90	30.900	0.885
34.5	2.50	5.78	5.780	0.167	2.00	18.72	18.720	0.543	1.40	33.03	33.030	0.975
34.0	3.40	7.41	7.410	0.216	2.50	19.08	19.080	0.562	1.70	34.88	34.880	1.027
33.6	4.00	7.61	7.610	0.226	3.00	19.73	19.730	0.587	2.00	34.80	34.800	1.036
33.2	4.80	8.90	8.900	0.268	3.50	20.00	20.000	0.602	2.40	35.21	35.210	1.059
32.9	5.20	9.43	9.430	0.287	4.00	19.14	19.140	0.562	2.70	35.33	35.330	1.075
32.6	5.60	9.00	9.000	0.276	4.50	19.25	19.250	0.590	3.10	35.49	35.490	1.067
32.3	6.10	9.21	9.210	0.285	5.00	19.34	19.340	0.598	3.50	35.74	35.740	1.105
31.8	7.00	8.58	8.580	0.269	6.00	19.37	19.370	0.609	4.00	35.17	35.170	1.106
31.3	7.80	8.91	8.910	0.264	7.00	19.40	19.400	0.619	4.50	35.30	35.300	1.127
31.0	8.40	8.52	8.520	0.275	8.00	18.71	18.710	0.604	5.10	34.86	34.860	1.126
30.5	9.10	7.99	7.990	0.262	9.00	18.39	18.390	0.602	5.60	34.10	34.100	1.117
29.8	10.30	7.58	7.580	0.254	10.00	17.86	17.860	0.599	6.20	33.64	33.640	1.128
29.0	11.60	7.43	7.430	0.256	11.00	17.83	17.830	0.614	6.70	33.18	33.180	1.143
27.3	14.50	7.03	7.027	0.257	12.00	17.30	17.300	0.634	11.20	32.61	32.610	1.195



 Ing. Wilson Zorón Córdova Chacaltal
 C.I.P. 177165
 ESPECIALISTA EN GEOTECNIA



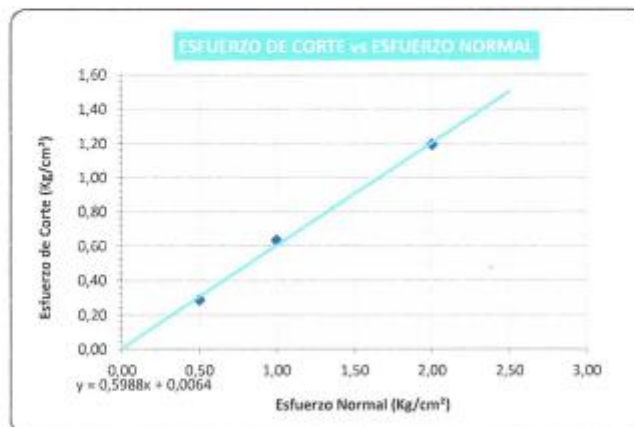
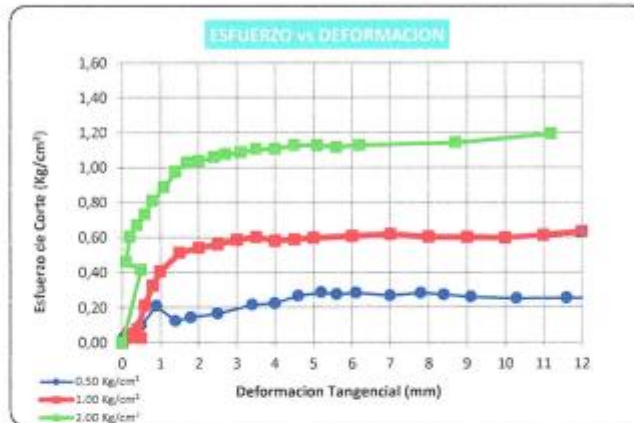
LABORATORIO MECANICA DE SUELOS			
(ASTM D 3080 NRP 308-17)			
ENSAYO DE CORTE DIRECTO			
PROYECTO	:	ESTUDIO GEOTÉCNICO PARA EL DISEÑO DE CIMENTACIONES DEL PUENTE CARROZABLE SOBRE EL RIO ACARI, DEL DISTRITO DE ACARI - AREQUIPA 2022	
UBICACIÓN	:	Distrito de Acari - Provincia de Caraveli - Arequipa	
MUESTRA	:	Calicata 02- Estrato 02	Estado de la muestra : Remoldeado
SECTOR	:	Acari Tradicional	Veloc. de Ensayo (mm/min) : 0,5
CLASIFICACION (SUCS)	:	GP	Fecha : Marzo,2022

Especimen N°		N° 01	N° 02	N° 03
Lado de la caja	(cm)	6,00	6,00	6,00
Altura inicial de muestra	(cm)	2,00	2,00	2,00
Densidad húmeda inicial	(gr/cm ³)	1,750	1,750	1,750
Densidad seca inicial	(gr/cm ³)	1,598	1,598	1,598
Contenido de humedad inicial	(%)	9,50	9,50	9,50
Altura de la muestra antes de aplicar el esfuerzo de corte	cm	1,990	1,980	1,970
Altura final de muestra	cm	1,990	1,980	1,970
Densidad húmeda final	(gr/cm ³)	1,950	1,970	1,980
Densidad seca final	(gr/cm ³)	1,749	1,780	1,803
Contenido de humedad final	(%)	11,50	10,70	9,80
Esfuerzo normal	(kg/cm ²)	0,50	1,00	2,00
Esfuerzo de corte máximo	(kg/cm ²)	0,287	0,634	1,195

Angulo de fricción interna : 36,50 °
Cohesión : 0,00


Especialista en Geotecnia

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS (ASTM D-3080, NTP 339.171)			
ENSAYO DE CORTE DIRECTO			
PROYECTO	: "ESTUDIO GEOTÉCNICO PARA EL DISEÑO DE CIMENTACIONES DEL PUENTE CARROZABLE SOBRE EL RÍO ACARI, DEL DISTRITO DE ACARI - AREQUIPA 2022"		
UBICACIÓN	: Distrito de Acari - Provincia de Caravelí - Arequipa		
MUESTRA	: Calicata 02- Estrato 02	Estado de la muestra	: Remoldeado
SECTOR	: Acari Tradicional	Veloc. de Ensayo (mm/min)	: 0,5
		Fecha	: Marzo 2022



Ángulo de fricción interna :	36,50 °
Cohesión :	0,00

Dr. Harold Zorini Cuadros Chacala

 CIP: 172488

 ESPECIALISTA EN GEOTECNIA

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS						
CAPACIDAD ADMISIBLE DEL SUELO - CIMENTACION SUPERFICIAL - ZAPATA CUADRADA						
PROYECTO / OBRA	"ESTUDIO GEOTÉCNICO PARA EL DISEÑO DE CIMENTACIONES DEL PUENTE CARROZABLE SOBRE EL RIO ACARI, DEL DISTRITO DE ACARI - AREQUIPA 2022"					
UBICACIÓN	Distrito de Acari - Provincia de Caraveli - Arequipa	REVISADO :	R.Z.C.H			
LUGAR/SECTOR	Acari Tradicional	TECNICO :	Joel R. Canaza Esquivel			
MUESTRA	Calicata 02- Estrato 02	FECHA :	Marzo 2022			
A - DATOS GENERALES						
Ángulo de Fricción Interna (ϕ)	36,5	grados				
Cohesión (c)	0,00	kg/cm ²				
Tipo de falla por corte	Local					
Ángulo de Fricción Interna corregido (ϕ_c)	26,3	grados				
Cohesión corregida (c_c)	0,00	kg/cm ²				
Peso Unitario de Sobre Carga (γ_1)	1,81	gr/cm ³				
Peso Unitario del Suelo de Cimentación (γ_2)	1,81	gr/cm ³				
Relación Ancho / Largo (B/L)	1,00					
Ancho (diámetro) Inicial de la Cimentación	1,00	m				
Incremento de base (Δb)	0,50	m				
Cota de Terreno bajo piso terminado	0,00	m				
Profundidad de Desplante (Df)	5,00	m				
Incremento de profundidad (ΔDf)	2,50	m				
Posición del Nivel Freático (N.F.)	1,00	m				
Inclinación de la carga	0,00	grados				
Factor de Seguridad (F.S. assume 3.0)	3,00					
Clasificación SUCS del suelo de cimentación	GP					
Cimentación	Zapata Cuadrada					
B - FACTORES DE CAPACIDAD DE CARGA		C - FACTORES DE FORMA				
$N_c = 22,674$	$N_c = (N_q - 1) \cot \phi$	$S_c = 1,537$	$S_c = 1 + \frac{B N_q}{L N_c}$			
$N_q = 12,185$	$N_q = \frac{1}{2} \left(45 + \frac{\phi}{2} \right) e^{1,3 \phi}$	$S_q = 1,493$	$S_q = 1 + 0,4 \frac{B}{L}$			
$N_y = 8,276$	$N_y = 2(N_q - 1) \cot \phi$	$S_y = 0,600$	$S_y = 1 + \frac{B}{L} \cot \phi$			
D - FACTORES DE INCLINACION		E - COEFICIENTES DE PRESION LATERAL				
$i_c = 1,000$	$i_c = i_s \left(1 - \frac{\beta}{90} \right)^2$	$K_a = 0,387$				
$i_q = 1,000$		$K_p = 2,587$				
$i_y = 1,000$	$i_y = \left(1 - \frac{\beta}{\phi} \right)^2$	$K_o = 0,558$				
NOTA: Coeficientes de empuje encontrados según Rankine						
F - CAPACIDAD ADMISIBLE						
Cimentación Zapata Cuadrada						
COTA RELATIVA	DESPLANTE Df (m)	ANCHO B (m)	FACTORES POR N.F. W W'	q_a (kg/cm^2)	q_{adm} (kg/cm^2)	Detalle
-2,50	2,50	1,0	0,86 0,50	7,31	2,44	Zapata Cuadrada
-2,50	2,50	1,5	0,86 0,50	7,42	2,47	
-2,50	2,50	2,0	0,86 0,50	7,53	2,51	
-5,00	5,00	1,0	0,68 0,50	11,42	3,81	
-5,00	5,00	1,5	0,68 0,50	11,53	3,84	
-5,00	5,00	2,0	0,68 0,50	11,65	3,88	
-7,50	7,50	1,0	0,62 0,50	15,54	5,18	
-7,50	7,50	1,5	0,62 0,50	15,65	5,22	
-7,50	7,50	2,0	0,62 0,50	15,76	5,25	
-10,00	10,00	1,0	0,59 0,50	19,66	6,55	
-10,00	10,00	1,5	0,59 0,50	19,77	6,59	
-10,00	10,00	2,0	0,59 0,50	19,88	6,63	
-12,50	12,50	1,0	0,57 0,50	23,69	7,90	
-12,50	12,50	1,5	0,57 0,50	23,80	7,93	
-12,50	12,50	2,0	0,57 0,50	23,92	7,97	

Joel R. Canaza Esquivel

 CIP: 177165

 ESPECIALISTA EN GEOTECNIA

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS
(ASTM D422, NTP 399.128, MTC 8.197)

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO

PROYECTO / OBRA : ESTUDIO GEOTECNICO PARA EL DISEÑO DE CIMENTACIONES DEL PUENTE CARROZABLE SOBRE EL RIO ACARI DEL DISTRITO DE ACARI - AREQUIPA, 2022

SOLICITA : Bach. Joel Ricardo Canaza Esquivel
UBICACION : Distrito de Acari - Provincia de Canavés - Arequipa
SECTOR : Acari Tradicional
MUESTRA : Calicata 03- Estrato 01

PROFUNDIDAD : 0.50 - 1.60 m.
REVISADO : R.Z.C.CH
TECNICO : Joel R. Canaza Esquivel
FECHA ANALISIS : Marzo 2022

Peso Inicial Seco : 1841

Peso de fracción < N° 4 : 341.5

TAMIZ	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (g)
3"	76.2	0.0
2"	50.8	491.2
1 1/2"	38.1	288.3
1"	25.4	124.3
3/4"	19	88.5
3/8"	9.5	174.3
N° 4	4.75	341.5

TAMIZ	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (g)
N° 10	2.000	25.5
N° 20	0.840	42.35
N° 40	0.425	71.3
N° 60	0.250	71.3
N° 100	0.150	53.5
N° 200	0.075	21.3
<N° 200	—	341.55

GENERALIDADES

Clasificación Visual Manual : GP, grupo de sustratos débiles e incohesivos con límite de liquidación (LL) < 40% o < 25% para nivel fríasico

Notas sobre la muestra :
Nivel fríasico : 1.10
Tamizado compuesto : SI
Tamiz separador : N° 4
Metodo de tamizado : Manual

RESULTADOS DE ENSAYOS

Humedad Natural : 21.06 %
Límite Líquido : NP
Límite Plástico : NP
Índice Plástico : NP

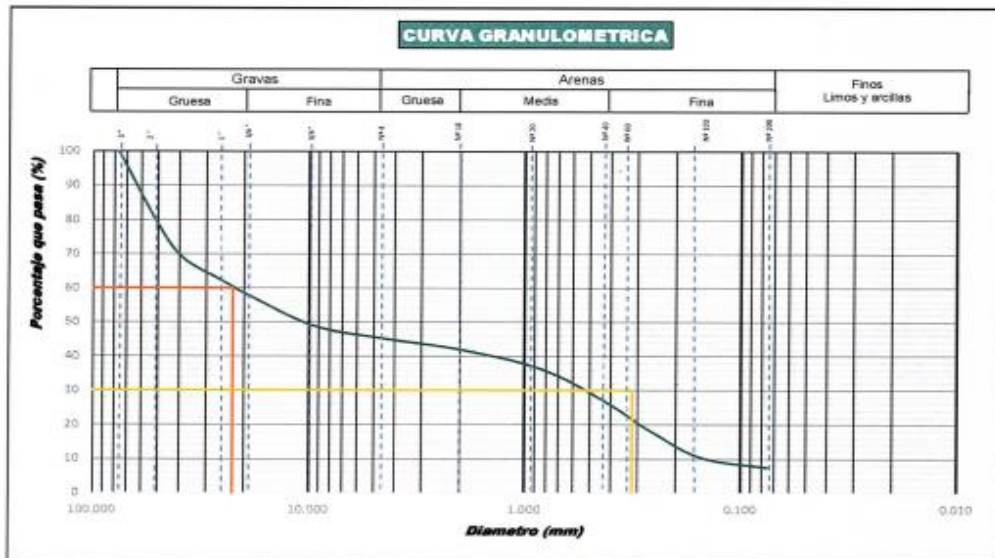
COMPOSICIÓN FÍSICA DEL SUELO EN FUNCIÓN AL TAMAÑO DE PARTICULAS

Grava (N°4 < q < 3") : 54.70
Arena (N°200 < q < N°4) : 37.85
Finos (q < N°200) : 7.42

CLASIFICACIÓN

AASHTO : A-1-a
SUCS : GP - GM
NOMBRE DEL GRUPO : Grava pobremente graduada con limo y arena

N° DE MALLAS	ABERTURA DE MALLAS (mm)	% RETEN. PARCIAL	% RETEN. ACUMUL.	% QUE PASA
3"	76.200	0.00	0.00	100.00
2"	50.800	20.67	20.67	79.33
1 1/2"	38.100	10.65	31.32	68.68
1"	25.400	6.41	37.74	62.26
3/4"	19.000	4.48	42.22	57.78
3/8"	9.500	8.98	51.20	48.80
N° 4	4.750	3.51	54.70	45.30
N° 10	2.000	3.40	58.10	41.90
N° 20	0.840	5.62	63.72	36.28
N° 40	0.425	9.45	73.20	26.80
N° 60	0.250	9.44	82.64	17.36
N° 100	0.150	7.11	89.75	10.25
N° 200	0.075	2.83	92.58	7.42
<N° 200		7.42	100.00	0.00



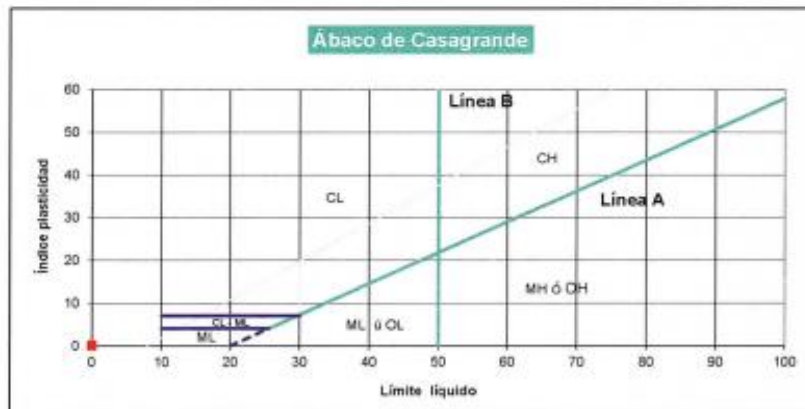
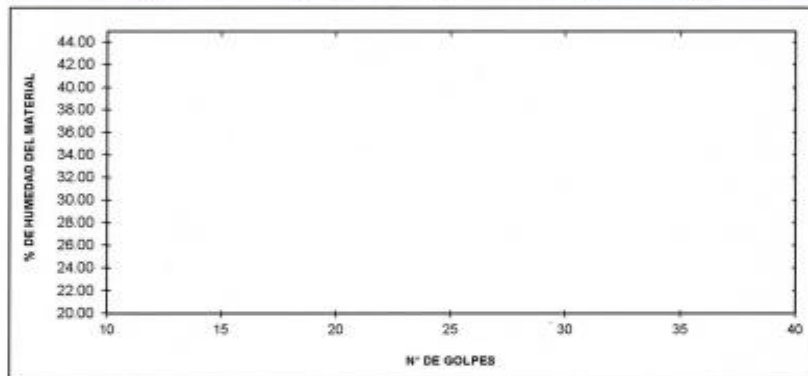
Ing. Joel R. Canaza Esquivel
 CIP- 177165
 ESPECIALISTA EN GEOTECNIA



LABORATORIO MECANICA DE SUELOS			
(ASTM-D-4318, NTP 329.129, MTC E 110/111)			
LIMITES DE CONSISTENCIA			
PROYECTO / OBRA :	ESTUDIO GEOTÉCNICO PARA EL DISEÑO DE CIMENTACIONES DEL PUENTE CARROZABLE SOBRE EL RIO ACARI, DEL DISTRITO DE ACARI - AREQUIPA 2022		
UBICACIÓN :	Distrito de Acari - Provincia de Caraveli - Arequipa		
SECTOR :	Acari Tradicional		
MUESTRA :	Calicata 03- Estrato 01		REVISADO : R.Z.C.CH
			TECNICO : Joel R. Canaza Esquivel
			FECHA ANALISIS : Marzo 2022

	LIMITE LIQUIDO	LIMITE PLASTICO
N° DE CAPSULA		
MASA TARA + SUELO HUMEDO (A)		
MASA TARA + SUELO SECO (B)		
MASA DE LA TARA (C)	NP	NP
MASA DEL AGUA (A-B)		
MASA SUELO SECO (B-C)		
HUMEDAD $(W=(A-B)/(B-C)*100)$		
N° DE GOLPES		

LIMITE LIQUIDO	LIMITE PLASTICO	INDICE PLASTICO
NP	NP	NP



Joel R. Canaza Esquivel
 CIP: 177165
 ESPECIALISTA EN GEOTECNIA



LABORATORIO MECANICA DE SUELOS			
(ASTM D 2216, NTP 339.127, MTC E 189)			
HUMEDAD NATURAL			
PROYECTO / OBRA	: "ESTUDIO GEOTÉCNICO PARA EL DISEÑO DE CIMENTACIONES DEL PUENTE CARROZABLE SOBRE EL RIO ACARI, DEL DISTRITO DE ACARI - AREQUIPA 2022"		
UBICACIÓN	: Distrito de Acari - Provincia de Caraveli - Arequipa		
SECTOR	: Acari Tradicional	REVISADO	: R.Z.C.CH
MUESTRA	: Calicata 03- Estrato 01	TECNICO	: Joel R. Canaza Esquivel
		FECHA ANALISIS	: Marzo 2022

CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL			
Metodo de ensayo	X	Metodo "A"	Metodo "B"
1	Recipiente N°	H-29	
2	Masa Suelo húmedo + masa recipiente (g)	512.3	
3	Masa Suelo seco + masa recipiente (g)	435.1	
4	Masa de agua (g) (1 - 2)	77.2	
5	Masa del recipiente (g)	88.5	
6	Suelo seco (g) (2 - 4)	366.6	
7	% de Humedad	21.1	

OBSERVACIONES:



 Ing. Pedro Zentín Quiroz Chacab
 CIP: 177165
 ESPECIALISTA EN GEOTECNIA



LABORATORIO MECANICA DE SUELOS	
(ASTM D422 NTP 399.128, MTC E 107)	
ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO	
PROYECTO / OBRA	: "ESTUDIO GEOTÉCNICO PARA EL DISEÑO DE CIMENTACIONES DEL PUENTE CARROZABLE SOBRE EL RIO ACARI DEL DISTRITO DE ACARI - AREQUIPA 2022"
SOLICITA	: Bash, Joel Ricardo Canaza Esquivel
UBICACION	: Distrito de Acari - Provincia de Caraveli - Arequipa
SECTOR	: Acari Tradicional
MUESTRA	: Calzona 03- Esprato 02
PROFUNDIDAD	: 1.60 - 4.10
REVISADO	: R.Z.C.CH
TECNICO	: Joel R. Canaza Esquivel
FECHA ANALISIS	: Marzo 2022

Peso Inicial Recio : 2413.5

Peso de Residuo < N°4 : 341.5

TAMIZ	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (g)
3"	76.2	0.8
2"	50.8	112.1
1 1/2"	38.1	241.2
1"	25.4	135.6
3/4"	19	90.1
3/8"	9.5	291.2
N°4	4.75	341.5

TAMIZ	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (g)
N° 10	2.000	25.5
N° 20	0.840	41.23
N° 40	0.425	82.1
N° 60	0.250	73.5
N° 100	0.150	34.6
N° 200	0.075	31.9
< N° 200	—	21.67

GENERALIDADES

Clasificación Visual Manual : GP, gran el sustrón de arena a redondeada con arena de color gris claro a oscuro con nivel medio

Notas sobre la muestra :
 Nivel freático : 1.10
 Tamizado compuesto : SI
 Tamiz separador : N° 4
 Metodo de tamizado : Manual

RESULTADOS DE ENSAYOS

Humedad Natural : 23.05 %
 Limite Liquido : 0.00
 Limite Plástico : 0.00
 Índice Plástico : 0.00

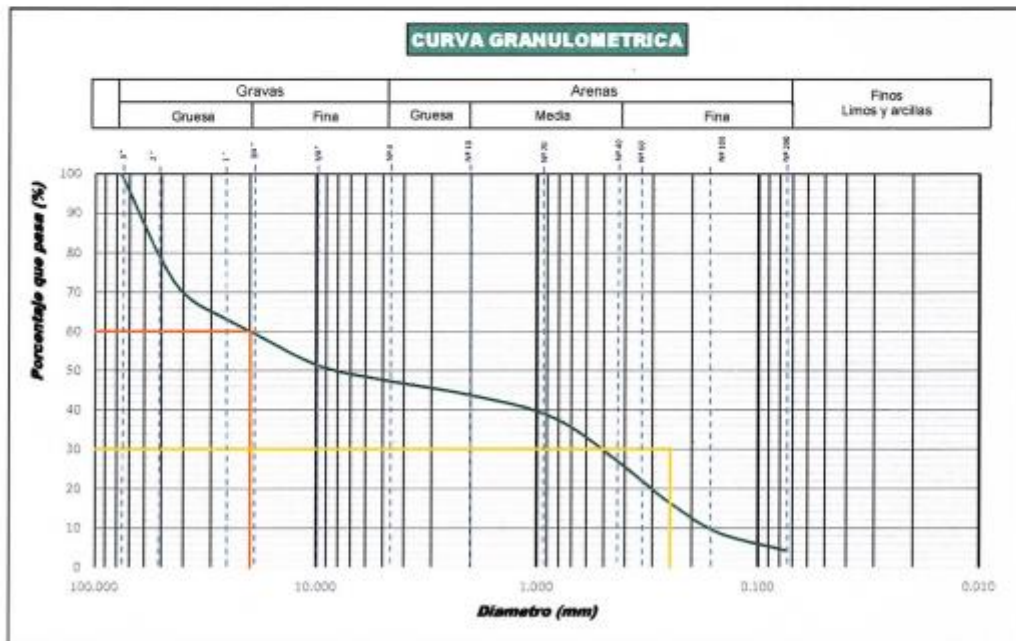
COMPOSICION FISICA DEL SUELO EN FUNCIÓN AL TAMAÑO DE PARTICULAS

Grava (N°4 < φ < 3") : 52.57
 Arena (N°200 < φ < N°4) : 43.03
 Finos (φ < N°200) : 4.40

CLASIFICACION

AASHTO : A-1-a
 SUCS : GP
 NOMBRE DEL GRUPO : Grava pobremente gradada con arena

N° DE MALLAS	ABERTURA DE MALLAS (mm)	% RETEN PARCIAL	% RETEN ACUMUL	% QUE PASA
3"	76.200	0.00	0.00	100.00
2"	50.800	21.22	21.22	78.78
1 1/2"	38.100	10.00	31.22	68.78
1"	25.400	5.62	36.83	63.17
3/4"	19.000	3.73	40.57	59.43
3/8"	9.500	8.34	48.91	51.09
N° 4	4.750	3.65	52.57	47.43
N° 10	2.000	3.65	56.25	43.75
N° 20	0.840	5.73	61.98	38.02
N° 40	0.425	11.40	73.38	26.62
N° 60	0.250	10.21	83.59	16.41
N° 100	0.150	7.58	91.17	8.83
N° 200	0.075	4.43	95.60	4.40
< N° 200		4.40	100.00	0.00

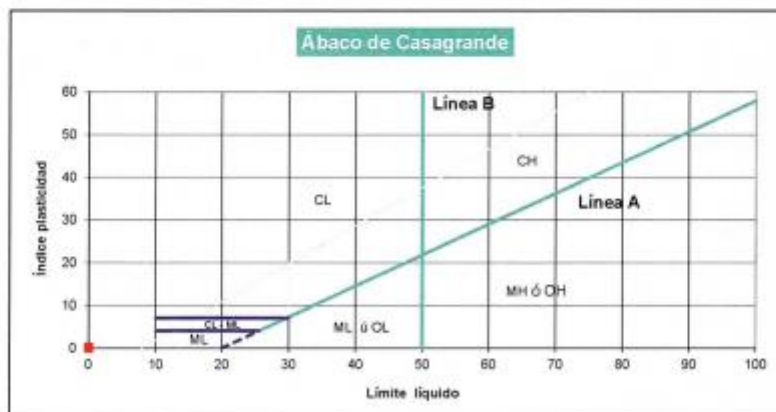
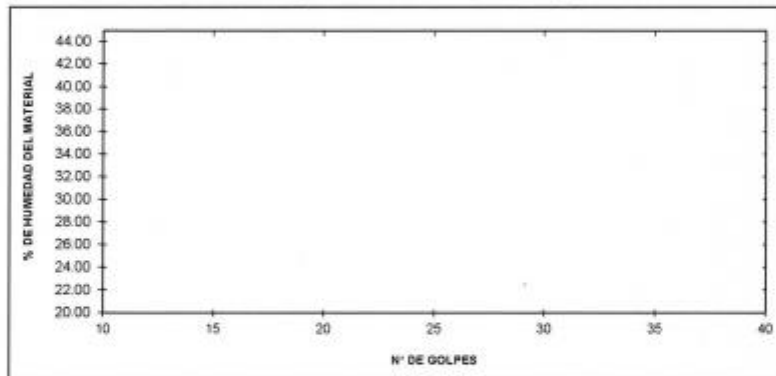


Ing. R. Canaza Esquivel

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS			
(ASTM D-4318, NTP 339.126, MTC E 150/111)			
LIMITES DE CONSISTENCIA			
PROYECTO / OBRA :	"ESTUDIO GEOTÉCNICO PARA EL DISEÑO DE CIMENTACIONES DEL PUENTE CARROZABLE SOBRE EL RIO ACARI, DEL DISTRITO DE ACARI - AREQUIPA 2022"		
UBICACIÓN :	Distrito de Acari - Provincia de Caraveli - Arequipa		
SECTOR :	Acari Tradicional	REVISADO :	R.Z.C.H
MUESTRA :	Calicata 03- Estrato 02	TECNICO :	Joel R. Canaza Esquivel
		FECHA ANALISIS :	Marzo 2022

	LIMITE LIQUIDO	LIMITE PLASTICO
N° DE CAPSULA		
MASA TARA + SUELO HUMEDO (A)		
MASA TARA + SUELO SECO (B)		
MASA DE LA TARA (C)		
MASA DEL AGUA (A-B)	NP	NP
MASA SUELO SECO (B-C)		
HUMEDAD $W = \frac{A-B}{B-C} \times 100$		
N° DE GOLPES		

LIMITE LIQUIDO	LIMITE PLASTICO	INDICE PLASTICO
NP	NP	NP



CIP- 177165
 ESPECIALISTA EN GEOTECNIA



LABORATORIO MECANICA DE SUELOS				
(ASTM D 2216, NTP 338.137, MTC E 186)				
HUMEDAD NATURAL				
PROYECTO / OBRA	: "ESTUDIO GEOTÉCNICO PARA EL DISEÑO DE CIMENTACIONES DEL PUENTE CARROZABLE SOBRE EL RIO ACARI, DEL DISTRITO DE ACARI - AREQUIPA 2022"			
UBICACIÓN	: Distrito de Acari - Provincia de Caraveli - Arequipa			
SECTOR	: Acari Tradicional	REVISADO	: R.Z.C.CH	
MUESTRA	: Calicata 03- Estrato 02	TECNICO	: Joel R. Canaza Esquivel	
		FECHA ANALISIS	: Marzo 2022	
CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL				
Metodo de ensayo		X	Metodo "A"	
		-----	Metodo "B"	
1	Recipiente N°	H-45		
2	Masa Suelo húmedo + masa recipiente (g)	812.3		
3	Masa Suelo seco + masa recipiente (g)	428.8		
4	Masa de agua (g) (1 - 2)	383.5		
5	Masa del recipiente (g)	70.8		
6	Suelo seco (g) (2 - 4)	358.0		
7	% de Humedad	23.0		
OBSERVACIONES:				



 Ing. Wilson Steven Córdova Chacala
 CIP-177165
 ESPECIALISTA EN GEOTECNIA



PESO ESPECIFICO (ASTM C-127, AASHTO T-85)						
PROYECTO:	ESTUDIO GEOTÉCNICO PARA EL DISEÑO DE CIMENTACIONES DEL PUENTE CARROZABLE SOBRE EL RIO ACARI, DEL DISTRITO DE ACARI - AREQUIPA 2022					
MUESTRA:	PILAR		FECHA:	Mar-22		
CALICATA:	3					
1.- MUESTRA			2.- PERSONAL			
UBICACIÓN:	ACARI-CARAVELI-AREQUIPA		REVISADOR POR:	R.C.H.C.		
MATERIAL:	RIO ACARI		TEC. LAB.:	J.R.C.E.		
3.- MATERIAL FINO						
ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UND	[M1]	[M2]	[M3]	RESULTADO
1	Peso SSS* del suelo	g	500.40	500.00		R O M E D I C I O N
2	Peso: Frasco con agua al enrase	g	762.38	759.60		
3	Peso: Frasco con suelo SSS* y con agua al enrase	g	993.60	981.55		
4	Peso seco del suelo (en estufa a 105°C ± 5°C)	g	494.90	494.50		
5	Peso Especifico Aparente,	(4)/(2+1-3)	g/cm3	1.839	1.778	1.809
6	Peso Especifico Nominal,	(4)/(2+4-3)	g/cm3	1.877	1.814	1.846
4.- MATERIAL GRUESO						
ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UND	[M1]	[M2]	[M3]	RESULTADO
8	Peso SSS* del suelo	g	2,996.7	2,919.2		R O M E D I C I O N
9	Peso sumergido del suelo SSS*	g	1,295.6	1,325.3		
10	Peso seco del suelo (en estufa a 105°C ± 5°C)	g	2,960.6	2,884.5		
11	Peso Especifico Aparente,	(10)/(8-9)	g/cm3	1.740	1.810	1.775
12	Peso Especifico Nominal,	(10)/(10-9)	g/cm3	1.778	1.850	1.814
(*) SSS: Saturado Superficialmente Seco / Saturado con Superficie Seca						
5.- EQUIPOS DE MEDICIÓN						
EQ.	BALANZA	BALANZA	HORNO	CANASTILLA	FIOLA	
ID	BADI79	BADI85	HOR06	-	FIO 24	
6.- COMENTARIOS Y/O OBSERVACIONES						

Ing. Rimska L. Zolumbo Checcalla
GEOLOGO
CIP. N° 177165

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS			
ENSAYO DE CORTE DIRECTO			
PROYECTO	:	"ESTUDIO GEOTÉCNICO PARA EL DISEÑO DE CIMENTACIONES DEL PUENTE CARROZABLE SOBRE EL RIO ACARI, DEL DISTRITO DE ACARI - AREQUIPA 2022"	
UBICACIÓN	:	Distrito de Acari - Provincia de Caraveli - Arequipa	
MUESTRA	:	Calicata 03- Estrato 02	Estado de la muestra : Remoldeado
SECTOR	:	Acari Tradicional	Veloc. de Ensayo (mm/min) : 0.5
CLASIFICACION (SUCS)	:	GP	Fecha : Marzo 2022

DATOS		ESPECIMEN 01		ESPECIMEN 02		ESPECIMEN 03	
Esfuerzo Normal	(Kg/cm ²)	0.50		1.00		2.00	
Etapa		Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final
Altura de la muestra (h)	(cm)	2.00	1.88	2.00	1.87	2.00	1.88
Lado	(cm)	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00
Area	(cm ²)	36.00	36.00	36.00	36.00	36.00	36.00
Densidad Humeda (Dw)	(g/cm ³)	1.88	1.85	1.80	1.98	1.80	1.98
Humedad (w)	(%)	11.25	14.30	11.20	13.50	11.20	12.40

Area corregida (A _c)	ESPECIMEN 01				ESPECIMEN 02				ESPECIMEN 03			
	Tangencial (mm)	Dial de Carga	Fuerza Cortante (Kg)	Esfuerzo de Corte (Kg/cm ²)	Deformac. Tangencial (mm)	Dial de Carga	Fuerza Cortante (Kg)	Esfuerzo de Corte (Kg/cm ²)	Deformac. Tangencial (mm)	Dial de Carga	Fuerza Cortante (Kg)	Esfuerzo de Corte (Kg/cm ²)
36.0	0.00	0.00	0.000	0.000	0.00	0.00	0.000	0.000	0.00	0.00	0.000	0.000
35.9	0.10	0.12	0.120	0.003	0.10	0.30	0.300	0.008	0.10	11.74	11.740	0.327
35.8	0.20	1.09	1.090	0.030	0.20	0.65	0.650	0.018	0.20	13.34	13.340	0.372
35.8	0.40	1.30	1.300	0.036	0.40	1.69	1.690	0.047	0.40	18.48	18.480	0.517
35.6	0.60	3.54	3.540	0.099	0.60	6.54	6.540	0.184	0.60	20.72	20.720	0.581
35.5	0.80	7.47	7.470	0.210	0.80	10.45	10.450	0.294	0.80	22.89	22.890	0.638
35.4	1.00	2.20	2.200	0.062	1.00	13.20	13.200	0.373	1.00	25.19	25.190	0.712
35.1	1.50	2.90	2.900	0.083	1.50	16.85	16.850	0.490	1.50	27.68	27.680	0.789
34.8	2.00	3.57	3.570	0.103	2.00	17.81	17.810	0.506	2.00	30.41	30.410	0.874
34.5	2.50	5.22	5.220	0.151	2.50	17.97	17.970	0.521	2.50	31.45	31.450	0.912
34.2	3.00	5.42	5.420	0.158	3.00	18.62	18.620	0.544	3.00	31.37	31.370	0.917
33.9	3.50	6.71	6.710	0.198	3.50	18.89	18.890	0.557	3.50	31.78	31.780	0.937
33.8	4.00	7.24	7.240	0.215	4.00	18.03	18.030	0.537	4.00	31.90	31.900	0.949
33.3	4.50	6.81	6.810	0.205	4.50	18.14	18.140	0.545	4.50	32.06	32.060	0.963
33.0	5.00	7.02	7.020	0.213	5.00	18.29	18.290	0.552	5.00	32.31	32.310	0.979
32.4	6.00	6.37	6.370	0.197	6.00	18.26	18.260	0.564	6.00	31.74	31.740	0.980
31.8	7.00	6.72	6.720	0.211	7.00	18.29	18.290	0.575	7.00	31.73	31.730	0.998
31.2	8.00	6.33	6.330	0.203	8.00	17.60	17.600	0.564	8.00	31.29	31.290	1.003
30.6	9.00	5.80	5.800	0.190	9.00	17.26	17.260	0.595	9.00	30.53	30.530	0.998
30.0	10.00	5.37	5.370	0.179	10.00	16.75	16.750	0.558	10.00	30.07	30.070	1.002
29.4	11.00	5.24	5.240	0.178	11.00	16.72	16.720	0.569	11.00	29.61	29.610	1.007
28.8	12.00	4.84	4.837	0.168	12.00	16.19	16.190	0.582	12.00	29.04	29.040	1.008

Ing. Jhon Carlos Chacaltana

 CIP- 177185

 ESPECIALISTA EN GEOTECNIA



LABORATORIO MECANICA DE SUELOS			
(ASTM D-2953, NTP 308.17.1)			
ENSAYO DE CORTE DIRECTO			
PROYECTO	: ESTUDIO GEOTÉCNICO PARA EL DISEÑO DE CIMENTACIONES DEL PUENTE CARROZABLE SOBRE EL RIO AGARI, DEL DISTRITO DE ACARI - AREQUIPA 2022		
UBICACIÓN	: Distrito de Acari - Provincia de Caraveli - Arequipa		
MUESTRA	: Calicata 03- Estrato 02	Estado de la muestra	: Remoldeado
SECTOR	: Acari Tradicional	Veloc. de Ensayo (mm/min)	: 0,5
CLASIFICACION (SUCS)	: GP	Fecha	: Marzo 2022

Especlimen N°		N° 01	N° 02	N° 03
Lado de la caja	(cm)	6,00	6,00	6,00
Altura inicial de muestra	(cm)	2,00	2,00	2,00
Densidad húmeda inicial	(gr/cm ³)	1,800	1,800	1,800
Densidad seca inicial	(gr/cm ³)	1,619	1,619	1,619
Contenido de humedad inicial	(%)	11,20	11,20	11,20
Altura de la muestra antes de aplicar el esfuerzo de corte	cm	1,980	1,970	1,950
Altura final de muestra	cm	1,980	1,970	1,950
Densidad húmeda final	(gr/cm ³)	1,950	1,960	1,980
Densidad seca final	(gr/cm ³)	1,706	1,727	1,762
Contenido de humedad final	(%)	14,30	13,50	12,40
Esfuerzo normal	(kg/cm ²)	0,50	1,00	2,00
Esfuerzo de corte máximo	(kg/cm ²)	0,215	0,575	1,008

Angulo de fricción interna : 36,60 °
Cohesión : 0,00

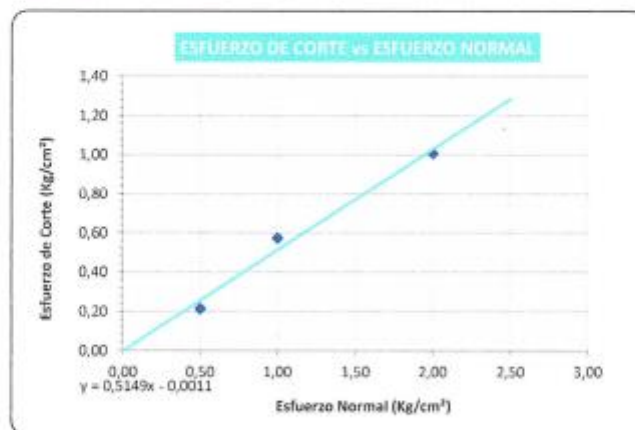
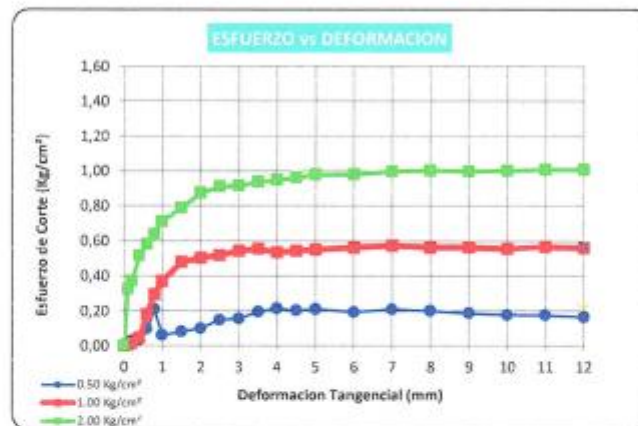

Ing. Homero Esteban Cortizo Chacalte
CIP: 177165
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS

(ASTM D 3085, NTP 338.171)

ENSAYO DE CORTE DIRECTO

PROYECTO	: "ESTUDIO GEOTÉCNICO PARA EL DISEÑO DE CIMENTACIONES DEL PUENTE CARROZABLE SOBRE EL RIO ACARI, DEL DISTRITO DE ACARI - AREQUIPA 2022"		
UBICACIÓN	: Distrito de Acari - Provincia de Caraveli - Arequipa		
MUESTRA	: Calicata 03- Estrato 02	Estado de la muestra	: Remoldeado
SECTOR	: Acari Tradicional	Veloc. de Ensayo (mm/min)	: 0,5
		Fecha	: Marzo 2022



Ángulo de fricción interna :	36.60 °
Cohesión :	0.00

Ing. Consuelo Cárdena Cascaño

 CIP 177185

 ESPECIALISTA EN GEOTECNIA

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS							
CAPACIDAD ADMISIBLE DEL SUELO - CIMENTACION SUPERFICIAL - ZAPATA CUADRADA							
PROYECTO / OBRA	"ESTUDIO GEOTÉCNICO PARA EL DISEÑO DE CIMENTACIONES DEL PUENTE CARROZABLE SOBRE EL RIO ACARI, DEL DISTRITO DE ACARI - AREQUIPA 2022"						
UBICACION	Distrito de Acari - Provincia de Caravelí - Arequipa	REVISADO	R. Z. C. GH				
LUGAR/SECTOR	Acari Tradicional	TECNICO	Joel R. Canaza Esquivel				
MUESTRA	Calicata 03- Estrato 02	FECHA	Marzo 2022				
A - DATOS GENERALES							
Angulo de Fricción Interna (ϕ)	36,6	grados					
Cohesión (c)	0,00	kg/cm ²					
Tipo de falla por corte	Local						
Angulo de Fricción Interna corregido (ϕ_c)	26,3	grados					
Cohesión corregida (c _c)	0,00	kg/cm ²					
Peso Unitario de Sobre Carga (γ_1)	1,83	gr/cm ³					
Peso Unitario del Suelo de Cimentación (γ_2)	1,83	gr/cm ³					
Relación Ancho / Largo (B/L)	1,00						
Ancho (diámetro) Inicial de la Cimentación	1,00	m					
Incremento de base (Δb)	0,50	m					
Cota de Terreno bajo piso terminado	0,00	m					
Profundidad de Desplante (Df)	5,00	m					
Incremento de profundidad (ΔDf)	2,50	m					
Posición del Nivel Freático (N.F.)	1,00	m					
Inclinación de la carga	0,00	grados					
Factor de Seguridad (F.S. assume 3.0)	3,00						
Clasificación SUCS del suelo de cimentación	GP						
Cimentación	Zapata Cuadrada						
B - FACTORES DE CAPACIDAD DE CARGA			C - FACTORES DE FORMA				
Nc = 22,811	$N_c = (N_c - 1) \cot \phi$		Sc = 1,539	$S_c = 1 + \frac{B}{L} \frac{N_c}{N_c}$	$S_c = 1 + 0,4 \frac{B}{L}$		
Nq = 12,294	$N_q = \log^2 (45 + \frac{q}{2}) e^{1,3 \phi}$		Sq = 1,495	$S_q = 1 + \frac{B}{L} \frac{N_q}{N_q}$	$S_q = 1 + 0,4 \frac{B}{L}$		
Ny = 8,388	$N_y = 2(N_c + 1) \tan \phi$		Sy = 0,600	$S_y = 1 + \frac{B}{L} \frac{N_y}{N_y}$	$S_y = 1 + 0,4 \frac{B}{L}$		
D - FACTORES DE INCLINACION			E - COEFICIENTES DE PRESION LATERAL				
$i_x = 1,000$	$i_x = (1 - \frac{\beta}{90})^2$		Ka = 0,385				
$i_y = 1,000$	$i_y = (1 - \frac{\beta}{\phi})^2$		Kp = 2,595				
$i_z = 1,000$	$i_z = (1 - \frac{\beta}{\phi})^2$		Ko = 0,556				
NOTA: Coeficientes de empuje encontrados según Rankine.							
F - CAPACIDAD ADMISIBLE							
Cimentación Zapata Cuadrada							
COFA RELATIVA	DESPLANTE Df (m)	ANCHO B (m)	FACTORES POR N.F.		qe (kg/cm ²)	qadm (kg/cm ²)	Detalle
			W	W'			
-2,50	2,50	1,0	0,86	0,50	7,46	2,49	Zapata Cuadrada
-2,50	2,50	1,5	0,86	0,50	7,58	2,53	
-2,50	2,50	2,0	0,86	0,50	7,69	2,56	
-5,00	5,00	1,0	0,68	0,50	11,67	3,89	
-5,00	5,00	1,5	0,68	0,50	11,78	3,93	
-5,00	5,00	2,0	0,68	0,50	11,90	3,97	
-7,50	7,50	1,0	0,62	0,50	15,87	5,29	
-7,50	7,50	1,5	0,62	0,50	15,99	5,33	
-7,50	7,50	2,0	0,62	0,50	16,10	5,37	
-10,00	10,00	1,0	0,59	0,50	20,08	6,69	
-10,00	10,00	1,5	0,59	0,50	20,19	6,73	
-10,00	10,00	2,0	0,59	0,50	20,31	6,77	
-12,50	12,50	1,0	0,57	0,50	24,20	8,07	
-12,50	12,50	1,5	0,57	0,50	24,31	8,10	
-12,50	12,50	2,0	0,57	0,50	24,43	8,14	


 Ing. **Walter Zorrín Cuervo Chacala**
 CIP- 177165
 ESPECIALISTA EN GEOTECNIA

Calicata 4

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS
(ASTM D422, NTP 339.126, MPC 107)

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO

PROYECTO / OBRA : ESTUDIO GEOTECNICO PARA EL DISEÑO DE CIMENTACIONES DEL PUENTE CARROZABLE SOBRE EL RIO ACARI, DEL DISTRITO DE ACARI - AREQUIPA 2022

SOLICITA : Bach. Joel Ricardo Canaza Esquivel PROFUNDIDAD : 0.90 - 1.70 m.

UBICACION : Distrito de Acari - Provincia de Caraveli - Arequipa REVISADO : R.Z.O.CH

SECTOR : Asari Tradicional TECNICO : Joel R. Canaza Esquivel

MUESTRA : Calicata 04- Estrato 01 FECHA ANALISIS : Marzo 2022

Peso inicial seco : 3815.3

Peso de fracción < N° 4 : 345.8

TAMIZ	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (g)
3"	76.2	0.0
2"	50.8	351.5
1 1/2"	38.1	293.3
1"	25.4	193.1
3/4"	19	84.3
3/8"	9.5	173.5
N° 4	4.75	88.1

TAMIZ	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (g)
N° 10	2.000	25.8
N° 20	0.840	43.3
N° 40	0.425	70.3
N° 60	0.250	68.1
N° 100	0.150	56.8
N° 200	0.075	33.8
<N° 200	—	83.1

GENERALIDADES

Clasificación Visual : GP - grava subredondeada a redondeada con arena de color gris claro a oscuro con nivel medio

Manual : Manual

Notas sobre la muestra :

Nivel freático : 1.80

Tamizado compuesto : SI

Tamiz separador : N° 4

Método de tamizado : Manual

RESULTADOS DE ENSAYOS

Humedad Natural : 17.50 %

Límite Líquido : NP

Límite Plástico : NP

Índice Plástico : NP

COMPOSICIÓN FÍSICA DEL SUELO EN FUNCIÓN AL TAMAÑO DE PARTICULAS

Grava (N° 4 < q < 3") : 49.57

Arena (N° 200 < q < N° 4) : 41.38

Finos (q < N° 200) : 9.05

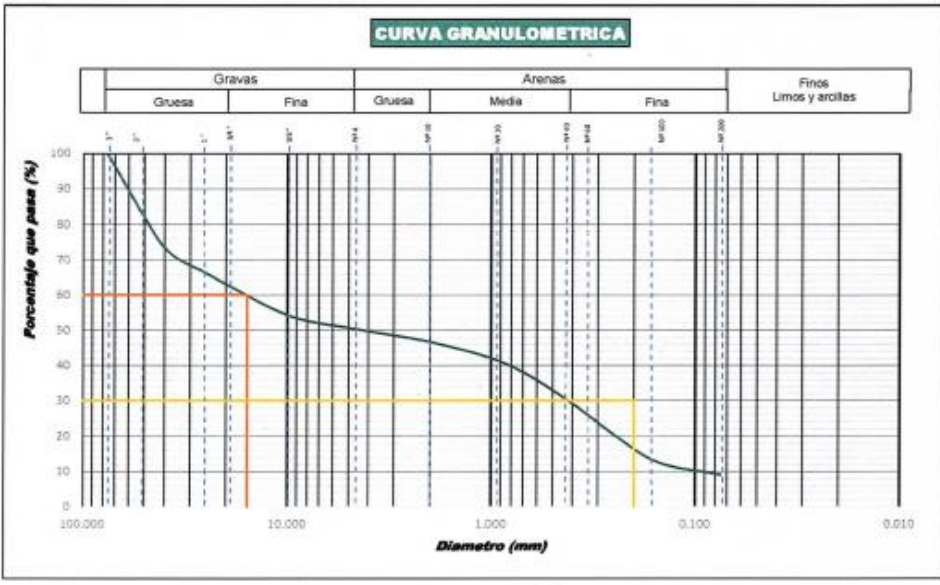
CLASIFICACIÓN

AASHTO : A-1-a

SUCS : GP - GM

NOMBRE DEL GRUPO : Grava pobremente gradada con limo y arena

N° DE MALLAS	ABERTURA DE MALLAS (mm)	% RETEN. PARCIAL	% RETEN. ACUMUL.	% QUE PASA
3"	76.200	0.00	0.00	100.00
2"	50.800	17.44	17.44	82.56
1 1/2"	38.100	10.44	27.88	72.12
1"	25.400	5.61	33.49	66.51
3/4"	19.000	4.19	37.68	62.32
3/8"	9.500	8.46	46.14	53.86
N° 4	4.750	3.43	49.57	50.43
N° 10	2.000	3.86	53.43	46.57
N° 20	0.840	6.24	59.66	40.34
N° 40	0.425	10.15	69.81	30.19
N° 60	0.250	9.76	79.57	20.43
N° 100	0.150	7.97	87.54	12.46
N° 200	0.075	3.41	90.95	9.05
<N° 200		9.05	100.00	0.00



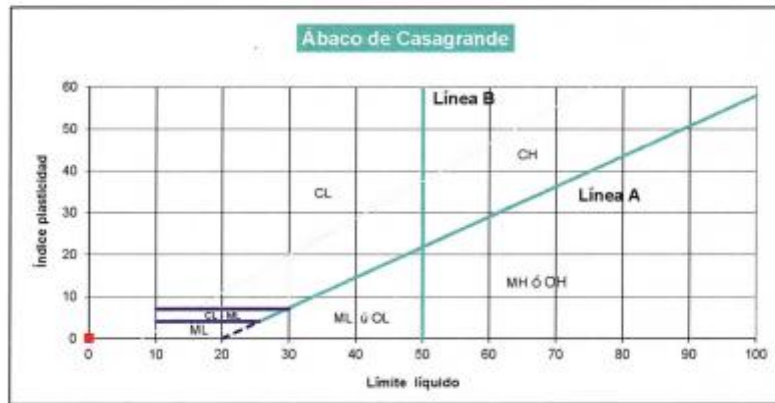
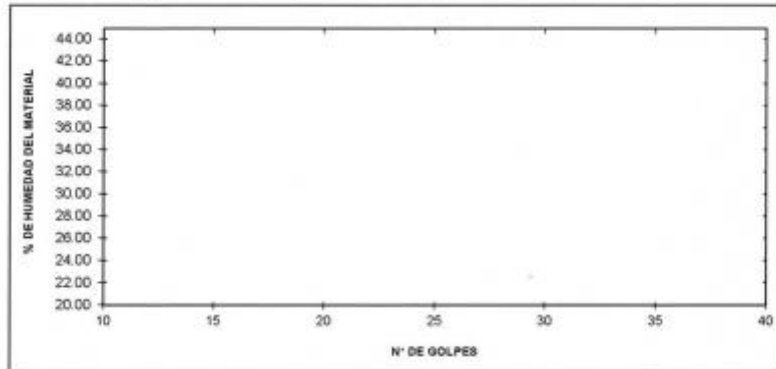
Ing. Raimundo Castro Chacala
 CIP: 177166
 ESPECIALISTA EN GEOTECNIA



LABORATORIO MECANICA DE SUELOS			
(ASTM D-4318, NTP 339.129, MTC E 118/111)			
LIMITE DE CONSISTENCIA			
PROYECTO / OBRA :	"ESTUDIO GEOTÉCNICO PARA EL DISEÑO DE CIMENTACIONES DEL PUENTE CARROZABLE SOBRE EL RIO ACARI, DEL DISTRITO DE ACARI - AREQUIPA 2022"		
UBICACIÓN :	Distrito de Acari - Provincia de Caraveli - Arequipa		
SECTOR :	Acari Tradicional	REVISADO :	R.Z.C.CH
MUESTRA :	Calicata 04- Estrato 01	TECNICO :	Joel R. Canaza Esquivel
		FECHA ANALISIS :	Marzo 2022

	LIMITE LIQUIDO	LIMITE PLASTICO
Nº DE CAPSULA		
MASA TARA + SUELO HUMEDO (A)		
MASA TARA + SUELO SECO (B)		
MASA DE LA TARA (C)		
MASA DEL AGUA (A-B)		
MASA SUELO SECO (B-C)		
HUMEDAD $W = \frac{(A-B)}{(B-C)} \times 100$		
Nº DE GOLPES		

LIMITE LIQUIDO	LIMITE PLASTICO	INDICE PLASTICO
NP	NP	NP




 Ing. Ricardo Zúñiga-Castro
 CIP: 177165
 ESPECIALISTA EN GEOTECNIA



LABORATORIO MECANICA DE SUELOS			
(ASTM D 2216, NTP 339.127, MTC E 106)			
HUMEDAD NATURAL			
PROYECTO / OBRA	: "ESTUDIO GEOTÉCNICO PARA EL DISEÑO DE CIMENTACIONES DEL PUENTE CARROZABLE SOBRE EL RIO ACARI, DEL DISTRITO DE ACARI - AREQUIPA 2022"		
UBICACIÓN	: Distrito de Acari - Provincia de Canavel - Arequipa		
SECTOR	: Acari Tradicional	REVISADO	: R.Z.C.CH
MUESTRA	: Calicata 04- Estrato 01	TECNICO	: Joel R. Canaza Esquivel
		FECHA ANALISIS	: Marzo 2022

CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL			
Metodo de ensayo	X		Metodo "A"
	-----		Metodo "B"
1	Recipiente N°	H-05	
2	Masa Suelo húmedo + masa recipiente (g)	481.2	
3	Masa Suelo seco + masa recipiente (g)	420.1	
4	Masa de agua (g) { 1 - 2 }	61.1	
5	Masa del recipiente (g)	70.9	
6	Suelo seco (g) { 2 - 4 }	349.2	
7	% de Humedad	17.5	

OBSERVACIONES:



 Ing. Karen Patricia Cuervo Chacala
 CAP- 177165
 ESPECIALISTA EN GEOTECNIA



LABORATORIO MECANICA DE SUELOS	
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO	
PROYECTO / OBRA :	"ESTUDIO GEOTÉCNICO PARA EL DISEÑO DE CIMENTACIONES DEL PUENTE CARROZABLE SOBRE EL RIO ACARI, DEL DISTRITO DE ACARI - AREQUIPA 2022"
SOLICITA :	Bach. Joel Ricardo Canaza Esquivel
UBICACIÓN :	Distrito de Acari - Provincia de Caraveli - Arequipa
SECTOR :	Acari Tradicional
MUESTRA :	Calicata 04- Estrato 02
PROFUNDIDAD :	1.75 - 4.30
REVISADO :	R.Z.C.H
TECNICO :	Joel R. Canaza Esquivel
FECHA ANALISIS :	Marzo 2022

Peso Inicial Seco : 3433.5

Peso de Fracción < N° 4 : 541.5

TAMIZ	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (g)
3"	76.2	8.0
2"	50.8	512.1
1 1/2"	38.1	241.3
1"	25.4	135.8
3/4"	19	96.1
3/8"	9.5	301.3
N° 4	4.75	541.5

TAMIZ	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (g)
N° 10	2.000	25.5
N° 20	0.840	41.23
N° 40	0.425	82.1
N° 60	0.250	73.5
N° 100	0.150	54.8
N° 200	0.075	31.8
< N° 200	—	31.87

GENERALIDADES

GP: grava subredondeada a redondeada con arena de color gris claro a oscuro con nivel fríasco.

Clasificación Visual Manual :
 Notas sobre la muestra :
 Nivel freático : 1.80
 Tamizado compuesto : SI
 Tamiz separador : N° 4
 Metodo de tamizado : Manual

RESULTADOS DE ENSAYOS

Humedad Natural : 20.57 %
 Límite Líquido : 0.00
 Límite Plástico : 0.00
 Índice Plástico : 0.00

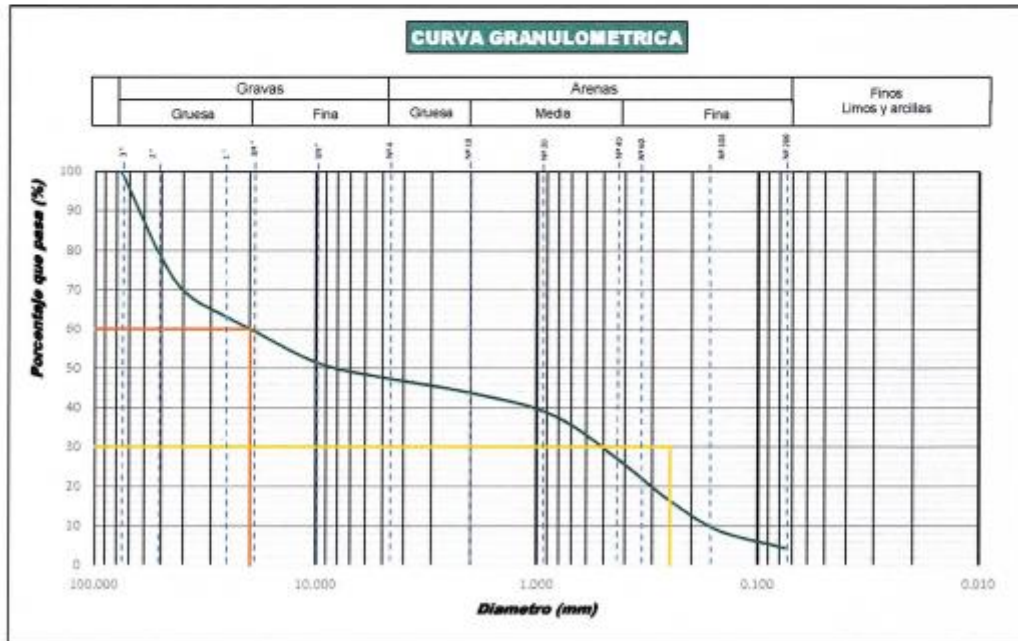
COMPOSICIÓN FÍSICA DEL SUELO EN FUNCIÓN AL TAMAÑO DE PARTICULAS

Grava (N°4 < q < 3") : 52.57
 Arena (N°200 < q < N°4) : 43.03
 Finos (q < N°200) : 4.40

CLASIFICACION

AASHTO : A-1-a
 SUCS : GP
 NOMBRE DEL GRUPO : Grava pobremente graduada con arena

N° DE MALLAS	ABERTURA DE MALLAS (mm)	% RETEN PARCIAL	% RETEN ACUMUL	% QUE PASA
3"	76.200	0.00	0.00	100.00
2"	50.800	21.22	21.22	78.78
1 1/2"	38.100	10.00	31.22	68.78
1"	25.400	5.62	36.83	63.17
3/4"	19.000	3.73	40.57	59.43
3/8"	9.500	8.34	48.91	51.09
N° 4	4.750	3.66	52.57	47.43
N° 10	2.000	3.68	56.25	43.75
N° 20	0.840	5.73	61.98	38.02
N° 40	0.425	11.40	73.38	26.62
N° 60	0.250	10.21	83.59	16.41
N° 100	0.150	7.58	91.17	8.83
N° 200	0.075	4.43	95.60	4.40
< N° 200		4.40	100.00	0.00



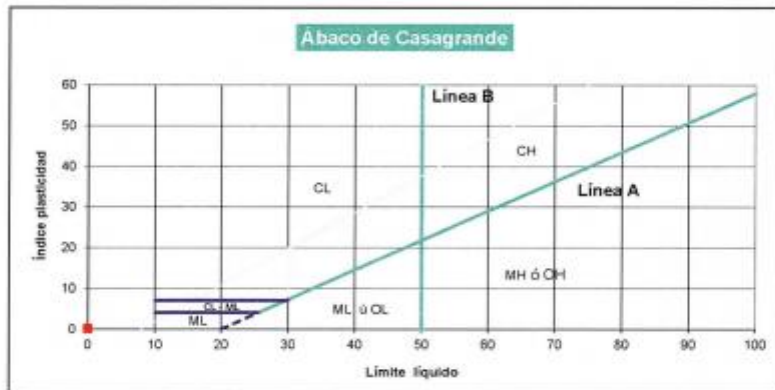
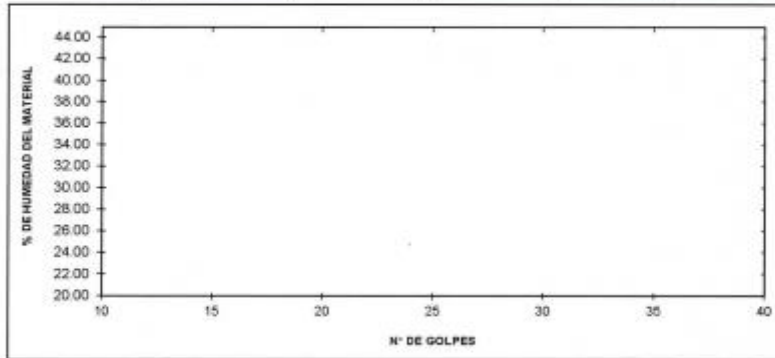
Ing. Antonia Cecilia Cuervo Chacala
 RUP: 177165



LABORATORIO MECANICA DE SUELOS			
<small>(ASTM D-4328, NTP 338.128, MTC E 119/111)</small>			
LIMITES DE CONSISTENCIA			
PROYECTO / OBRA	: "ESTUDIO GEOTÉCNICO PARA EL DISEÑO DE CIMENTACIONES DEL PUENTE CARROZABLE SOBRE EL RIO ACARI, DEL DISTRITO DE ACARI - AREQUIPA 2022"		
UBICACIÓN	: Distrito de Acari - Provincia de Caraveli - Arequipa		
SECTOR	: Acari Tradicional		
MUESTRA	: Calcata 04- Estrato 02		
	REVISADO	: R.Z.C.CH	
	TECNICO	: Joel R. Canaza Esquivel	
	FECHA ANALISIS	: Marzo 2022	

	LIMITE LIQUIDO	LIMITE PLASTICO
Nº DE CAPSULA	NP	NP
MASA TARA + SUELO HUMEDO (A)		
MASA TARA + SUELO SECO (B)		
MASA DE LA TARA (C)		
MASA DEL AGUA (A-B)		
MASA SUELO SECO (B-C)		
HUMEDAD $[W=(A-B)/(B-C)*100]$		
Nº DE GOLPES		

LIMITE LIQUIDO	LIMITE PLASTICO	INDICE PLASTICO
NP	NP	NP





 Ing. Ricardo Javier Córdova Córdova
 CIP: 177165
 ESPECIALISTA EN GEOTECNIA



LABORATORIO MECANICA DE SUELOS				
(ASTM D 2216, NTP 339.127, MTC E 198)				
HUMEDAD NATURAL				
PROYECTO / OBRA	: "ESTUDIO GEOTÉCNICO PARA EL DISEÑO DE CIMENTACIONES DEL PUENTE CARROZABLE SOBRE EL RIO ACARI, DEL DISTRITO DE ACARI - AREQUIPA 2022"			
UBICACIÓN	: Distrito de Acari - Provincia de Caraveli - Arequipa			
SECTOR	: Acari Tradicional		REVISADO	: R.Z.C.CH
MUESTRA	: Calicata 04- Estrato 02		TECNICO	: Joel R. Canaza Esquivel
			FECHA ANALISIS	: Marzo 2022
CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL				
Metodo de ensayo		X	Metodo "A"	
		-----	-----	
		-----	Metodo "B"	
		-----	-----	
1	Recipiente N°	4-38		
2	Masa Suelo húmedo + masa recipiente (g)	448.1		
3	Masa Suelo seco + masa recipiente (g)	382.5		
4	Masa de agua (g) (1 - 2)	65.6		
5	Masa del recipiente (g)	86.2		
6	Suelo seco (g) (2 - 4)	317.3		
7	% de Humedad	20.7		
OBSERVACIONES:				



 Ing. Maximiliano Cuervo Chacala
 C.I.P. 177165
 ESPECIALISTA EN GEOTECNIA



PESO ESPECIFICO (ASTM C-127, AASHTO T-85)							
PROYECTO:	ESTUDIO GEOTÉCNICO PARA EL DISEÑO DE CIMENTACIONES DEL PUENTE CARROZABLE SOBRE EL RIO ACARI, DEL DISTRITO DE ACARI - AREQUIPA 2022						
MUESTRA:	ESTRIBO			FECHA:	Mar-22		
CALICATA:	4						
1.- MUESTRA			2.- PERSONAL				
UBICACIÓN:	ACARI-CARAVELI-AREQUIPA			REVISADOR POR:	R.C.H.C.		
MATERIAL:	RIO ACARI			TEC. LAB.:	J.R.C.E.		
3.- MATERIAL FINO							
ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UND	[M1]	[M2]	[M3]	RESULTADO	
1	Peso SSS* del suelo	g	500.40	500.00		R O M E D I C I O N	
2	Peso: Frasco con agua al enrase	g	762.38	759.60			
3	Peso: Frasco con suelo SSS* y con agua al enrase	g	993.60	981.55			
4	Peso seco del suelo (en estufa a 105°C ± 5°C)	g	494.90	494.50			
5	Peso Especifico Aparente, (4)/(2+1-3)	g/cm3	1.839	1.778			1.809
6	Peso Especifico Nominal, (4)/(2+4-3)	g/cm3	1.877	1.814			1.846
4.- MATERIAL GRUESO							
ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UND	[M1]	[M2]	[M3]	RESULTADO	
8	Peso SSS* del suelo	g	2,996.7	2,919.2		R O M E D I C I O N	
9	Peso sumergido del suelo SSS*	g	1,323.6	1,335.3			
10	Peso seco del suelo (en estufa a 105°C ± 5°C)	g	2,960.6	2,884.5			
11	Peso Especifico Aparente, (10)/(8-9)	g/cm3	1.770	1.821			1.795
12	Peso Especifico Nominal, (10)/(10-9)	g/cm3	1.809	1.862			1.835
(*) SSS: Saturado Superficialmente Seco / Saturado con Superficie Seca							
5.- EQUIPOS DE MEDICIÓN							
EQ.	BALANZA	BALANZA	HORNO	CANASTILLA	FIOLA		
ID	BAD179	BAD185	HOR06	-	FIO 24		
6.- COMENTARIOS Y/O OBSERVACIONES							

[Firma]
Ing. Raimundo Checcalla
GEOLOGO
CIP. N° 177165

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS			
ENSAYO DE CORTE DIRECTO			
PROYECTO	:	"ESTUDIO GEOTÉCNICO PARA EL DISEÑO DE CIMENTACIONES DEL PUENTE CARROZABLE SOBRE EL RIO ACARI, DEL DISTRITO DE ACARI - AREQUIPA 2022"	
UBICACIÓN	:	Distrito de Acari - Provincia de Caraveli - Arequipa	
MUESTRA	:	Calicsta 04- Estrato 02	Estado de la muestra : Remoldeado
SECTOR	:	Acari Tradicional	Veloc. de Ensayo (mm/min) : 0.5
CLASIFICACION (SUCS)	:	GP	Fecha : Marzo 2022

DATOS	(Kg/cm ²)	ESPECIMEN 01		ESPECIMEN 02		ESPECIMEN 03	
		0.50	1.00	2.00	3.00	4.00	
Esfuerzo Normal							
Etapas		Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final
Altura de la muestra (h)	(cm)	2.00	1.80	2.00	1.80	2.00	1.80
Lado	(cm)	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00
Area	(cm ²)	36.00	36.00	36.00	36.00	36.00	36.00
Densidad Humeda (Dw)	(gr/cm ³)	1.83	1.80	1.83	1.82	1.83	1.83
Humedad (w)	(%)	10.20	11.80	10.20	10.00	10.20	9.70

Area corrajida (Ao)	ESPECIMEN 01				ESPECIMEN 02				ESPECIMEN 03			
	Tangencial (mm)	Dial de Carga	Fuerza Cortante (Kg)	Esfuerzo de Corte (Kg/cm ²)	Deformac. Tangencial (mm)	Dial de Carga	Fuerza Cortante (Kg)	Esfuerzo de Corte (Kg/cm ²)	Deformac. Tangencial (mm)	Dial de Carga	Fuerza Cortante (Kg)	Esfuerzo de Corte (Kg/cm ²)
35.0	0.00	0.00	0.000	0.000	0.00	0.00	0.000	0.000	0.00	0.00	0.000	0.000
36.0	0.05	0.75	0.750	0.021	0.10	2.10	2.100	0.058	0.10	11.31	11.310	0.314
35.9	0.10	1.11	1.110	0.031	0.20	2.69	2.690	0.075	0.20	12.91	12.910	0.359
35.8	0.30	2.05	2.050	0.057	0.40	3.47	3.470	0.097	0.40	18.05	18.050	0.504
35.7	0.50	3.11	3.110	0.087	0.60	4.81	4.810	0.135	0.60	20.29	20.290	0.568
35.5	0.70	3.18	3.180	0.089	0.80	8.72	8.720	0.245	0.80	22.23	22.230	0.625
35.2	1.40	3.05	3.050	0.087	1.00	11.47	11.470	0.326	1.00	24.76	24.760	0.704
34.9	1.80	3.75	3.750	0.108	1.50	15.12	15.120	0.434	1.50	27.25	27.250	0.782
34.6	2.30	4.42	4.420	0.126	2.00	15.88	15.880	0.458	2.00	28.98	28.980	0.808
34.4	2.70	6.07	6.070	0.177	2.50	16.24	16.240	0.472	2.50	31.13	31.130	0.905
34.1	3.10	6.27	6.270	0.184	3.00	16.89	16.890	0.495	3.00	31.05	31.050	0.909
33.8	3.70	7.56	7.560	0.224	3.50	17.16	17.160	0.508	3.50	31.46	31.460	0.931
33.4	4.30	8.09	8.090	0.242	4.00	16.30	16.300	0.488	4.00	31.58	31.580	0.945
33.1	4.90	7.95	7.950	0.232	4.50	16.41	16.410	0.498	4.50	31.16	31.160	0.943
32.6	5.70	7.87	7.870	0.242	5.00	16.50	16.500	0.508	5.00	31.41	31.410	0.964
32.1	6.50	7.22	7.220	0.225	6.00	16.53	16.530	0.515	6.00	30.84	30.840	0.981
31.6	7.30	7.57	7.570	0.239	7.00	16.96	16.960	0.524	7.00	30.97	30.970	0.979
31.1	8.20	7.18	7.180	0.231	8.00	16.87	16.870	0.511	8.00	30.53	30.530	0.982
30.4	9.30	6.65	6.650	0.219	9.00	15.55	15.550	0.511	9.00	29.77	29.770	0.979
29.6	10.60	6.22	6.220	0.210	10.00	15.02	15.020	0.507	10.00	29.31	29.310	0.989
28.9	11.90	6.09	6.090	0.211	11.00	14.99	14.990	0.519	11.00	28.85	28.850	1.000
28.2	13.00	5.88	5.887	0.202	12.00	14.48	14.480	0.513	12.00	28.28	28.280	1.003

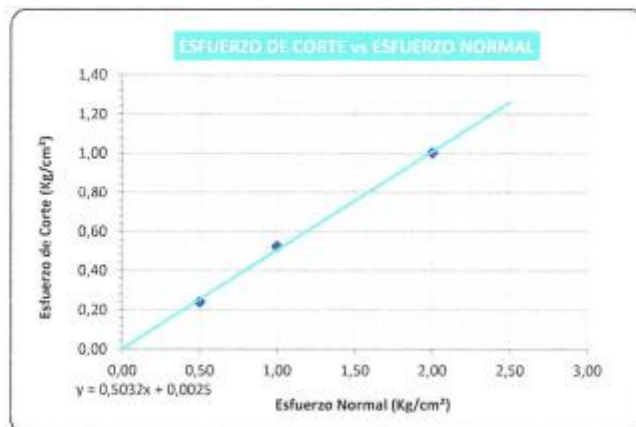
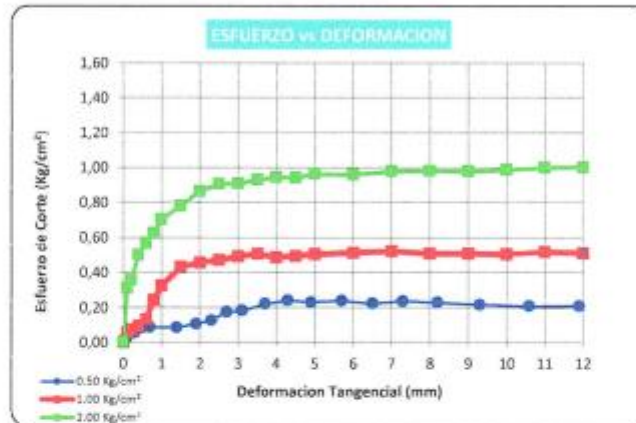
LABORATORIO MECANICA DE SUELOS (AFTM D.308) (NTP 308.17)			
ENSAYO DE CORTE DIRECTO			
PROYECTO	: ESTUDIO GEOTÉCNICO PARA EL DISEÑO DE CIMENTACIONES DEL PUENTE CARROZABLE SOBRE EL RIO ACARI, DEL DISTRITO DE ACARI - AREQUIPA 2022		
UBICACIÓN	: Distrito de Acari - Provincia de Caraveli - Arequipa		
MUESTRA	: Calicata 04- Estrato 02	Estado de la muestra	: Remoldeado
SECTOR	: Acari Tradicional	Veloc. de Ensayo (mm/min)	: 0,5
CLASIFICACION (SUCS)	: GP	Fecha	: Marzo 2022

Especlimen N°		N° 01	N° 02	N° 03
Lado de la caja (cm)		6,00	6,00	6,00
Altura inicial de muestra (cm)		2,00	2,00	2,00
Densidad húmeda inicial (gr/cm ³)		1,830	1,830	1,830
Densidad seca inicial (gr/cm ³)		1,861	1,861	1,861
Contenido de humedad inicial (%)		10,20	10,20	10,20
Altura de la muestra antes de aplicar el esfuerzo de corte (cm)		1,950	1,930	1,920
Altura final de muestra (cm)		1,960	1,940	1,930
Densidad húmeda final (gr/cm ³)		1,900	1,920	1,930
Densidad seca final (gr/cm ³)		1,699	1,731	1,759
Contenido de humedad final (%)		11,80	10,90	9,70
Esfuerzo normal (kg/cm ²)		0,50	1,00	2,00
Esfuerzo de corte máximo (kg/cm ²)		0,242	0,524	1,003

Angulo de friccion interna : 36,50 °
Cohesión : 0,00

Ing. Daniel Javier Estrella Chacaltaya
 CIP- 177185
 ESPECIALISTA EN GEOTECNIA

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS			
ENSAYO DE CORTE DIRECTO			
PROYECTO	: "ESTUDIO GEOTÉCNICO PARA EL DISEÑO DE CIMENTACIONES DEL PUENTE CARROZABLE SOBRE EL RÍO ACARI. DEL DISTRITO DE ACARI - AREQUIPA 2022"		
UBICACIÓN	: Distrito de Acari - Provincia de Caraveli - Arequipa		
MUESTRA	: Calicata 04- Estrato 02	Estado de la muestra	: Remoldeado
SECTOR	: Acari Tradicional	Veloc. de Ensayo (mm/min)	: 0,5
		Fecha	: Marzo, 2022



Ángulo de fricción interna :	36,50 °
Cohesión :	0,00

Roberto Centeno Córdova
 CIP-177165
 ESPECIALISTA EN GEOTECNIA

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS							
CAPACIDAD ADMISIBLE DEL SUELO - CIMENTACION SUPERFICIAL - ZAPATA CUADRADA							
PROYECTO / OBRA : ESTUDIO GEOTECNICO PARA EL DISEÑO DE CIMENTACIONES DEL PUENTE CARROZABLE SOBRE EL RIO ACARI, DEL DISTRITO DE ACARI - AREQUIPA 2022							
UBICACION : Distrito de Acari - Provincia de Caraveli - Arequipa		REVISADO : R. Z. C. CH					
LUGAR/SECTOR : Acari Tradicional		TECNICO : Josef R. Canaza Esquivel					
MUESTRA : Calicata 04- Estrato 02		FECHA : Marzo 2022					
A.- DATOS GENERALES							
Ángulo de Fricción Interna (ϕ)		36,3		grados			
Cohesión (c)		0,00		kg/cm ²			
Tipo de falla por corte		Local					
Ángulo de Fricción Interna corregido (ϕ_c)		26,3		grados			
Cohesión corregida (c _c)		0,00		kg/cm ²			
Peso Unitario de Sobre Carga (γ_1)		1,84		gr/cm ³			
Peso Unitario del Suelo de Cimentación (γ_2)		1,84		gr/cm ³			
Relación Ancho / Largo (B/L)		1,00					
Ancho (diámetro) Inicial de la Cimentación		1,00		m			
Incremento de base (Δb)		0,50		m			
Cota de Terreno bajo piso terminado		0,00		m			
Profundidad de Desplante (Df)		5,00		m			
Incremento de profundidad (ΔDf)		2,50		m			
Posición del Nivel Freático (N.F.)		1,00		m			
Inclinación de la carga		0,00		grados			
Factor de Seguridad (F.S. assume 3.0)		3,00					
Clasificación SUCS del suelo de cimentación		G ₁ [*]					
Cimentación		Zapata Cuadrada					
B.- FACTORES DE CAPACIDAD DE CARGA				C.- FACTORES DE FORMA			
N _c = 22,674		$N_c = (N_q - 1) \cos \phi$		S _c = 1,537		$S_c = 1 + \frac{B}{L} \frac{N_c}{N_q}$	
N _q = 12,185		$N_q = \frac{1}{2} \gamma_1^2 (45 + \frac{\phi}{2}) e^{90\phi}$		S _q = 1,493		$S_q = 1 + 0,4 \frac{B}{L}$	
N _y = 8,276		$N_y = 2(N_q + 1) \cos \phi$		S _y = 0,600		$S_y = 1 + \frac{B}{L} \cos \phi$	
D.- FACTORES DE INCLINACION				E.- COEFICIENTES DE PRESION LATERAL			
i _c = 1,000		$i_c = i_q (1 - \frac{B}{90})^2$		K _a = 0,387			
i _q = 1,000		$i_q = i_c (1 + \frac{B}{90})^2$		K _p = 2,587			
i _y = 1,000		$i_y = i_c (1 + \frac{B}{\phi})^2$		K _o = 0,558			
NOTA: Coeficientes de empuje encontrados según Rankine							
F.- CAPACIDAD ADMISIBLE							
Cimentación Zapata Cuadrada							
COTA RELATIVA	DESPLANTE DF (m)	ANCHO B (m)	FACTORES POR N.F.		q _u (kg/cm ²)	q _{adm} (kg/cm ²)	Detalle
-2,50	2,50	1,0	0,86	0,50	7,43	2,48	Zapata Cuadrada
-2,50	2,50	1,5	0,86	0,50	7,54	2,51	
-2,50	2,50	2,0	0,86	0,50	7,66	2,55	
-5,00	5,00	1,0	0,68	0,50	11,61	3,87	
-5,00	5,00	1,5	0,68	0,50	11,73	3,91	
-5,00	5,00	2,0	0,68	0,50	11,84	3,95	
-7,50	7,50	1,0	0,62	0,50	15,80	5,27	
-7,50	7,50	1,5	0,62	0,50	15,91	5,30	
-7,50	7,50	2,0	0,62	0,50	16,03	5,34	
-10,00	10,00	1,0	0,59	0,50	19,98	6,66	
-10,00	10,00	1,5	0,59	0,50	20,10	6,70	
-10,00	10,00	2,0	0,59	0,50	20,21	6,74	
-12,50	12,50	1,0	0,57	0,50	24,08	8,03	
-12,50	12,50	1,5	0,57	0,50	24,20	8,07	
-12,50	12,50	2,0	0,57	0,50	24,31	8,10	

Ing. José Antonio Córdova Chacab
 CIP-177165
 ESPECIALISTA EN GEOTECNIA

Datos de asentamientos



**G.ASENTAMIENTO
C-1(S_i)**

Presión por carga admisible	q_{adm}	=	3.87	Kg/cm ²	
Relación de Poisson	μ	=	0.25		
Módulo de Elasticidad	E_s	=	150	Kg/cm ²	
Asentamiento permisible	$S_{i(max)}$	=	2.54	cm	
Ancho de la cimentación	B	=	1.00	m	
Factor de forma	I_f	=	0.93	m/m	
Asentamiento	S_i	=	0.006	m	
Asentamiento	S_i	=	0.58	cm	
Presión por carga	q_{adm}	=	3.87	Kg/cm ²	
Presión de carga asumida por asentamiento	q_{adm}	=	1.00	Kg/cm ²	
	S_i	=	2.25	cm	<u>OK!</u>
	S_i	=	0.58	cm	<u>OK!</u>

**G.- ASENTAMIENTO C-
2 (S_i)**

Presión por carga admisible	q_{adm}	=	3.81	Kg/cm ²	
Relación de Poisson	μ	=	0.15		
Módulo de Elasticidad	E_s	=	170	Kg/cm ²	
Asentamiento permisible	$S_{i(max)}$	=	2.54	cm	
Ancho de la cimentación	B	=	1.00	m	
Factor de forma	I_f	=	0.93	m/m	
Asentamiento	S_i	=	0.006	m	
Asentamiento	S_i	=	0.59	cm	
Presión por carga	q_{adm}	=	3.81	Kg/cm ²	
Presión de carga asumida por asentamiento	q_{adm}	=	1.10	Kg/cm ²	
	S_i	=	2.04	cm	<u>OK!</u>
	S_i	=	0.59	cm	<u>OK!</u>



**G.- ASENTAMIENTO
C-3 (S_i)**

Presión por carga admisible	$q_{adm.}$	=	3.89	Kg/cm ²	
Relación de Poisson	μ	=	0.10		
Módulo de Elasticidad	E_s	=	185	Kg/cm ²	
Asentamiento permisible	$S_{i(max)}$	=	2.54	cm	
Ancho de la cimentación	B	=	1.00	m	
Factor de forma	I_f	=	0.93	m/m	
Asentamiento	S_i	=	0.005	m	
Asentamiento	S_i	=	0.55	cm	
Presión por carga admisible	$q_{adm.}$	=	3.89	Kg/cm ²	
Presión de carga asumida por asentamiento	$q_{adm.}$	=	1.10	Kg/cm ²	
	S_i	=	1.94	cm	<u>OK!</u>
	S_i	=	0.55	cm	<u>OK!</u>

**G. ASENTAMIENTO
C-4 (S_i)**

Presión por carga admisible	$q_{adm.}$	=	3.87	Kg/cm ²	
Relación de Poisson	μ	=	0.15		
Módulo de Elasticidad	E_s	=	155	Kg/cm ²	
Asentamiento permisible	$S_{i(max)}$	=	2.54	cm	
Ancho de la cimentación	B	=	1.00	m	
Factor de forma	I_f	=	0.93	m/m	
Asentamiento	S_i	=	0.006	m	
Asentamiento	S_i	=	0.65	cm	
Presión por carga admisible	$q_{adm.}$	=	3.87	Kg/cm ²	
Presión de carga asumida por asentamiento	$q_{adm.}$	=	1.10	Kg/cm ²	
	S_i	=	2.27	cm	<u>OK!</u>
	S_i	=	0.65	cm	<u>OK!</u>

Anexo C. Certificados de calibración de instrumentos

TAMIZ CERTIFICADO PARA ENSAYO
TEST SIEVE CERTIFICATED

GUAN TEST

Manufactured by **PINZUAR**

CONFORME CON LA NORMA
IN ACCORDANCE WITH NORMA
ASTM E11-17

ABERTURA PROMEDIO <small>AVERAGE APERTURE</small>	74,71	µm
ABERTURA MÁXIMA <small>MAXIMUM APERTURE</small>	78,73	µm
DIÁMETRO PROMEDIO <small>AVERAGE DIAMETER</small>	52,91	µm
MALLA No. <small>MESH No.</small>	200	
SERIE No. <small>SERIAL No.</small>	73461	
INCERTIDUMBRE DE MEDICIÓN <small>UNCERTAINTY OF MEASUREMENT</small>	± 1,72	µm

FECHA
DATE 2019-11-25

FIRMA
SIGN

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO

PINZUAR
TEL: (571) 7454555
Calle 18 # 103 B 72
www.pinzuar.com.co
BOGOTÁ - COLOMBIA

ASTM E 11-17
BUREAU VERITAS
Certification
IN COLOMBIA

INFORME DE INSPECCIÓN

Fecha
Date 2019-11-25

Instrumento
Instrument TAMIZ PARA ENSAYO
TEST SIEVE

Fabricante
Manufacturer PINZUAR.

Serie No.
Serial No. 73461

Malla No.
Mesh No. 200

NORMA DE ENSAYO: ASTM E 11-17

Trazabilidad : Sus mediciones se han verificado en el Laboratorio de Control de calidad de Pinzuar Ltda. Por medio de instrumentos de medición calibrados con trazabilidad a la Organización de Unidades (SI).

Resultados : Las dimensiones de los tamices fueron evaluadas de acuerdo al numeral 6.3 de la Norma ASTM E 11 - 17. La abertura de la malla cumple con lo establecido en el numeral 6.1 de la Norma ASTM E 11 - 17. El diámetro del alambre cumple con lo establecido en el numeral 6.2 de la Norma ASTM E 11 - 17.

PINZUAR

Este informe expresa fielmente el resultado de las mediciones realizadas y se refiere al momento y condiciones en que se realizaron.
El laboratorio no se responsabiliza de los perjuicios que puedan derivarse del uso inadecuado del instrumento.

ASTM E 11-17
BUREAU VERITAS
Certification
IN COLOMBIA

**TAMIZ CERTIFICADO PARA ENSAYO
TEST SIEVE CERTIFICATED**

FINZUAR TEST

Manufactured by **FINZUAR**
CONFORME CON LA NORMA
IN ACCORDANCE WITH NORMA
ASTM E11-17

ABERTURA PROMEDIO AVERAGE APERTURE	302,58	µm
ABERTURA MÁXIMA MAXIMUM APERTURE	310,48	µm
DIÁMETRO PROMEDIO AVERAGE DIAMETER	184,89	µm
MALLA No. MESH No.	50	
SERIE No. SERIAL No.	73376	
INCERTIDUMBRE DE MEDICIÓN UNCERTAINTY OF MEASUREMENT	± 4,07	µm

FECHA
DATE: 2019-11-19

FIRMA
SIGN:

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO

PINZUAR
TEL: (571) 7454555
Calle 18 # 103 B 72
www.pinzuar.com.co
BOGOTÁ - COLOMBIA

ASTM E11-2017
BUREAU VERITAS
Certification
No. 0212448

INFORME DE INSPECCIÓN

Fecha
Date: 2019-11-19

Instrumento
Instrument: TAMIZ PARA ENSAYO
TEST SIEVE

Fabricante
Manufacturer: PINZUAR.

Serie No.
Serial No.: 73376

Malla No.
Mesh No.: 50

NORMA DE ENSAYO: ASTM E 11-17

Trazabilidad: Sus especificaciones se han verificado en el laboratorio de Control de Calidad de Pinzuar Ltda. Por medio de instrumentos de medición calibrados con trazabilidad al Sistema Nacional de Unidades (SI).

Resultados: Las dimensiones del instrumento evaluadas de acuerdo al numeral 6,3 de la Norma ASTM E 11 - 17. La abertura de la malla cumple con lo establecido en el numeral 6,1 de la Norma ASTM E 11-17. El diámetro del alambre cumple con lo establecido en el numeral 6,2 de la Norma ASTM E 11-17.

PINZUAR

Este informe expresa fielmente el resultado de las mediciones realizadas y se refiere al momento y condiciones en que se realizaron.
El laboratorio no se responsabiliza de los perjuicios que puedan derivarse del uso inadecuado del instrumento.

AC-P-11-F02 Rev 0

Bureau Veritas Certification se encuentra acreditado por ONAC

TAMIZ CERTIFICADO PARA ENSAYO
TEST SIEVE CERTIFICATED

LABORATORIO SOIL MECHANICS S.A.C.

MAN TEST
Manufactured by **PINZUAR**
CONFORME CON LA NORMA
IN ACCORDANCE WITH **ASTM E11 - 17**

ABERTURA PROMEDIO AVERAGE APERTURE	4,73	mm
ABERTURA MÁXIMA MAXIMUM APERTURE	4,90	mm
DIÁMETRO PROMEDIO AVERAGE DIAMETER	1,53	mm
MALLA No. MESH No.	4	
SERIE No. SERIAL No.	74239	
INCERTIDUMBRE DE MEDICIÓN UNCERTAINTY OF MEASUREMENT	± 10,55	µm

FECHA
DATE: 2020-01-13

FIRMA
SIGN: *Karl Yasio*

INFORME DE INSPECCIÓN

Fecha
Date: 2020-01-13

Instrumento
Instrument: TAMIZ PARA ENSAYO
TEST SIEVE

Fabricante
Manufacturer: PINZUAR

Serie No.
Serial No.: 74239

Malla No.
Mesh No.: 4

NORMA DE ENSAYO: ASTM E11 - 17

Trazabilidad: Las mediciones se han verificado en el laboratorio de Control de calidad de PINZUAR. Por medio de instrumentos de medición calibrados con trazabilidad al sistema internacional de unidades (SI).

Resultados: Las dimensiones no fueron evaluadas de acuerdo al numeral 6.2 de la Norma ASTM E11 - 17. La abertura de la malla cumple con lo establecido en el numeral 6.1 de la Norma ASTM E11 - 17. El diámetro del alambre cumple con lo establecido en el numeral 6.2 de la Norma ASTM E11 - 17.

Este informe expresa fielmente el resultado de las mediciones realizadas y se refiere al momento y condiciones en que se realizaron.
El laboratorio no se responsabiliza de los perjuicios que puedan derivarse del uso inadecuado del instrumento.

ACP-11-F-02 Rev 1

INFORME DE INSPECCIÓN

Fecha / Date: 2019-12-02

Instrumento / Instrument: TAMIZ PARA ENSAYO / TEST SIEVE

Fabricante / Manufacturer: PINZUAR

Serie No. / Serial No: 73550

Malla No. / Mesh No: 2"

NORMA DE ENSAYO: ASTM E 11-17

Trazabilidad: Las calificaciones se han verificado en el laboratorio de control de calidad de Pinzuar Ltda. Por medio de instrumentos de medición calibrados con trazabilidad al sistema internacional de unidades (SI).

Resultados: Las dimensiones del instrumento evaluadas de acuerdo al numeral 6.1 de la Norma ASTM E 11 - 17, La abertura de la malla es mayor que la especificada en el numeral 6.1 de la Norma ASTM E 11 - 17. El diámetro del alambre cumple con el especificado en el numeral 6.2 de la Norma ASTM E 11 - 17.

PINZUAR

Este informe expresa fielmente el resultado de las mediciones realizadas y se refiere al momento y condiciones en que se realizaron.
El laboratorio no se responsabiliza de los perjuicios que puedan derivarse del uso inadecuado del instrumento.

TAMIZ CERTIFICADO PARA ENSAYO
TEST SIEVE CERTIFICATED

QUAN TEST

Manufactura **PINZUAR**
CONFORME CON LA NORMA
IN ACCORDANCE WITH THE
ASTM E11-17

ABERTURA PROMEDIO AVERAGE APERTURE	49.91 mm
ABERTURA MÁXIMA MAXIMUM APERTURE	50.50 mm
DIÁMETRO PROMEDIO AVERAGE DIAMETER	5.00 mm
MALLA No. MESH NO	2"
SERIE No. SERIAL NO	73550
INCERTIDUMBRE DE MEDICIÓN UNCERTAINTY OF MEASUREMENT	± 10.56 µm

FECHA / DATE: 2019-12-02

FIRMA / SIGN:

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO

PINZUAR
TEL: (571) 7454555
Calle 18 # 103 B 72
www.pinzuar.com.co
BOGOTÁ - COLOMBIA

Bureau Veritas Certification se encuentra acreditado por OIAIC

AC-P-11-F-02 Rev 0

TAMIZ CERTIFICADO PARA ENSAYO
TEST SIEVE CERTIFICATED

CEAN TEST

Manufacturado por **PINZUAR**
CONFORME CON LA NORMA
IN ACCORDANCE WITH THE STANDARD
ASTM E11 - 7

ABERTURA PROMEDIO AVERAGE APERTURE	74,59	mm
ABERTURA MÁXIMA MAXIMUM APERTURE	75,29	mm
DIÁMETRO PROMEDIO AVERAGE DIAMETER	6,34	mm
MALLA No. MESH No.	3"	
SERIE No. SERIAL No.	74208	
INCERTIDUMBRE DE MEDICIÓN UNCERTAINTY OF MEASUREMENT	± 10,70	µm

FECHA
DATE: 2020-01-09

FIRMA
SIGN:

INFORME DE INSPECCIÓN

Fecha
Date: 2020-01-09

Instrumento
Instrument: TAMIZ PARA ENSAYO
TEST SIEVE

Fabricante
Manufacturer: PINZUAR.

Serie No.
Serial No.: 74208

Malla No.
Mesh No.: 3"

NORMA DE ENSAYO: ASTM E11 - 17

Trazabilidad Las calificaciones se han verificado en el laboratorio de Control de calidad de PINZUAR. Por medio de un sistema de medición calibrados con trazabilidad al sistema internacional de unidades (SI).

Resultados : Las dimensiones del anillo fueron evaluadas de acuerdo al numeral B.1 de la Norma ASTM E11 - 17. La abertura de la malla es de 74,59 mm establecido en el numeral B.1 de la Norma ASTM E11 - 17. El diámetro del alambre cumple con lo establecido en el numeral B.2 de la Norma ASTM E11 - 17.

Este informe expresa fielmente el resultado de las mediciones realizadas y se refiere al momento y condiciones en que se realizaron.
El laboratorio no se responsabiliza de los perjuicios que puedan derivarse del uso inadecuado del instrumento.

LABORATORIO SOIL MECHANICS S.A.C.

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO

Planta

km 2 Vía Puento Piedra
Parque Industrial San Isidro
Bodega C'1
(Machid, Cundinamarca).
TEL: (571) 7454555
www.pinzuar.com.co

PINZUAR
WWW.PINZUAR.COM.CO



PERUTEST S.A.C.
EQUIPOS E INSTRUMENTOS

PERUTEST S.A.C.

CALIBRACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO

SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FÍSICA - QUÍMICA

RUC N° 20602182721

INFORME DE VERIFICACIÓN PT - IV - 0100 - 2020

Área de Metrología
Laboratorio de Longitud

Página 1 de 3

1. Expediente	01053-2020	Este informe de verificación documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).
2. Solicitante	LABORATORIO SOIL MECHANICS S.A.C.	
3. Dirección	AV. PROGRESO NRO. 254 (POR EL TOBOGAN) PUNO - PUNO - PUNO	
4. Instrumento de medición	EQUIPO LÍMITE LÍQUIDO (CAZUELA CASAGRANDE)	
Marca	PERUTEST	
Modelo	PT-CC	Los resultados son validos en el momento de la verificación. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una reevaluación, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.
Procedencia	PERÚ	PERUTEST S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.
Número de Serie	064	
Código de Identificación	NO INDICA	
Tipo de contador	ANALÓGICO	
Ubicación	NO INDICA	
5. Fecha de Verificación	2020-10-21	Este informe de verificación no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.
Fecha de Emisión	2020-10-21	El informe de verificación sin firma y sello carece de validez.

Fecha de Emisión

2020-10-21

Jefe del Laboratorio de Metrología


MANUEL ALEJANDRO ALIAGA TORRES

Sello



Principal: Jr. La Madrid Mz. E Lt. 14 Urb. Los Olivos - San Martín de Porres - Lima
Sucursal: Calle Sinchi Roca Nro. 1320 - La Victoria - Chiclayo - Lambayeque
Teléfono: 913028621 - 913028623 - 913028624 Oficina: (511) 502 - 2226 / (511) 502 - 2224
E-mail : ventas@perutest.com.pe Web: www.perutest.com.pe



PERUTEST S.A.C.

CALIBRACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO
SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FÍSICA - QUÍMICA
RUC N° 20602182721

INFORME DE VERIFICACIÓN PT - IV - 0100 - 2020

Área de Metrología
Laboratorio de Longitud

Página 2 de 3

6. Método de Verificación

La Verificación se realizó tomando las medidas del instrumento, según las especificaciones de la norma internacional ASTM D4318 "Standard Test Methods for Liquid Limit, Plastic Limit and Plastic Index of Soils."

7. Lugar de Verificación

En el laboratorio de Longitud de PERUTEST S.A.C.
Jr. La Madrid Mz. D Lt. 25 Urb. Los Olivos - San Martín De Porres - Lima

8. Condiciones ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	21 °C	21 °C
Humedad Relativa	65 %	65 %

9. Patrones de referencia

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
INACAL	BLOQUES DE PATRON DE LONGITUD	LLA - 102 - 2020
METROIL	"PIE DE REY DIGITAL de 200 mm MARCA: INSIZE"	L-0433-2020
METROIL	TERMOHIGROMETRO DIGITAL BOECO	T-1131- 2020

10. Observaciones

Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación de **VERIFICACIÓN**.
(*) Serie grabado en el instrumento



Principal: Jr. La Madrid Mz. E Lt. 14 Urb. Los Olivos - San Martín de Porres - Lima
Sucursal: Calle Sinchi Roca Nro. 1320 - La Victoria - Chiclayo - Lambayeque
Teléfono: 913028621 - 913028623 - 913028624 Oficina: (511) 502 - 2226 / (511) 502 - 2224
E-mail : ventas@perutest.com.pe Web: www.perutest.com.pe



PERUTEST S.A.C.

CALIBRACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO
SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FÍSICA - QUÍMICA
RUC N° 20602182721

INFORME DE VERIFICACIÓN PT - IV - 0100 - 2020

Área de Metrología
Laboratorio de Longitud

Página 3 de 3

11. Resultados

El equipo cumple con las especificaciones técnicas siguientes:

DIMENSIONES DE LA BASE DE GOMA DURA

Altura (mm)	Largo (mm)	Ancho (mm)
50.41	149.49	125.53

HERRAMIENTA DE RANURADO

EXTREMO CURVADO

Esesor (mm)	Borde Cortante (mm)	Ancho (mm)
10.02	1.99	13.01

DIMENSIONES DE LA COPA

Radio de la copa (mm)	Esesor de la copa (mm)	Altura desde la guía del elevador hasta la base (mm)
46.80	1.95	47.01

Fin del Documento



Principal: Jr. La Madrid Mz. E Lt. 14 Urb. Los Olivos - San Martín de Porres - Lima
Sucursal: Calle Sinchi Roca Nro. 1320 - La Victoria - Chiclayo - Lambayeque
Teléfono: 913028621 - 913028623 - 913028624 Oficina: (511) 502 - 2226 / (511) 502 - 2224
E-mail : ventas@perutest.com.pe Web: www.perutest.com.pe

CALIBRATEC S.A.C.

LABORATORIO DE METROLOGIA

CALIBRACIÓN DE
EQUIPOS E INSTRUMENTOS

RUC: 20606479680

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA - LT - 008 - 2021

Área de Metrología
Laboratorio de Temperatura

Página 1 de 5

1. Expediente	0801-2021
2. Solicitante	LABORATORIO SOIL MECHANICS S.A.C.
3. Dirección	AV. PROGRESO NRO. 254 (POR EL TOBOGAN) PUNO - PUNO - PUNO
4. Equipo	HORNO
Alcance Máximo	300 °C
Marca	PERUTEST
Modelo	PT-H136
Número de Serie	0141
Procedencia	CHINA
Identificación	NO INDICA
Ubicación	NO INDICA

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Los resultados son validos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.

CALIBRATEC S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.

El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.

Descripción	Controlador / Selector	Instrumento de medición
Alcance	30 °C a 300 °C	30 °C a 300 °C
División de escala / Resolución	0.1 °C	0.1 °C
Tipo	CONTROLADOR ELECTRONICO	TERMÓMETRO DIGITAL

5. Fecha de Calibración 2021-04-26

Fecha de Emisión

2021-04-26

Jefe del Laboratorio de Metrología

MANUEL ALEJANDRO ALIAGA TORRES

Sello



☎ 913 028 621 - 913 028 622
☎ 913 028 623 - 913 028 624

📍 Av. Chillón Lote 50 B - Comas - Lima - Lima
✉ ventascalibratec@gmail.com
🏢 CALIBRATEC SAC

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA - LT - 008 - 2021

Área de Metrología
Laboratorio de Temperatura

Página 2 de 5

6. Método de Calibración

La calibración se efectuó por comparación directa con termómetros patrones calibrados que tienen trazabilidad a la Escala Internacional de Temperatura de 1990 (EIT 90), se consideró como referencia el Procedimiento para la Calibración de Medios Isotérmicos con aire como Medio Termostático PC-018; 2da edición; Junio 2009, del SNM-INDECOPI.

7. Lugar de calibración

Laboratorio de temperatura de CALIBRATEC S.A.C.
Avenida Chillón Lote 50-B - Comas - Lima - Lima

8. Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	21.5 °C	21.7 °C
Humedad Relativa	65 %	65 %

9. Patrones de referencia

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado y/o informe de calibración
MSG - LABORATORIO ACREDITADO REGISTRO: LC-038	TERMÓMETRO DE INDICACIÓN DIGITAL DE 10 CANALES TERMOPARES TIPO T - DIGISENSE	LTT21-0008
METROIL - LABORATORIO ACREDITADO REGISTRO: LC-001	THERMOHIGROMETRO DIGITAL BOECO MODELO: HTC-8	T-1131- 2020

10. Observaciones

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación de **CALIBRADO**.
- La periodicidad de la calibración depende del uso, mantenimiento y conservación del instrumento de medición.



☎ 913 028 621 - 913 028 622
☎ 913 028 623 - 913 028 624

📍 Av. Chillón Lote 50 B - Comas - Lima - Lima
✉ ventascalibratec@gmail.com
🏢 CALIBRATEC SAC

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA - LT - 008 - 2021

Área de Metrología
Laboratorio de Temperatura

Página 3 de 5

11. Resultados de Medición

Temperatura ambiental promedio 21.5 °C
Tiempo de calentamiento y estabilización del equipo 2 horas
El controlador se seteo en 110

PARA LA TEMPERATURA DE 110 °C

Tiempo (min)	Termómetro del equipo (°C)	TEMPERATURAS EN LAS POSICIONES DE MEDICIÓN (°C)										T prom (°C)	Tmax-Tmin (°C)
		NIVEL SUPERIOR					NIVEL INFERIOR						
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
00	110.0	107.1	106.9	105.8	109.0	105.8	107.0	112.3	113.9	107.1	111.5	108.6	8.1
02	110.0	107.1	107.5	105.8	108.6	105.8	107.1	111.9	114.2	107.1	111.3	108.6	8.4
04	110.0	106.9	107.4	105.8	108.6	105.8	107.2	112.4	114.0	106.9	111.6	108.7	8.2
06	110.0	107.0	107.4	105.5	108.6	105.5	107.1	112.5	114.3	107.0	111.2	108.6	8.8
08	110.0	107.1	107.3	105.7	109.0	105.7	106.9	112.4	114.1	107.1	111.3	108.7	8.4
10	110.0	107.0	107.4	105.3	108.6	105.8	107.3	112.3	114.1	107.0	111.4	108.6	8.8
12	110.0	107.1	107.5	105.5	108.6	105.5	106.7	112.4	114.3	107.1	111.3	108.6	8.8
14	110.0	106.9	107.3	105.5	109.0	105.5	106.6	112.7	114.1	106.9	111.4	108.6	8.6
16	110.0	107.0	107.5	106.1	108.6	106.1	106.7	112.5	114.4	107.0	111.8	108.8	8.3
18	110.0	107.1	107.3	106.3	109.0	106.3	106.8	112.6	114.3	107.1	111.0	108.8	8.0
20	110.0	107.1	107.2	106.2	108.6	106.2	106.7	112.3	114.2	107.1	110.9	108.6	8.0
22	110.0	107.1	107.1	106.1	108.6	106.1	107.1	112.7	114.4	107.1	111.5	108.8	8.3
24	110.0	106.9	107.3	106.2	108.6	106.2	107.5	112.6	113.9	106.9	111.4	108.7	7.7
26	110.0	107.0	107.3	106.5	108.6	106.5	107.5	112.3	114.1	107.0	111.3	108.8	7.6
28	110.0	106.9	106.9	106.3	108.6	106.3	107.7	112.6	114.2	106.9	111.4	108.8	7.9
30	110.0	107.0	107.0	106.4	109.0	106.4	107.7	112.5	114.3	107.0	111.5	108.9	7.9
32	110.0	107.1	107.6	106.4	108.6	106.4	107.5	112.7	114.4	107.1	111.5	108.9	8.0
34	110.0	107.0	107.3	106.3	109.0	106.3	107.5	112.6	114.1	107.0	111.3	108.8	7.8
36	110.0	107.1	107.3	106.2	108.6	106.2	107.8	112.3	114.2	107.1	111.1	108.8	8.0
38	110.0	107.1	107.3	106.3	108.6	106.3	107.2	112.4	114.1	107.1	111.2	108.8	7.8
40	110.0	106.9	107.4	106.4	109.0	106.4	107.4	112.4	114.3	106.9	111.2	108.8	7.9
42	110.0	107.0	106.9	105.9	108.6	105.9	106.7	112.8	114.4	107.0	111.0	108.6	8.5
44	110.0	107.0	107.5	106.7	108.6	106.7	106.8	112.7	114.2	107.0	111.4	108.9	7.5
46	110.0	107.1	107.3	106.7	108.6	106.7	106.8	112.7	114.1	107.1	111.3	108.8	7.4
48	110.0	107.1	107.4	106.6	109.0	106.6	106.7	112.3	114.0	107.1	110.9	108.8	7.4
50	110.0	106.9	107.2	106.3	108.6	106.3	106.5	112.4	114.1	106.9	111.3	108.6	7.8
52	110.0	107.0	107.3	106.4	108.6	106.4	106.7	112.5	114.4	107.0	111.5	108.8	8.0
54	110.0	107.1	107.2	106.2	108.6	106.2	106.5	112.7	114.2	107.1	111.7	108.7	8.0
56	110.0	107.1	107.0	106.4	108.6	106.4	107.2	112.6	114.0	107.1	110.9	108.7	7.6
58	110.0	106.9	107.4	106.3	109.0	106.3	107.2	112.4	114.4	106.9	111.7	108.8	8.1
60	110.0	107.0	107.5	106.1	108.6	106.1	107.5	112.4	114.3	107.0	111.7	108.8	8.2
T.PROM	110.0	107.0	107.3	106.1	108.7	106.1	107.1	112.5	114.2	107.0	111.3	108.7	
T.MAX	110.0	107.1	107.6	106.7	109.0	106.7	107.8	112.8	114.4	107.1	111.8		
T.MIN	110.0	106.9	106.9	105.3	108.6	105.5	106.5	111.9	113.9	106.9	110.9		
DTT	0.0	0.2	0.7	1.4	0.4	1.2	1.3	0.9	0.5	0.2	0.9		



☎ 913 028 621 - 913 028 622
☎ 913 028 623 - 913 028 624

📍 Av. Chillón Lote 50 B - Comas - Lima - Lima
✉ ventascalibratec@gmail.com
🏢 CALIBRATEC SAC



CALIBRATEC S.A.C.

LABORATORIO DE METROLOGIA

CALIBRACIÓN DE
EQUIPOS E INSTRUMENTOS

RUC: 20606479680

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA - LT - 008 - 2021

Área de Metrología
Laboratorio de Temperatura

Página 4 de 5

PARÁMETRO	VALOR (°C)	INCERTIDUMBRE EXPANDIDA (°C)
Máxima Temperatura Medida	114.4	15.9
Mínima Temperatura Medida	105.3	0.1
Desviación de Temperatura en el Tiempo	1.4	0.1
Desviación de Temperatura en el Espacio	8.1	9.4
Estabilidad Medida (±)	0.7	0.04
Uniformidad Medida	8.8	9.4

- T.PROM : Promedio de la temperatura en una posición de medición durante el tiempo de calibración.
T.prom : Promedio de las temperaturas en la diez posiciones de medición para un instante dado.
T.MAX : Temperatura máxima.
T.MIN : Temperatura mínima.
DTT : Desviación de Temperatura en el Tiempo.

Para cada posición de medición su "desviación de temperatura en el tiempo" DTT está dada por la diferencia entre la máxima y la mínima temperatura en dicha posición.

Entre dos posiciones de medición su "desviación de temperatura en el espacio" está dada por la diferencia entre los promedios de temperaturas registradas en ambas posiciones.

Incertidumbre expandida de las indicaciones del termómetro propio del Medio Isotermo : 0.06 °C

La incertidumbre expandida de medición fue calculada a partir de los componentes de incertidumbre de los factores de influencia en la calibración. La incertidumbre indicada no incluye una estimación de variaciones a largo plazo.

La uniformidad es la máxima diferencia medida de temperatura entre las diferentes posiciones espaciales para un mismo instante de tiempo.

La Estabilidad es considerada igual a $\pm 1/2$ DTT.

Durante la calibración y bajo las condiciones en que ésta ha sido hecha, el medio isotermo SI CUMPLE con los límites especificados de temperatura.



☎ 913 028 621 - 913 028 622
☎ 913 028 623 - 913 028 624

📍 Av. Chillon Lote 50 B - Comas - Lima - Lima
✉ ventascalibratec@gmail.com
🏢 CALIBRATEC SAC



CALIBRATEC S.A.C.

LABORATORIO DE METROLOGIA

CALIBRACIÓN DE
EQUIPOS E INSTRUMENTOS

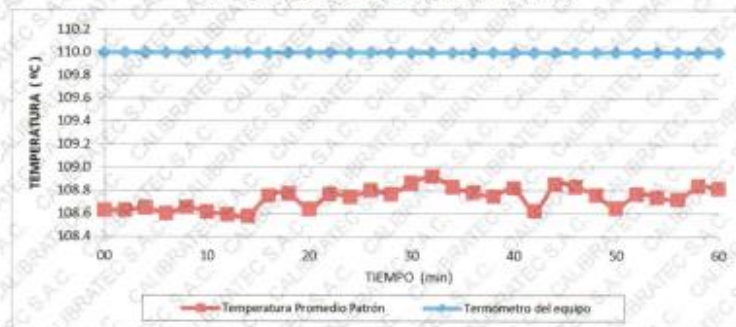
RUC: 20606479680

Área de Metrología
Laboratorio de Temperatura

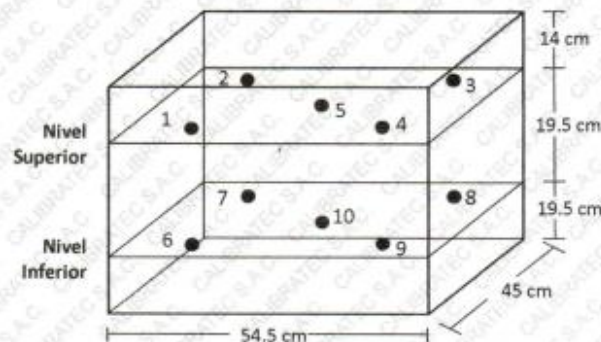
CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA - LT - 008 - 2021

Página 5 de 5

DISTRIBUCIÓN DE TEMPERATURAS EN EL EQUIPO TEMPERATURA DE TRABAJO: $110\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 10\text{ }^{\circ}\text{C}$



DISTRIBUCIÓN DE LOS TERMOPARES



Los sensores 5 y 10 están ubicados en el centro de sus respectivos niveles.

Los sensores del 1 al 4 y del 6 al 9 se colocaron a 8 cm de las paredes laterales y a 8 cm del fondo y frente del equipo a calibrar.

12. Incertidumbre

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura $k=2$, el cual proporciona un nivel de confianza de aproximadamente 95%.

Fin del documento

☎ 913 028 621 - 913 028 622
☎ 913 028 623 - 913 028 624

📍 Av. Chillon Lote 50 B - Comas - Lima - Lima
✉ ventascalibratec@gmail.com
🏢 CALIBRATEC SAC



CALIBRATEC S.A.C.

LABORATORIO DE METROLOGIA

CALIBRACIÓN DE
EQUIPOS E INSTRUMENTOS

RUC: 20606479680

Área de Metrología
Laboratorio de Masas

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA - LM - 038 - 2021

Página 1 de 4

1. Expediente	0219-2021
2. Solicitante	LABORATORIO SOIL MECHANICS S.A.C.
3. Dirección	AV. PROGRESO NRO. 254 (POR EL TOBOGAN) PUNO - PUNO PERU
4. Equipo de medición	BALANZA ELECTRÓNICA
Capacidad Máxima	30000 g
División de escala (d)	1 g
Div. de verificación (e)	1 g
Clase de exactitud	III
Marca	OMAC
Modelo	NA 100
Número de Serie	0006390334
Capacidad mínima	20 g
Procedencia	CHINA
Identificación	NO INDICA

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Los resultados son validos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.

CALIBRATEC S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.

El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.

5. Fecha de Calibración 2021-05-26

Fecha de Emisión

2021-05-26

Jefe del Laboratorio de Metrología


MANUEL ALEJANDRO ALIAGA TORRES

Sello



☎ 913 028 621 - 913 028 622
☎ 913 028 623 - 913 028 624

📍 Av. Chillon Lote 50 B - Comas - Lima - Lima
✉ ventascalibratec@gmail.com
🏢 CALIBRATEC SAC



CALIBRATEC S.A.C.
LABORATORIO DE METROLOGIA

**CALIBRACIÓN DE
EQUIPOS E INSTRUMENTOS**

RUC: 20606479680

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
CA - LM - 038 - 2021**

Área de Metrología
Laboratorio de Masas

Página 2 de 4

6. Método de Calibración

La calibración se realizó según el método descrito en el PQ-001, Procedimiento de Calibración de Balanzas de Funcionamiento No Automático Clase III y Clase III¹ del SNM-1990/01.

7. Lugar de calibración

Laboratorio de Masa de CALIBRATEC S.A.C.
Avenida Chillón Lote 50B - Comas - Lima - Lima

8. Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	20.6 °C	20.8 °C
Humedad Relativa	56 %	56 %

9. Patrones de referencia

Los resultados de la calibración son trazables a la Unidad de Medida de los Patrones Nacionales de Masa de la Dirección de Metrología - INACAL en concordancia con el Sistema Internacional de Unidades de Medidas (SI) y el Sistema Legal de Unidades de Medidas (SLUMP).

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
METROIL	JUEGO DE PESAS 10 kg (Clase de Exactitud: M1)	M-0550-2020
METROIL	JUEGO DE PESAS 20 kg (Clase de Exactitud: M1)	M-0549-2020
METROIL	JUEGO DE PESAS 1 kg a 5 kg (Clase de Exactitud: F1)	M-0548-2020
METROIL	JUEGO DE PESAS 1 mg a 1 kg (Clase de Exactitud: F1)	M-0547-2020
METROIL	TERMOHIGROMETRO DIGITAL BOECO	T-1131-2020

10. Observaciones

- Se adjunta una etiqueta autoadhesiva con la indicación de CALIBRADO.
- (**) Código indicada en una etiqueta adherido al equipo.



☎ 913 028 621 - 913 028 622
☎ 913 028 623 - 913 028 624

📍 Av. Chillón Lote 50 B - Comas - Lima - Lima
✉ ventascalibratec@gmail.com
🏢 CALIBRATEC SAC



Fotografía 1 Excavación de la calicata C-1



Fotografía 2 Excavación de la calicata C-1

Fotografía 3 Excavación de la calicata C-2



Fotografía 4 Excavación de la calicata C-3



Fotografía 5 Excavación de la calicata C-4



Fotografía 6 Ensayo de contenido de humedad



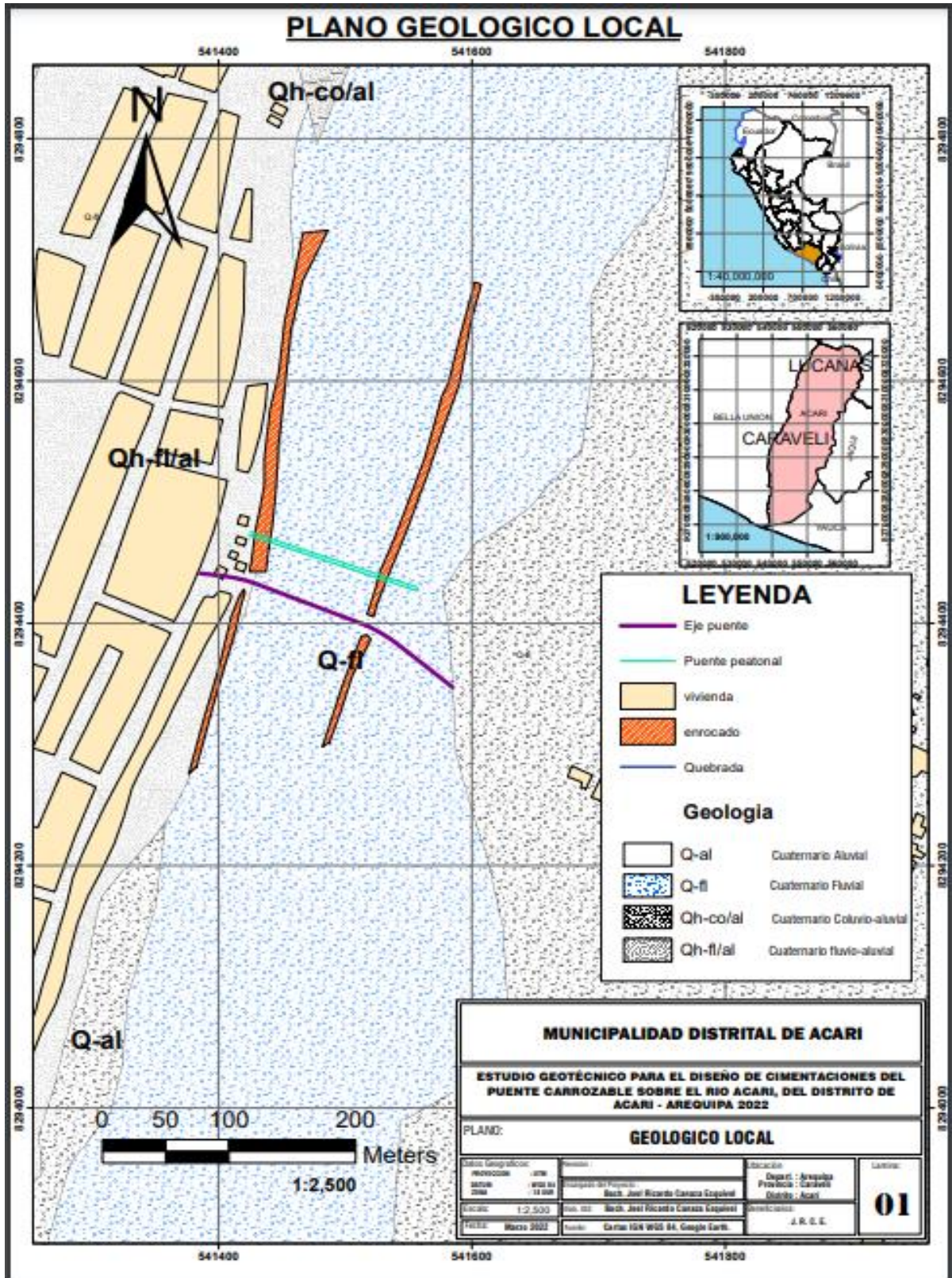
Fotografía 7 Ensayo de límites de consistencia



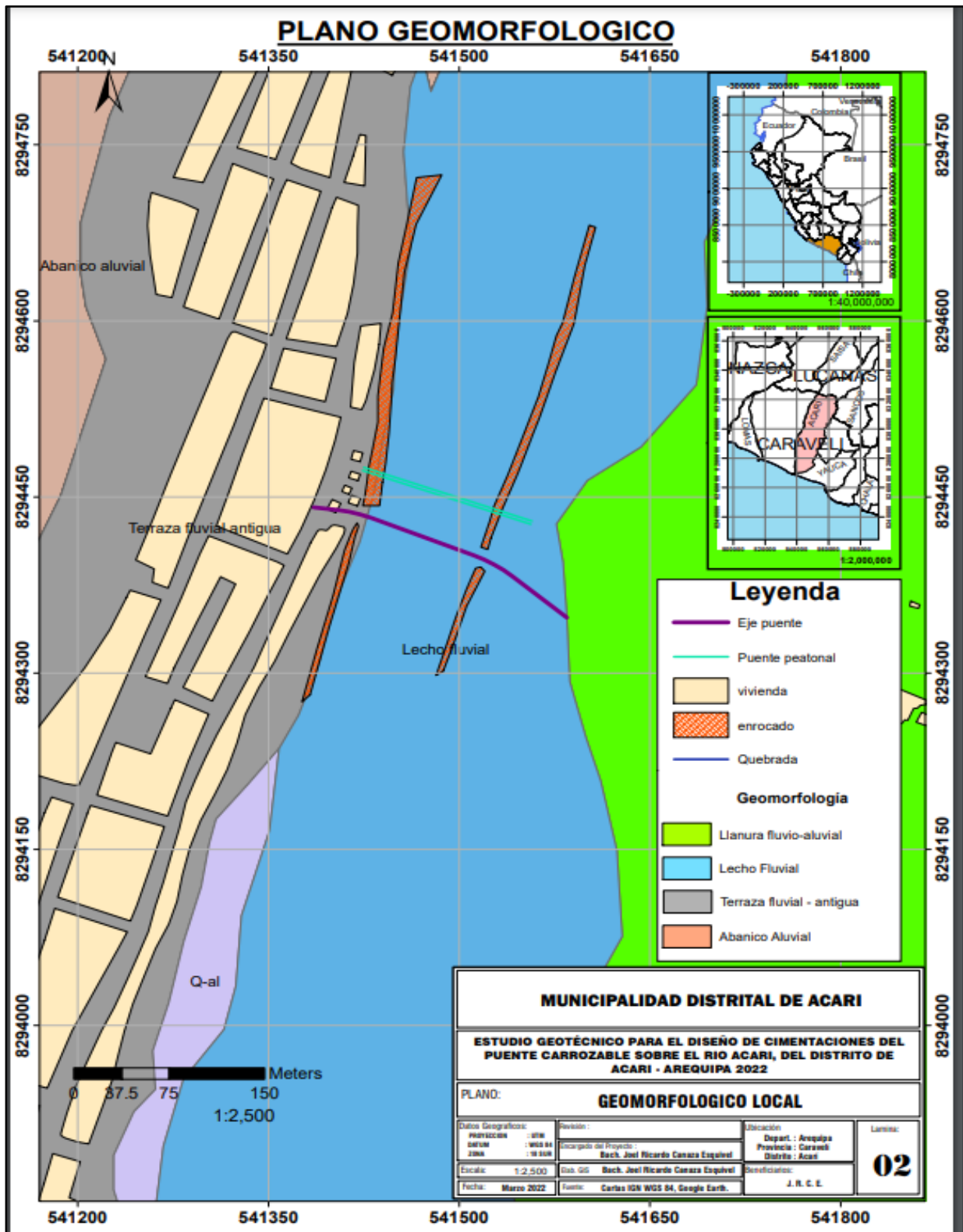
Fotografía 82 Ensayo de granulometría.



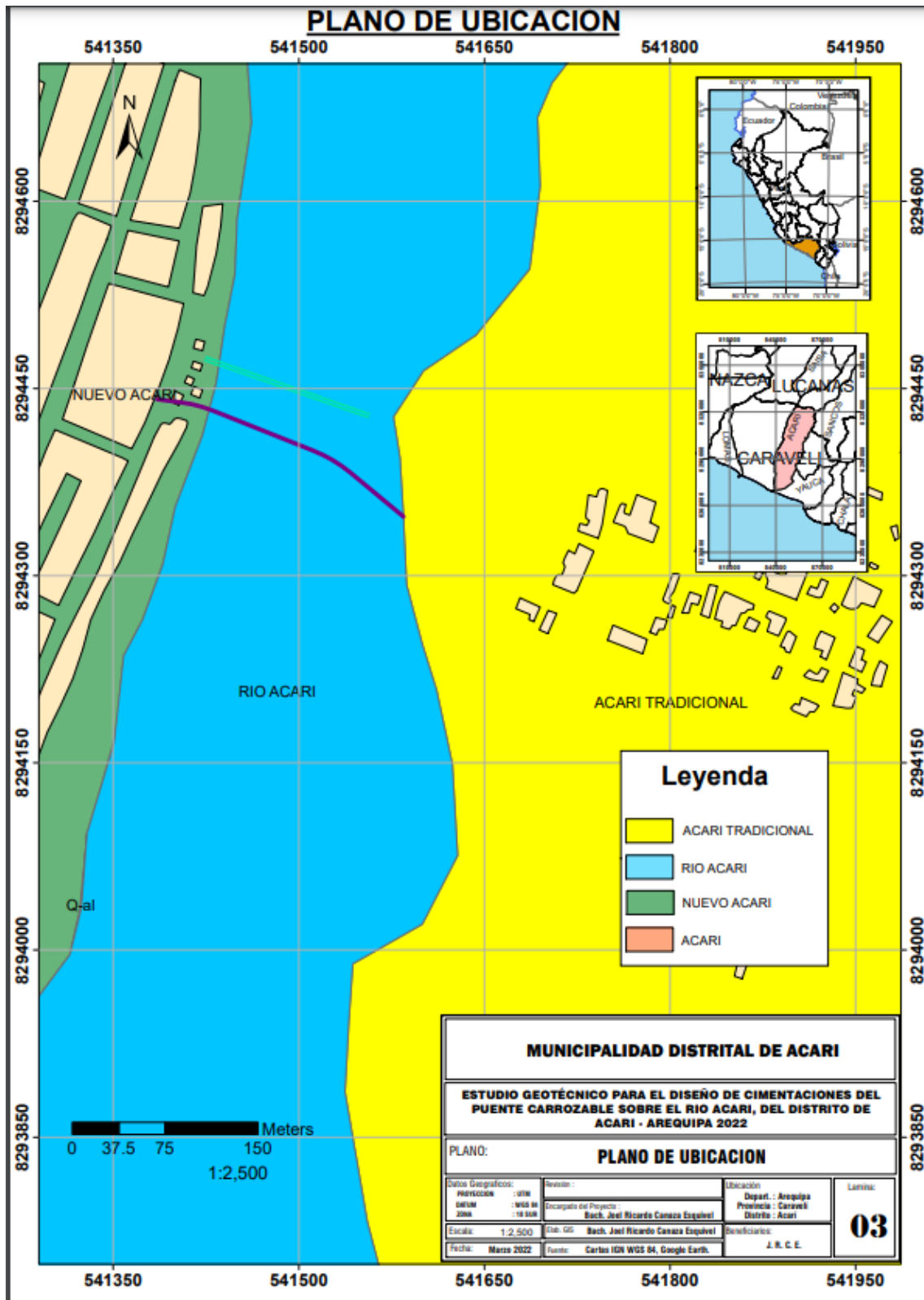
Anexos E. – GEOLOGICO LOCAL.



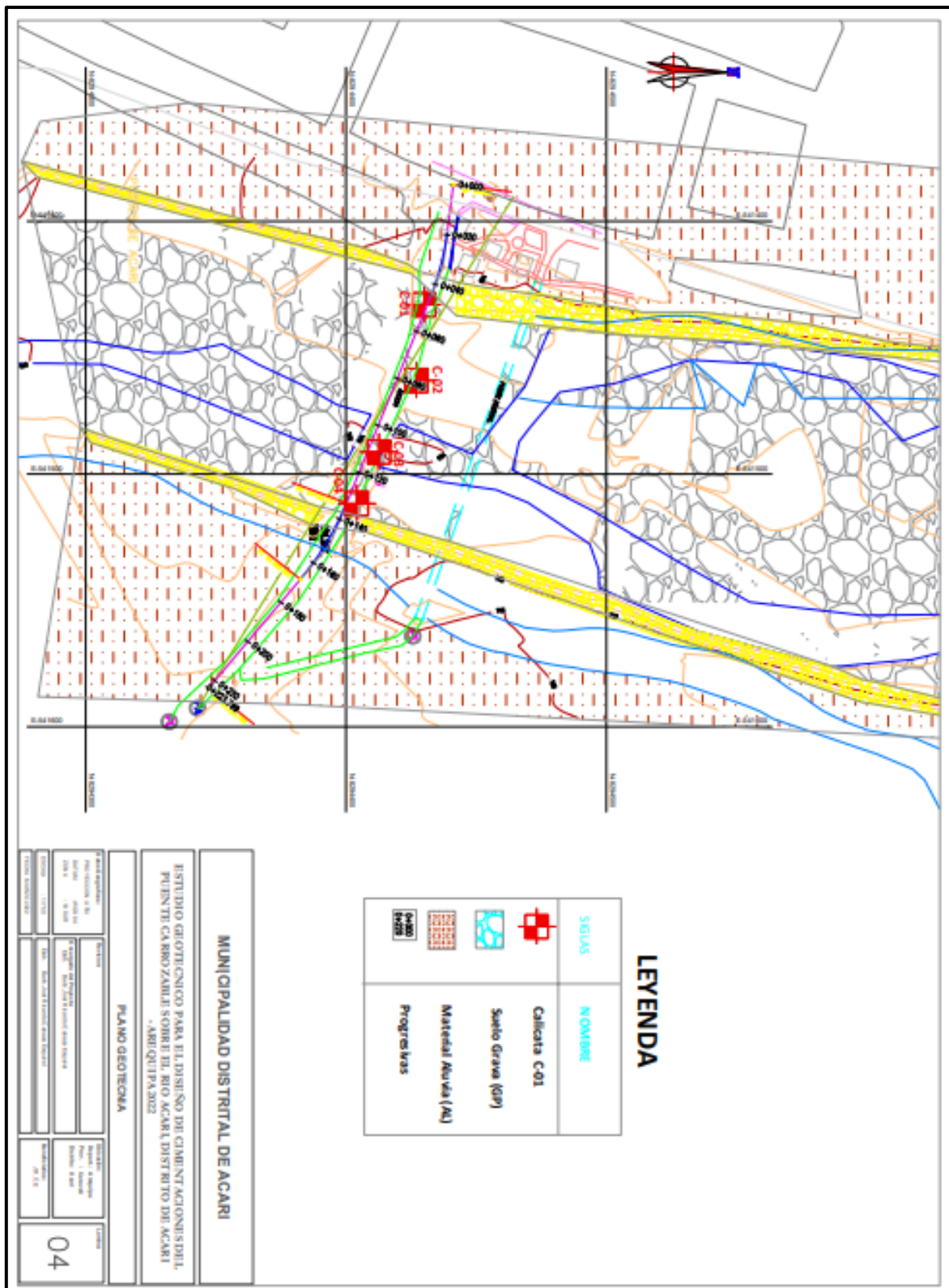
PLANO GEOMORFOLOGICO HIDROLOGICO.



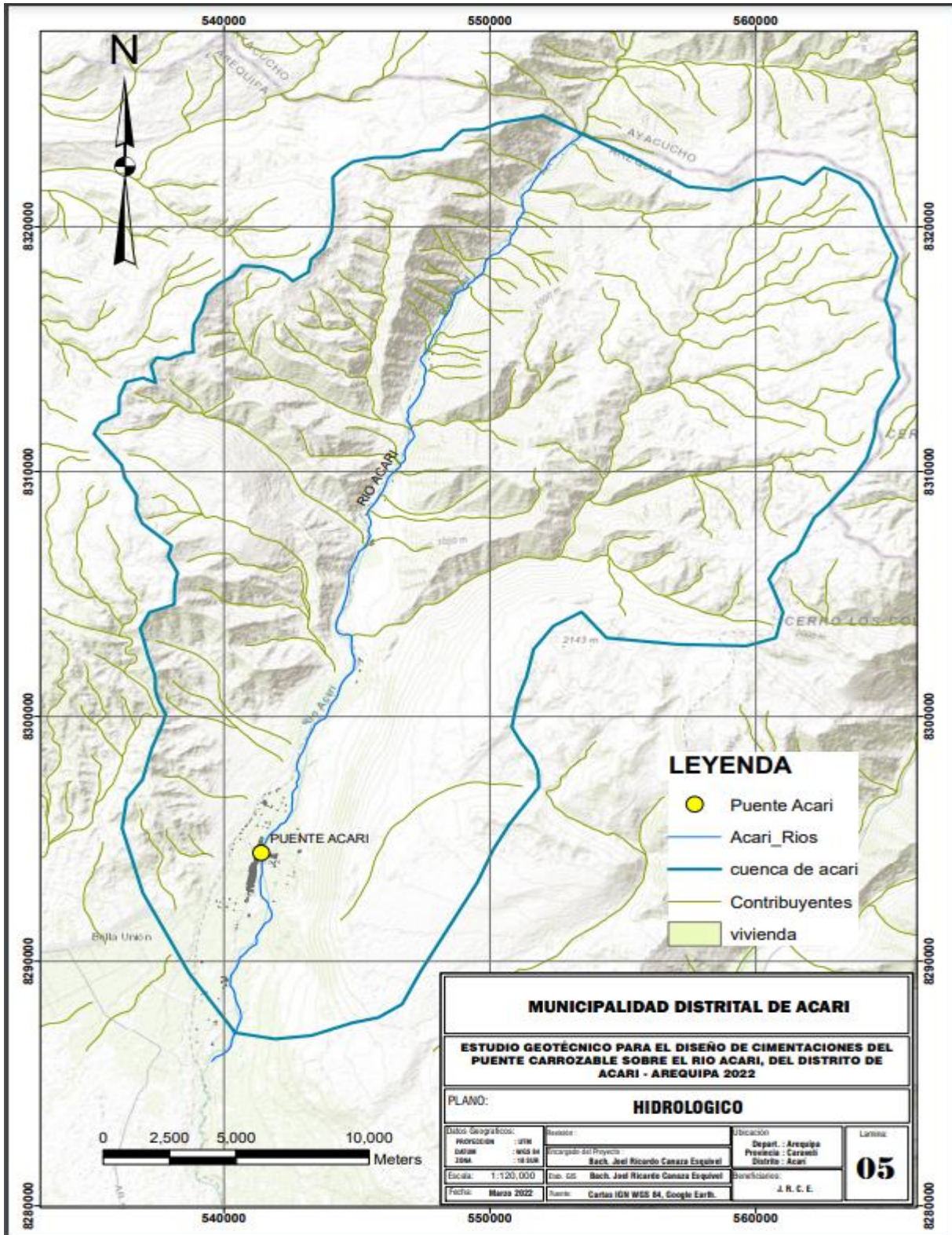
PLANO DE UBICACIÓN.



PLANO GEOTECNICO.



PLANO HIDROLOGICO.





DECLARACIÓN JURADA DE AUTENTICIDAD DE TESIS

Por el presente documento, Yo Joel Ricardo Canaza Esquivel
identificado con DNI 72184038 en mi condición de egresado de:

Escuela Profesional, Programa de Segunda Especialidad, Programa de Maestría o Doctorado

Ingeniería Geológica

, informo que he elaborado el/la Tesis o Trabajo de Investigación para la obtención de Grado
 Título Profesional denominado:

“Estudio Geotécnico Para el Diseño de Cimentaciones del Puente
Carrozable sobre el Río Acarí, Del Distrito de Acarí - Arequipa 2022
” Es un tema original.


Declaro que el presente trabajo de tesis es elaborado por mi persona y **no existe plagio/copia** de ninguna naturaleza, en especial de otro documento de investigación (tesis, revista, texto, congreso, o similar) presentado por persona natural o jurídica alguna ante instituciones académicas, profesionales, de investigación o similares, en el país o en el extranjero.

Dejo constancia que las citas de otros autores han sido debidamente identificadas en el trabajo de investigación, por lo que no asumiré como tuyas las opiniones vertidas por terceros, ya sea de fuentes encontradas en medios escritos, digitales o Internet.

Asimismo, ratifico que soy plenamente consciente de todo el contenido de la tesis y asumo la responsabilidad de cualquier error u omisión en el documento, así como de las connotaciones éticas y legales involucradas.

En caso de incumplimiento de esta declaración, me someto a las disposiciones legales vigentes y a las sanciones correspondientes de igual forma me someto a las sanciones establecidas en las Directivas y otras normas internas, así como las que me alcancen del Código Civil y Normas Legales conexas por el incumplimiento del presente compromiso

Puno 21 de Noviembre del 2023


FIRMA (obligatoria)



Huella



AUTORIZACIÓN PARA EL DEPÓSITO DE TESIS O TRABAJO DE INVESTIGACIÓN EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL

Por el presente documento, Yo Joel Ricardo Canaza Esquivel
, identificado con DNI 72184038 en mi condición de egresado de:

Escuela Profesional, Programa de Segunda Especialidad, Programa de Maestría o Doctorado

Ingeniería Geológica

, informo que he elaborado el/la Tesis o Trabajo de Investigación para la obtención de Grado

Título Profesional denominado:

"Estudio Geotécnico Para el Diseño de Cimentaciones del Puente
Carrozable sobre el Rio Acari, del Distrito de Acari. Arequipa 2022"

" Por medio del presente documento, afirmo y garantizo ser el legítimo, único y exclusivo titular de todos los derechos de propiedad intelectual sobre los documentos arriba mencionados, las obras, los contenidos, los productos y/o las creaciones en general (en adelante, los "Contenidos") que serán incluidos en el repositorio institucional de la Universidad Nacional del Altiplano de Puno.

También, doy seguridad de que los contenidos entregados se encuentran libres de toda contraseña, restricción o medida tecnológica de protección, con la finalidad de permitir que se puedan leer, descargar, reproducir, distribuir, imprimir, buscar y enlazar los textos completos, sin limitación alguna.

Autorizo a la Universidad Nacional del Altiplano de Puno a publicar los Contenidos en el Repositorio Institucional y, en consecuencia, en el Repositorio Nacional Digital de Ciencia, Tecnología e Innovación de Acceso Abierto, sobre la base de lo establecido en la Ley N° 30035, sus normas reglamentarias, modificatorias, sustitutorias y conexas, y de acuerdo con las políticas de acceso abierto que la Universidad aplique en relación con sus Repositorios Institucionales. Autorizo expresamente toda consulta y uso de los Contenidos, por parte de cualquier persona, por el tiempo de duración de los derechos patrimoniales de autor y derechos conexos, a título gratuito y a nivel mundial.


En consecuencia, la Universidad tendrá la posibilidad de divulgar y difundir los Contenidos, de manera total o parcial, sin limitación alguna y sin derecho a pago de contraprestación, remuneración ni regalía alguna a favor mío; en los medios, canales y plataformas que la Universidad y/o el Estado de la República del Perú determinen, a nivel mundial, sin restricción geográfica alguna y de manera indefinida, pudiendo crear y/o extraer los metadatos sobre los Contenidos, e incluir los Contenidos en los índices y buscadores que estimen necesarios para promover su difusión.

Autorizo que los Contenidos sean puestos a disposición del público a través de la siguiente licencia:

Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional. Para ver una copia de esta licencia, visita: <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

En señal de conformidad, suscribo el presente documento.

Puno 21 de NOVIEMBRE del 20 23


FIRMA (obligatoria)



Huella