

UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO
FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMA DE ESTUDIO DE INGENIERÍA CIVIL



TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

**Estudio de zonificación de suelos con fines de cimentación para la
habilitación urbana del sector Florida Alta – Cajamarca**

Línea de Investigación
Ingeniería Civil
Sub Línea de Investigación
Geotecnia

Autores:

Alfaro Melgarejo, Cristian Antonio
Salas Caballero, Diego Jonatan

JURADO EVALUADOR:

Presidente : Galvez Paredes, Jose Alcides
Secretario : Merino Martinez, Marcelo Edmundo
Vocal : Medina Carbajal, Lucio Sigifredo

Asesor:

Henríquez Ulloa, Juan Paul

Código Orcid: <https://orcid.org/0000-0003-3357-2315>

TRUJILLO – PERÚ
2023

Fecha de sustentación: 2023/07/24

UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO
FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMA DE ESTUDIO DE INGENIERÍA CIVIL



TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

**Estudio de zonificación de suelos con fines de cimentación para la
habilitación urbana del sector Florida Alta – Cajamarca**

Línea de Investigación
Ingeniería Civil
Sub Línea de Investigación
Geotecnia

Autores:

Alfaro Melgarejo, Cristian Antonio
Salas Caballero, Diego Jonatan

JURADO EVALUADOR:

Presidente : Galvez Paredes, Jose Alcides
Secretario : Merino Martinez, Marcelo Edmundo
Vocal : Medina Carbajal, Lucio Sigifredo

Asesor:

Henríquez Ulloa, Juan Paul

Código Orcid: <https://orcid.org/0000-0003-3357-2315>

TRUJILLO – PERÚ
2023

Fecha de sustentación: 2023/07/24

Estudio de zonificación de suelos con fines de cimentación para la habilitación urbana del sector Florida Alta - Cajamarca

INFORME DE ORIGINALIDAD

17 %	17 %	3 %	9 %
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	hdl.handle.net Fuente de Internet	5 %
2	1library.co Fuente de Internet	4 %
3	vdocuments.site Fuente de Internet	1 %
4	repositorio.unesum.edu.ec Fuente de Internet	1 %
5	repositorio.unap.edu.pe Fuente de Internet	1 %
6	repositorio.usmp.edu.pe Fuente de Internet	1 %
7	biblioteca.uajms.edu.bo Fuente de Internet	1 %
8	pt.scribd.com Fuente de Internet	1 %
9	repositorio.unfv.edu.pe Fuente de Internet	

		1 %
10	Submitted to CONACYT Trabajo del estudiante	1 %
11	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	1 %
12	repositorio.uandina.edu.pe Fuente de Internet	1 %
13	repositorio.udh.edu.pe Fuente de Internet	1 %

Excluir citas	Apagado	Exclude assignment template	Activo
Excluir bibliografía	Activo	Excluir coincidencias	< 1%



Declaración de originalidad

Yo, Juan Paul Henríquez Ulloa, docente del Programa de Estudio de Ingeniería Civil de la Universidad Privada Antenor Orrego, asesor de la tesis de investigación titulada **"Estudio de zonificación de suelos con fines de cimentación para la habilitación urbana del sector Florida Alta - Cajamarca"**, autores Alfaro Melgarejo Cristian Antonio y Salas Caballero Diego Jonatan, de constancia de lo siguiente:

- El mencionado documento tiene un índice de puntuación de similitud de 17%. Así lo consigna el reporte de similitud emitido por el software Turnitin el (20, Julio del 2023).
- He revisado con detalle dicho reporte y la tesis, y no se advierte indicios de plagio.
- Las citas a otros autores y sus respectivas referencias cumplen con las normas establecidas por la Universidad.

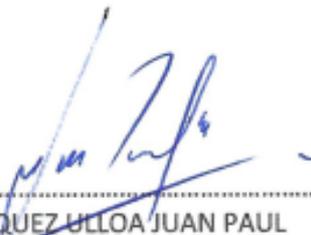
Lugar y fecha: Trujillo 20/07/2023



ALFARO MELGAREJO CRISTIAN ANTONIO
DNI: 70820386



SALAS CABALLERO DIEGO JONATAN
DNI: 74975469



HENRÍQUEZ ULLOA JUAN PAUL
DNI: 40284306
ORCID:
<https://orcid.org/0000-0003-3357-2315>



DEDICATORIA

Dedico, con enorme gratitud y cariño, este informe de tesis, a Dios mi Madre, Flor de María Melgarejo Pinillos, quien, con su esfuerzo y amor, me enseñó como lograr cada propósito en mi vida, estando presente en cada derrota y victoria del proceso.

A la Universidad Privada Antenor Orrego y a cada docente por las enseñanzas brindadas en proceso de la carrera.

Alfaro Melgarejo, Cristian Antonio

DEDICATORIA

La presente tesis va dedicada principalmente a mi amada madre Margarita Elena Caballero Orrillo y a mi querida familia por estar a mi lado durante toda mi vida universitaria brindándome apoyo económico y moral, estando presente en mis logros y desaciertos, dándome aliento y ánimo en todo momento, siendo un pilar fundamental para conseguir una de mis metas, el de ser profesional.

A mis abuelitos, Felipe, Timoteo y Angelica que se encuentran en el cielo, por los buenos consejos que en vida me dieron y por el amor que me proporcionaron.

A la universidad como institución y a los docentes por difundir sus conocimientos y experiencias con nosotros para ser mejores profesionales y ser competitivos en este hermoso rubro.

A mis amigos y compañeros de estudios, por compartir lindos momentos y muchas vivencias en este camino de aprendizaje lleno de retos.

Salas Caballero Diego Jonatan

AGRADECIMIENTO

Deseo expresar mi agradecimiento a mis padres Jorge Antonio Alfaro Bermudez y Flor de Maria Melgarejo Pinillos.

A mi asesor y amigo de esta tesis Ing. Henríquez Ulloa Juan Paul, por la dedicación y apoyo académico. ¡Gracias!

Alfaro Melgarejo, Cristian Antonio

AGRADECIMIENTO

A mis padres y a mi hermosa familia en donde incluyo a mi abuelita Isabel, tíos, hermanos y primos por darme mucho cariño y proporcionarme todo su apoyo, por ser un ejemplo y modelo a seguir, por brindarme buenos consejos contribuyendo en mi crecimiento personal, por ser mis guías y ser partícipes de este logro tan importante para mí.

A mi compañero y amigo, Cristian Alfaro Melgarejo por el apoyo mutuo e intercambio de ideas e información a lo largo de todo este trabajo, contribuyendo a que se realice con éxito y por compartir diversas situaciones durante la ejecución de este proyecto.

A nuestro asesor, Juan Paul Henríquez Ulloa por su buena disposición hacia nosotros y por brindarnos sus conocimientos, ayudándonos en el desarrollo de nuestra tesis.

Salas Caballero Diego Jonatan

RESUMEN

La presente investigación, titulada “Estudio de zonificación de suelos con fines de cimentación para la habilitación urbana del sector Florida Alta – Cajamarca” tuvo como objetivo zonificar el sector Florida Alta – Cajamarca, mediante la clasificación de suelos (SUCS) y la capacidad portante del suelo para viviendas unifamiliares en la expansión urbana del sector.

Hoy en día las diferentes ciudades experimentan un acelerado proceso de urbanización, cuyos habitantes construyen sus viviendas en zonas inestables, debido a que no se realizan estudios que garanticen la estabilidad de suelo de fundación, es por ello que se decidió realizar este trabajo de investigación.

Para llevar a cabo esta investigación se buscó zonificar estratégicamente la ubicación de calicatas de las cuales se extrajeron muestras para posteriormente determinar sus propiedades físicas y mecánicas, determinando de esta manera su capacidad de carga que presenta esta zona y finalmente realizar un diseño de cimentaciones superficiales.

Palabras claves: Zonificación, suelos y cimentación.

ABSTRACT

The present investigation, entitled “Soil zoning study for foundation purposes for urban development of the Florida Alta – Cajamarca sector” its objective was to zone the Florida Alta – Cajamarca sector, through soil classification (SUCS) and the bearing capacity of the soil for single-family homes in the urban expansion of the sector.

Nowadays, the different cities experience an accelerated process of urbanization, whose inhabitants build their homes in unstable areas, due to the fact that no studies are carried out that guarantee the stability of the foundation soil, which is why it was decided to carry out this research work.

To carry out this investigation, we sought to strategically zone the location of pits from which samples were extracted to later determine their physical and mechanical properties, thus determining their load capacity that this area presents and finally carry out a design of superficial foundations.

Keywords: zoning, soils and foundations.

PRESENTACIÓN

Señores Miembros Del Jurado:

De conformidad y en cumplimiento con los requisitos estipulados en el reglamento de Grados y Títulos de la Universidad Privada Antenor Orrego, ponemos a vuestra disposición la presente Tesis titulada: **ESTUDIO DE ZONIFICACIÓN DE SUELOS CON FINES DE CIMENTACIÓN PARA LA HABILITACIÓN URBANA DEL SECTOR FLORIDA ALTA – CAJAMARCA** para obtener el Título Profesional de Ingeniero Civil.

El presente trabajo ha sido desarrollado aplicando los conocimientos adquiridos en la etapa universitaria, revisando constantemente fuentes bibliográficas y con el asesoramiento del Ing. Henríquez Ulloa Juan Paul.

Atte.

Br. Alfaro Melgarejo Cristian Antonio

Br. Salas Caballero Diego Jonatan

ÍNDICE

DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTO	iv
RESUMEN	vi
ABSTRACT	vii
PRESENTACIÓN	viii
I. INTRODUCCIÓN	1
1.1. Problema de investigación	2
1.1.1. Realidad problemática.....	2
1.1.2. Formulación del problema.....	4
1.2. Objetivos	4
1.2.1. Objetivo general.....	4
1.2.2. Objetivos específicos.....	4
1.3. Justificación de la investigación	4
1.3.1. Académica:.....	4
1.3.2. Técnica:.....	5
1.3.3. Social:.....	5
II. MARCO DE REFERENCIA	5
2.1. Antecedentes del estudio	5
2.1.1. Antecedentes internacionales.....	5
2.1.2. Antecedentes nacionales.....	7
2.1.3. Antecedentes locales.....	8
2.2. Marco teórico	9
2.2.1. Origen y formación de los suelos.....	9
2.2.2. Definición de suelo.....	10
2.2.3. Tipos de suelo inorgánico.....	10
2.2.4. Principales propiedades del suelo.....	11
2.2.5. La meteorización.....	12
2.2.6. Estudio de mecánica de suelos.....	12
2.2.7. Técnicas de reconocimiento.....	13
2.2.8. Ensayos de laboratorio.....	14
2.2.9. Zonificación geotécnica.....	15

2.2.10.	Cimentaciones	15
2.2.11.	Clasificación de cimentaciones	15
2.2.12.	Teoría de la capacidad de carga de Terzaghi	18
2.2.13.	Capacidad de Carga Permisible.....	19
2.2.14.	Teoría de la capacidad de carga según Meyerhof	20
2.2.15.	Asentamientos	22
2.3.	Marco Conceptual	25
2.4.	Sistema de hipótesis	26
2.4.1.	Hipótesis:	26
2.4.2.	Variable:.....	26
2.4.3.	Operacionalización de las variables (Dimensiones e Indicadores)	27
III.	METODOLOGÍA EMPLEADA	28
3.1.	Tipo y nivel de investigación	28
3.1.1.	Por el Propósito	28
3.1.2.	Por la clase de medios utilizados para obtener los datos.....	28
3.2.	Población y muestra del estudio	28
3.2.1.	La población.....	28
3.2.2.	La muestra	28
3.3.	Diseño de Investigación	28
3.4.	Técnicas e instrumentos de investigación	28
3.5.	Procesamiento y análisis de datos.....	29
IV.	PRESENTACIÓN DE RESULTADOS	29
4.1.	Análisis e interpretación de resultados de Laboratorio	29
4.1.1.	Determinación del Número de Calicatas	29
4.1.2.	Ubicación de calicatas	32
4.1.3.	Ensayos de laboratorio que determinan las propiedades físicas del suelo.	33
4.1.4.	Determinación de las propiedades mecánicas del suelo encontrado en la zona de estudio. .	57
4.1.5.	Perfiles estratigráficos:	59
4.1.6.	Cálculo del Diseño de Cimentaciones Superficiales:	70
4.1.7.	Cálculo del Asentamiento Elástico en Cimentaciones Superficiales:.....	82
V.	DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	89
	CONCLUSIONES.....	93

RECOMENDACIONES.....	95
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	96
ANEXOS	98

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Tipos de suelos.....	11
Tabla 2 Tipos de ensayo de laboratorio.	14
Tabla 3 Variación de I_f con D_f/B , B/L y μ_s	24
Tabla 4 Operacionalización de la variable.	27
Tabla 5 Categoría de la edificaciones y factor u.	30
Tabla 6 Número de puntos de investigación.	31
Tabla 7 Análisis granulométrico por tamizado de la calicata C1	34
Tabla 8 Análisis granulométrico por tamizado de la calicata C2	36
Tabla 9 Análisis granulométrico por tamizado de la calicata C3	38
Tabla 10 Análisis granulométrico por tamizado de la calicata C4	40
Tabla 11 Análisis granulométrico por tamizado de la calicata C5	42
Tabla 12 Análisis granulométrico por tamizado de la calicata C6	44
Tabla 13 Análisis granulométrico por tamizado de la calicata C7	46
Tabla 14 Análisis granulométrico por tamizado de la calicata C8	48
Tabla 15 Análisis granulométrico por tamizado de la calicata C9	50
Tabla 16 Análisis granulométrico por tamizado de la calicata C10	52
Tabla 17 Análisis granulométrico por tamizado de la calicata C11	54
Tabla 18 Resumen de propiedades físicas del suelo	56
Tabla 19 Esfuerzo cortante y esfuerzo normal.	58
Tabla 20 Factores de capacidad de carga de Terzaghi	71
Tabla 21 Cimentación corrida.....	72
Tabla 22 Capacidad de carga admisible.....	73
Tabla 23 Cimentación cuadrada	75
Tabla 24 Capacidad de carga permisible para cimentación cuadrada	76
Tabla 25 Factores de capacidad de carga según Meyerhof.....	78
Tabla 26 Cimentación corrida.....	79
Tabla 27 Cimentación cuadrada	80
Tabla 28 Cimentación corrida.....	81
Tabla 29 Cimentación cuadrada	82
Tabla 30 Coeficiente de Poisson (μ_s)	83
Tabla 31 Asentamiento elástico en el centro de la cimentación.....	84
Tabla 32 Asentamiento elástico en la esquina de la cimentación.....	86
Tabla 33 Asentamiento elástico de una cimentación rígida.....	87
Tabla 34 Cuadro resumen de asentamiento diferencial en cimentaciones cuadradas.....	88
Tabla 35 Cuadro comparativo de capacidad admisible según Terzaghi y Meyerhof – Cimentación corrida ..	90

Tabla 36 Cuadro comparativo de capacidad admisible según Terzaghi y Meyerhof – Cimentación cuadrada	91
Tabla 37 Cuadro de asentamiento elástico según teoría de elasticidad	91
Tabla 38 Cuadro de distorsión angular.....	92
Tabla 39 Cuadro resumen	94

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Grafico 1 Curva granulométrica de la calicata C1.....	35
Grafico 2 Curva granulométrica de la calicata C2.....	37
Grafico 3 Curva granulométrica de la calicata C3.....	39
Grafico 4 Curva granulométrica de la calicata C4.....	41
Grafico 5 Curva granulométrica de la calicata C5.....	43
Grafico 6 Curva granulométrica de la calicata C6.....	45
Grafico 7 Curva granulométrica de la calicata C7.....	47
Grafico 8 Curva granulométrica de la calicata C8.....	49
Grafico 9 Curva granulométrica de la calicata C9.....	51
Grafico 10 Curva granulométrica de la calicata C10.....	53
Grafico 11 Curva granulométrica de la calicata C11.....	55
Grafico 12 Esfuerzo cortante vs deformación	57
Grafico 13 Línea de resistencia al corte.....	58
Grafico 14 Perfil estratigráfico – Calicata 1	59
Grafico 15 Perfil estratigráfico – Calicata 2	60
Grafico 16 Perfil estratigráfico – Calicata 3	61
Grafico 17 Perfil estratigráfico – Calicata 4	62
Grafico 18 Perfil estratigráfico – Calicata 5	63
Grafico 19 Perfil estratigráfico – Calicata 6	64
Grafico 20 Perfil estratigráfico – Calicata 7	65
Grafico 21 Perfil estratigráfico – Calicata 8	66
Grafico 22 Perfil estratigráfico – Calicata 9	67
Grafico 23 Perfil estratigráfico – Calicata 10	68
Grafico 24 Perfil estratigráfico – Calicata 11	69

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Cimentación superficial	16
Figura 2 Cimentaciones profundas.....	17
Figura 3 Cimentación corrida o continua	18
Figura 4 Ubicación de calicatas	32

I. INTRODUCCIÓN

La creciente ola de inmigrantes que cada día llegan a las diferentes ciudades del mundo por distintas circunstancias, es un fenómeno difícil de soportar en las diferentes capitales, ya que éstas deben albergar gran cantidad de población en terrenos cada vez más estrechos y vulnerables, generalmente en áreas periféricas de difícil urbanización, lo que produce una gran expansión en los límites urbanos y en lugares no aptos para la construcción de viviendas (López, 2004).

Estas viviendas son construidas en los asentamientos humanos por los mismos habitantes, además de su ubicación en terrenos inestables, presentan problemas de construcción. El desconocimiento técnico en el uso de materiales (se combinan materiales no compatibles o se dan tratamientos inadecuados), el desconocimiento en los sistemas de construcción y la mala calidad de los materiales, sumados a las limitaciones económicas de una población de escasos recursos aumentan la vulnerabilidad y el proceso destructivo de las instalaciones precarias frente a cualquier desastre (Audefroy, 2003).

Tal es el caso del sector Lucmacucho en el distrito de Cajamarca, el cual presenta un área ocupada en forma progresiva por viviendas construidas de diversos materiales, de manera desordenada y masificada, sin ninguna planificación. Las casas que se encuentran en construcción y las ya construidas, forman calles en dirección de la pendiente, las cuales presentan zanjas debido a la erosión hídrica, estos problemas se debe a que los pobladores de la zona no cuentan con ningún asesoramiento técnico, control y apoyo de las autoridades, razón por la cual ellos deciden su propio destino urbano, al trazar y construir sus viviendas en forma empírica en áreas donde se desconoce las características del suelo, no considerando factores de riesgos y vulnerabilidad a la que están expuestos.

Así mismo, se debe tener en cuenta que una cimentación inadecuada para el tipo de terreno, mal diseñada o calculada se traduce en la posibilidad de que tanto el propio edificio como las viviendas colindantes sufran asientos diferenciales con el consiguiente deterioro de los mismos pudiendo llegar incluso al colapso, estos problemas se deben a que muchas veces los ciudadanos y ciudadanas

realizan construcciones sin haber realizado estudios de suelo y sin tener en cuenta la normatividad vigente, razón por la cual el terreno no soporta el peso y tiende a resquebrajarse, flexionarse o hundirse, causando problemas y amenazas para sus habitantes. (Audefroy, 2003).

A fin de dar a conocer las características físicas, químicas, mecánicas e hidráulicas de los suelos del sector Florida, de tal manera elaborar un mapa de zonificación para beneficio de futuras construcciones, se plantea la presente investigación.

1.1. Problema de investigación

1.1.1. Realidad problemática

Uno de los grandes problemas que se presenta al momento de construir sin tener la guía de una persona conocedora del campo de la ingeniería civil es que se genera construcciones deficientes con vulnerabilidad a presentar diferentes tipos de fallas, de allí la importancia de tener una base de datos accesible a la población y que permitan conocer las propiedades físicas y mecánicas de los suelos donde se ejecutará nuevas edificaciones.

La falta de información necesaria e indispensable para el desarrollo seguro y ordenado de obras de infraestructura, han abierto una brecha de carencia de estudios geotécnicos que son primordiales para el asentamiento de nuestras cimentaciones, que serán las bases para el diseño de todo proyecto ingenieril, por lo que conocer y sectorizar por áreas los diferentes perfiles estratigráficos con este fin se vuelve una tarea importante. Los estudios de Zonificación de suelos permiten determinar de manera eficaz las características del terreno sobre el cual se levantarán las futuras edificaciones como también las áreas de expansión previstas.

Según el centro Peruano Japonés de investigaciones sísmicas y mitigación de desastres define que una zonificación geotécnica es

el estudio de una determinada área para determinar las propiedades del tipo de suelo que se encuentre allí, siendo primordial este tipo de investigación para el desarrollo de diseños estructurales en cualquier obra de construcción.

Los estudios geotécnicos son una base fundamental en para la realización de diversos proyectos de ingeniería, razón por la cual, en el Perú el Laboratorio Geotécnico del SISMID y el Instituto Geofísico del Perú hace años realizan este tipo de investigaciones. En el año 2010, realizó un estudio de Zonificación Sísmico - Geotécnica para siete distritos de Lima Metropolitana, debido a los posibles efectos desastrosos ante sismos en zonas donde había poco conocimiento de la calidad del suelo y sobre las cuales habían emergido ciudades que tenían proyectos de expansión urbana. En el año 2011, el Ing. Enrique Lujan Silva realizó un estudio de Microzonificación Geotécnica de la ciudad de Trujillo, con el propósito de evaluar y clasificar las propiedades del suelo de esta área para el diseño estructural de las edificaciones, así como una planificación urbana.

El sector Florida Alta perteneciente al distrito de Yonan, Región Cajamarca fue la zona seleccionada para realizar este tipo de trabajo de investigación orientado a un estudio de zonificación de suelos en un área de 3.0311ha, para el diseño de cimentaciones superficiales, debido a que es un área que no cuenta con estudios básicos de Ingeniería y en donde se edificarán construcciones de una manera informal, que con el pasar del tiempo podrían presentar patologías. Sin tener en cuenta que para todo tipo de edificaciones es necesario contar con estudios de suelos para realizar un adecuado diseño estructural en las obras de construcción.

1.1.2. Formulación del problema

¿Cuál es el estudio de zonificación de suelos con fines de cimentación para la habilitación urbana del sector Florida Alta - Cajamarca?

1.2. Objetivos

1.2.1. Objetivo general

Realizar el estudio de zonificación de suelos con fines de cimentación para la habilitación urbana del sector Florida Alta – Cajamarca.

1.2.2. Objetivos específicos

- Sectorizar estratégicamente la zona en estudio para la extracción de las muestras de suelo en base a la norma técnica E 050.
- Determinar las propiedades físicas, químicas, mecánicas e hidráulicas de los suelos aplicando las fórmulas de la mecánica de suelos.
- Determinar capacidades de carga del suelo a diferentes profundidades.
- Proponer el diseño de cimentación superficial más óptimo en la zona de estudio.
- Realizar un mapa de zonificación del suelo perteneciente al Sector Florida Alta.

1.3. Justificación de la investigación

1.3.1. Académica:

Esta investigación se justifica académicamente, puesto que se aplica los conocimientos adquiridos durante la etapa universitaria, así

como también se investigará toda información relevante la cual será aplicada en el proceso de estudio de zonificación de suelos con fines de cimentación y cuyos resultados permitirán tener una data de las características del suelo para futuras construcciones.

1.3.2. Técnica:

Esta investigación se justifica de manera Técnica, porque mediante la aplicación de normas, fórmulas y ensayos de laboratorio se conocerá las características físicas, mecánicas, químicas e hidráulicas del suelo, por lo que consecuentemente se obtendrá el estudio de zonificación de suelos con fines de cimentación.

1.3.3. Social:

Esta investigación se justifica socialmente, porque los datos obtenidos permitirán tener una data referencial para futuras construcciones por parte de entidades públicas y privadas. Así como también servirá como base referencial para futuras investigaciones.

II. MARCO DE REFERENCIA

2.1. Antecedentes del estudio

2.1.1. Antecedentes internacionales

Castillo (2017) Realizó la tesis titulada: “Estudio de zonificación en base a la determinación de la capacidad portante del suelo en las cimentaciones de las viviendas del casco urbano de la parroquia la Matriz del cantón Patate provincia de Tungurahua”, tiene como objetivo principal establecer la Zonificación en base a la capacidad portante del suelo en las cimentaciones de las viviendas del casco urbano de la Parroquia la matriz del Cantón Patate, Provincia de Tungurahua. La investigación llega a la siguiente conclusión, En el análisis de la capacidad portante del suelo para las zonas 1 y 7 donde sus resistencias son superiores a los 30 ton /m² sus cimentaciones serán estables con un nivel de desplante de 1.50. En las zonas 2, 4,

5, 6 su resistencia esta sobre los 15 ton /m², sus cimentaciones serán construidas dentro de los parámetros máximos. Para la zona 3 se determina una resistencia baja de 10.83 ton /m² y con presencia de nivel freático, en donde se propone un mejoramiento de suelo y un sistema de drenaje con la construcción de una cimentación reforzada para evitar fallo por hundimiento. Por lo tanto, el aporte del antecedente al presente proyecto es el proceso metodológico y aplicación de fórmulas para determinar la capacidad portante del suelo cuyos resultados permiten la zonificación de la zona en estudio.

Hernández (2018) realizo la tesis titulada: "Diseño de cimentaciones superficiales, gasoducto El Encino – La Laguna" Esta tesis tiene como finalidad realizar el estudio geotécnico con lo que se permita desarrollar la ingeniería de detalle de las válvulas de seccionamiento involucradas en el proyecto en general y conocer la composición estratigráfica de las áreas involucradas en el proyecto para definir las mejores alternativas de cimentación y pavimentos. Derivado de los trabajos realizados, se obtuvieron los siguientes resultados, los cuales se determina la capacidad máxima admisible del suelo en cada uno de los sitios explorados, asimismo, se determinó los parámetros admisible para la determinación de la capacidad de carga; se integra además un resumen de los parámetros empleados en el análisis de estabilidad de taludes en condiciones estáticas y pseudo - estáticas; por último, se integra el análisis en el que se determinan los asentamientos inmediatos, por consolidación y asentamientos totales. Por lo tanto, el aporte del antecedente es el proceso metodológico y aplicación de fórmulas para determinar la capacidad portante del suelo cuyos resultados permitan tomar la mejor decisión posible en el diseño estructural de la infraestructura del gasoducto El Encino – La Laguna.

Claro (2018) desarrollo la tesis titulada: "Clasificación geotécnica de datos de muestras de suelos de distintos sitios del área metropolitana de Bucaramanga y validación de información con

la base de datos del Servicio Geológico Colombiano” Esta tesis tiene como objetivo digitalizar e interpretar todos los documentos relacionados a proyectos antiguos que realizaron estudios de suelos; realizándose un total de 24 proyectos con un aproximado de 170 sondeos y 15 numero de informes de resultados. Concluyendo que hay 4 unidades geológicas en dicha zona, mostrando su mapa de zonificación.

2.1.2. Antecedentes nacionales

Pajuelo (2018) desarrolló la investigación de pregrado Titulada: “Diseño geotécnico de la cimentación del mercado modelo Villas de Ancón, distrito de Ancón”, Tiene como objetivo principal evaluar la incidencia del estudio geotécnico para proponer un tipo de cimentación que se diseñará en el Mercado Modelo Villas de Ancón. La investigación llega a la siguiente conclusión, que La capacidad portante admisible obtenida del terreno de fundación es de 216.26 Kn/m² (2.21 kg/cm²), lo que permitiría diseñar la platea de cimentación propuesto para la edificación de 4 niveles del mercado modelo Villas de Ancón. Por lo tanto, el aporte del antecedente al presente proyecto es la metodología para investigar las características del suelo y proponer las recomendaciones que se consideran necesarias para el manejo y tratamiento de los aspectos geotécnicos.

Astocondor Peñarrieta (2020) elaboro la tesis titulada: “Estudio de zonificación de los suelos para fines de cimentación superficial del sector Pómape del distrito de Monsefú – Chiclayo”, Esta tesis tiene como finalidad hallar las características físicas y mecánicas del suelo en el sector Pómape del Distrito de Monsefú, se considera los conceptos básicos del proyecto y los procedimientos de los ensayos de laboratorio. Dado todas las conclusiones previas, con las propiedades físicas, químicas y mecánicas obtenidos, se pudo realizar el estudio de zonificación, culminando con el mapa de zonificación del área de estudio realizado a tres profundidades (1.00,

1.50 y 2.00 m). En los cuales se pueden distinguir las clasificaciones de los suelos, las capacidades portantes admisibles y la clasificación con respecto a su salinidad. Por lo tanto, el aporte del antecedente al presente proyecto fue un mapa de Zonificación Geotécnica el cual será de mucha ayuda a los pobladores y al distrito en las futuras construcciones en la zona de estudio y sus alrededores.

2.1.3. Antecedentes locales

Caro (2018) realizó la tesis titulada: "Capacidad portante de los suelos de fundación con fines de cimentación mediante ensayos de corte directo y DPL en la ciudad de Llacanora – Cajamarca" La presente tesis de investigación analizó el comportamiento de los suelos de la zona de expansión urbana de la ciudad de Llacanora - Cajamarca aplicando ensayos de Corte Directo y de Penetración Dinámica Ligera (DPL) para la determinación de la capacidad portante con fines de cimentación. El objetivo general es determinar la capacidad portante de los suelos de fundación con fines de cimentación mediante ensayos de Corte Directo y DPL; clasificando el suelo con el Sistema (SUCS), determinando límites de consistencia, contenido de humedad, peso específico, determinando la capacidad portante con metodología especificada en la norma ASTM 3080 y NTP 339.159 respectivamente. Se concluyó con una zonificación por capacidad portante la cual muestra valores para zonas específicas dentro de la zona de expansión; zona Z1 con una capacidad portante de 2,09 Kg/cm²; zona Z2 con una capacidad portante de 2,75 Kg/cm² y la zona Z3 con una capacidad portante de 2,71 Kg/cm² en la zona de expansión urbana de la ciudad de Llacanora – Cajamarca. Por lo tanto, el aporte del antecedente al presente proyecto fue la determinación de las distintas capacidades portantes de la zona de expansión de la ciudad de Llacanora para futuras construcciones.

Hernandez & Torres (2021) elaboro la tesis titulada: " Expansión urbana y zonificación de la capacidad portante del suelo en el ámbito periurbano de la ciudad capital del distrito de Catilluc, provincia San Miguel, región Cajamarca, 2019" La presente tesis tiene como objetivo determinar las zonas aptas para expansión urbana en base a la capacidad portante que presentan los suelos periurbanos de la ciudad capital del distrito de Catilluc, realizando 20 calicatas de 2.0 m de profundidad, para extraer muestras de cada estrato de suelo y determinar sus características físicas y mecánicas (tipo de suelo, ángulo de fricción, cohesión y capacidad portante). Los resultados obtenidos en los planos de zonificación por capacidad de carga admisible (q_{adm}) del suelo, determinan zonas aptas y medianamente aptas para urbanizar para suelos con valores de q_{adm} mayores a 0.8 kg/cm^2 y las cuales efectivamente se ubican hacia el norte y sureste del ámbito de estudio. Por lo tanto, el aporte del antecedente al presente proyecto fue la elaboración de un plano de zonificación por capacidad de carga admisible del suelo en donde indica las áreas aptas para urbanizar.

2.2. Marco teórico

2.2.1. Origen y formación de los suelos

Según Lambe y Whitman (2004) nos mencionan que la capa más delgada y externa del planeta varía constantemente debido a fuerzas antagónicas. Por un lado, tenemos a las fuerzas de origen interno (petrogenético) para la formación de nuevas combinaciones minerales y producir nuevos materiales, y luego generar nuevos tipos de rocas; el otro es el origen externo (dinámico) que transforma el relieve de la corteza terrestre. Ambos cambios ocurren lentamente.

En tal sentido, a lo largo de la historia, estas fuerzas de origen interno y externo se han repetido constantemente hasta lograr lo que conocemos hoy en día.

Ciclo Geodinámico Externo

Incluyen transporte, erosión y sedimentación de las rocas superficiales de la corteza continental (Lambe y Whitman, 2004).

Ciclo Geodinámico Interno

Consiste en los procesos de diastrofismo que se originaron a partir de rocas ígneas, procesos volcánicos y orogénesis, y formaron nuevas montañas (Lambe y Whitman, 2004).

2.2.2. Definición de suelo

Terzaghi y Peck (1967) nos dicen que el suelo es todo agregado natural de partículas minerales separables por medios mecánicos de poca intensidad.

Se encuentra en la corteza terrestre, exactamente en su capa superficial, donde ocurren todos los procesos naturales. Desde un acercamiento geológico, es un depósito formado por agentes tales como el agua, el viento o el hielo; es decir, es el producto creado por el intemperismo físico, químico o biológico del material de la corteza terrestre.

Es por ello, que lo podemos definir como la capa superficial variable donde se origina gran cantidad de fenómenos y acontecen los procesos físicos y químicos, en cuya composición existen residuos de roca y materia orgánica.

2.2.3. Tipos de suelo inorgánico

Braja M. Das (2015) nos dice que las partículas del suelo inorgánico varían en un intervalo amplio. Estos son llamados: grava y arena que son conocidos como suelo grueso y también tenemos al limo y arcilla que se representan como suelo fino. Dependiendo del tamaño que presente la partícula, para describir este límite, varias

organizaciones desarrollaron los límites de separación para el tamaño del suelo.

Tabla 1

Tipos de suelos

TIPOS DE SUELOS	CARACTERÍSTICAS
Gravas	Son partículas que tienen un tamaño desde 2mm hasta 3 pulgadas y se caracteriza por tener aristas redondeadas.
Arenas	Son partículas que tienen un tamaño desde 2mm hasta los 0.05 mm de diámetro, tienen tendencia a la compresión bajo la acción de una carga.
Limos	Son partículas que tienen poca plasticidad y su tamaño aproximado es de 0.05 mm a 0.005 mm de diámetro.
Arcillas	Son partículas que tienen un tamaño inferior a 0.005 mm, siendo sumamente cohesivas y plásticas.

Nota: La tabla muestra las principales características de los tipos de suelo inorgánico. Extraído de Das, Braja. M. (2015).

2.2.4. Principales propiedades del suelo

- **Humedad:** Esta propiedad influye directamente en la resistencia del suelo, puesto que un suelo muy húmedo tiene baja resistencia con respecto a la carga que soporta.
- **Fricción interna:** El ángulo de fricción es proporcional a la granulometría y la angularidad de las partículas del suelo, teniendo valores que varían según las características del suelo;

para arenas sueltas y limos no plásticos 28°, hasta los 48° para gravillas.

- **Cohesión:** Es la unión permanente de partículas producto de fuerzas como la atracción molecular.
- **Compresibilidad:** Es la propiedad por la cual el suelo presenta asentamientos como producto de la aplicación de una carga.
- **Permeabilidad:** Propiedad que se le atribuye a la masa de suelo cuando permite el flujo de líquidos por medio de un gradiente hidráulico.

2.2.5. La meteorización

- **La meteorización mecánica:** Es la descomposición de las rocas por acción de las fuerzas físicas, cuyas fuerzas pueden ser la corriente de agua de los ríos, viento, olas oceánicas, hielo glacial, acción de congelación.
- **La meteorización química:** Es la descomposición química de la roca original. Entre los distintos procesos de alteración química tenemos la hidratación (paso de anhidrita a yeso), disolución (de los sulfatos en el agua), oxidación (de minerales de hierro expuestos a la intemperie), cementación (por agua conteniendo carbonatos), etc.
- **La meteorización biológica:** Es el proceso de putrefacción de materiales orgánicos por medio de la acción bacteriana.

2.2.6. Estudio de mecánica de suelos

Es el conjunto de parámetros que nos permiten conocer las características y propiedades del suelo, necesarias para la realización de cualquier tipo de proyecto.

Según la norma E.050 (2006), establece al estudio de mecánica de suelos como “Conjunto de exploraciones e investigaciones de campo, ensayos de laboratorio y análisis de gabinete que tienen por objeto estudiar el comportamiento de los suelos y sus respuestas ante las sollicitaciones estáticas y dinámicas de una edificación” (p.47).

Tal y como se ha mencionado, podemos decir que, hoy en día, es fundamental a la realización de los estudios respectivos de mecánica del suelo con fines de cimentación para la determinación de la capacidad portante que tiene la zona, sector o lugar donde vamos a construir una estructura adecuada que refleje la situación real del sitio, de modo que la cimentación diseñada pueda brindar seguridad a la edificación.

2.2.7. Técnicas de reconocimiento

Estas se realizan mediante diversas técnicas de investigación que se integran en la denominada visita o campaña de campo. Estas técnicas de reconocimiento deben proporcionar, en general, los datos necesarios como la naturaleza de los diferentes estratos existentes y sus características geotécnicas.

Las técnicas de reconocimiento de un estudio geotécnico se agrupan en dos métodos:

- **Métodos directos:** Son aquellos métodos que permiten la observación directa del subsuelo, perteneciendo a este grupo los sondeos geotécnicos, las calicatas y zanjas.
- **Métodos indirectos:** Son aquellos métodos que se miden desde la superficie algunas propiedades físicas de los materiales que constituyen los diferentes estratos del terreno.

2.2.8. Ensayos de laboratorio

Tabla 2

Tipos de ensayo de laboratorio.

TIPOS DE ENSAYOS	CARACTERÍSTICAS	FÓRMULAS
Peso específico	Es la relación del peso del suelo entre el volumen del suelo, cumpliendo la condición de grado de saturación igual a 100%.	$y_{sat} = \frac{W_s + W_w}{V_m}$
Ensayo de Análisis Granulométrico (NTP 339.128)	El objetivo principal de la granulometría es determinar cuantitativamente la distribución de tamaños de partículas de suelo.	$C_u = D_{60}/D_{10}$ $C_c = \frac{D_{30}^2}{(D_{60} \times D_{10})}$
Ensayo Contenido de humedad del suelo (NTP 339.127).	Este ensayo determina la cantidad de agua que presenta el suelo, siendo la relación el peso del espécimen con el peso de los sólidos.	$W(\%) = \frac{W_w}{W_s} * 100$
Ensayo de Corte Directo (NTP 339.171).	Se basa Ley de Fricción para el deslizamiento de dos superficies planas.	$\sigma_f = c + \sigma_t g + \varphi$
Ensayo de Penetración dinámico Ligero DPL (NTP339.159, ASTM D3441).	Este ensayo se realiza mediante la aplicación de una carga a través de un plano de localización predeterminado en la dirección horizontal.	$T^\circ = prof(m)10$ $T^\circ = prof(m) * 0.2063$

Nota: La tabla muestra las características y fórmulas de los tipos de ensayos de suelos. Extraído de Das, Braja. M. (2015).

2.2.9. Zonificación geotécnica

Se basa en la clasificación de unidades geotécnicamente homogéneas, el grado de homogeneidad dependerán de la escala, objetivo del mapa y datos disponibles.

Esta se explica como las subdivisiones de una región determinada en base a criterios establecidos, generando sectores que estén de acuerdo a los valores y resultados obtenidos y establecidos en ese criterio, dando la posibilidad de obtener información estudiada del suelo. De lo cual, servirá como aporte debido a que se empleará para futuras construcciones u obras.

Es por ello que podemos concluir que la zonificación geotécnica limita sectores homogéneos que tengan características similares en el cual estén los parámetros principales para evitar futuros problemas.

2.2.10. Cimentaciones

Elemento que trasmite al suelo las cargas de la estructura cuyo objetivo es distribuir las cargas concentradas en columnas o en muros al terreno.

Su función se da debido a que la resistencia y rigidez del suelo del terreno son inferiores a las de la estructura. Por lo tanto, la cimentación poseerá un área en planta superior a la suma total de todas las áreas de soportes y muros de carga.

2.2.11. Clasificación de cimentaciones

2.2.11.1. Superficiales:

Son superficiales cuando transmiten la carga al suelo por presión bajo su base sin rozamientos laterales de ningún tipo. Un cimiento es superficial cuando su anchura es igual o mayor que su profundidad.

En el capítulo 4 de la norma E.050 del Reglamento Nacional de Edificaciones (2006), nos menciona que las cimentaciones superficiales son las que su relación Profundidad / ancho (D_f / B) es menor o igual a cinco (5), donde D_f es la profundidad de la cimentación y B es su ancho o diámetro.

Engloban las zapatas en general y las losas de cimentación. Los distintos tipos de cimentación superficial dependen de las cargas que sobre ellas recaen.

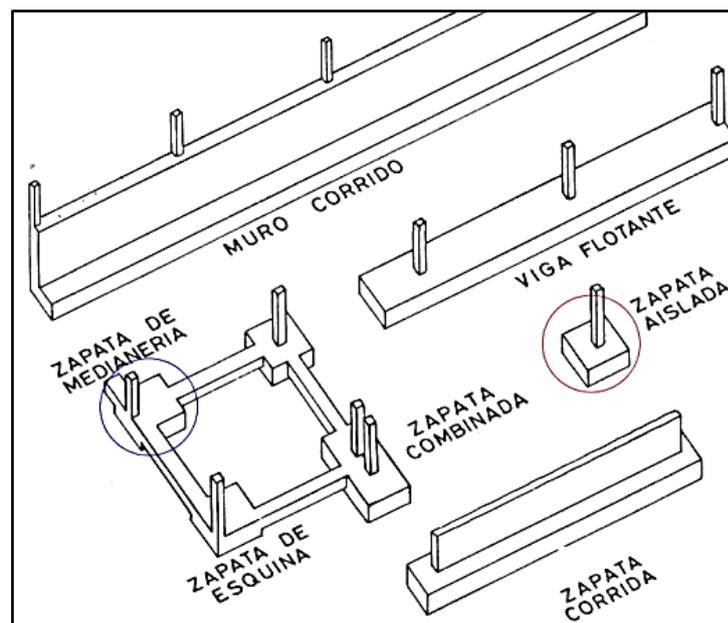
Puntuales: zapatas aisladas: aislada, centrada, combinada, medianera, esquinera.

Lineales: zapatas corridas: bajo muro, bajo pilares, bajo muro y pilares

Superficiales: losas de cimentación.

Figura 1

Cimentación superficial



Nota: La figura muestra los tipos de cimentaciones superficiales. Extraído de Peck, Ralph y otros (2004).

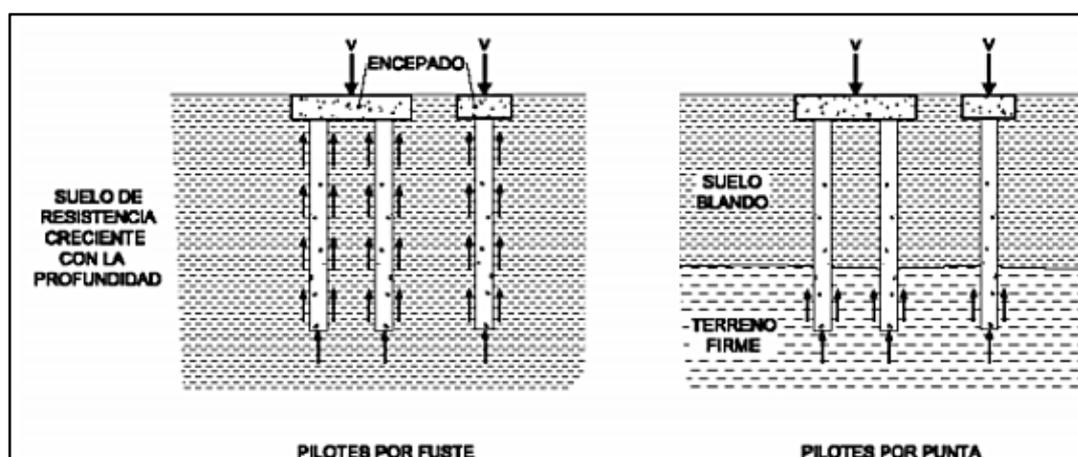
2.2.11.2. Profundas:

Son profundas aquellas que transmiten la carga al suelo por presión bajo su base, pero pueden contar, además, con rozamiento en el fuste.

Generalmente, toda construcción sufre un asentamiento en mayor o menor grado, el cual dependiendo de lo adecuado que haya sido el estudio de la mecánica de suelo y la cimentación escogida. No obstante, un asentamiento no causará mayores problemas cuando el hundimiento sea uniforme y se hayan tomado las debidas precauciones para ello. Sin embargo, en las cimentaciones aisladas y en las corridas, con frecuencia aparecen hundimientos diferenciales más pronunciados en el centro de la construcción. Esto se debe principalmente a la presencia de los bulbos de presión y a la costumbre generalizada de mandar mayores cargas en la parte central de la edificación.

Figura 2

Cimentaciones profundas



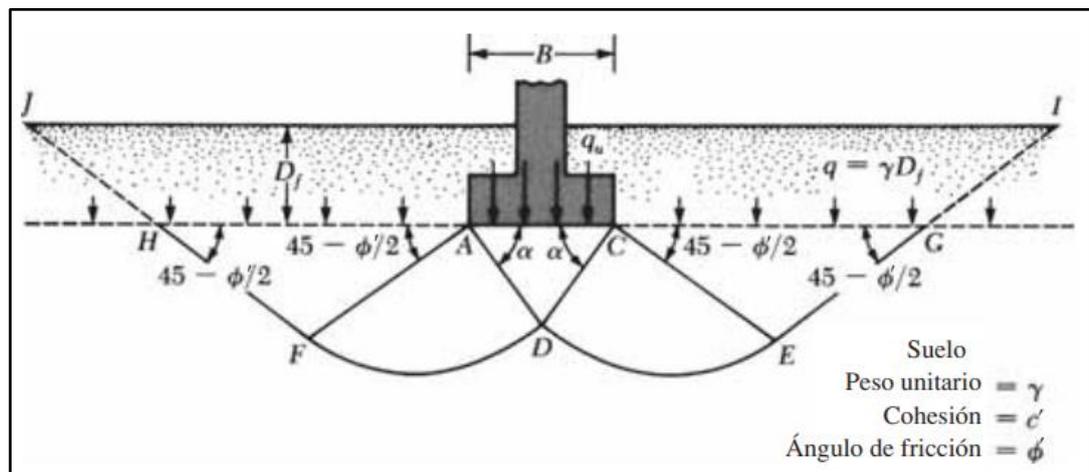
Nota: La figura muestra los tipos de cimentaciones profundas. Extraído de Peck, Ralph y otros (2004).

2.2.12. Teoría de la capacidad de carga de Terzaghi

Teoría que analiza la capacidad de carga última de cimentaciones. De acuerdo con la teoría, una cimentación es superficial si su profundidad, D_f es menor que o igual a su ancho.

Figura 3

Cimentación corrida o continua



Nota: La figura muestra la falla por capacidad de carga en un suelo bajo una cimentación rígida continua. Extraído de Peck, Ralph y otros (2004).

Terzaghi expresó la capacidad de carga última como vemos en la ecuación 1.

$$q_u = cN_c + qN_q + \frac{1}{2}\gamma B N_\gamma \quad \dots\dots\dots \text{Ecuación 1}$$

Donde:

- c = cohesión del suelo
- γ = peso específico del suelo
- $q = \gamma D_f$

- N_c, N_q, N_y = factores de capacidad de carga que son adimensionales y funciones sólo del ángulo de fricción del suelo ϕ .

Para estimar la capacidad de carga última de cimentaciones cuadradas y circulares, la ecuación se puede modificar según como lo indica la ecuación 2 y ecuación 3.

Cimentación cuadrada.

$$q_u = 1.3cN_c + qN_q + 0.4\gamma BN_y \quad \dots\dots\dots \text{Ecuación 2}$$

Cimentación circular

$$q_u = 1.3cN_c + qN_q + 0.3\gamma BN_y \quad \dots\dots\dots \text{Ecuación 3}$$

2.2.13. Capacidad de Carga Permisible

La capacidad de carga permisible en una cimentación es aquella que se puede aplicar sin dañar la estructura y al mismo tiempo se tiene un margen de seguridad conocido como el “Factor de seguridad” (FS). La carga admisible no solo depende del terreno, sino también, de las características estructurales, la cimentación y del factor de seguridad utilizado en cada caso.

El cálculo de la capacidad de carga permisible bruta de cimentaciones superficiales requiere aplicar el FS a la capacidad de carga última, como se muestra en la ecuación 4.

$$q_{adm} = \frac{q_u}{FS} \quad \dots\dots\dots \text{Ecuación 4}$$

2.2.14. Teoría de la capacidad de carga según Meyerhof

La forma de la ecuación, que representa una cimentación continua sometida a una carga vertical, se puede generalizar teniendo en cuenta lo siguiente:

- La resistencia al corte a lo largo de la superficie de falla en el suelo por encima del fondo de la cimentación.
- La proporción entre anchura y longitud de las cimentaciones rectangulares.
- La inclinación de la carga.

Por lo tanto, la ecuación de capacidad última de carga podrá tomar la forma (Meyerhof, 1963)

$$q_u = c' N_c F_{cs} F_{cd} F_{ci} + q N_q F_{qs} F_{qd} F_{qi} + \frac{1}{2} \gamma B N_y F_{ys} F_{yd} F_{yi}$$

donde

c' = cohesión

q = tensión efectiva en el nivel de la parte inferior de la base

γ = peso unitario del suelo

B = ancho de la cimentación

F_{cs}, F_{qs}, F_{ys} = factores de forma

F_{cd}, F_{qd}, F_{yd} = factores de profundidad

F_{ci}, F_{qi}, F_{yi} = factores de inclinación de carga

N_c, N_q, N_y = factores de capacidad de carga

Con relación a los factores de forma y profundidad e inclinación, autores como De Beer, Hansen, Hanna y Meyerhof propusieron las siguientes ecuaciones.

Factor de forma

$$F_{cs} = 1 + \frac{B}{L} \frac{N_q}{N_c}$$

$$F_{qs} = 1 + \frac{B}{L} \tan \phi$$

$$F_{ys} = 1 - 0.4 \frac{B}{L}$$

Donde L = Longitud de la cimentación (L > B)

Fuente: De Beer (1970)

Factor de profundidad

$$\frac{D_f}{B} \leq 1$$

Para $\phi = 0$

$$F_{cd} = 1 + 0.4 \left(\frac{D_f}{B} \right)$$

$$F_{qd} = 1$$

$$F_{yd} = 1$$

Para $\phi > 0$

$$F_{cd} = F_{qd} - \frac{1 - F_{qd}}{N_c \tan \phi}$$

$$F_{qd} = 1 + 2 \tan \phi (1 - \sin \phi)^2 \left(\frac{D_f}{B} \right)$$

$$F_{yd} = 1$$

$$\frac{D_f}{B} > 1$$

Para $\phi = 0$

$$F_{cd} = 1 + 0.4 \tan^{-1} \left(\frac{D_f}{B} \right)$$

$$F_{qd} = 1$$

$$F_{yd} = 1$$

Para $\phi > 0$

$$F_{cd} = F_{qd} - \frac{1 - F_{qd}}{N_c \tan \phi}$$

$$F_{qd} = 1 + 2 \tan \phi (1 - \sin \phi)^2 \tan^{-1} \left(\frac{D_f}{B} \right)$$

2.2.15. Asentamientos

Una cimentación puede fallar por falla de corte del suelo soportado. Sin embargo, antes de la ocurrencia de la falla de corte en el suelo, también es posible que una cimentación se someta a un asentamiento lo suficientemente grande para causar daño a una estructura y hacerla disfuncional para el fin para el que está diseñada. El asentamiento referido aquí puede ser de dos tipos:

2.2.15.1. Asentamiento de consolidación

Siendo el resultado del cambio de volumen en un suelo cohesivo saturado debido a la expulsión de agua intersticial. El asentamiento de consolidación es dependiente del tiempo.

2.2.15.2. Asentamiento elástico

Es causado por la deformación elástica del suelo seco y de los suelos húmedos y saturados sin ningún cambio en el contenido de humedad. Los cálculos de los asentamientos elásticos se basan generalmente en ecuaciones derivadas de la teoría de la elasticidad.

Asentamiento elástico basado en la teoría de la elasticidad

Sobre la base de la teoría de la elasticidad, si la cimentación es perfectamente flexible, el asentamiento se puede expresar como:

$$S_e = q_o(\alpha B') - \frac{1 - \mu_s^2}{E_s} I_s I_f$$

Donde

q_o = presión neta aplicada sobre la cimentación

μ_s = coeficiente de Poisson para el suelo

E_s = módulo de elasticidad promedio del suelo debajo de la cimentación medido desde

$$z = 0 \text{ hasta } z = 4B$$

B' = $B/2$ para el centro de la cimentación

= B para la esquina de la cimentación

I_s = factor de forma (Steinbrenner, 1934)

$$I_s = F_1 + \frac{1 - 2\mu_s}{1 - \mu_s} F_2$$

$$F_1 = \frac{1}{\pi} (A_0 + A_1)$$

$$F_2 = \frac{n'}{2\pi} \tan^{-1} A_2$$

$$A_0 = m' \ln \frac{(1 + \sqrt{m'^2 + 1}) \sqrt{m'^2 + n'^2}}{m' (1 + \sqrt{m'^2 + n'^2 + 1})}$$

$$A_1 = \ln \frac{(m' + \sqrt{m'^2 + 1}) \sqrt{1 + n'^2}}{m' + \sqrt{m'^2 + n'^2 + 1}}$$

$$A_2 = \frac{m'}{n' + \sqrt{m'^2 + n'^2 + 1}}$$

I_f = factor de profundidad (Fox, 1948) = $f\left(\frac{Df}{B}, \mu_s, y \frac{L}{B}\right)$

Tabla 3

Variación de I_f con D_f/B , B/L y μ_s

μ_s	D_f/B	B/L		
		0.2	0.5	1.0
0.3	0.2	0.95	0.93	0.90
	0.4	0.90	0.86	0.81
	0.6	0.85	0.80	0.74
	1.0	0.78	0.71	0.65
0.4	0.2	0.97	0.96	0.93
	0.4	0.93	0.89	0.85
	0.6	0.89	0.84	0.78
	1.0	0.82	0.75	0.69
0.5	0.2	0.99	0.98	0.96
	0.4	0.95	0.93	0.89
	0.6	0.92	0.87	0.82
	1.0	0.85	0.79	0.72

Nota: La tabla muestra los valores de I_f en base a D_f/B , B/L y μ_s . Extraído de Das, Braja.M.(2015).

α = factor que depende de la ubicación de la cimentación en donde el asentamiento está siendo calculado

- Para el cálculo del asentamiento en el centro de la cimentación:

$$\alpha = 4$$

$$m' = \frac{L}{B}$$

$$n' = \frac{H}{\left(\frac{B}{2}\right)}$$

- Para el cálculo del asentamiento en la esquina de la cimentación:

$$\alpha = 1$$

$$m' = \frac{L}{B}$$

$$n' = \frac{H}{B}$$

El asentamiento elástico de una cimentación rígida puede ser estimado como:

$$S_e (rígida) \approx 0.93 S_e (flexible, centro)$$

2.3. Marco Conceptual

- **Calicata:** Excavación superficial que se realiza en un terreno, con la finalidad de permitir la observación de los estratos del suelo a diferentes profundidades y eventualmente obtener muestras generalmente disturbadas. (MTC, 2008, p.10).
- **Capacidad Portante:** Carga que se aplica en el terreno sin producir fallas en la estructura. Depende del terreno, de la cimentación diseñada y del factor de seguridad adoptado en cualquier caso de la ubicación del terreno. (Crespo, 2004, p.290).
- **Cimentación:** Según Calavera Ruiz (2000), “El cimiento es la parte de la estructura encargada de transmitir las cargas al terreno” (p. 13). En tal sentido, presenta diferentes tipos de fundación estructural tales como las zapatas.
- **Granulometría:** Parte del ensayo granulométrico cuya función es separar las partículas mediante el tamizado, clasificándolos en gravas, arenas, arcillas o limo. (NTP 339.128, 1999).
- **Humedad:** cantidad de agua por volumen de tierra que hay en un terreno.
- **Microzonificación:** Es el proceso mediante el cual se establecen zonas de suelos con características similares, permitiendo establecer recomendaciones en cuanto a calidad del tipo de suelo existente.

- **Muestras de campo:** Materiales obtenidos de un yacimiento, de un horizonte de suelo y que se reduce a tamaños, cantidades representativos y más pequeñas según procedimientos establecidos. (MTC, 2008, p.35).
- **Napa Freática:** Es el nivel superior del agua subterránea en el momento de la exploración en campo. Este nivel se puede dar respecto a la superficie del terreno o a una cota de referencia. (MTC, 2008, p.36).
- **Oquedad:** Es el área de vacíos dentro de un sólido, lo cual puede producirse por condiciones naturales o que puede generarse de manera artificial.
- **Suelo:** Capa delgada de la corteza terrestre proveniente de la desintegración, alteraciones físicas o químicas de las rocas y de las actividades provenientes de los seres vivos. (Crespo, 2004, p18).

2.4. Sistema de hipótesis

2.4.1. Hipótesis:

Un estudio de Zonificación de suelos en el Sector Florida Alta para el diseño de las cimentaciones superficiales cumplirá las especificaciones técnicas y normativas en cuanto a diseño según lo que refiere la norma E 050 de suelos y cimentaciones.

2.4.2. Variable:

Estudio de Zonificación de suelos.

2.4.3. Operacionalización de las variables (Dimensiones e Indicadores).

Tabla 4

Operacionalización de la variable

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Instrumentos.
Estudio de Zonificación de suelos.	Establece zonas de suelos con comportamiento similar, de manera que puedan definirse recomendaciones precisas para el diseño y construcción de edificaciones en relación a la calidad del tipo de suelo existente.	La zonificación es uno de los procesos empleados para implementar las propuestas de urbanización establecidas en un plan urbano en tanto con los datos obtenidos de los estudios de suelos se realizará un mapa de zonificación del suelo perteneciente al Sector Florida Alta.	Propiedades físicas	Contenido de humedad	Hojas de cálculo, fórmulas de suelos y Norma técnica E 050
			Propiedades químicas	Granulometría	
			Propiedades hidráulicas	Gravedad específica de sólidos	
			Propiedades mecánicas	Cloruros y sulfatos	
			Mapeo de suelos	Permeabilidad	
				Capacidad de Carga.	Plano
				Características físicas, químicas y mecánicas del suelo.	

Nota: La tabla muestra la descripción de los indicadores, tipo, técnica e instrumento de la variable. Extraído de castillo(2017).

III. METODOLOGÍA EMPLEADA

3.1. Tipo y nivel de investigación

3.1.1. Por el Propósito

Investigación Aplicada: Debido a que utiliza conocimientos adquiridos que dependen de los resultados y avances aplicados de un marco teórico.

3.1.2. Por la clase de medios utilizados para obtener los datos

Investigación de Campo: Se apoya en informaciones provenientes de entrevistas, noticieros e investigaciones, realizados para este estudio.

3.2. Población y muestra del estudio

3.2.1. La población

Distrito de Yonan, Provincia Contumazá, Departamento de Cajamarca.

3.2.2. La muestra

Sector Florida Alta.

3.3. Diseño de Investigación

Investigación Descriptiva: puesto que se limita a la identificación de algún fenómeno y relaciona una sola variable.

3.4. Técnicas e instrumentos de investigación

Se van a realizar ensayos del suelo, materiales, para luego ser procesados por las diversas metodologías de la ingeniería, utilizando la mecánica de suelos y haciendo uso de laboratorios de suelos con la finalidad de poder realizar un proyecto con información verídica de la zona de estudio.

3.5. Procesamiento y análisis de datos

Para el procesamiento de datos se utilizarán los siguientes programas:

Microsoft Excel:

Se utilizará para hacer las hojas de cálculos de los ensayos.

Microsoft Word:

Se usará para la edición del informe de la investigación.

Civil3D:

Ayudará para medir los niveles del terreno en estudio.

AutoCAD:

Nos ayudara a dibujar el perfil del terreno y la ubicación de las calicatas.

Estudio de Mecánica de suelos:

Se realizará estudios de las propiedades físicas y mecánicas de los suelos haciendo uso de laboratorios, para determinar el diseño correspondiente de cimentaciones superficiales correspondientes a la zona de estudio y de esta manera realizar una correcta investigación del proyecto.

IV. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

4.1. Análisis e interpretación de resultados de Laboratorio

4.1.1. Determinación del Número de Calicatas

Se realizó la visita a la zona en estudio para luego definir la categoría a la que pertenece en base a las edificaciones a proyectar, según la Norma Técnica E 030 “Diseño Sismorresistente”.

Tabla 5

Categoría de la edificaciones y factor U.

CATEGORÍA	DESCRIPCIÓN	FACTOR U
A Edificaciones Esenciales	A1: Establecimientos del sector salud (públicos y privados) del segundo y tercer nivel, según lo normado por el Ministerio de Salud. A2: Edificaciones esenciales para el manejo de las emergencias, el funcionamiento del gobierno y en general aquellas edificaciones que puedan servir de refugio después de un desastre.	1.5
B Edificaciones Importantes	Edificaciones donde se reúnen gran cantidad de personas tales como cines, teatros, estadios, coliseos, centros comerciales, terminales de buses de pasajeros, establecimientos penitenciarios, o que guardan patrimonios valiosos como museos y bibliotecas.	1.3
C Edificaciones Comunes	Edificaciones comunes tales como: viviendas, oficinas, hoteles, restaurantes, depósitos e instalaciones industriales cuya falla no acarree peligros adicionales de incendios o fugas de contaminantes.	1

Nota: La tabla muestra las categorías de edificaciones junto con su descripción y el factor U de cada una. Extraído de la Norma Técnica Peruana E.030 "Diseño Sismorresistente".

Para el proyecto se considera la categoría "C", una vez establecida la categoría de las edificaciones, se estableció el número de calicatas correspondientes a esta zona de estudio, utilizando la Norma Técnica E 050 "Suelos y Cimentaciones".

Tabla 6*Número de puntos de investigación.*

NÚMERO DE PUNTOS DE INVESTIGACIÓN	
TIPO DE EDIFICACIONES	NÚMERO DE PUNTOS DE INVESTIGACIÓN (n)
A	1 cada 225 m ²
B	1 cada 450 m ²
C	1 cada 800 m ²
Urbanizaciones para viviendas unifamiliares de hasta 3 pisos	3 por cada Ha. De terreno habilitado.

Nota: La tabla muestra el número de puntos de investigación según el tipo de edificaciones. Extraído de la Norma Técnica Peruana E.050 "Suelos y Cimentaciones"

De acuerdo a la tabla número 5 de la Norma Técnica E 050 "Suelos y Cimentaciones" se establece la cantidad de calicatas a ejecutar según el tipo de edificación que se proyectará.

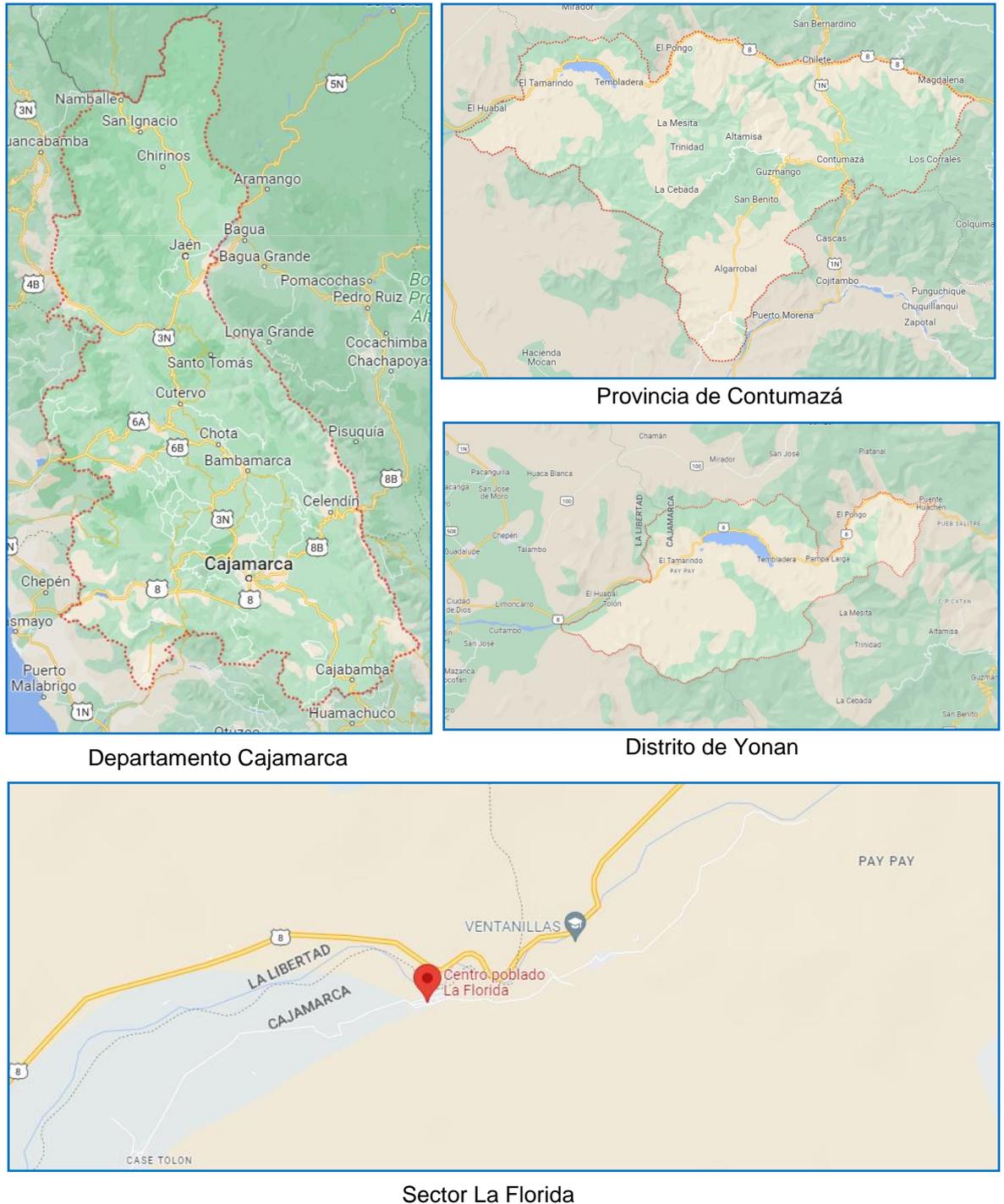
Por lo que para el proyecto se realizará calicatas cada 800 m².

Para este proyecto se realizaron 11 calicatas, con la finalidad de tener un conocimiento total del perfil estratigráfico de la zona.

4.1.2. Ubicación de calicatas

Figura 4

Ubicación de calicatas



Nota: La figura muestra la ubicación de las calicatas realizadas en el sector de Yonan. Extraído de Google Maps (2022).

4.1.3. Ensayos de laboratorio que determinan las propiedades físicas del suelo.

Descripción del perfil estratigráfico de los suelos de fundación según Norma ASTM D 2487: Destinado a conocer las características del suelo de cimentación hasta una profundidad igual a la de la “calicata” excavada y con una prospección adicional con la misma profundidad que se refieren básicamente a la determinación de color, forma de partículas, tamaño máximo de piedras, cobertura general, etc.

Análisis granulométrico por tamizado (ASTM D-422) – CALICATA N°01

Grava pobremente Graduada

Peso de la muestra seca: 3000.00

Peso de la muestra lavada: 44.80

Tabla 7*Análisis granulométrico por tamizado de la calicata C1*

Tamices ASTM	Abertura en mm.	Peso Retenido	%Retenido Parcial	%Retenido Acumulado	% que Pasa
3"	76.200	0.00	0.0	0.0	100.00
2 1/2"	63.500	468.00	15.6	15.6	84.40
2"	50.600	380.00	12.7	28.3	71.73
1 1/2"	38.100	265.00	8.8	37.1	62.90
1"	25.400	395.00	13.2	50.3	49.73
3/4"	19.050	312.00	10.4	60.7	39.33
1/2"	12.700	245.60	8.2	68.9	31.15
3/8"	9.525	142.60	4.8	73.6	26.39
Nº4	4.760	96.70	3.2	76.8	23.17
Nº8	2.380	125.40	4.2	81.0	18.99
Nº10	2.000	30.20	1.0	82.0	17.98
Nº16	1.190	90.40	3.0	85.0	14.97
Nº30	0.590	104.80	3.5	88.5	11.48
Nº40	0.420	66.80	2.2	90.8	9.25
Nº50	0.300	77.40	2.6	93.3	6.67
Nº100	0.149	142.10	4.7	98.1	1.93
Nº200	0.074	13.24	0.4	98.5	1.49
< Nº200		44.76	1.5	100.0	0.00
Total		3000.00			

Nota: La tabla muestra el análisis granulométrico por tamizado de la calicata C1. Extraído de Das, Braja. M. (2015).

**Análisis granulométrico por tamizado (ASTM D-422) – CALICATA
N°02**

Grava Pobrementemente Graduada

Peso de la muestra seca: 3000.00

Peso de la muestra lavada: 33.10

Tabla 8

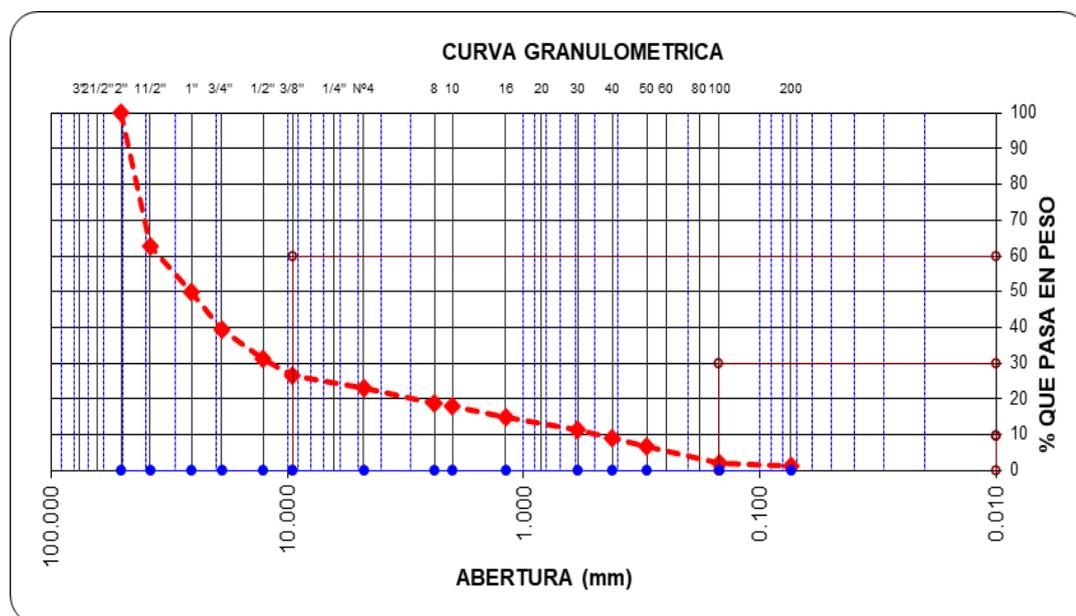
Análisis granulométrico por tamizado de la calicata C2

Tamices ASTM	Abertura en mm.	Peso Retenido	%Retenido Parcial	%Retenido Acumulado	% que Pasa
3"	76.200	0.00	0.0	0.0	100.00
2 1/2"	63.500	0.00	0.0	0.0	100.00
2"	50.600	562.00	18.7	18.7	81.27
1 1/2"	38.100	486.50	16.2	35.0	65.05
1"	25.400	625.40	20.8	55.8	44.20
3/4"	19.050	125.40	4.2	60.0	40.02
1/2"	12.700	218.60	7.3	67.3	32.74
3/8"	9.525	363.10	12.1	79.4	20.63
N°4	4.760	73.24	2.4	81.8	18.19
N°8	2.380	46.00	1.5	83.3	16.66
N°10	2.000	30.20	1.0	84.3	15.65
N°16	1.190	90.40	3.0	87.4	12.64
N°30	0.590	46.50	1.6	88.9	11.09
N°40	0.420	66.80	2.2	91.1	8.86
N°50	0.300	77.40	2.6	93.7	6.28
N°100	0.149	142.10	4.7	98.5	1.55
N°200	0.074	13.24	0.4	98.9	1.10
< N°200		33.12	1.1	100.0	0.00
Total		3000.00			

Nota: La tabla muestra el análisis granulométrico por tamizado de la calicata C2. Extraído de Das, Braja. M. (2015).

Gráfico 2

Curva granulométrica de la calicata C2



intrusivos e = 0,3 m³, meteorizado, color gris, textura conglomerada, estructura densa, suelo seco.

Análisis granulométrico por tamizado (ASTM D-422) – CALICATA N°03

Grava Pobremente Graduada

Peso de la muestra seca: 3000.00

Peso de la muestra lavada: 93.90

Tabla 9

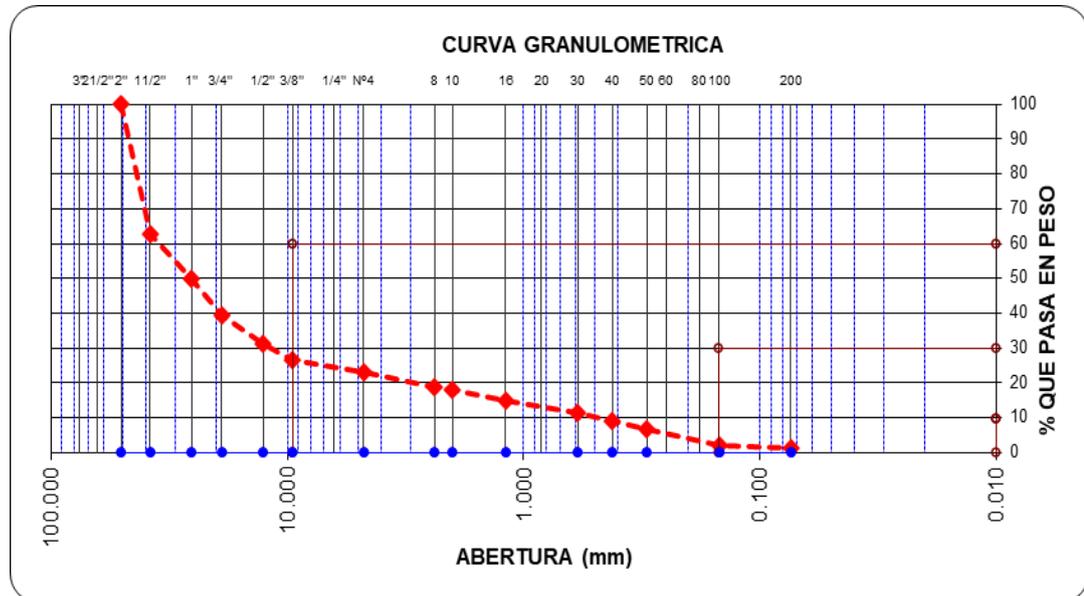
Análisis granulométrico por tamizado de la calicata C3

Tamices ASTM	Abertura en mm.	Peso Retenido	%Retenido Parcial	%Retenido Acumulado	% que Pasa
3"	76.200	0.00	0.0	0.0	100.00
2 1/2"	63.500	100.80	3.4	3.4	96.64
2"	50.600	468.50	15.6	19.0	81.02
1 1/2"	38.100	598.50	20.0	38.9	61.07
1"	25.400	652.40	21.7	60.7	39.33
3/4"	19.050	136.40	4.5	65.2	34.78
1/2"	12.700	210.50	7.0	72.2	27.76
3/8"	9.525	86.90	2.9	75.1	24.87
N°4	4.760	73.24	2.4	77.6	22.43
N°8	2.380	63.80	2.1	79.7	20.30
N°10	2.000	30.20	1.0	80.7	19.29
N°16	1.190	90.40	3.0	83.7	16.28
N°30	0.590	104.80	3.5	87.2	12.79
N°40	0.420	66.80	2.2	89.4	10.56
N°50	0.300	98.50	3.3	92.7	7.28
N°100	0.149	102.40	3.4	96.1	3.86
N°200	0.074	22.00	0.7	96.9	3.13
< N°200		93.86	3.1	100.0	0.00
Total		3000.00			

Nota: La tabla muestra el análisis granulométrico por tamizado de la calicata C3. Extraído de Das, Braja. M. (2015).

Gráfico 3

Curva granulométrica de la calicata C3



Nota: El gráfico muestra la curva granulométrica de la calicata C3. Extraído de Das, Braja. M. (2015).

Perfil Estratigráfico de Calicata C-3

Área central en el lado Este del Terreno

Calicata C-3

0,00 a -0,30 m coberturas con suelo residual arenoso con esquirla angular, superficialmente fina por adición de suelo eólico, alguna piedra dispersa, meteorizado, color beige a marrón, textura areno limosa, estructura densa, suelo seco.

-0,30 a -0,90 m Depósito caótico de suelo aglomerado con piedra angular en matriz areno gravosa, meteorizado, color beige oxidado a marrón, textura arenosa irregular, estructura mediana densa, se disgrega por efecto puente, suelo seco.

-0,90 a -1,70 m Bolonería saturada por aglomerado con guijarros de remoción en masa, meteorizado, color gris a marrón

claro, textura irregular conglomerada gruesa, estructura densa irregular, suelo seco.

Análisis granulométrico por tamizado (ASTM D-422) – CALICATA N°04

Grava Pobrementemente Graduada

Peso de la muestra seca: 3000.00

Peso de la muestra lavada: 101.70

Tabla 10

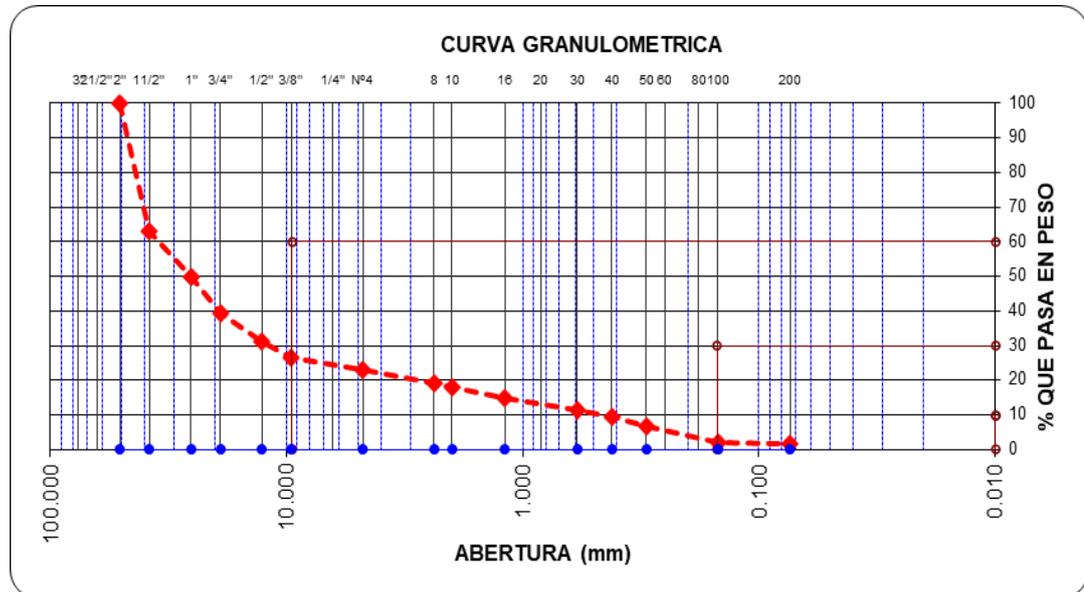
Análisis granulométrico por tamizado de la calicata C4

Tamices ASTM	Abertura en mm.	Peso Retenido	%Retenido Parcial	%Retenido Acumulado	% que Pasa
3"	76.200	260.00	8.7	8.7	91.33
2 1/2"	63.500	580.60	19.4	28.0	71.98
2"	50.600	461.30	15.4	43.4	56.60
1 1/2"	38.100	250.00	8.3	51.7	48.27
1"	25.400	223.50	7.5	59.2	40.82
3/4"	19.050	292.40	9.7	68.9	31.07
1/2"	12.700	170.00	5.7	74.6	25.41
3/8"	9.525	95.40	3.2	77.8	22.23
N°4	4.760	73.24	2.4	80.2	19.79
N°8	2.380	63.80	2.1	82.3	17.66
N°10	2.000	30.20	1.0	83.3	16.65
N°16	1.190	85.60	2.9	86.2	13.80
N°30	0.590	104.80	3.5	89.7	10.31
N°40	0.420	66.80	2.2	91.9	8.08
N°50	0.300	77.40	2.6	94.5	5.50
N°100	0.149	36.90	1.2	95.7	4.27
N°200	0.074	26.40	0.9	96.6	3.39
< N°200		101.66	3.4	100.0	0.00
Total		3000.00			

Nota: La tabla muestra el análisis granulométrico por tamizado de la calicata C4. Extraído de Das, Braja. M. (2015).

Gráfico 4

Curva granulométrica de la calicata C4



Nota: El gráfico muestra la curva granulométrica de la calicata C4. Extraído de Das, Braja. M. (2015).

Perfil Estratigráfico de Calicata C-4

Área central en el lado Este del Terreno

Calicata C-4

0,00 a -0,20 m coberturas con suelo residual arenoso con esquirla angular, superficialmente fina por adición de suelo eólico, alguna piedra dispersa, meteorizado, color beige a marrón, textura areno limosa, estructura densa, suelo seco.

-0,20 a -1.20 m Depósito caótico de suelo aglomerado con piedra angular en matriz areno gravosa, meteorizado, color beige oxidado a marrón, textura arenosa irregular, estructura mediana densa, se disgrega por efecto puente, suelo seco.

-1.20 0 a -1,90 m Bolonería saturada por aglomerado con guijarros de remoción en masa, meteorizado, color gris a marrón

claro, textura irregular conglomerada gruesa, estructura densa irregular, suelo seco.

Análisis granulométrico por tamizado (ASTM D-422) – CALICATA N°05

Grava Pobremente Graduada

Peso de la muestra seca: 3000.00

Peso de la muestra lavada: 97.30

Tabla 11

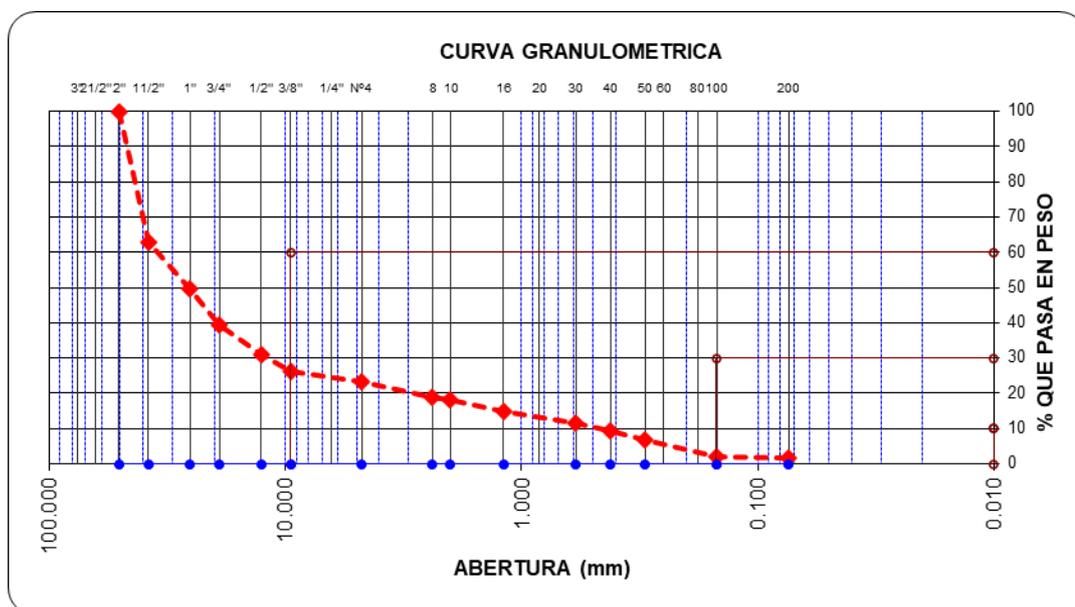
Análisis granulométrico por tamizado de la calicata C5

Tamices ASTM	Abertura en mm.	Peso Retenido	%Retenido Parcial	%Retenido Acumulado	% que Pasa
3"	76.200	410.00	13.7	13.7	86.33
2 1/2"	63.500	368.40	12.3	25.9	74.05
2"	50.600	457.10	15.2	41.2	58.82
1 1/2"	38.100	238.40	7.9	49.1	50.87
1"	25.400	223.50	7.5	56.6	43.42
3/4"	19.050	210.30	7.0	63.6	36.41
1/2"	12.700	195.70	6.5	70.1	29.89
3/8"	9.525	142.50	4.8	74.9	25.14
Nº4	4.760	86.40	2.9	77.7	22.26
Nº8	2.380	63.80	2.1	79.9	20.13
Nº10	2.000	26.50	0.9	80.8	19.25
Nº16	1.190	86.40	2.9	83.6	16.37
Nº30	0.590	106.40	3.5	87.2	12.82
Nº40	0.420	95.60	3.2	90.4	9.63
Nº50	0.300	36.40	1.2	91.6	8.42
Nº100	0.149	142.10	4.7	96.3	3.68
Nº200	0.074	13.24	0.4	96.8	3.24
< Nº200		97.26	3.2	100.0	0.00
Total		3000.00			

Nota: La tabla muestra el análisis granulométrico por tamizado de la calicata C5. Extraído de Das, Braja. M. (2015)..

Gráfico 5

Curva granulométrica de la calicata C5



Nota: El gráfico muestra la curva granulométrica de la calicata C5. Extraído de Das, Braja. M. (2015).

Perfil Estratigráfico de Calicata C-5

Eje central lado Norte

Calicata C-5

0,00 a -0,90 m Suelo residual polimíctica arenoso grueso con esquirlas y gravilla, meteorizado, color gris ligeramente oxidado, raíces de arbusto al piso textura arenosa, estructura mediana densa, suelo seco.

-0,90 a -0,95 m Horizonte arenoso con laminación según la pendiente, meteorizado, color gris, textura arenosa media a fina, estructura densa disgregable, suelo seco.

-0,95 a -1,60 m Aglomerado fluvio aluvial pedregoso, canto rodado de 4" a 8" en matriz arenosa ligeramente cementado, meteorizado, color gris, textura conglomerada, estructura densa, suelo seco.

-1,60 a -2,00 m Antiguo cobertura natural, suelo arenoso grueso con esquirlas polimícticas de fácil disgregación, meteorizado, color beige a gris ligera oxidación, textura arenosa, estructura densa disgregable, suelo seco.

Análisis granulométrico por tamizado (ASTM D-422) – CALICATA N°06

Grava Pobrementemente Graduada

Peso de la muestra seca: 3000.00

Peso de la muestra lavada: 42.70

Tabla 12

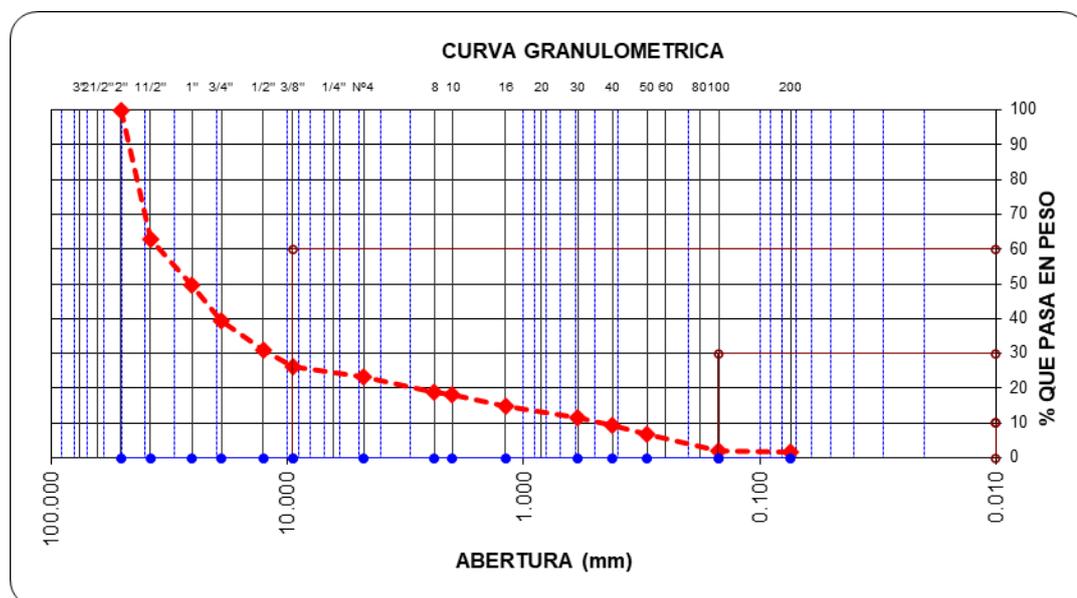
Análisis granulométrico por tamizado de la calicata C6

Tamices ASTM	Abertura en mm.	Peso Retenido	%Retenido Parcial	%Retenido Acumulado	% que Pasa
3"	76.200	652.30	21.7	21.7	78.26
2 1/2"	63.500	468.60	15.6	37.4	62.64
2"	50.600	251.20	8.4	45.7	54.26
1 1/2"	38.100	182.50	6.1	51.8	48.18
1"	25.400	95.60	3.2	55.0	44.99
3/4"	19.050	324.20	10.8	65.8	34.19
1/2"	12.700	268.40	8.9	74.8	25.24
3/8"	9.525	152.20	5.1	79.8	20.17
Nº4	4.760	154.30	5.1	85.0	15.02
Nº8	2.380	26.40	0.9	85.9	14.14
Nº10	2.000	42.10	1.4	87.3	12.74
Nº16	1.190	36.70	1.2	88.5	11.52
Nº30	0.590	49.20	1.6	90.1	9.88
Nº40	0.420	56.30	1.9	92.0	8.00
Nº50	0.300	45.60	1.5	93.5	6.48
Nº100	0.149	95.70	3.2	96.7	3.29
Nº200	0.074	56.00	1.9	98.6	1.42
< Nº200		42.70	1.4	100.0	0.00
Total		3000.00			

Nota: La tabla muestra el análisis granulométrico por tamizado de la calicata C6. Extraído de Das, Braja. M. (2015).

Gráfico 6

Curva granulométrica de la calicata C6



-1,00 a -2.00 m Aglomerado de escombros con piedra angulosa de hasta 0,2 m en matriz areno gravosa, piso sobre bolones, meteorizado, color beige oxidado a marrón, textura arenosa irregular, estructura mediana densa, se disgrega por efecto puente, suelo seco.

Análisis granulométrico por tamizado (ASTM D-422) – CALICATA N°07

Grava Pobrementemente Graduada

Peso de la muestra seca: 3000.00

Peso de la muestra lavada: 84.50

Tabla 13

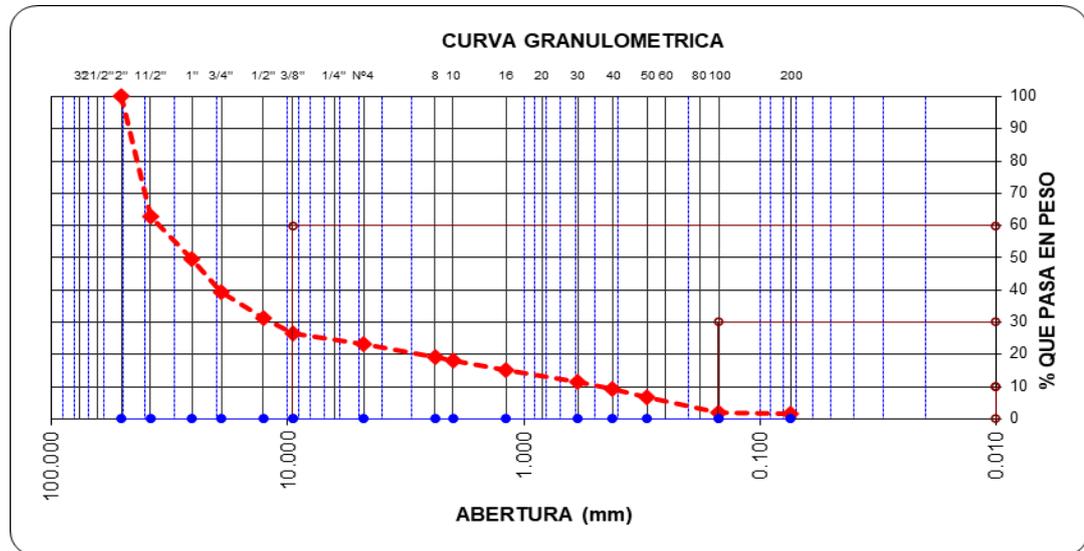
Análisis granulométrico por tamizado de la calicata C7

Tamices ASTM	Abertura en mm.	Peso Retenido	%Retenido Parcial	%Retenido Acumulado	% que Pasa
3"	76.200	0.00	0.0	0.0	100.00
2 1/2"	63.500	652.40	21.7	21.7	78.25
2"	50.600	463.20	15.4	37.2	62.81
1 1/2"	38.100	284.50	9.5	46.7	53.33
1"	25.400	352.40	11.7	58.4	41.58
3/4"	19.050	260.40	8.7	67.1	32.90
1/2"	12.700	218.60	7.3	74.4	25.62
3/8"	9.525	130.20	4.3	78.7	21.28
Nº4	4.760	73.24	2.4	81.2	18.84
Nº8	2.380	63.80	2.1	83.3	16.71
Nº10	2.000	30.20	1.0	84.3	15.70
Nº16	1.190	90.40	3.0	87.3	12.69
Nº30	0.590	47.60	1.6	88.9	11.10
Nº40	0.420	66.80	2.2	91.1	8.88
Nº50	0.300	26.40	0.9	92.0	8.00
Nº100	0.149	142.10	4.7	96.7	3.26
Nº200	0.074	13.24	0.4	97.2	2.82
< Nº200		84.52	2.8	100.0	0.00
Total		3000.00			

Nota: La tabla muestra el análisis granulométrico por tamizado de la calicata C7. Extraído de Das, Braja. M. (2015).

Gráfico 7

Curva granulométrica de la calicata C7



Nota: El gráfico muestra la curva granulométrica de la calicata C7. Extraído de Das, Braja. M. (2015).

Perfil Estratigráfico de Calicata C-7

Zona central lado Oeste

Calicata C-7

0,00 a -0,40 m Mezcla de suelo eólico arenoso con segregado de esquirla angular, hacia el piso, meteorizado, color beige a marrón, textura arenosa, estructura irregular densa se disgrega la adición eólica, suelo seco.

-0,40 a -0,60 m Suelo residual arenoso con esquirla angular, con, piedra y dispersa, meteorizado, color beige a marrón, textura areno limosa, estructura densa, suelo seco.

-0,60 a -1,30 m Continua suelo residual arenoso, con cantos y bolones disperso, algunas raíces gruesas, meteorizado oxidado, color gris a beige, textura arenosa, estructura densa, ligeramente cementado por óxido, suelo seco,

-1,30 a -1,60 m Aglomerado de escombros con piedra angulosa de hasta 0,2 m en matriz areno gravosa, piso sobre bolones, meteorizado, color beige oxidado a marrón, textura arenosa irregular, estructura mediana densa, se disgrega por efecto puente, suelo seco.

Análisis granulométrico por tamizado (ASTM D-422) – CALICATA N°08

Grava Pobrementemente Graduada

Peso de la muestra seca: 3000.00

Peso de la muestra lavada: 4.00

Tabla 14

Análisis granulométrico por tamizado de la calicata C8

Tamices ASTM	Abertura en mm.	Peso Retenido	%Retenido Parcial	%Retenido Acumulado	% que Pasa
3"	76.200	598.60	20.0	20.0	80.05
2 1/2"	63.500	685.10	22.8	42.8	57.21
2"	50.600	274.00	9.1	51.9	48.08
1 1/2"	38.100	196.70	6.6	58.5	41.52
1"	25.400	223.50	7.5	65.9	34.07
3/4"	19.050	292.40	9.7	75.7	24.32
1/2"	12.700	218.60	7.3	83.0	17.04
3/8"	9.525	130.20	4.3	87.3	12.70
Nº4	4.760	13.50	0.5	87.8	12.25
Nº8	2.380	21.50	0.7	88.5	11.53
Nº10	2.000	19.40	0.6	89.1	10.88
Nº16	1.190	45.30	1.5	90.6	9.37
Nº30	0.590	28.90	1.0	91.6	8.41
Nº40	0.420	15.60	0.5	92.1	7.89
Nº50	0.300	77.40	2.6	94.7	5.31
Nº100	0.149	142.10	4.7	99.4	0.57
Nº200	0.074	13.24	0.4	99.9	0.13
< Nº200		3.96	0.1	100.0	0.00
Total		3000.00			

Nota: La tabla muestra el análisis granulométrico por tamizado de la calicata C8. Extraído de Das, Braja. M. (2015).

-1,00 a -1,80 m Aglomerado de escombros con piedra angulosa de hasta 0,2 m en matriz areno gravosa, piso sobre bolones, meteorizado, color beige oxidado a marrón, textura arenosa irregular, estructura mediana densa, se disgrega por efecto puente, suelo seco.

Análisis granulométrico por tamizado (ASTM D-422) – CALICATA N°09

Grava Pobrementemente Graduada

Peso de la muestra seca: 3000.00

Peso de la muestra lavada: 24.40

Tabla 15

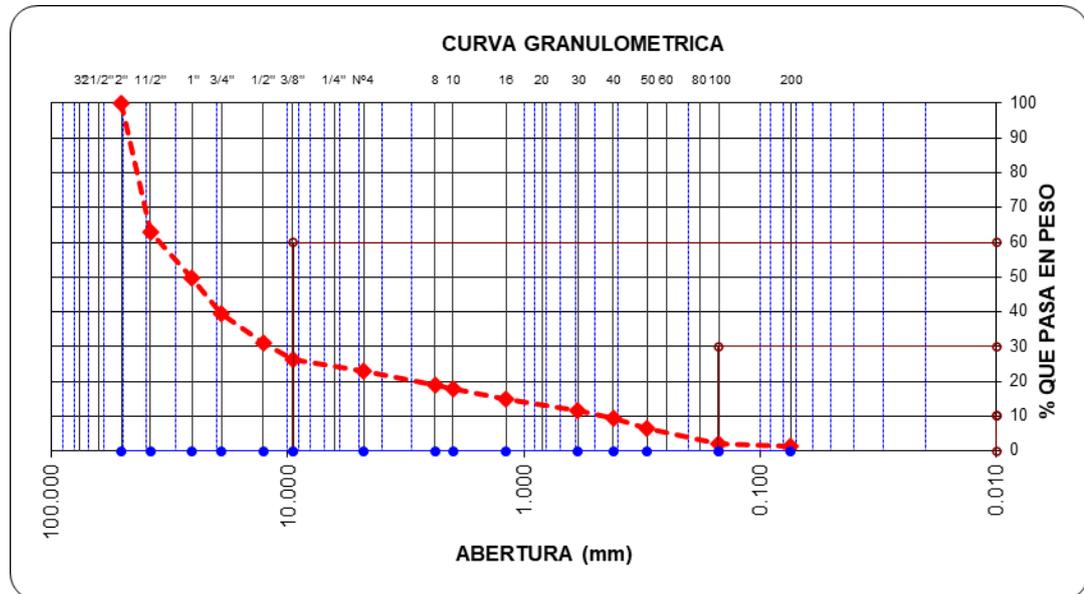
Análisis granulométrico por tamizado de la calicata C9

Tamices ASTM	Abertura en mm.	Peso Retenido	%Retenido Parcial	%Retenido Acumulado	% que Pasa
3"	76.200	0.00	0.0	0.0	100.00
2 1/2"	63.500	624.00	20.8	20.8	79.20
2"	50.600	386.10	12.9	33.7	66.33
1 1/2"	38.100	348.30	11.6	45.3	54.72
1"	25.400	223.50	7.5	52.7	47.27
3/4"	19.050	292.40	9.7	62.5	37.52
1/2"	12.700	218.60	7.3	69.8	30.24
3/8"	9.525	158.60	5.3	75.1	24.95
Nº4	4.760	135.40	4.5	79.6	20.44
Nº8	2.380	63.80	2.1	81.7	18.31
Nº10	2.000	30.20	1.0	82.7	17.30
Nº16	1.190	90.40	3.0	85.7	14.29
Nº30	0.590	104.80	3.5	89.2	10.80
Nº40	0.420	66.80	2.2	91.4	8.57
Nº50	0.300	77.40	2.6	94.0	5.99
Nº100	0.149	142.10	4.7	98.7	1.25
Nº200	0.074	13.24	0.4	99.2	0.81
< Nº200		24.36	0.8	100.0	0.00
Total		3000.00			

Nota: La tabla muestra el análisis granulométrico por tamizado de la calicata C9. Extraído de Das, Braja. M. (2015)..

Gráfico 9

Curva granulométrica de la calicata C9



meteorizado, color marrón claro a gris, textura conglomerada, estructura densa, suelo seco.

Análisis granulométrico por tamizado (ASTM D-422) – CALICATA N°10

Grava Pobremente Graduada

Peso de la muestra seca: 3000.00

Peso de la muestra lavada: 12.80

Tabla 16

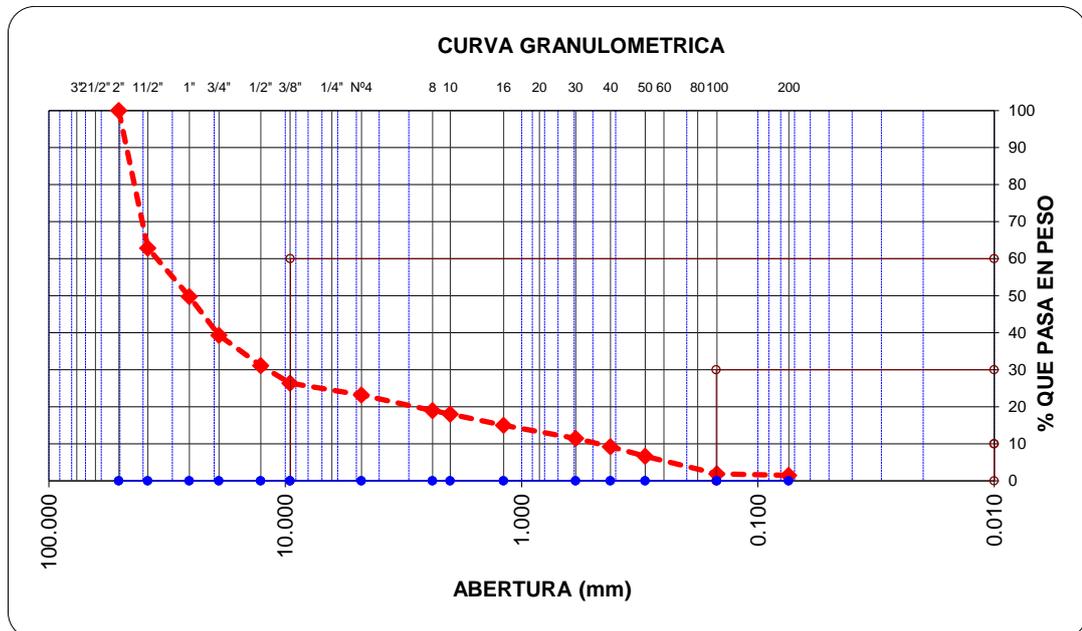
Análisis granulométrico por tamizado de la calicata C10

Tamices ASTM	Abertura en mm.	Peso Retenido	%Retenido Parcial	%Retenido Acumulado	% que Pasa
3"	76.200	0.00	0.0	0.0	100.00
2 1/2"	63.500	645.20	21.5	21.5	78.49
2"	50.600	382.20	12.7	34.2	65.75
1 1/2"	38.100	412.50	13.8	48.0	52.00
1"	25.400	223.50	7.5	55.4	44.55
3/4"	19.050	245.60	8.2	63.6	36.37
1/2"	12.700	273.50	9.1	72.8	27.25
3/8"	9.525	86.50	2.9	75.6	24.37
Nº4	4.760	96.80	3.2	78.9	21.14
Nº8	2.380	96.50	3.2	82.1	17.92
Nº10	2.000	30.20	1.0	83.1	16.92
Nº16	1.190	90.40	3.0	86.1	13.90
Nº30	0.590	104.80	3.5	89.6	10.41
Nº40	0.420	66.80	2.2	91.8	8.18
Nº50	0.300	77.40	2.6	94.4	5.60
Nº100	0.149	142.10	4.7	99.1	0.87
Nº200	0.074	13.24	0.4	99.6	0.43
< Nº200		12.76	0.4	100.0	0.00
Total		3000.00			

Nota: La tabla muestra el análisis granulométrico por tamizado de la calicata C10. Extraído de Das, Braja. M. (2015).

Gráfico 10

Curva granulométrica de la calicata C10



Nota: El gráfico muestra la curva granulométrica de la calicata C10. Extraído de Das, Braja. M. (2015).

Perfil Estratigráfico de Calicata C-10

Extremo Sur del área de lotización

Calicata 10

0,00 a -0,30 m Bolones semi redondeado, parcialmente cubierto por arena residual con segregación a gravoso hacia el piso, meteorizado, color marrón claro a beige, textura aglomerada irregular, estructura de baja densidad, se disgrega y colapsa, suelo seco.

-0,30 a -1,30 m Aglomerado de escombros con piedra angulosa de hasta 0,2 m en matriz areno gravosa, meteorizado, color beige oxidado a marrón, textura arenosa irregular, estructura mediana densa, se disgrega por efecto puente, suelo seco.

-1,30 a -1,80 m Canchal con bolones con $e > 1,0$ m en suelo gravo pedregoso, poca matriz arenosa, ligera cementación, meteorizado, color marrón claro a gris, textura conglomerada, estructura densa, suelo seco.

Análisis granulométrico por tamizado (ASTM D-422) – CALICATA N°11

Grava Pobrementemente Graduada

Peso de la muestra seca: 3000.00

Peso de la muestra lavada: 18.50

Tabla 17

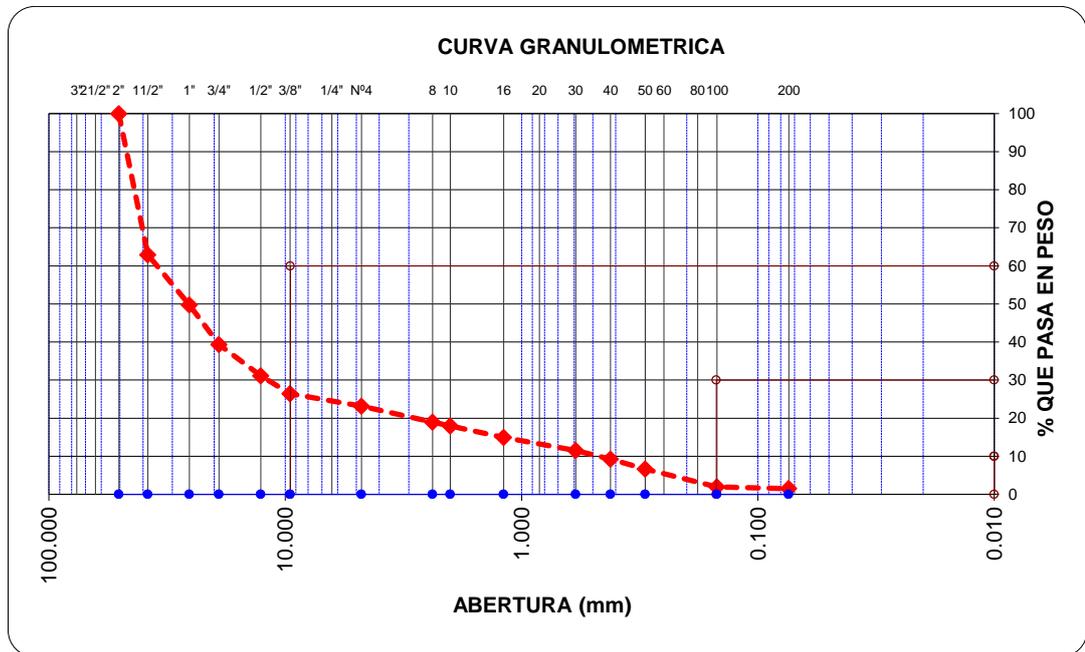
Análisis granulométrico por tamizado de la calicata C11

Tamices ASTM	Abertura en mm.	Peso Retenido	%Retenido Parcial	%Retenido Acumulado	% que Pasa
3"	76.200	256.40	8.5	8.5	91.45
2 1/2"	63.500	598.40	19.9	28.5	71.51
2"	50.600	465.00	15.5	44.0	56.01
1 1/2"	38.100	365.40	12.2	56.2	43.83
1"	25.400	223.50	7.5	63.6	36.38
3/4"	19.050	292.40	9.7	73.4	26.63
1/2"	12.700	218.60	7.3	80.7	19.34
3/8"	9.525	95.60	3.2	83.8	16.16
N°4	4.760	73.24	2.4	86.3	13.72
N°8	2.380	45.20	1.5	87.8	12.21
N°10	2.000	26.50	0.9	88.7	11.33
N°16	1.190	90.40	3.0	91.7	8.31
N°30	0.590	36.40	1.2	92.9	7.10
N°40	0.420	25.40	0.8	93.7	6.25
N°50	0.300	23.40	0.8	94.5	5.47
N°100	0.149	132.40	4.4	98.9	1.06
N°200	0.074	13.24	0.4	99.4	0.62
< N°200		18.52	0.6	100.0	0.00
Total		3000.00			

Nota: La tabla muestra el análisis granulométrico por tamizado de la calicata C11. Extraído de Das, Braja. M. (2015).

Gráfico 11

Curva granulométrica de la calicata C11



-0,80 a -1,70 m Canchal con bolones con $e > 1,0$ m en suelo gravo pedregoso, poca matriz arenosa, ligera cementación, meteorizado, color marrón claro a gris, textura conglomerada, estructura densa, suelo seco.

Tabla 18

Resumen de propiedades físicas del suelo

Calicata	Tipo de suelo	Clasificación Sucs	Clasificación Aashto	Profundidad	Humedad (%w)	Napa freática
C-1	Grava pobremente graduada	GP	A-1-a (0)	-1.60	1.00	No se encuentra hasta esta profundidad
C-2	Grava pobremente graduada	GP	A-1-a (0)	-1.80	1.50	No se encuentra hasta esta profundidad
C-3	Grava pobremente graduada	GP	A-1-a (0)	-1.70	0.50	No se encuentra hasta esta profundidad
C-4	Grava pobremente graduada	GP	A-1-a (0)	-1.90	1.20	No se encuentra hasta esta profundidad
C-5	Grava pobremente graduada	GP	A-1-a (0)	-2.00	0.80	No se encuentra hasta esta profundidad
C-6	Grava pobremente graduada	GP	A-1-a (0)	-2.00	0.60	No se encuentra hasta esta profundidad
C-7	Grava pobremente graduada	GP	A-1-a (0)	-1.60	1.00	No se encuentra hasta esta profundidad
C-8	Grava pobremente graduada	GP	A-1-a (0)	-1.80	1.20	No se encuentra hasta esta profundidad
C-9	Grava pobremente graduada	GP	A-1-a (0)	-1.70	1.60	No se encuentra hasta esta profundidad
C-10	Grava pobremente graduada	GP	A-1-a (0)	-1.80	1.70	No se encuentra hasta esta profundidad
C-11	Grava pobremente graduada	GP	A-1-a (0)	-1.70	1.30	No se encuentra hasta esta profundidad

Nota: La tabla muestra el resumen de las propiedades físicas del suelo. Extraído de Das, Braja. M. (2015).

4.1.4. Determinación de las propiedades mecánicas del suelo encontrado en la zona de estudio.

ENSAYO DE CORTE DIRECTO

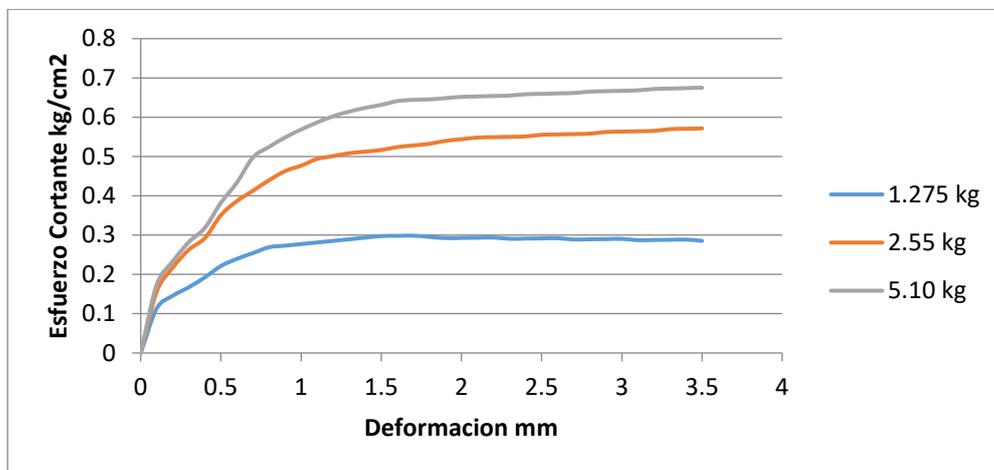
(Norma ASTM D-3080)

UBICACIÓN: Sector Florida Alta – Yonan – Contumazá

MUESTRA: M- 02

Gráfico 12

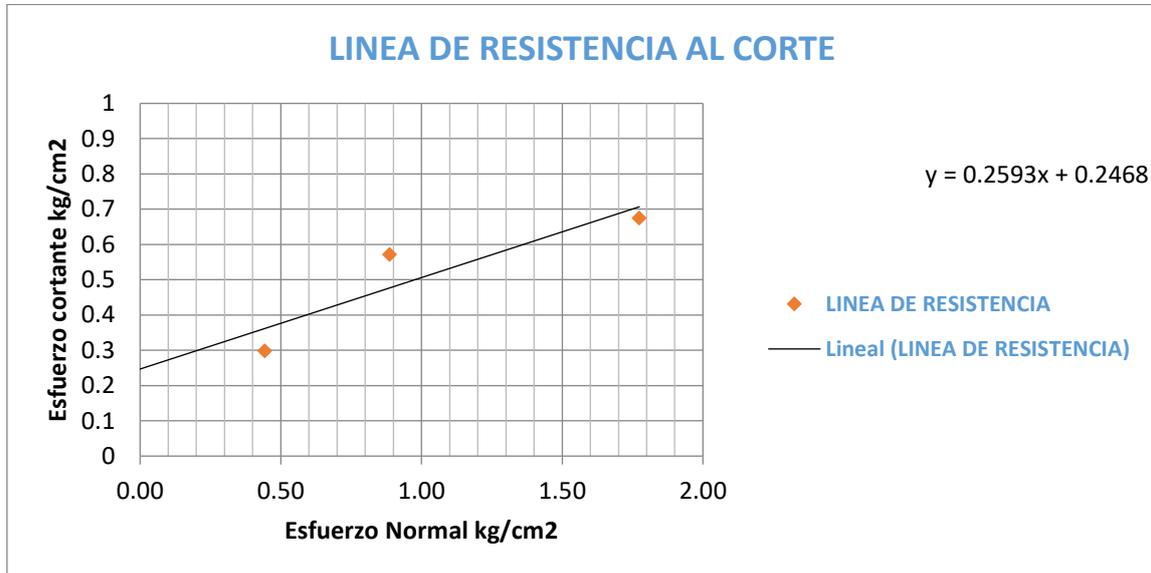
Esfuerzo cortante vs deformación



Nota: El gráfico muestra el esfuerzo cortante vs deformación. Extraído de Das, Braja. M. (2015).

Gráfico 13

Línea de resistencia al corte



Nota: El gráfico muestra el esfuerzo cortante vs deformación. Extraído de Das, Braja. M. (2015).

Parámetros de Resistencia al Corte

Cohesión = 0.08 Kg/cm²

Angulo de Fricción Interna = 26.00 °

Tabla 19

Esfuerzo cortante y esfuerzo normal.

Carga (kg)	Esfuerzo Normal(kg/cm ²)	Esfuerzo Cortante(kg/cm ²)
1.275	0.44	0.29861
2.55	0.89	0.57154
5.1	1.77	0.67526

Nota: La tabla muestra el esfuerzo cortante y normal. Extraído de Das, Braja. M. (2015).

4.1.5. Perfiles estratigráficos:

Gráfico 14

Perfil estratigráfico – calicata 1

CALICATA: PC 01

Escala	Prof. (m)	Esp. (m)	Descripción del Suelo	SUCS	Símbolo	Observaciones
1	-0.30	0.30	Cobertura residual polimíctica arenoso grueso con esquirilas y gravilla con rizaduras por deposición eólica, meteorizado	SP		Excavación a Cielo Abierto
	-0.70	0.40	Estrato fluvio aluvial aglomerado, canto rodado gravoso con hasta 1,5" en matriz arenosa, poco limo, meteorizado	GP		
	1.60	0.90	Agglomerados pedregoso, canto rodado con algunas piedras de perfil anguloso de hasta 3" matriz arenosa ligeramente cementado, profundiza en un horizonte con bolones de intrusivos e = 0,3 m3, meteorizado	GP		
2						
3						

Nota: El gráfico muestra el perfil estratigráfico de la calicata 1. Extraído de Das, Braja. M. (2015).

Gráfico 15

Perfil estratigráfico – calicata 2

CALICATA: PC 02

Escala	Prof. (m)	Esp. (m)	Descripción del Suelo	SUCS	Símbolo	Observaciones
1	-0.40	0.40	Cobertura residual polimictica arenoso grueso con esquistas y gravilla con rizaduras por deposición eólica, meteorizado	SP		Excavación a Cielo Abierto
	-0.6	0.20	Estrato fluvio aluvial aglomerado, canto rodado gravoso con hasta 1,5" en matriz arenosa, poco limo, meteorizado	GP		
	-1.80	1.20	Aglomerados pedregoso, canto rodado con algunas piedras de perfil anguloso de hasta 3" matriz arenosa ligeramente cementado, profundiza en un horizonte con bolones de intrusivos e = 0,3 m3, meteorizado	GP		
2						
3						

Nota: El gráfico muestra el perfil estratigráfico de la calicata 2. Extraído de Das, Braja. M. (2015).

Gráfico 16

Perfil estratigráfico – calicata 3

CALICATA: PC 03

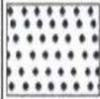
Escala	Prof. (m)	Esp. (m)	Descripción del Suelo	SUCS	Símbolo	Observaciones
1	-0.30	0.30	coberturas con suelo residual arenoso con esquistos angular, superficialmente fina por adición de suelo édico, alguna piedra dispersa, meteorizado	SP		Excavación a Cielo Abierto
	-0.90	0.60	Depósito caótico de suelo aglomerado con piedra angular en matriz areno gravosa, meteorizado	GP		
	-1.70	0.80	Bolonería saturada por aglomerado con guijarros de remoción en masa, meteorizado, color gris a marrón claro, textura irregular conglomerada gruesa, estructura densa irregular, suelo seco	GP		
2						
3						

Nota: El gráfico muestra el perfil estratigráfico de la calicata 3. Extraído de Das, Braja. M. (2015).

Gráfico 17

Perfil estratigráfico – calicata 4

CALICATA: PC 04

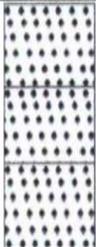
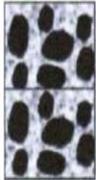
Escala	Prof. (m)	Esp. (m)	Descripción del Suelo	SUCS	Símbolo	Observaciones
1	-0.20	0.20	coberturas con suelo residual arenoso con esquistos angular, superficialmente fina por adición de suelo edico	SP		Excavación a Cielo Abierto
	-1.20	1.00	Depósito caótico de suelo aglomerado con piedra angular en matriz areno gravosa, meteorizado, color beige oxidado a marrón, textura arenosa irregular, estructura mediana densa, se disgrega por efecto puente, suelo seco.	GP		
	-1.90	0.70	Bolonería saturada por aglomerado con guijarros de remoción en masa, meteorizado, color gris a marrón claro, textura irregular conglomerada gruesa, estructura densa irregular, suelo seco.	GP		
3						

Nota: El gráfico muestra el perfil estratigráfico de la calicata 4. Extraído de Das, Braja. M. (2015).

Gráfico 18

Perfil estratigráfico – calicata 5

CALICATA: PC 05

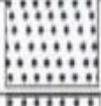
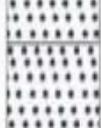
Escala	Prof. (m)	Esp. (m)	Descripción del Suelo	SUCS	Símbolo	Observaciones
1	-0.90	0.90	Suelo residual polimictica arenoso grueso con esquirolas y gravilla, meteorizado, color gris ligeramente oxidado, raíces de arbusto al piso textura arenosa, estructura mediana densa, suelo seco	SP		Excavación a Cielo Abierto
	-0.95	0.05	Horizonte arenoso con laminación según la pendiente, meteorizado, color gris, textura arenosa media a fina	SP		
2	-1.60	0.65	Aglomerado fluvio aluvial pedregoso, canto rodado de 4" a 8" en matriz arenosa ligeramente cementado, meteorizado, color gris, textura conglomerada, estructura densa, suelo seco.	GP		
	-2.00	0.35	Antiguo cobertura natural, suelo arenoso grueso con esquirolas polimicticas de fácil disgregación, meteorizado, color beige a gris ligera oxidación, textura arenosa, estructura densa disgregable, suelo seco	SP		
3						

Nota: El gráfico muestra el perfil estratigráfico de la calicata 5. Extraído de Das, Braja. M. (2015).

Gráfico 19

Perfil estratigráfico – calicata 6

CALICATA: PC 06

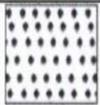
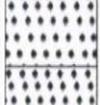
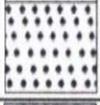
Escala	Prof. (m)	Esp. (m)	Descripción del Suelo	SUCS	Símbolo	Observaciones
1	-0.25	0.25	Mezcla de suelo edúico arenoso con segregado de esquirola angulosa, hacia el piso, meteorizado, color beige a marrón, textura arenoso, estructura irregular densa se disgrega la adición edúica, suelo seco.	SP		
	-0.50	0.25	Suelo residual arenoso con esquirola angulosa, con piedra y dispersa, meteorizado, color beige a marrón, textura areno limosa, estructura densa, suelo seco.			
	-1.00	0.50	Continua suelo residual arenoso, con cantos y bolones disperso, algunas raíces gruesa, meteorizado oxidado, color gris a beige, textura arenosa, estructura densa, ligeramente cementado por óxido, suelo seco.	SP		
2	-2.00	1.00	Aglomerado de escombros con piedra angulosa de hasta 0,2 m en matriz areno gravosa, piso sobre bolones, meteorizado, color beige oxidado a marrón, textura arenosa irregular, estructura mediana densa, se disgrega por efecto puente, suelo seco.	GP		Excavación a Cielo Abierto
3						

Nota: El gráfico muestra el perfil estratigráfico de la calicata 6. Extraído de Das, Braja. M. (2015).

Gráfico 20

Perfil estratigráfico – calicata 7

CALICATA: PC 07

Escala	Prof. (m)	Esp. (m)	Descripción del Suelo	SUCS	Símbolo	Observaciones
1	-0.40	0.40	Mezcla de suelo eólico arenoso con segregado de esquirla angular, hacia el piso, meteorizado, color beige a marrón, textura arenoso, estructura irregular densa se disgrega la adición eólica, suelo seco.	SP		Excavación a Cielo Abierto
	-0.60	0.20	Suelo residual arenoso con esquirla angular, con, piedra y dispersa, meteorizado, color beige a marrón, textura areno limosa, estructura densa, suelo seco.	SP		
	-1.30	0.70	Continua suelo residual arenoso, con cantos y bolones disperso, algunas raíces gruesa, meteorizado oxidado, color gris a beige, textura arenosa, estructura densa, ligeramente cementado por óxido, suelo seco	SP		
	-1.60	0.30	Aglomerado de escombros con piedra angular de hasta 0,2 m en matriz areno gravosa, piso sobre bolones, meteorizado, color beige oxidado a marrón, textura arenosa irregular, estructura mediana densa, se disgrega por efecto puente, suelo seco.	GP		
2						
3						

Nota: El gráfico muestra el perfil estratigráfico de la calicata 7. Extraído de Das, Braja. M. (2015).

Gráfico 21

Perfil estratigráfico – calicata 8

CALICATA: PC 08

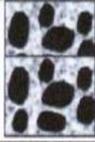
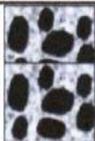
Escala	Prof. (m)	Esp. (m)	Descripción del Suelo	SUCS	Símbolo	Observaciones
1	-0.40	0.40	Mezcla de suelo eólico arenoso con segregado de esquirla angular, hacia el piso, meteorizado, color beige a marrón, textura arenoso, estructura irregular densa se disgrega la adición eólica, suelo seco.	SP		Excavación a Cielo Abierto
	-0.60	0.20	Suelo residual arenoso con esquirla angular, con, piedra y dispersa, meteorizado, color beige a marrón, textura areno limosa, estructura densa, suelo seco.	SP		
	-1.00	0.40	Continua suelo residual arenoso, con cantos y bolones disperso, algunas raíces gruesa, meteorizado oxidado, color gris a beige, textura arenosa, estructura densa, ligeramente cementado por óxido, suelo seco.	SP		
2	-1.80	0.80	Aglomerado de escombros con piedra angular de hasta 0,2 m en matriz areno gravosa, piso sobre bolones, meteorizado, color beige oxidado a marrón, textura arenosa irregular, estructura mediana densa, se disgrega por efecto puente, suelo seco.	GP		
3						

Nota: El gráfico muestra el perfil estratigráfico de la calicata 8. Extraído de Das, Braja. M. (2015).

Gráfico 22

Perfil estratigráfico – calicata 9

CALICATA: PC 09

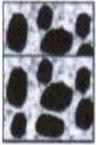
Escala	Prof. (m)	Esp. (m)	Descripción del Suelo	SUCS	Símbolo	Observaciones
1	-0.50	0.50	Bolones semi redondeado, parcialmente cubierto por arena residual con segregación a gravoso hacia el piso, meteorizado, color marrón claro a beige, textura aglomerada irregular, estructura de baja densidad, se disgrega y colapsa, suelo seco.	GP		Excavación a Cielo Abierto
	-1.20	0.70	Aglomerado de escombros con piedra angular de hasta 0,2 m en matriz areno gravosa, meteorizado, color beige oxidado a marrón, textura arenosa irregular, estructura mediana densa, se disgrega por efecto puente, suelo seco.	GP		
	-1.70	0.50	Canchal con bolones con e > a 1,0 m en suelo gravo pedregoso, poca matriz arenosa, ligera cementación, meteorizado, color marrón claro a gris, textura conglomerada, estructura densa, suelo seco.	GP		
2						
3						

Nota: El gráfico muestra el perfil estratigráfico de la calicata 9. Extraído de Das, Braja. M. (2015).

Gráfico 23

Perfil estratigráfico – calicata 10

CALICATA: PC 10

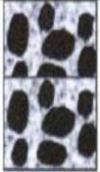
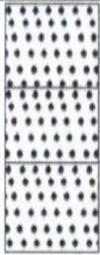
Escala	Prof. (m)	Esp. (m)	Descripción del Suelo	SUCS	Símbolo	Observaciones
1	-0.30	0.30	Bolones semi redondeado, parcialmente cubierto por arena residual con segregación a gravoso hacia el piso, meteorizado	GP		Excavación a Cielo Abierto
	-1.30	1.00	Aglomerado de escombros con piedra angular de hasta 0,2 m en matriz areno gravosa, meteorizado, color beige oxidado a marrón, textura arenosa irregular, estructura mediana densa, se disgrega por efecto puente, suelo seco.	SP		
2	-1.80	0.50	Canchal con bolones con e > a 1,0 m en suelo gravo pedregoso, poca matriz arenosa, ligera cementación, meteorizado, color marrón claro a gris, textura conglomerada, estructura densa, suelo seco.	GP		
3						

Nota: El gráfico muestra el perfil estratigráfico de la calicata 10. Extraído de Das, Braja. M. (2015).

Gráfico 24

Perfil estratigráfico – calicata 11

CALICATA: PC 11

Escala	Prof. (m)	Esp. (m)	Descripción del Suelo	SUCS	Símbolo	Observaciones
1	-0.25	0.25	Bolones semi redondeado, parcialmente cubierto por arena residual con segregación a gravoso hacia el piso, meteorizado	SP		Excavación a Cielo Abierto
	-0.80	0.55	Aglomerado de escombros con piedra angular de hasta 0,2 m en matriz areno gravosa, meteorizado, color beige oxidado a marrón, textura arenosa irregular, estructura mediana densa, se disgrega por efecto puente, suelo seco.	GP		
	-1.70	0.90	Canchal con bolones con e > 1,0 m en suelo gravo pedregoso, poca matriz arenosa, ligera cementación, meteorizado, color marrón claro a gris, textura conglomerada, estructura densa, suelo seco.	SP		
2						
3						

Nota: El gráfico muestra el perfil estratigráfico de la calicata 11. Extraído de Das, Braja. M. (2015).

4.1.6. Cálculo del Diseño de Cimentaciones Superficiales:

Conocido los parámetros físicos y mecánicos del suelo de la zona en estudio, realizamos el diseño de cimentaciones.

De los ensayos de corte directo tenemos:

- $c = 0.08$
- $\phi = 26$

Capacidad de carga según teoría de Terzaghi:

CIMENTACIÓN CORRIDA

$$q_u = cN_c + qN_q + \frac{1}{2}\gamma B N_y$$

Donde:

- c = Cohesión del suelo
- γ = Peso Específico del suelo
- $q = \gamma D_f$
- N_c, N_q, N_y = factores de capacidad de carga que son adimensionales y funciones sólo del ángulo de fricción del suelo ϕ .

Los factores de capacidad de carga se definen mediante expresiones matemáticas, así como también son definidos mediante la siguiente tabla:

Tabla 20*Factores de capacidad de carga de Terzaghi*

ϕ'	N_c	N_q	N^p_γ	ϕ'	N_c	N_q	N^p_γ
0	5.70	1.00	0.00	26	27.09	14.21	9.84
1	6.00	1.10	0.01	27	29.24	15.90	11.60
2	6.30	1.22	0.04	28	31.61	17.81	13.70
3	6.62	1.35	0.06	29	34.24	19.98	16.18
4	6.97	1.49	0.10	30	37.16	22.46	19.13
5	7.34	1.64	0.14	31	40.41	25.28	22.65
6	7.73	1.81	0.20	32	44.04	28.52	26.87
7	8.15	2.00	0.27	33	48.09	32.23	31.94
8	8.60	2.21	0.35	34	52.64	36.50	38.04
9	9.09	2.44	0.44	35	57.75	41.44	45.41
10	9.61	2.69	0.56	36	63.53	47.16	54.36
11	10.16	2.98	0.69	37	70.01	53.80	65.27
12	10.76	3.29	0.85	38	77.50	61.55	78.61
13	11.41	3.63	1.04	39	85.97	70.61	95.03
14	12.11	4.02	1.26	40	95.66	81.27	115.31
15	12.86	4.45	1.52	41	106.81	93.85	140.51
16	13.68	4.92	1.82	42	119.67	108.75	171.99
17	14.60	5.45	2.18	43	134.58	126.50	211.56
18	15.12	6.04	2.59	44	151.95	147.74	261.60
19	16.56	6.70	3.07	45	172.28	173.28	325.34
20	17.69	7.44	3.64	46	196.22	204.19	407.11
21	18.92	8.26	4.31	47	224.55	241.80	512.84
22	20.27	9.19	5.09	48	258.28	287.85	650.67
23	21.75	10.23	6.00	49	298.71	344.63	831.99
24	23.36	11.40	7.08	50	347.50	415.14	1072.80
25	25.13	12.72	8.34				

Nota: La tabla muestra los factores de capacidad de carga de Terzaghi. Extraído de Das, Braja. M. (2015).

Reemplazando los valores obtenidos en laboratorio en la siguiente fórmula:

$$q_u = cN_c + qN_q + \frac{1}{2}\gamma BN_y$$

Obtenemos los siguientes resultados:

Tabla 21

Cimentación corrida

ZONA	Peso específico γ (gr/cm ³)	Ángulo de Fricción ϕ	Cohesión c	Profundidad de Desplante Df (cm)	Base B (cm)	Nc	Nq	Ny	q	qu (kg/cm ²)	Fs	qa (kg/cm ²)
A	2.30	26	0.09	60	50	27.09	14.21	9.84	138	4.96	3	1.65
	2.30	26	0.09	60	60	27.09	14.21	9.84	138	5.08	3	1.69
	2.30	26	0.09	80	50	27.09	14.21	9.84	184	5.62	3	1.87
	2.30	26	0.09	80	60	27.09	14.21	9.84	184	5.73	3	1.91
B	2.30	27	0.08	60	50	29.24	15.90	11.60	138	5.20	3	1.73
	2.30	27	0.08	60	60	29.24	15.90	11.60	138	5.33	3	1.78
	2.30	27	0.08	80	50	29.24	15.90	11.60	184	5.93	3	1.98
	2.30	27	0.08	80	60	29.24	15.90	11.60	184	6.07	3	2.02
C	2.30	27	0.09	60	50	29.24	15.90	11.60	138	5.49	3	1.83
	2.30	27	0.09	60	60	29.24	15.90	11.60	138	5.63	3	1.88
	2.30	27	0.09	80	50	29.24	15.90	11.60	184	6.22	3	2.07
	2.30	27	0.09	80	60	29.24	15.90	11.60	184	6.36	3	2.12

Nota: La tabla muestra los valores de la cimentación corrida. Extraído de Das, Braja. M. (2015).

Para obtener la capacidad de carga permisible de cimentaciones superficiales asumimos un factor de seguridad de $F_s=3$, el cual se aplicará a la capacidad de carga última.

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

Tabla 22

Capacidad de carga admisible.

qu (kg/cm ²)	Fs	qa (kg/cm ²)
4.96	3	1.65
5.08	3	1.69
5.62	3	1.87
5.73	3	1.91
5.20	3	1.73
5.33	3	1.78
5.93	3	1.98
6.07	3	2.02
5.49	3	1.83
5.63	3	1.88
6.22	3	2.07
6.36	3	2.12

Nota: La tabla muestra los valores de capacidad de carga permisible para cimentación corrida. Extraído de Das, Braja. M. (2015).

Finalmente, en la tabla 21 se puede observar la capacidad permisible para una cimentación corrida a diferentes profundidades y cuya dimensión de la base asumida es $B=1.50m$.

CIMENTACIÓN CUADRADA

$$q_u = 1.3cN_c + qN_q + 0.4\gamma B N_y$$

Donde:

- c = Cohesión del suelo
- γ = Peso Específico del suelo
- $q = \gamma D_f$
- N_c, N_q, N_y = factores de capacidad de carga que son adimensionales y funciones sólo del ángulo de fricción del suelo ϕ .

Tabla 23

Cimentación cuadrada

ZONA	Peso específico	Ángulo de Fricción	Cohesión	Profundidad de Desplante	Base	Nc	Nq	Ny	q	qu	Fs	qa
	γ (gr/cm ³)	ϕ	c	Df (cm)	B (cm)					(kg/cm ²)		(kg/cm ²)
A	2.30	26	0.09	120	120	27.09	14.21	9.84	276	8.18	3	2.73
	2.30	26	0.09	120	150	27.09	14.21	9.84	276	8.45	3	2.82
	2.30	26	0.09	150	120	27.09	14.21	9.84	345	9.16	3	3.05
	2.30	26	0.09	150	150	27.09	14.21	9.84	345	9.43	3	3.14
B	2.30	27	0.08	120	120	29.24	15.90	11.60	276	8.71	3	2.90
	2.30	27	0.08	120	150	29.24	15.90	11.60	276	9.03	3	3.01
	2.30	27	0.08	150	120	29.24	15.90	11.60	345	9.81	3	3.27
	2.30	27	0.08	150	150	29.24	15.90	11.60	345	10.13	3	3.38
C	2.30	27	0.09	120	120	29.24	15.90	11.60	276	9.09	3	3.03
	2.30	27	0.09	120	150	29.24	15.90	11.60	276	9.41	3	3.14
	2.30	27	0.09	150	120	29.24	15.90	11.60	345	10.19	3	3.40
	2.30	27	0.09	150	150	29.24	15.90	11.60	345	10.51	3	3.50

Nota: La tabla muestra los valores de la cimentación cuadrada. Extraído de Das, Braja. M. (2015).

Para obtener la capacidad de carga permisible de cimentaciones superficiales asumimos un factor de seguridad de $F_s=3$, el cual se aplicará a la capacidad de carga última.

$$q_{adm} = \frac{q_u}{F_s}$$

Tabla 24

Capacidad de carga permisible para cimentación cuadrada

qu (kg/cm²)	Fs	qa (kg/cm²)
8.18	3	2.73
8.45	3	2.82
9.16	3	3.05
9.43	3	3.14
8.71	3	2.90
9.03	3	3.01
9.81	3	3.27
10.13	3	3.38
9.09	3	3.03
9.41	3	3.14
10.19	3	3.40
10.51	3	3.50

Nota: La tabla muestra los valores de capacidad de carga permisible para cimentación cuadrada. Extraído de Das, Braja. M. (2015).

Finalmente, en la tabla 23 se puede observar la capacidad permisible para una cimentación cuadrada a diferentes profundidades y cuya dimensión de la base asumida es $B=1.20m$.

Capacidad de carga según Meyerhof

$$q_u = c' N_c F_{cs} F_{cd} F_{ci} + q N_q F_{qs} F_{qd} F_{qi} + \frac{1}{2} \gamma B N_y F_{ys} F_{yd} F_{yi}$$

Donde

c' = cohesión

q = tensión efectiva en el nivel de la parte inferior de la base

γ = peso unitario del suelo

B = ancho de la cimentación

F_{cs}, F_{qs}, F_{ys} = factores de forma

F_{cd}, F_{qd}, F_{yd} = factores de profundidad

F_{ci}, F_{qi}, F_{yi} = factores de inclinación de carga

N_c, N_q, N_y = factores de capacidad de carga

Los factores de capacidad de carga se definen mediante expresiones matemáticas, así como también son definidos mediante la siguiente tabla:

Tabla 25*Factores de capacidad de carga según Meyerhof*

ϕ'	N_c	N_q	N_γ	ϕ'	N_c	N_q	N_γ
0	5.14	1.00	0.00	23	18.05	8.66	8.20
1	5.38	1.09	0.07	24	19.32	9.60	9.44
2	5.63	1.20	0.15	25	20.72	10.66	10.88
3	5.90	1.31	0.24	26	22.25	11.85	12.54
4	6.19	1.43	0.34	27	23.94	13.20	14.47
5	6.49	1.57	0.45	28	25.80	14.72	16.72
6	6.81	1.72	0.57	29	27.86	16.44	19.34
7	7.16	1.88	0.71	30	30.14	18.40	22.40
8	7.53	2.06	0.86	31	32.67	20.63	25.99
9	7.92	2.25	1.03	32	35.49	23.18	30.22
10	8.35	2.47	1.22	33	38.64	26.09	35.19
11	8.80	2.71	1.44	34	42.16	29.44	41.06
12	9.28	2.97	1.69	35	46.12	33.30	48.03
13	9.81	3.26	1.97	36	50.59	37.75	56.31
14	10.37	3.59	2.29	37	55.63	42.92	66.19
15	10.98	3.94	2.65	38	61.35	48.93	78.03
16	11.63	4.34	3.06	39	67.87	55.96	92.25
17	12.34	4.77	3.53	40	75.31	64.20	109.41
18	13.10	5.26	4.07	41	83.86	73.90	130.22
19	13.93	5.80	4.68	42	93.71	85.38	155.55
20	14.83	6.40	5.39	43	105.11	99.02	186.54
21	15.82	7.07	6.20	44	118.37	115.31	224.64
22	16.88	7.82	7.13	45	133.88	134.88	271.76

Nota: La tabla muestra los factores de capacidad de carga de Meyerhof. Extraído de Das, Braja. M. (2015).

Reemplazando los valores obtenidos en laboratorio tenemos los siguientes resultados:

Tabla 26

Cimentación Corrida

ZONA	Peso específico γ (gr/cm ³)	Ángulo de Fricción ϕ	Cohesión c	Profundidad de Desplante Df (cm)	Base B (cm)	Largo L (cm)	Nc	Fcs	Fcd	Nq	Fqs	Fqd	Ny	Fys	Fyd	q	qu (kg/cm ²)	Fs	qa (kg/cm ²)
A	2.30	26	0.09	60	50	250	22.25	1.11	1.29	11.85	1.10	1.27	12.54	0.92	1.00	138	5.81	3	1.94
	2.30	26	0.09	60	60	250	22.25	1.13	1.34	11.85	1.12	1.31	12.54	0.90	1.00	138	6.19	3	2.06
	2.30	26	0.09	80	50	250	22.25	1.11	1.34	11.85	1.10	1.31	12.54	0.92	1.00	184	6.77	3	2.26
	2.30	26	0.09	80	60	250	22.25	1.13	1.31	11.85	1.12	1.29	12.54	0.90	1.00	184	6.87	3	2.29
B	2.30	27	0.08	60	50	250	23.94	1.11	1.29	13.20	1.10	1.27	14.47	0.92	1.00	138	6.05	3	2.02
	2.30	27	0.08	60	60	250	23.94	1.13	1.33	13.20	1.12	1.30	14.47	0.90	1.00	138	6.45	3	2.15
	2.30	27	0.08	80	50	250	23.94	1.11	1.33	13.20	1.10	1.31	14.47	0.92	1.00	184	7.10	3	2.37
	2.30	27	0.08	80	60	250	23.94	1.13	1.30	13.20	1.12	1.28	14.47	0.90	1.00	184	7.23	3	2.41
C	2.30	27	0.09	60	50	250	23.94	1.11	1.29	13.20	1.10	1.27	14.47	0.92	1.00	138	6.39	3	2.13
	2.30	27	0.09	60	60	250	23.94	1.13	1.33	13.20	1.12	1.30	14.47	0.90	1.00	138	6.81	3	2.27
	2.30	27	0.09	80	50	250	23.94	1.11	1.33	13.20	1.10	1.31	14.47	0.92	1.00	184	7.45	3	2.48
	2.30	27	0.09	80	60	250	23.94	1.13	1.30	13.20	1.12	1.28	14.47	0.90	1.00	184	7.58	3	2.53

Nota: La tabla muestra los valores de la cimentación corrida. Extraído de Das, Braja. M. (2015).

Tabla 27

Cimentación Cuadrada

ZONA	Peso específico γ (gr/cm ³)	Ángulo de Fricción ϕ	Cohesión c	Profundidad de Desplante D_f (cm)	Base B (cm)	Largo L (cm)	N_c	F_{cs}	F_{cd}	N_q	F_{qs}	F_{qd}	N_y	F_{ys}	F_{yd}	q	q_u	F_s	q_a
																	(kg/cm ²)		(kg/cm ²)
A	2.30	26	0.09	120	150	150	22.25	1.53	1.27	11.85	1.49	1.25	12.54	0.60	1.00	276	11.26	3	3.75
	2.30	26	0.09	120	200	200	22.25	1.53	1.20	11.85	1.49	1.18	12.54	0.60	1.00	276	11.18	3	3.73
	2.30	26	0.09	150	150	150	22.25	1.53	1.34	11.85	1.49	1.31	12.54	0.60	1.00	345	13.35	3	4.45
	2.30	26	0.09	150	200	200	22.25	1.53	1.25	11.85	1.49	1.23	12.54	0.60	1.00	345	13.06	3	4.35
B	2.30	27	0.08	120	150	150	23.94	1.55	1.25	13.20	1.51	1.23	14.47	0.60	1.00	276	12.00	3	4.00
	2.30	27	0.08	120	200	200	23.94	1.55	1.19	13.20	1.51	1.17	14.47	0.60	1.00	276	11.99	3	4.00
	2.30	27	0.08	150	150	150	23.94	1.55	1.31	13.20	1.51	1.29	14.47	0.60	1.00	345	14.28	3	4.76
	2.30	27	0.08	150	200	200	23.94	1.55	1.24	13.20	1.51	1.22	14.47	0.60	1.00	345	14.04	3	4.68
C	2.30	27	0.09	120	150	150	23.94	1.55	1.25	13.20	1.51	1.23	14.47	0.60	1.00	276	12.46	3	4.15
	2.30	27	0.09	120	200	200	23.94	1.55	1.19	13.20	1.51	1.17	14.47	0.60	1.00	276	12.43	3	4.14
	2.30	27	0.09	150	150	150	23.94	1.55	1.31	13.20	1.51	1.29	14.47	0.60	1.00	345	14.77	3	4.92
	2.30	27	0.09	150	200	200	23.94	1.55	1.24	13.20	1.51	1.22	14.47	0.60	1.00	345	14.50	3	4.83

Nota: La tabla muestra los valores de la cimentación cuadrada. Extraído de Das, Braja. M. (2015).

Comparando el método de Terzaghi y Meyerhof tenemos los siguientes resultados:

Tabla 28

Cimentación corrida

ZONA	Profundidad de Desplante Df (cm)	Base B (cm)	qu (kg/cm ²)		Fs	qa (kg/cm ²)	
			TERZAGHI	MEYERHOF		TERZAGHI	MEYERHOF
A	60	50	4.96	5.81	3	1.65	1.94
	60	60	5.08	6.19	3	1.69	2.06
	80	50	5.62	6.77	3	1.87	2.26
	80	60	5.73	6.87	3	1.91	2.29
B	60	50	5.20	6.05	3	1.73	2.02
	60	60	5.33	6.45	3	1.78	2.15
	80	50	5.93	7.10	3	1.98	2.37
	80	60	6.07	7.23	3	2.02	2.41
C	60	50	5.49	6.39	3	1.83	2.13
	60	60	5.63	6.81	3	1.88	2.27
	80	50	6.22	7.45	3	2.07	2.48
	80	60	6.36	7.58	3	2.12	2.53

Nota: La tabla muestra una comparación de los valores de capacidad de carga última y permisible respectivamente según el método de Terzaghi y Meyerhof para cimentación corrida. Extraído de Das, Braja. M. (2015).

Tabla 29

Cimentación cuadrada

ZONA	Profundidad de Desplante Df (cm)	Base B (cm)	qu (kg/cm ²)		Fs	qa (kg/cm ²)	
			TERZAGHI	MEYERHOF		TERZAGHI	MEYERHOF
A	120	150	8.45	11.26	3	2.82	3.75
	120	200	8.90	11.18	3	2.97	3.73
	150	150	9.43	13.35	3	3.14	4.45
	150	200	9.88	13.06	3	3.29	4.35
B	120	150	9.03	12.00	3	3.01	4.00
	120	200	9.56	11.99	3	3.19	4.00
	150	150	10.13	14.28	3	3.38	4.76
	150	200	10.66	14.04	3	3.55	4.68
C	120	150	9.41	12.46	3	3.14	4.15
	120	200	9.94	12.43	3	3.31	4.14
	150	150	10.51	14.77	3	3.50	4.92
	150	200	11.04	14.50	3	3.68	4.83

Nota: La tabla muestra una comparación de los valores de capacidad de carga última y permisible respectivamente según el método de Terzaghi y Meyerhof para cimentación cuadrada. Extraído de Das, Braja. M. (2015).

4.1.7. Cálculo del Asentamiento Elástico en Cimentaciones Superficiales:

$$S_e = q_o(\alpha B') - \frac{1 - \mu_s^2}{E_s} I_s I_f$$

Donde

q_o = presión neta aplicada sobre la cimentación

μ_s = coeficiente de Poisson para el suelo

E_s = módulo de elasticidad promedio del suelo debajo de la cimentación medido desde $z = 0$ hasta $z = 4B$

B' = $B/2$ para el centro de la cimentación

= B para la esquina de la cimentación

I_s = factor de forma

I_f = factor de profundidad

α = factor que depende de la ubicación de la cimentación en donde el asentamiento está siendo calculado

Tabla 30

Coefficiente de Poisson (μ_s)

VALORES ORIENTATIVOS DEL COEFICIENTE DE POISSON	
TIPOS DE SUELO	COEFICIENTE DE POISSON (μ_s)
Arcillas blandas normales consolidadas	0.40
Arcillas medias	0.30
Arcillas duras preconsolidadas	0.15
Arenas y suelos granulares	0.30

Nota: La tabla muestra los valores orientativos del coeficiente de Poisson en los diferentes tipos de suelo. Extraído de Das, Braja. M. (2015).

- Para asentamiento elástico en el centro de la cimentación

$$\alpha = 4$$

$$m' = \frac{L}{B}$$

$$n' = \frac{H}{\left(\frac{B}{2}\right)}$$

$$H = 5B$$

Entonces reemplazando los valores, obtenemos el siguiente resultado:

Tabla 31

Asentamiento elástico en el centro de la cimentación

ZONA	Profundidad de Desplante	Base	Largo	qu	Fs	qo	α	m'	n'	A0	A1	A2	F1	F2	B'	Is	If	Se (m)	Se (mm)
	Df (m)	B (m)	L(m)	(kg/cm ²)		(kg/cm ²)													
A	1.20	1.50	1.50	8.45	3	2.82	4.00	1.00	10.00	0.782	0.782	0.010	0.498	0.016	0.75	0.507	0.695	0.0120	12.04
	1.20	2.00	2.00	8.90	3	2.97	4.00	1.00	10.00	0.782	0.782	0.010	0.498	0.016	1.00	0.507	0.740	0.0180	18.01
	1.50	1.50	1.50	9.43	3	3.14	4.00	1.00	10.00	0.782	0.782	0.010	0.498	0.016	0.75	0.507	0.650	0.0126	12.57
	1.50	2.00	2.00	9.88	3	3.29	4.00	1.00	10.00	0.782	0.782	0.010	0.498	0.016	1.00	0.507	0.706	0.0191	19.08
B	1.20	1.50	1.50	9.03	3	3.01	4.00	1.00	10.00	0.782	0.782	0.010	0.498	0.016	0.75	0.507	0.695	0.0129	12.87
	1.20	2.00	2.00	9.56	3	3.19	4.00	1.00	10.00	0.782	0.782	0.010	0.498	0.016	1.00	0.507	0.740	0.0193	19.34
	1.50	1.50	1.50	10.13	3	3.38	4.00	1.00	10.00	0.782	0.782	0.010	0.498	0.016	0.75	0.507	0.650	0.0135	13.49
	1.50	2.00	2.00	10.66	3	3.55	4.00	1.00	10.00	0.782	0.782	0.010	0.498	0.016	1.00	0.507	0.706	0.0206	20.58
C	1.20	1.50	1.50	9.41	3	3.14	4.00	1.00	10.00	0.782	0.782	0.010	0.498	0.016	0.75	0.507	0.695	0.0134	13.41
	1.20	2.00	2.00	9.94	3	3.31	4.00	1.00	10.00	0.782	0.782	0.010	0.498	0.016	1.00	0.507	0.740	0.0201	20.11
	1.50	1.50	1.50	10.51	3	3.50	4.00	1.00	10.00	0.782	0.782	0.010	0.498	0.016	0.75	0.507	0.650	0.0140	14.00
	1.50	2.00	2.00	11.04	3	3.68	4.00	1.00	10.00	0.782	0.782	0.010	0.498	0.016	1.00	0.507	0.706	0.0213	21.31

Nota: La tabla muestra los valores del asentamiento elástico en el centro de la cimentación. Extraído de Das, Braja. M. (2015).

- Para asentamiento elástico en la esquina de la cimentación

$$\alpha = 1$$

$$m' = \frac{L}{B}$$

$$n' = \frac{H}{B}$$

$$H = 5B$$

Entonces reemplazando los valores, obtenemos el siguiente resultado:

Tabla 32

Asentamiento elástico en la esquina de la cimentación

ZONA	Profundidad de Desplante	Base	Largo	qu	Fs	qo	α	m'	n'	A0	A1	A2	F1	F2	B'	Is	If	S _e (m)	S _e (mm)
	Df (m)	B (m)	L(m)	(kg/cm ²)	(kg/cm ²)														
A	1.20	1.50	1.50	8.45	3	2.82	1.00	1.00	5.00	0.686	0.686	0.038	0.437	0.031	1.50	0.455	0.695	0.0054	5.40
	1.20	2.00	2.00	8.90	3	2.97	1.00	1.00	5.00	0.686	0.686	0.038	0.437	0.031	2.00	0.455	0.740	0.0081	8.07
	1.50	1.50	1.50	9.43	3	3.14	1.00	1.00	5.00	0.686	0.686	0.038	0.437	0.031	1.50	0.455	0.650	0.0056	5.63
	1.50	2.00	2.00	9.88	3	3.29	1.00	1.00	5.00	0.686	0.686	0.038	0.437	0.031	2.00	0.455	0.706	0.0086	8.55
B	1.20	1.50	1.50	9.03	3	3.01	1.00	1.00	5.00	0.686	0.686	0.038	0.437	0.031	1.50	0.455	0.695	0.0058	5.77
	1.20	2.00	2.00	9.56	3	3.19	1.00	1.00	5.00	0.686	0.686	0.038	0.437	0.031	2.00	0.455	0.740	0.0087	8.67
	1.50	1.50	1.50	10.13	3	3.38	1.00	1.00	5.00	0.686	0.686	0.038	0.437	0.031	1.50	0.455	0.650	0.0061	6.05
	1.50	2.00	2.00	10.66	3	3.55	1.00	1.00	5.00	0.686	0.686	0.038	0.437	0.031	2.00	0.455	0.706	0.0092	9.23
C	1.20	1.50	1.50	9.41	3	3.14	1.00	1.00	5.00	0.686	0.686	0.038	0.437	0.031	1.50	0.455	0.695	0.0060	6.01
	1.20	2.00	2.00	9.94	3	3.31	1.00	1.00	5.00	0.686	0.686	0.038	0.437	0.031	2.00	0.455	0.740	0.0090	9.02
	1.50	1.50	1.50	10.51	3	3.50	1.00	1.00	5.00	0.686	0.686	0.038	0.437	0.031	1.50	0.455	0.650	0.0063	6.28
	1.50	2.00	2.00	11.04	3	3.68	1.00	1.00	5.00	0.686	0.686	0.038	0.437	0.031	2.00	0.455	0.706	0.0096	9.56

Nota: La tabla muestra los valores del asentamiento elástico en la esquina de la cimentación. Extraído de Das, Braja. M. (2015).

- Para asentamiento elástico de una cimentación rígida

$$S_e(\text{rígida}) \approx 0.93 S_e(\text{flexible, centro})$$

Reemplazando los datos obtenemos el siguiente resultado:

Tabla 33

Asentamiento elástico de una cimentación rígida

ZONA	Profundidad de Desplante	Base	Largo	S _e (Flexible)	S _e (Rígido)
	Df (m)	B (m)	L(m)	(mm)	(mm)
A	1.20	1.50	1.50	12.04	11.20
	1.20	2.00	2.00	18.01	16.75
	1.50	1.50	1.50	12.57	11.69
	1.50	2.00	2.00	19.08	17.74
B	1.20	1.50	1.50	12.87	11.96
	1.20	2.00	2.00	19.34	17.99
	1.50	1.50	1.50	13.49	12.55
	1.50	2.00	2.00	20.58	19.14
C	1.20	1.50	1.50	13.41	12.47
	1.20	2.00	2.00	20.11	18.71
	1.50	1.50	1.50	14.00	13.02
	1.50	2.00	2.00	21.31	19.82

Nota: La tabla muestra los valores del asentamiento elástico en una cimentación rígida. Extraído de Das, Braja. M. (2015).

Tabla 34

Cuadro resumen de asentamiento diferencial en cimentaciones cuadradas

ZONA	Profundidad de Desplante Df (m)	Base B (m)	Largo L(m)	ASENTAMIENTO (m)				$\bar{\delta}$ (m)	L (m)	α	α E.050	CONDICION
				CENTRO	$\bar{\delta}$ centro	ESQUINA	$\bar{\delta}$ esquina					
A	1.20	1.50	1.50	0.0120		0.0054						
B	1.20	1.50	1.50	0.0129	0.0008	0.0058	0.0004	0.0008	4.00	0.0002	0.0067	CUMPLE
A	1.20	2.00	2.00	0.0180		0.0081						
B	1.20	2.00	2.00	0.0193	0.0013	0.0087	0.0006	0.0013	4.00	0.0003	0.0067	CUMPLE
A	1.50	1.50	1.50	0.0126		0.0056						
B	1.50	1.50	1.50	0.0135	0.0009	0.0061	0.0004	0.0009	4.00	0.0002	0.0067	CUMPLE
A	1.50	2.00	2.00	0.0191		0.0086						
B	1.50	2.00	2.00	0.0206	0.0015	0.0092	0.0007	0.0015	4.00	0.0004	0.0067	CUMPLE
B	1.20	1.50	1.50	0.0129		0.0058						
C	1.20	1.50	1.50	0.0134	0.0005	0.0060	0.0002	0.0005	4.00	0.0001	0.0067	CUMPLE
B	1.20	2.00	2.00	0.0193		0.0087						
C	1.20	2.00	2.00	0.0201	0.0008	0.0090	0.0003	0.0008	4.00	0.0002	0.0067	CUMPLE
B	1.50	1.50	1.50	0.0135		0.0061						
C	1.50	1.50	1.50	0.0140	0.0005	0.0063	0.0002	0.0005	4.00	0.0001	0.0067	CUMPLE
B	1.50	2.00	2.00	0.0206		0.0092						
C	1.50	2.00	2.00	0.0213	0.0007	0.0096	0.0003	0.0007	4.00	0.0002	0.0067	CUMPLE

Nota: La tabla muestra los valores de asentamiento diferencial en cimentaciones cuadradas. Extraído de Das, Braja. M. (2015).

Contrastación y prueba de la hipótesis

En el planteamiento de la hipótesis se consideró realizar un Estudio de Zonificación Geotécnica con el propósito de determinar las propiedades físicas y mecánicas del suelo del Sector Florida Alta perteneciente al distrito de Yonan, Región Cajamarca. Al haber desarrollado este trabajo de investigación nos ha permitido obtener la información necesaria del estudio de suelos para llevar a cabo la Zonificación Geotécnica de esta área.

En general corresponde a suelos granular aluvial con superficie de Norte a Sur de suave cambiando a moderada pendiente.

Zona A: Suelos areno gravoso estable hasta la investigada de -2.0 m.

Zona B: Suelos aglomerado arenoso tipo aluvión, profundiza en capas con agregado anguloso y horizontes con bolonerías, suelos poco estables a excavación profunda.

Zona C: Horizonte de riadas con bolonería en matriz gravo arenosa de baja densidad, inestable a la excavación profunda, en superficie hay bolonería en tránsito.

V. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Debido a la naturaleza del suelo y la geografía del lugar de estudio, no se encontró niveles de agua freática a la profundidad que se hizo la calicata.

De acuerdo al ensayo de granulometría, las muestras del suelo de las 11 calicatas se clasifican con simbología GP según SUCS, y una codificación A-1-a según AASHTO.

Con respecto a los pesos específicos efectuados a las muestras de las 11 calicatas a través de los ensayos, se obtuvieron valores de 2.30 g/cm^3 y 2.31 g/cm^3 como mínimo y máximo respectivamente, no habiendo una variación sobresaliente.

Según los parámetros de resistencia tales como el ángulo de fricción y cohesión y haciendo uso de lo recomendado en la norma de Suelos y Cimentaciones E.050, se hallaron las capacidades de carga admisible del suelo bajo el método de Terzaghi y Meyerhof, además de tomar en cuenta la geometría de la cimentación se obtuvo:

Tabla 35

Cuadro comparativo de capacidad admisible según Terzaghi y Meyerhof – cimentación corrida

ZONA	Profundidad de Desplante Df (cm)	Base B (cm)	qa (kg/cm ²)	
			TERZAGHI	MEYERHOF
A	60	50	1.65	1.94
	60	60	1.69	2.06
	80	50	1.87	2.26
	80	60	1.91	2.29
B	60	50	1.73	2.02
	60	60	1.78	2.15
	80	50	1.98	2.37
	80	60	2.02	2.41
C	60	50	1.83	2.13
	60	60	1.88	2.27
	80	50	2.07	2.48
	80	60	2.12	2.53

Nota: La tabla muestra la capacidad admisible según Terzaghi y Meyerhof. Extraído de Das, Braja. M. (2015).

Tabla 36

Cuadro comparativo de capacidad admisible según Terzaghi y Meyerhof – cimentación cuadrada

ZONA	Profundidad de Desplante Df (cm)	Base B (cm)	qa (kg/cm ²)	
			TERZAGHI	MEYERHOF
A	120	150	2.82	3.75
	120	200	2.97	3.73
	150	150	3.14	4.45
	150	200	3.29	4.35
B	120	150	3.01	4.00
	120	200	3.19	4.00
	150	150	3.38	4.76
	150	200	3.55	4.68
C	120	150	3.14	4.15
	120	200	3.31	4.14
	150	150	3.50	4.92
	150	200	3.68	4.83

Nota: La tabla muestra la capacidad admisible según Terzaghi y Meyerhof. Extraído de Das, Braja. M. (2015).

Utilizando la teoría de la elasticidad para los asentamientos en cimentaciones superficiales se determinó lo siguiente:

Tabla 37

Cuadro de asentamiento elástico según teoría de elasticidad

ZONA	Profundidad de Desplante Df (m)	Asentamiento Flexible (mm)		Asentamiento Rígido (mm)
		Esquina	Centro	
A	1.20	5.40	12.04	11.20
	1.20	8.07	18.01	16.75
	1.50	5.63	12.57	11.69
	1.50	8.55	19.08	17.74
B	1.20	5.77	12.87	11.96
	1.20	8.67	19.34	17.99
	1.50	6.05	13.49	12.55
	1.50	9.23	20.58	19.14
C	1.20	6.01	13.41	12.47
	1.20	9.02	20.11	18.71
	1.50	6.28	14.00	13.02
	1.50	9.56	21.31	19.82

Nota: La tabla muestra asentamientos elástico según teoría de elasticidad. Extraído de Das, Braja. M. (2015).

De acuerdo a lo estipulado en la norma de Suelos y Cimentaciones E.050, con respecto a la condición $\alpha = 1/150$, límite en el que se debe esperar daño estructural en edificios convencionales se obtuvieron las siguientes distorsiones angulares:

Tabla 38

Cuadro de distorsión angular

Profundidad de Desplante Df (m)	α	α E.050	CONDICION
1.20	0.0002	0.0067	CUMPLE
1.20			
1.20	0.0003	0.0067	CUMPLE
1.20			
1.50	0.0002	0.0067	CUMPLE
1.50			
1.50	0.0004	0.0067	CUMPLE
1.50			
1.20	0.0001	0.0067	CUMPLE
1.20			
1.20	0.0002	0.0067	CUMPLE
1.20			
1.50	0.0001	0.0067	CUMPLE
1.50			
1.50	0.0002	0.0067	CUMPLE
1.50			

Nota: La tabla muestra la distorsión angular. Extraído de Das, Braja. M. (2015) y Norma E050 suelos y cimentaciones(2006).

CONCLUSIONES

Se proponen 3 Zonas Geotécnicas para el área de estudio de acuerdo a la capacidad portante del suelo y a sus propiedades mecánicas:

- Zona A: Suelos areno gravoso estable hasta la investigada de 2.0 m.
- Zona B: Suelos aglomerado arenoso tipo aluvión, profundiza en capas con agregado anguloso y horizontes con bolonerías, suelos poco estables a excavación profunda.
- Zona C: Horizonte de riadas con bolonería en matriz gravo arenosa de baja densidad, inestable a la excavación profunda, en superficie hay bolonería en tránsito.

De acuerdo con el Estudio de Suelos, se evidencia en el terreno una capa de relleno contaminado con desperdicios y raíces, por su densificación se deduce un relleno no controlado hasta una profundidad de 0.30 mt en promedio, posterior a ello un estrato fluvio aluvial aglomerado, canto rodado gravoso con hasta 1,5" en matriz arenosa, poco limo, meteorizado, color gris, textura aglomerada gravoso, estructura densa, suelo seco hasta -1.50 mt. Como capa final Aglomerado de escombros con piedra angulosa de hasta 0,2 m en matriz areno gravosa, piso sobre bolones, meteorizado, color beige oxidado a marrón, textura arenosa irregular, estructura mediana densa, se disgrega por efecto puente, suelo seco.

En las calicatas realizadas no se encontró Nivel de Agua Freática.

En el siguiente cuadro se muestra las características físicas de las calicatas según los estudios realizados.

Tabla 39*Cuadro resumen*

Calicata	Tipo de suelo	Profundidad	Angulo de fricción intergranular (ϕ)	Ángulo de cohesión \odot	Napa freática
C-1	Grava mal graduada	-1.60	25.00	0.10	No se encuentra hasta esta profundidad
C-2	Grava mal graduada	-1.80	26.00	0.08	No se encuentra hasta esta profundidad
C-3	Grava mal graduada	-1.70	27.00	0.07	No se encuentra hasta esta profundidad
C-4	Grava mal graduada	-1.90	26.00	0.09	No se encuentra hasta esta profundidad
C-5	Grava mal graduada	-2.00	26.00	0.08	No se encuentra hasta esta profundidad
C-6	Grava mal graduada	-2.00	26.00	0.08	No se encuentra hasta esta profundidad
C-7	Grava mal graduada	-1.60	28.00	0.07	No se encuentra hasta esta profundidad
C-8	Grava mal graduada	-1.80	27.00	0.09	No se encuentra hasta esta profundidad
C-9	Grava mal graduada	-1.70	27.00	0.08	No se encuentra hasta esta profundidad
C-10	Grava mal graduada	-1.80	26.00	0.10	No se encuentra hasta esta profundidad
C-11	Grava mal graduada	-1.70	28.00	0.08	No se encuentra hasta esta profundidad

Nota: La tabla muestra cuadro resumen. Extraído de Das, Braja. M. (2015).

Para calcular la capacidad admisible del suelo del Sector Florida Alta, se consideraron cimentaciones superficiales para viviendas convencionales no mayores de 3 pisos. Se diseñaron cimentaciones corridas y cuadradas, siendo las cimentaciones corridas la que poseen una mayor capacidad admisible, sin embargo, debido a que el área de estudio es una zona rural una zapata cuadrada aislada sería una cimentación más económica.

RECOMENDACIONES

Es recomendable no construir cimentaciones superficiales sobre el material orgánico (turba) o de relleno no controlado encontrado, razón por la cual deberá ser eliminado antes de construir la cimentación y sustituido en su totalidad por materiales seleccionados debidamente compactados.

Recordar que el trabajo de investigación desarrollado solamente es válido para el área de estudio delimitada.

Se sugiere que los resultados conseguidos en el presente trabajo de investigación sean tomados como base por la Municipalidad Distrital de Yonan como parámetros dentro de su Plan de Desarrollo Urbano.

Para hallar los parámetros de resistencia del suelo, se aconseja extender la investigación elaborando un análisis comparativo entre pruebas de campo y de laboratorio.

En base a todo lo realizado en el presente trabajo de investigación, se recomienda hacer un estudio de suelos para evitar futuras fallas y asentamientos en el suelo que perjudiquen y dañen a la estructura.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Calavera Ruiz. (2000). *Cálculo de estructuras de cimentación*. Tercera Edición. Madrid. Intemac.
- Castillo. (2017). *Estudio de zonificación en base a la determinación de la capacidad portante del suelo en las cimentaciones de las viviendas del casco urbano de la parroquia la Matriz del cantón Patate provincia de Tungurahua*. Tungurahua.
- Cotrina Velásquez, J. (2016). *Zonificación geotécnica de los suelos de fundación mediante el ensayo de Corte Directo Y DPL en la Urb los Girasoles – Jaen - 2016*. Cajamarca: COPYRIGHT © 2017 by.
- Crespo, E., & Soffieti, F. (2020). *Zonificación Geotécnica Aplicada a Taludes Rocosos en el Cordón de Sierra Chica, Provincia de Córdoba, Argentina*. FCEFYN, 7(2), 27–43.
- Das, Braja. M. (2015). *Fundamentos de Ingeniería Geotécnica*. Cuarta edición. México, D.F. Cengage Learning.
- Escriba Sulca, J. (2016). *Cimentaciones superficiales apoyadas en suelos arenosos con aplicación en el asentamiento humano Cocalla – Lomo de Corvina – Villa El Salvador*. Lima.
- Lambe, W y Whitman, R. (2004). *Mecánica de Suelos*. México, D.F. Limusa.
- Lujan Silva, E. (2011). *"Microzonificación Geotécnica de la ciudad de Trujillo"*. Trujillo.
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (2008). *Glosario de términos de uso frecuente en proyectos de infraestructura vial*. Lima, Perú.
- Molina. (2016). *Caracterización geotécnica de la ciudad de Barranquilla, Colombia*. Colombia.

- Moreno Rodriguez . (2013). *Estudio de Zonificación y Caracterización Geotécnica de los Suelos de la ciudad de Barranquilla*. Colombia.
- Norma E.030 “diseño sismorresistente (2006). Reglamento Nacional de Edificaciones. Lima, Perú.
- Norma E.050 Suelos y Cimentaciones (2006). Reglamento Nacional de Edificaciones. Lima, Perú.
- Pajuelo. (2018). *“Diseño geotécnico de la cimentación del mercado modelo Villas de Ancón, distrito de Ancón”*. Ancón.
- Peck, Hanson y Thornburn. (1982). *Ingeniería De Cimentaciones*. México, D.F. Limusa.
- Tarqui. (2012). “Zonificación geotécnica para cimentaciones superficiales en la zona urbana de Mazocruz, el Collao, dpto. de Puno – Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann – Tacna – Perú – 2012” . Puno.
- Vilcapoma Huapaya, T. (2011). *“Mapa De Peligros, Plan De Usos Del Suelo Ante Desastres Y Medidas De Mitigación De La Ciudad De Huanchaco”*. Trujillo.

ANEXOS

RESOLUCIÓN DE AMPLIACIÓN DE PLAZO



UPAO | Facultad de Ingeniería

Trujillo, 21 de abril de 2023

RESOLUCIÓN N° 0648-2023-FI-UPAO

VISTA la solicitud de **AMPLIACIÓN DE PLAZO** para la sustentación de la Tesis de los Bachilleres: **ALFARO MELGAREJO, CRISTIAN** y **SALAS CABALLERO, DIEGO**, del **PROGRAMA DE ESTUDIO DE INGENIERÍA CIVIL**, y;

CONSIDERANDO:

Que, los Bachilleres en referencia han solicitado una segunda ampliación de plazo para la culminación del Proyecto Tesis, aprobado e inscrito mediante la **RESOLUCIÓN N° 1287-2021-FI-UPAO**, debido a que, por motivo de salud no culminaron y sustentaron de su Tesis dentro del plazo establecido y los plazos ampliados, y;

Que, con **RESOLUCIÓN N° 1044-2022-FI-UPAO** a los citados Bachilleres se les otorgó una ampliación de plazo de 06 meses, contados a partir del 27 de agosto de 2022, y;

Que, con **RESOLUCIÓN N° 0339-2023-FI-UPAO**, a los citados Bachilleres se les otorgó una ampliación de plazo de 02 meses, contados a partir del 28 de febrero de 2023, y;

Que, el Programa de Estudio de Ingeniería Civil, con el **OFICIO N° 0529-2023-INCI-FI-UPAO**, eleva la documentación del caso a éste despacho para resolver, y;

Que, de acuerdo al informe de la Secretaría Académica, quién realiza y supervisa el registro de los Proyectos de Tesis, opina por la procedencia de la solicitud, y;

Estando al Estatuto de la Universidad, al Reglamento de Grados y Títulos la Universidad y a las atribuciones conferidas a éste Despacho;

SE RESUELVE:

SE RESUELVE:

ARTÍCULO PRIMERO: **CONCEDER POR ÚLTIMA VEZ, UN PLAZO AMPLIATORIO DE 03 MESES**, contados a partir del **29 de abril de 2023**, a los Bachilleres: **RODRIGO GONZALEZ CAMPOS**, para culminar y sustentar la Tesis titulada: **"ESTUDIO DE ZONIFICACIÓN DE SUELOS CON FINES DE CIMENTACIÓN PARA LA HABILITACIÓN URBANA DEL SECTOR FLORIDA ALTA - CAJAMARCA"**.

ARTÍCULO SEGUNDO: **DEJAR ESTABLECIDO QUE**, de no sustentar su Tesis dentro del último plazo ampliado, los Bachilleres: **ALFARO MELGAREJO, CRISTIAN** y **SALAS CABALLERO, DIEGO** deberán iniciar nuevamente su proceso desde la presentación del Proyecto de Tesis.

REGÍSTRESE, COMUNÍQUESE Y ARCHÍVESE.

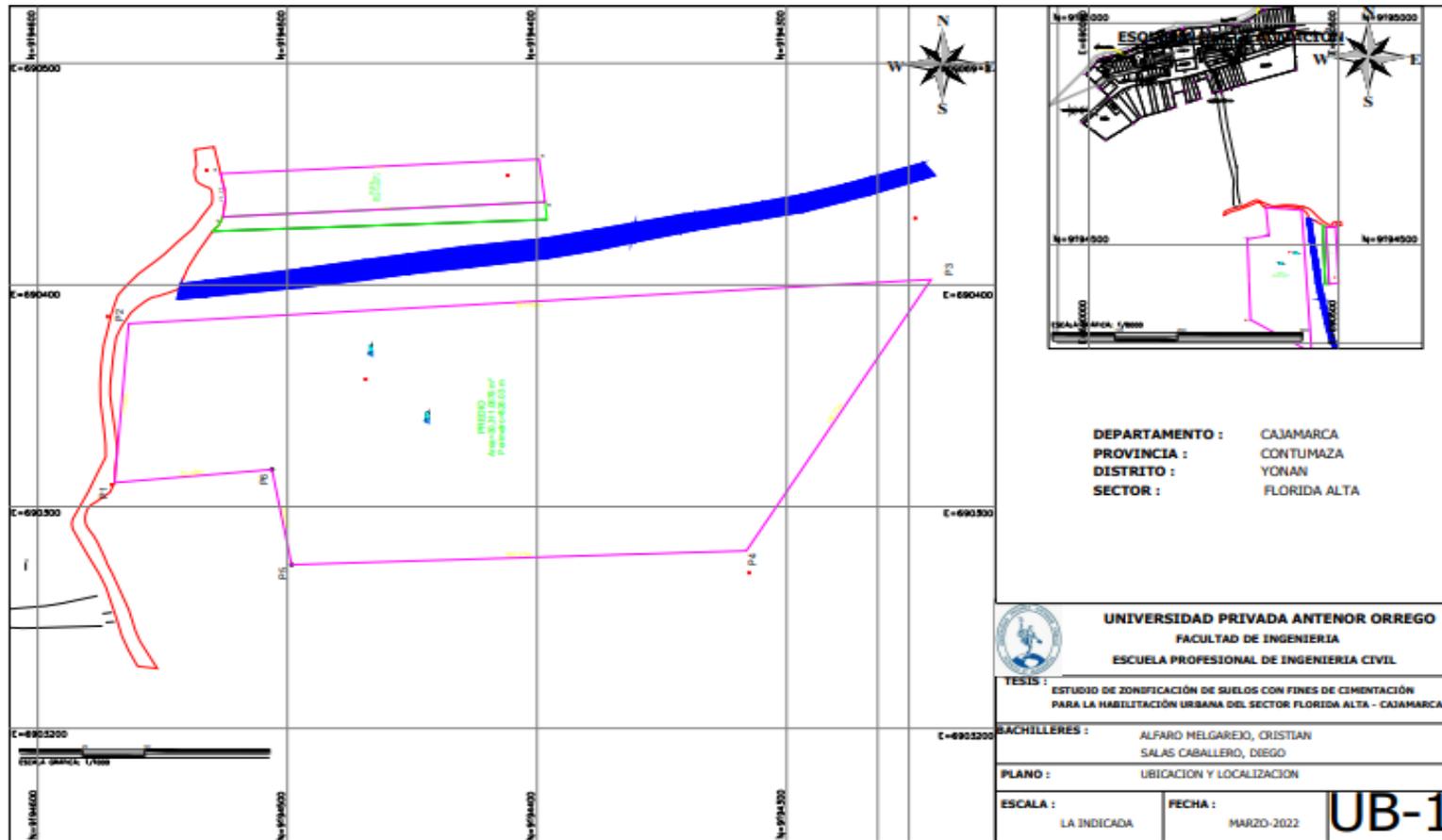


Dr. Ángel Alandca Quenta
DECANO

PLANIMETRÍA

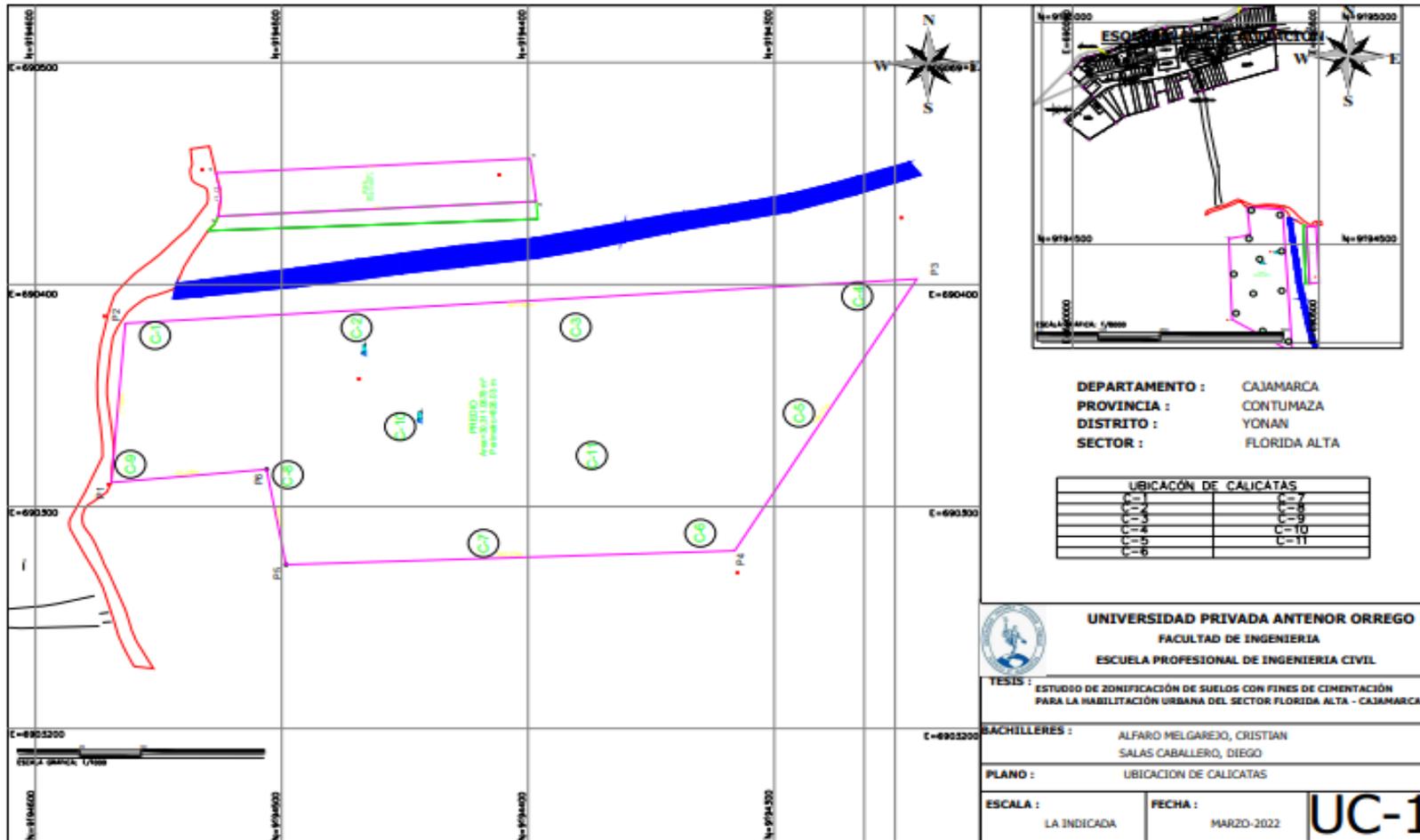
Plano 01

Plano de ubicación del lugar de estudio del proyecto de tesis



Plano 02

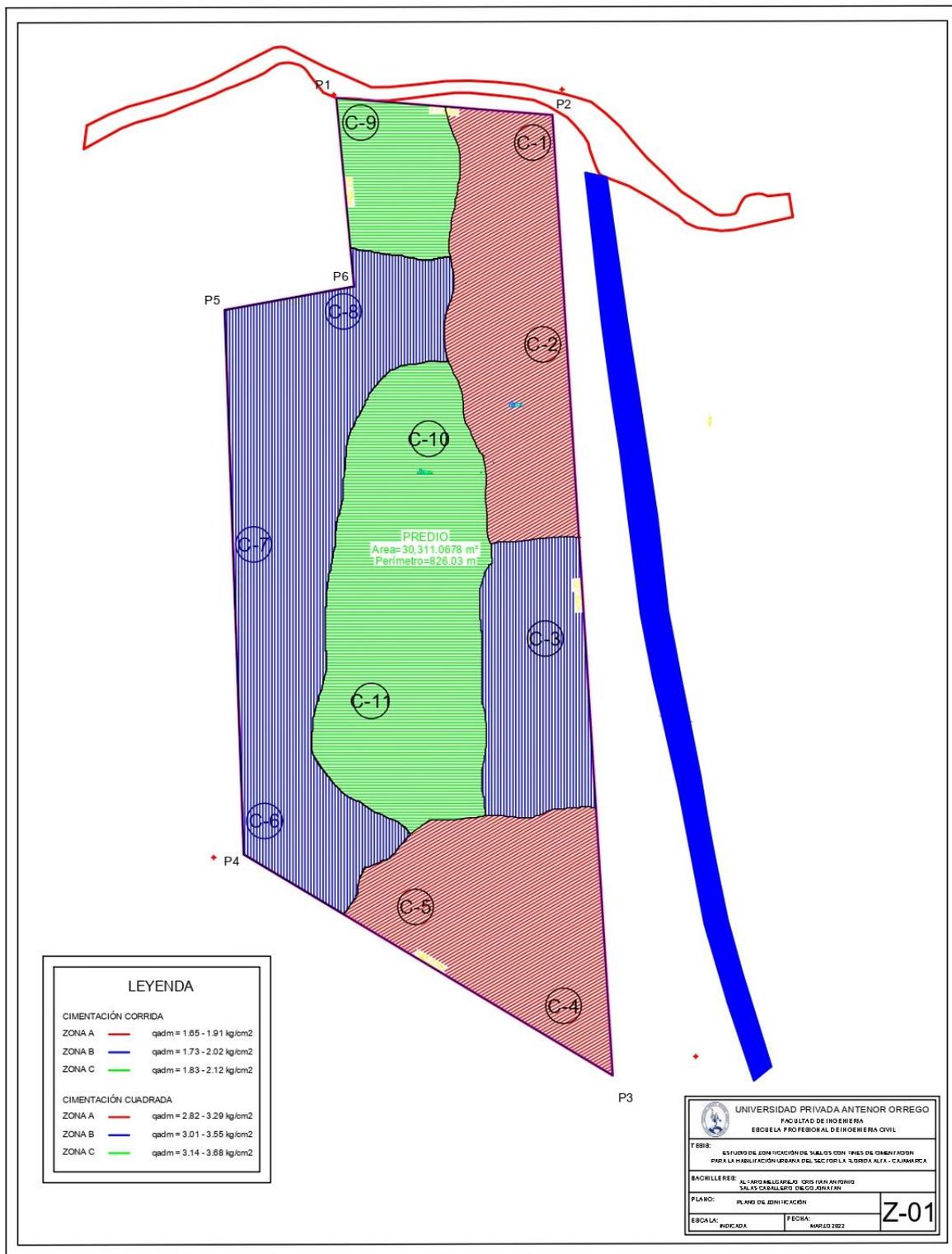
Plano de ubicación de las calicatas del proyecto de tesis



Plano 03

Plano de zonificación de suelos del proyecto de tesis

ENSAYOS



Ensayo 01

Análisis granulométrico por tamizado C-01



**ANALISIS MECANICO POR TAMIZADO
ASTM D-422**

Obra : HABILITACION URBANA DEL SECTOR FLORIDA ALTA CAJAMARCA
 Solicitante : BACH. CRISTIAN ANTONIO ALFARO MELGAREJO/ BACH. DIEGO JONATAN SALAS CABALLERO
 Ubicación : SECTOR FLORIDA ALTA - YONAN -CONTUMAZA - CAJAMARCA
 Fecha : TRUJILLO, OCTUBRE DEL 2021
 Calicata : PC 01
 Tipo de suelo : Grava Pobremente Graduada
 Peso de muestra seca : 3000.0
 Peso de muestra lavada : 44.8

Tamices ASTM	Abertura en mm.	Peso Retenido	%Retenido Parcial	%Retenido Acumulado	% que Pasa	ESPECIFICACION	
						Límites	
						Superior	Inferior
3"	76.200	0.00	0.0	0.0	100.00		
2 1/2"	63.500	468.00	15.6	15.6	84.40		
2"	50.800	380.00	12.7	28.3	71.73		
1 1/2"	38.100	265.00	8.8	37.1	62.90		
1"	25.400	365.00	13.2	50.3	49.73		
3/4"	19.050	312.00	10.4	60.7	39.33		
1/2"	12.700	245.80	8.2	68.9	31.15		
3/8"	9.525	142.60	4.8	73.6	26.39		
Nº4	4.760	95.70	3.2	76.8	23.17		
Nº8	2.380	125.40	4.2	81.0	18.99		
Nº10	2.000	30.20	1.0	82.0	17.98		
Nº16	1.190	90.40	3.0	85.0	14.97		
Nº30	0.590	104.80	3.5	88.5	11.48		
Nº40	0.420	65.80	2.2	90.8	9.23		
Nº50	0.300	77.40	2.6	93.3	6.67		
Nº100	0.149	142.10	4.7	98.1	1.93		
Nº200	0.074	13.24	0.4	98.5	1.49		
<Nº200		44.76	1.5	100.0	0.00		
Total		3000.00					



Límites e Indices de Consistencia

L. Líquido	: 0.00
L. Plástico	: 0.00
Ind. Plástico	: 0.00
Clas. SUCS	: GP
Clas. AASHTO	: A-1-a(0)

HUMEDAD (%W) = 1.00

[Signature]
 Ing. C. Jim C. Anton Fiestas
 JEFE DE LABORATORIO
 CIP: 251701

Ensayo 02

Análisis granulométrico por tamizado C-02

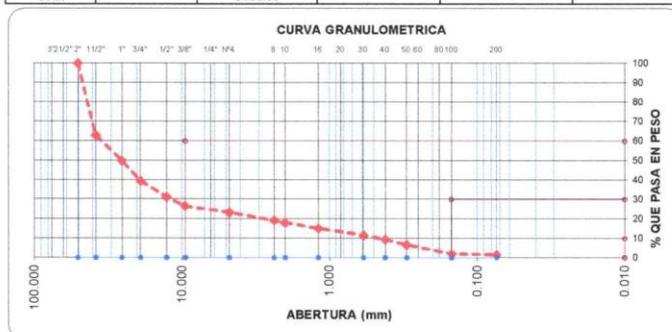


M&M ANTON LABORATORIOS Y CONSTRUCCION E.I.R.L.
LABORATORIO DE ESTUDIOS GEOTECNICOS Y ENSAYOS DE MATERIALES DE CONSTRUCCION

ANALISIS MECANICO POR TAMIZADO ASTM D-422

Obra : HABILITACION URBANA DEL SECTOR FLORIDA ALTA CAJAMARCA
 Solicitante : BACH. CRISTIAN ANTONIO ALFARO MELGAREJO/ BACH. DIEGO JONATAN SALAS CABALLERO
 Ubicación : SECTOR FLORIDA ALTA - YONAN -CONTUMAZA - CAJAMARCA
 Fecha : TRUJILLO, OCTUBRE DEL 2021
 Calicata : PC 02
 Tipo de suelo : Grava Pobremente Graduada
 Peso de muestra seca : 3000.0
 Peso de muestra lavada : 33.1

Tamices ASTM	Abertura en mm.	Peso Retenido	%Retenido Parcial	%Retenido Acumulado	% que Pasa	ESPECIFICACION	
3"	76.200	0.00	0.0	0.0	100.00	Límites	
2 1/2"	63.500	0.00	0.0	0.0	100.00	Superior	Inferior
2"	50.600	562.00	18.7	18.7	81.27		
1 1/2"	38.100	486.50	16.2	35.0	65.05		
1"	25.400	625.40	20.8	55.8	44.20		
3/4"	19.050	125.40	4.2	60.0	40.02		
1/2"	12.700	218.60	7.3	67.3	32.74		
3/8"	9.525	363.10	12.1	79.4	20.63		
Nº4	4.760	73.24	2.4	81.8	18.19		
Nº8	2.380	46.00	1.5	83.3	16.66		
Nº10	2.000	30.20	1.0	84.3	15.65		
Nº16	1.190	90.40	3.0	87.4	12.64		
Nº30	0.590	46.50	1.6	88.9	11.09		
Nº40	0.420	66.80	2.2	91.1	8.86		
Nº50	0.300	77.40	2.6	93.7	6.28		
Nº100	0.149	142.10	4.7	98.5	1.55		
Nº200	0.074	13.24	0.4	98.9	1.10		
< N°200		33.12	1.1	100.0	0.00		
Total		3000.00					



Límites e Índices de Consistencia

L. Líquido	: 0.00
L. Plástico	: 0.00
Ind. Plástico	: 0.00
Clas. SUCS	: GP
Clas. AASHTO	: A-1-a (0)

HUMEDAD (%W) = 1.50

[Signature]
 Ing. C. Jim C. Anton Fiestas
 JEFE DE LABORATORIO
 CIP: 251701

Ensayo 03

Análisis granulométrico por tamizado C-03

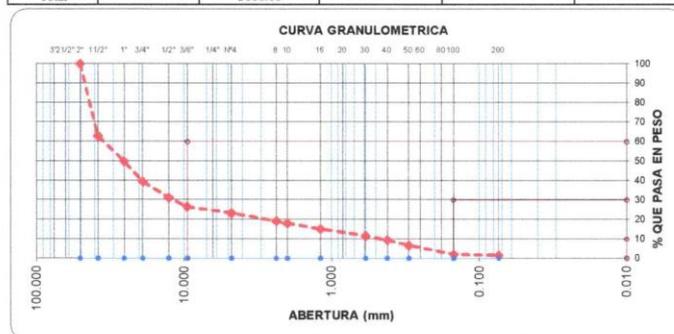


M&M ANTON LABORATORIOS Y CONSTRUCCION E.I.R.L.
LABORATORIO DE ESTUDIOS GEOTECNICOS Y ENSAYOS DE MATERIALES DE CONSTRUCCION

ANALISIS MECANICO POR TAMIZADO ASTM D-422

Obra : HABILITACION URBANA DEL SECTOR FLORIDA ALTA CAJAMARCA
 Solicitante : BACH. CRISTIAN ANTONIO ALFARO MELGAREJO/ BACH. DIEGO JONATAN SALAS CABALLERO
 Ubicación : SECTOR FLORIDA ALTA - YONÁN -CONTUMAZA - CAJAMARCA
 Fecha : TRUJILLO, OCTUBRE DEL 2021
 Calicata : PC 03
 Tipo de suelo : Grava Pobremente Graduada
 Peso de muestra seca : 3000.0
 Peso de muestra lavada : 93.9

Tamices ASTM	Abertura en mm.	Peso Retenido	%Retenido Parcial	%Retenido Acumulado	% que Pasa	ESPECIFICACION	
3"	76.200	0.00	0.0	0.0	100.00	Límites	
2 1/2"	63.500	100.80	3.4	3.4	96.64	Superior	Inferior
2"	50.600	468.50	15.6	19.0	81.02		
1 1/2"	38.100	598.50	20.0	38.9	61.07		
1"	25.400	652.40	21.7	60.7	39.33		
3/4"	19.050	136.40	4.5	65.2	34.78		
1/2"	12.700	210.50	7.0	72.2	27.76		
3/8"	9.525	86.90	2.9	75.1	24.87		
Nº4	4.760	73.24	2.4	77.6	22.43		
Nº8	2.380	63.80	2.1	79.7	20.30		
Nº10	2.000	30.20	1.0	80.7	19.29		
Nº16	1.190	90.40	3.0	83.7	16.28		
Nº30	0.590	104.80	3.5	87.2	12.79		
Nº40	0.420	66.80	2.2	89.4	10.56		
Nº50	0.300	98.50	3.3	92.7	7.28		
Nº100	0.149	102.40	3.4	96.1	3.86		
Nº200	0.074	22.00	0.7	96.9	3.13		
< Nº200		93.86	3.1	100.0	0.00		
Total		3000.00					



Límites e Índices de Consistencia

L. Líquido	: 0.00
L. Plástico	: 0.00
Ind. Plástico	: 0.00
Clas. SUCS	: GP
Clas. AASHTO	: A-1-a (0)

HUMEDAD (%W) = 0.50

[Firma]
 Ing. C. Jim C. Anton Fiestas
 JEFE DE LABORATORIO
 CIP: 251701

Ensayo 04

Análisis granulométrico por tamizado C-04

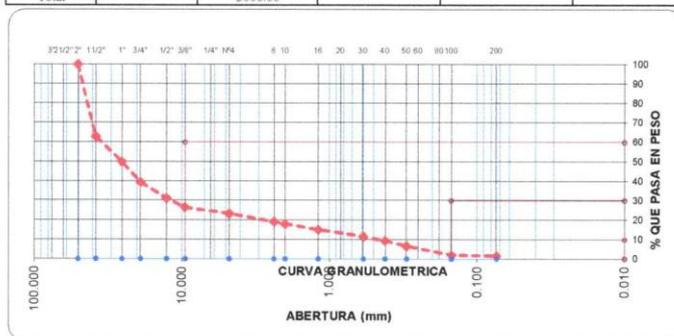


M&M ANTON LABORATORIOS Y CONSTRUCCION E.I.R.L.
LABORATORIO DE ESTUDIOS GEOTECNICOS Y ENSAYOS DE MATERIALES DE CONSTRUCCION

**ANALISIS MECANICO POR TAMIZADO
 ASTM D-422**

Obra : HABILITACION URBANA DEL SECTOR FLORIDA ALTA CAJAMARCA
 Solicitante : BACH. CRISTIAN ANTONIO ALFARO MELGAREJO/ BACH. DIEGO JONATAN SALAS CABALLERO
 Ubicación : SECTOR FLORIDA ALTA - YONAN -CONTUMAZA - CAJAMARCA
 Fecha : TRUJILLO, OCTUBRE DEL 2021
 Calicata : PC 04
 Tipo de suelo : Grava Pobremente Graduada
 Peso de muestra seca : 3000.0
 Peso de muestra lavada : 101.7

Tamices ASTM	Abertura en mm.	Peso Retenido	%Retenido Parcial	%Retenido Acumulado	% que Pasa	ESPECIFICACION	
						Límites	
						Superior	Inferior
3"	76.200	260.00	8.7	8.7	91.33		
2 1/2"	63.500	580.60	19.4	28.0	71.98		
2"	50.600	461.30	15.4	43.4	56.60		
1 1/2"	38.100	250.00	8.3	51.7	48.27		
1"	25.400	223.50	7.5	59.2	40.82		
3/4"	19.050	292.40	9.7	68.9	31.07		
1/2"	12.700	170.00	5.7	74.6	25.41		
3/8"	9.525	95.40	3.2	77.8	22.23		
Nº4	4.760	73.24	2.4	80.2	19.79		
Nº8	2.380	63.80	2.1	82.3	17.66		
Nº10	2.000	30.20	1.0	83.3	16.65		
Nº16	1.190	85.60	2.9	86.2	13.80		
Nº30	0.590	104.80	3.5	89.7	10.31		
Nº50	0.420	95.80	2.2	91.9	8.08		
Nº100	0.300	77.40	2.6	94.5	5.50		
Nº200	0.149	36.90	1.2	95.7	4.27		
<Nº200	0.074	26.40	0.9	96.6	3.39		
Total		3000.00	3.4	100.0	0.00		



Límites e Índices de Consistencia

L. Líquido	: 0.00
L. Plástico	: 0.00
Ind. Plástico	: 0.00
Clas. SUCS	: GP
Clas. AASHTO	: A-1-a (0)

HUMEDAD (%W) = 1.20

[Signature]
 Ing. C. Jim C. Anton Fiestas
 JEFE DE LABORATORIO
 CIP: 251701

Ensayo 05

Análisis granulométrico por tamizado C-05

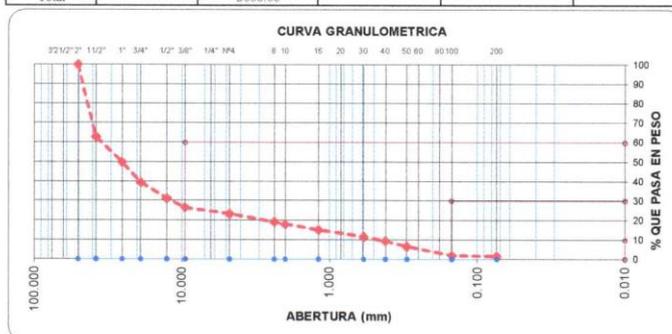


M&M ANTON LABORATORIOS Y CONSTRUCCION E.I.R.L.
LABORATORIO DE ESTUDIOS GEOTECNICOS Y ENSAYOS DE MATERIALES DE CONSTRUCCION

ANALISIS MECANICO POR TAMIZADO ASTM D-422

Obra : HABILITACION URBANA DEL SECTOR FLORIDA ALTA CAJAMARCA
 Solicitante : BACH. CRISTIAN ANTONIO ALFARO MELGAREJO/ BACH. DIEGO JONATAN SALAS CABALLERO
 Ubicación : SECTOR FLORIDA ALTA - YONAN -CONTUMAZA - CAJAMARCA
 Fecha : TRUJILLO, OCTUBRE DEL 2021
 Calicata : PC 05
 Tipo de suelo : Grava Pobremente Graduada
 Peso de muestra seca : 3000.0
 Peso de muestra lavada : 97.3

Tamices ASTM	Abertura en mm.	Peso Retenido	%Retenido Parcial	%Retenido Acumulado	% que Pasa	ESPECIFICACION	
3"	76.200	410.00	13.7	13.7	86.33	Límites	
2 1/2"	63.500	368.40	12.3	25.9	74.05	Superior	Inferior
2"	50.600	457.10	15.2	41.2	58.82		
1 1/2"	38.100	238.40	7.9	49.1	50.87		
1"	25.400	223.50	7.5	56.6	43.42		
3/4"	19.050	210.30	7.0	63.6	36.41		
1/2"	12.700	196.70	6.5	70.1	29.89		
3/8"	9.525	142.50	4.8	74.9	25.14		
Nº4	4.760	86.40	2.9	77.7	22.26		
Nº8	2.380	63.80	2.1	79.9	20.13		
Nº10	2.000	26.50	0.9	80.8	19.25		
Nº16	1.190	86.40	2.9	83.6	16.37		
Nº30	0.590	106.40	3.5	87.2	12.82		
Nº40	0.420	95.60	3.2	90.4	9.63		
Nº50	0.300	36.40	1.2	91.6	8.42		
Nº100	0.149	142.10	4.7	96.3	3.68		
Nº200	0.074	13.24	0.4	96.8	3.24		
< Nº200		97.26	3.2	100.0	0.00		
Total		3000.00					



Límites e Índices de Consistencia

L. Líquido	: 0.00
L. Plástico	: 0.00
Ind. Plástico	: 0.00
Clas. SUCS	: GP
Clas. AASHTO	: A-1-a (0)

HUMEDAD (%W) = 0.80

[Signature]
 Ing. C. Jim C. Anton Fiestas
 JEFE DE LABORATORIO
 CIP: 251701

Ensayo 06

Análisis granulométrico por tamizado C-06



M&M ANTON LABORATORIOS Y CONSTRUCCION E.I.R.L.
LABORATORIO DE ESTUDIOS GEOTECNICOS Y ENSAYOS DE MATERIALES DE CONSTRUCCION

ANALISIS MECANICO POR TAMIZADO
ASTM D-422

Obra : HABILITACION URBANA DEL SECTOR FLORIDA ALTA CAJAMARCA
 Solicitante : BACH. CRISTIAN ANTONIO ALFARO MELGAREJO/ BACH. DIEGO JONATAN SALAS CABALLERO
 Ubicación : SECTOR FLORIDA ALTA - YONAN -CONTUMAZA - CAJAMARCA
 Fecha : TRUJILLO, OCTUBRE DEL 2021
 Calicata : PC 06
 Tipo de suelo : Grava Pobremente Graduada
 Peso de muestra seca : 3000.0
 Peso de muestra lavada : 42.7

Tamices ASTM	Abertura en mm.	Peso Retenido	%Retenido Parcial	%Retenido Acumulado	% que Pasa	ESPECIFICACION	
3"	76.200	652.30	21.7	21.7	78.26	Límites	
2 1/2"	63.500	468.60	15.6	37.4	62.64	Superior	Inferior
2"	50.600	251.20	8.4	45.7	54.26		
1 1/2"	38.100	182.50	6.1	51.8	48.18		
1"	25.400	95.60	3.2	55.0	44.99		
3/4"	19.050	324.20	10.8	65.8	34.19		
1/2"	12.700	268.40	8.9	74.8	25.24		
3/8"	9.525	152.20	5.1	79.8	20.17		
Nº4	4.760	154.30	5.1	85.0	15.02		
Nº8	2.380	26.40	0.9	85.9	14.14		
Nº10	2.000	42.10	1.4	87.3	12.74		
Nº16	1.190	36.70	1.2	88.5	11.52		
Nº30	0.590	49.20	1.6	90.1	9.88		
Nº40	0.420	56.30	1.9	92.0	8.00		
Nº50	0.300	45.60	1.5	93.5	6.48		
Nº100	0.149	95.70	3.2	96.7	3.29		
Nº200	0.074	56.00	1.9	98.6	1.42		
< Nº200		42.70	1.4	100.0	0.00		
Total		3000.00					



Límites e Indices de Consistencia

L. Líquido	: 0.00
L. Plástico	: 0.00
Ind. Plástico	: 0.00
Clas. SUCS	: GP
Clas. AASHTO	: A-1-a (0)

HUMEDAD (%W) = 0.60

[Signature]
Ing. G. Jim C. Anton Fiestas
JEFE DE LABORATORIO
CIP: 251701

Ensayo 07

Análisis granulométrico por tamizado C-07



M&M ANTON LABORATORIOS Y CONSTRUCCION E.I.R.L.

LABORATORIO DE ESTUDIOS GEOTECNICOS Y ENSAYOS DE MATERIALES DE CONSTRUCCION

ANALISIS MECANICO POR TAMIZADO ASTM D-422

Obra : HABILITACION URBANA DEL SECTOR FLORIDA ALTA CAJAMARCA
 Solicitante : BACH. CRISTIAN ANTONIO ALFARO MELGAREJO/ BACH. DIEGO JONATAN SALAS CABALLERO
 Ubicación : SECTOR FLORIDA ALTA - YONAN -CONTUMAZA - CAJAMARCA
 Fecha : TRUJILLO, OCTUBRE DEL 2021
 Calicata : PC 07
 Tipo de suelo : Grava Pobremente Graduada
 Peso de muestra seca : 3000.0
 Peso de muestra lavada : 84.5

Tamices ASTM	Abertura en mm.	Peso Retenido	%Retenido Parcial	%Retenido Acumulado	% que Pasa	ESPECIFICACION
3"	76.200	0.00	0.0	0.0	100.00	Limites
2 1/2"	63.500	652.40	21.7	21.7	78.25	
2"	50.600	463.20	15.4	37.2	62.81	Superior
1 1/2"	38.100	284.50	9.5	46.7	53.33	Inferior
1"	25.400	352.40	11.7	58.4	41.58	
3/4"	19.050	260.40	8.7	67.1	32.90	
1/2"	12.700	218.60	7.3	74.4	25.62	
3/8"	9.525	130.20	4.3	78.7	21.28	
Nº4	4.760	73.24	2.4	81.2	18.84	
Nº8	2.380	63.80	2.1	83.3	16.71	
Nº10	2.000	30.20	1.0	84.3	15.70	
Nº16	1.190	90.40	3.0	87.3	12.69	
Nº30	0.590	47.60	1.6	88.9	11.10	
Nº40	0.420	66.80	2.2	91.1	8.88	
Nº50	0.300	26.40	0.9	92.0	8.00	
Nº100	0.149	142.10	4.7	96.7	3.26	
Nº200	0.074	13.24	0.4	97.2	2.82	
< Nº200		84.52	2.8	100.0	0.00	
Total		3000.00				



Límites e Índices de Consistencia	
L. Líquido	: 0.00
L. Plástico	: 0.00
Ind. Plástico	: 0.00
Clas. SUCS	: GP
Clas. AASHTO	: A-1-a (0)

HUMEDAD (%W) = 1.00

Jim C. Anton Fiestas
 Ing. C. Jim C. Anton Fiestas
 JEFE DE LABORATORIO
 CIP: 251701

Ensayo 08

Análisis granulométrico por tamizado C-08

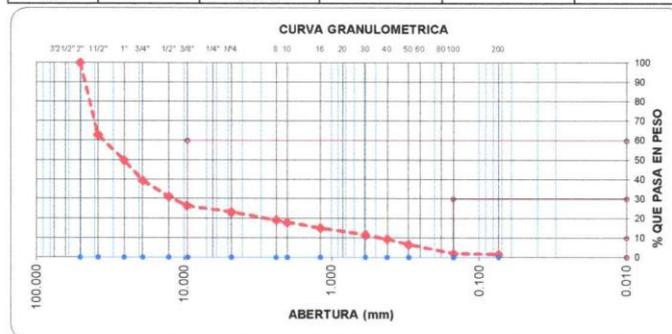


M&M ANTON LABORATORIOS Y CONSTRUCCION E.I.R.L.
LABORATORIO DE ESTUDIOS GEOTECNICOS Y ENSAYOS DE MATERIALES DE CONSTRUCCION

ANALISIS MECANICO POR TAMIZADO ASTM D-422

Obra : HABILITACION URBANA DEL SECTOR FLORIDA ALTA CAJAMARCA
Solicitante : BACH. CRISTIAN ANTONIO ALFARO MELGAREJO/ BACH. DIEGO JONATAN SALAS CABALLERO
Ubicación : SECTOR FLORIDA ALTA - YONAN -CONTUMAZA - CAJAMARCA
Fecha : TRUJILLO, OCTUBRE DEL 2021
Calicata : PC 08
Tipo de suelo : Grava Pobremente Graduada
Peso de muestra seca : 3000.0
Peso de muestra lavada : 4.0

Tamices ASTM	Abertura en mm.	Peso Retenido	%Retenido Parcial	%Retenido Acumulado	% que Pasa	ESPECIFICACION	
3"	76.200	598.60	20.0	20.0	80.05	Límites	
2 1/2"	63.500	685.10	22.8	42.8	57.21	Superior	Inferior
2"	50.600	274.00	9.1	51.9	48.08		
1 1/2"	38.100	196.70	6.6	58.5	41.52		
1"	25.400	223.50	7.5	65.9	34.07		
3/4"	19.050	292.40	9.7	75.7	24.32		
1/2"	12.700	218.60	7.3	83.0	17.04		
3/8"	9.525	130.20	4.3	87.3	12.70		
Nº4	4.760	13.50	0.5	87.8	12.25		
Nº8	2.380	21.50	0.7	88.5	11.53		
Nº10	2.000	19.40	0.6	89.1	10.88		
Nº16	1.190	45.30	1.5	90.6	9.37		
Nº30	0.590	28.90	1.0	91.6	8.41		
Nº40	0.420	15.60	0.5	92.1	7.89		
Nº50	0.300	77.40	2.6	94.7	5.31		
Nº100	0.149	142.10	4.7	99.4	0.57		
Nº200	0.074	13.24	0.4	99.9	0.13		
< Nº200		3.96	0.1	100.0	0.00		
Total		3000.00					



Límites e Índices de Consistencia	
L. Líquido	: 0.00
L. Plástico	: 0.00
Ind. Plástico	: 0.00
Clas. SUCS	: GP
Clas. AASHTO	: A-1-a (0)

HUMEDAD (%W) = 1.20

[Firma]
Ing. C. Jim C. Anton Fiestas
JEFE DE LABORATORIO
CIP: 251701

Ensayo 09

Análisis granulométrico por tamizado C-09



M&M ANTON LABORATORIOS Y CONSTRUCCION E.I.R.L.
LABORATORIO DE ESTUDIOS GEOTECNICOS Y ENSAYOS DE MATERIALES DE CONSTRUCCION

**ANALISIS MECANICO POR TAMIZADO
ASTM D-422**

Obra : HABILITACION URBANA DEL SECTOR FLORIDA ALTA CAJAMARCA
 Solicitante : BACH. CRISTIAN ANTONIO ALFARO MELGAREJO/ BACH. DIEGO JONATAN SALAS CABALLERO
 Ubicación : SECTOR FLORIDA ALTA - YONAN -CONTUMAZA - CAJAMARCA
 Fecha : TRUJILLO, OCTUBRE DEL 2021
 Calicata : PC 09
 Tipo de suelo : Grava Pobremente Graduada
 Peso de muestra seca : 3000.0
 Peso de muestra lavada : 24.4

Tamices ASTM	Abertura en mm.	Peso Retenido	%Retenido Parcial	%Retenido Acumulado	% que Pasa	ESPECIFICACION	
3"	76.200	0.00	0.0	0.0	100.00	Límites	
2 1/2"	63.500	624.00	20.8	20.8	79.20	Superior	Inferior
2"	50.600	386.10	12.9	33.7	66.33		
1 1/2"	38.100	348.30	11.6	45.3	54.72		
1"	25.400	223.50	7.5	52.7	47.27		
3/4"	19.050	292.40	9.7	62.5	37.52		
1/2"	12.700	218.60	7.3	69.8	30.24		
3/8"	9.525	158.60	5.3	75.1	24.95		
Nº4	4.760	135.40	4.5	79.6	20.44		
Nº8	2.380	63.80	2.1	81.7	18.31		
Nº10	2.000	30.20	1.0	82.7	17.30		
Nº16	1.190	90.40	3.0	85.7	14.29		
Nº30	0.590	104.80	3.5	89.2	10.80		
Nº40	0.420	66.80	2.2	91.4	8.57		
Nº50	0.300	77.40	2.6	94.0	5.99		
Nº100	0.149	142.10	4.7	98.7	1.25		
Nº200	0.074	13.24	0.4	99.2	0.81		
< Nº200		24.36	0.8	100.0	0.00		
Total		3000.00					



Límites e Indices de Consistencia	
L. Líquido	: 0.00
L. Plástico	: 0.00
Ind. Plástico	: 0.00
Clas. SUCS	: GP
Clas. AASHTO	: A-1-a (0)

HUMEDAD (%W) = 1.60

Ing. C. Jim C. Anton Fiestas
 JEFE DE LABORATORIO
 CIP: 251701

Ensayo 10

Análisis granulométrico por tamizado C-10



M&M ANTON LABORATORIOS Y CONSTRUCCION E.I.R.L.
LABORATORIO DE ESTUDIOS GEOTECNICOS Y ENSAYOS DE MATERIALES DE CONSTRUCCION

ANALISIS MECANICO POR TAMIZADO ASTM D-422

Obra : HABILITACION URBANA DEL SECTOR FLORIDA ALTA CAJAMARCA
 Solicitante : BACH. CRISTIAN ANTONIO ALFARO MELGAREJO/ BACH. DIEGO JONATAN SALAS CABALLERO
 Ubicación : SECTOR FLORIDA ALTA - YONÁN -CONTUMAZA - CAJAMARCA
 Fecha : TRUJILLO, OCTUBRE DEL 2021
 Calicata : PC 10
 Tipo de suelo : Grava Pobremente Graduada
 Peso de muestra seca : 3000.0
 Peso de muestra lavada : 12.8

Tamices ASTM	Abertura en mm.	Peso Retenido	%Retenido Parcial	%Retenido Acumulado	% que Pasa	ESPECIFICACION	
						Límites	
						Superior	Inferior
3"	76.200	0.00	0.0	0.0	100.00		
2 1/2"	63.500	645.20	21.5	21.5	78.49		
2"	50.600	382.20	12.7	34.2	65.75		
1 1/2"	38.100	412.50	13.8	48.0	52.00		
1"	25.400	223.50	7.5	55.4	44.55		
3/4"	19.050	245.60	8.2	63.6	36.37		
1/2"	12.700	273.50	9.1	72.8	27.25		
3/8"	9.525	86.50	2.9	75.6	24.37		
Nº4	4.760	96.80	3.2	78.9	21.14		
Nº8	2.380	96.50	3.2	82.1	17.92		
Nº10	2.000	30.20	1.0	83.1	16.92		
Nº16	1.190	90.40	3.0	86.1	13.90		
Nº30	0.590	104.80	3.5	89.6	10.41		
Nº40	0.420	66.80	2.2	91.8	8.18		
Nº50	0.300	77.40	2.6	94.4	5.60		
Nº100	0.149	142.10	4.7	99.1	0.87		
Nº200	0.074	13.24	0.4	99.6	0.43		
<Nº200		12.76	0.4	100.0	0.00		
Total		3000.00					



Límites e Índices de Consistencia	
L. Líquido	: 0.00
L. Plástico	: 0.00
Ind. Plástico	: 0.00
Clas. SUCS	: GP
Clas. AASHTO	: A-1-a (0)

HUMEDAD (%W) = 1.70

[Firma]
 Ing. C. Jim C. Anton Fiestas
 JEFE DE LABORATORIO
 CIP: 251701

Ensayo 11

Análisis granulométrico por tamizado C-11



M&M ANTON LABORATORIOS Y CONSTRUCCION E.I.R.L.
LABORATORIO DE ESTUDIOS GEOTECNICOS Y ENSAYOS DE MATERIALES DE CONSTRUCCION

ANALISIS MECANICO POR TAMIZADO ASTM D-422

Obra : HABILITACION URBANA DEL SECTOR FLORIDA ALTA CAJAMARCA
Solicitante : BACH. CRISTIAN ANTONIO ALFARO MELGAREJO/ BACH. DIEGO JONATAN SALAS CABALLERO
Ubicación : SECTOR FLORIDA ALTA - YONÁN -CONTUMAZA - CAJAMARCA
Fecha : TRUJILLO, OCTUBRE DEL 2021
Calicata : PC 11
Tipo de suelo : Grava Pobremente Graduada
Peso de muestra seca : 3000.0
Peso de muestra lavada : 18.5

Tamices ASTM	Abertura en mm.	Peso Retenido	%Retenido Parcial	%Retenido Acumulado	% que Pasa	ESPECIFICACION	
3"	76.200	256.40	8.5	8.5	91.45	Límites	
2 1/2"	63.500	598.40	19.9	28.5	71.51	Superior	Inferior
2"	50.600	465.00	15.5	44.0	56.01		
1 1/2"	38.100	365.40	12.2	56.2	43.83		
1"	25.400	223.50	7.5	63.6	36.38		
3/4"	19.050	292.40	9.7	73.4	26.63		
1/2"	12.700	218.60	7.3	80.7	19.34		
3/8"	9.525	95.60	3.2	83.8	16.16		
Nº4	4.760	73.24	2.4	86.3	13.72		
Nº8	2.380	45.20	1.5	87.8	12.21		
Nº10	2.000	26.50	0.9	88.7	11.33		
Nº16	1.190	90.40	3.0	91.7	8.31		
Nº30	0.590	36.40	1.2	92.9	7.10		
Nº40	0.420	25.40	0.8	93.7	6.25		
Nº50	0.300	23.40	0.8	94.5	5.47		
Nº100	0.149	132.40	4.4	98.9	1.06		
Nº200	0.074	13.24	0.4	99.4	0.62		
< Nº200		18.52	0.6	100.0	0.00		
Total		3000.00					



Límites e Índices de Consistencia	
L. Líquido	0.00
L. Plástico	0.00
Ind. Plástico	0.00
Clas. SUCS	GP
Clas. AASHTO	A-1-a (0)

HUMEDAD (%W) = 1.30

[Firma]
Ing. C. Jim C. Anton Fiestas
JEFE DE LABORATORIO
CIP: 251701

Ensayo 12

Contenido de sales solubles C-01



M&M ANTON LABORATORIOS Y CONSTRUCCION E.I.R.L.
LABORATORIO DE ESTUDIOS GEOTECNICOS Y ENSAYOS DE MATERIALES DE CONSTRUCCION

CONTENIDOS DE SALES SOLUBLES

(NORMA MTC - E219)

Obra : HABILITACION URBANA DEL SECTOR FLORIDA ALTA CAJAMARCA
 Solicitante : BACH. CRISTIAN ANTONIO ALFARO MELGAREJO
 : BACH. DIEGO JONATAN SALAS CABALLERO
 Ubicación : SECTOR FLORIDA ALTA - YONÁN -CONTUMAZA - CAJAMARCA
 Fecha : TRUJILLO, OCTUBRE DEL 2021
 Calicata : PC 01
 Tipo de suelo : Grava Pobrementada

GP				
	UND	1	2	PROMEDIO
PESO TARRO (BKER 250 ml)	GR	93.34	93.52	
PESO TARRO + AGUA + SAL	GR	259.1	259.6	
PESO TARRO SECO + SAL	GR	93.48	93.65	
PESO DE SAL	GR	0.14	0.13	
PESO DE AGUA	GR	165.62	165.95	
PORCENTAJE DE SAL	%	0.08	0.08	0.08

SULFATO (SO ₄) EN EL AGUA, %	EXPOSICION A SULFATOS
0.00 <= SO ₄ < 0.10	Insignificante
0.10 <= SO ₄ < 0.20	Moderada
0.20 <= SO ₄ <= 2.00	Severa
SO ₄ > 2.00	Muy Severa


 Ing. C. Jim C. Anton Fiestas
 JEFE DE LABORATORIO
 CIP: 251701

Ensayo 13

Contenido de sales solubles C-02



M&M ANTON LABORATORIOS Y CONSTRUCCIÓN E.I.R.L.
LABORATORIO DE ESTUDIOS GEOTECNICOS Y ENSAYOS DE MATERIALES DE CONSTRUCCION

CONTENIDOS DE SALES SOLUBLES

(NORMA MTC - E219)

Obra : HABILITACION URBANA DEL SECTOR FLORIDA ALTA CAJAMARCA
 Solicitante : BACH. CRISTIAN ANTONIO ALFARO MELGAREJO
 : BACH. DIEGO JONATAN SALAS CABALLERO
 Ubicación : SECTOR FLORIDA ALTA - YONÁN -CONTUMAZA - CAJAMARCA
 Fecha : TRUJILLO, OCTUBRE DEL 2021
 Calicata : PC 02
 Tipo de suelo : Grava Pobrementa Graduada

GP				
	UND	1	2	PROMEDIO
PESO TARRO (BKER 250 ml)	GR	93.43	93.45	
PESO TARRO + AGUA + SAL	GR	259.7	259.6	
PESO TARRO SECO + SAL	GR	93.5	93.54	
PESO DE SAL	GR	0.07	0.09	
PESO DE AGUA	GR	166.2	166.06	
PORCENTAJE DE SAL	%	0.04	0.05	0.05

SULFATO (SO ₄) EN EL AGUA, %	EXPOSICION A SULFATOS
0.00 <= SO ₄ < 0.10	Insignificante
0.10 <= SO ₄ < 0.20	Moderada
0.20 <= SO ₄ <= 2.00	Severa
SO ₄ > 2.00	Muy Severa


 Ing. C. Jim C. Anton Fiestas
 JEFE DE LABORATORIO
 CIP: 251701

Ensayo 14

Contenido de sales solubles C-03



M&M ANTON LABORATORIOS Y CONSTRUCCION E.I.R.L.
LABORATORIO DE ESTUDIOS GEOTECNICOS Y ENSAYOS DE MATERIALES DE CONSTRUCCION

CONTENIDOS DE SALES SOLUBLES

(NORMA MTC - E219)

Obra : HABILITACION URBANA DEL SECTOR FLORIDA ALTA CAJAMARCA
 Solicitante : BACH. CRISTIAN ANTONIO ALFARO MELGAREJO
 : BACH. DIEGO JONATAN SALAS CABALLERO
 Ubicación : SECTOR FLORIDA ALTA - YONÁN -CONTUMAZA - CAJAMARCA
 Fecha : TRUJILLO, OCTUBRE DEL 2021
 Calicata : PC 03
 Tipo de suelo : Grava Pobremente Graduada

GP				
	UND	1	2	PROMEDIO
PESO TARRO (BKER 250 ml)	GR	93.19	93.5	
PESO TARRO + AGUA + SAL	GR	259.96	259.1	
PESO TARRO SECO + SAL	GR	93.3	93.59	
PESO DE SAL	GR	0.11	0.09	
PESO DE AGUA	GR	166.66	165.51	
PORCENTAJE DE SAL	%	0.07	0.05	0.06

SULFATO (SO ₄) EN EL AGUA, %	EXPOSICION A SULFATOS
0.00 <= SO ₄ < 0.10	Insignificante
0.10 <= SO ₄ < 0.20	Moderada
0.20 <= SO ₄ <= 2.00	Severa
SO ₄ > 2.00	Muy Severa


 Ing. C. Jim C. Anton Fiestas
 JEFE DE LABORATORIO
 CIP: 251701

Ensayo 15

Contenido de sales solubles C-04



M&M ANTON LABORATORIOS Y CONSTRUCCION E.I.R.L.
LABORATORIO DE ESTUDIOS GEOTECNICOS Y ENSAYOS DE MATERIALES DE CONSTRUCCION

CONTENIDOS DE SALES SOLUBLES

(NORMA MTC - E219)

Obra : HABILITACION URBANA DEL SECTOR FLORIDA ALTA CAJAMARCA
 Solicitante : BACH. CRISTIAN ANTONIO ALFARO MELGAREJO
 : BACH. DIEGO JONATAN SALAS CABALLERO
 Ubicación : SECTOR FLORIDA ALTA - YONÁN -CONTUMAZA - CAJAMARCA
 Fecha : TRUJILLO, OCTUBRE DEL 2021
 Calicata : PC 04
 Tipo de suelo : Grava Pobrementada

GP				
	UND	1	2	PROMEDIO
PESO TARRO (BKER 250 ml)	GR	93.49	93.54	
PESO TARRO + AGUA + SAL	GR	262	259.6	
PESO TARRO SECO + SAL	GR	93.6	93.62	
PESO DE SAL	GR	0.11	0.08	
PESO DE AGUA	GR	168.4	165.98	
PORCENTAJE DE SAL	%	0.07	0.05	0.06

SULFATO (SO ₄) EN EL AGUA, %	EXPOSICION A SULFATOS
0.00 <= SO ₄ < 0.10	Insignificante
0.10 <= SO ₄ < 0.20	Moderada
0.20 <= SO ₄ <= 2.00	Severa
SO ₄ > 2.00	Muy Severa


 Ing. C. Jim C. Anton Fiestas
 JEFE DE LABORATORIO
 CIP: 251701

Ensayo 16

Contenido de sales solubles C-05



M&M ANTON LABORATORIOS Y CONSTRUCCION E.I.R.L.
LABORATORIO DE ESTUDIOS GEOTECNICOS Y ENSAYOS DE MATERIALES DE CONSTRUCCION

CONTENIDOS DE SALES SOLUBLES

(NORMA MTC - E219)

Obra : HABILITACION URBANA DEL SECTOR FLORIDA ALTA CAJAMARCA
 Solicitante : BACH. CRISTIAN ANTONIO ALFARO MELGAREJO
 : BACH. DIEGO JONATAN SALAS CABALLERO
 Ubicación : SECTOR FLORIDA ALTA - YONÁN -CONTUMAZA - CAJAMARCA
 Fecha : TRUJILLO, OCTUBRE DEL 2021
 Calicata : PC 05
 Tipo de suelo : Grava Pobrementada

GP				
	UND	1	2	PROMEDIO
PESO TARRO (BKER 250 ml)	GR	93.38	93.42	
PESO TARRO + AGUA + SAL	GR	259.6	259.6	
PESO TARRO SECO + SAL	GR	93.5	93.55	
PESO DE SAL	GR	0.12	0.13	
PESO DE AGUA	GR	166.1	166.05	
PORCENTAJE DE SAL	%	0.07	0.08	0.08

SULFATO (SO ₄) EN EL AGUA, %	EXPOSICION A SULFATOS
0.00 <= SO ₄ < 0.10	Insignificante
0.10 <= SO ₄ < 0.20	Moderada
0.20 <= SO ₄ <= 2.00	Severa
SO ₄ > 2.00	Muy Severa


 Ing. C. Jim. C. Anton Fiestas
 JEFE DE LABORATORIO
 CIP: 251701

Ensayo 17

Contenido de sales solubles C-06



M&M ANTON LABORATORIOS Y CONSTRUCCIÓN E.I.R.L.
LABORATORIO DE ESTUDIOS GEOTECNICOS Y ENSAYOS DE MATERIALES DE CONSTRUCCION

CONTENIDOS DE SALES SOLUBLES

(NORMA MTC - E219)

Obra : HABILITACION URBANA DEL SECTOR FLORIDA ALTA CAJAMARCA
 Solicitante : BACH. CRISTIAN ANTONIO ALFARO MELGAREJO
 : BACH. DIEGO JONATAN SALAS CABALLERO
 Ubicación : SECTOR FLORIDA ALTA - YONÁN -CONTUMAZA - CAJAMARCA
 Fecha : TRUJILLO, OCTUBRE DEL 2021
 Calicata : PC 06
 Tipo de suelo : Grava Pobrementa Graduada

SP				
	UND	1	2	PROMEDIO
PESO TARRO (BKER 250 ml)	GR	93.3	93.3	
PESO TARRO + AGUA + SAL	GR	259.6	259.5	
PESO TARRO SECO + SAL	GR	93.4	93.39	
PESO DE SAL	GR	0.1	0.09	
PESO DE AGUA	GR	166.2	166.11	
PORCENTAJE DE SAL	%	0.06	0.05	0.06

SULFATO (SO ₄) EN EL AGUA, %	EXPOSICION A SULFATOS
0.00 <= SO ₄ < 0.10	Insignificante
0.10 <= SO ₄ < 0.20	Moderada
0.20 <= SO ₄ <= 2.00	Severa
SO ₄ > 2.00	Muy Severa


 Ing. C. Jim C. Anton Fiestas
 JEFE DE LABORATORIO
 CIP: 251701

Ensayo 18

Contenido de sales solubles C-07



M&M ANTON LABORATORIOS Y CONSTRUCCION E.I.R.L.
LABORATORIO DE ESTUDIOS GEOTECNICOS Y ENSAYOS DE MATERIALES DE CONSTRUCCION

CONTENIDOS DE SALES SOLUBLES

(NORMA MTC - E219)

Obra : HABILITACION URBANA DEL SECTOR FLORIDA ALTA CAJAMARCA
 Solicitante : BACH. CRISTIAN ANTONIO ALFARO MELGAREJO
 : BACH. DIEGO JONATAN SALAS CABALLERO
 Ubicación : SECTOR FLORIDA ALTA - YONÁN -CONTUMAZA - CAJAMARCA
 Fecha : TRUJILLO, OCTUBRE DEL 2021
 Calicata : PC 07
 Tipo de suelo : Grava Pobremente Graduada

GP					
	UND	1	2	PROMEDIO	
PESO TARRO (BKER 250 ml)	GR	93.45	93.38		
PESO TARRO + AGUA + SAL	GR	259.3	259.1		
PESO TARRO SECO + SAL	GR	93.59	93.5		
PESO DE SAL	GR	0.14	0.12		
PESO DE AGUA	GR	165.71	165.6		
PORCENTAJE DE SAL	%	0.08	0.07		0.08

SULFATO (SO4) EN EL AGUA, %	EXPOSICION A SULFATOS
0.00 <= SO4 < 0.10	Insignificante
0.10 <= SO4 < 0.20	Moderada
0.20 <= SO4 <= 2.00	Severa
SO4 > 2.00	Muy Severa


 C. Anton Fiestas
 JEFE DE LABORATORIO
 CIP: 251701

Ensayo 19

Contenido de sales solubles C-08



M&M ANTON LABORATORIOS Y CONSTRUCCION E.I.R.L.
LABORATORIO DE ESTUDIOS GEOTECNICOS Y ENSAYOS DE MATERIALES DE CONSTRUCCION

CONTENIDOS DE SALES SOLUBLES

(NORMA MTC - E219)

Obra : HABILITACION URBANA DEL SECTOR FLORIDA ALTA CAJAMARCA
 Solicitante : BACH. CRISTIAN ANTONIO ALFARO MELGAREJO
 : BACH. DIEGO JONATAN SALAS CABALLERO
 Ubicación : SECTOR FLORIDA ALTA - YONÁN -CONTUMAZA - CAJAMARCA
 Fecha : TRUJILLO, OCTUBRE DEL 2021
 Calicata : PC 08
 Tipo de suelo : Grava Pobrementada

GP				
	UND	1	2	PROMEDIO
PESO TARRO (BKER 250 ml)	GR	93.35	93.38	
PESO TARRO + AGUA + SAL	GR	259.37	259.9	
PESO TARRO SECO + SAL	GR	93.5	93.51	
PESO DE SAL	GR	0.15	0.13	
PESO DE AGUA	GR	165.87	166.39	
PORCENTAJE DE SAL	%	0.09	0.08	0.08

SULFATO (SO ₄) EN EL AGUA, %	EXPOSICION A SULFATOS
0.00 <= SO ₄ < 0.10	Insignificante
0.10 <= SO ₄ < 0.20	Moderada
0.20 <= SO ₄ <= 2.00	Severa
SO ₄ > 2.00	Muy Severa


 Ing. C. Jim C. Anton Fiestas
 JEFE DE LABORATORIO
 CIP: 251701

Ensayo 20

Contenido de sales solubles C-09



M&M ANTON LABORATORIOS Y CONSTRUCCION E.I.R.L.
LABORATORIO DE ESTUDIOS GEOTECNICOS Y ENSAYOS DE MATERIALES DE CONSTRUCCION

CONTENIDOS DE SALES SOLUBLES

(NORMA MTC - E219)

Obra : HABILITACION URBANA DEL SECTOR FLORIDA ALTA CAJAMARCA
 Solicitante : BACH. CRISTIAN ANTONIO ALFARO MELGAREJO
 : BACH. DIEGO JONATAN SALAS CABALLERO
 Ubicación : SECTOR FLORIDA ALTA - YONÁN -CONTUMAZA - CAJAMARCA
 Fecha : TRUJILLO, OCTUBRE DEL 2021
 Calicata : PC 09
 Tipo de suelo : Grava Pobrementa Graduada

GP				
	UND	1	2	PROMEDIO
PESO TARRO (BKER 250 ml)	GR	93.25	93.4	
PESO TARRO + AGUA + SAL	GR	259.6	259.6	
PESO TARRO SECO + SAL	GR	93.35	93.49	
PESO DE SAL	GR	0.1	0.09	
PESO DE AGUA	GR	166.25	166.11	
PORCENTAJE DE SAL	%	0.06	0.05	0.06

SULFATO (SO ₄) EN EL AGUA, %	EXPOSICION A SULFATOS
0.00 <= SO ₄ < 0.10	Insignificante
0.10 <= SO ₄ < 0.20	Moderada
0.20 <= SO ₄ <= 2.00	Severa
SO ₄ > 2.00	Muy Severa


 Jrg. C. Jim C. Anton Fiestas
 JEFE DE LABORATORIO
 CIP: 251701

Ensayo 21

Contenido de sales solubles C-10



M&M ANTON LABORATORIOS Y CONSTRUCCION E.I.R.L.
LABORATORIO DE ESTUDIOS GEOTECNICOS Y ENSAYOS DE MATERIALES DE CONSTRUCCION

CONTENIDOS DE SALES SOLUBLES

(NORMA MTC - E219)

Obra : HABILITACION URBANA DEL SECTOR FLORIDA ALTA CAJAMARCA
 Solicitante : BACH. CRISTIAN ANTONIO ALFARO MELGAREJO
 : BACH. DIEGO JONATAN SALAS CABALLERO
 Ubicación : SECTOR FLORIDA ALTA - YONÁN -CONTUMAZA - CAJAMARCA
 Fecha : TRUJILLO, OCTUBRE DEL 2021
 Calicata : PC 10
 Tipo de suelo : Grava Pobrementa Graduada

GP				
	UND	1	2	PROMEDIO
PESO TARRO (BKER 250 ml)	GR	93.41	93.34	
PESO TARRO + AGUA + SAL	GR	259.4	259.6	
PESO TARRO SECO + SAL	GR	93.52	93.48	
PESO DE SAL	GR	0.11	0.14	
PESO DE AGUA	GR	165.88	166.12	
PORCENTAJE DE SAL	%	0.07	0.08	0.08

SULFATO (SO ₄) EN EL AGUA, %	EXPOSICION A SULFATOS
0.00 <= SO ₄ < 0.10	Insignificante
0.10 <= SO ₄ < 0.20	Moderada
0.20 <= SO ₄ <= 2.00	Severa
SO ₄ > 2.00	Muy Severa


 Jim C. Anton Fiestas
 JEFE DE LABORATORIO
 CIP: 251701

Ensayo 22

Contenido de sales solubles C-11



M&M ANTON LABORATORIOS Y CONSTRUCCION E.I.R.L.
LABORATORIO DE ESTUDIOS GEOTECNICOS Y ENSAYOS DE MATERIALES DE CONSTRUCCION

CONTENIDOS DE SALES SOLUBLES

(NORMA MTC - E219)

Obra : HABILITACION URBANA DEL SECTOR FLORIDA ALTA CAJAMARCA
 Solicitante : BACH. CRISTIAN ANTONIO ALFARO MELGAREJO
 : BACH. DIEGO JONATAN SALAS CABALLERO
 Ubicación : SECTOR FLORIDA ALTA - YONÁN -CONTUMAZA - CAJAMARCA
 Fecha : TRUJILLO, OCTUBRE DEL 2021
 Calicata : PC 11
 Tipo de suelo : Grava Pobrementa Graduada

GP				
	UND	1	2	PROMEDIO
PESO TARRO (BKER 250 ml)	GR	93.42	93.27	
PESO TARRO + AGUA + SAL	GR	259.5	259.6	
PESO TARRO SECO + SAL	GR	93.55	93.42	
PESO DE SAL	GR	0.13	0.15	
PESO DE AGUA	GR	165.95	166.18	
PORCENTAJE DE SAL	%	0.08	0.09	0.08

SULFATO (SO4) EN EL AGUA, %	EXPOSICION A SULFATOS
0.00 <= SO4 < 0.10	Insignificante
0.10 <= SO4 < 0.20	Moderada
0.20 <= SO4 <= 2.00	Severa
SO4 > 2.00	Muy Severa


 Jefe de Laboratorio
 CIP: 251701

Ensayo 23

Asentamientos de cimentaciones superficiales

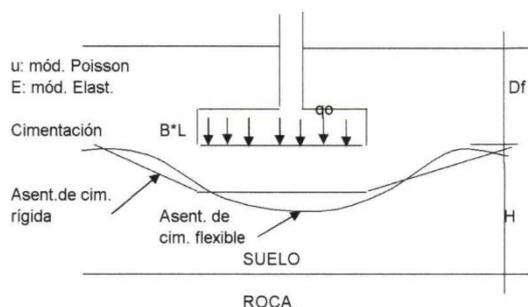


M&M ANTON LABORATORIOS Y CONSTRUCCION E.I.R.L.
LABORATORIO DE ESTUDIOS GEOTECNICOS Y ENSAYOS DE MATERIALES DE CONSTRUCCION

ASENTAMIENTOS DE CIMENTACIONES SUPERFICIALES

OBRA: ESTUDIO DE ZONIFICACIÓN DE SUELOS CON FINES DE CIMENTACIÓN
 PARA LA HABILITACIÓN URBANA DEL SECTOR FLORIDA ALTA - CAJAMARCA
 SOLICITA: -BACH. CRISTIAN ANTONIO ALFARO MELGAREJO
 -BACH. DIEGO JONATAN SALAS CABALLERO
 UBICACIÓN: SECTOR FLORIDA ALTA - YONAN - CONTUMAZÁ - CAJAMARCA
 FECHA: TRUJILLO, OCTUBRE DEL 2021

ASENTAMIENTO INMEDIATO (S_e)



Si $D_f = 0$ y $H = \infty$; Cimentación Flexible

$S_e = \frac{B \cdot q_0}{E} (1-u^2) \alpha/2$ (Esquina de la cimentación flexible)

$S_e = \frac{B \cdot q_0}{E} (1-u^2) \alpha$ (Centro de la cimentación flexible)

$S_e = \frac{0.80 \cdot B \cdot q_0}{E} (1-u^2) \alpha$ (Centro de la cimentación rígida)

Donde:

$\alpha = 1/\pi \{ \ln((1+m^2)^{1/2} + m)/((1+m^2)^{1/2} - m) + m \ln((1+m^2)^{1/2} + 1)/((1+m^2)^{1/2} - 1) \}$

$m = L/B$

B = ancho de la cimentación E = módulo de Elasticidad

L = longitud de la cimentación u = módulo de Poisson

q_0 = esfuerzo transmitido

PARA LA CIMENTACION CUADRADA PROPUESTA:

B (cm):	160
L (cm):	160
m :	1
q_0 (kg/cm ²):	2.30
u :	0.35
E (kg/cm ²):	225
α :	1.12

S_e (cm) flex. esq:	0.807
S_e (cm) flex. cent:	1.613
S_e (cm) rígida Total:	1.291
S_d (cm) diferencial:	0.928
Distorsión Angular:	0.0023


 Ing. C. Jim. Cristian Alfaro Melgarejo
 JEFE DE LABORATORIO
 CIP: 251701

Ensayo 24

Capacidad admisible del suelo para zapata superficial



CAPACIDAD ADMISIBLE DEL SUELO PARA ZAPATA SUPERFICIAL

(Norma ASTM D-3080)

PROYECTO	: ESTUDIO DE ZONIFICACIÓN DE SUELOS CON FINES DE CIMENTACIÓN PARA LA HABILITACIÓN URBANA DEL SECTOR FLORIDA ALTA - CAJAMARCA		
UBICACIÓN	: SECTOR FLORIDA ALTA - YONAN - CONTUMAZÁ - CAJAMARCA	RESP. DE LAB	: J.A.F.
MUESTRA	: PC 01 - M - 02	TEC. LAB	: L.S.V
SOLICITANTE	: BACH. CRISTIAN ANTONIO ALFARO MELGAREJO BACH. DIEGO JONATAN SALAS CABALLERO	FECHA	: noviembre 2021
		ESTADO	: Remoldeada

Peso Especifico del Suelo gr/cm^3	=	2.31	Profundidad de Cimentacion, Df	=	1.20 m
Cohesion del Suelo $,kg/cm^2$	=	0.10	Ancho de Cimentacion, B, m	=	1.20 m
Angulo de Friccion, f, φ	=	25.00			
Angulo de Friccion, f', φ'	=	17.27			

SEGÚN FORMULA DE CAPACIDAD DE CARGA DE TERZAGHI (1943)

Formulas de capacidad de Carga

	Para falla General	Para falla Local
Cimentacion corrida	$q_u = c'N_c + gDN_q + 0.5gBN_g$	$q_u = 2/3 c'N'_c + gDN'_q + 0.5gBN'_g$
Cimentacion cuadrada	$q_u = 1.3c'N_c + gDN_q + 0.4gBN_g$	$q_u = 2/3 \times 1.3c'N'_c + gDN'_q + 0.4gBN'_g$
Cimentacion circular	$q_u = 1.3c'N_c + gDN_q + 0.3gBN_g$	$q_u = 2/3 \times 1.3c'N'_c + gDN'_q + 0.3gBN'_g$

Factores de Capacidad de Carga

Factor de Seguridad = 3

	General	Local
Nc =	25.15	14.81
Nq =	12.73	5.61
Ng =	9.19	2.99

Capacidad de Carga

	Falla Local (kg/cm ²)	
	q_u	q_{adm}
Cimentacion corrida	5.91	1.97
Cimentacion cuadrada	6.94	2.31


Ing. C. Jim. C. Anton Fiestas
JEFE DE LABORATORIO
CIP- 251701

Ensayo 25

Corte directo C-01

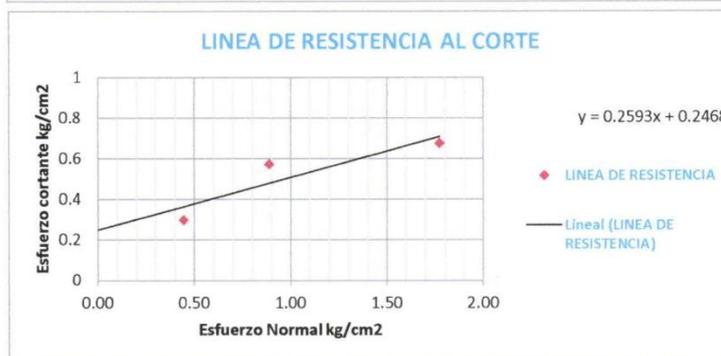
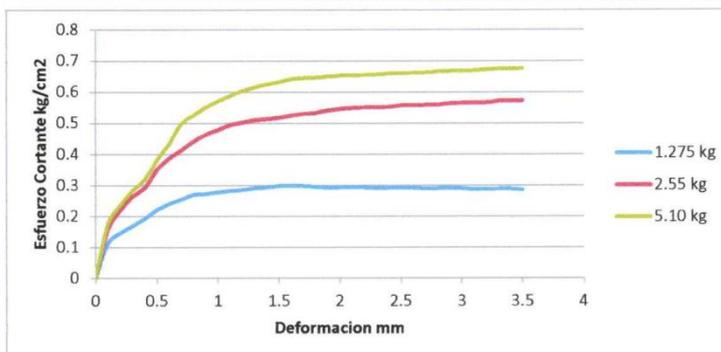


M&M ANTON LABORATORIOS Y CONSTRUCCION E.I.R.L.
LABORATORIO DE ESTUDIOS GEOTECNICOS Y ENSAYOS DE MATERIALES DE CONSTRUCCION

ENSAYO DE CORTE DIRECTO

(Norma ASTM D-3080)

PROYECTO	: ESTUDIO DE ZONIFICACIÓN DE SUELOS CON FINES DE CIMENTACIÓN	
UBICACIÓN	: SECTOR FLORIDA ALTA - YONAN - CONTUMAZÁ - CAJAMARCA	RESP. DE LAB : J.A.F.
MUESTRA	: PC 01 - M - 02	TEC. LAB : L.S.V
SOLICITANTE	: BACH. CRISTIAN ANTONIO ALFARO MELGAREJO	FECHA : noviembre 2021
	: BACH. DIEGO JONATAN SALAS CABALLERO	ESTADO : Remoldeada
		VEL. ENSAYO : 0.5mm/min



Parametros de Resistencia al Corte		
Cohesion	=	0.10 kg/cm2
Angulo de Fricción Interna	=	25.0 °

[Signature]
Ing. C. Jim C. Anton Fiestas
JEFE DE LABORATORIO
CIP: 251701

Ensayo 26

Capacidad admisible del suelo para zapata superficial



M&M ANTON LABORATORIOS Y CONSTRUCCION E.I.R.L.
LABORATORIO DE ESTUDIOS GEOTECNICOS Y ENSAYOS DE MATERIALES DE CONSTRUCCION

CAPACIDAD ADMISIBLE DEL SUELO PARA ZAPATA SUPERFICIAL

(Norma ASTM D-3080)

PROYECTO	: ESTUDIO DE ZONIFICACIÓN DE SUELOS CON FINES DE CIMENTACIÓN PARA LA HABILITACIÓN URBANA DEL SECTOR FLORIDA ALTA - CAJAMARCA		
UBICACIÓN	: SECTOR FLORIDA ALTA - YONAN - CONTUMAZÁ - CAJAMARCA	RESP. DE LAB	: J.A.F.
MUESTRA	: PC 02 - M - 02	TEC. LAB	: L.S.V
SOLICITANTE	: BACH. CRISTIAN ANTONIO ALFARO MELGAREJO BACH. DIEGO JONATAN SALAS CABALLERO	FECHA	: noviembre 2021
		ESTADO	: Remoldeada

		Profundidad de Cimentacion, Df =	1.20 m
Peso Especifico del Suelo gr/cm ³ =	2.31	Ancho de Cimentacion, B, m =	1.20 m
Cohesion del Suelo ,kg/cm ² =	0.08		
Angulo de Friccion, f, ° =	26.00		
Angulo de Friccion, f _v , ° =	18.01		

SEGÚN FORMULA DE CAPACIDAD DE CARGA DE TERZAGHI (1943)

Formulas de capacidad de Carga

	Para falla General	Para falla Local
Cimentacion corrida	$q_u = c'N_c + gDN_q + 0.5gBN_g$	$q_u = 2/3 c'N'_c + gDN'_q + 0.5gBN'_g$
Cimentacion cuadrada	$q_u = 1.3c'N_c + gDN_q + 0.4gBN_g$	$q_u = 2/3 \times 1.3c'N'_c + gDN'_q + 0.4gBN'_g$
Cimentacion circular	$q_u = 1.3c'N_c + gDN_q + 0.3gBN_g$	$q_u = 2/3 \times 1.3c'N'_c + gDN'_q + 0.3gBN'_g$

Factores de Capacidad de Carga

Factor de Seguridad = 3

	General	Local
Nc =	27.10	15.54
Nq =	14.22	6.05
Ng =	10.70	3.32

Capacidad de Carga

	Falla Local (kg/cm ²)	
	q _u	q _{adm}
Cimentacion corrida	6.05	2.02
Cimentacion cuadrada	7.02	2.34


Ing. C. Jim C. Anton Fiestas
JEFE DE LABORATORIO
CIP: 251701

Ensayo 27

Corte directo C-02

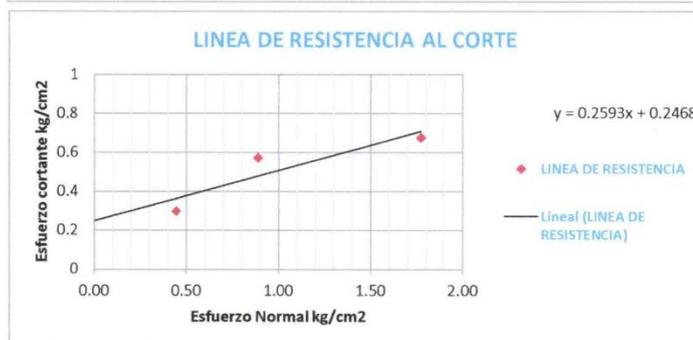
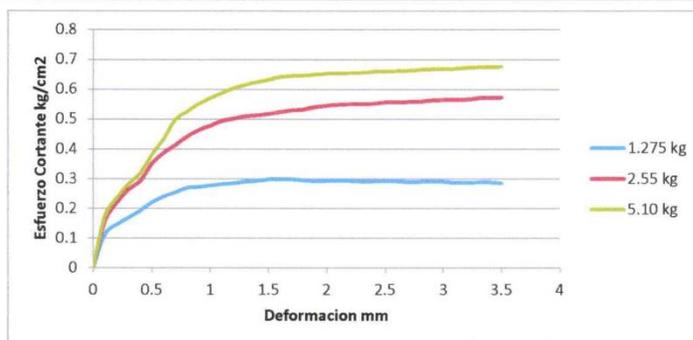


M&M ANTON LABORATORIOS Y CONSTRUCCION E.I.R.L.
LABORATORIO DE ESTUDIOS GEOTECNICOS Y ENSAYOS DE MATERIALES DE CONSTRUCCION

ENSAYO DE CORTE DIRECTO

(Norma ASTM D-3080)

PROYECTO	: ESTUDIO DE ZONIFICACIÓN DE SUELOS CON FINES DE CIMENTACIÓN		
UBICACIÓN	: SECTOR FLORIDA ALTA - YONAN - CONTUMAZÁ - CAJAMARCA	RESP. DE LAB :	J.A.F.
MUESTRA	: PC 02 - M - 02	TEC. LAB :	L.S.V
SOLICITANTE	: BACH. CRISTIAN ANTONIO ALFARO MELGAREJO	FECHA :	noviembre 2021
	: BACH. DIEGO JONATAN SALAS CABALLERO	ESTADO :	Remoldeada
		VEL. ENSAYO :	0.5mm/min



Parametros de Resistencia al Corte			
Cohesion	=	0.08	kg/cm2
Angulo de Fricción Interna	=	26.0	°


Ing. C. Jim C. Anton Fiestas
 JEFE DE LABORATORIO
 CIP: 251701

Ensayo 28

Capacidad admisible del suelo para zapata superficial



CAPACIDAD ADMISIBLE DEL SUELO PARA ZAPATA SUPERFICIAL

(Norma ASTM D-3080)

PROYECTO	: ESTUDIO DE ZONIFICACIÓN DE SUELOS CON FINES DE CIMENTACIÓN PARA LA HABILITACIÓN URBANA DEL SECTOR FLORIDA ALTA - CAJAMARCA		
UBICACIÓN	: SECTOR FLORIDA ALTA - YONAN - CONTUMAZÁ - CAJAMARCA	RESP. DE LAB	: J.A.F.
MUESTRA	: PC 03 - M - 02	TEC. LAB	: L.S.V
SOLICITANTE	: BACH. CRISTIAN ANTONIO ALFARO MELGAREJO BACH. DIEGO JONATAN SALAS CABALLERO	FECHA	: noviembre 2021
		ESTADO	: Remoldeada

Peso Especifico del Suelo gr/cm ³	=	2.31	Profundidad de Cimentacion, Df	=	1.20 m
Cohesion del Suelo ,kg/cm ²	=	0.07	Ancho de Cimentacion, B, m	=	1.20 m
Angulo de Friccion, f, °	=	27.00			
Angulo de Friccion, f _u , °	=	18.76			

SEGÚN FORMULA DE CAPACIDAD DE CARGA DE TERZAGHI (1943)

Formulas de capacidad de Carga

	Para falla General	Para falla Local
Cimentacion corrida	$q_u = c'N_c + gDN_q + 0.5gBN_g$	$q_u = 2/3 c'N'_c + gDN'_q + 0.5gBN'_g$
Cimentacion cuadrada	$q_u = 1.3c'N_c + gDN_q + 0.4gBN_g$	$q_u = 2/3 \times 1.3c'N'_c + gDN'_q + 0.4gBN'_g$
Cimentacion circular	$q_u = 1.3c'N_c + gDN_q + 0.3gBN_g$	$q_u = 2/3 \times 1.3c'N'_c + gDN'_q + 0.3gBN'_g$

Factores de Capacidad de Carga

Factor de Seguridad = 3

	General	Local
Nc =	29.25	16.31
Nq =	15.91	6.54
Ng =	12.48	3.70

Capacidad de Carga

	Falla Local (kg/cm ²)	
	q _u	q _{adm}
Cimentacion corrida	6.01	2.00
Cimentacion cuadrada	6.95	2.32


Ing. C. Jim C. Anton Fiestas
JEFE DE LABORATORIO
CIF: 251701

Ensayo 29

Corte directo C-03



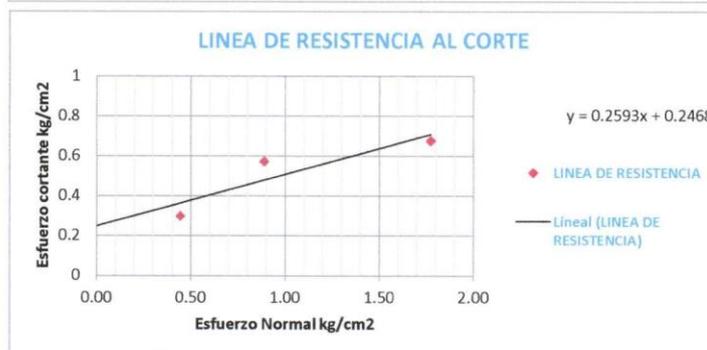
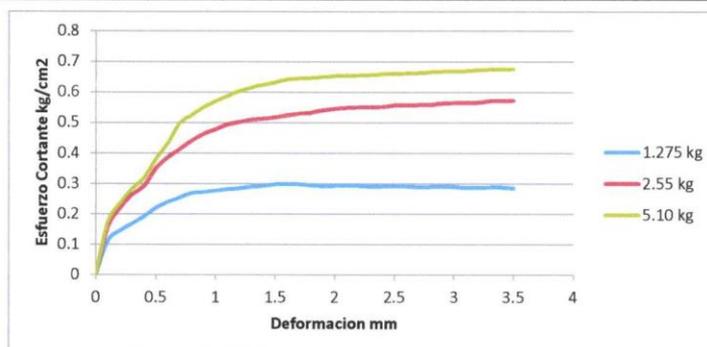
M&M ANTON LABORATORIOS Y CONSTRUCCION E.I.R.L.

LABORATORIO DE ESTUDIOS GEOTECNICOS Y ENSAYOS DE MATERIALES DE CONSTRUCCION

ENSAYO DE CORTE DIRECTO

(Norma ASTM D-3080)

PROYECTO	: ESTUDIO DE ZONIFICACIÓN DE SUELOS CON FINES DE CIMENTACIÓN	
UBICACIÓN	: SECTOR FLORIDA ALTA - YONAN - CONTUMAZÁ - CAJAMARCA	RESP. DE LAB : J.A.F.
MUESTRA	: PC 03 - M - 02	TEC. LAB : L.S.V
SOLICITANTE	: BACH. CRISTIAN ANTONIO ALFARO MELGAREJO BACH. DIEGO JONATAN SALAS CABALLERO	FECHA : noviembre 2021 ESTADO : Remoldeada VEL. ENSAYO : 0.5mm/min



Parametros de Resistencia al Corte		
Cohesion	=	0.07 kg/cm2
Angulo de Fricción Interna	=	27.0 °


 Ing. C. Jim C. Anton Fiestas
 JEFE DE LABORATORIO
 CIP: 251701

Ensayo 30

Capacidad admisible del suelo para zapata superficial



CAPACIDAD ADMISIBLE DEL SUELO PARA ZAPATA SUPERFICIAL

(Norma ASTM D-3080)

PROYECTO	: ESTUDIO DE ZONIFICACIÓN DE SUELOS CON FINES DE CIMENTACIÓN PARA LA HABILITACIÓN URBANA DEL SECTOR FLORIDA ALTA - CAJAMARCA		
UBICACIÓN	: SECTOR FLORIDA ALTA - YONAN - CONTUMAZÁ - CAJAMARCA	RESP. DE LAB	: J.A.F.
MUESTRA	: PC 04 - M - 02	TEC. LAB	: L.S.V
SOLICITANTE	: BACH. CRISTIAN ANTONIO ALFARO MELGAREJO BACH. DIEGO JONATAN SALAS CABALLERO	FECHA	: noviembre 2021
		ESTADO	: Remoldeada

Peso Especifico del Suelo gr/cm ³	=	2.31	Profundidad de Cimentacion, Df	=	1.20 m
Cohesion del Suelo ,kg/cm ²	=	0.09	Ancho de Cimentacion, B, m	=	1.20 m
Angulo de Friccion, ϕ , °	=	26.00			
Angulo de Friccion, ϕ_u , °	=	18.01			

SEGÚN FORMULA DE CAPACIDAD DE CARGA DE TERZAGHI (1943)

Formulas de capacidad de Carga

	Para falla General	Para falla Local
Cimentacion corrida	$q_u = c'N_c + gDN_q + 0.5gBN_g$	$q_u = 2/3 c'N'_c + gDN'_q + 0.5gBN'_g$
Cimentacion cuadrada	$q_u = 1.3c'N_c + gDN_q + 0.4gBN_g$	$q_u = 2/3 \times 1.3c'N'_c + gDN'_q + 0.4gBN'_g$
Cimentacion circular	$q_u = 1.3c'N_c + gDN_q + 0.3gBN_g$	$q_u = 2/3 \times 1.3c'N'_c + gDN'_q + 0.3gBN'_g$

Factores de Capacidad de Carga

	General	Local
Nc =	27.10	15.54
Nq =	14.22	6.05
Ng =	10.70	3.32

Factor de Seguridad = 3

Capacidad de Carga

	Falla Local (kg/cm ²)	
	q_u	q_{adm}
Cimentacion corrida	5.93	1.98
Cimentacion cuadrada	6.94	2.31


Ing. C. Jim C. Anton Fiestas
 JEFE DE LABORATORIO
 CIP 251701

Ensayo 31

Corte directo C-04

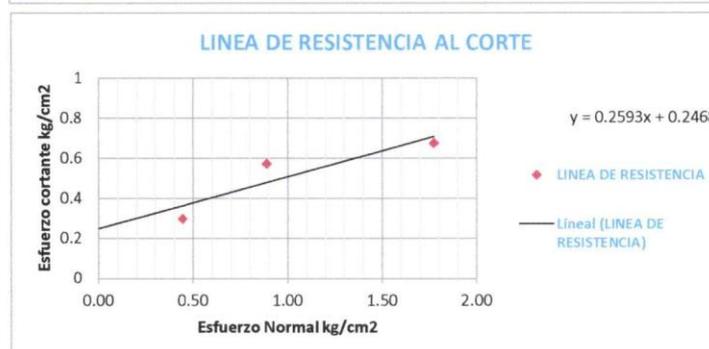
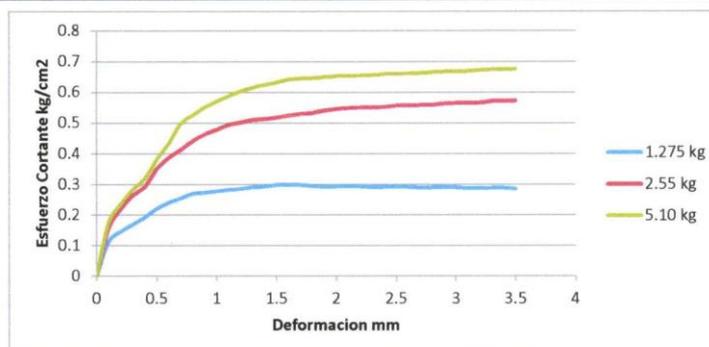


M&M ANTON LABORATORIOS Y CONSTRUCCION E.I.R.L.
LABORATORIO DE ESTUDIOS GEOTECNICOS Y ENSAYOS DE MATERIALES DE CONSTRUCCION

ENSAYO DE CORTE DIRECTO

(Norma ASTM D-3080)

PROYECTO	: ESTUDIO DE ZONIFICACIÓN DE SUELOS CON FINES DE CIMENTACIÓN		
UBICACIÓN	: SECTOR FLORIDA ALTA - YONAN - CONTUMAZÁ - CAJAMARCA	RESP. DE LAB :	J.A.F.
MUESTRA	: PC 04 - M - 02	TEC. LAB :	L.S.V
SOLICITANTE	: BACH. CRISTIAN ANTONIO ALFARO MELGAREJO	FECHA :	noviembre 2021
	: BACH. DIEGO JONATAN SALAS CABALLERO	ESTADO :	Remoldeada
		VEL. ENSAYO :	0.5mm/min



Parámetros de Resistencia al Corte			
Cohesion	=	0.09	kg/cm2
Angulo de Fricción Interna	=	26.0	°


Ing. C. Jim C. Anton Fiestas
JEFE DE LABORATORIO
CIP: 251701

Ensayo 32

Capacidad admisible del suelo para zapata superficial



CAPACIDAD ADMISIBLE DEL SUELO PARA ZAPATA SUPERFICIAL

(Norma ASTM D-3080)

PROYECTO	: ESTUDIO DE ZONIFICACIÓN DE SUELOS CON FINES DE CIMENTACIÓN PARA LA HABILITACIÓN URBANA DEL SECTOR FLORIDA ALTA - CAJAMARCA		
UBICACIÓN	: SECTOR FLORIDA ALTA - YONAN - CONTUMAZÁ - CAJAMARCA	RESP. DE LAB	: J.A.F.
MUESTRA	: PC 05- M - 02	TEC. LAB	: L.S.V
SOLICITANTE	: BACH. CRISTIAN ANTONIO ALFARO MELGAREJO BACH. DIEGO JONATAN SALAS CABALLERO	FECHA	: noviembre 2021
		ESTADO	: Remoldeada

Peso Especifico del Suelo gr/cm ³	=	2.30	Profundidad de Cimentacion, Df	=	1.20 m
Cohesion del Suelo ,kg/cm ²	=	0.08	Ancho de Cimentacion, B, m	=	1.20 m
Angulo de Friccion, ϕ , °	=	26.00			
Angulo de Friccion, ϕ_u , °	=	18.01			

SEGÚN FORMULA DE CAPACIDAD DE CARGA DE TERZAGHI (1943)

Formulas de capacidad de Carga

	Para falla General	Para falla Local
Cimentacion corrida	$q_u = c'N_c + gDN_q + 0.5gBN_g$	$q_u = 2/3 c'N'_c + gDN'_q + 0.5gBN'_g$
Cimentacion cuadrada	$q_u = 1.3c'N_c + gDN_q + 0.4gBN_g$	$q_u = 2/3 \times 1.3c'N'_c + gDN'_q + 0.4gBN'_g$
Cimentacion circular	$q_u = 1.3c'N_c + gDN_q + 0.3gBN_g$	$q_u = 2/3 \times 1.3c'N'_c + gDN'_q + 0.3gBN'_g$

Factores de Capacidad de Carga

Factor de Seguridad = 3

	General	Local
Nc =	27.10	15.54
Nq =	14.22	6.05
Ng =	10.70	3.32

Capacidad de Carga

	Falla Local (kg/cm ²)	
	q_u	q_{adm}
Cimentacion corrida	5.85	1.95
Cimentacion cuadrada	6.89	2.30


 Ing. C. Jim C. Antón Fiestas
 JEFE DE LABORATORIO
 CIP 251701

Ensayo 33

Corte directo C-05



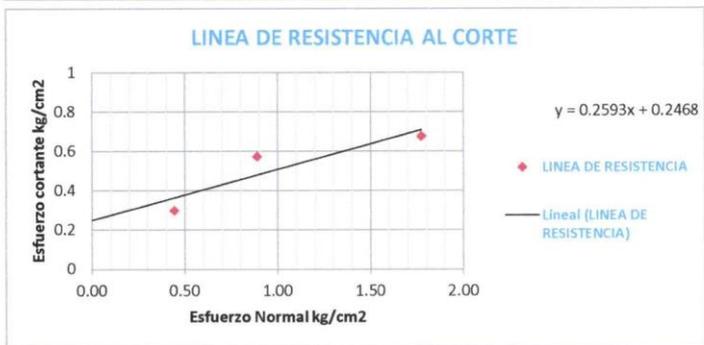
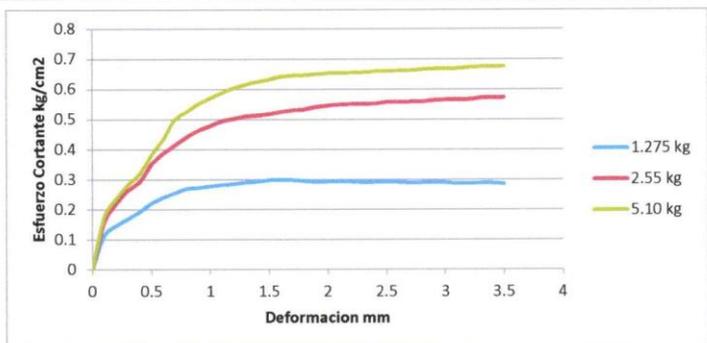
M&M ANTON LABORATORIOS Y CONSTRUCCION E.I.R.L.

LABORATORIO DE ESTUDIOS GEOTECNICOS Y ENSAYOS DE MATERIALES DE CONSTRUCCION

ENSAYO DE CORTE DIRECTO

(Norma ASTM D-3080)

PROYECTO	: ESTUDIO DE ZONIFICACIÓN DE SUELOS CON FINES DE CIMENTACIÓN	
UBICACIÓN	: SECTOR FLORIDA ALTA - YONAN - CONTUMAZÁ - CAJAMARCA	RESP. DE LAB : J.A.F.
MUESTRA	: PC 05- M - 02	TEC. LAB : L.S.V
SOLICITANTE	: BACH. CRISTIAN ANTONIO ALFARO MELGAREJO	FECHA : noviembre 2021
	: BACH. DIEGO JONATAN SALAS CABALLERO	ESTADO : Remoldeada
		VEL. ENSAYO : 0.5mm/min



Parametros de Resistencia al Corte			
Cohesion	=	0.08	kg/cm2
Angulo de Fricción Interna	=	26.0	°

[Signature]
Ing. C. Jim C. Anton Fiestas
JEFE DE LABORATORIO
CIP: 251701

Ensayo 34

Capacidad admisible del suelo para zapata superficial



CAPACIDAD ADMISIBLE DEL SUELO PARA ZAPATA SUPERFICIAL

(Norma ASTM D-3080)

PROYECTO	: ESTUDIO DE ZONIFICACIÓN DE SUELOS CON FINES DE CIMENTACIÓN PARA LA HABILITACIÓN URBANA DEL SECTOR FLORIDA ALTA - CAJAMARCA		
UBICACIÓN	: SECTOR FLORIDA ALTA - YONAN - CONTUMAZÁ - CAJAMARCA	RESP. DE LAB	: J.A.F.
MUESTRA	: PC 06 - M - 02	TEC. LAB	: L.S.V
SOLICITANTE	: BACH. CRISTIAN ANTONIO ALFARO MELGAREJO BACH. DIEGO JONATAN SALAS CABALLERO	FECHA	: noviembre 2021
		ESTADO	: Remoldeada

Peso Especifico del Suelo gr/cm ³	=	2.31	Profundidad de Cimentacion, Df	=	1.20 m
Cohesion del Suelo ,kg/cm ²	=	0.08	Ancho de Cimentacion, B, m	=	1.20 m
Angulo de Friccion, ϕ , °	=	26.00			
Angulo de Friccion, ϕ_u , °	=	18.01			

SEGÚN FORMULA DE CAPACIDAD DE CARGA DE TERZAGHI (1943)

Formulas de capacidad de Carga

	Para falla General	Para falla Local
Cimentacion corrida	$q_u = c'N_c + gDN_q + 0.5gBN_g$	$q_u = 2/3 c'N'_c + gDN'_q + 0.5gBN'_g$
Cimentacion cuadrada	$q_u = 1.3c'N_c + gDN_q + 0.4gBN_g$	$q_u = 2/3 \times 1.3c'N'_c + gDN'_q + 0.4gBN'_g$
Cimentacion circular	$q_u = 1.3c'N_c + gDN_q + 0.3gBN_g$	$q_u = 2/3 \times 1.3c'N'_c + gDN'_q + 0.3gBN'_g$

Factores de Capacidad de Carga

Factor de Seguridad = 3

	General	Local
Nc =	27.10	15.54
Nq =	14.22	6.05
Ng =	10.70	3.32

Capacidad de Carga

	Falla Local (kg/cm ²)	
	q_u	q_{adm}
Cimentacion corrida	6.03	2.01
Cimentacion cuadrada	7.05	2.35


 Ing. C. Jim C. Anton Fiestas
 JEFE DE LABORATORIO
 CIP: 251701

Ensayo 35

Corte directo C-06



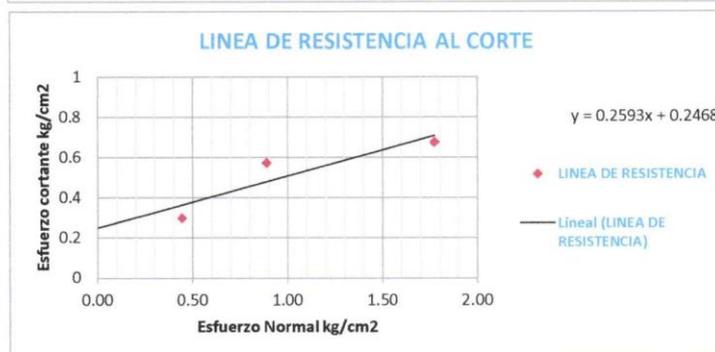
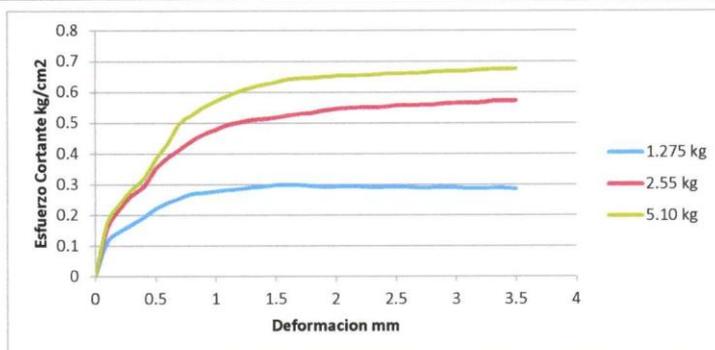
M&M ANTON LABORATORIOS Y CONSTRUCCION E.I.R.L.

LABORATORIO DE ESTUDIOS GEOTECNICOS Y ENSAYOS DE MATERIALES DE CONSTRUCCION

ENSAYO DE CORTE DIRECTO

(Norma ASTM D-3080)

PROYECTO	: ESTUDIO DE ZONIFICACIÓN DE SUELOS CON FINES DE CIMENTACIÓN		
UBICACIÓN	: SECTOR FLORIDA ALTA - YONAN - CONTUMAZÁ - CAJAMARCA	RESP. DE LAB :	J. A. F.
MUESTRA	: PC 06 - M - 02	TEC. LAB :	L. S. V
SOLICITANTE	: BACH. CRISTIAN ANTONIO ALFARO MELGAREJO	FECHA :	noviembre 2021
	: BACH. DIEGO JONATAN SALAS CABALLERO	ESTADO :	Remoldeada
		VEL. ENSAYO :	0.5mm/min



Parametros de Resistencia al Corte		
Cohesion	=	0.08 kg/cm2
Angulo de Fricción Interna	=	26.0 °

[Signature]
Ing. C. Jim C. Antón Fiestas
JEFE DE LABORATORIO
CIP: 251701

Ensayo 36

Capacidad admisible del suelo para zapata superficial



CAPACIDAD ADMISIBLE DEL SUELO PARA ZAPATA SUPERFICIAL

(Norma ASTM D-3080)

PROYECTO	: ESTUDIO DE ZONIFICACIÓN DE SUELOS CON FINES DE CIMENTACIÓN PARA LA HABILITACIÓN URBANA DEL SECTOR FLORIDA ALTA - CAJAMARCA		
UBICACIÓN	: SECTOR FLORIDA ALTA - YONAN - CONTUMAZÁ - CAJAMARCA	RESP. DE LAB	: J.A.F.
MUESTRA	: PC 07 - M - 02	TEC. LAB	: L.S.V
SOLICITANTE	: BACH. CRISTIAN ANTONIO ALFARO MELGAREJO BACH. DIEGO JONATAN SALAS CABALLERO	FECHA	: noviembre 2021
		ESTADO	: Remoldeada

		Profundidad de Cimentacion, Df =	1.20 m
Peso Especifico del Suelo gr/cm ³ =	2.31	Ancho de Cimentacion, B, m =	1.20 m
Cohesion del Suelo ,kg/cm ² =	0.07		
Angulo de Friccion, f, ° =	28.00		
Angulo de Friccion, f _g , ° =	19.52		

SEGÚN FORMULA DE CAPACIDAD DE CARGA DE TERZAGHI (1943)

Formulas de capacidad de Carga

	Para falla General	Para falla Local
Cimentacion corrida	$q_u = c'N_c + gDN_q + 0.5gBN_g$	$q_u = 2/3 c'N'_c + gDN'_q + 0.5gBN'_g$
Cimentacion cuadrada	$q_u = 1.3c'N_c + gDN_q + 0.4gBN_g$	$q_u = 2/3 \times 1.3c'N'_c + gDN'_q + 0.4gBN'_g$
Cimentacion circular	$q_u = 1.3c'N_c + gDN_q + 0.3gBN_g$	$q_u = 2/3 \times 1.3c'N'_c + gDN'_q + 0.3gBN'_g$

Factores de Capacidad de Carga

Factor de Seguridad = 3

	General	Local
Nc =	31.63	17.14
Nq =	17.82	7.08
Ng =	14.60	4.12

Capacidad de Carga

	Falla Local (kg/cm ²)	
	q _u	q _{adm}
Cimentacion corrida	6.13	2.04
Cimentacion cuadrada	7.11	2.37


Ing. C. Jim C. Anton Fiestas
JEFE DE LABORATORIO
CIP: 251701

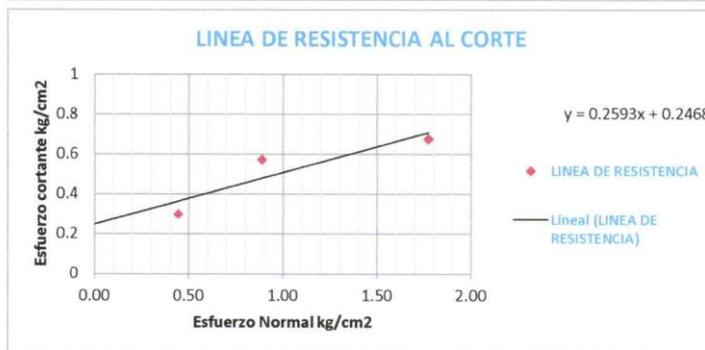
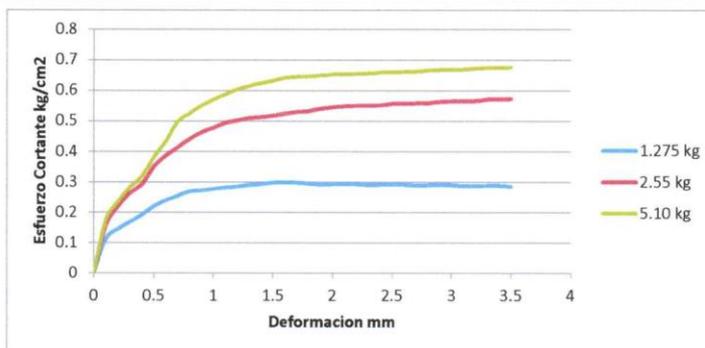
Ensayo 37

Corte directo C-07



ENSAYO DE CORTE DIRECTO
(Norma ASTM D-3080)

PROYECTO	: ESTUDIO DE ZONIFICACIÓN DE SUELOS CON FINES DE CIMENTACIÓN		
UBICACIÓN	: SECTOR FLORIDA ALTA - YONAN - CONTUMAZÁ - CAJAMARCA	RESP. DE LAB	: J.A.F.
MUESTRA	: PC 07 - M - 02	TEC. LAB	: L.S.V
SOLICITANTE	: BACH. CRISTIAN ANTONIO ALFARO MELGAREJO BACH. DIEGO JONATAN SALAS CABALLERO	FECHA	: noviembre 2021
		ESTADO	: Remoldeada
		VEL. ENSAYO	: 0.5mm/min



Parametros de Resistencia al Corte			
Cohesion	=	0.07	kg/cm ²
Angulo de Fricción Interna	=	28.0	°

[Signature]
Ing. C. Jim C. Anton Fiestas
 JEFE DE LABORATORIO
 CIP 251701

Ensayo 38

Capacidad admisible del suelo para zapata superficial



CAPACIDAD ADMISIBLE DEL SUELO PARA ZAPATA SUPERFICIAL

(Norma ASTM D-3080)

PROYECTO	: ESTUDIO DE ZONIFICACIÓN DE SUELOS CON FINES DE CIMENTACIÓN PARA LA HABILITACIÓN URBANA DEL SECTOR FLORIDA ALTA - CAJAMARCA		
UBICACIÓN	: SECTOR FLORIDA ALTA - YONAN - CONTUMAZÁ - CAJAMARCA	RESP. DE LAB	: J.A.F.
MUESTRA	: PC 08 - M - 02	TEC. LAB	: L.S.V
SOLICITANTE	: BACH. CRISTIAN ANTONIO ALFARO MELGAREJO BACH. DIEGO JONATAN SALAS CABALLERO	FECHA	: noviembre 2021
		ESTADO	: Remoldeada

Peso Especifico del Suelo gr/cm^3	=	2.31	Profundidad de Cimentacion, Df	=	1.20 m
Cohesion del Suelo $,kg/cm^2$	=	0.09	Ancho de Cimentacion, B, m	=	1.20 m
Angulo de Friccion, f, φ	=	27.00			
Angulo de Friccion, f, φ	=	18.76			

SEGÚN FORMULA DE CAPACIDAD DE CARGA DE TERZAGHI (1943)

Formulas de capacidad de Carga

	Para falla General	Para falla Local
Cimentacion corrida	$q_u = c'N_c + gDN_q + 0.5gBN_g$	$q_u = 2/3 c'N'_c + gDN'_q + 0.5gBN'_g$
Cimentacion cuadrada	$q_u = 1.3c'N_c + gDN_q + 0.4gBN_g$	$q_u = 2/3 \times 1.3c'N'_c + gDN'_q + 0.4gBN'_g$
Cimentacion circular	$q_u = 1.3c'N_c + gDN_q + 0.3gBN_g$	$q_u = 2/3 \times 1.3c'N'_c + gDN'_q + 0.3gBN'_g$

Factores de Capacidad de Carga Factor de Seguridad = 3

	General	Local
Nc =	29.25	16.31
Nq =	15.91	6.54
Ng =	12.48	3.70

Capacidad de Carga

	Falla Local (kg/cm2)	
	q_u	q_{adm}
Cimentacion corrida	6.25	2.08
Cimentacion cuadrada	7.22	2.41


Ing. C. Jim C. Anton Fiestas
JEFE DE LABORATORIO
CIP 251791

Ensayo 39

Corte directo C-08

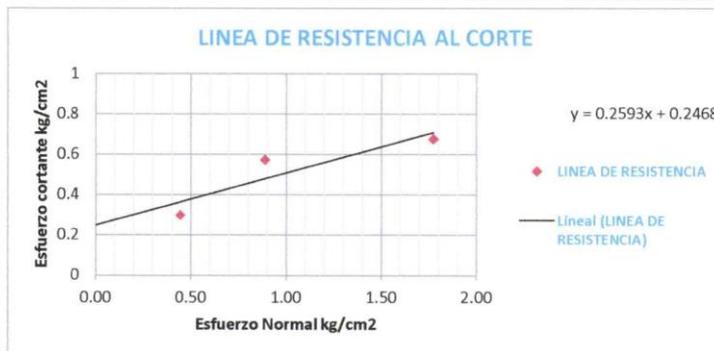
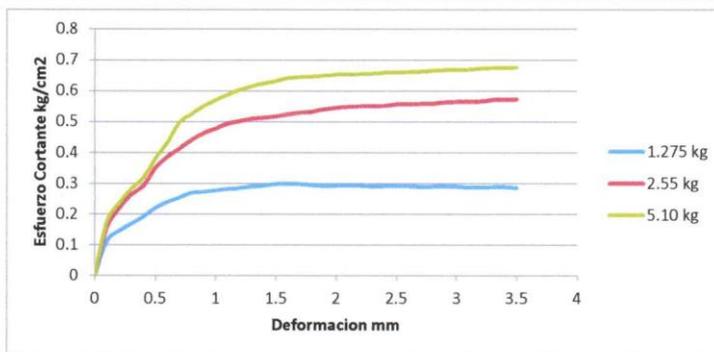


M&M ANTON LABORATORIOS Y CONSTRUCCION E.I.R.L.
LABORATORIO DE ESTUDIOS GEOTECNICOS Y ENSAYOS DE MATERIALES DE CONSTRUCCION

ENSAYO DE CORTE DIRECTO

(Norma ASTM D-3080)

PROYECTO	: ESTUDIO DE ZONIFICACIÓN DE SUELOS CON FINES DE CIMENTACIÓN	
UBICACIÓN	: SECTOR FLORIDA ALTA - YONAN - CONTUMAZÁ - CAJAMARCA	RESP. DE LAB : J.A.F.
MUESTRA	: PC 08 - M - 02	TEC. LAB : L.S.V
SOLICITANTE	: BACH. CRISTIAN ANTONIO ALFARO MELGAREJO BACH. DIEGO JONATAN SALAS CABALLERO	FECHA : noviembre 2021 ESTADO : Remoldeada VEL. ENSAYO : 0.5mm/min



Parametros de Resistencia al Corte		
Cohesion	=	0.09 kg/cm2
Angulo de Fricción Interna	=	27.0 °

[Signature]
Ing. C. Jim C. Anton Fiestas
JEFE DE LABORATORIO
CIP- 251701

Ensayo 40

Capacidad admisible del suelo para zapata superficial



CAPACIDAD ADMISIBLE DEL SUELO PARA ZAPATA SUPERFICIAL

(Norma ASTM D-3080)

PROYECTO	: ESTUDIO DE ZONIFICACIÓN DE SUELOS CON FINES DE CIMENTACIÓN PARA LA HABILITACIÓN URBANA DEL SECTOR FLORIDA ALTA - CAJAMARCA		
UBICACIÓN	: SECTOR FLORIDA ALTA - YONAN - CONTUMAZÁ - CAJAMARCA	RESP. DE LAB	: J.A.F.
MUESTRA	: PC 09 - M - 02	TEC. LAB	: L.S.V
SOLICITANTE	: BACH. CRISTIAN ANTONIO ALFARO MELGAREJO BACH. DIEGO JONATAN SALAS CABALLERO	FECHA	: noviembre 2021
		ESTADO	: Remoldeada

Peso Especifico del Suelo gr/cm^3	=	2.31	Profundidad de Cimentacion, D_f	=	1.20 m
Cohesion del Suelo $,kg/cm^2$	=	0.08	Ancho de Cimentacion, B , m	=	1.20 m
Angulo de Friccion, f, φ	=	27.00			
Angulo de Friccion, f_c, φ_c	=	18.76			

SEGÚN FORMULA DE CAPACIDAD DE CARGA DE TERZAGHI (1943)

Formulas de capacidad de Carga

	Para falla General	Para falla Local
Cimentacion corrida	$q_u = c'N_c + gDN_q + 0.5gBN_g$	$q_u = 2/3 c'N'_c + gDN'_q + 0.5gBN'_g$
Cimentacion cuadrada	$q_u = 1.3c'N_c + gDN_q + 0.4gBN_g$	$q_u = 2/3 \times 1.3c'N'_c + gDN'_q + 0.4gBN'_g$
Cimentacion circular	$q_u = 1.3c'N_c + gDN_q + 0.3gBN_g$	$q_u = 2/3 \times 1.3c'N'_c + gDN'_q + 0.3gBN'_g$

Factores de Capacidad de Carga Factor de Seguridad = 3

	General	Local
$N_c =$	29.25	16.31
$N_q =$	15.91	6.54
$N_g =$	12.48	3.70

Capacidad de Carga

	Falla Local (kg/cm2)	
	q_u	q_{adm}
Cimentacion corrida	6.16	2.05
Cimentacion cuadrada	7.14	2.38


Ing. C. Jim C. Anton Fiestas
JEFE DE LABORATORIO
CIP- 251701

Ensayo 41

Corte directo C-09



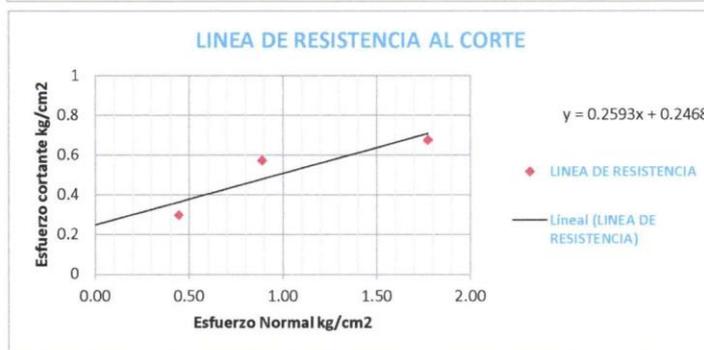
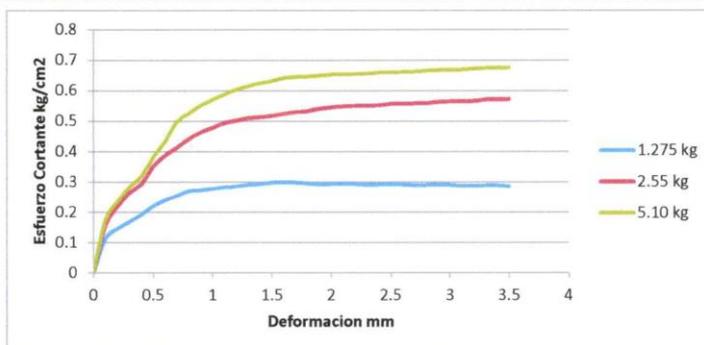
M&M ANTON LABORATORIOS Y CONSTRUCCION E.I.R.L.

LABORATORIO DE ESTUDIOS GEOTECNICOS Y ENSAYOS DE MATERIALES DE CONSTRUCCION

ENSAYO DE CORTE DIRECTO

(Norma ASTM D-3080)

PROYECTO	: ESTUDIO DE ZONIFICACIÓN DE SUELOS CON FINES DE CIMENTACIÓN	
UBICACIÓN	: SECTOR FLORIDA ALTA - YONAN - CONTUMAZÁ - CAJAMARCA	RESP. DE LAB : J.A.F.
MUESTRA	: PC 09 - M - 02	TEC. LAB : L.S.V
SOLICITANTE	: BACH. CRISTIAN ANTONIO ALFARO MELGAREJO BACH. DIEGO JONATAN SALAS CABALLERO	FECHA : noviembre 2021 ESTADO : Remoldeada VEL. ENSAYO : 0.5mm/min



Parametros de Resistencia al Corte			
Cohesion	=	0.08	kg/cm2
Angulo de Fricción Interna	=	27.0	°

[Signature]
Ing. C. Jim C. Anton Fiestas
JEFE DE LABORATORIO
CIP- 251701

Ensayo 42

Capacidad admisible del suelo para zapata superficial



M&M ANTON LABORATORIOS Y CONSTRUCCION E.I.R.L.
LABORATORIO DE ESTUDIOS GEOTECNICOS Y ENSAYOS DE MATERIALES DE CONSTRUCCION

CAPACIDAD ADMISIBLE DEL SUELO PARA ZAPATA SUPERFICIAL

(Norma ASTM D-3080)

PROYECTO	: ESTUDIO DE ZONIFICACIÓN DE SUELOS CON FINES DE CIMENTACIÓN PARA LA HABILITACIÓN URBANA DEL SECTOR FLORIDA ALTA - CAJAMARCA		
UBICACIÓN	: SECTOR FLORIDA ALTA - YONAN - CONTUMAZÁ - CAJAMARCA	RESP. DE LAB	: J.A.F.
MUESTRA	: PC 10 - M - 02	TEC. LAB	: L.S.V
SOLICITANTE	: BACH. CRISTIAN ANTONIO ALFARO MELGAREJO BACH. DIEGO JONATAN SALAS CABALLERO	FECHA	: noviembre 2021
		ESTADO	: Remoldeada

Peso Especifico del Suelo gr/cm ³	=	2.31	Profundidad de Cimentacion, Df	=	1.20 m
Cohesion del Suelo ,kg/cm ²	=	0.10	Ancho de Cimentacion, B, m	=	1.20 m
Angulo de Friccion, f, \varnothing	=	26.00			
Angulo de Friccion, f_c, \varnothing	=	18.01			

SEGÚN FORMULA DE CAPACIDAD DE CARGA DE TERZAGHI (1943)

Formulas de capacidad de Carga

	Para falla General	Para falla Local
Cimentacion corrida	$q_u = c'N_c + gDN_q + 0.5gBN_g$	$q_u = 2/3 c'N'_c + gDN'_q + 0.5gBN'_g$
Cimentacion cuadrada	$q_u = 1.3c'N_c + gDN_q + 0.4gBN_g$	$q_u = 2/3 \times 1.3c'N'_c + gDN'_q + 0.4gBN'_g$
Cimentacion circular	$q_u = 1.3c'N_c + gDN_q + 0.3gBN_g$	$q_u = 2/3 \times 1.3c'N'_c + gDN'_q + 0.3gBN'_g$

Factores de Capacidad de Carga

Factor de Seguridad = 3

	General	Local
Nc =	27.10	15.54
Nq =	14.22	6.05
Ng =	10.70	3.32

Capacidad de Carga

	Falla Local (kg/cm ²)	
	q _u	q _{adm}
Cimentacion corrida	6.17	2.06
Cimentacion cuadrada	7.07	2.36


Ing. C. Jim C. Anton Fiestas
JEFE DE LABORATORIO
CIP 251701

Ensayo 43

Corte directo C-10

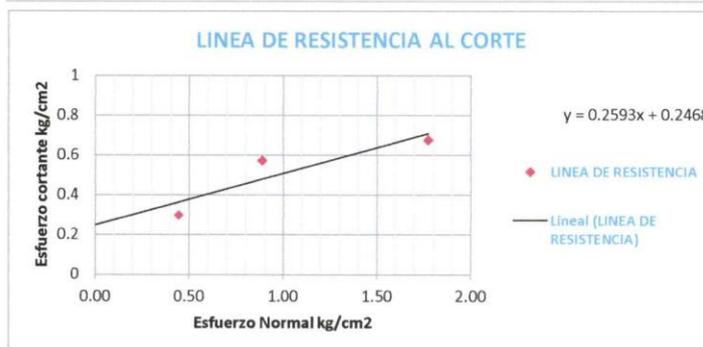
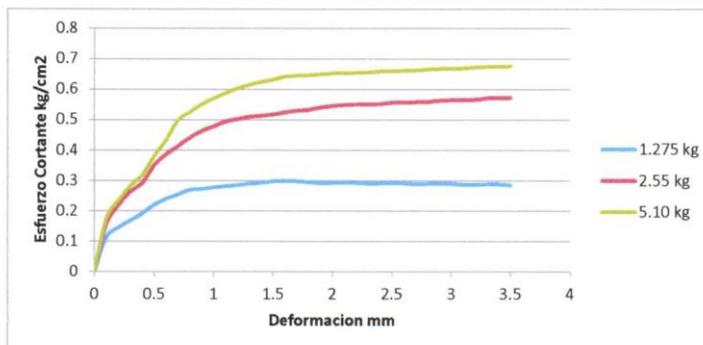


M&M ANTON LABORATORIOS Y CONSTRUCCION E.I.R.L.
LABORATORIO DE ESTUDIOS GEOTECNICOS Y ENSAYOS DE MATERIALES DE CONSTRUCCION

ENSAYO DE CORTE DIRECTO

(Norma ASTM D-3080)

PROYECTO	: ESTUDIO DE ZONIFICACIÓN DE SUELOS CON FINES DE CIMENTACIÓN		
UBICACIÓN	: SECTOR FLORIDA ALTA - YONAN - CONTUMAZÁ - CAJAMARCA	RESP. DE LAB	: J.A.F.
MUESTRA	: PC 10 - M - 02	TEC. LAB	: L.S.V
SOLICITANTE	: BACH. CRISTIAN ANTONIO ALFARO MELGAREJO	FECHA	: noviembre 2021
	: BACH. DIEGO JONATAN SALAS CABALLERO	ESTADO	: Remoldeada
		VEL. ENSAYO	: 0.5mm/min



Parametros de Resistencia al Corte			
Cohesion	=	0.10	kg/cm2
Angulo de Fricción Interna	=	26.0	°

[Signature]
Ing. C. Jimi C. Anton Fiestas
JEFE DE LABORATORIO
CIP- 251701

Ensayo 44

Capacidad admisible del suelo para zapata superficial



M&M ANTON LABORATORIOS Y CONSTRUCCION E.I.R.L.

LABORATORIO DE ESTUDIOS GEOTECNICOS Y ENSAYOS DE MATERIALES DE CONSTRUCCION

CAPACIDAD ADMISIBLE DEL SUELO PARA ZAPATA SUPERFICIAL

(Norma ASTM D-3080)

PROYECTO	: ESTUDIO DE ZONIFICACIÓN DE SUELOS CON FINES DE CIMENTACIÓN PARA LA HABILITACIÓN URBANA DEL SECTOR FLORIDA ALTA - CAJAMARCA		
UBICACIÓN	: SECTOR FLORIDA ALTA - YONAN - CONTUMAZÁ - CAJAMARCA	RESP. DE LAB	: J.A.F.
MUESTRA	: PC 11 - M - 02	TEC. LAB	: L.S.V
SOLICITANTE	: BACH. CRISTIAN ANTONIO ALFARO MELGAREJO BACH. DIEGO JONATAN SALAS CABALLERO	FECHA	: noviembre 2021
		ESTADO	: Remoldeada

Peso Especifico del Suelo gr/cm^3	=	2.31	Profundidad de Cimentacion, D_f	=	1.20 m
Cohesion del Suelo $,kg/cm^2$	=	0.08	Ancho de Cimentacion, B, m	=	1.20 m
Angulo de Friccion, f, φ	=	28.00			
Angulo de Friccion, f_u, φ_u	=	19.52			

SEGÚN FORMULA DE CAPACIDAD DE CARGA DE TERZAGHI (1943)

Formulas de capacidad de Carga

	Para falla General	Para falla Local
Cimentacion corrida	$q_u = c'N_c + gDN_q + 0.5gBN_g$	$q_u = 2/3 c'N'_c + gDN'_q + 0.5gBN'_g$
Cimentacion cuadrada	$q_u = 1.3c'N_c + gDN_q + 0.4gBN_g$	$q_u = 2/3 \times 1.3c'N'_c + gDN'_q + 0.4gBN'_g$
Cimentacion circular	$q_u = 1.3c'N_c + gDN_q + 0.3gBN_g$	$q_u = 2/3 \times 1.3c'N'_c + gDN'_q + 0.3gBN'_g$

Factores de Capacidad de Carga

Factor de Seguridad = 3

	General	Local
$N_c =$	31.63	17.14
$N_q =$	17.82	7.08
$N_g =$	14.60	4.12

Capacidad de Carga

	Falla Local (kg/cm ²)	
	q_u	q_{adm}
Cimentacion corrida	6.28	2.09
Cimentacion cuadrada	7.26	2.42


 Ing. C. Jim C. Anton Fiestas
 JEFE DE LABORATORIO
 CIP 251701

Ensayo 45

Corte directo C-11



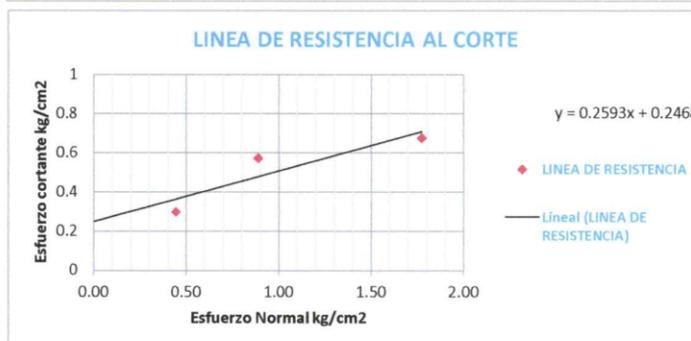
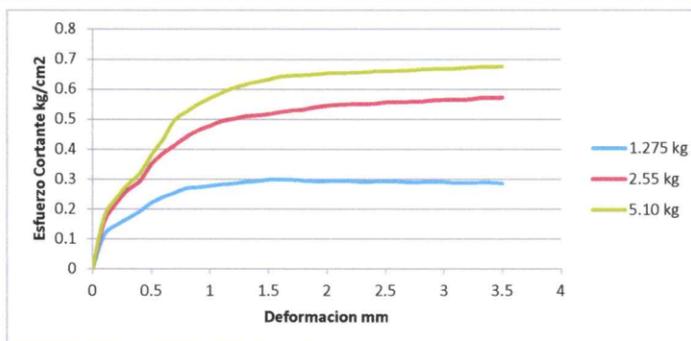
M&M ANTON LABORATORIOS Y CONSTRUCCION E.I.R.L.

LABORATORIO DE ESTUDIOS GEOTECNICOS Y ENSAYOS DE MATERIALES DE CONSTRUCCION

ENSAYO DE CORTE DIRECTO

(Norma ASTM D-3080)

PROYECTO	: ESTUDIO DE ZONIFICACIÓN DE SUELOS CON FINES DE CIMENTACIÓN		
UBICACIÓN	: SECTOR FLORIDA ALTA - YONAN - CONTUMAZÁ - CAJAMARCA	RESP. DE LAB :	J. A. F.
MUESTRA	: PC 11 - M - 02	TEC. LAB :	L. S. V
SOLICITANTE	: BACH. CRISTIAN ANTONIO ALFARO MELGAREJO	FECHA :	noviembre 2021
	: BACH. DIEGO JONATAN SALAS CABALLERO	ESTADO :	Remoldeada
		VEL. ENSAYO :	0.5mm/min



Parametros de Resistencia al Corte			
Cohesion	=	0.08	kg/cm2
Angulo de Fricción Interna	=	28.0	°

[Signature]
Ing. C. Jim C. Anton Fiestas
JEFE DE LABORATORIO
CIP- 251701

Ensayo 46

Densidad de campo C-01



M&M ANTON LABORATORIOS Y CONSTRUCCION E.I.R.L.
LABORATORIO DE ESTUDIOS GEOTECNICOS Y ENSAYOS DE MATERIALES DE CONSTRUCCION

DENSIDAD DE CAMPO

(ASTM D1556 - NTP 339.143)

PROYECTO : ESTUDIO DE ZONIFICACIÓN DE SUELOS CON FINES DE CIMENTACIÓN PARA LA HABILITACIÓN URBANA DEL SECTOR FLORIDA ALTA - CAJAMARCA
 SOLICITA : BACH. CRISTIAN ANTONIO ALFARO MELGAREJO
 UBICACIÓN : BACH. DIEGO JONATAN SALAS CABALLERO
 FECHA DE ENTREGA : SECTOR FLORIDA ALTA - YONAN - CONTUMAZÁ - CAJAMARCA
 : TRUJILLO, OCTUBRE DEL 2021

ESTRUCTURA ENSAYADA	: TERRENO NATURAL	DENSIDAD DE ARENA (gr/cc) :	1.37
TIPO MATERIAL	: TIPO CONGLOMERADO	PESO DE ARENA EN CONO Y PLACA (gr) :	1425
CALICATA	: PC - 01		

1	Densidad de la arena calibrada (gr/cc)	1.37				
2	Peso de arena + frasco (gr)	5685				
3	Peso arena en cono y placa (gr)	1425				
4	Peso arena que queda + frasco (gr)	2210				
5	Peso arena en el hueco (gr)	2050				
6	Volumen del hueco (cc)	1496				
7	Peso muestra húmeda (gr)	3500				
8	Peso material > 3/4" (grava) (gr)	200				
9	Peso material < 3/4" (gr)	3300				
10	Peso específico grava (gr/cc)	2.4				
11	Volumen de grava (cc)	83				
12	Volumen material < 3/4"	1413				
13	Densidad húmeda material < 3/4 (gr/cc)	2.34				
14	Contenido de grava (%)	5.71				
15	Densidad seca material < 3/4" (gr/cc)	2.31				

Contenido de Humedad

(ASTM D2216 - NTP 339.127)

16						SPEEDY
17	Porcentaje de Humedad(%)	1.00				


 Ing. C. Jim C. Anton Fiestas
 JEFE DE LABORATORIO
 CIP: 251701

Ensayo 47

Densidad de campo C-02



M&M ANTON LABORATORIOS Y CONSTRUCCION E.I.R.L.

LABORATORIO DE ESTUDIOS GEOTECNICOS Y ENSAYOS DE MATERIALES DE CONSTRUCCION

DENSIDAD DE CAMPO

(ASTM D1556 - NTP 339.143)

PROYECTO : ESTUDIO DE ZONIFICACIÓN DE SUELOS CON FINES DE CIMENTACIÓN PARA LA HABILITACIÓN URBANA DEL SECTOR FLORIDA ALTA - CAJAMARCA
 SOLICITA : BACH. CRISTIAN ANTONIO ALFARO MELGAREJO
 BACH. DIEGO JONATAN SALAS CABALLERO
 UBICACIÓN : SECTOR FLORIDA ALTA - YONAN - CONTUMAZÁ - CAJAMARCA
 FECHA DE ENTREGA : TRUJILLO, OCTUBRE DEL 2021

ESTRUCTURA ENSAYADA	: TERRENO NATURAL	DENSIDAD DE ARENA (gr/cc) :	1.37
TIPO MATERIAL	: TIPO CONGLOMERADO	PESO DE ARENA EN CONO Y PLACA (gr) :	1425
CALICATA	: PC - 02		

1	Densidad de la arena calibrada (gr/cc)	1.37					
2	Peso de arena + frasco (gr)	5680					
3	Peso arena en cono y placa (gr)	1425					
4	Peso arena que queda + frasco (gr)	2190					
5	Peso arena en el hueco (gr)	2065					
6	Volumen del hueco (cc)	1507					
7	Peso muestra húmeda (gr)	3580					
8	Peso material > 3/4" (grava) (gr)	180					
9	Peso material < 3/4" (gr)	3400					
10	Peso específico grava (gr/cc)	2.4					
11	Volumen de grava (cc)	75					
12	Volumen material < 3/4"	1432					
13	Densidad húmeda material < 3/4 (gr/cc)	2.37					
14	Contenido de grava (%)	5.03					
15	Densidad seca material < 3/4" (gr/cc)	2.34					

Contenido de Humedad

(ASTM D2216 - NTP 339.127)

16								SPEEDY
17	Porcentaje de Humedad(%)	1.50						


 Ing. C. Jim C. Antón Fiestas
 JEFE DE LABORATORIO
 CIP- 251701

Ensayo 48

Densidad de campo C-03



M&M ANTON LABORATORIOS Y CONSTRUCCION E.I.R.L.
LABORATORIO DE ESTUDIOS GEOTECNICOS Y ENSAYOS DE MATERIALES DE CONSTRUCCION

DENSIDAD DE CAMPO

(ASTM D1556 - NTP 339.143)

PROYECTO : ESTUDIO DE ZONIFICACIÓN DE SUELOS CON FINES DE CIMENTACIÓN PARA LA HABILITACIÓN URBANA DEL SECTOR FLORIDA ALTA - CAJAMARCA
 SOLICITA : BACH. CRISTIAN ANTONIO ALFARO MELGAREJO
 BACH. DIEGO JONATAN SALAS CABALLERO
 UBICACIÓN : SECTOR FLORIDA ALTA - YONAN - CONTUMAZÁ - CAJAMARCA
 FECHA DE ENTREGA : TRUJILLO, OCTUBRE DEL 2021

ESTRUCTURA ENSAYADA	: TERRENO NATURAL	DENSIDAD DE ARENA (gr/cc) :	1.37
TIPO MATERIAL	: TIPO CONGLOMERADO	PESO DE ARENA EN CONO Y PLACA (gr) :	1425
CALICATA	: PC - 03		

1	Densidad de la arena calibrada (gr/cc)	1.37				
2	Peso de arena + frasco (gr)	5678				
3	Peso arena en cono y placa (gr)	1425				
4	Peso arena que queda + frasco (gr)	2350				
5	Peso arena en el hueco (gr)	1903				
6	Volumen del hueco (cc)	1389				
7	Peso muestra húmeda (gr)	3240				
8	Peso material > 3/4" (grava) (gr)	170				
9	Peso material < 3/4" (gr)	3070				
10	Peso específico grava (gr/cc)	2.4				
11	Volumen de grava (cc)	71				
12	Volumen material < 3/4"	1318				
13	Densidad húmeda material < 3/4 (gr/cc)	2.33				
14	Contenido de grava (%)	5.25				
15	Densidad seca material < 3/4" (gr/cc)	2.32				

Contenido de Humedad

(ASTM D2216 - NTP 339.127)

16						SPEEDY
17	Porcentaje de Humedad(%)	0.50				


 Ing. C. Jim C. Anton Fiestas
 JEFE DE LABORATORIO
 CIP- 251701

Ensayo 49

Densidad de campo C-04



M&M ANTON LABORATORIOS Y CONSTRUCCION E.I.R.L.

LABORATORIO DE ESTUDIOS GEOTECNICOS Y ENSAYOS DE MATERIALES DE CONSTRUCCION

DENSIDAD DE CAMPO

(ASTM D1556 - NTP 339.143)

PROYECTO : ESTUDIO DE ZONIFICACIÓN DE SUELOS CON FINES DE CIMENTACIÓN PARA LA HABILITACIÓN URBANA DEL SECTOR FLORIDA ALTA - CAJAMARCA
 SOLICITA : BACH. CRISTIAN ANTONIO ALFARO MELGAREJO
 UBICACIÓN : BACH. DIEGO JONATAN SALAS CABALLERO
 FECHA DE ENTREGA : SECTOR FLORIDA ALTA - YONAN - CONTUMAZÁ - CAJAMARCA
 : TRUJILLO, OCTUBRE DEL 2021

ESTRUCTURA ENSAYADA : TERRENO NATURAL
 TIPO MATERIAL : TIPO CONGLOMERADO
 CALICATA : PC - 04

DENSIDAD DE ARENA (gr/cc) : 1.37
 PESO DE ARENA EN CONO Y PLACA (gr) : 1425

1	Densidad de la arena calibrada (gr/cc)	1.37				
2	Peso de arena + frasco (gr)	5672				
3	Peso arena en cono y placa (gr)	1425				
4	Peso arena que queda + frasco (gr)	2365				
5	Peso arena en el hueco (gr)	1882				
6	Volumen del hueco (cc)	1374				
7	Peso muestra húmeda (gr)	3210				
8	Peso material > 3/4" (grava) (gr)	150				
9	Peso material < 3/4" (gr)	3060				
10	Peso específico grava (gr/cc)	2.4				
11	Volumen de grava (cc)	63				
12	Volumen material < 3/4"	1311				
13	Densidad húmeda material < 3/4 (gr/cc)	2.33				
14	Contenido de grava (%)	4.67				
15	Densidad seca material < 3/4" (gr/cc)	2.31				

Contenido de Humedad

(ASTM D2216 - NTP 339.127)

16					SPEEDY	
17	Porcentaje de Humedad(%)	1.20				


 Ing. C. Jim C. Anton Fiestas
 JEFE DE LABORATORIO
 CIP- 251701

Ensayo 50

Densidad de campo C-05



M&M ANTON LABORATORIOS Y CONSTRUCCIÓN E.I.R.L.
LABORATORIO DE ESTUDIOS GEOTECNICOS Y ENSAYOS DE MATERIALES DE CONSTRUCCION

DENSIDAD DE CAMPO

(ASTM D1556 - NTP 339.143)

PROYECTO : ESTUDIO DE ZONIFICACIÓN DE SUELOS CON FINES DE CIMENTACIÓN PARA LA HABILITACIÓN URBANA DEL SECTOR FLORIDA ALTA - CAJAMARCA
 SOLICITA : BACH. CRISTIAN ANTONIO ALFARO MELGAREJO
 BACH. DIEGO JONATAN SALAS CABALLERO
 UBICACIÓN : SECTOR FLORIDA ALTA - YONAN - CONTUMAZÁ - CAJAMARCA
 FECHA DE ENTREGA : TRUJILLO, OCTUBRE DEL 2021

ESTRUCTURA ENSAYADA	: TERRENO NATURAL	DENSIDAD DE ARENA (gr/cc) :	1.37
TIPO MATERIAL	: TIPO CONGLOMERADO	PESO DE ARENA EN CONO Y PLACA (gr) :	1425
CALICATA	: PC - 05		

1	Densidad de la arena calibrada (gr/cc)	1.37					
2	Peso de arena + frasco (gr)	5672					
3	Peso arena en cono y placa (gr)	1425					
4	Peso arena que queda + frasco (gr)	2240					
5	Peso arena en el hueco (gr)	2007					
6	Volumen del hueco (cc)	1465					
7	Peso muestra húmeda (gr)	3395					
8	Peso material > 3/4" (grava) (gr)	150					
9	Peso material < 3/4" (gr)	3245					
10	Peso específico grava (gr/cc)	2.4					
11	Volumen de grava (cc)	63					
12	Volumen material < 3/4"	1402					
13	Densidad húmeda material < 3/4 (gr/cc)	2.31					
14	Contenido de grava (%)	4.42					
15	Densidad seca material < 3/4" (gr/cc)	2.30					

Contenido de Humedad

(ASTM D2216 - NTP 339.127)

16							SPEEDY
17	Porcentaje de Humedad(%)	0.80					


 Ing. C. Jim C. Anton Fiestas
 JEFE DE LABORATORIO
 CIP: 251701

Ensayo 51

Densidad de campo C-06



M&M ANTON LABORATORIOS Y CONSTRUCCION E.I.R.L.
LABORATORIO DE ESTUDIOS GEOTECNICOS Y ENSAYOS DE MATERIALES DE CONSTRUCCION

DENSIDAD DE CAMPO

(ASTM D1556 - NTP 339.143)

PROYECTO : ESTUDIO DE ZONIFICACIÓN DE SUELOS CON FINES DE CIMENTACIÓN PARA LA HABILITACIÓN URBANA DEL SECTOR FLORIDA ALTA - CAJAMARCA
 SOLICITA : BACH. CRISTIAN ANTONIO ALFARO MELGAREJO
 UBICACIÓN : BACH. DIEGO JONATAN SALAS CABALLERO
 FECHA DE ENTREGA : SECTOR FLORIDA ALTA - YONAN - CONTUMAZÁ - CAJAMARCA
 : TRUJILLO, OCTUBRE DEL 2021

ESTRUCTURA ENSAYADA	: TERRENO NATURAL	DENSIDAD DE ARENA (gr/cc) :	1.37
TIPO MATERIAL	: TIPO CONGLOMERADO	PESO DE ARENA EN CONO Y PLACA (gr) :	1425
CALICATA	: PC - 06		

1	Densidad de la arena calibrada (gr/cc)	1.37				
2	Peso de arena + frasco (gr)	5668				
3	Peso arena en cono y placa (gr)	1425				
4	Peso arena que queda + frasco (gr)	2200				
5	Peso arena en el hueco (gr)	2043				
6	Volumen del hueco (cc)	1491				
7	Peso muestra húmeda (gr)	3530				
8	Peso material > 3/4" (grava) (gr)	220				
9	Peso material < 3/4" (gr)	3310				
10	Peso específico grava (gr/cc)	2.4				
11	Volumen de grava (cc)	92				
12	Volumen material < 3/4"	1400				
13	Densidad húmeda material < 3/4 (gr/cc)	2.37				
14	Contenido de grava (%)	6.23				
15	Densidad seca material < 3/4" (gr/cc)	2.35				

Contenido de Humedad

(ASTM D2216 - NTP 339.127)

16						SPEEDY
17	Porcentaje de Humedad(%)	0.60				


 Ing. C. Jim C. Anton Fiestas
 JEFE DE LABORATORIO
 CIP 251701

Ensayo 52

Densidad de campo C-07



M&M ANTON LABORATORIOS Y CONSTRUCCIÓN E.I.R.L.
LABORATORIO DE ESTUDIOS GEOTECNICOS Y ENSAYOS DE MATERIALES DE CONSTRUCCION

DENSIDAD DE CAMPO

(ASTM D1556 - NTP 339.143)

PROYECTO : ESTUDIO DE ZONIFICACIÓN DE SUELOS CON FINES DE CIMENTACIÓN PARA LA HABILITACIÓN URBANA DEL SECTOR FLORIDA ALTA - CAJAMARCA
 SOLICITA : BACH. CRISTIAN ANTONIO ALFARO MELGAREJO
 BACH. DIEGO JONATAN SALAS CABALLERO
 UBICACIÓN : SECTOR FLORIDA ALTA - YONAN - CONTUMAZÁ - CAJAMARCA
 FECHA DE ENTREGA : TRUJILLO, OCTUBRE DEL 2021

ESTRUCTURA ENSAYADA	: TERRENO NATURAL	DENSIDAD DE ARENA (gr/cc) :	1.37
TIPO MATERIAL	: TIPO CONGLOMERADO	PESO DE ARENA EN CONO Y PLACA (gr) :	1425
CALICATA	: PC - 07		

1	Densidad de la arena calibrada (gr/cc)	1.37					
2	Peso de arena + frasco (gr)	5664					
3	Peso arena en cono y placa (gr)	1425					
4	Peso arena que queda + frasco (gr)	2284					
5	Peso arena en el hueco (gr)	1955					
6	Volumen del hueco (cc)	1427					
7	Peso muestra húmeda (gr)	3420					
8	Peso material > 3/4" (grava) (gr)	250					
9	Peso material < 3/4" (gr)	3170					
10	Peso específico grava (gr/cc)	2.4					
11	Volumen de grava (cc)	104					
12	Volumen material < 3/4"	1323					
13	Densidad húmeda material < 3/4 (gr/cc)	2.40					
14	Contenido de grava (%)	7.31					
15	Densidad seca material < 3/4" (gr/cc)	2.37					

Contenido de Humedad

(ASTM D2216 - NTP 339.127)

16								SPEEDY
17	Porcentaje de Humedad(%)	1.00						


 Ing. C. Jimi C. Anton Fiestas
 JEFE DE LABORATORIO
 CIP- 251701

Ensayo 53

Densidad de campo C-08



M&M ANTON LABORATORIOS Y CONSTRUCCION E.I.R.L.
LABORATORIO DE ESTUDIOS GEOTECNICOS Y ENSAYOS DE MATERIALES DE CONSTRUCCION

DENSIDAD DE CAMPO

(ASTM D1556 - NTP 339.143)

PROYECTO : ESTUDIO DE ZONIFICACIÓN DE SUELOS CON FINES DE CIMENTACIÓN PARA LA HABILITACIÓN URBANA DEL SECTOR FLORIDA ALTA - CAJAMARCA
 SOLICITA : BACH. CRISTIAN ANTONIO ALFARO MELGAREJO
 BACH. DIEGO JONATAN SALAS CABALLERO
 UBICACIÓN : SECTOR FLORIDA ALTA - YONAN - CONTUMAZÁ - CAJAMARCA
 FECHA DE ENTREGA : TRUJILLO, OCTUBRE DEL 2021

ESTRUCTURA ENSAYADA : TERRENO NATURAL
 TIPO MATERIAL : TIPO CONGLOMERADO
 CALICATA : PC - 08

DENSIDAD DE ARENA (gr/cc) : 1.37
 PESO DE ARENA EN CONO Y PLACA (gr) : 1425

1	Densidad de la arena calibrada (gr/cc)	1.37					
2	Peso de arena + frasco (gr)	5660					
3	Peso arena en cono y placa (gr)	1425					
4	Peso arena que queda + frasco (gr)	2305					
5	Peso arena en el hueco (gr)	1930					
6	Volumen del hueco (cc)	1409					
7	Peso muestra húmeda (gr)	3435					
8	Peso material > 3/4" (grava) (gr)	280					
9	Peso material < 3/4" (gr)	3155					
10	Peso específico grava (gr/cc)	2.4					
11	Volumen de grava (cc)	117					
12	Volumen material < 3/4"	1292					
13	Densidad húmeda material < 3/4 (gr/cc)	2.44					
14	Contenido de grava (%)	8.15					
15	Densidad seca material < 3/4" (gr/cc)	2.41					

Contenido de Humedad

(ASTM D2216 - NTP 339 127)

16			SPEEDY				
17	Porcentaje de Humedad(%)	1.20					


 Ing. C. Jim C. Anton Fiestas
 JEFE DE LABORATORIO
 CIP- 251701

Ensayo 54

Densidad de campo C-09



M&M ANTON LABORATORIOS Y CONSTRUCCION E.I.R.L.

LABORATORIO DE ESTUDIOS GEOTECNICOS Y ENSAYOS DE MATERIALES DE CONSTRUCCION

DENSIDAD DE CAMPO

(ASTM D1556 - NTP 339.143)

PROYECTO : ESTUDIO DE ZONIFICACIÓN DE SUELOS CON FINES DE CIMENTACIÓN PARA LA HABILITACIÓN URBANA DEL SECTOR FLORIDA ALTA - CAJAMARCA
 SOLICITA : BACH. CRISTIAN ANTONIO ALFARO MELGAREJO
 UBICACIÓN : BACH. DIEGO JONATAN SALAS CABALLERO
 FECHA DE ENTREGA : SECTOR FLORIDA ALTA - YONAN - CONTUMAZÁ - CAJAMARCA
 TRUJILLO, OCTUBRE DEL 2021

ESTRUCTURA ENSAYADA : TERRENO NATURAL
 TIPO MATERIAL : TIPO CONGLOMERADO
 CALICATA : PC - 09

DENSIDAD DE ARENA (gr/cc) : 1.37
 PESO DE ARENA EN CONO Y PLACA (gr) : 1425

1	Densidad de la arena calibrada (gr/cc)	1.37				
2	Peso de arena + frasco (gr)	5554				
3	Peso arena en cono y placa (gr)	1425				
4	Peso arena que queda + frasco (gr)	2272				
5	Peso arena en el hueco (gr)	1857				
6	Volumen del hueco (cc)	1355				
7	Peso muestra húmeda (gr)	3280				
8	Peso material > 3/4" (grava) (gr)	220				
9	Peso material < 3/4" (gr)	3060				
10	Peso específico grava (gr/cc)	2.4				
11	Volumen de grava (cc)	92				
12	Volumen material < 3/4"	1264				
13	Densidad húmeda material < 3/4 (gr/cc)	2.42				
14	Contenido de grava (%)	6.71				
15	Densidad seca material < 3/4" (gr/cc)	2.38				

Contenido de Humedad

(ASTM D2216 - NTP 339.127)

16						SPEEDY
17	Porcentaje de Humedad(%)	1.60				


 Ing. C. Jim C. Anton Fiestas
 JEFE DE LABORATORIO
 CIP: 251701

Ensayo 55

Densidad de campo C-10



M&M ANTON LABORATORIOS Y CONSTRUCCION E.I.R.L.
LABORATORIO DE ESTUDIOS GEOTECNICOS Y ENSAYOS DE MATERIALES DE CONSTRUCCION

DENSIDAD DE CAMPO

(ASTM D1556 - NTP 339.143)

PROYECTO : ESTUDIO DE ZONIFICACIÓN DE SUELOS CON FINES DE CIMENTACIÓN PARA LA HABILITACIÓN URBANA DEL SECTOR FLORIDA ALTA - CAJAMARCA
 SOLICITA : BACH. CRISTIAN ANTONIO ALFARO MELGAREJO
 BACH. DIEGO JONATAN SALAS CABALLERO
 UBICACIÓN : SECTOR FLORIDA ALTA - YONAN - CONTUMAZÁ - CAJAMARCA
 FECHA DE ENTREGA : TRUJILLO, OCTUBRE DEL 2021

ESTRUCTURA ENSAYADA	: TERRENO NATURAL	DENSIDAD DE ARENA (gr/cc) :	1.37
TIPO MATERIAL	: TIPO CONGLOMERADO	PESO DE ARENA EN CONO Y PLACA (gr) :	1425
CALICATA	: PC - 10		

1	Densidad de la arena calibrada (gr/cc)	1.37					
2	Peso de arena + frasco (gr)	5550					
3	Peso arena en cono y placa (gr)	1425					
4	Peso arena que queda + frasco (gr)	2186					
5	Peso arena en el hueco (gr)	1939					
6	Volumen del hueco (cc)	1415					
7	Peso muestra húmeda (gr)	3400					
8	Peso material > 3/4" (grava) (gr)	190					
9	Peso material < 3/4" (gr)	3210					
10	Peso específico grava (gr/cc)	2.4					
11	Volumen de grava (cc)	79					
12	Volumen material < 3/4"	1336					
13	Densidad húmeda material < 3/4 (gr/cc)	2.40					
14	Contenido de grava (%)	5.59					
15	Densidad seca material < 3/4" (gr/cc)	2.36					

Contenido de Humedad

(ASTM D2216 - NTP 339.127)

16							SPEEDY
17	Porcentaje de Humedad(%)	1.70					

.....
 Ing. C. Jim C. Antón Fiestas
 JEFE DE LABORATORIO
 CIP 251701

Ensayo 56

Densidad de campo C-11



M&M ANTON LABORATORIOS Y CONSTRUCCIÓN E.I.R.L.
LABORATORIO DE ESTUDIOS GEOTECNICOS Y ENSAYOS DE MATERIALES DE CONSTRUCCION

DENSIDAD DE CAMPO

(ASTM D1556 - NTP 339.143)

PROYECTO : ESTUDIO DE ZONIFICACIÓN DE SUELOS CON FINES DE CIMENTACIÓN PARA LA HABILITACIÓN URBANA DEL SECTOR FLORIDA ALTA - CAJAMARCA
 SOLICITA : BACH. CRISTIAN ANTONIO ALFARO MELGAREJO
 BACH. DIEGO JONATAN SALAS CABALLERO
 UBICACIÓN : SECTOR FLORIDA ALTA - YONAN - CONTUMAZÁ - CAJAMARCA
 FECHA DE ENTREGA : TRUJILLO, OCTUBRE DEL 2021

ESTRUCTURA ENSAYADA	: TERRENO NATURAL	DENSIDAD DE ARENA (gr/cc) :	1.37
TIPO MATERIAL	: TIPO CONGLOMERADO	PESO DE ARENA EN CONO Y PLACA (gr) :	1425
CALICATA	: PC - 11		

1	Densidad de la arena calibrada (gr/cc)	1.37				
2	Peso de arena + frasco (gr)	5542				
3	Peso arena en cono y placa (gr)	1425				
4	Peso arena que queda + frasco (gr)	2140				
5	Peso arena en el hueco (gr)	1977				
6	Volumen del hueco (cc)	1443				
7	Peso muestra húmeda (gr)	3530				
8	Peso material > 3/4" (grava) (gr)	230				
9	Peso material < 3/4" (gr)	3300				
10	Peso específico grava (gr/cc)	2.4				
11	Volumen de grava (cc)	96				
12	Volumen material < 3/4"	1347				
13	Densidad húmeda material < 3/4 (gr/cc)	2.45				
14	Contenido de grava (%)	6.52				
15	Densidad seca material < 3/4" (gr/cc)	2.42				

Contenido de Humedad

(ASTM D2216 - NTP 339.127)

16						SPEEDY
17	Porcentaje de Humedad(%)	1.30				


 Ing. C. Jim C. Anson Fiestas
 JEFE DE LABORATORIO
 CIP: 251701

PANEL FOTOGRÁFICO

Fotografía 01

Identificación del área de estudio



Fotografía 02

Excavación de calicata C-01



Fotografía 03*Excavación de calicata C-02***Fotografía 04***Excavación de calicata C-03*

Fotografía 05

Excavación de calicata C-04



Fotografía 06

Excavación de calicata C-05



Fotografía 07*Excavación de calicata C-06***Fotografía 08***Excavación de calicata C-07*

Fotografía 09

Excavación de calicata C-08

**Fotografía 10**

Excavación de calicata C-09



Fotografía 11

Excavación de calicata C-10

**Fotografía 12**

Excavación de calicata C-11



Fotografía 13

Tamizado de las muestras de suelo



Fotografía 14

Colocando las muestras al horno

