



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

**Mejoramiento del Suelo de Fundación para
Cimentaciones Superficiales Mediante la Determinación
de los Parámetros de Resistencia Jaén - Cajamarca 2021**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Civil

AUTORES:

López Chanta, Analy Josefa (ORCID: [0000-0001-5640-239X](https://orcid.org/0000-0001-5640-239X))

Torres Vera, Deysi (ORCID: [0000-0003-3026-5993](https://orcid.org/0000-0003-3026-5993))

ASESOR:

Ms. Ing. Aybar Arriola, Gustavo Adolfo (ORCID: [0000-0001-8625-3989](https://orcid.org/0000-0001-8625-3989))

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño sísmico y estructural

LIMA– PERÚ

2021

Dedicatoria

La concepción de este proyecto está dedicada a Dios, al señor cautivo de Ayabaca, por cuidarme y guiarme día a día y darme la sabiduría, a mis padres pilares fundamentales en mi vida. Me han dado todo lo que soy como persona, mis valores, mis principios, mi perseverancia y mi empeño, y todo en ello con una gran dosis de amor y sin pedir nunca nada a cambio y en especial a mi hermana López Chanta Raquelita por entenderme, escucharme por brindarme todo su cariño como hermana y a la vez madre, por su apoyo incondicional durante mi formación profesional.

Analy Josefa, Lopez Chanta

A mis padres Esteban Torres y Lucrecia Vera por haberme dado la vida y por su apoyo, esfuerzo y motivación constantemente para alcanzar mis metas y esta es una de ellas.

Deysi Torres

Agradecimiento

El presente trabajo de tesis primeramente me gustaría agradecerle a ti mi Dios por bendecirme para llegar hasta donde he llagado, por hacer realidad este sueño anhelado. Por darme salud, fortaleza, responsabilidad y sabiduría, por haberme permitido culminar un peldaño más de mis metas, y porque tengo la certeza y el gozo de que siempre vas a estar conmigo.

A mis Padres, Genara y Luis por ser los mejores, por haber estado conmigo apoyándome en los momentos difíciles, por dedicar tiempo y esfuerzo para ser una mujer de bien, y darme excelentes consejos en mi caminar diario. A mis hermanos, que con su ejemplo y dedicación me han instruido para seguir adelante en mi vida profesional.

Analy Josefa, Lopez Chanta

En primer lugar, agradecer a Dios por aun permitirme tener vida y a mi familia por el apoyo incondicional que me brindan día a día.

A mi Asesor Ms. Ing. Aybar Arriola, Gustavo Adolfo, por haberme guiado en este proyecto, en base a su experiencia ha sabido direccionar mis conocimientos.

Deysi Torres Vera

Índice

Dedicatoria	2
Agradecimiento	3
Índice	4
RESUMEN.....	8
I. INTRODUCCIÓN.....	10
II. MARCO TEÓRICO	14
III. METODOLOGÍA.....	31
3.1 Tipo y diseño de investigación	31
3.2 Población, muestra y muestreo.....	33
3.3 Técnicas e instrumentos de recolección de datos:	33
3.4 Procedimiento: Esta investigación se llevó a cabo mediante las siguientes instrucciones:.....	34
3.5 Método de análisis de datos:.....	34
3.6 Aspectos éticos:	35
IV. RESULTADOS	36
4.1.1. Granulometría.....	36
4.1.2. Límites de Consistencia.	38
4.1.3. Ensayo de Proctor Estándar ASTM D 698.....	40
4.1.4. ENSAYO DE CORTE DIRECTO Y ENSAYO TRIAXIAL	43
V. DISCUSIÓN	47
VI. CONCLUSIONES.....	53
VII. RECOMENDACIONES.....	55
REFERENCIAS.....	56
ANEXOS.....	60
Anexo 1: Matriz de Operacionalización de Variables.....	61
Anexo 2: Plano de Ubicación del proyecto.....	64
Anexo 03: Plano Topográfico.	65
ANEXO 4: PANEL FOTOGRÁFICO.....	1
Anexo – figura N° 01 Realizando Excavación en Terreno para Realizar Dichos Estudios.....	1
Anexo – Figura N° 02 Excavación de Calicata en un Área de 1m2 x 2m de Profundidad.....	1
Anexo - figura N° 03 Extracciones de Muestras Alteradas e Inalteradas.....	2
Anexo - figura N° 04 Realizamos Muestras para el Contenido de Humedad.....	2

Anexo - Figura N° 05 Colocación de Respectivas Muestras al Horno a una Temperatura de 110 Grados por un Promedio de 24 Horas Como Especifica la Norma.....	3
Anexo - Figura N° 06 Cuarteo de muestra.....	3
Anexo - Figura N° 07 En La Tamizadora Motorizada Hacemos el Procedimiento, la Cual su Movimiento Orbital Facilita la Gradación ya que Dicha Muestra son Separadas por Tamices.	4
Anexo - figura N° 08 Peso Granulométrico de cada Muestra Retenido en Cada Tamiz.	4
Anexo - figura N° 09 Límites de Consistencia, Mezcla de Suelo Natural Arcilla, Material Granular (Arena) y Aditivo (Cemento).	5
Anexo - figura N° 10 Ensayo del límite líquido, la Copa de Casa Grande, se Coloca en la Cuchara una Porción de Suelo; en el Punto de Mayor Altura Debe Tener un Espesor de 10 mm.	5
Anexo - figura N° 11 Se Retira la Porción de la Pasta, con un Peso Aproximado de 10 gr de la Parte donde se Produjo la Unión, a Continuación, Anotamos los Datos en la Planilla.....	6
Anexo - figura N° 12 Limites Plástico, se Amasa una Pequeña Cantidad de Suelo Mojado Entre las Palmas de las Manos hasta Formar una Tira Larga Parecida a un Cordón de 3mm de Espesor.	6
Anexo - Figura N° 13 Peso de los palitos de Limite Plástico.	7
Anexo - Figura N° 14 Mezcla de Cemento y Arena, la Mezcla se hace con un Porcentaje de Suelo Natural Arcilla más Aditivo Cemento con el 5% y la Mezcla de Suelo Natural más Material Granular Arena con el 30%.	7
Anexo figura N° 15 Muestras con Arena y Cemento.....	8
Anexo - Figura N° 16 Mezcla de Suelo Natural, Arena y Agua para Proctor Estándar.....	8
Anexo - Figura N° 17 Compactaciones de Proctor Estándar, se Hace la Compactación de 5 Capas con 56 glp.....	9
Anexo - Figura N° 18 Peso de la Muestras, Respectivamente se Pesa y se Anota en la Planilla de Datos.....	10
Anexo - Figura N° 19 Muestras de los moldes de Compactación de Suelo Natural, Cemento + Arena.....	10
Anexo - Figura N° 20 Corte de Muestra, en este Caso Utilizamos un Molde de 36cm2 para hacer el Corte de Muestra.	11
Anexo - Figura N° 21 Se extrae la Muestra Cuidadosamente para Hacer el Siguiete Procedimiento.	11
Anexo - Figura N° 22 Se Pesa la Muestra que se Extrae de la Caja de Corte.....	12
Anexo - figura N° 23 Las Muestras Drenadas se Coloca en las Cajas de Corte Echadas de Acero Inoxidable.....	12
Anexo - figura N° 24 Se Coloca en la Máquina de Corte Directo, para Realizar los Cálculos de Corte Directo.	13

Anexo - figura N° 25 Se Aplica la Carga Vertical y se Coloca el Dial para Determinar el Desplazamiento se debe Incluir el peso del Pistón de Carga y la Mitad de la Caja Superior de las Cargas Verticales.....	13
Anexo - figura N° 26 Recolección de datos del ensayo de corte directo	14

Tabla 1. Tipos de suelos básicos.	18
Tabla 2. Descripción de los Suelos.....	20
Tabla 3. Clasificación de los Suelos.	21
Tabla 4. Tipología de los Suelos.	22
Tabla 5. Simbología de los suelos (referencial).....	23
Tabla 6. Resultados del Ensayo Granulométrico del suelo natural.	36
Tabla 7. Resultados de Proctor estándar de Suelo Natural.....	40
Tabla 8. Resultados corte directo al suelo natural(arcilla).	43
Tabla 9. Resultados del ensayo triaxial del suelo natural.	43
Tabla 10. Resultados corte directo al suelo natural(arcilla)+ arena.....	43
Tabla 11. Resultados del ensayo triaxial del suelo natural + material granular (arena). ...	44
Tabla 12. Resultado de Corte Directo suelo natural + Cemento.....	44
Tabla 13. Resultados del ensayo triaxial del suelo natural + Aditivo (cemento).....	44
Tabla 14. Resultados de Presiones Admisibles suelo natural.....	45
Tabla 15. Resultados de Presiones Admisibles suelo natural + arena.....	45
Tabla 16. Resultados de Presiones Admisibles suelo natural + cemento.....	46
Tabla 17. Resultados de Capacidad portante.....	46
Tabla 18. Ensayo granulométrico.....	47
Tabla 19. Ensayo Granulométrico.....	48
Tabla 20. Ensayo límites de consistencia.	48
Tabla 21. Ensayo proctor estandar.....	49
Tabla 22. Ensayo corte directo.....	51
Tabla 23. Ensayo triaxial.....	51
Tabla 24. Diseño de zapatas.....	52

Grafico N° 1. Diagrama de Fluidez del Limite Plástico. Suelo natural.	38
Grafico N° 2. Diagrama de Fluidez de límites del suelo natural + arena (30%).	38
Grafico N° 3. Diagrama de Fluidez de Limite Plástico de suelo natural + cemento (5%).	39
Grafico N° 4. Relación humedad - densidad seca.	40
Grafico N° 5. Resultados de Proctor Estándar suelo natural + arena.	41
Grafico N° 6. Diagrama de Proctor Estándar.	41
Grafico N° 7. Resultados de Proctor Estándar suelo natural + cemento (5%).	42
Grafico N° 8. Diagrama de Proctor estándar.	42
Figura 1. Origen y formación de los suelos.	19
Figura 2. Aparato de corte directo.	26
Figura 3. Máquina de ensayo triaxial.	27
Figura 4. Diseño de zapatas.	30
Figura 5. Diseño.	31

RESUMEN

El presente trabajo de investigación se realizó en la Urb. Gaspar Delgado en la Ciudad de Jaén - Cajamarca, con el objetivo de brindar una alternativa de solución a los problemas del suelo para estructuras, donde los procedimientos tradicionales de compactación no son suficientes, por tal motivo se propone el mejoramiento del suelo de fundación para cimentaciones superficiales. Para el desarrollo de la investigación se realizó la inspección preliminar de las características del terreno a través de visita de campo para luego proceder con la elaboración de la calicata de 2m de profundidad, en las cuales se encontró un perfil estratigráfico del suelo con tres estratos, en la primera capa material arcilloso presencia material orgánica, en el segundo estrato material arcilloso de alta plasticidad de color marrón oscuro y para el tercer estrato arcilla de baja plasticidad de color marrón oscuro. Del procesamiento de datos obtenidos en campo se obtuvieron los siguientes resultados: de los límites de consistencia se obtuvo que la combinación de suelo - cemento presenta mayor límite líquido, de igual modo para el límite plástico la mezcla de suelo – cemento y para el índice de plasticidad suelo natural (arcilla)., Para el ensayo de Proctor, se obtuvo que la máxima densidad seca se presenta en la mezcla de suelo natural más arena, y el óptimo contenido lo presenta el suelo natural (arcilla)., el tipo de suelo obtenido es una arcilla de baja plasticidad que tiene una resistencia al esfuerzo del corte de 0.169 kg /cm² en su estado natural, cuando se le añadió 30 % de arena tiene una resistencia de 0.011 kg/cm² y al añadir 5% de cemento esta resistencia se incrementó 0.678 kg/cm², el suelo que presenta mayor capacidad portante y mayor presión admisible, es el suelo natural combinado con cemento (5%), con $q_d = 114.83 \text{ tn/cm}^2$ y $q_{adm} = 3.83 \text{ kg/cm}^2$, si se diseña zapatas cuadrada y $q_d = 94.10 \text{ tn/cm}^2$ y $q_{adm} = 3.14 \text{ kg/cm}^2$, además para zapatas continuas. Por último, el suelo natural combinado con arena también presenta mayor presión admisible y capacidad portante que el suelo natural (suelo arcilloso), siendo $q_d = 26.16 \text{ tn/cm}^2$ y $q_{adm} = 0.87 \text{ kg/cm}^2$, para zapata cuadrada y $q_{adm} = 0.89 \text{ kg/cm}^2$ y $q_d = 26.60 \text{ tn/cm}^2$ para zapata continua. Los resultados obtenidos servirán para el mejoramiento del suelo de fundación para cimentaciones superficiales de futuras edificaciones.

Palabras claves: Suelo, estructuras, compactación, parámetros de resistencia, presión admisible

Abstract

The present research work was carried out in the urbanization Gaspar Delgado in the city of Jaén- Cajamarca, with the aim of providing an alternative solution to soil problems for structures, where traditional compaction procedures are not enough, for this reason, the improvement of the foundation soil for shallow foundations is proposed. For the development of the investigation, a preliminary inspection of the characteristics of the terrain is carried out through a field visit and then proceed with the preparation of the 2 m deep well, in which a stratigraphic profile of the soil was found with three strata, in the first layer clay material presence organic matter, in the second layer, clay material of high plasticity of dark brown color and for the third layer, clay of low plasticity of dark brown color. From the processing of data obtained in the field, the following results were obtained: from the consistency limits, it was obtained that the combination of soil - cement presents a higher liquid limit,. in the same way for the plastic limit the mixture of soil - cement and for the index of plasticity natural soil (clay)., For the Proctor test, it was obtained that the maximum dry density occurs in the mixture of natural soil plus sand, and the optimum content is presented by the natural soil (clay), the type of soil obtained is a low plasticity clay that has a resistance to cutting stress of 0.169 kg / cm² in its natural state, When 30% sand was added, it had a resistance of 0.011 kg / cm² and when adding 5% of cement, this resistance increased 0.678 kg / cm², the soil that has the highest bearing capacity and the highest admissible pressure, , is the natural soil combined with cement (5%), with $q_d = 114.83 \text{ tn / cm}^2$ and $q_{adm} = 3.83 \text{ kg / cm}^2$, if square footings are designed and $q_d = 94.10 \text{ tn / cm}^2$ and $q_{adm} = 3.14 \text{ kg / cm}^2$, is the natural soil combined with cement (5%), with $q_d = 114.83 \text{ tn / cm}^2$ and $q_{adm} = 3.83 \text{ kg / cm}^2$, if square footings are designed and $q_d = 94.10 \text{ tn / cm}^2$ and $q_{adm} = 3.14 \text{ kg / cm}^2$, also for continuous shoes. Lastly, natural soil combined with sand also presents higher admissible pressure and bearing capacity than natural soil (clay soil), being $q_d = 26.16 \text{ tn / cm}^2$ and $q_{adm} = 0.87 \text{ km / cm}^2$, for square footing and $q_{adm} = 0.89 \text{ kg / cm}^2$ and $q_d = 26.60 \text{ tn / cm}^2$ for continuous footing. The results obtained will serve to improve the foundation soil for shallow foundations of future buildings.

Keywords: Soil, structures, compaction, RESISTANCE PARAMETERS, ADMISSIBLE PRESSURE

I. INTRODUCCIÓN

REALIDAD PROBLEMÁTICA

En la ciudad de Jaén Cajamarca se tiene suelos arcillosos, la presente investigación tiene como finalidad brindar alternativas de solución a los problemas que presentan los suelos, especialmente aquellos de baja resistencia, que perjudicando a las cimentaciones. Los suelos existentes pueden dar problemas en obras de ingeniería debido a sus propiedades físico mecánicas incompatibles con la infraestructura a desarrollar, sobre todo en las zonas de cimentación, en carreteras o cualquier infraestructura de importancia para la ingeniería. La baja calidad de los suelos a nivel de subrasante, genera en algunos casos asentamientos o ahuellamiento, la cual perjudican el periodo de vida de los pavimentos. Para evitar estas fallas, se requiere de grandes espesores en las capas estructurales de un pavimento, entre ellos la subbase, base y carpeta de rodadura. Las fallas en los suelos se generan por que a nivel de subrasante se presentan suelos de baja capacidad portante, como son los suelos limosos y arcillosos, teniendo una gran capacidad para almacenar agua, presentándose fenómenos de retracción o contracción, cambian de volumen y generan fallas estructurales a los pavimentos (Montejo Fonseca, 2002, pág. 506).

La gran problemática para encontrar el valor de resistencia al corte de los suelos, se dice que es de los puntos de más importancia en la mecánica de suelos y la ingeniería de cimentaciones. En consecuencia, la apreciación correcta de esta conceptualización constituye el paso precedente e indispensable para tener éxito al aplicar los principios de la geotecnia. En el análisis de estabilización de obras civiles. La resistencia al corte en los suelos es difícil de determinar, porque su estructura no se adapta con mucha flexibilidad a cualquier condición de esfuerzo que se presente o se someta, debido regularmente a una baja permeabilidad (Rodríguez J. B.-R., 2010).

En nuestro país para construir una edificación o carretera, se tiene que analizar desde el punto de vista geotécnico al suelo, para saber sus propiedades

geomecánicas es por ello, que el presente trabajo de investigación es necesario es conocer la resistencia al esfuerzo corte de un suelo limoso arcilloso de baja plasticidad, sabiendo sus características físico químicas para mejorar el suelo de fundación. Por ello implica examinar su textura, fuerza y consistencia, tomando las medidas adecuadas para.

En la investigación se verifica que suelos arcillosos pueden ser mejorados en la resistencia, con la adición de material Arena - Cemento, considerada como hipótesis general para la tesis, estabilizar el suelo es mejorar sus propiedades mecánicas para permitir diseñar y realizar estructuras confiables de manera segura, siendo alternativa de solución en el ámbito de la construcción. Teniendo los resultados de laboratorio de mecánica de suelos, se comparará con las normas establecidas, verificando si cumple, además los ensayos permitirán tener los parámetros permisibles para tener una cimentación de manera adecuada a su diseño.

El cemento y la arena, son materiales útiles en la construcción, en este caso empleado como adición para mejorar los suelos arcillosos, buscando que mejore su resistencia, como proporcionando que el factor económico sea rentable. Los suelos arcillosos son en parte perjudicial en las estructuras, porque puede producir asentamientos debido a su baja resistencia, es por ello necesario realizar los ensayos de mecánica de suelos, para saber en qué terreno de fundación se va a construir, estos ensayos es preferible realizarlo IN SITU, obteniéndose muestras alteradas e inalteradas la cual serán estudiadas de manera directa, entre ellos el contenido de humedad, análisis granulométrico, límites de consistencia, compactación (Ensayo de Proctor) y por último el ensayo triaxial y el ensayo de corte directo nos permiten determinar parámetros de resistencia para calcular la resistencia al esfuerzo de corte que es necesario para diseñar adecuadamente las cimentaciones.

Por ende, se ha llevado a cabo la siguiente formulación del problema General:

¿Cómo podemos mejorar el suelo arcilloso utilizando arena - cemento para lograr buena resistencia al esfuerzo de corte para diseñar cimentaciones superficiales de vivienda?

Del problema general, se obtuvieron los problemas específicos:

1. ¿Cómo podemos determinar la expansibilidad y contracción en suelos arcillosos evaluando los límites de consistencia?
2. ¿Cómo podemos determinar el óptimo contenido de arena - cemento para estabilizar adecuadamente el suelo arcilloso?
3. ¿Cómo podemos compactar adecuadamente el suelo para determinar la cohesión y el Angulo de fricción interna?

Antes de ello se planteó el siguiente objetivo general:

Mejoramiento de suelo arcilloso con arena - cemento para determinar la resistencia al esfuerzo de corte para cimentaciones superficiales en Jaén Cajamarca.

La cual nos brinda los siguientes objetivos específicos:

1. Determinar la expansibilidad y contracción en suelos arcillosos evaluando los límites de consistencia.
2. Determinar el óptimo contenido de arena - cemento para estabilizar adecuadamente el suelo arcilloso.
3. Determinar la compactación adecuada del suelo para determinar la cohesión y el Angulo de fricción interna.

Se establece la siguiente hipótesis en este caso se propone:

Hipótesis general

Los suelos arcillosos mejoran su resistencia al esfuerzo de corte, adicionando arena y cemento en proporciones adecuadas

Hipótesis específicas

1. Disminuyendo la expansibilidad y contracción en suelos arcillosos estabilizados con cemento arena y evaluando los límites de consistencia, disminuyen los asentamientos diferenciales en las cimentaciones superficiales.
2. Determinando el óptimo contenido de humedad y la densidad seca máxima del suelo arcilla arena – cemento estabilizado adecuadamente, se podrá mejorar la resistencia al corte para diseñar cimentaciones superficiales.
3. Determinando la cohesión y el Angulo de fricción interna se podrán obtener los parámetros de diseño para calcular la resistencia al esfuerzo de corte para diseñar cimentaciones superficiales con asentamientos tolerables.

Junto con esto se ha hecho las justificaciones correspondientes:

En lo científico, se parte de que el presente estudio es experimental, lo que significa que habrá nuevo conocimiento, siendo así que de las experiencias que se pueda aprender, ayudará para nuevas investigaciones a futuro.

En la parte técnica, identificar suelos arcillosos es de mucha importancia, siendo suelos de baja capacidad portante, el estudio radica en identificar un suelo que contenga limo y luego aplicar el ensayo de resistencia al corte determinando su comportamiento, esto ayudará a las personas que se dedican a los estudios de suelos que contenga datos que permitan analizar sus estructuras con mayor seguridad.

En lo económico, debido a los grandes problemas que presentan los suelos, es necesario tener datos que permitan reducir costos a lo largo de la vida útil de un proyecto, de igual manera en su operación y mantenimiento.

En lo referente a lo ambiental, no afectará mucho, porque solo se extrae la muestra y se realiza el estudio en un laboratorio, la cual después de la

extracción se tendrá que dejar el área en las mismas condiciones que se encontró sin afectar su estado natural.

II.MARCO TEÓRICO

Para la realización de esta investigación se tuvo como referencias antecedentes internacionales como proyectos de investigación a cimentaciones:

Para la realización de esta investigación se tuvo como referencias antecedentes internacionales como proyectos de investigación a cimentaciones:

Cometa y Méndez (2016) La correlación entre los resultados obtenidos del ensayo de cizallamiento directo y el ensayo de cizallamiento triaxial en el suelo arcilloso típico de la zona occidental de Bogotá” en la Universidad Distrital Francisco José de Caldas sugiere que con los resultados obtenidos del ensayo de cizallamiento directo y el triaxial ensayo de cizallamiento en suelo arcilloso. El objetivo es establecer la similitud entre los resultados de fricción y adherencia obtenidos en el ensayo triaxial, que es el propósito de su aplicación en ensayos de cizallamiento directo para obtener los resultados de los parámetros mencionados en condiciones consolidadas y drenadas. (CU y CD). Se han encontrado relaciones más efectivas y prácticas para asegurar mejores resultados de pruebas de laboratorio, dando más credibilidad a quienes lo necesitan. Este estudio tuvo en cuenta que los suelos se comportan de manera diferente y todos los resultados se utilizan para determinar los parámetros del estudio y para brindar mayor seguridad y confiabilidad en los ensayos de cizallamiento directo sin necesidad de un ensayo triaxial. En conclusión, el proyecto intentó técnicamente ordenar un corte recto con una prueba triaxial para encontrar características cuantitativas que nos permitieran pasar de una prueba a otra sin tener que realizar ambas pruebas en la misma probeta, obteniendo parámetros adecuados, brindando mayor seguridad. y confiabilidad para pruebas de cizallamiento directo sin el uso de una prueba triaxial.

López (2014) Análisis de la Capacidad Soporte del Suelo de Cimentación del Edificio de Laboratorio de Ingeniería de la Universidad Centroamericana UCA – managua, nicaragua mayo 2014. Sugiere que uno de los mayores desafíos en la ingeniería civil es encontrar soluciones que interactúen de manera efectiva con las cargas del edificio con la estructura del suelo. Estos sistemas, que conectan las columnas de las estructuras al suelo, se conocen como cimientos. Las cimentaciones pueden variar en diseño según el tipo de suelo encontrado, aunque es cierto que las estructuras han sufrido menos en suelos duros que en suelos blandos. Sin embargo, se debe considerar un análisis del comportamiento del suelo de cimentación. Las cimentaciones juegan un papel importante en cualquier proyecto de construcción, pues soportarán la carga sobre la estructura en su conjunto, además aseguran que el edificio se comporte de la manera más estable ante posibles eventos que puedan dañar la obra. Este trabajo de investigación tiene como objetivo analizar la capacidad portante del suelo de cimentación mediante estudios y ensayos realizados en el sitio que se utilizarán para evaluar la capacidad de carga del suelo de cimentación mediante 4 métodos: Terzaghi, Hansen, Meyerhof y Vesic. Las cargas que actúan sobre la estructura de la cimentación son aproximadas dependiendo del tipo y configuración de la estructura.

Patzán (2016) Guía práctica para el cálculo de capacidad de carga en cimentaciones superficiales, losas de cimentación, pilotes y pilas perforadas, universidad de san Carlos de Guatemala facultada de ingeniería civil – Guatemala. El objetivo es conocer los diferentes métodos, pues algunos de ellos se basan en resultados experimentales y otros en modelos matemáticos, en algunos casos se pueden obtener resultados altamente variables, por lo que el valor de capacidad seleccionado depende de la experiencia y criterio de la calculadora. Conociendo las bases teóricas de las pruebas y los resultados, se puede obtener un indicador del comportamiento de estrés del suelo, que también se puede utilizar para tomar las precauciones necesarias y el factor de seguridad adecuado, como en el caso de suelos arcillosos o suelos arcillosos sin cohesión, como arena.

León (2018) Diseño geotécnico de cimentaciones superficiales estudio, de casos, universidad central Marta Abreu de las villas – Villa Clara Cuba tiene por finalidad

el desarrollo tecnológico y el avance existente en la rama de la construcción, Por esta razón, se están actualizando los coeficientes para el cálculo de las características del suelo y se están introduciendo nuevas técnicas, entre los métodos de diseño más utilizados se encuentran las fuerzas permisibles, el método del factor de seguridad global y el método de límites. Los estudios de caso confirmarán lo planeado anteriormente, será un trabajo real, cuyos informes son recopilados por geocientíficos y otros datos necesarios para llevar a cabo el diseño geotécnico de las cimentaciones sobre el suelo utilizando los métodos anteriores.

Así mismo fue estudiada por antecedentes nacionales teniendo como:

(Quispe y Mamani, 2017) Los Estudios de suelos para cimentaciones de edificaciones en la zona de alto locumba del distrito de locumba – provincia Jorge Basadre, departamento de Tacna. universidad privada de Tacna, escuela profesional de ingeniería civil Tacna Perú. Su propósito es determinar la capacidad portante de la zona de alta expansión de la locumba mediante pruebas estándar y especiales en laboratorio; y te diremos qué cimentación es adecuada para edificios. El Capítulo I discute los aspectos generales y precursores del estudio, como su ubicación, geología, geomorfología, condiciones climáticas y datos generales para el área de Locumba. Para este proyecto se llevó a cabo una investigación de campo del Capítulo II. El área de estudio fue relevada mediante 4 tajos abiertos, donde se realizan pruebas estándar y especiales para analizar las propiedades físicas y mecánicas del suelo. Entre las pruebas, tenemos densidad in situ, contenido de humedad, análisis de tamaño de partícula, límites de atterberg y masa específica. Las pruebas especiales son cizallamiento directo, asentamiento o expansión unidimensional para suelos cohesivos.

Escobar (2018) Diseño de cimentación y estudio de suelo en el minicomplejo deportivo del centro poblado de ampas-huari, 2018 su finalidad del presente estudio es determinar los parámetros de diseño de cimentaciones de las estructuras que conforman el proyecto, para que estas sean edificadas sobre el terreno con las recomendaciones correspondientes, afín de remediar las primeras fallas presentadas en la construcción de la cimentación de las estructuras del mini

complejo deportivo. Un correcto análisis del suelo nos permite conocer las características físicas y geológicas del suelo, a partir de la secuencia litológica, las diferentes capas y su espesor, la profundidad del nivel freático, y terminando con la resistencia del suelo, considerada como la capacidad portante. También nos permite conocer las dimensiones y el tipo de cimentación a construir. El análisis de suelos es importante para realizar un correcto diseño de cimientos que sean a futuro económicos. Si buscamos un buen diseño de cimentación que brinde seguridad y una capacidad de soporte de la estructura que se fuera a edificar entonces el primer paso es realizar un correcto estudio de suelo.

Borbor y Flores (2020) Análisis de suelo Arcilloso para el diseño de cimentaciones con pilotes en malecón san José laguna de Yarinacocha, Ucayali – 2020 como objetivo principal tuvo analizar suelos arcillosos para diseñar cimentaciones con pilones en malecón san José, laguna de Yarinacocha obtenida mediante el ensayo de penetración estándar (STP). El estudio se inicia con la exploración del terreno mediante calicatas que se excavaron a lo largo del área de estudio, de las cuales se sacaron muestras de suelos para caracterizarlas, pudiéndose determinar el índice de plasticidad y tipo de suelo mediante el método SUCS, para la determinación de la capacidad portante se utilizó el ensayo de corte directo de los cuales se desprendieron los valores de ángulo de fricción y cohesión, estos resultados preliminares mostraron gran presencia de arcillas las cuales debido a su composición no son adecuadas para cimentación superficial por lo que se optó por utilizar ensayos de resistencia para tomar datos y diseñar con cimentación profunda.

Periche (2018) Determinación del ángulo de fricción interna mediante curvas de tamaño de partícula como alternativa al ensayo de cizallamiento directo, Puerto Eten, Chiclayo 2018, el objetivo era determinar la relación entre el ángulo de fricción y los parámetros de la curva de tamaño de partícula, como el coeficiente de uniformidad o el coeficiente de curvatura.

Teorías relacionadas al tema:

Suelos

El suelo es considerado una capa de material sobre la corteza terrestre que proviene de alguna desintegración de rocas o alteración química, física como producto de las diversas actividades del ser humano sobre esta misma (Crespo, 2004).

Según Cañar (2017), el suelo es todo aquello generado por la meteorización de las rocas; es decir, la descomposición física y química de estas dan como resultado lo que llamamos suelo.

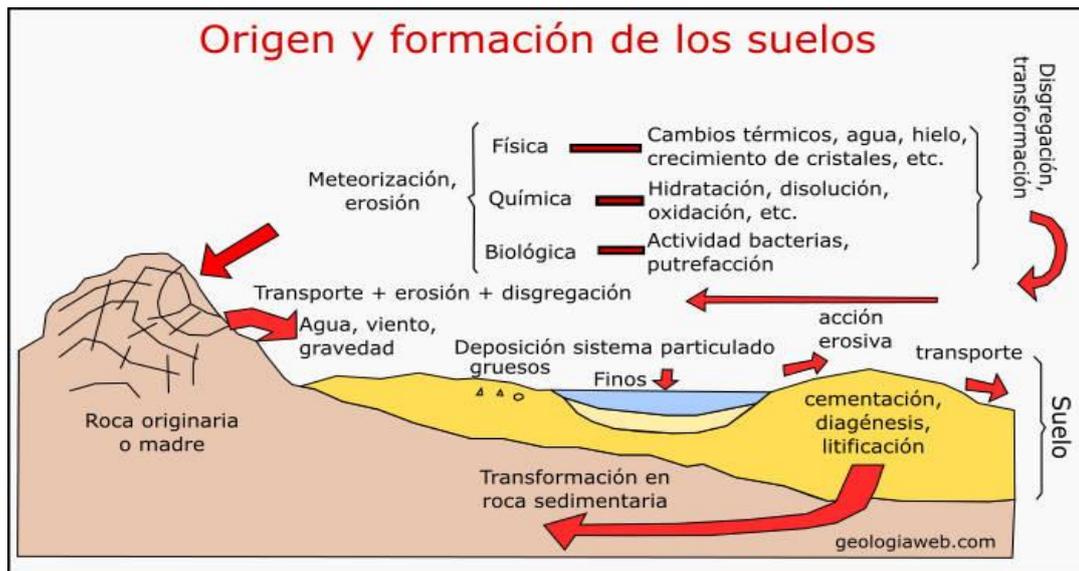
Tabla 1. *Tipos de suelos básicos.*

Suelos gravosos (grava):	tienen tamaño de partículas entre 8-10 cm a 2 mm, son muy permeables y sus componentes se observan a simple vista.
Suelos arenosos (arena):	tienen tamaño de partículas entre 2-0,060 mm, son muy permeables y sus componentes también se observan a simple vista.
Suelos limosos (limo):	tienen tamaño de partículas entre 0,060 mm y 0,002 mm, tienen capacidad de retención de agua mayor que las arenas, pero menor que las arcillas, sus componentes ya no se reconocen a simple vista, suelen ser atractivos para la agricultura si tienen alto contenido mineral y orgánico.
Suelos arcillosos (arcilla):	tienen tamaño de partículas menores que 0,002 mm (inferiores a los limos), tienen alta capacidad de retención de agua y son muy atractivos para la agricultura sobre todo cuando tienen alto porcentaje de materia orgánica. Sin embargo, este tipo de suelo es el que genera mayor problema en ingeniería civil.

Fuente:

Origen o formación de los suelos debido a la descomposición de rocas o minerales existentes, factores ambientales, procesos locales de meteorización (físicos, químicos y biológicos) y erosión (transporte del suelo) considerablemente cuando se expone a la atmósfera se necesita mucho tiempo para descomponerse en pequeñas partículas. (Maldonado, 2020)

Figura 1. Origen y formación de los suelos.



Fuente:

Para su clasificación se utilizan varias clasificaciones para comprender el comportamiento de los suelos: suelos granulares o suelos no cohesivos como arena, grava, limo, cantos rodados y suelos compuestos por mezclas de los anteriores. Suelos cohesivos, por ejemplo, formados por arcillas, limpios o mezclados con suelos sin cohesión, como arcillas arenosas, limos, etc. Suelos orgánicos como turberas, terraplenes y montículos. (Gutiérrez, 2016)

- La grava son partículas trituradas que varían en tamaño de 7,62 cm a 2,0 mm, que se encuentran principalmente en los ríos. (Villalaz, 2004)
- La arena son partículas diminutas que resultan del aplastamiento de los ríos, son duras, se encogen al secarse y son muy diferentes a los grabados (Villalaz, 2004).

Los suelos finos son diminutas partículas que están conformados por limos y arcillas, el cual impide el paso del agua (Villalaz, 2004).

- Los limos es un suelo de grano fino que tiene propiedades plásticas, su resistencia al agua es baja, y su propiedad de compresión tiene buena

resistencia, se encuentra en canteras y en ríos, el fango tiene un diámetro de 0.05 mm a 0.005 mm y se caracteriza por ser pobre suelos (Rodríguez, 2010).

- Las arcillas están formadas por partículas muy pequeñas de forma laminar, plana y alargada con una gran superficie específica, mientras que su composición y estructura mineralógica afectan sus propiedades mecánicas más que la granulometría en sí. Debido al alto contenido de humedad en su estado natural, la resistencia al corte puede ser muy baja y la capacidad de carga muy baja. Son impermeables, por lo que absorben lentamente la humedad, convirtiéndose en un estado plástico de fácil moldeado, sin grietas. (Junco del Pino, 2013)

Tabla 2. Descripción de los Suelos.

Piedras	Partículas cuyo diámetro es mayor de 20 mm
Gravas	Partículas cuyo diámetro es comprendido entre 20mm y 2mm
Arenas gruesas	Partículas cuyo diámetro es comprendido entre 2mm a 0.25mm
Arenas finas	Partículas cuyo diámetro es comprendido entre 0.25mm 0.05mm
Limos	Partículas cuyo diámetro es comprendido entre 0.05mm a 0.005mm
Arcillas	Partículas cuyo diámetro es menor de 0.005mm

Fuente (Rodas R. , 1958).

Tabla 3. *Clasificación de los Suelos.*

TIPO DE SUELO	PREFIJO	SUBGRUPO	SU FIJO
Grava	G	Bien graduado.	W
Arena	S	Pobrementemente graduado.	P
Limo	M	Limoso.	M
Arcilla	C	Arcilloso.	C
Orgánica	O	Limite liquido alto (>50)	H
Turba	Pt	Limite liquido bajo (<50)	L

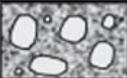
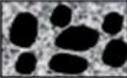
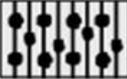
Fuente (Rodriguez, 2010).

Tabla 4. *Tipología de los Suelos.*

SÍMBOLO	CARACTERÍSTICAS GENERALES		
GW	GRAVAS (> 50% en tamiz #4 ASTM)	LIMPIAS	Bien graduadas
GP		(FINOS <5%)	Pobremente graduadas
GM		CON FINOS	Componente limoso
GC		(finos >12%)	Componente arcilloso
SW	ARENAS (<50% en tamiz #4 ASTM)	LIMPIAS (finos	Bien graduadas
SP		<5%)	Pobremente graduadas
SM		CON FINOS	Componente limoso
SC		(finos 12%)	Componente arcilloso
ML	LIMOS	Baja plasticidad (LL<50)	
MH		Alta plasticidad (LL>50)	
CL	ARCILLAS	Baja plasticidad (LL<50)	
CH		Alta plasticidad (LL>50)	
OL	SUELOS	Baja plasticidad (LL<50)	
OH	ORGANICOS	Alta plasticidad (LL>50)	

Fuente (Rodríguez, 2010).

Tabla 5. Simbología de los suelos (referencial).

DIVISIONES MAYORES		SÍMBOLO		DESCRIPCIÓN
		SUCS	GRÁFICO	
SUELOS GRANULARES	GRAVA Y SUELOS GRAVOSOS	GW		GRAVA GRADUADA BIEN
		GP		GRAVA GRADUADA MAL
		GM		GRAVA LIMOSA
		GC		GRAVA ARCILLOSA
	ARENA Y SUELOS ARENOSOS	SW		ARENA GRADUADA BIEN
		SP		ARENA GRADUADA MAL
		SM		ARENA LIMOSA
		SC		ARENA ARCILLOSA
SUELOS FINOS	LIMOS Y ARCILLAS (LL < 50)	ML		LIMO INORGÁNICO DE BAJA PLASTICIDAD
		CL		ARCILLA INORGÁNICA DE BAJA PLASTICIDAD
		OL		LIMO ORGÁNICO O ARCILLA ORGÁNICA DE BAJA PLASTICIDAD
	LIMOS Y ARCILLAS (LL > 50)	MH		LIMO INORGÁNICO DE ALTA PLASTICIDAD
		CH		ARCILLA INORGÁNICA DE ALTA PLASTICIDAD
		OH		LIMO ORGÁNICO O ARCILLA ORGÁNICA DE ALTA PLASTICIDAD

Fuente (Ministerio de Transporte y Comunicaciones, 2017).

El suelo de cimentación es la capa de suelo debajo de la estructura de pavimento preparada, es el suelo natural o la última capa del terraplén. (Conga Quiape, 2016)

El suelo de fundación se encuentra al interior del terreno natural, es la capa interior que tiene contacto directo con los cimientos, y es el que recepciona las cargas derivadas por las casas (Carrillo y Casas, (2018).

Factores de Formación de los suelos que intervienen son: la materia de origen o roca madre de la cual se ha originado el suelo, el agua, la topografía del lugar, temperatura los organismos existentes y el ser humano (Rodas, 1958).

En el caso de los suelos, representan tres fases muy importantes, tales como: fase sólida, líquida y gaseosa: en la fase sólida, el suelo está constituido principalmente por rocas como silicatos, óxido de hierro y aluminio, cloruros, nitratos y orgánicos u orgánicos. -Origen mineral, como varios tipos de humo. En cuanto a los líquidos, el agua en el suelo es abundante, pero no siempre en forma pura, sino con iones, sales y diversas sustancias orgánicas. (María Estela Raffino, 2020)

Utilización practica de los límites de atterberg Actualmente, el límite de atterberg es la más usada, gracias a la experiencia acumulada a partir de las decisiones acumuladas, sobre el tipo de suelo y sus propiedades; por lo tanto, estas son decisiones rápidas y fáciles para que se permita la identificación temprana del suelo y también la selección adecuada de las muestras. (Jaime, 2013)

En los Límites de Consistencia: Se refiere al cambio en que se encuentra una masa de suelo, como resultado de los componentes de un componente unidos a otros. La consistencia está muy concerniente con el contenido de humedad del suelo. En los suelos finos se define cuatro estados de consistencia, dentro de ellos tenemos el estado sólido, estado seco, pasando al añadir agua para semisólido, plástico y por último líquido. La evolución de un estado a otros es muy gradual planteándose límites definidos de consistencia, considerándose como: limite líquido, limite plástico y límite de contracción (Marcelo, 2012).

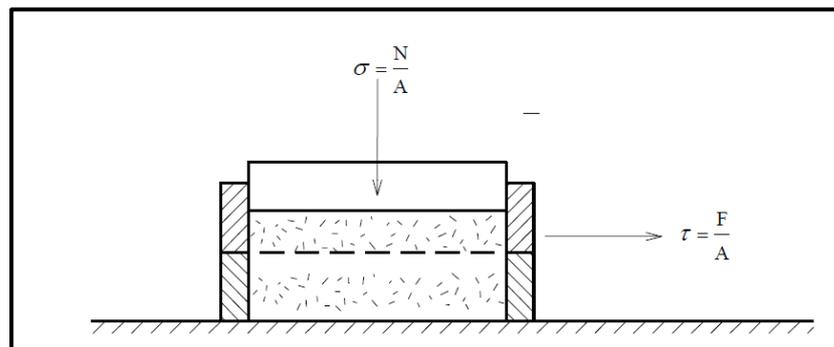
En el Límite Líquido: La definición del límite dada por la sociedad estadounidense de ingenieros civiles. El límite líquido es el contenido de humedad correspondiente a un límite arbitrario entre los estados líquido y plástico del suelo. Para determinar el límite de líquido, se tomará el contenido de humedad correspondiente de 25 líneas. Los puntos a, b, c, d y e indican que el contenido de humedad corresponde al número de rayas mayor o menor de 25. El contenido de humedad del punto M, correspondiente a 25 rayas, representa el límite de líquido en la muestra. El límite de fluido del suelo da una indicación de su resistencia al cizallamiento, cuando tiene un cierto contenido de humedad igual o mayor que su límite de fluido, tendrá una resistencia prácticamente nula. Si el suelo contiene materia orgánica de diatomeas, es decir, una sustancia finamente dispersa que forma una roca, ya que se tritura fácilmente en cantidades nocivas. Su límite elástico es típicamente superior a $1,6 IP + 14$, donde IP es una medida de ductilidad. Los materiales de arena de limo granular tienen límites de líquido bajos (25% a 35%) y las arcillas por encima del 40% tienen límites de líquido altos (Rodas L. , 1976).

El límite de plasticidad es el contenido de humedad del suelo en el momento de la transición del estado plástico al semisólido. Para determinar el límite de fluencia, se especifica en el apéndice y está definido por la ASCE como el contenido de humedad del suelo cuando comienza a agrietarse al construir hileras con un diámetro de 1/8 "y un diámetro de 3 mm. El uso del índice de plasticidad (PI), que es un valor numérico de la diferencia entre el límite de líquido y el límite de plástico óseo $IP = LL-LP$, se ha vuelto muy común. El índice de plasticidad incide en la mayor plasticidad, cuando el material no tiene plasticidad (por ejemplo, arena), su índice de plasticidad se considera 0 y se indica $IP = NP$, lo que significa no plasticidad (Rodas L. , 1976, págs. 77-86).

En la actualidad, El índice de plasticidad (PI) está muy extendido, que no es un valor numérico de la diferencia entre el límite elástico y el límite plástico. Un índice de ductilidad muy alto indica una gran ductilidad, y cuando el material no contiene ductilidad, el índice de ductilidad se considera cero (Rodas R. , 1958).

El corte directo hacia adelante es el desarrollo de una falla por cortante en la tierra, cuando dicha falla ocurre a lo largo del plano del área limitada a ambos lados por la tierra. Este instrumento se utiliza ampliamente en los laboratorios de mecánica de suelos para medir la resistencia al corte de suelos granulares. Una mitad permanece estacionaria, mientras que la otra mitad puede moverse horizontalmente bajo la fuerza de corte F . (Hurtado, 2010).

Figura 2. *Aparato de corte directo.*

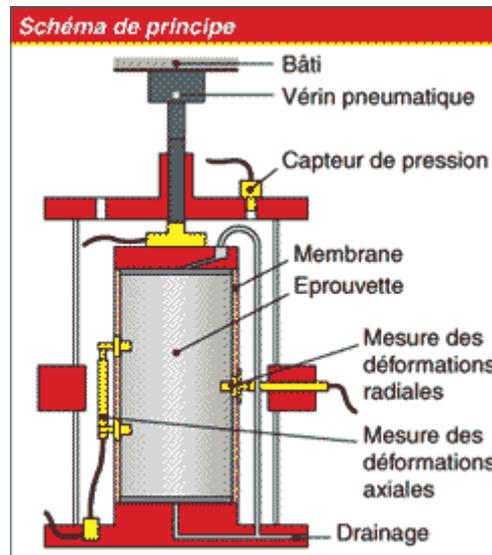


Fuente (Hurtado, 2010)

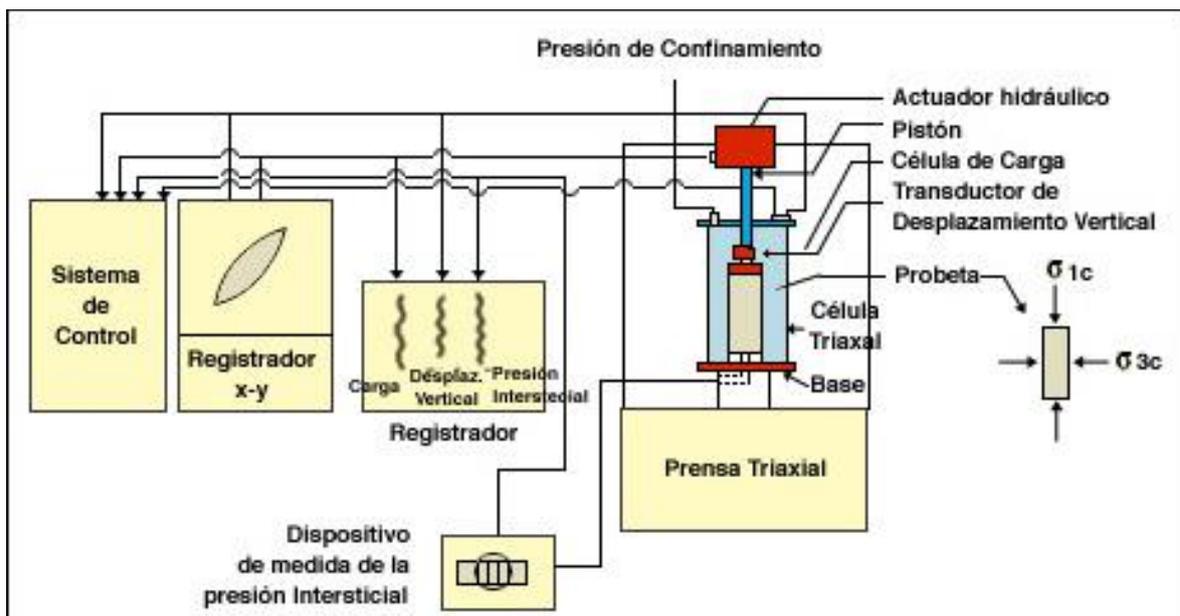
Ensayo de corte triaxial su objetivo es determinar la fricción interna y la cohesión del suelo, lo que le permite establecer su resistencia al cizallamiento aplicando fuerzas verticales y transversales a las muestras a las que se somete el suelo en condiciones naturales, en ensayos triaxiales se utiliza con mayor frecuencia para determinar las características de tensión, deformación y resistencia al corte para estudiar su comportamiento; el juicio se divide en dos etapas: El primero, en el que la muestra de suelo se expone a la presión hidrostática del líquido con fuerzas verticales iguales a las horizontales. En este punto, la muestra se considera "consolidada" si el fluido se está drenando de los orificios. Posteriormente, si no se puede producir el drenaje, la muestra se considera "no consolidada". En un segundo paso, llamado aplicación de fuerza de deflexión, el pistón de carga vertical aumenta las fuerzas verticales (fuerzas de deflexión) hasta la falla. Aquí el operador también tiene la opción de permitir el drenaje y por lo tanto liberar la presión neutra o dejar la válvula correspondiente cerrada sin drenaje. Si la presión neutra se disipa,

se dice que la prueba está 'drenada'; de lo contrario, se dice que la prueba 'no está drenando' (JBO Ingenieros Consultores SAC, 2013)

Figura 3. Máquina de ensayo triaxial.



Fuente: (GEOSUPPORT, 2013)



Fuente: (GEOSUPPORT, 2013)

La prueba estándar de Proctor es un término para un medio por el cual las propiedades mecánicas del suelo se mejoran mediante ciertos métodos. Para obtener datos como la densidad máxima del suelo seco y el contenido de humedad óptimo, que son fundamentales para lograr la eficiencia de la compactación, la

investigación y los datos que ayudarán a aumentar la resistencia del suelo y reducir la compresibilidad cuando se produce la compactación. El proceso de procesamiento de los datos solicitados de acuerdo con las normas NTP339.142 ASTM D-698. La prueba consiste en compactar una porción del suelo en un cilindro de volumen conocido, variando el contenido de humedad para obtener una curva que relacione el contenido máximo de humedad con la densidad seca. El punto máximo de esta curva corresponde a la densidad seca máxima a lo largo de la ordenada y el contenido de humedad óptimo (Loconi, 2016).

Estabilización

Según Azilah, Byung-Tae, Hyeop-Jo, & Kyoung-Woong (2018) afirman que “la estabilización del suelo es una técnica correctiva que reduce la exposición del ambiente del suelo a los contaminantes del suelo. Su eficacia puede evaluarse determinando si la disponibilidad ambiental de un contaminante disminuye después del tratamiento” (p.447).

Esta es una técnica que tiene como finalidad de generar modificaciones en las características de un suelo, agregando un conglomerante sea cemento y/o cal (Becerra y Herrera, 2019).

La estabilización de suelos es un procedimiento que permite la mejora de condiciones y características de un tipo de suelo en específico (Ordoñez y Castro, 2016).

Las consideraciones que se deben tomar en cuenta para llevar a cabo una estabilización, son las siguientes:

- Presencia de un suelo con subrasante muy arenoso o muy arcilloso, refiriéndose así a condiciones muy desfavorables (Fuhai, Lei & Wangxi, 2019).
- Sus condiciones de humedad es una condición relevante para tomar la decisión de estabilizar el suelo (Ravines, 2010).
- Materiales para base o subbase con características al límite de sus especificaciones del proyecto planteado (Fuhai et al., 2019).

Las estructuras que descansan en el suelo, se consideran como cimentaciones están conformados por la superestructura es por ello que la cimentación se

considera la base o apoyo de una edificación. La ingeniería fundamental se conoce como un arte y una ciencia que intenta resolver problemas fundamentales aplicando criterios de ingeniería y mecánica de suelos. El cimiento transmite directamente toda la carga al suelo, que puede ser por columnas o por muros; o a través del contacto directo, teniendo ella la función de distribuir las cargas de tal forma que el suelo no esté sobrecargado, o que ocasione asentamientos mayores a los considerados. Es necesario tener el conocimiento completo del suelo, o en casos que se presenta sismos. Para ellos se hacen las pruebas y exploraciones en el laboratorio in situ, luego un adecuado procedimiento de los datos obtenidos, se podrá conocer toda la carga en el suelo que pueda soportar de manera segura. Los suelos se destruyen por tala o asentamientos diferenciales, la capacidad portante permisible del suelo es la intensidad máxima de la carga neta que experimenta el suelo, tomando en cuenta la fuerza, magnitud y tipo de asentamiento, dependiendo de la preparación. puedes experimentar la estructura(Garcia, 2015).

Las Cargas de Diseño en Cimentaciones es necesario tener el conocimiento adecuado para decidir qué cargas deber tenerse en cuenta para las cimentaciones diseñadas. En construcciones industriales, cuando existen grandes cargas en movimiento, se diseña una zona estructural correspondiente, sujeta a las peores condiciones de carga, ubicada en esta zona. Cuando hay cargas del horizonte temporal, como terremotos, vientos, se considera el 100% de las cargas verticales. (Garcia, 2015).

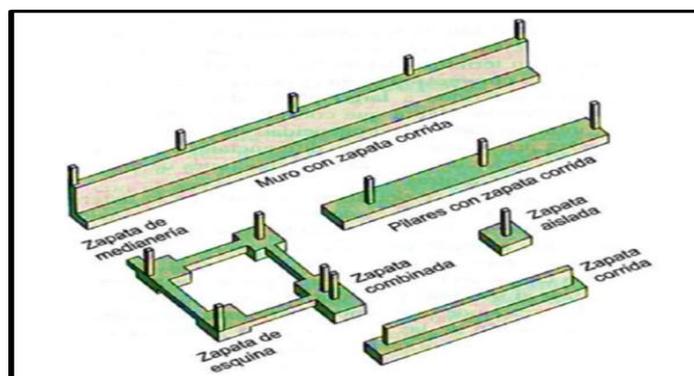
Cuando la cimentación es mínima no es determinada por consideraciones de su capacidad portante o asentamiento, tomamos en cuenta otras factoras los cuales determinaran la profundidad de la cimentación y cimentaciones apoyadas en las arcillas se recomienda la profundidad mínima de un metro, si es menor la profundidad pueden sufrir movimientos, agrietamientos por contracción o también esponjamiento del suelo por cambios de humedad. En el caso que la cimentación no permita ningún desplazamiento, se profundizará de 1.50 m a 1.80 m. esto dependerá del tipo de arcilla. Los suelos que contienen arenas arcillan o limos sufren el congelamiento superficial, causando un hinchamiento (Garcia, 2015).

La Capacidad Portante o Resistente de los Suelos, como diseño de cimentaciones consiste en transmitir cargas de las superestructuras al suelo de su apoyo, sin que produzca la falla del corte, ni el desplazamiento lateral, ni que produzcan asentamientos exagerados o mayores que los que indica (Garcia, 2015).

Una cimentación poco profunda o recta es aquella que descansa sobre la superficie o capas superficiales de suelo. En este tipo de cimentación, la carga se distribuye en un plano de referencia horizontal. En estructuras grandes como puentes, los cimientos, incluso los poco profundos, se apoyan lo suficientemente profundo para garantizar que no se dañen. Cuando una estructura de cimentación tiene muchos soportes y está cerca unos de otros, se reemplazan por un elemento sólido llamado losa de cimentación (Bua, 2014)

Los tipos de cimentaciones superficiales, se entiende por zapatas al elemento estructural cuya función principal es servir de cimentación de un pilar, muro u otros componentes para transmitir los esfuerzos sometidos en las cimentaciones. Zapatas aisladas se emplea cuando la resistencia al suelo es media – alta por lo que la carga del pilar trasmite directamente al terreno, en algunos casos las zapatas se unen mediante vigas de concreto armado, zapatas de medianería esta es muy utilizada en edificios debido a otras construcciones que impide que la cimentación tenga vuelo en todas las direcciones como el caso anterior. Los soportes combinados son soportes que transfieren cargas de dos soportes debido a su proximidad, por lo que no permiten construir soportes aislados para cada uno de ellos. Los reposapiés se utilizan para cimientos de muros o envolventes de edificios por gravedad. (Ingeniería Civil y Transporte, 2020).

Figura 4. Diseño de zapatas.



III. METODOLOGÍA

3.1 Tipo y diseño de investigación

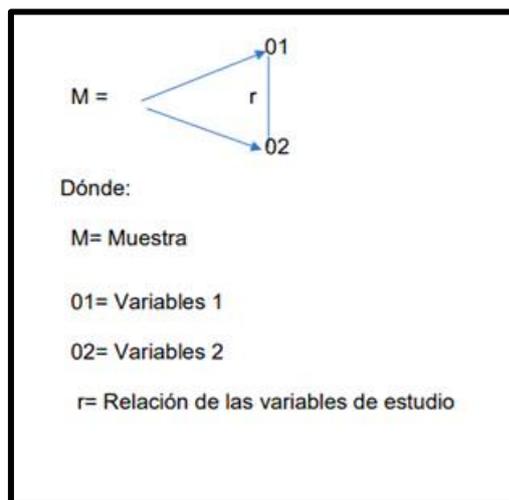
Tipo de investigación

Aplicada: La investigación de este proyecto es aplicada, se investigará la posibilidad de aplicar la nueva teoría para resolver el problema.

Diseño de investigación

La presente investigación es de tipo no experimental ya que se trata de observar fenómenos tal y conforme se dan en cada contexto natural para después ser analizados.

Figura 5. Diseño.



Variable y Operacionalización:

Variable independiente: Mejoramiento de Suelos Arcillosos

Definición conceptual: Según Capote, menciona que los suelos sometidos a estrés se comportarán en función de su densidad y la proporción de agua a aire en el material.

Definición operacional: “La carga por unidad de área de la cimentación, a la cual el suelo colapsa durante el cizallamiento, se denomina capacidad de carga última, y el grado de saturación es la relación entre el volumen de

agua en los huecos y el volumen de huecos, que generalmente es expresado como porcentaje% " (Das, 2001, p, 133). RNE (0.50)

Indicadores:

1. Comprensión no confinada
2. Corte directo
3. Ensayo de consolidación
4. Proctor
5. Contenido de humedad
6. Índice de plasticidad

Escala de medición:

Kg/cm²

C: kg/cm², ángulo de fricción

Asentamiento: mm

Mds: kg/cm³ – ocho: contenido de humedad W%

I_p: LL-LP: W%

Variable dependiente: Determinación de Parámetros de Resistencia

Definición conceptual: La resistencia del suelo al corte depende de su naturaleza, estructura, adherencias, nivel de deformación y también, en particular, de su estado de tensión y de la presión del líquido que llena sus poros. (Pedrero, 8)

Definición operacional La resistencia al corte determina el ángulo de fricción. El criterio más común de rotura del suelo proviene del criterio propuesto por Coulomb, que relaciona los esfuerzos normales efectivos y los esfuerzos cortantes que actúan en cualquier plano del suelo. RNE (0.50)

Indicadores:

1. Ángulo de fricción
2. Cohesión
3. Esfuerzo total

4. Arena
5. cemento

Escala de medición:

intervalo

kg

3.2 Población, muestra y muestreo.

Población:

La zona

La población de estudio es el terreno en el que se llevará a cabo la construcción en el cual se ubica en la calle rio amazonas de la urbanización Gaspar delgado, sectores linderos – Jaén Cajamarca.

Muestra:

Este sector fue considerado por la presencia de suelos arcillosos, el cual es de difícil control ya que sus propiedades compresivas y expansivas en contacto con la lluvia complican la construcción y las etapas posteriores de construcción.

Muestreo:

En este proyecto, se llevó a cabo un muestreo improbable intencional general ya que consiste en muestras tomadas en un área de 120 m², este es un muestreo improbable intencional, los ítems se seleccionan en base a criterios o juicios predeterminados por el investigador.

3.3 Técnicas e instrumentos de recolección de datos:

Según teocio 2013 la técnica de observación consiste en hallar cuidadosamente el fenómeno, hecho o rotura, percibir información y registrarla para su último análisis. Lo ya mencionado (observación) es una parte interesante de todo desarrollo investigativo; en ella se apoya el que realiza la investigación para obtener la mayor cifra de datos.

Octavio O. (2015): Menciona que los métodos corresponden a diferentes formas de obtención de datos, los cuales, luego de su procesamiento, se convertirán en información. Estos incluyen observación, votación, entrevistas y discusión en grupo.

➤ **Herramientas:**

- ✓ Cámara fotográfica
- ✓ GPS
- ✓ Instrumentos de laboratorio de suelos:
 - Tamices
 - Taras
 - Balanza
 - Equipamiento para Proctor y CBR
 - Horno
 - Pico
 - Barreta

Validez: Para aprobar los instrumentos de recolección de datos se tomaron en cuenta la madurez de los expertos. Fueron considerados y validos aquellos instrumentos utilizados en laboratorio ya que son valores y procedimientos normados.

Confiabilidad: Se tiene la absoluta certeza de que los resultados obtenidos de los ensayos en laboratorio son totalmente válidos y confiables ya que se contó con el juicio de los expertos ceñidos por normativa vigente.

3.4 Procedimiento: Esta investigación se llevó a cabo mediante las siguientes instrucciones:

1. Exploración de los suelos en el área de estudio.
2. Elaboración de formatos para obtención de resultados en laboratorio.
3. Recopilación de datos de laboratorio.
4. Realización del marco teórico y referencias de la investigación.
5. Análisis de los resultados, teniendo la caracterización de los suelos y diseño de cimentación superficiales.

3.5 Método de análisis de datos:

El análisis de datos sigue el enfoque cuantitativo que se presenta a nivel descriptivo de análisis, donde se mejorarán las muestras de suelo, con el

objetivo de mejorar la densidad óptima del suelo con una prueba Proctor modificada. Donde los resultados se proporcionarán utilizando instrumentos de laboratorio estandarizados confiables, donde se desarrollarán tablas y gráficos para el procedimiento.

3.6 Aspectos éticos:

Como tesista e investigador índico que hay compromiso como futuro profesional, brindar todos los resultados con total versatilidad, no se presentara copia alguna de otros estudios de investigación, del mismo modo duplicidad en información, se demostrara en el presente estudio autenticidad y presentación de forma original.

IV. RESULTADOS

A continuación, se especificó los resultados para el objetivo general Mejoramiento de suelo arcilloso con arena - cemento para determinar la resistencia al esfuerzo de corte para cimentaciones superficiales en Jaén Cajamarca.

Las propiedades del suelo fueron estudiadas mediante ensayos estándar para análisis granulométrico por tamices, según norma ASTM-D422, los límites de consistencia (%) por la norma ASTM-D-4318 y la clasificación de los suelos mediante el método SUCS, norma ASTM- D-2487.

La resistencia se realizó mediante el ensayo de proctor estándar, norma ASTM-D 698 y el ensayo triaxial norma ASTM D2850 para determinar la capacidad portante de los suelos pobres o arcillosos.

Como resultado para la clasificación del suelo tenemos los siguientes cuadros:

4.1.1. Granulometría

Tabla 6. Resultados del Ensayo Granulométrico del suelo natural.

Abertura Malla		Peso Retenido	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa	Especificaciones	CLASIFICACION SUCS
Pulg.	mm.						
3"	76.20						
2 1/2"	63.50						CL. arcillas inorgánicas de mediana plasticidad.
2"	50.80						
1 1/2"	38.10						
1"	25.40						L.L. : 43.17
3/4"	19.05						L.P. : 20.38
1/2"	12.70						I.P. : 22.79
3/8"	9.53						CLASIFICACION
1/4"	6.35						AASHTO : A - 7 - 6 (18)
Nº 04	4.76				100.00		
Nº 08	2.38	11.25	2.25	2.25	97.75		
Nº 10	2.00	4.15	0.83	3.08	96.92		
Nº 16	1.19	12.35	2.47	5.55	94.45		OBSERVACIONES:
Nº 20	0.84	8.16	1.63	7.18	92.82		
Nº 30	0.59	7.55	1.51	8.69	91.31		
Nº 40	0.42	8.20	1.64	10.33	89.67		
Nº 50	0.30	10.93	2.19	12.52	87.48		
Nº 80	0.18	16.17	3.23	15.75	84.25		
Nº 100	0.15	6.35	1.27	17.02	82.98		
Nº 200	0.07	21.00	4.20	21.22	78.78		
<Nº 200		393.89	78.78	100.00	0.00		
Peso Inicial		500.00					

Fuente: Datos del estudio.

Tabla N° 07 Resultados del ensayo granulométrico para suelo natural + arena.

Abertura Malla		Peso Retenido	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa	Especificaciones	CLASIFICACION SUCS
Pulg.	mm.						
3"	76.20						
2 1/2"	63.50						CL, arcillas inorgánicas de mediana plasticidad.
2"	50.80						
1 1/2"	38.10						
1"	25.40						L.L. : 34.91
3/4"	19.05						L.P. : 18.04
1/2"	12.70						I.P. : 16.87
3/8"	9.53						CLASIFICACION
1/4"	6.35						AASHTO : A - 6 (7)
N° 04	4.76				100.00		
N° 08	2.38	17.25	3.45	3.45	96.55		
N° 10	2.00	6.57	1.31	4.76	95.24		
N° 16	1.19	24.19	4.84	9.60	90.40		OBSERVACIONES:
N° 20	0.84	23.15	4.63	14.23	85.77		
N° 30	0.59	31.02	6.20	20.44	79.56		
N° 40	0.42	36.90	7.38	27.82	72.18		
N° 50	0.30	28.15	5.63	33.45	66.55		
N° 80	0.18	24.95	4.99	38.44	61.56		
N° 100	0.15	6.63	1.33	39.76	60.24		
N° 200	0.07	18.92	3.78	43.55	56.45		
<N° 200		282.27	56.45	100.00	0.00		
Peso Inicial		500.00					

Fuente: Datos del estudio.

Tabla N° 08 Resultados Granulométricos con cemento.

Abertura Malla		Peso Retenido	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa	Especificaciones	CLASIFICACION SUCS
Pulg.	mm.						
3"	76.20						
2 1/2"	63.50						CL, arcillas inorgánicas de mediana plasticidad.
2"	50.80						
1 1/2"	38.10						
1"	25.40						L.L. : 43.23
3/4"	19.05						L.P. : 31.55
1/2"	12.70						I.P. : 11.68
3/8"	9.53						CLASIFICACION
1/4"	6.35						AASHTO : A - 7 - 5 (11)
N° 04	4.76				100.00		
N° 08	2.38	11.24	2.25	2.25	97.75		
N° 10	2.00	4.14	0.83	3.08	96.92		
N° 16	1.19	12.33	2.47	5.54	94.46		OBSERVACIONES:
N° 20	0.84	8.15	1.63	7.17	92.83		
N° 30	0.59	7.54	1.51	8.68	91.32		
N° 40	0.42	8.18	1.64	10.32	89.68		
N° 50	0.30	10.90	2.18	12.50	87.50		
N° 80	0.18	16.20	3.24	15.74	84.26		
N° 100	0.15	6.30	1.26	17.00	83.00		
N° 200	0.07	20.00	4.00	21.00	79.00		
<N° 200		395.02	79.00	100.00	0.00		
Peso Inicial		500.00					

Fuente: Datos del estudio.

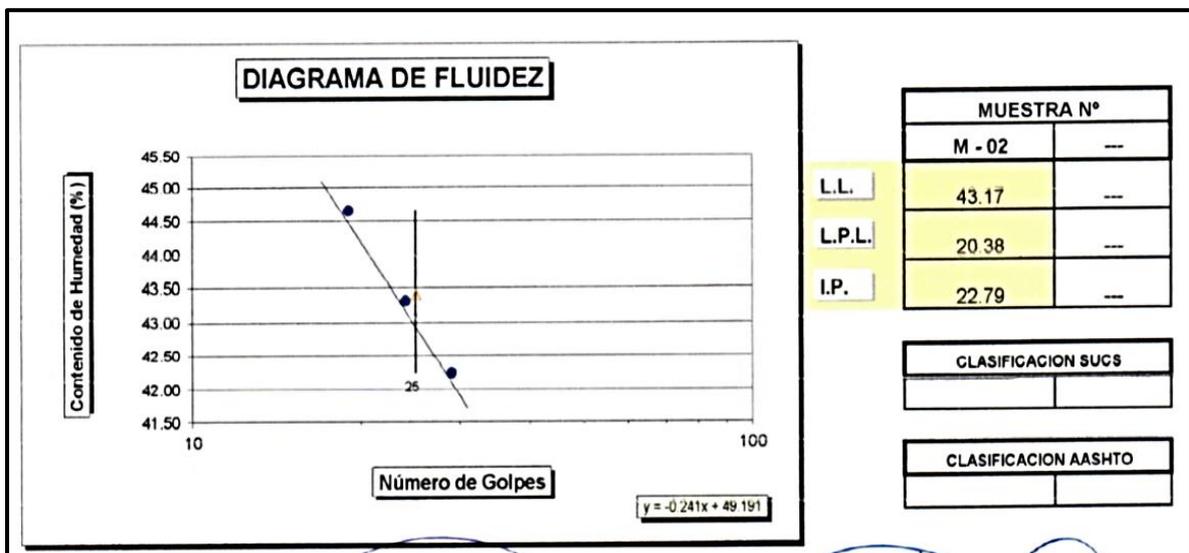
La tabla muestra las cantidades en porcentaje de material que pasan por los diferentes tamices, se puede observar claramente que el material predominante es

la arcilla lo que nos da como resultado un suelo arcilloso de mediana plasticidad (CL).

Como resultado del objetivo específico 01 se muestra los siguientes cuadros: Disminuyendo la expansibilidad y contracción en suelos arcillosos estabilizados con cemento arena y evaluando los límites de consistencia, disminuyen los asentamientos diferenciales en las cimentaciones superficiales.

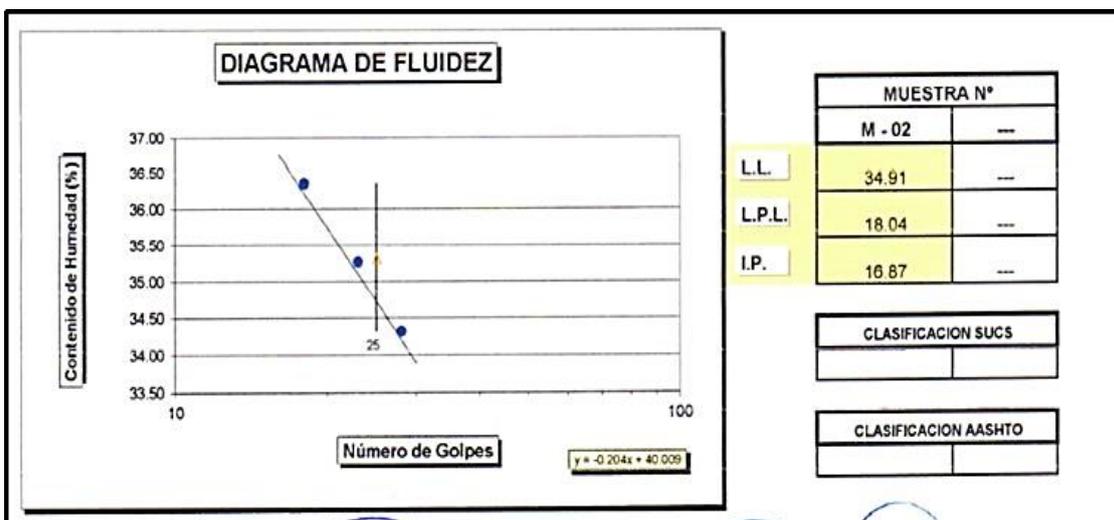
4.1.2. Límites de Consistencia.

Grafico N° 1. Diagrama de Fluidez del Limite Plástico. Suelo natural.



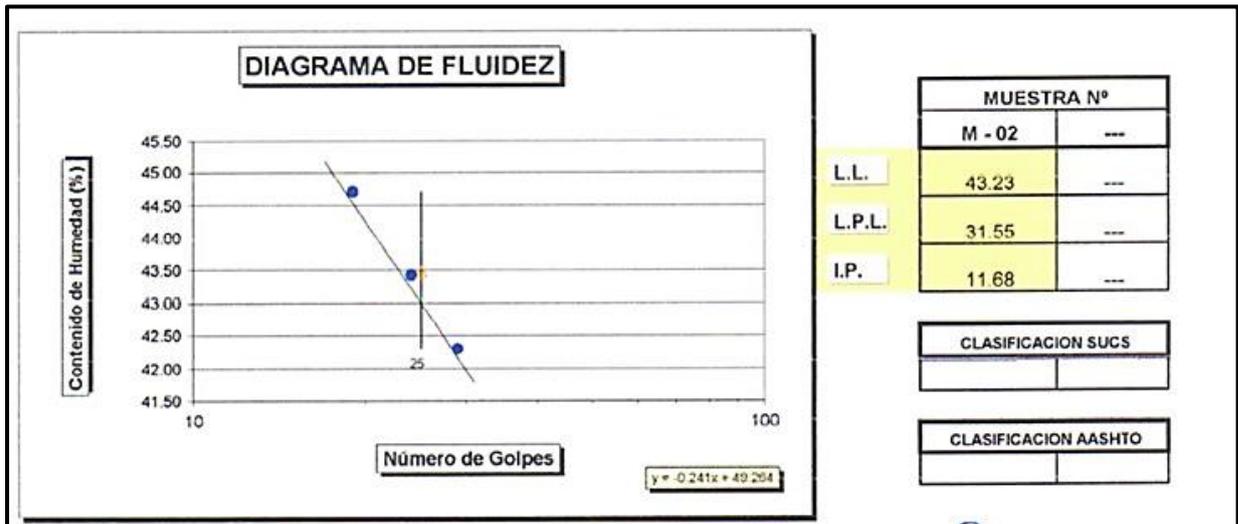
Fuente: Elaboración Propia.

Grafico N° 2. Diagrama de Fluidez de límites del suelo natural + arena (30%).



Fuente: Elaboración Propia.

Grafico N° 3. Diagrama de Fluidez de Limite Plástico de suelo natural + cemento (5%).



Fuente: Elaboración Propia.

Los gráficos anteriores muestran los resultados de los límites de consistencia (L.L, L.P.L, IP) realizados a la muestra en su estado natural, adicionando arena un 30% y finalmente se adiciono 5% de cemento. Se puede observar que la combinación suelo + cemento presenta mayor limite líquido y mayor limite plástico en comparación con las demás muestras, el suelo natural presenta el mayor índice de plasticidad con 22.79.

Como resultados del objetivo específico N° 02 Determinar el óptimo contenido de arena cemento para estabilizar adecuadamente el suelo arcilloso.

tenemos los siguientes cuadros:

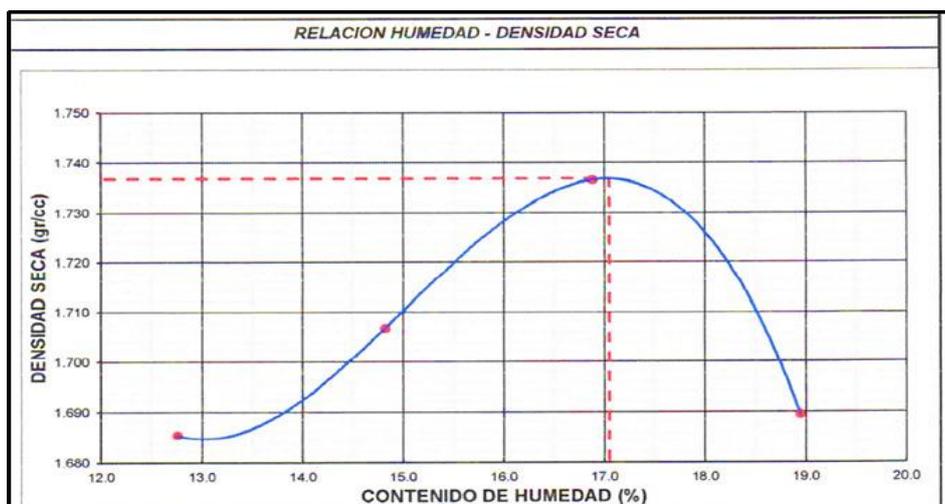
4.1.3. Ensayo de Proctor Estándar ASTM D 698.

Tabla 9. Resultados de Proctor estándar de Suelo Natural.

DATOS DE LA MUESTRA							
Muestra N° 1	Diametro Molde	4"	Volumen Molde	943	m3.	N° de capas	5
	Método	A	Peso Molde	3808	gr.	N° de golpes	56Gip.
ENSAYOS N°			1	2	3	4	
Peso Suelo + Molde	gr.	5,600	5,656	5,722	5,703		
Peso Suelo Humedo Compactado	gr.	1,792	1,848	1,914	1,895		
Peso Volumetrico Humedo	gr.	1,900	1,960	2,030	2,010		
Recipiente Numero		67	68	69	70		
Peso Suelo Humedo + Tara	gr.	87.32	87.22	87.78	87.93		
Peso Suelo Seco + Tara	gr.	79.29	77.95	77.47	76.51		
Peso de la Tara	gr.	16.33	15.40	16.39	16.22		
Peso del agua	gr.	8.03	9.27	10.31	11.42		
Peso del Suelo Seco	gr.	62.96	62.55	61.08	60.29		
Contenido de agua	%	12.75	14.82	16.88	18.94		
Densidad Seca del Suelo	gr/cc	1.685	1.707	1.737	1.690		
RESULTADOS							
Densidad Máxima Seca		1.737	(gr/cm3)	Humedad óptima		17.05	

Fuente: Elaboración Propia

Grafico N° 4. Relación humedad - densidad seca.



Fuente: Elaboración Propia.

Grafico N° 5. Resultados de Proctor Estándar suelo natural + arena.

DATOS DE LA MUESTRA								
Muestra N° 1	Diametro Molde	4"		Volumen Molde	943	m3.	N° de capas	5
	Método		A	Peso Molde	3808	gr.	N° de golpes	56Glp.
ENSAYOS N°				1	2	3	4	
Peso Suelo + Molde	gr.			5,637	5,703	5,782	5,769	
Peso Suelo Humedo Compactado	gr.			1,829	1,895	1,974	1,961	
Peso Volumetrico Humedo	gr.			1.940	2.010	2.093	2.080	
Recipiente Numero				16	17	18	19	
Peso Suelo Humedo + Tara	gr.			97.82	100.19	94.11	98.82	
Peso Suelo Seco + Tara	gr.			92.30	93.04	85.87	89.11	
Peso de la Tara	gr.			18.64	18.47	15.67	18.65	
Peso del agua	gr.			5.52	7.15	8.24	9.71	
Peso del Suelo Seco	gr.			73.66	74.57	70.20	70.46	
Contenido de agua	%			7.49	9.59	11.74	13.78	
Densidad Seca del Suelo	gr/cc			1.804	1.834	1.873	1.828	
RESULTADOS								
Densidad Máxima Seca				1.874	(gr/cm3)	Humedad óptima		11.95

Fuente: Elaboración Propia.

Grafico N° 6. Diagrama de Proctor Estándar.



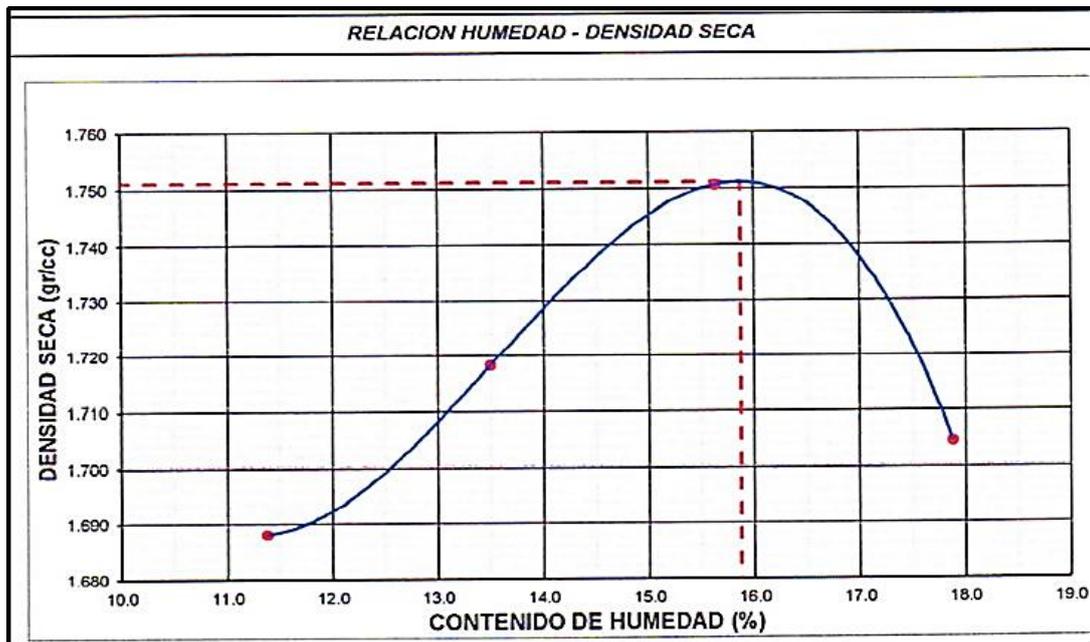
Fuente: Elaboración Propia.

Grafico N° 7. Resultados de Proctor Estándar suelo natural + cemento (5%).

DATOS DE LA MUESTRA							
Muestra N° 1	Diametro Molde Método	4"	Volumen Molde	943	m3.	N° de capas	5
		A	Peso Molde	3808	gr.	N° de golpes	56Glp.
ENSAYOS N°			1	2	3	4	
Peso Suelo + Molde	gr.	5,581	5,647	5,717	5,703		
Peso Suelo Humedo Compactado	gr.	1,773	1,839	1,909	1,895		
Peso Volumetrico Humedo	gr.	1.880	1.950	2.024	2.010		
Recipiente Numero		16	17	18	19		
Peso Suelo Humedo + Tara	gr.	97.25	101.22	101.28	102.18		
Peso Suelo Seco + Tara	gr.	89.21	91.41	90.12	89.62		
Peso de la Tara	gr.	18.54	18.71	18.73	19.36		
Peso del agua	gr.	8.04	9.81	11.16	12.56		
Peso del Suelo Seco	gr.	70.67	72.70	71.39	70.26		
Contenido de agua	%	11.38	13.49	15.63	17.88		
Densidad Seca del Suelo	gr/cc	1.688	1.718	1.751	1.705		
RESULTADOS							
Densidad Máxima Seca		1.751	(gr/cm3)	Humedad óptima		15.87	

Fuente: Elaboración Propia.

Grafico N° 8. Diagrama de Proctor estándar.



Fuente: Elaboración Propia

Como resultado de las tablas y gráficos anteriores se concluye que la máxima densidad seca lo presenta la mezcla de suelo natural + arena con un valor de 1.874 gr/cm³ y el mayor óptimo contenido de humedad lo presenta el suelo natural(arcilla) con 17.05%.

Como resultado del objetivo específico N° 03 Determinar la compactación adecuada del suelo para determinar la cohesión y el Angulo de fricción interna, tenemos los siguientes cuadros:

4.1.4. ENSAYO DE CORTE DIRECTO Y ENSAYO TRIAXIAL

Determinando el óptimo contenido de humedad y la densidad seca máxima del suelo arcilla arena – cemento estabilizado adecuadamente, se podrá mejorar la resistencia al corte para diseñar cimentaciones superficiales.

Tabla 10. Resultados corte directo al suelo natural(arcilla).

Angulo de fricción interna del suelo	:	17.26 °
Cohesión Aparente del suelo	:	0.169 Kg/cm ²
Densidad Seca Promedio ($\gamma_d < N^{\circ}4$)	:	1.55 gr/cm ³
Humedad Natural (ω)	:	25.02 %

Fuente: Datos del estudio

Tabla 11. Resultados del ensayo triaxial del suelo natural.

Angulo de fricción interna del suelo	17.26 °
Cohesión aparente del suelo	0.20 kg/cm ²
Densidad promedio	1.55 gr/cm ²
Humedad natural	25.02%

Fuente: Elaboración propia

M.j. tomlinson pag 67.

Tabla 12. Resultados corte directo al suelo natural(arcilla)+ arena.

Angulo de fricción interna del suelo	:	27.19 °
Cohesión Aparente del suelo	:	0.011 Kg/cm ²
Densidad Seca Promedio ($\gamma_d < N^{\circ}4$)	:	1.79 gr/cm ³
Humedad Natural (ω)	:	10.74 %

Fuente: Datos del estudio

Tabla 13. Resultados del ensayo triaxial del suelo natural + material granular (arena).

Angulo de fricción interna del suelo	27.19°
Cohesión aparente del suelo	0.19 kg/cm²
Densidad promedio	1.85 gr/cm²
Humedad natural	10.74 %

Fuente: Elaboración propia
M.j. tomlinson pag 67.

Tabla 14. Resultado de Corte Directo suelo natural + Cemento.

Angulo de fricción interna del suelo	:	25.89 °
Cohesión Aparente del suelo	:	0.678 Kg/cm²
Densidad Seca Promedio ($\gamma_d < N^{\circ}4$)	:	1.74 gr/cm³
Humedad Natural (ω)	:	12.64 %

Fuente: Datos del estudio

Tabla 15. Resultados del ensayo triaxial del suelo natural + Aditivo (cemento).

Angulo de fricción interna del suelo	25.89°
Cohesión aparente del suelo	0.78 kg/cm²
Densidad promedio	1.80 gr/cm²
Humedad natural	12.64 %

Fuente: Elaboración propia
M.j. tomlinson pag 67.

De los resultados del ensayo de corte directo se puede determinar que el suelo en su estado natural tiene una resistencia al corte de 0.169 kg /cm², cuando se le añadió 30% de arena se obtuvo una resistencia de 0.011 kg /cm² y al añadir 5% de cemento tiene una resistencia de 0.678 kg/cm².

También se muestran resultados del ensayo triaxial donde la muestra de suelo natural + cemento presenta una mayor resistencia al esfuerzo de corte.

Nota: Diseñaremos con los valores obtenidos del ensayo de corte directo ya que, al obtener mayores valores de resistencia, lo que nos brindan resultados más conservadores.

Capacidad portante y Presiones Admisibles.

Tabla 16. Resultados de Presiones Admisibles suelo natural.

Df	Zap. Continua			Zap. Cuadrada		
	B (m)			B (m)		
	1.00	1.50	2.00	1.00	1.50	2.00
1.75	0.61	0.62	0.63	0.73	0.74	0.75
2.00	0.64	0.65	0.66	0.75	0.76	0.77
2.25	0.66	0.67	0.68	0.78	0.79	0.80

Fuente: Datos del estudio

Tabla 17. Resultados de Presiones Admisibles suelo natural + arena.

Df	Zap. Continua			Zap. Cuadrada		
	B (m)			B (m)		
	1.00	1.50	2.00	1.00	1.50	2.00
1.75	0.89	0.95	1.02	0.87	0.93	0.98
2.00	0.99	1.05	1.12	0.97	1.03	1.08
2.25	1.09	1.16	1.22	1.08	1.13	1.18

Fuente: Datos del estudio

Tabla 18. Resultados de Presiones Admisibles suelo natural + cemento.

Df	Zap. Continua			Zap. Cuadrada		
	B (m)			B (m)		
	1.00	1.50	2.00	1.00	1.50	2.00
1.75	3.14	3.19	3.25	3.83	3.87	3.92
2.00	3.23	3.29	3.34	3.92	3.97	4.01
2.25	3.32	3.38	3.43	4.01	4.06	4.10

Fuente: Datos del estudio

Tabla 19. Resultados de Capacidad portante.

MUESTRA	CAPACIDAD PORTANTE	
	ZAPATAS CUADRADAS	ZAPATAS CONTINUAS
Suelo natural	21.81 Tn/m ²	18.30 Tn/m ²
Suelo natural + arena	26.16 Tn/m ²	26.60 Tn/m ²
Suelo natural + cemento	114.83 Tn/m ²	94.14 Tn/m ²

Fuente: elaboración propia.

Los cuadros anteriores muestran que el suelo que presenta mayor capacidad portante y mayor presión admisible, es el suelo natural combinado con cemento (5%), con $q_d = 114.83 \text{ tn/cm}^2$ y $q_{adm} = 3.83 \text{ kg/cm}^2$, si queremos diseñar una zapata cuadrada y $q_d = 94.10 \text{ tn/cm}^2$ y $q_{adm} = 3.14 \text{ kg/cm}^2$ para zapatas continuas. Por último, el suelo natural combinado con arena también presenta mayor presión admisible y capacidad portante que el suelo natural (suelo arcilloso), siendo $q_d = 26.16 \text{ tn/cm}^2$ y $q_{adm} = 0.87 \text{ kg/cm}^2$, para zapata cuadrada y $q_{adm} = 0.89 \text{ kg/cm}^2$ y $q_d = 26.60 \text{ tn/cm}^2$ para zapata continua.

V. DISCUSIÓN

Hipótesis general: Los suelos arcillosos mejoran su resistencia al esfuerzo de corte, adicionando arena y cemento en proporciones adecuadas.

Para determinar el tipo de cimentación a utilizar es sumamente necesario saber las propiedades y características de cada suelo encontrado, así como como análisis granulométrico, límites de plasticidad, ángulo de fricción interna, cohesión y peso específico, encontrados en dicho suelo. La cual es nuestros resultados requeridos, por la cual ya tenemos antecedentes estudiados para esta investigación.

Hipótesis específicas 1 Disminuyendo la expansibilidad y contracción en suelos arcillosos estabilizados con cemento arena y evaluando los límites de consistencia, disminuyen los asentamientos diferenciales en las cimentaciones superficiales.

En este caso la investigación se disminuyó la expansibilidad y contracción de los suelos arcillosos En primer lugar, se realizó el ensayo de contenido de humedad para determinar la cantidad de agua presente en la muestra a estudiar, dando como resultado un 33.19 %. En segundo lugar, se realizó el ensayo de granulometría, para poder clasificar y determinar con qué tipo de suelo estamos trabajando.

Tabla 7. *Ensayo granulométrico.*

ENSAYO GRANULOMETRICO			
CLASIFICACION	SUELO NATURAL	SUELO NATURAL + ARENA	SUELO NATURAL + CEMENTO
SUCS	CL	CL	CL
AASHTO	A-7-6	A-6	A-7-5

Tabla 20. Ensayo Granulométrico.

ENSAYO GRANULOMETRICO			
CLASIFICACION	SUELO NATURAL	SUELO NATURAL + ARENA	SUELO NATURAL + CEMENTO
SUCS	CL	CL	CL
AASHTO	A-7-6	A-6	A-7-5

Fuente: elaboración propia.

- También se verificó que disminuyendo la expansibilidad y contracción en suelos arcillosos estabilizados con cemento - arena y evaluando los límites de consistencia, disminuyen los asentamientos diferenciales en las cimentaciones superficiales; además se comprobó que el límite líquido era menor que 50 para las tres condiciones lo que corrobora la baja plasticidad, sin embargo, al tener el índice de plasticidad mayor que 7 se corrobora que se trata de material arcilloso.

Tabla 21. Ensayo límites de consistencia.

ENSAYO LIMITES DE CONSISTENCIA			
LIMITES	SUELO NATURAL	SUELO NATURAL + ARENA	SUELO NATURAL + CEMENTO
L.L (LIQUIDO)	43.17	34.91	43.23
L.P.L (PLASTICO)	20.38	18.04	31.55
IP (INDICE PLASTICIDAD)	22.79	16.87	11.68

Fuente: elaboración propia.

Contrastando con nuestros antecedentes (escobar 2018) su estudio es determinar los parámetros de diseño de cimentaciones de las estructuras que conforman el proyecto, afín de remediar las fallas presentadas en la construcción de la cimentación de las estructuras del mini complejo deportivo. El análisis de suelos es importante para realizar un correcto diseño de cimientos superficiales que sean a futuro económicos. Se busca un buen diseño de cimentación que brinde seguridad y una capacidad de soporte de la estructura ya que el primer paso es realizar un correcto estudio de suelo.

Hipótesis específica 2 Determinando el óptimo contenido de humedad y la densidad seca máxima del suelo arcilla arena – cemento estabilizado adecuadamente, se podrá mejorar la resistencia al corte para diseñar cimentaciones superficiales.

- En esta investigación se corrobora que determinando el óptimo contenido de humedad y la densidad seca máxima del suelo arcilloso estabilizando con arena – cemento adecuadamente, se puede mejorar y obtener una buena resistencia al corte para diseñar cimentaciones superficiales confiables.

Tabla 22. *Ensayo proctor estandar.*

ENSAYO PROCTOR ESTANDAR		
DESCRIPCION	DENSIDAD SECA MAXIMA (gr/cm ³)	HUMEDAD OPTIMA (%)
SUELO NATURAL	1.737	17.05
SUELO NATURAL + ARENA	1.874	11.95
SUELO NATURAL + CEMENTO	1.751	15.87

Fuente: elaboración propia.

Contrastando con nuestros antecedentes (Quispe y Mamani 2017) su finalidad fue determinar la capacidad portante de la zona de expansión de alto locumba, la cual se realizó mediante ensayos estándares y especiales en el laboratorio con el fin de analizar las propiedades físico - mecánicas del suelo entre los ensayos tenemos densidad de in situ, contenido de humedad, análisis granulométrico, límites de atterberg y peso específico. Los ensayos especiales son el corte directo, asentamiento o expansión unidimensional para suelos cohesivos.

De la hipótesis específica 3 Determinando la cohesión y el Angulo de fricción interna se podrán obtener los parámetros de diseño para calcular la resistencia al esfuerzo de corte para diseñar cimentaciones superficiales con asentamientos tolerables

- Finalmente, con los resultados del ensayo de corte directo y el ensayo triaxial realizado al suelo en su estado natural y al suelo mejorado con arena y cemento, y obtuvimos los parámetros de diseño para calcular la resistencia al esfuerzo de corte para diseñar cimentaciones superficiales con asentamientos tolerables.
- Se realizó tres ensayos de corte directo, suelo natural, suelo natural con arena y material natural más cemento. Los tres tipos de suelos consolidados drenados y con diferentes tipos de carga. La primera muestra se le colocó la carga a 0.50 kg/cm² que sería 18 kg/cm², la segunda muestra de corte se usó una carga de 36 kg/cm², la tercera muestra de corte de 72 kg/cm². También se observa en el siguiente cuadro de resultados que al incrementarse la adición de arena con suelo natural el Angulo de fricción se incrementa dada que la tendencia al añadir al suelo natural se va a incrementar la fricción. Es observable también en este cuadro de resultados que la adición de cemento incrementa la cohesión del suelo, pero disminuye el angulo de fricción interna. Tal como se ve la cohesión aparente del suelo al añadir cemento, así mismo se observa el incremento de la densidad promedio variando de 1.55 gr/cm³ para el suelo natural, 1.85 gr/cm³ para el suelo natural con arena de 1.80 gr/cm³ para la condición de suelo natural más cemento, la segunda y tercera condición es un indicador de que el índice de actividad de la arcilla ha disminuido por lo tanto la solución planteada en las hipótesis es válida.

Tabla 23. Ensayo corte directo.

ENSAYO CORTE DIRECTO			
DESCRIPCION	SUELO NATURAL	SUELO NATURAL + ARENA	SUELO NATURAL + CEMENTO
ANGULO DE FRICCION INTERNA DEL SUELO	17.26°	27.19°	25.89°
COHESION APARENTE DEL SUELO	0.169 (gr/cm ²)	0.011 (gr/cm ²)	0.678 (gr/cm ²)
DENSIDAD PROMEDIO	1.55 gr/cm ³	1.85 gr/cm ³	1.80 gr/cm ³
HUMEDAD NATURAL	25.02%	10.74%	12.64%

Fuente: elaboración propia.

Tabla 24. Ensayo triaxial.

ENSAYO TRIAXIAL			
DESCRIPCION	SUELO NATURAL	SUELO NATURAL + ARENA	SUELO NATURAL + CEMENTO
ANGULO DE FRICCION INTERNA DEL SUELO	17.26°	27.19°	25.89°
COHESION APARENTE DEL SUELO	0.20 (gr/cm ²)	0.19 (gr/cm ²)	0.78 (gr/cm ²)
DENSIDAD PROMEDIO	1.55 gr/cm ³	1.85 gr/cm ³	1.80 gr/cm ³
HUMEDAD NATURAL	25.02%	10.74%	12.64%

Fuente: elaboración propia.

- Para el suelo natural el corte directo, para zapatas cuadradas y continuas de 1.75 m de profundidad, su presión admisible para cuadradas 0.73kg/cm², y para continuas 0.61 kg/cm².
- De la mezcla suelo natural más Arena, para las zapatas y continuas de 1.75m, su presión admisible para cuadras son 0.87 kg/cm² y continuas 0.89 kg/cm².
- Suelo natural más cemento, su corte directo de zapatas cuadras y continuas de 1.75m, su presión admisible seria 3.83 kg/cm², para zapatas cuadras y continuas 3.14 kg/cm².

Tabla 25. *Diseño de zapatas.*

DISEÑO DE ZAPATAS			
DESCRIPCION	ZAPATAS CUADRAS Y CONTINUAS PROFUNDIDAD	PRESION ADMISIBLE PARA ZAPATAS CUADRADAS	PRESION ADMISIBLE PARA ZAPATAS CONTINUAS
SUELO NATURAL	1.75M	0.73 kg/cm²	0.61 kg/cm²
SUELO NATURAL + ARENA	1.75M	0.87 kg/cm²	0.89 kg/cm²
SUELO NATURAL + CEMENTO	1.75M	3.83 kg/cm²	3.14 kg/cm²

Fuente: elaboración propia.

Contrastando con nuestros antecedentes, (cometa y Méndez 2016) su investigación Como objetivo tiene establecer, la similitud que hay entre los resultados de cohesión y ángulo de fricción obtenidos en el ensayo triaxial, siendo como propósito aplicarlos en los ensayos de corte directo en suelos arcillosos en la ciudad de Bogotá.

VI. CONCLUSIONES

En la investigación, se tomó en cuenta al suelo estudiado su clasificación para verificar el tipo de suelo, y a la vez encontrar su resistencia al esfuerzo cortante, con arena - cemento para las cuales se obtiene las siguientes conclusiones.

para el objetivo general: Mejoramiento de suelo arcilloso con arena - cemento para determinar la resistencia al esfuerzo de corte para cimentaciones superficiales en Jaén Cajamarca.

1. De acuerdo a los estudios realizados del suelo arcilloso, se llega a determinar que con la adición de arena cemento se mejora el suelo arcilloso, teniendo como resultados un suelo mejorado para cimentaciones superficiales.

Para el objetivo específico 1: Determinar la expansibilidad y contracción en suelos arcillosos evaluando los límites de consistencia.

2. Para la determinación de los límites de consistencia se obtuvo que la combinación de suelo - cemento presenta mayor límite líquido, de igual modo para el límite plástico la mezcla de suelo - cemento y para el índice de plasticidad suelo natural (arcilla).

Para el objetivo específico 2: Determinar el óptimo contenido de arena - cemento para estabilizar adecuadamente el suelo arcilloso.

3. Para determinar el óptimo contenido se realizó el ensayo de Proctor estándar, la cual se obtuvo que la máxima densidad seca se presenta en la mezcla de suelo natural más arena, y el óptimo contenido lo presenta el suelo natural (arcilla).

Para el objetivo específico 3: Determinar la compactación adecuada del suelo para determinar la cohesión y el Angulo de fricción interna.

4. Se determinó que al realizar la compactación adecuada del suelo arcilloso y añadiendo arena cemento, este suelo tendrá mayor capacidad portante, también se puede determinar mediante el ensayo de corte directo y triaxial que el suelo natural arcilla más la adición de cemento presenta un ángulo de fricción de 25.89° y una cohesión aparente de 0.78 kg/cm^2

VII. RECOMENDACIONES

Se recomienda: para el objetivo general.

1. Para realizar estudio mecánico de suelos debe trabajar de acuerdo con la norma técnica reglamentaria.

para el objetivo específico 1

2. Al momento de diseñar la cimentación que la presión de la estructura sea menor o igual que la capacidad admisible del suelo, de esta manera se garantiza que el suelo esté en condiciones de soportar las cargas por toda la edificación.

para el objetivo específico 2

3. Para alcanzar resultados y que estos sean lo más seguros posible, se recomienda que los equipos que usaremos en esta investigación, este en constante calibración para su uso y de esta manera evitar la cantidad de errores posibles.

para el objetivo específico 3

4. Es necesario conocer primeramente los parámetros de la naturaleza de dichos suelos para realizar el ensayo de límites de Atterberg, Granulometría y su clasificación de los suelos. Para seleccionar el agente estabilizador más adecuado.
5. Al momento de realizar el mezclado del suelo natural más material granular y aditivo debe tenerse el cuidado especial para cada uno, para lograr un buen resultado de ambos materiales y para que los resultados de los ensayos sean representativos.
6. Se debe tener cuidado la muestra en un ambiente húmedo para que no se pierda su humedad óptima a la hora de realizar los ensayos de compactación, como proctor estándar.

REFERENCIAS

1. Alza, G., & Ontiveros, R. (18 de ABRIL de 2016). *Contenido de humedad*. Obtenido de <https://www.studocu.com/pe/document/universidad-cesar-vallejo/estructuras/informe/3-informe-contenido-de-humedad-de-un-suelo/5521577/view>
2. Arevalo, S., & Villegas, P. (2021). *Análisis de suelos arcillosos para el diseño de cimentaciones piloteadas en Malecón San José, Laguna Yarinacocha, Ucayali - 2020*. Universidad César Vallejo.
3. Azilah, A., Byung-Tae, L., Hyeop-Jo, H., & Kyoung-Woong, K. (2018). *Assessment of the stabilization of heavy metal contaminants in soils using chemical leaching and an earthworm bioassay*. (C. N. Environ Geochem Health, Ed.) Republic of Korea: CrossMark.
4. Bada, D. (2016). *Aplicación del aditivo químico Conaid para atenuar la plasticidad del material granular del tramo de la carretera tauca - bambas (km73 + 514 - km132 + 537) de la ruta nacional pe - 3na*. Trujillo: Universidad Privada Antenor Orrego.
5. Becerra, C., & Herrera, A. (2019). *Estabilización de arcillas, arenas y afirmados, empleados los cementos Pacasmayo Víaforte, Mochica y Qhuna; Lambayeque, 2018*. Universidad Señor de Sipán. Pimentel: USS.
6. Bua, M. t. (12 de mayo de 2014). *Cimientos*. Obtenido de https://www.edu.xunta.es/espazoAbalar/sites/espazoAbalar/files/datos/1464947489/contido/71_cimientos.html
7. Cañar, E. (2017). *Análisis comparativo de la resistencia al corte y estabilización de suelos arenosos finos y arcillosos combinadas con cenizas de carbón*. Universidad Técnica de Ambato. UTA. Obtenido de <http://repositorio.uta.edu.ec/jspui/handle/123456789/25266>
8. Carrillo, A., & Casas, J. (2018). *Evaluación del Suelo de Fundación con Fines de Cimentación de la Zona 1° de Mayo Nuevo Chimbote – Ancash 2018*. Universidad César Vallejo.
9. Colegio de Ingenieros del Perú. (1999). Código de Ética del CIP.
10. Cometa, S., & Mendez, N. (2016). *Correlacion entre los resultados obtenidos en el ensayo de corte directo y el ensayo de triaxial en un suelo arcilloso*

- típico de la Zona Occidental de Bogotá.* Bogotá: Universidad Distrital Francisco José de Caldas.
11. Crespo, C. (2004). *Mecánica de Suelos y Cimentaciones.* (5. ed., Ed.) Ciudad de México, México: Limusa.
 12. Escobar, A. (2018). *Diseño de cimentación y estudio de suelo en el minicomplejo deportivo del centro poblado de Ampas-Huari, 2018.* Universidad Nacional José Faustino Sanchez Carrión.
 13. Espinoza, H. (2014). *Análisis de la capacidad soporte del suelo de cimentación del edificio de laboratorio de ingeniería "Julio y Adolfo López de la Fuente, S.J." de la Universidad Centroamericana UCA.* Universidad Centroamérica.
 14. Fuhai, Z., Lei, Z., & Wangxi, H. (14 de Noviembre de 2019). Stabilization of Expansive Soil with Polyvinyl Alcohol and Potassium Carbonate. (S. Nimbalkar, Ed.) *Advances in Civil Engineering, 2019*, 1- 13.
 15. Garcia, I. J. (2015). *Diseño de Estructuras de Concreto Armado.* Lima - Perú: MACRO EIRL.
 16. Garibay, S. A. (2014). Tipos de suelos características tacto visuales. En *Geología y Geotécnica.*
 17. GEOSUPORT, J. F. (2013). geotecnia, reconocimientos, ensayos de laboratorio y mecánica de suelos en general. *estudios geotecnicos .*
 18. Gutiérrez, A. (15 de 11 de 2016). *construccion en acero.* Recuperado el 26 de mayo de 2021, de <http://www.construccionenacero.com/comment/236>
 19. Higuera, C., Gómez, J., & Pardo, O. (2016). Caracterización de un suelo arcilloso tratado con hidróxido de calcio. *Revista Facultad de Ingeniería, 21(32)*, 21-40.
 20. Hurtado, D. I. (2010). *Diseño de Cimentaciones.* Fondo Editorial ICG.
 21. *Ingeniería Civil y Transporte.* (19 de octubre de 2020). Obtenido de Structuralia: <https://blog.structuralia.com/cimentacion>
 22. Instituto Nacional de Calidad. (1999). *Norma Técnica Peruana 339.128 - Análisis Granulométrico.* Lima: INACAL.
 23. JBO Ingenieros Consultores SAC. (12 de juliio de 2013). *SlideShare.* Obtenido de <https://es.slideshare.net/flores7982/ensayo-triaxial-24183760>
 24. Juárez, B., & Rico, R. (2010). *Mecánica de Suelos.* México: Limusa.

25. Junco del Pino, J. M. (2013). Consideraciones acerca de la actividad de las arcillas en la estabilización de suelos con sales. *Vol.7(3)*.
26. Loconi, W. F. (2016). *PROCTOR ESTANDAR*. Australia: pdfcoffee.com.
27. Lopez, J. (2018). *Diseño óptimo de redes de distribución de agua potable utilizando el método evolución diferencial*. Tesis de titulación, Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Estudios Superiores Aragón, Nezahualcóyotl.
28. Manoochehr, F.-M., & Mohammad, T. (14 de Diciembre de 2019). Effect of Lime and Rice Husk Ash on Horizontal Saturated Hydraulic Conductivity of Sandy Loam Soils. *Geotech Geol Eng*, 1-11.
29. Marcelo, C. R. (2012). *Mecánica de Suelos*. WH Editores.
30. Ministerio de Transporte y Comunicaciones. (2017). *Reglamento Nacional de Edificaciones*. lima: Megabite.
31. Montejo, A. (2002). *Ingeniería de Pavimentos para Carreteras*. Bogotá: Universidad Católica de Colombia.
32. Néstor Julián Poveda Ciceris, H. M. (2019). *CORRELACIÓN ENTRE LA RESISTENCIA AL CORTE EN SUELOS COHESIVOS ii*. Obtenido de https://ciencia.lasalle.edu.co/cgi/viewcontent.cgi?article=1556&context=ing_civil
33. Nij, J. (2009). *Guía práctica para el cálculo de capacidad de carga en cimentaciones superficiales, losas de cimentación, pilotes y pilas perforadas*. Universidad de San Carlos de Guatemala .
34. Ordoñez, O., & Castro, D. (2016). *Análisis de estabilización de suelos con lodos poliméricos biodegradables para construcción de pantallas preexcavadas en suelos con presencia de arenas*. Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Bogotá: UDFJC.
35. Periche, P. (2018). *Obtención del ángulo de fricción interna mediante curvas granulométricas como alternativa al ensayo de corte directo, distrito Puerto Eten, Chiclayo. 2018*. Universidad César Vallejo.
36. Quispe, J., & Mamani, F. (2017). *Estudio de Suelos para Cimentaciones de Edificaciones en la Zona de Alto Locumba del Distrito de Locumba – Provincia Jorge Basadre, Departamento de Tacna*. Universidad Privada de Tacna.

37. Raffino, M. (18 de Junio de 2020). *Suelo*. Obtenido de <https://concepto.de/suelo/>
38. Ravines, M. A. (2010). *Pruebas con un producto enzimático como agente estabilizador de suelos para carreteras*. Universidad de Piura, Piura. Piura: UDEP. Obtenido de https://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/11042/1354/ICI_185.pdf?sequence=1&isAllowed=y
39. Rodas, L. (1976). *Mecánica de suelos aplicada a pavimentos*. Caracas.
40. Rodas, R. (1958). *Carreteras, Calles y Aeropistas*. Buenos Aires - Argentina: Editorial e Inmobiliaria Florida.
41. Rodriguez, B. R. (2010). *Mecánica de Suelos*. Mexico D.F.: LIMUSA S.A.
42. Sower, G. (1977). *Introducción a la mecánica de suelos y cimentaciones*. Editorial Pueblo y Educación.
43. Ulate, A. (2017). Estabilización de suelos y materiales granulares en caminos de bajo volumen de tránsito, empleando productos no tradicionales. *Revista PITRA-LanammeUCR*, 8(2).
44. Villalaz, C. C. (2004). *Mecánica de suelos y cimentaciones*. Monterrey: México.

ANEXOS

Anexo 1: Matriz de Operacionalización de Variables.

OPERACIONALIZACION DE VARIABLES					
TITULO	Mejoramiento del Suelo de Fundación para Cimentaciones Superficiales Mediante la Determinación de los Parámetros de Resistencia Jaén - Cajamarca 2021				
VARIABLE DEPENDIENTE	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE DIMENSIÓN
DETERMINACION DE PARAMETROS DE RESISTENCIA	La resistencia al corte del suelo depende de su naturaleza, estructura, enlaces, nivel de deformaciones, etc., así como, muy especialmente, de su estado tensional y de la presión del fluido que rellena sus poros (agua o agua y aire) (Pedrero, 8)	La resistencia al corte determina el ángulo de fricción. El criterio de rotura en suelos más difundido deriva del propuesto por Coulomb, que relaciona tensiones efectivas normales y tensiones tangenciales actuando en cualquier plano del suelo. RNE (0.50)	RESISTENCIA AL CORTE	ANGULO DE FRICCION	INTERVALO
				COHESIÓN	
				Esfuerzo Total	
			MATERIALES	ARENA	Kg
CEMENTO					
VARIABLE INDEPENDIENTE	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE DIMENSIÓN
MEJORAMIENTO DE SUELOS ARCILLOSOS	Según Capote menciona que los suelos que estarán sometidos a fuerzas de carga se comportarán dependiendo de su densidad y su relación de agua y aire en el material.(baoin, 8)	La carga por área unitaria de la cimentación bajo la cual ocurre la falla por corte en el suelo se llama capacidad de carga última y El grado de saturación es la relación del volumen de agua en los espacios vacíos entre el volumen de vacíos que en general se expresa como porcentaje %” (Das, 2001, p, 133). RNE (0.50)	RESISTENCIA MECANICA	Compresión no Confinada	INTERVALO, mm, kg/cm2
				Corte Directo.	
			Asentamiento	Ensayo de Consolidación.	mm
			DENSIDAD	Proctor	kg/cm2

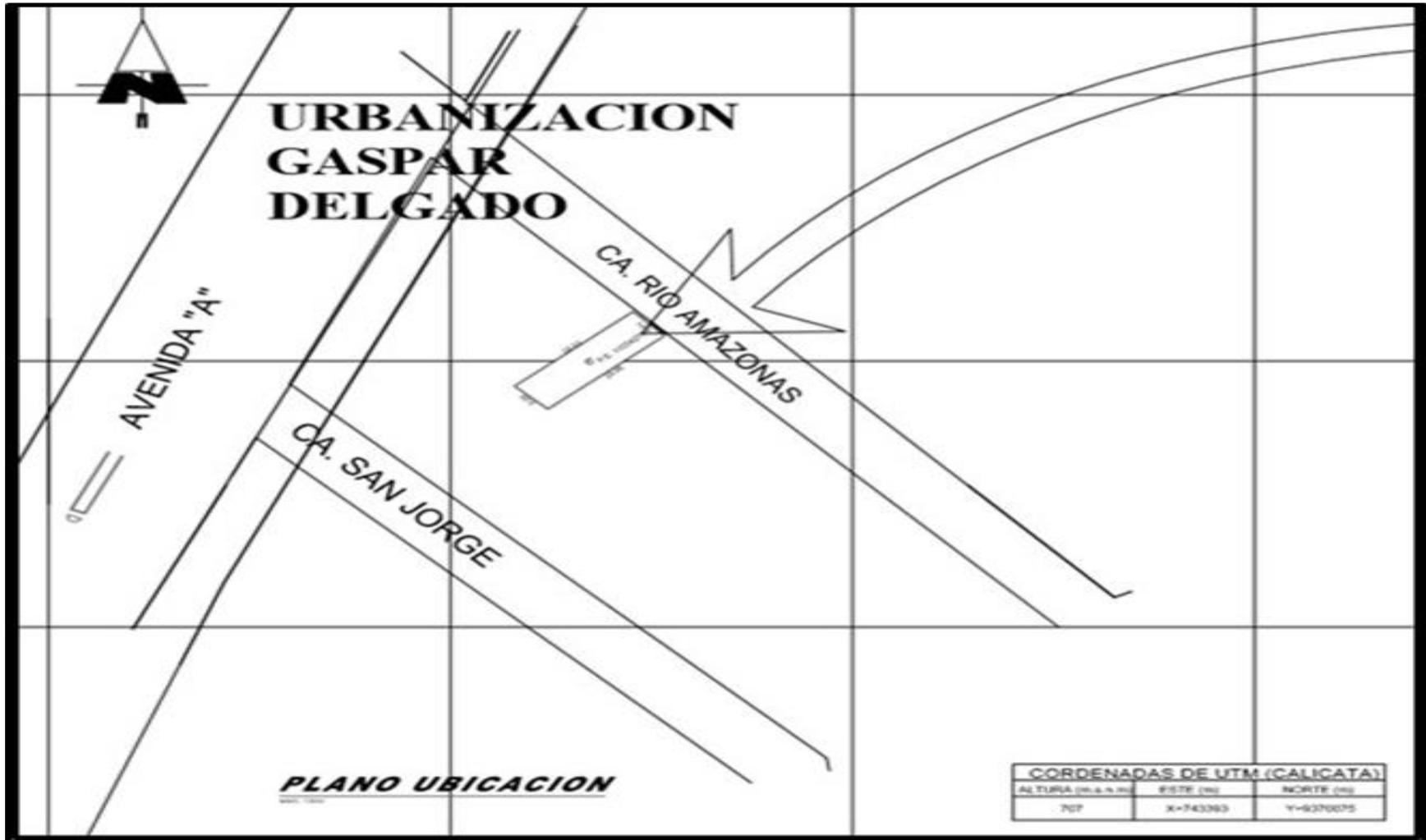
			Contenido de Humedad	%
			Cono de arena	kg/cm2

MATRIZ DE CONSISTENCIA

TITULO:						
Mejoramiento del Suelo de Fundación para Cimentaciones Superficiales Mediante la Determinación de los Parámetros de Resistencia Jaén - Cajamarca 2021						
PROBLEMA	OBJETIVOS	VARIABLES E INDICADORES				METODOLOGIA
Problema general	Objetivo general	Variable independiente	Dimensiones	Indicadores	Escala de medición	TIPO DE ESTUDIO: APLICADA
¿Cómo podemos mejorar el suelo arcilloso utilizando arena - cemento para lograr buena resistencia al esfuerzo de corte para diseñar cimentaciones superficiales de vivienda?	Mejoramiento de suelo arcilloso con arena - cemento para determinar la resistencia al esfuerzo de corte para cimentaciones superficiales en Jaén Cajamarca.	MEJORMIENTO DE SUELOS ARCILLOS.	RESISTENCIA MECANICA	ANGULO DE FRICCION	Kg/cm2	DISEÑO DE INVESTIGACION: N O EXPERIMENTAL.
				COHESION		
				ESFUERZO TOTAL		
			MATERIALES	cemento	kg	
				ARENA		
				CEMENTO		
PROBLEMAS ESPECIFICOS	Objetivos específicos	Variable dependiente	Dimensiones	Indicadores	Escala de medición	Enfoque: Cuantitativo
P.E.1: ¿Cómo podemos determinar la expansibilidad y contracción en suelos arcillosos evaluando los límites de consistencia?	O.E.1:determinacion de la expansibilidad y contracción en suelos arcillosos evaluando los límites de consistencia.	PARAMETROS DE RESISRENCIA UTILIZANDO ARENA - CEMENTO	RESISTENCIA MECANICA.	*Excelente *Muy bueno *Bueno *Aceptable * Pobre *Muy pobre	INTERVALO.	escala de ideomamatica de valor de acuerdo a la razón
P.E.2: ¿Cómo podemos determinar el óptimo contenido de arena - cemento para estabilizar adecuadamente el suelo arcilloso?	O.E.2:determinar el óptimo contenido de arena - cemento para estabilizar adecuadamente el suelo arcilloso.		ASENTAMIENTO.	PRUEBA DE CARGA *COMPRESION NO CONFINADA *CORTE DIRECTO *ENSAYO DE	Angulo de fricción INTERVALO. Milímetros kg/cm2	razón

<p>P.E.3: ¿Cómo podemos compactar adecuadamente el suelo para determinar la cohesión y el Angulo de fricción interna?</p>	<p>O.E.3:determinar la compactación adecuada del suelo para determinar la cohesión y el Angulo de fricción interna.</p>		<p>DENSIDAD.</p>	<p>CONSOLIDACION /PROCTOR.</p>		
---	---	--	------------------	--------------------------------	--	--

Anexo 2: Plano de Ubicación del proyecto.





ANEXO 4: PANEL FOTOGRÁFICO



Anexo – figura N° 01 Realizando Excavación en Terreno para Realizar Dichos Estudios.

Fuente: elaboración propia.



Anexo – Figura N° 02 Excavación de Calicata en un Área de 1m² x 2m de Profundidad.

Fuente: Elaboración Propia.



Anexo - figura N° 03 Extracciones de Muestras Alteradas e Inalteradas.
Fuente: Elaboración Propia.



Anexo - figura N° 04 Realizamos Muestras para el Contenido de Humedad.
Fuente: Elaboración Propia.



Anexo - Figura N° 05 Colocación de Respectivas Muestras al Horno a una Temperatura de 110 Grados por un Promedio de 24 Horas Como Especifica la Norma.

Fuente: Elaboración Propia.



Anexo - Figura N° 06 Cuarteo de muestra.

Fuente: Elaboración Propia.



**Anexo - Figura N° 07 En La Tamizadora Motorizada Hacemos el Procedimiento, la Cual su Movimiento Orbital Facilita la Gradación ya que Dicha Muestra son Separadas por Tamices.
Fuente: Elaboración Propia.**



**Anexo - figura N° 08 Peso Granulométrico de cada Muestra Retenido en Cada Tamiz.
Fuente: Elaboración Propia.**



Anexo - figura N° 09 Límites de Consistencia, Mezcla de Suelo Natural Arcilla, Material Granular (Arena) y Aditivo (Cemento).
Fuente: Elaboración Propia.



Anexo - figura N° 10 Ensayo del límite líquido, la Copa de Casa Grande, se Coloca en la Cuchara una Porción de Suelo; en el Punto de Mayor Altura Debe Tener un Espesor de 10 mm.
Fuente: Elaboración Propia.



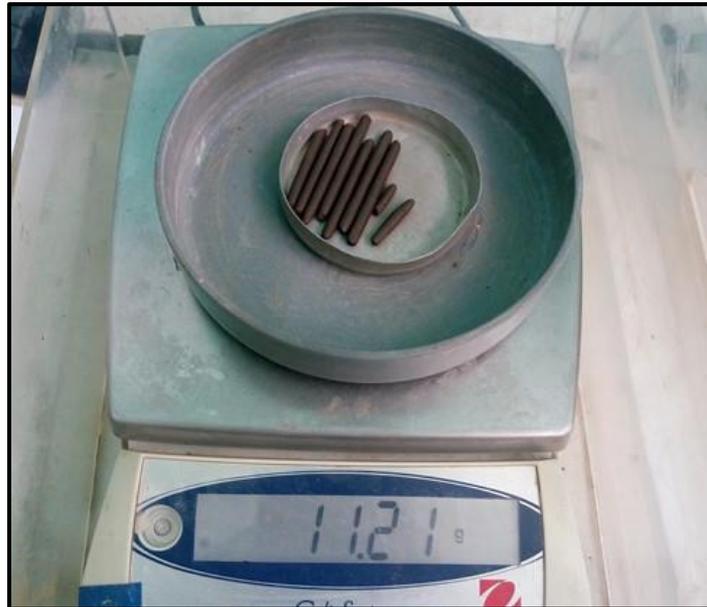
Anexo - figura N° 11 Se Retira la Porción de la Pasta, con un Peso Aproximado de 10 gr de la Parte donde se Produjo la Unión, a Continuación, Anotamos los Datos en la Planilla.

Fuente: Elaboración Propia.



Anexo - figura N° 12 Límites Plástico, se Amasa una Pequeña Cantidad de Suelo Mojado Entre las Palmas de las Manos hasta Formar una Tira Larga Parecida a un Cordón de 3mm de Espesor.

Fuente: Elaboración Propia.



Anexo - Figura N° 13 Peso de los palitos de Limite Plástico.

Fuente: Elaboración Propia.



Anexo - Figura N° 14 Mezcla de Cemento y Arena, la Mezcla se hace con un Porcentaje de Suelo Natural Arcilla más Aditivo Cemento con el 5% y la Mezcla de Suelo Natural más Material Granular Arena con el 30%.

Fuente: Elaboración Propia.



Anexo figura N°15 Muestras con Arena y Cemento.

Fuente: Elaboración Propia.

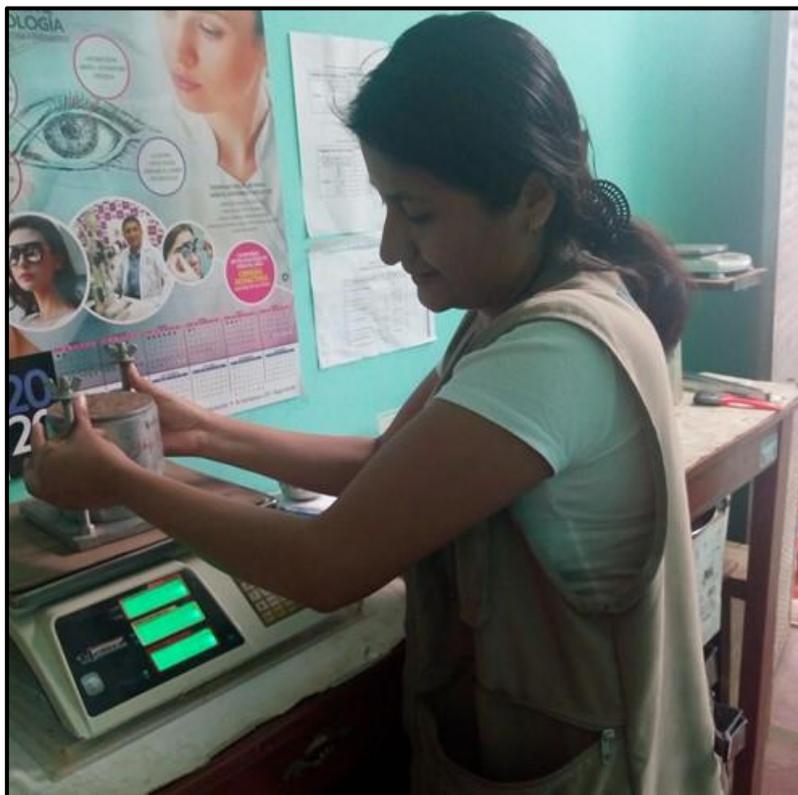


Anexo - Figura N° 16 Mezcla de Suelo Natural, Arena y Agua para Proctor Estándar.

Fuente: Elaboración Propia.



Anexo - Figura N° 17 Compactaciones de Proctor Estándar, se Hace la Compactación de 5 Capas con 56 glp.
Fuente: Elaboración Propia.



Anexo - Figura N°18 Peso de la Muestras, Respectivamente se Pesa y se Anota en la Planilla de Datos.
Fuente: elaboración propia.



Anexo - Figura N°19 Muestras de los moldes de Compactación de Suelo Natural, Cemento + Arena
Fuente: Elaboración Propia.



Anexo - Figura N° 20 Corte de Muestra, en este Caso Utilizamos un Molde de 36cm² para hacer el Corte de Muestra.
Fuente: Elaboración Propia.



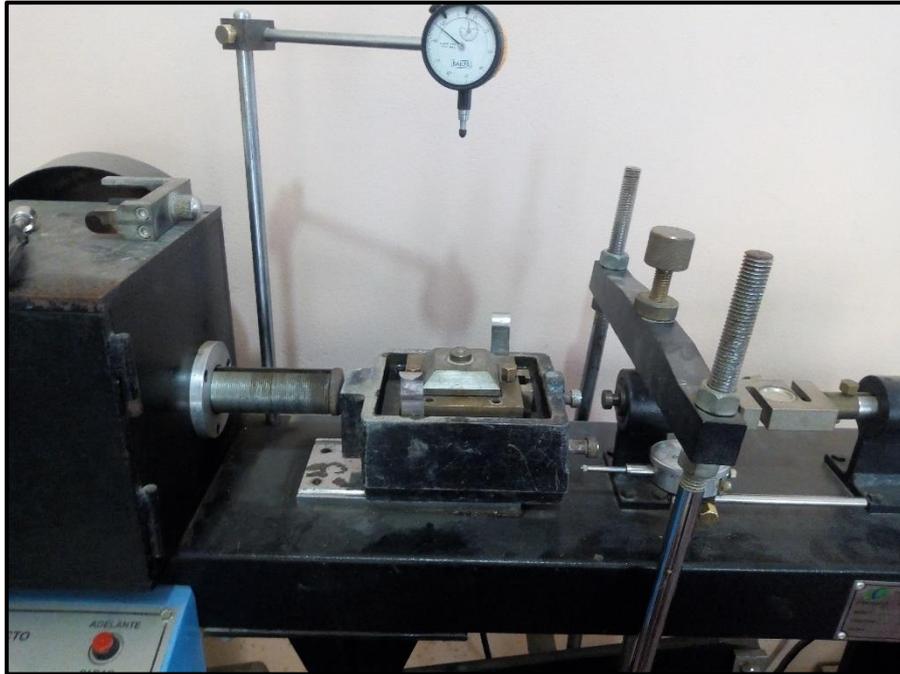
Anexo - Figura N°21 Se extrae la Muestra Cuidadosamente para Hacer el Siguiente Procedimiento.
Fuente: Elaboración Propia.



Anexo - Figura N° 22 Se Pesa la Muestra que se Extrae de la Caja de Corte.
Fuente: elaboración propia.



Anexo - figura N° 23 Las Muestras Drenadas se Coloca en las Cajas de Corte Echas de Acero Inoxidable.
Fuente: Elaboración propia.



Anexo - figura N° 24 Se Coloca en la Máquina de Corte Directo, para Realizar los Cálculos de Corte Directo.
Fuente: Elaboración propia.



Anexo - figura N°25 Se Aplica la Carga Vertical y se Coloca el Dial para Determinar el Desplazamiento se debe Incluir el peso del Pistón de Carga y la Mitad de la Caja Superior de las Cargas Verticales.
Fuente: Elaboración Propia.



Anexo - figura N°26 Recolección de datos del ensayo de corte directo
Fuente: Elaboración Propia.

ENSAYOS DE MECANICA DE SUELOS

**PROYECTO: MEJORAMIENTO DEL SUELO DE FUNDACIÓN PARA
CIMENTACIONES SUPERFICIALES MEDIANTE LA DETERMINACIÓN DE
LOS PARÁMETROS DE RESISTENCIA JAÉN - CAJAMARCA 2021**

**SOLICITADO POR:
BACH. ANALY JOSEFA LOPEZ CHANTA
DEYSI TORRES VERA**

ELABORADO POR:



JAEN, MAYO DEL 2021

CUADRO G-01

RESUMEN DE RESULTADOS DE LABORATORIO

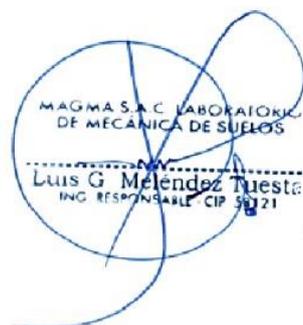
SOLICITA: BACH: ANALY JOSEFA LOPEZ CHANTA Y DESYSI TORRES VERA

PROYECTO: MEJORAMIENTO DEL SUELO DE FUNDACIÓN PARA CIMENTACIONES SUPERFICIALES
MEDIANTE LA DETERMINACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE RESISTENCIA JAÉN - CAJAMARCA 2021

UBICACIÓN: CALLE RIO AMAZONAS – URB GASPAR DELGADO JAÉN CAJAMARCA.

FECHA: MAYO DEL 2021

CALICATA	MUESTRA	Granulometría (%) < 3"			Límites de Atterberg			Proctor Modificado		Ang. Fricc. (°)	Cohesión (Kg/cm ²)	Clasificación	
		Grava	Arena	Finos	LL	LP	IP	OCH (%)	MDS (gr/cm ³)			SUCS	AASHTO
C-01- M-01	ARCILLA	0.00	21.22	78.78	43.17	20.38	22.79	16.88	1.73	17.26	0.169	CL	A - 7 - 6 (18)
C-01- M-01	MEZCLA ARCILLA Y 30% ARENA	0.00	43.55	56.45	34.91	18.04	16.87	11.74	1.87	27.19	0.011	CL	A - 6 (7)
C-01- M-01	MEZCLA CEMENTO Y ARCILLA	0.00	21.00	79.00	43.23	31.55	11.68	15.63	1.75	25.89	0.678	CL	A - 7 - 5 (11)



MAGMA S.A.C. LABORATORIO
DE MECÁNICA DE SUELOS
Luis G. Melendez Tuesta
ING. RESPONSABLE CIP 58221

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO
NORMA ASTM D-422 – MTC E 204

RESUMEN DE RESULTADOS DE LABORATORIO

SOLICITA: BACH: ANALY JOSEFA LÓPEZ CHANTA Y DESYSI TORRES VERA

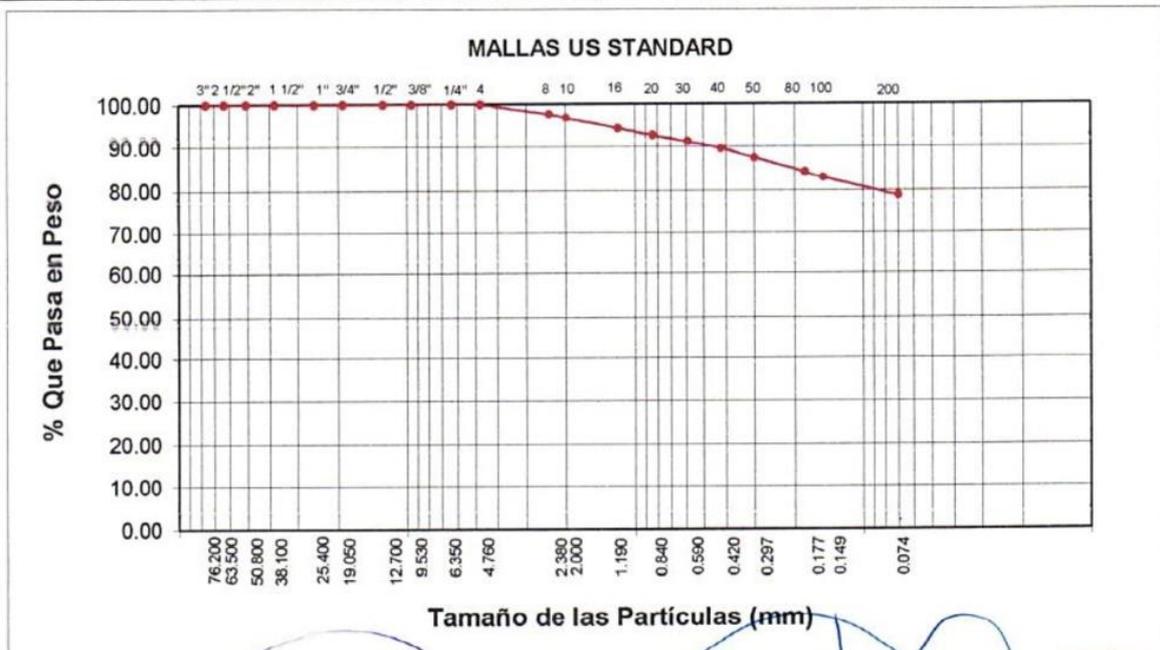
PROYECTO: MEJORAMIENTO DEL SUELO DE FUNDACIÓN PARA CIMENTACIONES SUPERFICIALES MEDIANTE LA DETERMINACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE RESISTENCIA JAÉN - CAJAMARCA 2021

UBICACIÓN: CALLE RIO AMAZONAS – URB GASPAR DELGADO JAÉN CAJAMARCA.

FECHA: MAYO DEL 2021

CALICATA Nº C-01 MUESTRA Nº: M - 01

Abertura Malla		Peso Retenido	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa	Especificaciones	CLASIFICACION SUCS
Pulg.	mm.						
3"	76.20						
2 1/2"	63.50						CL, arcillas inorgánicas de mediana plasticidad.
2"	50.80						
1 1/2"	38.10						
1"	25.40					L.L. : 43.17	
3/4"	19.05						L.P. : 20.38
1/2"	12.70						I.P. : 22.79
3/8"	9.53						CLASIFICACION
1/4"	6.35						AASHTO : A - 7 - 6 (18)
Nº 04	4.76				100.00		
Nº 08	2.38	11.25	2.25	2.25	97.75		
Nº 10	2.00	4.15	0.83	3.08	96.92		
Nº 16	1.19	12.35	2.47	5.55	94.45		OBSERVACIONES:
Nº 20	0.84	8.16	1.63	7.18	92.82		
Nº 30	0.59	7.55	1.51	8.69	91.31		
Nº 40	0.42	8.20	1.64	10.33	89.67		
Nº 50	0.30	10.93	2.19	12.52	87.48		
Nº 80	0.18	16.17	3.23	15.75	84.25		
Nº 100	0.15	6.35	1.27	17.02	82.98		
Nº 200	0.07	21.00	4.20	21.22	78.78		
<Nº 200		393.89	78.78	100.00	0.00		
Peso Inicial		500.00					



MAGMA S.A.C. - LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

JUANITO H. SOBERÓN HERRERA
 TÉCNICO LABORATORISTA

MAGMA S.A.C. LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

Luis G. Meléndez Tuesta
 ING. RESPONSABLE ZIP 58121

LIMITES DE ATTERBERG
NORMA MTC-E-111

SOLICITA: BACH: ANALY JOSEFA LOPEZ CHANTA Y DESYSI TORRES VERA

PROYECTO: MEJORAMIENTO DEL SUELO DE FUNDACIÓN PARA CIMENTACIONES SUPERFICIALES MEDIANTE LA DETERMINACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE RESISTENCIA JAÉN - CAJAMARCA 2021

UBICACIÓN: CALLE RIO AMAZONAS – URB GASPAR DELGADO JAÉN CAJAMARCA.

MUESTRA: ARCILLA

FECHA: MAYO DEL 2021

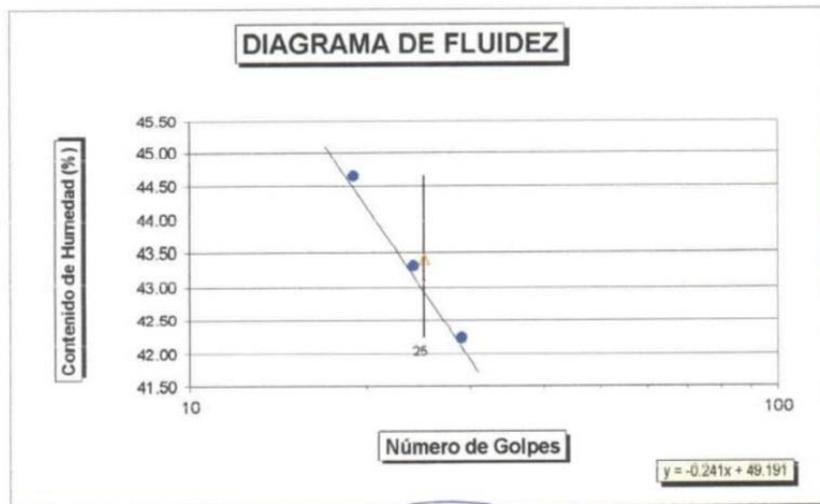
LIMITE LIQUIDO

	N° DE MUESTRA :		M-01	N° DE MUESTRA :		---
	PROFUNDIDAD :			PROFUNDIDAD :		---
- Ensayo N°						
- N° de Golpes	29	24	19			
- Recipiente N°	40	41	3			
- Peso Suelo Húmedo + Tara (g)	22.36	25.87	29.36			
- Peso Suelo Seco + Tara (g)	17.67	20.04	22.33			
- Tara (g)	6.57	6.58	6.59			
- Peso del Agua (g)	4.69	5.83	7.03			
- Peso del Suelo Seco (g)	11.10	13.46	15.74			
- Contenido de agua (%)	42.25	43.31	44.66			

LIMITE PLASTICO

	N° DE MUESTRA :		M-01	N° DE MUESTRA :		---
	PROFUNDIDAD :			PROFUNDIDAD :		---
- Ensayo N°						
- Recipiente N°	7					
- Peso Suelo Húmedo + Tara (g)	11.21					
- Peso Suelo Seco + Tara (g)	10.46					
- Tara (g)	6.78					
- Peso del Agua (g)	0.75					
- Peso del Suelo Seco (g)	3.68					
- Contenido de agua (%)	20.38					

DIAGRAMA DE FLUIDEZ



MUESTRA N°	
M - 02	---
L.L.	43.17
L.P.L.	20.38
I.P.	22.79

CLASIFICACION SUGS	

CLASIFICACION AASHTO	

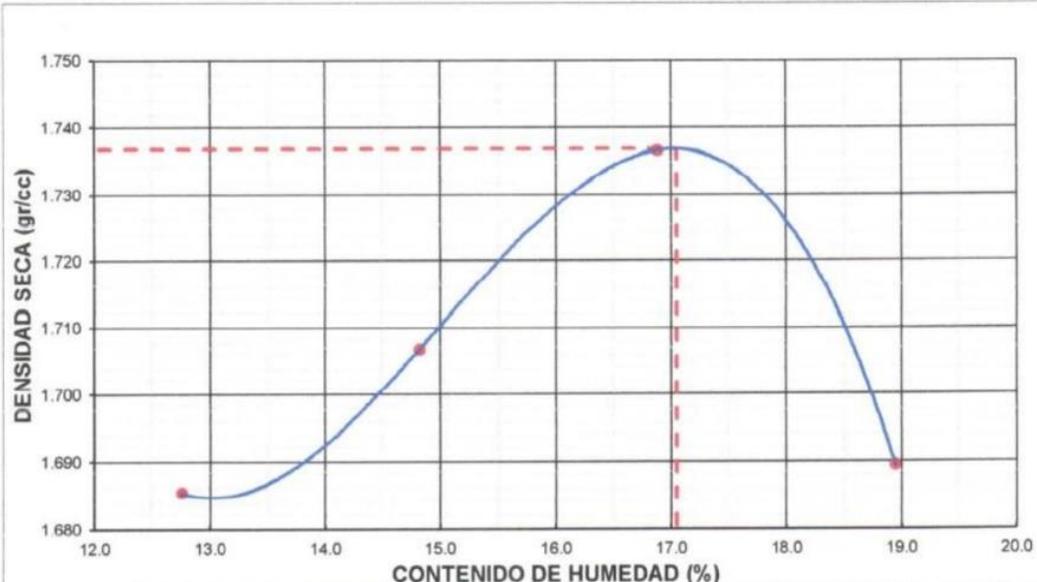
Observaciones :

MAGMA S.A.C. - LABORATORIO
DE MECÁNICA DE SUELOS

JUANITO H. SOBERÓN HERRERA
TECNICO LABORATORISTA

MAGMA S.A.C. LABORATORIO
DE MECÁNICA DE SUELOS

Luis G. Meléndez Tuesta
ING. RESPONSABLE CIP 48172

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS							
RELACION DENSIDAD/HUMEDAD (PROCTOR)							
(MTC E-115, E 116 / ASTM D-1557, D 698 / AASHTO T-180)							
SOLICITA: BACH: ANALY JOSEFA LOPEZ CHANTA Y DESYSI TORRES VERA							
PROYECTO: MEJORAMIENTO DEL SUELO DE FUNDACIÓN PARA CIMENTACIONES SUPERFICIALES MEDIANTE LA DETERMINACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE RESISTENCIA JAÉN - CAJAMARCA 2021							
UBICACIÓN: CALLE RIO AMAZONAS – URB GASPAR DELGADO JAÉN CAJAMARCA.							
MATERIAL: ARCILLA				ELABORADO POR: JUANITO H. SOBERON H.			
FECHA: MAYO DEL 2021				REVISADO POR: ING. LUIS MELENDEZ T			
DATOS DE LA MUESTRA							
Muestra N° 1	Diámetro Molde	4"	Volumen Molde	943	m3.	N° de capas	5
	Método	A	Peso Molde	3808	gr.	N° de golpes	56Glp.
ENSAYOS N°		1	2	3	4		
Peso Suelo + Molde		gr. 5,600	5,656	5,722	5,703		
Peso Suelo Humedo Compactado		gr. 1,792	1,848	1,914	1,895		
Peso Volumetrico Humedo		gr. 1,900	1,960	2,030	2,010		
Recipiente Numero		67	68	69	70		
Peso Suelo Humedo + Tara		gr. 87.32	87.22	87.78	87.93		
Peso Suelo Seco + Tara		gr. 79.29	77.95	77.47	76.51		
Peso de la Tara		gr. 16.33	15.40	16.39	16.22		
Peso del agua		gr. 8.03	9.27	10.31	11.42		
Peso del Suelo Seco		gr. 62.96	62.55	61.08	60.29		
Contenido de agua		% 12.75	14.82	16.88	18.94		
Densidad Seca del Suelo		gr/cc 1.685	1.707	1.737	1.690		
RESULTADOS							
Densidad Máxima Seca		1.737	(gr/cm3)	Humedad óptima		17.05	
RELACION HUMEDAD - DENSIDAD SECA							
							
OBSERVACIONES:							

MAGMA S.A.C. - LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

JUANITO H. SOBERÓN HERRERA
TÉCNICO LABORATORISTA

MAGMA S.A.C. LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

Luis G. Meléndez Tuesta
ING. RESPONSABLE CIP 58121

SOLICITA: BACH: ANALY JOSEFA LOPEZ CHANTA Y DESYSI TORRES VERA

PROYECTO: MEJORAMIENTO DEL SUELO DE FUNDACIÓN PARA CIMENTACIONES SUPERFICIALES MEDIANTE LA DETERMINACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE RESISTENCIA JAÉN - CAJAMARCA 2021

UBICACIÓN: CALLE RIO AMAZONAS – URB GASPAR DELGADO JAÉN CAJAMARCA.

ESTRUCTURA: CIMENTACION

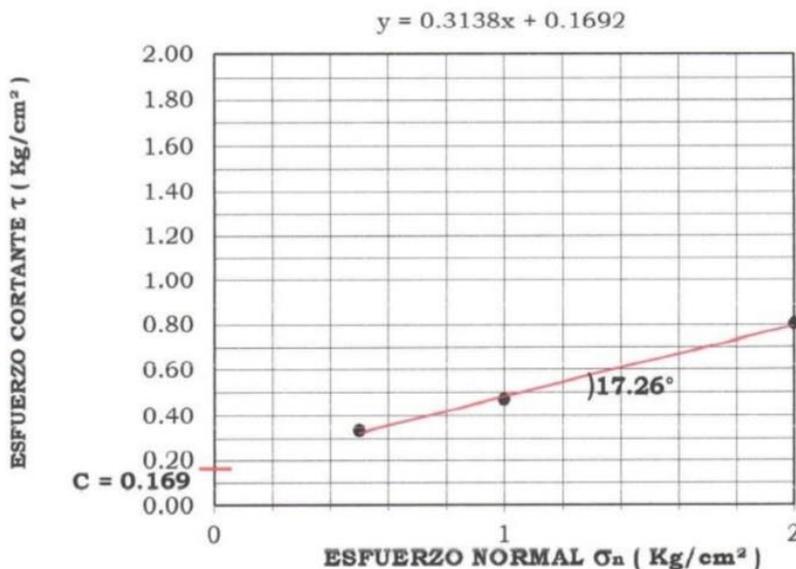
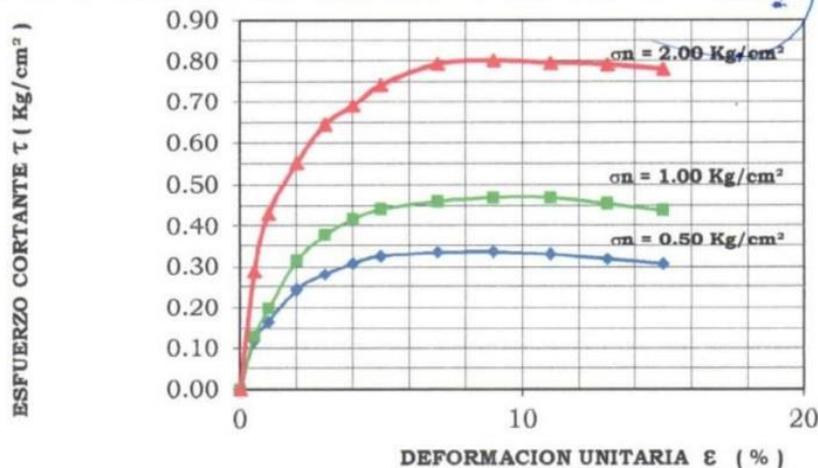
sondaje: c-01

MUESTRA: Mib -01 profundidad 2.00

FECHA: MAYO DEL 2021

Angulo de fricción interna del suelo : 17.26 °
Cohesión Aparente del suelo : 0.169 Kg/cm²
Densidad Seca Promedio ($\gamma_d < N^{\circ}4$) : 1.55 gr/cm³
Humedad Natural (ω) : 25.02 %

Ing. Luis G. Meléndez Tuesta



Observación: Mib.- Muestra Inalterada.

MAGMA S.A.C. - LABORATORIO
DE MECÁNICA DE SUELOS
JUANITO H. SOBERÓN HERRERA
TÉCNICO LABORATORISTA

MAGMA S.A.C. LABORATORIO
DE MECÁNICA DE SUELOS
Luis G. Meléndez Tuesta
ING RESPONSABLE - CIP 58121

SOLICITA: BACH: ANALY JOSEFA LOPEZ CHANTA Y DESYSI TORRES VERA

PROYECTO: MEJORAMIENTO DEL SUELO DE FUNDACIÓN PARA CIMENTACIONES SUPERFICIALES MEDIANTE LA DETERMINACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE RESISTENCIA JAÉN - CAJAMARCA 2021

UBICACIÓN: CALLE RIO AMAZONAS – URB GASPAR DELGADO JAÉN CAJAMARCA.

ESTRUCTURA: CIMENTACION

sondaje: c-01

MUESTRA: Mib -01

profundidad: 2.00m

FECHA: MAYO DEL 2021

ENSAYO DE CORTE DIRECTO (ASTM D-3080)

Especimen	A	B	C
Lado (cm)	6.00	6.00	6.00
Altura (cm)	2.10	2.10	2.10
Densidad Seca (gr/cm ³)	1.55	1.55	1.55
Humedad Inicial (%)	25.02	25.02	25.02
Humedad de Saturación (%)	29.18	28.06	26.13
Esfuerzo Normal (Kg/cm ²)	0.50	1.00	2.00

Deformación Unitaria (ε : %)	Esfuerzo Cortante (Kg/cm ²)		
0.5	0.12	0.13	0.29
1.0	0.17	0.20	0.30
2.0	0.25	0.31	0.55
3.0	0.28	0.38	0.65
4.0	0.31	0.42	0.69
5.0	0.33	0.44	0.74
7.0	0.33	0.46	0.79
9.0	0.34	0.47	0.80
11.0	0.33	0.47	0.80
13.0	0.32	0.45	0.79
15.0	0.31	0.44	0.78

Angulo de Fricción Interna del Suelo (°) **17.26**

Cohesión Aparente del Suelo (Kg/cm²) **0.169**

Realizado por : Tco. Juanito H. Soberón H.

Revisado por : Ing. Luis G. Meléndez T.

MAGMA S.A.C. - LABORATORIO
DE MECÁNICA DE SUELOS

JUANITO H. SOBERÓN HERRERA
TÉCNICO LABORATORISTA

MAGMA S.A.C. LABORATORIO
DE MECÁNICA DE SUELOS

Luis G. Meléndez Tuesta
ING. RESPONSABLE / CIP 58121

SOLICITA: BACH: ANALY JOSEFA LOPEZ CHANTA Y DESYSI TORRES VERA

PROYECTO: MEJORAMIENTO DEL SUELO DE FUNDACIÓN PARA CIMENTACIONES SUPERFICIALES MEDIANTE LA DETERMINACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE RESISTENCIA JAÉN - CAJAMARCA 2021

UBICACIÓN: CALLE RIO AMAZONAS – URB GASPAR DELGADO JAÉN CAJAMARCA.

ESTRUCTURA: CIMENTACION

sondaje: c-01

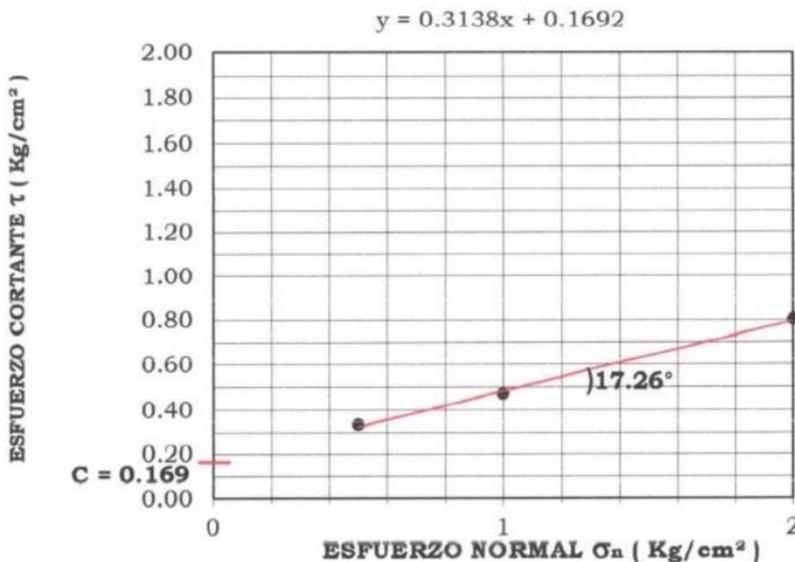
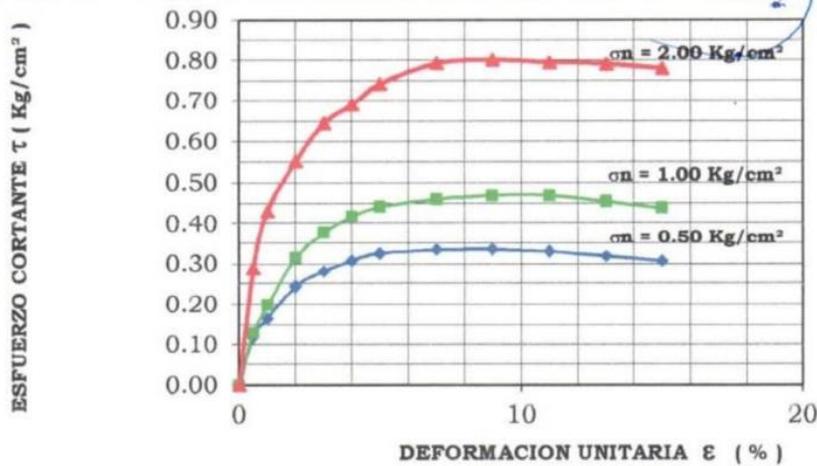
MUESTRA: Mib -01

profundidad: 2.00m

FECHA: MAYO DEL 2021

Angulo de fricción interna del suelo : 17.26 °
Cohesión Aparente del suelo : 0.169 Kg/cm²
Densidad Seca Promedio ($\gamma_d < N^{\circ}4$) : 1.55 gr/cm³
Humedad Natural (ω) : 25.02 %

Ing. Luis G. Meléndez Tuesta



Observación: Mib.- Muestra Inalterada.

MAGMA S.A.C. - LABORATORIO
DE MECÁNICA DE SUELOS
JUANITO H. SOBERÓN HERRERA
TÉCNICO LABORATORISTA

MAGMA S.A.C. LABORATORIO
DE MECÁNICA DE SUELOS
Luis G. Meléndez Tuesta
ING RESPONSABLE - CIP 58121

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO
NORMA ASTM - D 422 - MTC E 204

SOLICITA: BACH: ANALY JOSEFA LOPEZ CHANTA Y DESYSI TORRES VERA

PROYECTO: MEJORAMIENTO DEL SUELO DE FUNDACIÓN PARA CIMENTACIONES SUPERFICIALES
MEDIANTE LA DETERMINACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE RESISTENCIA JAÉN - CAJAMARCA 2021

UBICACIÓN: CALLE RIO AMAZONAS – URB GASPAR DELGADO JAÉN CAJAMARCA.

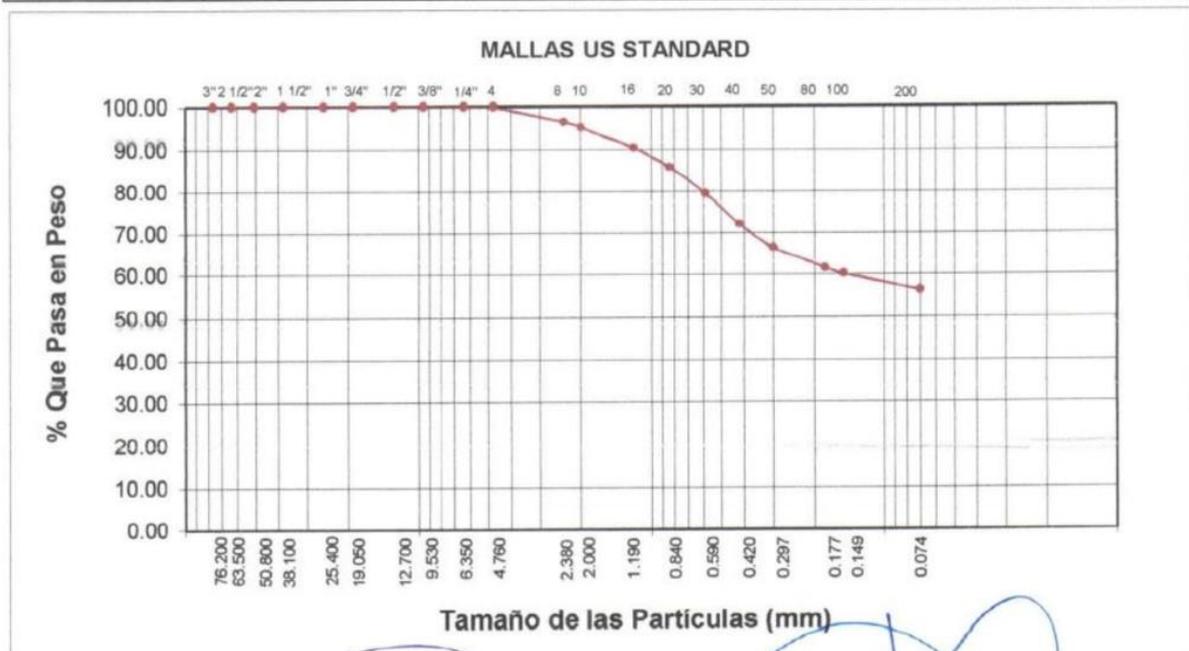
MUESTRA: MEZCLA ARCILLA Y 30% ARENA

FECHA: MAYO DEL 2021

CALICATA N° C-01

MUESTRA N°: M - 01

Abertura Malla Pulg.	mm.	Peso Retenido	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa	Especificaciones	CLASIFICACION SUCS
2 1/2"	63.50						CL, arcillas inorgánicas de mediana plasticidad.
2"	50.80						
1 1/2"	38.10						
1"	25.40						
3/4"	19.05						L.L. : 34.91
1/2"	12.70						L.P. : 18.04
3/8"	9.53						I.P. : 16.87
1/4"	6.35						CLASIFICACION
N° 04	4.76				100.00		AASHTO : A - 6 (7)
N° 08	2.38	17.25	3.45	3.45	96.55		
N° 10	2.00	6.57	1.31	4.76	95.24		
N° 16	1.19	24.19	4.84	9.60	90.40		OBSERVACIONES:
N° 20	0.84	23.15	4.63	14.23	85.77		
N° 30	0.59	31.02	6.20	20.44	79.56		
N° 40	0.42	36.90	7.38	27.82	72.18		
N° 50	0.30	28.15	5.63	33.45	66.55		
N° 80	0.18	24.95	4.99	38.44	61.56		
N° 100	0.15	6.63	1.33	39.76	60.24		
N° 200	0.07	18.92	3.78	43.55	56.45		
<N° 200		282.27	56.45	100.00	0.00		
Peso Inicial		500.00					



MAGMA S.A.C. - LABORATORIO
DE MECÁNICA DE SUELOS

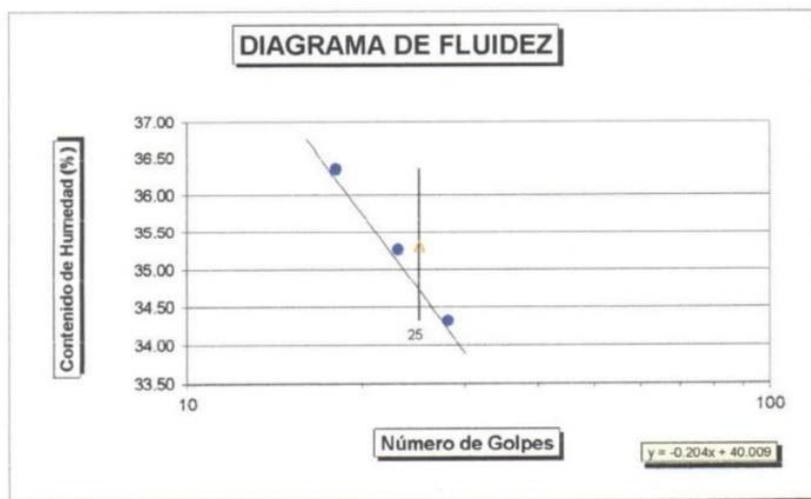
JUANITO H. SOBERÓN HERRERA
TECNICO LABORATORISTA

MAGMA S.A.C. LABORATORIO
DE MECÁNICA DE SUELOS

LUIS G. Meléndez Tuesta
ING. RESPONSABLE - CIP 58177

LIMITES DE ATTERBERG					
NORMA MTC E 110 - E 111					
SOLICITA: BACH: ANALY JOSEFA LOPEZ CHANTA Y DESYSI TORRES VERA					
PROYECTO: MEJORAMIENTO DEL SUELO DE FUNDACIÓN PARA CIMENTACIONES SUPERFICIALES MEDIANTE LA DETERMINACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE RESISTENCIA JAÉN - CAJAMARCA 2021					
UBICACIÓN: CALLE RIO AMAZONAS – URB GASPAR DELGADO JAÉN CAJAMARCA.					
MUESTRA: MEZCLA ARCILLA Y 30% ARENA					
CALICATA: C-01			FECHA: MAYO DEL 2021		
LIMITE LIQUIDO					
	N° DE MUESTRA :		M-01	N° DE MUESTRA :	
	PROFUNDIDAD :			PROFUNDIDAD :	
- Ensayo N°					
- N° de Golpes	28	23	18		
- Recipiente N°	40	41	2		
- Peso Suelo Húmedo + Tara (g)	23.35	26.67	29.95		
- Peso Suelo Seco + Tara (g)	19.08	21.45	23.74		
- Tara (g)	6.64	6.65	6.66		
- Peso del Agua (g)	4.27	5.22	6.21		
- Peso del Suelo Seco (g)	12.44	14.80	17.08		
- Contenido de agua (%)	34.32	35.27	36.36		

LIMITE PLASTICO					
	N° DE MUESTRA :		M-01	N° DE MUESTRA :	
	PROFUNDIDAD :			PROFUNDIDAD :	
- Ensayo N°					
- Recipiente N°	12				
- Peso Suelo Húmedo + Tara (g)	13.14				
- Peso Suelo Seco + Tara (g)	12.07				
- Tara (g)	6.14				
- Peso del Agua (g)	1.07				
- Peso del Suelo Seco (g)	5.93				
- Contenido de agua (%)	18.04				



MUESTRA N°	
M - 02	---
L.L.	34.91
L.P.L.	18.04
I.P.	16.87

CLASIFICACION SUCS	

CLASIFICACION AASHTO	

Observaciones :

MAGMA S.A.C. - LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

JUANITO SORBERÓN HERRERA
INGENIERO LABORATORISTA

MAGMA S.A.C. - LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

LUIS G. MENDOZA CUESTA
ING. RESPONSABLE - CIP 38124

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
RELACION DENSIDAD/HUMEDAD (PROCTOR)
(MTC E-115, E 116 / ASTM D-1557, D 698 / AASHTO T-180)

SOLICITA: BACH: ANALY JOSEFA LOPEZ CHANTA Y DESYSI TORRES VERA

PROYECTO: MEJORAMIENTO DEL SUELO DE FUNDACIÓN PARA CIMENTACIONES SUPERFICIALES
MEDIANTE LA DETERMINACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE RESISTENCIA JAÉN - CAJAMARCA 2021

UBICACIÓN: CALLE RIO AMAZONAS – URB GASPAR DELGADO JAÉN CAJAMARCA.

MUESTRA: MEZCLA ARCILLA Y 30% ARENA

ELEBORADO POR: JUANITO H SOBERON H.

FECHA: MAYO DEL 2021

REVISADO POR: ING. LUIS MELENDEZ T.

DATOS DE LA MUESTRA

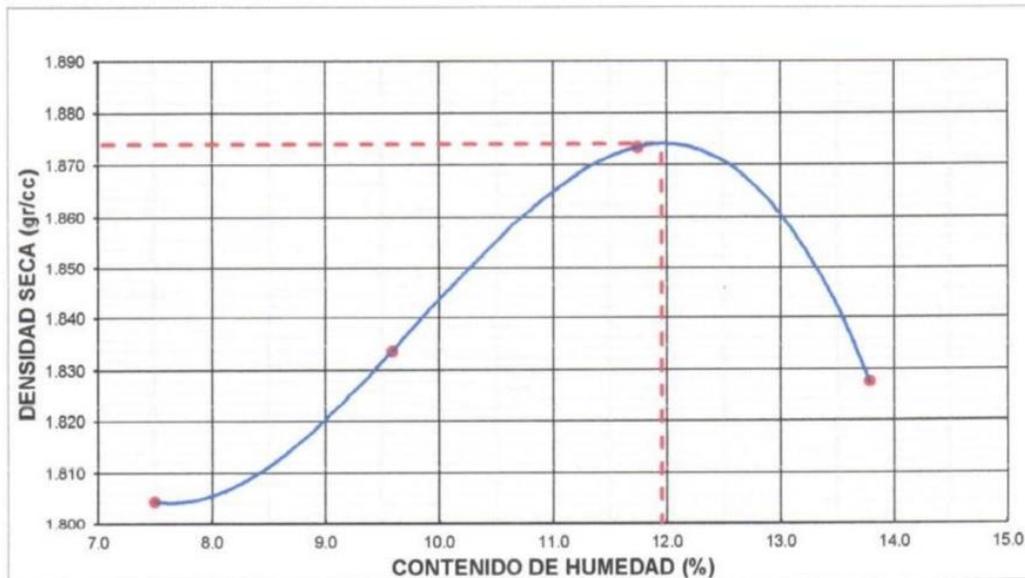
Muestra N° 1	Diametro Molde	4"	Volumen Molde	943	m3.	N° de capas	5
	Método	A	Peso Molde	3808	gr.	N° de golpes	56Glp.

ENSAYOS N°		1	2	3	4
Peso Suelo + Molde	gr.	5,637	5,703	5,782	5,760
Peso Suelo Humedo Compactado	gr.	1,829	1,895	1,974	1,961
Peso Volumetrico Humedo	gr.	1,940	2,010	2,093	2,080
Recipiente Numero		16	17	18	19
Peso Suelo Humedo + Tara	gr.	97.82	100.19	94.11	98.82
Peso Suelo Seco + Tara	gr.	92.30	93.04	85.87	89.11
Peso de la Tara	gr.	18.64	18.47	15.67	18.65
Peso del agua	gr.	5.52	7.15	8.24	9.71
Peso del Suelo Seco	gr.	73.66	74.57	70.20	70.46
Contenido de agua	%	7.49	9.59	11.74	13.78
Densidad Seca del Suelo	gr/cc	1.804	1.834	1.873	1.828

RESULTADOS

Densidad Máxima Seca	1.874	(gr/cm3)	Humedad óptima	11.95
----------------------	-------	----------	----------------	-------

RELACION HUMEDAD - DENSIDAD SECA



OBSERVACIONES:

MAGMA S.A.C. - LABORATORIO
DE MECÁNICA DE SUELOS
[Signature]
JUANITO H. SOBERON HERRERA
TECNICO LABORATORISTA

MAGMA S.A.C. LABORATORIO
DE MECÁNICA DE SUELOS
[Signature]
Luis G Meléndez Tuesta
ING RESPONSABLE CIP/58121

SOLICITA: BACH: ANALY JOSEFA LOPEZ CHANTA Y DESYSI TORRES VERA

PROYECTO: MEJORAMIENTO DEL SUELO DE FUNDACIÓN PARA CIMENTACIONES SUPERFICIALES MEDIANTE LA DETERMINACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE RESISTENCIA JAÉN - CAJAMARCA 2021

UBICACIÓN: CALLE RIO AMAZONAS – URB GASPAR DELGADO JAÉN CAJAMARCA.

ESTRUCTURA: CIMENTACION

MUESTRA: MEZCLA: S. NATURAL ARCILLA Y 30% ARENA

FECHA: MAYO DEL 2021

SONDAJE: C-01

ENSAYO DE CORTE DIRECTO (ASTM D-3080)

Especimen	:	A	B	C
Lado (cm)	:	6.00	6.00	6.00
Altura (cm)	:	2.10	2.10	2.10
densidad Seca (gr/cm ³)	:	1.79	1.79	1.79
umedad Inicial (%)	:	10.74	10.74	10.74
Humedad de Saturación (%)	:	20.87	20.00	18.11
Esfuerzo Normal (Kg/cm ²)	:	0.50	1.00	2.00

Deformación Unitaria (ϵ : %)	Esfuerzo Cortante (Kg/cm ²)		
0.5	0.13	0.34	0.38
1.0	0.19	0.38	0.30
2.0	0.25	0.44	0.77
3.0	0.29	0.45	0.86
4.0	0.29	0.46	0.90
5.0	0.30	0.47	0.92
7.0	0.31	0.48	1.02
9.0	0.30	0.47	1.05
11.0	0.30	0.48	1.06
13.0	0.30	0.49	1.08
15.0	0.30	0.47	1.07

Angulo de Fricción Interna del Suelo (°) **27.19**

Cohesión Aparente del Suelo (Kg/cm²) **0.011**

Realizado por : Tco. Juanito H. Soberón H.

Revisado por : Ing. Luis G. Meléndez T.

MAGMA SAC - LABORATORIO
DE MECÁNICA DE SUELOS

JUANITO H. SOBERÓN HERRERA
INGENIERO LABORATORISTA

MAGMA SAC - LABORATORIO
DE MECÁNICA DE SUELOS

Luis G. Meléndez Tuesta
ING RESPONSABLE - CIP 48121

SOLICITA: BACH ANAY JOSEFA I OPFZ CHANTA Y DESYSI TORRES VFRA

PROYECTO: MEJORAMIENTO DEL SUELO DE FUNDACIÓN PARA CIMENTACIONES SUPERFICIALES
MEDIANTE LA DETERMINACION DE LOS PARAMETROS DE RESISTENCIA JAÉN - CAJAMARCA 2021

UBICACIÓN: CALLE RIO AMAZONAS – URB GASPAR DELGADO JAÉN CAJAMARCA.

ESTRUCTURA: CIMENTACION

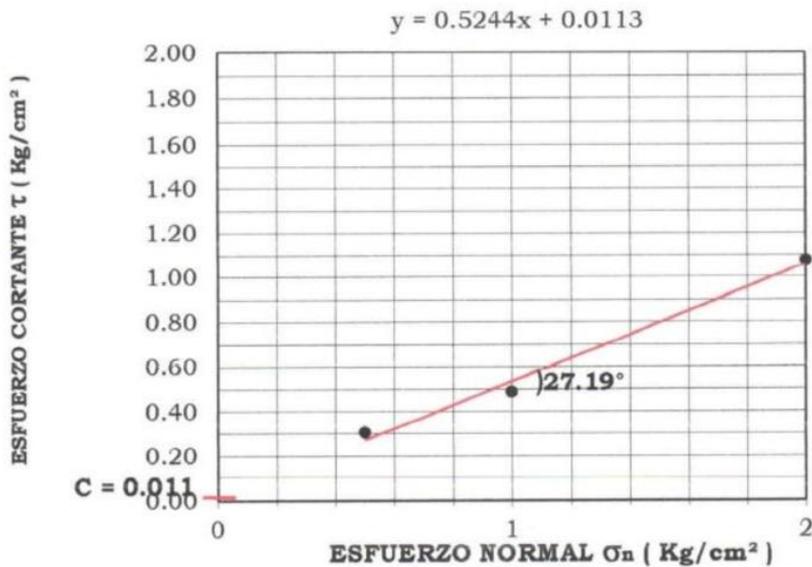
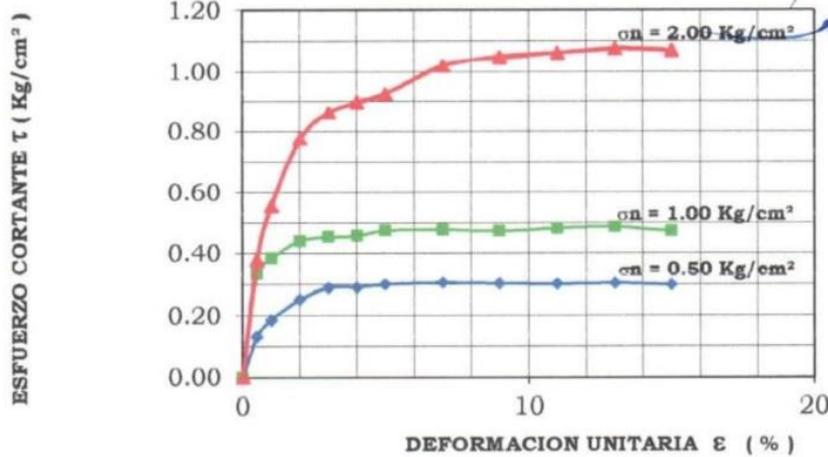
MUESTRA: MEZCLA. S. NATURAL ARCILLA Y 30% ARENA

FECHA: MAYO DEL 2021

SONDAJE: C-01

Angulo de fricción interna del suelo : 27.19 °
Cohesión Aparente del suelo : 0.011 Kg/cm²
Densidad Seca Promedio ($\gamma_d < N^{\circ}4$) : 1.79 gr/cm³
Humedad Natural (ω) : 10.74 %

Ing. Luis G. Meléndez Tuesta



Observación: Muestra remoldeada a valores del Proctor.

MAGMA S.A.C. - LABORATORIO
DE MECÁNICA DE SUELOS
JUANITO H. SOBERÓN HERRERA
TÉCNICO LABORATORISTA

MAGMA S.A.C. LABORATORIO
DE MECÁNICA DE SUELOS
Luis G. Meléndez Tuesta
ING RESPONSABLE - CP 2021

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO
NORMA ASTM - D 422 - MTC E 204

SOLICITA: BACH: ANALY JOSEFA LOPEZ CHANTA Y DESYSI TORRES VERA

PROYECTO: MEJORAMIENTO DEL SUELO DE FUNDACIÓN PARA CIMENTACIONES SUPERFICIALES
MEDIANTE LA DETERMINACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE RESISTENCIA JAÉN - CAJAMARCA 2021

UBICACIÓN: CALLE RIO AMAZONAS – URB GASPAR DELGADO JAÉN CAJAMARCA.

MUESTRA: MEZCLA CEMENTO Y ARCILLA

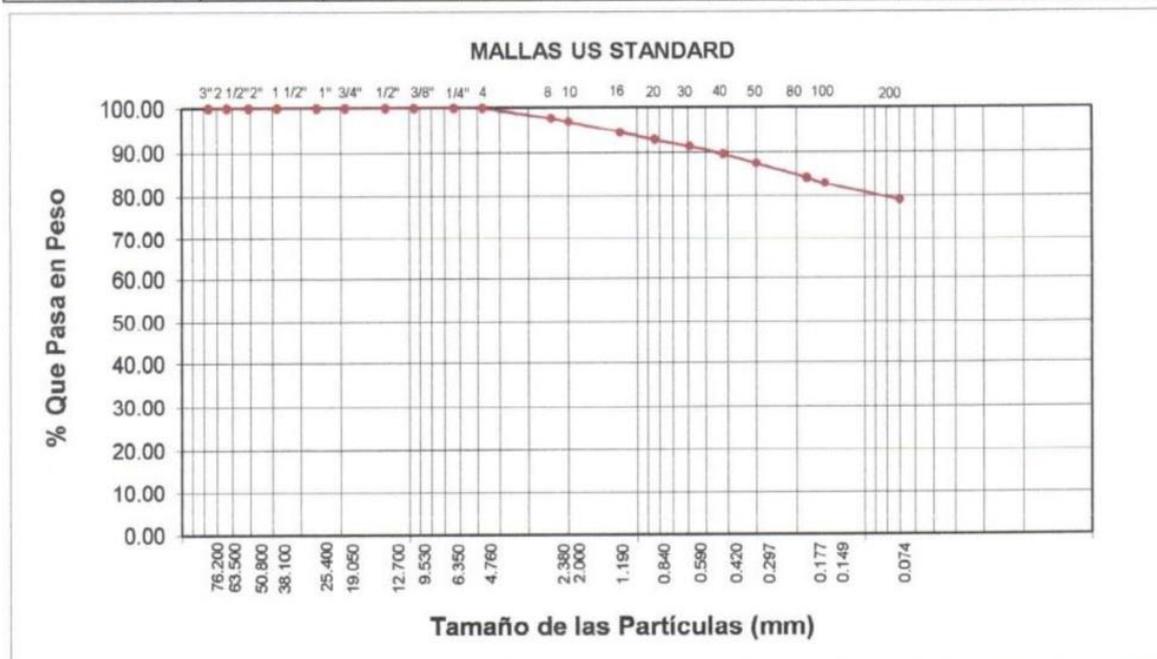
FECHA: MAYO DEL 2021

SONDAJE: C-01

CALICATA N° C-01

MUESTRA N°: M - 01

Abertura Malla	Peso Retenido	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa	Especificaciones	CLASIFICACION SUCS	
Pulg.	mm.						
3"	76.20						
2 1/2"	63.50					CL, arcillas inorgánicas de mediana plasticidad.	
2"	50.80						
1 1/2"	38.10						
1"	25.40						
3/4"	19.05					L.L. : 43.23	
1/2"	12.70					L.P. : 31.55	
3/8"	9.53					I.P. : 11.68	
1/4"	6.35					CLASIFICACION	
N° 04	4.76			100.00		AASHTO : A - 7 - 5 (11)	
N° 08	2.38	11.24	2.25	97.75			
N° 10	2.00	4.14	0.83	96.92			
N° 16	1.19	12.33	2.47	94.46		OBSERVACIONES:	
N° 20	0.84	8.15	1.63	92.83			
N° 30	0.59	7.54	1.51	91.32			
N° 40	0.42	8.18	1.64	89.68			
N° 50	0.30	10.90	2.18	87.50			
N° 80	0.18	16.20	3.24	84.26			
N° 100	0.15	6.30	1.26	83.00			
N° 200	0.07	20.00	4.00	79.00			
<N° 200		395.02	79.00	100.00	0.00		
Peso Inicial	500.00						



MAGMA SAC. - LABORATORIO
DE MECÁNICA DE SUELOS

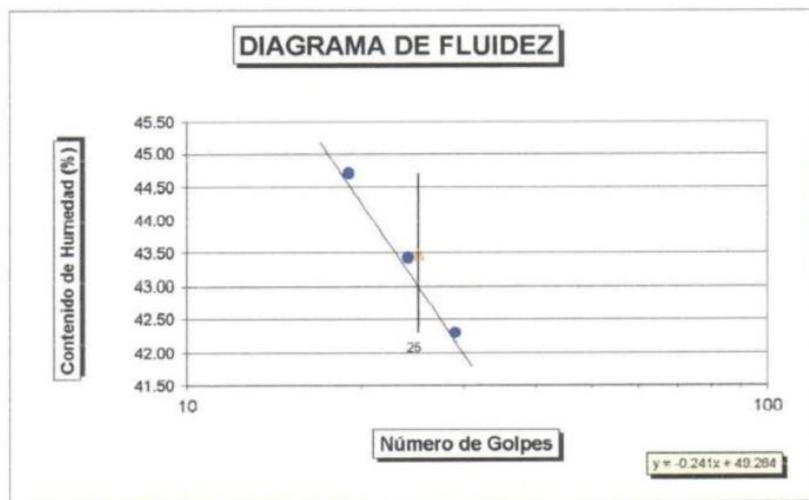
JUANITO H. SOBERÓN HERRERA
TECNICO LABORATORISTA

MAGMA S.A.C LABORATORIO
DE MECÁNICA DE SUELOS

Luis G Meléndez Tuesta
ING. RESPONSABLE - CIP 58121

LIMITES DE ATTERBERG						
NORMA MTC E 110 - E 111						
SOLICITA: BACH: ANALY JOSEFA LOPEZ CHANTA Y DESYSI TORRES VERA						
PROYECTO: MEJORAMIENTO DEL SUELO DE FUNDACIÓN PARA CIMENTACIONES SUPERFICIALES MEDIANTE LA DETERMINACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE RESISTENCIA JAÉN - CAJAMARCA 2021						
UBICACIÓN: CALLE RIO AMAZONAS – URB GASPAR DELGADO JAÉN CAJAMARCA.						
MUESTRA: MEZCLA CEMENTO Y ARCILLA						
CALICATA: C-01			FECHA: MAYO DEL 2021			
LIMITE LIQUIDO						
		N° DE MUESTRA :		M-01	N° DE MUESTRA :	
		PROFUNDIDAD :			PROFUNDIDAD :	
.- Ensayo N°					---	---
.- N° de Golpes		29	24	19	---	---
.- Recipiente N°		40	41	4	---	---
.- Peso Suelo Húmedo + Tara (g)		20.98	24.49	27.96	---	---
.- Peso Suelo Seco + Tara (g)		16.67	19.04	21.33	---	---
.- Tara (g)		6.48	6.49	6.50	---	---
.- Peso del Agua (g)		4.31	5.45	6.63	---	---
.- Peso del Suelo Seco (g)		10.19	12.55	14.83	---	---
.- Contenido de agua (%)		42.30	43.43	44.71	---	---

LIMITE PLASTICO						
		N° DE MUESTRA :		M-01	N° DE MUESTRA :	
		PROFUNDIDAD :			PROFUNDIDAD :	
.- Ensayo N°		---	---	---	---	---
.- Recipiente N°		13	---	---	---	---
.- Peso Suelo Húmedo + Tara (g)		12.76	---	---	---	---
.- Peso Suelo Seco + Tara (g)		11.29	---	---	---	---
.- Tara (g)		6.63	---	---	---	---
.- Peso del Agua (g)		1.47	---	---	---	---
.- Peso del Suelo Seco (g)		4.66	---	---	---	---
.- Contenido de agua (%)		31.55	---	---	---	---



MUESTRA N°	
M - 02	---
L.L.	43.23
L.P.L.	31.55
I.P.	11.68

CLASIFICACION SUCS	

CLASIFICACION AASHTO	

Observaciones :

MAGMA SAC. - LABORATORIO
DE MECÁNICA DE SUELOS

JUANITO H. SOBERÓN HERRERA
TECNICO LABORATORISTA

MAGMA S.A.C LABORATORIO
DE MECÁNICA DE SUELOS

Luis G. Melendez Tuesta
ING RESPONSABLE CP 58121

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
RELACION DENSIDAD/HUMEDAD (PROCTOR)
(MTC E-115, E 116 / ASTM D-1557, D 698 / AASHTO T-180)

SOLICITA: BACH: ANALY JOSEFA LOPEZ CHANTA Y DESYSI TORRES VERA

PROYECTO: MEJORAMIENTO DEL SUELO DE FUNDACIÓN PARA CIMENTACIONES SUPERFICIALES
MEDIANTE LA DETERMINACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE RESISTENCIA JAÉN CAJAMARCA 2021

UBICACIÓN: CALLE RIO AMAZONAS – URB GASPAR DELGADO JAÉN CAJAMARCA.

MUESTRA: MEZCLA ARCILLA Y CEMENTO

ELEBORADO POR: JUANITO H SOBERON H.

FECHA: MAYO DEL 2021

REVISADO POR: ING. LUIS MELENDEZ T.

DATOS DE LA MUESTRA

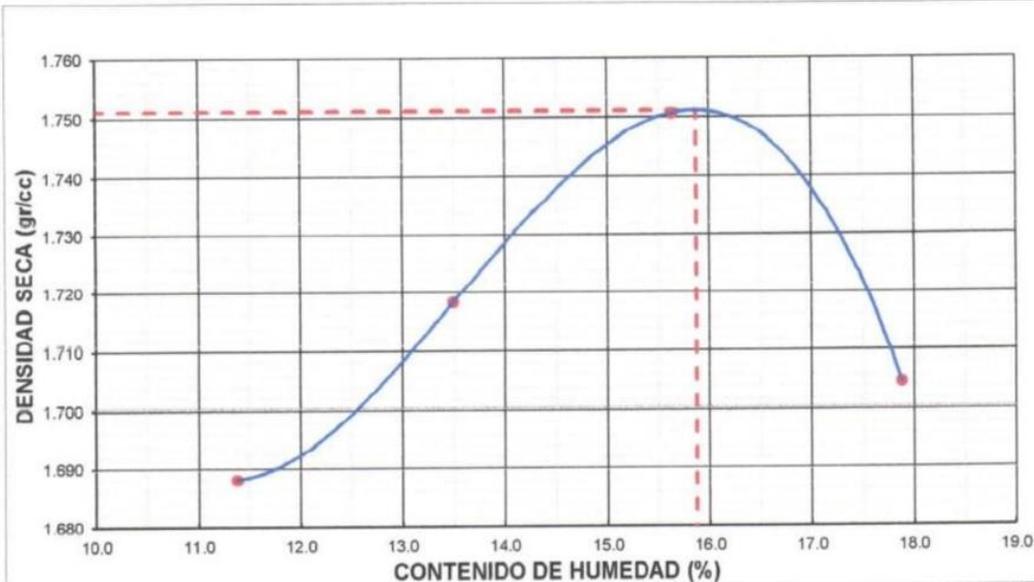
Muestra N° 1	Diametro Molde	4"	Volumen Molde	943	m3.	N° de capas	5
	Método	A	Peso Molde	3808	gr.	N° de golpes	56Gip.

ENSAYOS N°		1	2	3	4
Peso Suelo + Molde	gr.	5,581	5,647	5,717	5,703
Peso Suelo Humedo Compactado	gr.	1,773	1,839	1,909	1,895
Peso Volumetrico Humedo	gr.	1.880	1.950	2.024	2.010
Recipiente Numero		16	17	18	19
Peso Suelo Humedo + Tara	gr.	97.25	101.22	101.28	102.18
Peso Suelo Seco + Tara	gr.	89.21	91.41	90.12	89.62
Peso de la Tara	gr.	18.54	18.71	18.73	19.36
Peso del agua	gr.	8.04	9.81	11.16	12.56
Peso del Suelo Seco	gr.	70.67	72.70	71.39	70.26
Contenido de agua	%	11.38	13.49	15.63	17.88
Densidad Seca del Suelo	gr/cc	1.688	1.718	1.751	1.705

RESULTADOS

Densidad Máxima Seca	1.751	(gr/cm3)	Humedad óptima	15.87
----------------------	-------	----------	----------------	-------

RELACION HUMEDAD - DENSIDAD SECA



OBSERVACIONES:

MAGMA SAC. - LABORATORIO
DE MECANICA DE SUELOS

JUANITO H. SOBERÓN HERRERA
TECNICO LABORATORISTA

MAGMA S.A.C. LABORATORIO
DE MECANICA DE SUELOS

Luis G. Meléndez Tuestre
ING RESPONSABLE - CP 58121

SOLICITA: BACH: ANALY JOSEFA LOPEZ CHANTA Y DESYSI TORRES VERA
PROYECTO: MEJORAMIENTO DEL SUELO DE FUNDACIÓN PARA CIMENTACIONES SUPERFICIALES MEDIANTE LA DETERMINACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE RESISTENCIA JAÉN - CAJAMARCA 2021
UBICACIÓN: CALLE RIO AMAZONAS – URB GASPAR DELGADO JAÉN CAJAMARCA.
ESTRUCTURA: CIMENTACIÓN
MUESTRA: MEZCLA NATURAL ARCILLA Y 5% CEMENTO **ELEBORADO POR:** JUANITO H SOBERON H.
FECHA: MAYO DEL 2021 **REVISADO POR:** ING. LUIS MELENDEZ T.

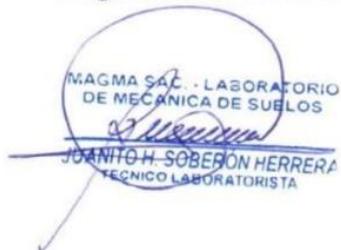
ENSAYO DE CORTE DIRECTO (ASTM D-3080)

Especimen	A	B	C
Lado (cm)	6.00	6.00	6.00
Altura (cm)	2.10	2.10	2.10
densidad Seca (gr/cm ³)	1.74	1.74	1.74
umedad Inicial (%)	12.64	12.64	12.64
Humedad de Saturación (%)	24.79	21.50	22.20
Esfuerzo Normal (Kg/cm ²)	0.50	1.00	2.00

Deformación Unitaria (ε : %)	Esfuerzo Cortante (Kg/cm ²)		
0.5	0.35	0.65	1.17
1.0	0.52	0.82	1.51
2.0	0.74	1.01	1.64
3.0	0.84	1.12	1.63
4.0	0.91	1.18	1.58
5.0	0.89	1.15	1.49
7.0	0.81	1.09	1.33
9.0	0.76	1.04	1.26
11.0	0.71	0.99	1.20
13.0	0.68	0.97	1.14
15.0	0.64	0.96	1.14

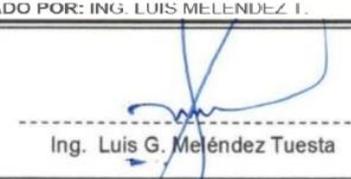
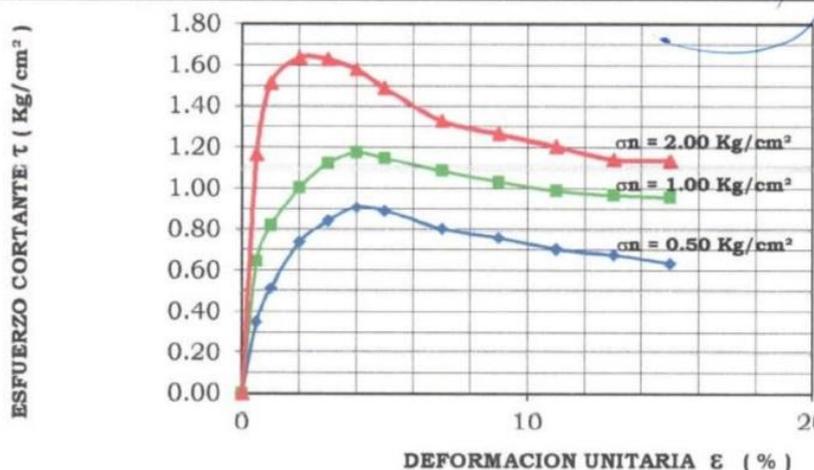
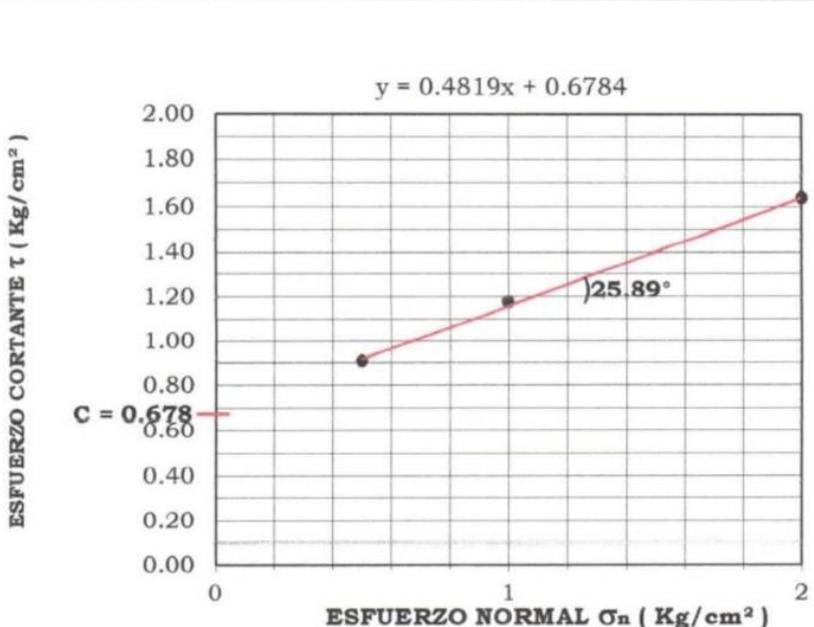
Angulo de Fricción Interna del Suelo (°) **25.89**
Cohesión Aparente del Suelo (Kg/cm²) **0.678**

Realizado por : Tco. Juanito H. Soberón H.
Revisado por : Ing. Luis G. Meléndez T.

MAGMA S.A.C. - LABORATORIO
DE MECÁNICA DE SUELOS

JUANITO H. SOBERÓN HERRERA
TECNICO LABORATORISTA

MAGMA S.A.C. LABORATORIO
DE MECÁNICA DE SUELOS

Luis G. Meléndez Tuesta
ING. RESPONSABLE CIP 36121

SOLICITA: BACH: ANALY JOSEFA LOPEZ CHANTA Y DESYSI TORRES VERA	
PROYECTO: MEJORAMIENTO DEL SUELO DE FUNDACIÓN PARA CIMENTACIONES SUPERFICIALES MEDIANTE LA DETERMINACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE RESISTENCIA JAÉN - CAJAMARCA 2021	
UBICACIÓN: CALLE RIO AMAZONAS – URB GASPAR DELGADO JAÉN CAJAMARCA.	
ESTRUCTURA: CIMENTACIÓN	
MUESTRA: MEZCLA NATURAL + 5% CEMENTO	ELEBORADO POR: JUANITO H SOBERON H.
FECHA: MAYO DEL 2021	REVISADO POR: ING. LUIS MELENDEZ I.
Angulo de fricción interna del suelo : 25.89 °	 Ing. Luis G. Meléndez Tuesta
Cohesión Aparente del suelo : 0.678 Kg/cm ²	
Densidad Seca Promedio ($\gamma_d < N^{\circ}4$) : 1.74 gr/cm ³	
Humedad Natural (ω) : 12.64 %	
	
	
Observación: Muestra remoldeada a valores del Proctor.	


 MAGMA S.A.C. - LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS
 JUANITO H. SOBERÓN HERRER
 TÉCNICO LABORATORISTA


 MAGMA S.A.C. LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS
 LUIS G. MELENDEZ TUESTA
 ING. RESPONSABLE - CIP 58124

CAPACIDAD DE CARGA Y PRESIONES ADMISIBLES

La capacidad de carga y las presiones admisibles se han determinado aplicando los criterios de Terzaghi-Peck, utilizando los parámetros de la cimentación que se han determinado en laboratorio con muestras suelo natural, muestra inalterada y las mezclas con muestras por remoldeo proporcionada por el solicitante.

Para cimientos continuos:

$$q_d = 2/3 \times C \cdot N'_c + \gamma \cdot D_f \cdot N'_q + 0.5 \gamma \cdot B \cdot N'_y$$

Para cimientos cuadrados:

$$q_d = 2/3 \times 1.3 \cdot C \cdot N'_c + \gamma \cdot D_f \cdot N'_q + 0.4 \gamma \cdot B \cdot N'_y$$

En donde:

q_d = Capacidad de carga (Tn/m^2)

C = Cohesión del suelo (Tn/m^2)

D_f = Profundidad o nivel de cimentación (m). Bajo el nivel del terreno natural.

B = Ancho de cimiento (m)

γ = Peso unitario de terreno = Densidad Natural (Tn/m^3)

N'_y , N'_c y N'_q = Coeficientes de capacidad de carga en función del Angulo de Fricción Interna (ϕ) del suelo (Ver cuadro al final).

Presión Admisible: Por definición la Presión Admisible se determina por la siguiente fórmula:

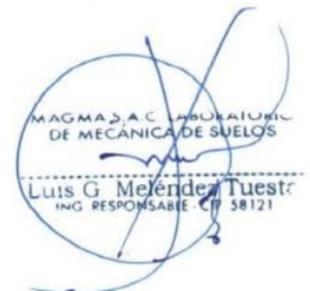
$$P_a = q_{adm} = q_d / F_s$$

En donde:

$P_a = q_{adm}$ = Presión admisible (Kg/cm^2)

q_d = Capacidad de carga (Kg/cm^2)

F_s = Factor de seguridad - para este caso se recomienda $F_s = 3.0$



Para la aplicación de las fórmulas antes descritas, se tomaron los datos resultantes del ensayo de corte directo realizado en el laboratorio, resultando un Angulo de fricción (ϕ) = 17.26° y una Cohesión (C) = 0.169 Kg/cm^2 de la C-1 con material de suelo natural.

En razón que no se dispone de la distribución de los componentes de obra para el pre dimensionamiento de las cimentaciones, se ha visto por conveniente establecer la capacidad de carga del terreno para valores de Profundidad de la Cimentación: $D_f = 1.75, 2.00$ y 2.25m y para ancho de zapata $B = 1.50, 2.00$ y 2.50m , para cimientos continuos y $B = 1.50, 2.00$ y 2.50m para zapatas cuadradas; con estos datos reemplazando en la fórmula y desarrollando se tiene:

Capacidad Portante Calicata C-01- Suelo Natural
Cálculo para Df = 1.75 y B = 1.50 (cont.) y B = 1.50 (cuad.)

ZAPATAS CUADRADAS (CORTE LOCAL)	
CAPACIDAD PORTANTE (qd)	DATOS
$q_d = 1.3(2/3)C.N^c + \gamma .D_f.N^q + 0.4 \gamma .B.N^y$	$\emptyset = 17^\circ$
$q_d = 21.81 \text{ Tn/m}^2$	C = 1.69
PRESION ADMISIBLE (q adm)	N ^c = 10.8
$q_{adm} = q_d / 3$	$\gamma = 1.55$
qd en Kg./cm ²	Df = 1.75
$q_{adm} = \frac{2.18}{3}$	N ^q = 2.0
$q_{adm} = 0.73 \text{ Kg/cm}^2$	N ^y = 0.9
	B = 1.00

ZAPATAS CONTINUAS (CORTE LOCAL)	
CAPACIDAD PORTANTE (qd)	DATOS
$q_d = 2/3.C.N^c + \gamma .D_f.N^q + 0.5 \gamma .B.N^y$	$\emptyset = 17^\circ$
$q_d = 18.30 \text{ Tn/m}^2$	C = 1.69
PRESION ADMISIBLE (q adm)	N ^c = 10.8
$q_{adm} = q_d / F_s$	$\gamma = 1.55$
qd: en Kg/cm ²	Df = 1.75
Fs: Factor de seguridad	N ^q = 2.0
$q_{adm} = \frac{1.83}{3}$	N ^y = 0.9
$q_{adm} = 0.61 \text{ Kg/cm}^2$	B = 1.00

Del mismo modo se han calculado las presiones admisibles para las diferentes combinaciones de (Df) y (B), obteniéndose los siguientes resultados:

MAGMA S.A.C LABORATORIO
DE MECÁNICA DE SUELOS

Duís G Meléndez Tuesta
ING RESPONSABLE



Resumen Presiones Admisibles C-01- Suelo Natural

Df	Zap. Continua			Zap. Cuadrada		
	B (m)			B (m)		
	1.00	1.50	2.00	1.00	1.50	2.00
1.75	0.61	0.62	0.63	0.73	0.74	0.75
2.00	0.64	0.65	0.66	0.75	0.76	0.77
2.25	0.66	0.67	0.68	0.78	0.79	0.80

Graficando los valores obtenidos se tiene:



MAGMA S.A.C. LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS
 Luis G Meléndez Rueda
 ING RESPONSABLE - CIP 58121

Así mismo, se realizó el cálculo de las presiones admisibles con muestras remoldeadas a valores del Proctor Estándar; con el suelo arcilloso mejorado, primero con un 30% de arcilla media gruesa y luego con un 5% de cemento Portland Tipo I, obteniéndose los siguientes resultados:

1.- Suelo Natural +30% arena media a gruesa, los datos resultantes del ensayo de corte directo realizado en el laboratorio, fueron Angulo de fricción (ϕ) = 27.19° y una Cohesión (C) = 0.011 Kg/cm².

Capacidad Portante Mezcla Suelo Natural+30%Arena
Cálculo para Df = 1.75 y B = 1.50 (cont.) y B = 1.50 (cuad.)

ZAPATAS CUADRADAS (CORTE LOCAL)

CAPACIDAD PORTANTE (qd)		DATOS	
$qd = 1.3(2/3)C.N'c + \gamma .Df.N'q + 0.4 \gamma .B.N'y$		$\phi = 27^\circ$	
$qd = 26.16 \text{ Tn/m}^2$		C = 0.11	
		N'c = 16.5	
		$\gamma = 1.79$	
		Df = 1.75	
		N'q = 6.8	
		N'y = 4.5	
		B = 1.00	
PRESION ADMISIBLE (q adm)			
$qadm = qd / 3$			
qd en Kg./cm ²			
$qadm = \frac{2.62}{3}$			
$qadm = 0.87 \text{ Kg/cm}^2$			

ZAPATAS CONTINUAS (CORTE LOCAL)

CAPACIDAD PORTANTE (qd)		DATOS	
$qd = 2/3.C.N'c + \gamma .Df.N'q + 0.5 \gamma .B.N'y$		$\phi = 27^\circ$	
$qd = 26.60 \text{ Tn/m}^2$		C = 0.11	
		N'c = 16.5	
		$\gamma = 1.79$	
		Df = 1.75	
		N'q = 6.8	
		N'y = 4.5	
		B = 1.00	
PRESION ADMISIBLE (q adm)			
$qadm = qd/Fs$			
qd: en Kg/cm ²			
Fs: Factor de seguridad			
$qadm = \frac{2.66}{3}$			
$qadm = 0.89 \text{ Kg/cm}^2$			



MAGMA S.A.C. LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS
 Luis G. Meléndez Tigesta
 ING. RESPONSABLE - CIP 561214

2.- Suelo Natural +5% Cemento Portland Tipo I: Los datos resultantes del ensayo de corte directo realizado en el laboratorio, fueron Angulo de fricción (ϕ) = 25.89° y una Cohesión (C) = 0.0678 Kg/cm².

Capacidad Portante Mezcla Suelo Natural +5% Cemento Portland Tipo I
Cálculo para Df = 1.75 y B = 1.50 (cont.) y B = 1.50 (cuad.)

ZAPATAS CUADRADAS (CORTE LOCAL)

CAPACIDAD PORTANTE (qd)

$$qd = 1.3(2/3)C.N'c + \gamma .Df.N'q + 0.4 \gamma .B.N'y$$

$$qd = 114.83 \text{ Tn/m}^2$$

PRESION ADMISIBLE (q adm)

$$qadm = qd / 3$$

qd en Kg./cm²

$$qadm = \frac{11.48}{3}$$

$$qadm = 3.83 \text{ Kg/cm}^2$$

DATOS

ϕ = 26°
C = 6.78
N'c = 15.8
γ = 1.74
Df = 1.75
N'q = 6.3
N'y = 4.0
B = 1.00

ZAPATAS CONTINUAS (CORTE LOCAL)

CAPACIDAD PORTANTE (qd)

$$qd = 2/3.C.N'c + \gamma .Df.N'q + 0.5 \gamma .B.N'y$$

$$qd = 94.10 \text{ Tn/m}^2$$

PRESION ADMISIBLE (q adm)

$$qadm = qd/Fs$$

qd: en Kg/cm²

Fs: Factor de seguridad

$$qadm = \frac{9.41}{3}$$

$$qadm = 3.14 \text{ Kg/cm}^2$$

DATOS

ϕ = 26°
C = 6.78
N'c = 15.8
γ = 1.74
Df = 1.75
N'q = 6.3
N'y = 4.0
B = 1.00


 MAGMA S.A.S. LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS
 Luis G. Meléndez Tuesta
 ING. RESPONSABLE - CIP. 46121

Del mismo modo se han calculado las presiones admisibles para las diferentes combinaciones de (Df) y (B), obteniéndose los siguientes resultados:



Resumen Presiones Admisibles
Mezcla Suelo Natural +5% Cemento Portlant Tipo I

Df	Zap. Continua			Zap. Cuadrada		
	B (m)			B (m)		
	1.00	1.50	2.00	1.00	1.50	2.00
1.75	3.14	3.19	3.25	3.83	3.87	3.92
2.00	3.23	3.29	3.34	3.92	3.97	4.01
2.25	3.32	3.38	3.43	4.01	4.06	4.10

Graficando los valores obtenidos se tiene:



MAGMA S.A. LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS
 Luis G. Meléndez Tuesta
 ING. RESPONSABLE CIE 58121

VALORES PARA FALLA LOCAL

Valores Grados	N°c	N°q	N°y
0	5.7	1.0	0.0
1	5.8	1.0	0.1
2	6.0	1.0	0.1
3	6.3	1.0	0.1
4	6.5	1.0	0.1
5	6.8	1.0	0.1
6	7.0	1.0	0.1
7	7.3	1.0	0.1
8	7.5	1.0	0.1
9	7.8	1.0	0.1
10	8.0	1.0	0.2
11	8.5	1.1	0.3
12	9.0	1.2	0.4
13	9.3	1.3	0.5
14	9.5	1.5	0.6
15	10.0	1.6	0.7
16	10.5	1.9	0.8
17	10.8	2.0	0.9
18	11.3	2.5	1.0
19	11.8	2.8	1.5
20	12.3	3.0	1.8
21	12.8	3.5	2.0
22	13.3	4.0	2.5
23	14.0	4.5	3.0
24	14.3	5.0	3.3
25	15.0	5.5	3.5
26	15.8	6.3	4.0
27	16.5	6.8	4.5
28	17.3	7.5	4.9
29	18.0	8.0	5.5
30	19.0	8.8	6.0
31	20.0	9.5	6.5
32	21.0	10.5	7.0
33	22.0	11.3	8.0
34	23.0	12.3	9.5
35	24.5	13.0	10.0
36	25.5	14.3	11.5
37	27.0	15.5	13.0
38	29.0	17.0	15.5
39	31.0	18.5	17.0
40	35.0	20.0	20.0



MAGMA S.A.C. LABORATORIO
DE MECÁNICA DE SUELOS
Luis G. Meléndez Tuesta
ING. RESPONSABLE / CP 58121

Jaén, Marzo del 2020

