



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERIA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL**

“Mejoramiento Del Suelo Arcilloso Utilizando Geoestructuras De Geopier  
Para Una Edificación En La Avenida Juan Lecaros Frente Al Estadio  
Municipal De Puente Piedra, 2018”.

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

**AUTOR:**

HUAMAN QUILLAHUAMAN, MIGUEL ANGEL

**ASESOR:**

ING. ARRIOLA MOSCOSO, CECILIA

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN**

DISEÑO SÍSMICO Y ESTRUCTURAL

Lima-Perú

2018



**ACTA DE APROBACIÓN DE LA TESIS**

Código : F06-PP-PR-02.02  
Versión : 09  
Fecha : 23-03-2018  
Página : 1 de 2

El Jurado encargado de evaluar la tesis presentada por don (ña)

..... Miguel Angel Huaman Avilahuama .....


cuyo título es:

"..... Mejoramiento del suelo arcilloso utilizando Geestructuras de Geopier para una edificación en la Avenida Juan Lecaros frente al Estadio Municipal de Puente Piedra, 2018 ....."

Reunido en la fecha, escuchó la sustentación y la resolución de preguntas por el estudiante, otorgándole el calificativo de:

..... 14 ..... (número) ..... COPUCE ..... (letras).

Lugar y fecha..... Los Olivos, 15 de Dic - 18.

  
.....  
**PRESIDENTE**  
Dr. Ing. Abel S. Muñoz P.  
Grado y nombre

  
.....  
**SECRETARIO**  
ING. LUIS URBOS CARCEDANO  
Grado y nombre

  
.....  
**VOCAL**  
Ms. Cecilia Arrieta Mascara  
Grado y nombre

**NOTA:** En el caso de que haya nuevas observaciones en el informe, el estudiante debe levantar las observaciones para dar el pase a Resolución.

Elaboró	Dirección de Investigación	Revisó	Responsable de SGC	Aprobó	Vicerrectorado de Investigación
---------	----------------------------	--------	--------------------	--------	---------------------------------

## DEDICATORIA

Dedico esta tesis a mis padres por ser el pilar fundamental y demostrarme siempre su apoyo incondicional en la parte económica y moral para culminar mi formación profesional.

A mis maestros por la formación profesional que me brindaron durante el transcurso de mi carrera universitaria.

Y sobre todo a Dios por darme la salud y bienestar, para poder cumplir con mis objetivos.

## AGRADECIMIENTO

Agradezco a las personas que contribuyeron con sus sugerencias, críticas constructivas, apoyo moral e intelectual para cristalizar la presente tesis.

Al Dr. César Acuña Peralta, fundador de la Universidad “CÉSAR VALLEJO”, gratitud eterna por darme la oportunidad de estudiar la carrera que me apasiona.

A mi asesora de tesis la Ing. Arriola Moscoso, Cecilia, por su experiencia científica para la formulación de la Tesis.

A mis padres por demostrarme su brillante ejemplo de trabajo y superación, por su ayuda moral y económica, he logrado cumplir satisfactoriamente uno de mis objetivos.

A todos ellos, gracias.

El autor.



## DECLARATORIO DE AUTENTICIDAD

Yo, Miguel Huaman Quillahuaman, identificado con el DNI N° 72128611, perteneciente a la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad Cesar Vallejo y como producto observable de Desarrollo de Proyecto de Investigación se ha desarrollado la Tesis "Mejoramiento del Suelo Arcilloso Utilizando Geoestructuras de Geopier para una Edificació en la Avenida Juan Lecaros frente al Estadio Municipal de Puente Piedra, 2018".

A efecto de cumplir con las disposiciones vigentes consideradas en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad Cesar Vallejo, Facultad de Ingeniería Civil, declaro bajo juramento que:

La tesis desarrollada es de mi autoría.

Se ha respetado las normas internacionales de citas y referencias para las fuentes consultadas. Por lo tanto, no existe plagio ni total ni parcialmente.

El trabajo no ha sido publicado, ni presentado anteriormente como producto académico de otra materia.

Toda la documentación anexada a la presente tesis es original y de fuentes veraces.

Asimismo, declaro bajo juramento que todos los datos e información que se expone en la presente tesis son originales.

Por lo expuesto, asumo la responsabilidad que corresponde ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas de la Universidad Cesar vallejo.

Los olivos, 15 de diciembre de 2018



HUAMAN QUILLAHUAMAN, Miguel

DNI N° 72128611

## PRESENTACIÓN

Señores miembros del Jurado: En cumplimiento del reglamento de Grados y títulos de la Universidad Cesar Vallejo para optar el título profesional de Ingeniero Civil se presenta ante ustedes la tesis titulada: “Mejoramiento Del Suelo Arcilloso Utilizando Geoestructuras De Geopier Para Una Edificación En La Avenida Juan Lecaros Frente Al Estadio Municipal De Puente Piedra, 2018”.

En la misma que someto a vuestra consideración y espero que se cumpla con los requisitos correspondientes.

Miguel Angel Huaman Quillahuaman

# INDICE

<b>INDICE DE FIGURAS .....</b>	<b>XII</b>
<b>INDICE DE TABLAS .....</b>	<b>XIII</b>
<b>I. Introducción .....</b>	<b>XVI</b>
<b>1.1. Realidad Problemática. ....</b>	<b>xvii</b>
<b>1.2. Trabajos Previos. ....</b>	<b>xx</b>
1.2.1. Antecedentes Nacionales. ....	xx
1.2.2. Antecedentes Internacionales. ....	xxiii
<b>1.3. Teorías Relacionadas Al Tema. ....</b>	<b>xxvi</b>
<b>1.3.1. Geoestructura De Geopier. ....</b>	<b>xxvi</b>
1.3.1.1. Espaciamiento. ....	xxvii
1.3.1.2. Asentamiento. ....	xxviii
a) Prueba De Estabilización De Fondo (BST):.....	xxviii
b) Prueba De Estabilización De Fondo (CST):.....	xxix
1.3.1.3. Rigidez. ....	xxix
1.3.1.4. Módulo de rigidez. ....	xxx
1.3.1.5. Control de calidad. ....	xxxi
1.3.1.6. Agregados. ....	xxxii
1.3.1.7. Aplicación En Edificaciones. ....	xxxii
1.3.1.8. Aplicación Bajo El Agua En La Costa. ....	xxxiv
1.3.1.9. Procedimiento Constructivo. ....	xxxiv
1.3.1.10. Pre-Dimensionamiento. ....	xxxvi
1.3.1.11. Modelamiento Etabs. ....	xxxvi
1.3.1.12. Cálculos de la geoestructura de Geopier. ....	xxxviii
1.3.1.13. Desventajas. ....	xli
<b>1.3.2. Mejoramiento De Suelo Arcilloso. ....</b>	<b>xlii</b>
1.3.2.1. Propiedades de físicas y químicas. ....	xliii
a) Densidad .....	xliii
b) Porosidad .....	xliv
c) Aplicación del Suelo Arcilloso: .....	xlv
d) Desventajas del suelo arcilloso: .....	xlv
1.3.2.2. Ensayos de suelos. ....	xlvi
a) Análisis Granulométrico Por Tamizado .....	xlvii
b) Limite De Atterberg .....	xlvii
c) Contenido De Humedad .....	xlvii
d) Clasificación Unificada SUCS. ....	xlvii
e) Resistencia A La Compresión No Confinada .....	xlviii
f) Ensayo De Penetración Estándar (SPT): .....	xlviii
<b>1.4. Formulación Del Problema .....</b>	<b>xl ix</b>
<b>1.4.1. Problema General .....</b>	<b>xl ix</b>
1.4.2. Problemas Específicos .....	xl ix

<b>1.5. Justificación</b> .....	<b>xlix</b>
1.5.1. Justificación Teórica:.....	xlix
1.5.2. Justificación Metodológica. ....	xlix
1.5.3. Justificación Tecnológica.....	l
1.5.4. Justificación Económica. ....	l
<b>1.6. Hipótesis</b> .....	<b>l</b>
1.6.1. Hipótesis General .....	l
1.6.2. Hipótesis Específicas .....	l
<b>1.7. Objetivos</b> .....	<b>l</b>
1.7.1. Objetivos General .....	li
1.7.2. Objetivos Específicos. ....	li
<b>II. Metodología</b> .....	<b>LII</b>
<b>2.1. Diseño de investigación:</b> .....	<b>liii</b>
2.1.1. Enfoque de la Investigación .....	liii
2.1.2. Nivel De Investigación.....	liii
2.1.3. Tipo de Investigación .....	liii
<b>2.2. Variables, Operacionalización</b> .....	<b>liv</b>
<b>2.2.1. Variables Independiente</b> .....	<b>liv</b>
2.2.2. Variables Dependiente .....	liv
2.2.3. Operacionalización: .....	liv
<b>2.3. Población y muestra</b> .....	<b>liv</b>
2.3.1. Población.....	liv
2.3.2. Muestra.....	lv
2.3.3. Muestreo.....	lvi
<b>2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad</b> .....	<b>lvi</b>
2.4.1. Técnico de recolección de datos: .....	lvi
a) Análisis De Documentos: .....	lvi
b) Observación: .....	lvi
2.4.2. Instrumento de recolección de datos:.....	lvi
2.4.3. Validez:.....	lvii
2.4.4. Confiabilidad: .....	lviii
<b>2.5. Métodos de Análisis de Datos.</b> .....	<b>lix</b>
<b>2.6. Aspectos Éticos</b> .....	<b>lxi</b>
<b>III. Resultados</b> .....	<b>LXII</b>
<b>3.1. Descripción de la zona de estudio.</b> .....	<b>LXIII</b>
<b>3.2. Trabajos de Campo.</b> .....	<b>lxiv</b>

3.2.1. Calculo de la resistencia mecánica del sistema de Geopier X1 en el suelo arcilloso para una edificación.....	lxiv
3.2.2. Análisis del asentamiento de una edificación utilizando el sistema de Geopier X1 en el mejoramiento de suelo arcilloso para una edificación. ....	lxvii
3.2.3. Evaluación de la incidencia del sistema de Geopier X1 en la densidad del suelo arcilloso para una edificación.....	lxx
3.2.4. Influencia de la Geoestructuras de Geopier en el mejoramiento del suelo arcilloso para una edificación.....	lxxi
<b>IV. Discusión</b> .....	LXXIII
<b>V. Conclusiones</b> .....	LXXVII
<b>VI. Recomendaciones</b> .....	LXXIX
<b>Referencias Bibliográficas</b> .....	LXXXI
<b>ANEXOS</b> .....	LXXXVI
<b>Anexo 01. Matriz de consistencia</b> .....	LXXXVII
<b>Anexo 02. Ficha de recolección de datos</b> .....	LXXXVII
<b>Anexo 2.1. Ficha de recolección de datos</b> .....	LXXXVII
<b>Anexo 2.2. Ficha de recolección de datos</b> .....	LXXXVIII
<b>Anexo 2.3. Ficha de recolección de datos</b> .....	LXXXIX
<b>Anexo 03. Ensayo de corte directo</b> .....	XC
<b>Anexo 04. Ensayo de corte directo</b> .....	XCI
<b>Anexo 05. Ensayo de corte directo</b> .....	XCIII
<b>Anexo 06. Compresión no confinada</b> .....	XCIV

<b>Anexo 07. Compresión no confinada .....</b>	<b>XCv</b>
<b>Anexo 08. Ensayo de consolidación.....</b>	<b>XCvI</b>
<b>Anexo 09. Ensayo de consolidación.....</b>	<b>XCvII</b>
<b>Anexo 10. Ensayo de granulometria .....</b>	<b>XCvIII</b>
<b>Anexo 11. Contenido de humedad.....</b>	<b>XCIX</b>
<b>Anexo 12. Peso unitario y vacíos .....</b>	<b>C</b>
<b>Anexo 13. Limite de consistencia.....</b>	<b>CI</b>
<b>Anexo 15. Proctor .....</b>	<b>CII</b>
<b>Anexo 16. Cbr .....</b>	<b>CIII</b>
<b>Anexo 17. Cbr .....</b>	<b>CIV</b>
<b>Anexo 18. Densidad de campo .....</b>	<b>CV</b>
<b>Anexo 19. Densidad de campo .....</b>	<b>CVI</b>
<b>Anexo 20. Análisis granulométrico por tamizado.....</b>	<b>CVII</b>
<b>Anexo 21. Análisis granulométrico por tamizado.....</b>	<b>CVIII</b>
<b>Anexo 22. Gravedad especifica y absorción del agregado grueso .....</b>	<b>CIX</b>
<b>Anexo 23. Peso unitario.....</b>	<b>CX</b>
<b>Anexo 24. Ensayo de abrasión .....</b>	<b>CXI</b>
<b>Anexo 25. Ensayo contenido de humedad .....</b>	<b>CXII</b>

**Anexo 26. Plano distribución de geopier ..... CXIII**

**Anexo 27. Registro de fotos ..... CXIV**

**Anexo 28. resultado del turnitin ..... ¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.**

## INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Mapa de suelos de los distritos de Lima.....	xix
Figura 2. Ubicación de Estudio .....	xx
Figura 3. Pilotes por Punta y Fricción. ....	xxvii
Figura 4. Prueba de Estabilidad de Fondo .....	xxix
Figura 5. Sistema Geopier proceso de compactación de graba. ....	xxx
Figura 6. Prueba Modulo de Rigidez.....	xxxi
Figura 7. Modelamiento de ETABS .....	xxxviii
Figura 8. Falla por Asentamiento .....	xlii
Figura 9. Grafica de Índice de Plasticidad versus Limite Liquido .....	xlii
Figura 10. Datos recolectados según el tipo de suelo. ....	xlvi
Figura 11. Sistema de clasificación SUCS .....	xlviii
Figura 12. Ubicación de Calicatas .....	lv
Figura 13. Zona de Estudio .....	lxiii
Figura 14. Zona de Estudio .....	lxvi
Figura 15. Comparación de resistencias mecánicas del suelo con y sin mejoramiento. ....	lxvi
Figura 16. Comparación de asentamiento del suelo con y sin mejoramiento.....	lxix
Figura 17. Resumen de los porcentajes de densidad.....	lxx



## INDICE DE TABLAS

Tabla 1:Espaciamiento entre ejes de pilas .....	xxvii
Tabla 2. Granulometría Referencial .....	xxxii
Tabla 3: Recolección de datos .....	xxxviii
Tabla 4:Datos de la Geoestructura.....	xxxix
Tabla 5. Cálculos Previos en la Geoestructura .....	xxxix
Tabla 6. Agentes Estabilizadores. ....	xlili
Tabla 7. Densidades Relativas.....	xliv
Tabla 8. Porcentaje de Porosidad. ....	xliv
Tabla 9. Funciones de los Poros .....	xlvi
Tabla 10: Matriz Operacional de la Variables independiente y dependiente .....	liv
Tabla 11: Técnicas e instrumentos .....	lvii
Tabla 12. Rangos y Magnitud de Validez .....	lviii
Tabla 13. Coeficiente de validez por juicio de expertos .....	lviii
Tabla 14. Rango y magnitud de confiabilidad .....	lix
Tabla 15: Resultados del ensayo a compresión no confinada .....	lxiv
Tabla 16: Resultados del ensayo a compresión no confinada .....	lxv
Tabla 17: Promedio de Capacidad de Carga.....	lxv
Tabla 18: Comparación de resistencias mecánicas del suelo con y sin mejoramiento .....	lxvi
Tabla 19. Resumen de deformaciones. ....	lxvii
Tabla 20.Resultados de las Pruebas de Estabilidad (BST) .....	lxviii
Tabla 21.Resultados de las Pruebas de Estabilidad (CST). ....	lxviii
Tabla 22.Comparación de asentamiento del suelo con y sin mejoramiento. ....	lxix
Tabla 23. Comparación de los porcentajes de densidad .....	lxx

## RESUMEN

El presente proyecto tiene como objetivo evaluar la relación existente entre la utilización de la Geoestructura de Geopier y el mejoramiento del suelo arcilloso para una edificación en la Avenida Juan Lecaros frente al Estadio Municipal de Puente Piedra, 2018. El diseño de la investigación es Cuasiexperimental Nivel Descriptivo, Siendo el muestreo de 6 calicatas en el predio donde se realizará la edificación.

La geoestructura de Geopier es una tecnología que se basa en colocar pilas de grava compactada y para su proceso constructivo se usan diferentes tipos de maquinaria y diferentes procesos constructivos esta tecnología se guía de la norma E0.50 (cimentación especial) esta tecnología es una solución factible debido a la poca profundidad donde logra la mejora el suelo a comparación de las pilas de cimentación para ello se realizó los ensayos: ensayo de penetración estándar, granulometría, ensayo de resistencia a la compresión no confinada, ensayo de límites de Atterberg, ensayo de densidad.

Los resultados obtenidos son de acuerdo con los objetivos que se quieren hallar, dando así un resultado el cual al compararlo con los antecedentes presentan similitud, la resistencia del suelo mejora llegando a tener una capacidad de carga de 5kg/cm<sup>2</sup> este valor es más que factible para la edificación planteada además se obtuvo un cálculo de asentamiento menor a 1 pulgada la cual según el RNE es lo valor mínimo.

La densidad luego de usar la geoestructura de Geopier llega a mejorar teniendo como resultado un 95%, las propiedades del suelo mejoran al usar esta tecnología y se puede mencionar que es una buena alternativa rápido, seguro y económico.

Palabras Clave:

Geoestructura de Geopier, Capacidad de Carga, Permeabilidad y Densidad.

## ABSTRACT

The objective of this project is to evaluate the relationship between the use of the Geopier Geostructure and the improvement of the clay soil for a building on Avenida Juan Lecaros in front of the Puente Piedra Municipal Stadium, 2018. The design of the research is Quasi-experimental Level Descriptive, being the sampling of 6 test pits in the building where the construction will be carried out.

Geopier geostructure is a technology that is based on placing batteries of compacted records and for its construction process different types of machinery and different construction processes are used. This technology is guided by the E0.50 standard (special foundation) this technology is a solution feasible due to the shallow depth where the soil improves compared to the foundation piles for this, the tests were carried out: standard penetration test, granulometry, unconfined compressive strength test, Atterberg limits test, density.

The results obtained are in accordance with the objectives to be found, thus giving a result which when compared to the background show similarity, soil resistance improves reaching a load capacity of 5kg / cm<sup>2</sup> this value is more than feasible for the proposed building a settlement calculation of less than 1 inch was obtained, which according to the RNE is the minimum value.

The density after using Geopier's geostructure improves with a 95% result, soil properties improve when using this technology and it can be mentioned that it is a good fast, safe and economic alternative.

Keywords:

Geopier Geostructure, Load Capacity, Permeability and Density.

## **I. Introducción**

## 1.1. Realidad Problemática.

Los suelos arcillosos en las construcciones siempre presenta un reto debido a sus propiedades como la expansión , estas hacen que la estructura tenga fallas y se procedan a rajar las paredes por asentamientos en caso de que haya una losa de concreto sobre el terreno este se comienza a fisurar si no hubiera un adecuada compactación en suelo, también puede haber fallas por la lluvia que se filtra o una rotura de un tubo de agua /desagüe y todo ello genera que el suelo dañe la estructura de concreto provocando rajaduras, asentamientos entre otros.

Los suelos en general siempre se mejoraban y el suelo arcilloso no es la excepción, estos puntos en general son asentamientos, densidad y capacidad de carga.

En los ensayos de los casos de mejora geotécnica del suelo el objetivo del tratamiento es obtener uno o más de los siguientes cambios, en las propiedades o condiciones del suelo (Lopez, s.f, p.2)

- 1.Aumentar la resistencia mecánica
- 2.Reducir la compresibilidad en orden a minimizar los asientos bajo cargas estáticas
3. Reducir el potencial de licuefacción bajo cargas dinámicas y movimiento sísmicos.
- 4.Disminuir la permeabilidad
- 5.Disminuir la erosionabilidad
6. Disminuir el potencial de colapso estructural.
7. Disminuir el potencial físico-químico de expansión

El asentamiento de una cimentación puede ser causado por varios factores, en especial es a la deformación del suelo en el que se encuentra apoyado por la propia cimentación, debido al tipo de suelo donde se edifica, este puede tener grandes contenidos de agua (suelo arenoso, arcilloso o limoso) provocando elevadas cantidades de costo y difícil proceso constructivo para su estabilización.

Otra causa que genera el deslizamiento y hundimiento del suelo es la densidad, en suelos arenosos o conocidos como suelos sueltos, estos tienen la característica de ser altamente permeables, en cambio los suelos arcillosos también conocidos como suelos fuertes, presentan una baja permeabilidad, generando altas grados de porosidad y generando al suelo el no tener la suficiente resistencia de carga para la estructura.

La otra y no menos importante es la capacidad de carga del suelo, esto ocurre cuando se presenta una falla repentina en el suelo, y esta se extenderá hasta la superficie del suelo provocando una capacidad de carga última, esto ocurre cuando la cimentación no ha sido diseñada contra una falla de corte del suelo, o por un desplazamiento o asentamiento.

Con estos 3 conceptos mencionados, es importante que en la construcción de cimentaciones superficiales se deba evitar estos fenómenos ya que puede llegar a que las edificaciones se asienten llegando a colapsar, trayendo inseguridad para los ciudadanos cabe decir que los ingenieros especialistas en mejorar el terreno de la obra ya plantearon varias soluciones estas son las zapatas, las plateas, pilotes y semi pilotes.

El terremoto del 2016 en Ecuador se pudo ver la acción de la licuación y asentamiento a nivel masivo el cual trajo consigo que se desplomaran edificios y puentes, esta actividad desastrosa puso a prueba las cimentaciones especiales (pilotes geopier) en suelos arenosos y arcillosos.

La mayoría de los terraplenes de las autopistas en las áreas afectadas de Ecuador tuvieron un buen desempeño debido a que en estos se habían aplicado la Geoestructuras de Geopier, manteniendo un camino útil, el daño a los sistemas de infraestructura fue severo en algunos casos debido al daño estructural y no estructural inducido por la fuerte pérdida de resistencia del suelo y deformación del suelo inducida por sacudidas y licuefacción (The Earthquake Engineering Research Institute , 2016, p. 86)

Tal como se menciona en este artículo sobre las estructuras después del terremoto del mes de abril en Ecuador en el año 2016, el gran porcentaje de los terraplenes tuvieron buen desempeño es debido a que usaron una metodología nueva el cual usa grava compactada (Geoestructura de Geopier).

Todas las construcciones en su mayoría usan estas cimentaciones superficiales las cuales muchas de ellas fallan cuando ocurre un sismo y el suelo sea arenoso, arcilloso o limoso pierde resistencia.

En toda la costa de América del Sur se pudo observar que están propensos a daños estructurales en la cimentación si no tenemos en cuenta los tres conceptos mencionados, debido a la alta sismicidad en esa zona.

En el Perú la zona costera y Central es de alta sismicidad dentro de ellos están los suelos malos de cada distrito de Lima, ante ello, Hernando Tavera, jefe del Instituto Geofísico del Perú (IGP): “dio a conocer los distritos limeños que se encuentran más propensos a

ser afectados ante un gran movimiento telúrico, por esto explico que en Lima existen tres tipos de suelos, distribuidos en distintas zonas de la capital, ante la ocurrencia de un terremoto: no compactos, medianamente compactos y bien compactos.”(párr. 3, 2017).

Es por ello, que el Centro Peruano Japonés de Investigación Sísmica y Mitigación de Desastres realiza un mapa donde muestra la vulnerabilidad de los distritos de Lima Metropolitana, su calidad y clasificación de suelos (arenosos, arcillosos y limosos), y las zonas de riesgo (I, II, III, IV, V). (Ver la fig.1)

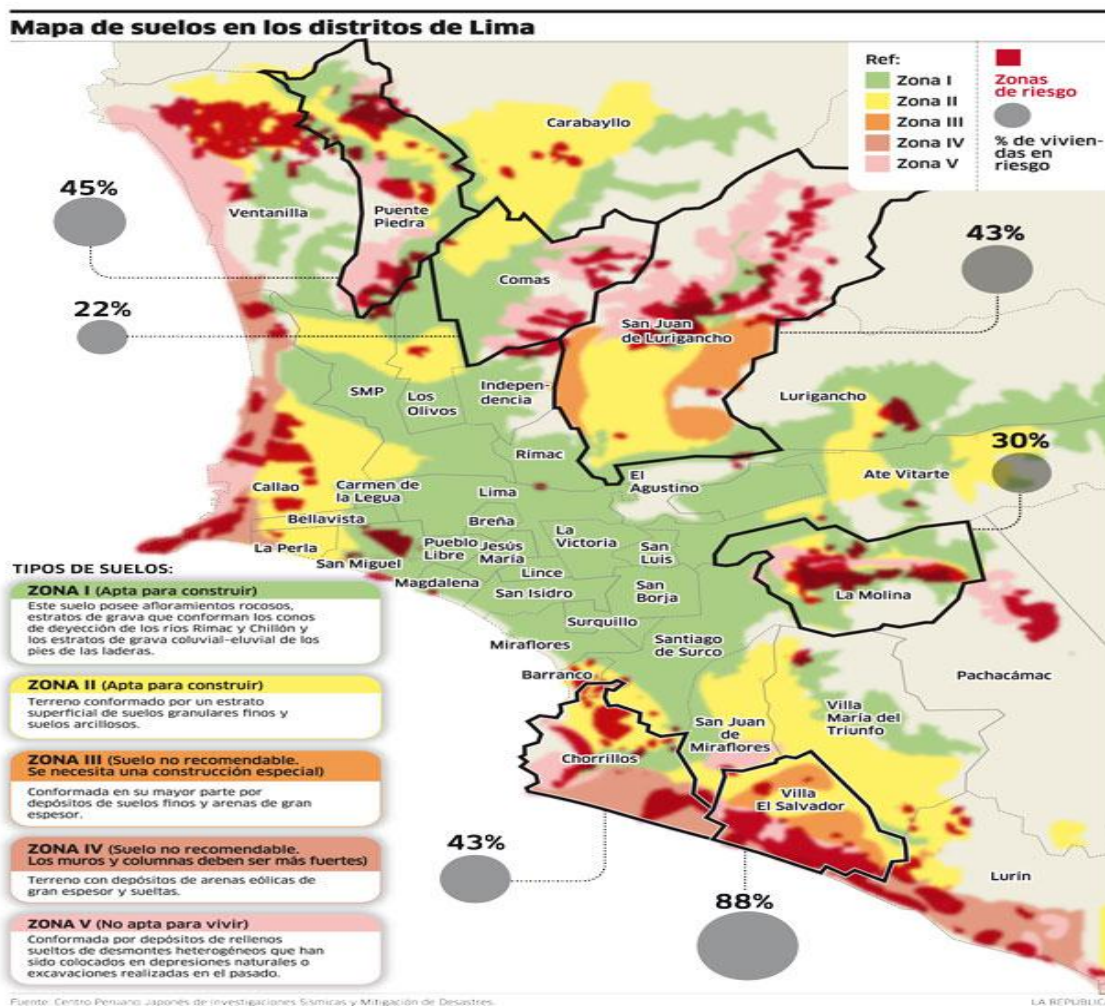


Figura 1. Mapa de suelos de los distritos de Lima

Fuente: CISMID, 2012

Por ello la investigación se realiza en uno de los distritos más vulnerables, ya que el distrito de Puente Piedra es uno de los distritos que cuenta con una gran variedad de tipo de suelos, el terreno de estudio del proyecto está conformado por depósitos de desmontes heterogéneos, arcillas y limo, ubicándose en la zona II(terreno conformado por un estrato superficial de suelos granulares, finos y arcillosos) y V( conformada por depósitos de



desmontes heterogéneos que han sido colocados en depresiones naturales o excavaciones realizadas en el pasado) entre ellos están los que son aptos y no aptos para construir, por lo cual se debe innovar en tecnologías que no sean caras y no demanden mucho tiempo de ejecución para contrarrestar el problema de los asentamientos, licuación de suelos, resistencia mecánica, dando como solución la aplicación de la geoestructura de Geopier, que obtendrá el mejoramiento adecuado, solución ecoamigable ya que no usa incrustaciones de acero o material de cemento.



Figura 2. Ubicación de Estudio

Fuente. Elaboración Propia

## 1.2. Trabajos Previos.

### 1.2.1. Antecedentes Nacionales.

A nivel nacional se ha realizado la siguiente investigación:

(Carmarga y zapata, 2017, p.16) elabora la tesis: “Evaluación De La Reducción Del Potencial De Licuefacción Usando La Metodología De Análisis De Seed Y Edriss Sobre Ensayos De Spt Realizados En El Suelo Arenoso Del Proyecto Outlet Premium Lurin Mejorado Con Pilas De Grava Compactada”, tesis para obtener el título profesional de Ingeniería Civil – Perú, su objetivo principal es optimizar el terreno debido a que posee un suelo malo y que esta propenso al fenómeno de la licuefacción es por eso que se usaran las pilas de agrava compactada. En este estudio se plantearán los ensayos SPT los cuales medirán la resistencia del suelo en las obras comparando así los resultados con otras



construcciones en la cual se usaron las pilas de grava compactada. Y obtuvo Aplicando la metodología de investigación según su enfoque es cuantitativo ya que su recopilación de información es a través de ensayos Y obtuvo como resultados: Se demostró que al aplicar las pilas de grava en el suelo del proyecto “Outlet Premium Luín” se logró disminuir el potencial de licuefacción presente en un inicio en el terreno. Dicho resultado se pudo demostrar haciéndose una evaluación del antes y el después de la mejora del suelo, con los valores obtenidos de los ensayos de SPT, que se pudo mejorar el suelo para los efectos de licuación del terreno usando la grava compactada con un diámetro de este material de 0.50m, la aplicación del diseño de las pilas de grava se basó en la metodología utilizada por la empresa EMIN, obteniéndose una capacidad de carga del suelo reforzado de 542.71 KPa y módulo de rigidez de la pila de 40.73 MN/m<sup>3</sup>. el diámetro de las pilas de grava fue de 0.50 m, valor estándar con el que la empresa encargada de la colocación de las pilas trabaja. El largo de las pilas de grava fue de 5m, para que cubriese la zona licuable.

En esta tesis se habla de las propiedades de mejora del suelo usando la tecnología de Grava Compactada, en este se usó los ensayos SPT para corroborar la mejora de la propiedad de licuefacción en este suelo en específico este es un gran aporte ya que brinda más confiabilidad al usar la metodología.

(Castro, 2017, p.3) En la Tesis: “Estabilización De Suelos Arcillosos Con Ceniza De Cascara De Arroz Para El Mejoramiento De Subrasante” nos menciona que su objetivo es determinar si la ceniza de arroz puede estabilizar el suelo arcilloso, Aplicando la metodología de tipo aplicada. Finalmente se concluye que: El valor de CBR aumenta para las dos combinaciones planteadas, no obstante, las combinaciones de suelo arcilloso, ceniza de cascara de arroz y cal nos permite obtener valores más altos de capacidad de soporte seca del Proctor modificado de 5% hasta 38.5%, es decir, aumento 6 veces. Esto aumento se logró con un contenido del 20% de ceniza de cáscara de arroz

Este proyecto de tesis muestra una mejora de suelo usando ceniza de cascara de arroz en un suelo y con un clima dado logrando así mejorar la calidad del suelo arcilloso, esta investigación demuestra una alternativa para usar y reducir precios.

(Colegio de Ingenieros del Perú, 2016, p.48) en el artículo: “Terraplén De Aproximación De Puente En Boca De Briceño Sometido A Terremoto De Ecuador De Aceleración 0.37 A 0.52g Y Magnitud 7.8 De Abril 16, 2016” en este artículo se |menciona que el terraplén tenía 2 a 5 metros de suelo arenoso , limoso, y luego arcilloso con un nivel freático a 60

cm de la superficie y la zona era muy propensa a el fenómeno de licuefacción es por ello que hicieron la cimentación con pilas de agregado compactado Impact de Geopier, la empresa Pivaltec instalo más de 6000 elementos Impact, Se aplico la metodología según nivel es descriptiva . La conclusión es: El sistema Impact dio una buena respuesta frente a un sismo de magnitud 7.8 y la estructura no colapso o presento algún problema como para que no se puede circular por la pista esto fue de gran importancia ya que ese día ocurrió el sismo y se necesitaba circular por el terraplén.

El articulo habla de la construcción de un terraplén con el sistema Geopier el cual muestra como este pudo soportar un terremoto, esto brinda un gran aporte ya que se toma los datos que toda estructura debe superar los movimientos telúricos, brindando así factores de seguridad.

(Carrillo y Alcayhuaman, 2016, p.3) En el artículo: “Licuación De Suelos Durante El Sismo Pisco- Perú 2007” menciona que su objetivo es realizar estudios, investigaciones y evaluaciones geotécnicas de las zonas donde ocurrió el desastre del terremoto una de las principales ciudades es Ica, Perú, la metodología es de nivel descriptivo. Se concluye que: Los ascendentes daños se han podido observar en los suelos arenosos saturados debido a la alta magnitud de sismo el cual era de 8.0 Mv, en la ciudad de Ica año 2007 se produjo el efecto de licuación ocasionando aberturas en el suelo.

En los estudios realizados en los suelos después del terremoto se pudo observar una disminución de capacidad de carga en los suelos arenosos de Ica, esta disminución se puede interpretar en porcentaje llegando así a un 50 % menos.

Se pudo observar construcciones y edificios los cuales usaron columnas de grava para soportar las zapatas y plateas además de rellenos compactados entre otras.

El articulo menciona que el estudio realizado en Perú -Pisco aporta que las estructuras no funcionan en este tipo de suelo y se debe mejorar los procedimientos para la construcción y considerar nuevas tecnologías para que soporten los sismos y brinden seguridad a los pobladores.

(Zamora, 2014, p.8) En la tesis: “Optimización De Tratamiento De Suelos Blandos Bajo Terraplenes” menciona que su objetivo es describir teóricamente los principales métodos de mejora de suelo los cuales son el método de precarga, drenes verticales y columnas de grava. La metodología según su enfoque es cuantitativa, se concluye que: El tratamiento

con columnas de grava permite aumentar la capacidad portante del suelo, reducir asentamientos, aumentar la estabilidad al deslizamiento.

Este sistema toma el terreno original y sus características fundamentales (ángulo de fricción, su cohesión y su modelo de deformación; el suelo mejorara con sus propias características equivalentes.

Esta tesis menciona los diferentes métodos que se puede usar para el tema de mejoramiento de suelo, este gran aporte brinda un abanico de posibles mejoras las cuales deben investigarse para validar.

### **1.2.2. Antecedentes Internacionales.**

(VALVERDE, Hèctor y BARRERA, Carlos, 2014, p.16) en el artículo: “Mejoramiento De Suelo Para Un Tanque Digestor”, como objetivos se plantean el mejoramiento del suelo para una planta de tratamiento de aguas residuales en México para las cuales se buscaron diferentes alternativas de solución y planteando el método de grava compactada. La metodología según su nivel es descriptiva debido a que solo se describirá dos alternativas de solución. La conclusión es: debido a la densificación e incremento de módulo de rigidez, se pudo disminuir el espesor de la losa del tanque digestor, esto también disminuye los esfuerzos transmitidos al suelo además de utilizar menos concreto.

La tesis menciona la metodología de Geoestructura de Geopier como la solución a disminuir el asentamiento en la estructura, así como disminuir el costo del mejoramiento con respecto a otros métodos como la pila de concreto y la sobre excavación y reemplazo.

(Valverde, 2013, p. 10) en la tesis “Pilas De Agregado Compactada, Un Caso Práctico”. Para obtener el título profesional de Ingeniería Civil. En este presente proyecto su objetivo se trata del antiguo método de mejoramiento de suelos de mala calidad, que consistía en la remoción de un volumen de suelo y su reemplazo con material selecto de mejor calidad, comúnmente llamado método de “Sobre excavación y reemplazo”, la metodología según su tipo es aplicada, En la cual se concluyó: la construcción de las pilas de grava compactada es rápida y por ende esto puede traducirse en una disminución de costos. Así mismo son muy útiles cuando tenemos problemas como la licuación de arenas ya que la compactación induce el reacomodo de las partículas sólidos de la arena y al mismo tiempo las columnas de grava compactada sirven como drenes para darle salida al agua evitando así un incremento en la presión de poro en el caso de un sismo.

La tesis menciona la metodología de Geoestructura de Geopier un gran aporte ya que esta tecnología no se usa mucho, pero es una gran solución para grandes proyectos.

(Pánfilo y Gutierrez, 2011, p.2) En su artículo: “Mejoramiento De Suelos A Base De Pilas De Agregado Compactado Para La Cimentación Del Centro De Distribución Herdez, En El Estado De México” cuyo objetivo El uso de muelles agregados Rammed (mejora del suelo) para apoyar los cimientos de un centro de distribución Herdez (CDH) era mejorar la capacidad de carga y proporcionar control de asentamiento de las losas y las losas de piso que cubren grandes áreas con diferentes presiones de diseño. Este sistema ha demostrado ser una solución geotécnica innovadora en todo el mundo. Esta presenta la evaluación del comportamiento monitoreado de tales muelles en una fundación de construcción industrial en México durante los últimos ocho meses. Se midió el estrés de las curvas frente a la deflexión en los muelles (parte superior e inferior) para determinar su rigidez módulo. Llegando a la conclusión: Comparaciones entre el módulo de rigidez de diseño para muelles y el módulo de rigidez medido de tensión-deformación curvas están incluidas. Y se aplicó la metodología según su nivel descriptivo, concluyendo: Que concluyo que el pisón biselado desplaza la grava no solo en sentido vertical, sino también lateralmente contra las paredes de la perforación. La acción de compactación aumenta los esfuerzos laterales en la masa del suelo alrededor de las pilas de grava, produciendo un aumento en la rigidez y resistencia al esfuerzo cortante del suelo adyacente. El instalar o construir Pilas de Agregado Compactado en suelos compresibles resulta en un incremento de la capacidad de carga y un mejor control de asentamientos, causados por la carga de la estructura.

Este articulo Internacional aporta los datos al aplicar la mejora del suelo resultando así una disminución de los asentamientos en el proyecto.

(Salguero, 2009, p. 19) en la tesis: “Análisis Comparativo De Algunos Métodos Usuales De Cálculo De Asentamientos En Suelos Blandos Con Inclusiones De Grava”, el objetivo de este presente trabajo es realizar un análisis de las metodologías las cuales que son una alternativa de solución para los malos suelos entre estos suelos están arcilloso, limoso, arenoso, etcétera. La metodología es de tipo aplicativa, en conclusión: los suelos pueden mejorar con ayuda de nuevos sistemas de construcción, varias de están usan la grava como material de inclusión para solucionar el mal suelo, la técnica de construcción y el método de cálculo de asentamiento también son importante.

Esta tesis comparativa aporta datos de mejoramientos de suelo arcilloso, limoso y arenoso los cuales son importantes a la hora de plantear soluciones durante la obra.

(Mc Cabe, Nimmons y Egan, 2009, p.3) en el artículo: “A Review Of Field Performance Of Stone Columns In Soft Soils” se planteó el objetivo de predecir el comportamiento de las columnas de grava en suelos cohesivos blandos, así como rendimiento de las columnas de piedra en arcilla suave y limos en terraplenes o áreas pequeñas como zapatas, todo esto conllevara a mitigar los asentamientos que se puedan desarrollar, la metodología es de nivel descriptiva , finalmente se concluyó: Que la presión de poros alrededor de una penetración póker son bastantes similares a las pilas impulsadas redondas, estas presiones se disipan más rápido con la piedra columnas ya que estos actúan como drenajes verticales. Las tensiones efectivas laterales parecen aumentar alrededor de la columna debido al proceso de instalación, aunque se necesitan mediciones de mayor calidad para una mayor confianza.

Este artículo Internacional aporta el estudio de una de las grandes propiedades que tiene la tecnología de Geopier la cual es mitigar los asentamientos que se puedan dar en la construcción de una edificación.

(Arriaga, 2006, p.10) elaboro la tesis: “Aspectos Constructivos De La Técnica De Compactación Dinámica Para Mejoramiento Masivo De Suelos”. El objetivo de este trabajo es prevenir el fenómeno de licuefacción que presenta el terreno causado por las vibraciones de los temblores, así como también se tiene en cuenta el mejorar la resistencia del suelo. La metodología es de nivel descriptivo, Llegando a una conclusión:

Que luego de elegir el método para mejorar el suelo se tiene que hacer los estudios geotécnicos básicos incluyendo en este el ensayo SPT.

La tesis de Arriega aporta los procedimientos constructivos de esta tecnología llamada Geoestructura de Geopier la cual es de gran importancia para quienes lo tienen que aplicar en Obra ya que es una buena alternativa de mejora de suelo.

(Maurya, Sharma, Naresh, 2006, p. 2) en su artículo: “Footing Load Tests On Single And Group Of Stone Columns Le Chargement De Fondation Essaie Sur Le Seul Et Le Groupe De Colonnes De Pierre”, se plantea el objetivo de mejorar el suelo con piedra compactada en la costa este de la India, analizando el comportamiento de las columnas de piedra individuales y grupales relacionándolo con los factores de seguridad y posibles asentamientos. Y la metodología es de nivel descriptiva, finalmente se concluyó: Se

concluyó que las columnas individuales y grupales de piedra se han desempeñado satisfactoriamente durante la prueba y el factor de seguridad ha sido logrado, sin embargo, al realizar la prueba de grupo resulto mejores valores que realizando la prueba individualmente a cada columna, los espaciamientos en las columnas de grava están vinculados con el área de reforzamiento que se debe lograr usando la pilas de grava compactada, esto logro estabilizar la pendiente.

El Artículo Internacional trata de Geoestructura de Geopier que aporta el factor de seguridad que se considera en esta tecnología, así como la importancia de los asentamientos.

### **1.3. Teorías Relacionadas Al Tema.**

#### **1.3.1. Geoestructura De Geopier.**

La Geoestructura de Geopier son los métodos de cimentaciones en los cuales usan grava compactada, esto comenzó cuando aún se preguntaban si era mejor la cimentación superficial o la cimentación profunda, el cual lleva a preguntarnos si hay una cimentación mediana no muy costosa y más práctica.

En Europa se comenzó a construir con este tipo de micropilotes que en realidad era grava compactada, luego de ello se lanzó al mercado varios sistemas de Geopier la cual varía en su proceso constructivo.

Estos sistemas de geopier pueden ser: Sistema Geopier X1, Sistema Impact, Sistema Geopier GP3, Sistema Denspact.

Los sistemas tienen diferentes procedimientos debido a que estas están dirigidos a un tipo de suelo en la cual se realice la construcción de la obra.

El sistema Geopier Impact crea Columnas de Agregado Compactados (Rammed Aggregate Pier, RAP) utilizando un proceso de compactación vertical patentado. El sistema Impact usa un mandril de desplazamiento patentado para reforzar suelos de buena o mala calidad, incluidos suelos de arena suelta, arcilla y limo blando, capas de tierra mixta, rellenos sin control, suelos contaminados y suelos bajo el nivel freático. El proceso de desplazamiento permite la instalación sin excavación y elimina la necesidad de encamisado temporal. Sus cualidades de rendimiento y rentabilidad hacen de este sistema la solución ideal para suelos susceptibles a asentamientos y colapsos (Grupo Terratest, s.f, p.1)

### 1.3.1.1. Espaciamiento.

La pila de grava es considerando micro-pilote, este se guía del diseño de pilas de concreto armado las cuales son de profundidades de 10m, 15m, 20m a más.

Tabla 1:Espaciamiento entre ejes de pilas.

LONGITUD (m)	ESPACIAMIENTO ENTRE EJES
$L < 10$	$3b$
$10 < L < 25$	$4b$
$L \geq 25$	$5b$

Fuente. Norma Técnica Peruana 2018

$B$ = diámetro de pilote.

En esta tabla la profundidad de la pila es fundamental para determinar el espaciamento mínimo que se debe considerar en el diseño. Este punto al ser para pilas de concreto también se considera para pilas de Grava Compactada, también la norma nos menciona que, si el caso de pilotes que sean instaladas por fricción tiene un espaciamento de 1,20m, Según Peck el termino pilote por fricción es algo incorrecto, ya que implica que la fuerza de corte entre el pilote y el suelo, provienen necesariamente del rozamiento, pueden provenir también de la adherencia.

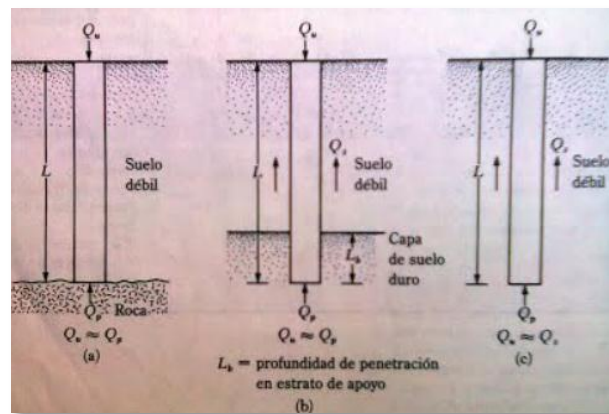


Figura 3. Pilotes por Punta y Fricción.

Fuente. Norma Técnica Peruana 2018

La imagen nos muestra la fuerza que se aplica a las pilas llega a ser igual al valor de la fricción, esto sucede cuando la capa superior del suelo no es muy resistente.

Los pilotes por fricción llevan esta norma debido a que al aplicarla su mayor parte superficial se genera la fricción, pero en suelos arcillosos la resistencia a la carga aplicada que se genera en el suelo se puede dar por la adhesión.

### **1.3.1.2. Asentamiento.**

Los elementos de reforzamiento Geopier son diseñados en un modelo de dos capas para el control de asentamiento en cimentaciones. El asentamiento en la "zona superior" es definido por la profundidad de los elementos Geopier. La cual es una combinación de la longitud del fuste ( $H_s$ ) y la longitud del bulbo, el cual es típicamente asumido igual al diámetro del elemento Geopier. La "zona inferior" es la zona de suelo no-reforzada, sujeta a los esfuerzos de la zapata, por debajo de la punta del elemento Geopier.

El asentamiento total de la cimentación es estimado usando la ecuación 1, sumando el asentamiento estimado en la zona superior y el asentamiento estimado en la zona inferior.

Asentamiento de la zona inferior

Los asentamientos en la zona inferior son calculados usando métodos geotécnicos que incorporan: la predicción de la profundidad de la influencia de esfuerzos por debajo de la zapata (típicamente se extiende a dos veces el ancho de zapatas para zapatas cuadradas).

Los asentamientos granulares son hallados de la siguiente manera.

$$S_{lz} = \left( q * \frac{I_{lz}}{E_{lz}} \right) * H_{lz} \quad \text{(Ecuación 1)}$$

En la ecuación se menciona el "q" este es la presión promedio en el fondo de la zapata,  $I_{lz}$  es el factor de influencia de esfuerzo en la zona inferior, se considera también el espesor de la zona inferior y el módulo de elástico del suelo en la zona inferior.

#### **a) Prueba De Estabilización De Fondo (BST):**

Los ensayos BST se efectuarán conforme a los siguientes procedimientos: La energía del martillo hidráulico deberá apagarse después de la compactación regular de una capa a una profundidad especificada por el diseñador, se hará una marca de referencia en el martillo o extensión del martillo y se activará el martillo hidráulico por otros 15 segundos registrándose los movimientos verticales del martillo midiendo la diferencia entre la referencia hecha inicialmente y la referencia final.



Los ensayos BST se realizarán en los primeros diez elementos Geopier de producción y a una frecuencia posteriormente determinada por el diseñador (cada 10 elementos).

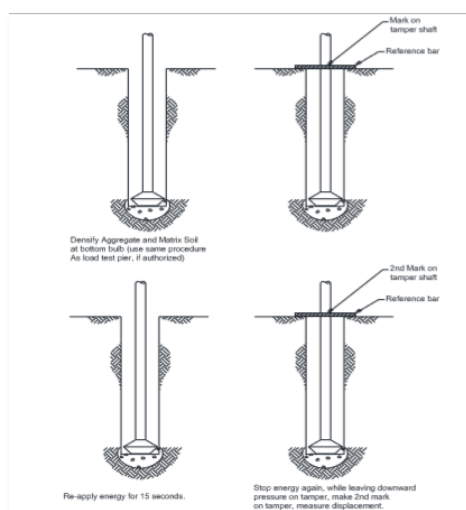


Figura 4. Prueba de Estabilidad de Fondo

Fuente. Manual de Diseño Geopier.

#### b) Prueba De Estabilización De Fondo (CST):

Los ensayos CST se efectuarán en conformidad general con los siguientes procedimientos:

- El vibro-martillo deberá apagarse después de la terminación de una capa compactada a una profundidad especificada por el diseñador.
- Se hará una marca de referencia en el mandril.
- Se aplicará presión hidráulica del mástil al tope de la capa de agregado compactada.
- Se registrará el movimiento vertical del mandril como resultado de aplicar la presión máxima del mástil.
- La presión estática máxima se aplicará por un tiempo de 15 segundos después de aplicar presión inicial.

Los ensayos CST se realizarán en los primeros diez elementos Geopier X1 de producción y a una frecuencia posteriormente determinada por el diseñador (cada 10 elementos). El valor del CST debe ser menor a 1" o 2.54 cm.

#### 1.3.1.3. Rigidez.

Las columnas de grava necesitan alcanzar el bulbo de presiones como mínimo para su uso a comparación de los pilotes el cual se instalará hasta llegar a suelo lo bastante resistente (Carvajal y Mora-Rey, 2014, p. 6).

Rendimiento del sistema Rammed Aggregate Pier (RAP) utilizado como solución de mejora del suelo bajo un terraplén ferroviario fundado en arcillas duras de blandas a medias un ejemplo es el terraplén ferroviario varían de 10 a 15 m con un ancho de cresta de 14.5 m. Las pendientes de los terraplenes se construyeron con gradientes de 1V: 2H. Antes de la colocación del terraplén, se instalaron elementos RAP para mejorar la capacidad de carga y las respuestas de asentamiento y acelerar la tasa de asentamiento (es decir, consolidación) en el sitio del proyecto. Las investigaciones del sitio revelaron que el perfil del suelo subyacente está compuesto por capas dispersas de arena relativamente delgadas, plasticidad de baja a alta, capas de arcilla blandas a rígidas con un espesor total de 15 m. Debajo de esta capa, existe una capa de arcilla limosa muy rígida que se extiende hasta la profundidad de 40 m. Antes de la colocación del relleno de terraplén, se realizaron pruebas in-situ y pruebas de carga de Geopier Impact™ a gran escala para optimizar el método y el patrón de mejora del suelo. Además, se instalaron profilómetros hidrostáticos para monitorear la respuesta de asentamiento del terraplén y los suelos de cimentación (Kurt, Cetin, Oner, 2014, p.2)

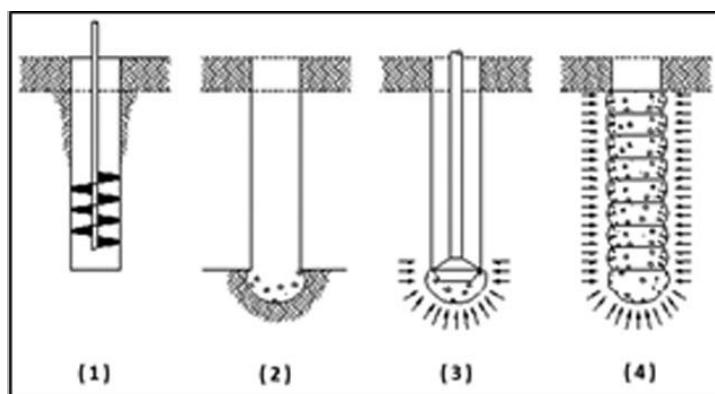


Figura 5. Sistema Geopier proceso de compactación de grava.

Fuente. Manual de Diseño Geopier.

#### 1.3.1.4. Módulo de rigidez.

La prueba de módulo de Geopier debe ser ejecutada siguiendo los lineamientos generales de la norma ASTM D-1143 junto con las modificaciones descritas en los documentos de diseño de Geopier. Se definen los incrementos y decrementos de carga a los que somete de pila Geopier según el diseño del proyecto, el cual considera el diagrama de esfuerzos bajo las fundaciones de las estructuras y las propiedades geotécnicas del terreno.

La carga máxima teórica aplicada a esta prueba de modulo es del 150 % de la carga máxima en la cabeza de la pila obtenida en el diseño del sistema Geopier.

La duración de la carga es de 15 minutos y la duración máxima es una hora, las cargas que se someten varias veces, esto quiere decir para tener los datos por carga se debe esperar unas 6 horas aproximadamente.

La prueba de módulo Geopier debe ser ejecutada siguiendo los lineamientos generales de la norma ASTM D-1143 junto con las modificaciones descritas en los documentos de diseño de Geopier. Se definen los incrementos y decrementos de carga a los que somete la pila Geopier según el diseño del proyecto, el cual considera el diagrama de esfuerzos bajo las fundaciones de las estructuras y las propiedades geotécnicas del terreno de emplazamiento. En la figura.8 se muestra el montaje representativo de la prueba de módulo Geopier.

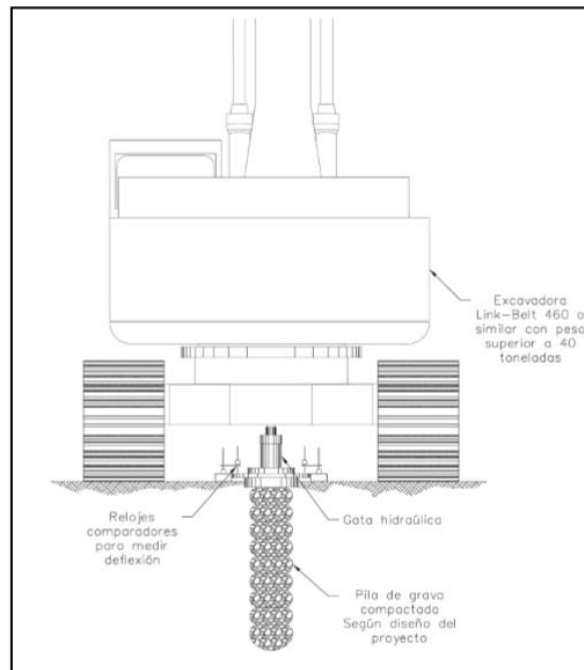


Figura 6. Prueba Modulo de Rigidez

Fuente. Manual de Diseño Geopier

### 1.3.1.5. Control de calidad.

Las pruebas que se realizan para la calidad son llamadas BST y CST.

Estas pruebas se realizan para verificar principalmente la capa de fondo del elemento Geopier (Grado de estabilización), así como comparar distintos elementos construidos en

la obra, y a su vez verificar al elemento donde se medirá el módulo de rigidez, de manera de tener mediciones que conformen el comportamiento y grado de compactación de las pilas Geopier instaladas en la plataforma de trabajo. La prueba de estabilización de Fondo (BST) y prueba de estabilización estática (CST) se debe realizar de preferencia en el fondo (sobre el bulbo de fondo) del elemento Geopier, este resultado se puede verificar tomando unas medidas en el centro y en el tope de la pila de agregado compactado.

### 1.3.1.6. Agregados.

En el material usado para conformar las pilas de agregado compactado, para el cual se deben tener las siguientes consideraciones:

La grava debe contener menos del 10% de finos (material que pasa la malla N°200), este material debe ser aprobado por el equipo constructor.

Para el cuerpo de la pila de agregado compactado la grava que se usara serán las de ½" hasta 1 ½" y debería estar libre de escombros y vegetación. La selección del tamaño depende del proyecto, ya que cada proyecto tiene una cantera predestinada y dependiendo de esta se selecciona el tamaño requerido.

Tabla 2. Granulometría Referencial

Tamaño	% Pasando
1 ½"	100
1"	90 - 100
¾"	20 - 55
½"	0 - 10
3/8"	0 - 05

Fuente. Norma Técnica Peruana 400.037

Los equipos que se utilizan para poder movilizar la grava son la retroexcavadora, Minicargador o Telehandler.

### 1.3.1.7. Aplicación En Edificaciones.

La construcción de carreteras a menudo requiere la colocación de terraplenes y muros de contención de tierra para facilitar las separaciones de pendientes. Cuando estas estructuras se colocan sobre suelos débiles y comprimibles, la estabilidad y el asentamiento son motivo de preocupación.

Los elementos de refuerzo del suelo Geopier se han utilizado para reforzar los suelos de cimentación débil y comprimible antes de construir terraplenes y muros. Los elementos aumentan el factor de seguridad contra la inestabilidad de la pendiente debido a su alto ángulo de fricción interna (48 a 52 grados). Los elementos también reducen la magnitud y el tiempo de asentamiento al aumentar la rigidez general de los suelos de las cimentaciones, pretensar lateralmente los suelos de la matriz y proporcionar una vía de drenaje para disipar la presión excesiva del agua intersticial. Aunque los elementos de refuerzo del suelo Geopier se han utilizado para reforzar muros y terraplenes de carreteras, terraplenes de vías férreas y derrumbes (Wissmann, Fitzpatrick, White, Lien, 2002, p.2)

Se realizaron pruebas de campo y de laboratorio para investigar las propiedades de ingeniería de los elementos de Geopier. La alta resistencia al cizallamiento que ofrecen los elementos se ha medido mediante pruebas de cizallamiento directo a escala completa realizadas en la parte superior de los elementos instalados y pruebas de cizallamiento triaxial realizadas en muestras reconstituidas. Los resultados de la prueba de cizallamiento directo a escala completa indican un ángulo de fricción de aproximadamente 49 grados para muelles contruidos de piedra de nivelación abierta (sin finos) y un ángulo de fricción de aproximadamente 52 grados para muelles contruidos con piedra bien clasificada (5 a 10% de finos). Los resultados de la prueba triaxial indican un ángulo de fricción de 51 grados para muelles contruidos con piedra bien graduada. Se realizan pruebas de módulo de Geopier a escala completa en casi todos los sitios del proyecto. La configuración de prueba incluye un elemento de prueba instalado y elementos de elevación. Un testigo, que consiste en una placa de acero unida a barras roscadas con manguito, se instala en la parte inferior del elemento durante la construcción. Durante la prueba, el gato aplica cargas hacia abajo y las deflexiones se miden en la parte superior del elemento y para el indicador han desarrollado una base de datos para los resultados de las pruebas de módulo realizadas en varios suelos con elementos de varias longitudes de eje y diámetro. El módulo de rigidez se define como la relación entre la tensión de la parte superior del elemento y la deflexión de la parte superior del elemento.

### **1.3.1.8. Aplicación Bajo El Agua En La Costa.**

Con la expansión de puertos y otras estructuras cercanas a la costa, y regiones que anteriormente no considerado propenso a los terremotos que se reclasifican después de los recientes terremotos, la mejora de las columnas de piedra se considera cada vez más para mejorar los suelos sueltos o blandos in situ. La técnica de construcción de la Columna de Piedra de Alimentación del Fondo Seco puede usarse bajo el agua si el sistema de entrega de piedra de doble bloqueo está conectado a la vibro-probe. El uso de piedra neumática el transporte desde la barcaza al tanque receptor de la vibro-probe (método que implica inserción de una sonda vibratoria con más excéntrica giratoria (FHWA 2001) en el suelo), hace posible alcanzar grandes aguas y profundidades de tratamiento. La grabación digital de todos los parámetros de operación relevantes proporciona un muy alto nivel de garantía de calidad, incluido un perfil de diámetro por profundidad para cada piedra de columna de grava.

### **1.3.1.9. Procedimiento Constructivo.**

La tecnología de Geoestructura de Geopier emplea la perforación y energía de impacto ambiental para construir pilas de agregado vertical, la perforación puede llegar de 2 a 9 metros dependiendo del diseño del ingeniero a cargo luego se introduce capas de agregado para que luego de compacte hasta tener un espesor de 30 centímetros y así sucesivamente hasta llegar al nivel donde indique el plano.

La capacidad de carga para este método se está considerando el suelo debajo de la cimentación, pero también influye el suelo de los costados ya que estos hacen que el suelo debajo de la Geoestructura se desplace, aumentando los esfuerzos laterales obtendremos una capacidad de carga mayor.

Las columnas de grava son instaladas hasta el nivel donde el suelo puede sufrir el fenómeno de licuefacción o hasta donde los cálculos lo indiquen, es en este punto donde colocan las columnas llenas de grava logrando así despejar las presiones intersticiales y evacuando el agua (Carrillo y Alcayhuaman, s.f, p.8)

El proceso de instalación Geopier Rampact único desplaza el suelo durante instalación y utiliza energía de embestida de impacto vertical para construir Ramped Elementos agregado Pier

Las soluciones de RAP están diseñadas para proporcionar una liquidación total y diferencial controlar e incrementar el soporte de los rodamientos para cumplir con los requisitos del proyecto.

Un mandril cónico ahuecado especialmente diseñado, patentado se conduce en el suelo utilizando una fuerte fuerza estática aumentada por alta frecuencia vertical energía de impacto. Las profundidades normalmente oscilan entre 10 y 25 pies, dependiendo en los requisitos de diseño. Un capuchón de sacrificio o mecanismo de compactación interna evita que el suelo entre en el pie de sabotaje y el mandril cónico durante conducción. El proceso de desplazamiento elimina el despojo y desplaza los suelos lateralmente, densificando y reforzando los suelos existentes.

Después de conducir a la profundidad de diseño, el mandril ahusado sirve como un revestimiento temporal y conducto para la colocación de agregados. Después de agregar es colocado dentro, el mandril se levanta y se vuelve a impulsar hacia abajo para formar un delgado ascensor compactado. La compactación se logra a través de la fuerza estática hacia abajo y dinámica vertical embistiendo desde el martillo y el mandril. Esto resulta en la mejora del suelo y lateral aumenta la densidad para proporcionar un excelente acoplamiento con los suelos circundantes y control de asentamiento confiable con resistencia y rigidez superiores.

Después de la instalación, los elementos RAP admiten cimentaciones superficiales, piso losas y esteras; reducir el potencial de licuefacción; y mejorar el soporte de estabilidad de terraplenes, paredes y plataformas de tanques. Las tensiones aplicadas son atraídas a los elementos RAP rígidos, lo que resulta en el control de asentamiento diseñado.

Las pilas en un edificio industrial en México durante los últimos ocho meses, de estas se han medido las curvas esfuerzo vs deformación en las pilas (cabeza y punta) para determinar su módulo de rigidez. Se incluyen comparaciones entre los módulos de rigidez de diseño y los módulos de rigidez medidos de las curvas esfuerzo vs deformación. Los resultados refuerzan el concepto que, bajo las cargas aplicadas, las Pilas de Agregado Compactado trabajan predominantemente por fricción, por lo que no necesariamente estas pilas deberán de apoyarse en un estrato resistente para trabajar adecuadamente. (Pérez, Valverde, Gutierrez, 2011, p.2)

Los autores mencionan el module de rigidez el cual es importante ya que con ello se verá el comportamiento de las pilas de agregado compactado cabe mencionar que esto tiene una norma la cual es el ASTM-D1143.

Donde sea factible, el área inmediata de la pila de prueba o grupo de pilotes se debe excavar en la elevación de corte de pilotes propuesta. Las pilas de prueba se cortarán o se construirán con la calidad adecuada según sea necesario para permitir la construcción del aparato de aplicación de carga, la colocación de las pruebas necesarias, el equipo de instrumentación y la observación de la instrumentación. Cuando sea necesario, la longitud no soportada de la (s) pila (s) de prueba se deberá arriostrar para evitar el pandeo sin influir en los resultados de la prueba. 3.1.3 Si la cabeza de la pila se ha dañado durante la conducción, la parte dañada se debe quitar antes de la prueba. Para las pruebas en grupos de pilas, las pilas deben taparse con una tapa de hormigón armado diseñada y construida de acuerdo con la práctica de ingeniería aceptada para las cargas anticipadas. (ASTM D1143, 1994, p.1)

#### **1.3.1.10. Pre-Dimensionamiento.**

En el prediseño se va a tomar en cuenta los esfuerzos que se tengan al ingresar los datos al programa Etabs.

Luego de ingresar los datos al Etabs este servirá para prediseñar las zapatas y también se prediseñara las zapatas con la resistencia del suelo sin mejorar.

#### **1.3.1.11. Modelamiento Etabs.**

##### **Consideraciones:**

Estructura cuyo sistema estructural son pórticos de concreto armado en ambas direcciones. Este bloque cuenta con un nivel y un sótano. Las columnas tienen secciones de 60x60 en su mayoría. Las vigas tienen secciones de 35x90 y 25x70 en su mayoría. Como sistema de losa se tiene una losa maciza de 20 cm de peralte. Se cuenta con placas de 35 cm, y 60cm de espesor.

Los pesos de los materiales y las cargas vivas empleados se determinan de acuerdo a la Norma de Cargas E.020. Las estructuras metálicas de las viguetas se analizaron mediante modelos bidimensionales en el cual los elementos se representan por elementos lineales con secciones completas y con deformaciones por carga axial.

Los análisis sísmicos de la edificación se efectuarán siguiendo las indicaciones de la Norma Peruana de Diseño Sismorresistente NTE.030 del 2016. Siguiendo estas indicaciones y con el fin de determinar un procedimiento adecuado de análisis, se clasificó para los bloques como estructuras regulares.



La respuesta sísmica se determinó empleando el método de superposición espectral considerando como criterio de combinación la “Combinación Cuadrática Completa”, (CQC) de los efectos individuales de todos los modos.

Tal como lo indica la Norma E.030, y de acuerdo con la ubicación del Edificio y el Estudio de Suelos realizado, los parámetros para definir el espectro de diseño para las direcciones X e Y fueron:

Factor de zona (Zona 4):  $Z = 0.45 g$

Perfil de Suelo (Tipo S2):  $S = 1.05$   $T_p=0.6s$   $T_L=2.0s$ .

Factor de Categoría (Categoría B):  $U = 1.3$  (Edificación Importante)

Factor de Reducción:  $R = 6$

Los diferentes elementos estructurales han utilizado el Método de Resistencia y se ha cumplido con los criterios de diseño de la Norma Peruana de Estructuras Metálicas NTE-090, complementada por el American Institute of Steel Construction. En cuanto a los materiales se deberán seguir las recomendaciones de la American Society for Testing and Material (ASTM).

Para determinar la resistencia nominal requerida, se emplearon las siguientes combinaciones de cargas:

1.4 M  $M =$  carga muerta

1.2 M + 1.6 V  $V =$  carga viva

1.2 M + S + 0.5 V  $S =$  carga de sismo

1.2 M - S + 0.5 V

0.9 M + 1.0 S; 0.9 M - 1.0 S

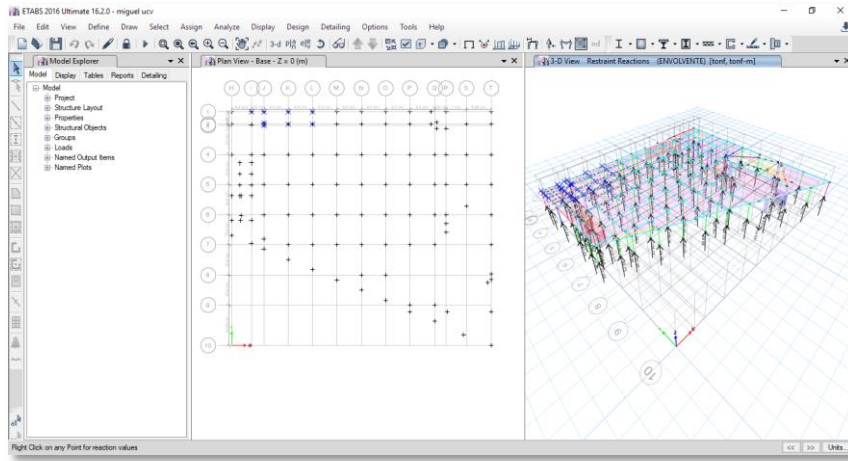


Figura 7. Modelamiento de ETABS

Fuente. Elaboración Propia

### 1.3.1.12. Cálculos de la geoestructura de Geopier.

#### 1. Recolección de datos

Tabla 3: Recolección de datos

Parámetro				
Diámetro de la geoestructura de geopier	in		d	30
Profundidad al agua subterránea	ft		Dwg	35.1
Peso unitario total del suelo.	Pcf		g	120
Ángulo de fricción del suelo	degree		f	27
Presión máxima	psf		pmax	2500

Fuente. Manual de Diseño de Geopier, 2007

- Diámetro de la geoestructura: Este diámetro de acuerdo a la profundidad que se realizara y la cantidad de geoestructuras utilizadas en el proyecto se tomaran 900 pilas de grava compactada. Este diámetro nos permite calcular el área ocupada por la pila.

$$\pi * r^2 = 3.141592 * (1.245)^2 = 4.8695 \quad (\text{Ecuación 2})$$

- Profundidad al agua subterránea, Profundidad al agua subterránea, el peso unitario total del suelo. el ángulo de fricción del suelo y la presión máxima se vera de acuerdo al estudio de suelos realizado.

Tabla 4: Datos de la Geoestructura

Tapa de la célula geoestructura de geopier	kips	Qcell	90
Presión de rodamiento	ksf	qall	5
Módulo de rigidez geoestructura de geopier	pci	kg	175
Módulo de rigidez del suelo	pci	km	22
Máxima parte superior del estrés del muelle	ksf	qg	14.8

Fuente. Manual de Diseño Geopier, 2007

## 2. Cálculos de la geo estructura

Habiendo recolectado los datos antes mencionados se procede a realizar los cálculos correspondientes para la geoestructura de Geopier (pila de grava compactada). Los datos presentados están en el sistema de los EE.UU.

Teniendo previamente el pre-dimensionamiento de las zapatas y la carga total de las columnas.

Tabla 5. Cálculos Previos en la Geoestructura

Parámetro	Symb	Z-1
Carga de columna	P	62.81
Ancho de zapata seleccionado	B	5.91
Longitud de zapata requerida	Lr	2.13
Longitud de zapata seleccionada	L	5.25

Fuente. Manual de Diseño Geopier 2007

- Se calcula la presión de rodamiento (Footing bearing pressure) (q): con la siguiente ecuación donde:

$$q = P / (B * L) \quad \text{(Ecuación 3)}$$

P: Carga de columna

B: Ancho de zapata seleccionado

Lr: Longitud de zapata requerida

L: Longitud de zapata seleccionada

- Se calcula Números de RAP requeridos (Required No.RAP elems) (Nr): con la siguiente ecuación donde:

$$Nr = P/Q_{cell} \quad \text{(Ecuación 4)}$$

P: Carga de columna

$Q_{cell}$ : Tapa de la célula geoestructura de geopier

Después de esto selecciona los elementos (Selected No.RAP elems) (N) el cual es el valor redondeado del Nr.

- Se calcula Proporción de reemplazo de área (Area replacement ratio) (Ra) con la siguiente ecuación donde:

$$Ra = N * Ag / (B * L) \quad \text{(Ecuación 5)}$$

B: Ancho de zapata seleccionado

L: Longitud de zapata seleccionada

N: No.RAP seleccionado

Ag: Área ocupada por la pila

- Se calcula la relación de rigidez (Stiffnes ratio)(Rs) con la siguiente ecuación donde:

$$Rs = kg/km \quad \text{(Ecuación 6)}$$

Kg: Módulo de rigidez RAP

Km: Módulo de rigidez del suelo

- Se calcula Estrés en la cima de GP (Stress at top of GP) (qg) con la siguiente ecuación donde:

$$qg = q * Rs / (Rs * Ra - Ra + 1) \quad \text{(Ecuación 7)}$$

q: Presión de rodamiento

Ra: Proporción de reemplazo de área

Rs: Relación de rigidez

- Se calcula Carga en la parte superior de GP( Load at top of GP )(Qg) con la siguiente ecuación donde:

$$Qg = qg * Ag \quad \text{(Ecuación 8)}$$

qg: Estrés en la cima de GP

Ag: Área ocupada por la pila

### **1.3.1.13. Desventajas.**

En las obras portuarias y en alta mar, se requiere cada vez más la mejora del suelo para evitar el dragado (operación en la limpieza de rocas y sedimentos en los cursos de agua) y eliminación de grandes cantidades de lodo marino frecuentemente contaminado, la técnica de construcción que consiste en usar columnas de grava al aplicarlas resultan lentas, caras y además tienen dificultades para proporcionar un nivel adecuado de calidad.

Las pilas de agregado compactado son usadas para reforzar suelos que soportaran losas de piso reemplazando el uso de cimentaciones profundas y con gran demanda de tiempo para su construcción.

Usualmente se usan pilotes o mejoramiento del suelo para la cimentación, pero todos ellos demandaban mucho tiempo y además de ello eran muy costosas ya que se usaba acero y concreto.

El equipo del proyecto evaluó varias soluciones de soporte de cimientos, incluida la base convencional construcción después de la sobre excavación y reemplazo, cimientos profundos (pilotes) y cimientos convencionales construcción después de la mejora del suelo Geopier GP3 Ramped Aggregate Pier (RAP). El Geopier GP3 RAP sistema fue seleccionado como el mejor enfoque y fue diseñado para proporcionar una presión de apoyo admisible de 4.000 psf y límite de asentamiento a menos de  $\frac{3}{4}$  de pulgada ( $\frac{1}{2}$  pulgada en cruces de servicios públicos). La resistencia del suelo lateral también fue una de las principales consideraciones de diseño. El sistema Geopier GP3 RAP redujo los costos de construcción, proporcionó una construcción más rápida horario, impactos limitados de ruido y vibración, y construcción de cimientos "convencional" facilitada (Helical, s.f, p.2)

La solución de diseño / construcción se completó según lo programado, dentro del presupuesto, y sin significativos asentamientos posteriores a la construcción a un costo considerablemente menor en comparación con la sobre excavación y reemplazo o cimientos profundos (Helical, s.f, p.2).

La empresa Helical nos indica mediante sus artículos que el uso de la Geoestructura de Geopier se ahorra en comparación con otros procesos constructivos además de ser una tecnología practica y rápida.

### 1.3.2. Mejoramiento De Suelo Arcilloso.

El mejoramiento de suelo se da para evitar futuras fallas en la estructura, así como también poder ahorrar en material.

Una de las fallas que podría ocurrir a una edificación sería por asentamiento también podría ocurrir por fugas de agua, lluvia o raíces de árboles cercanos entre otros.

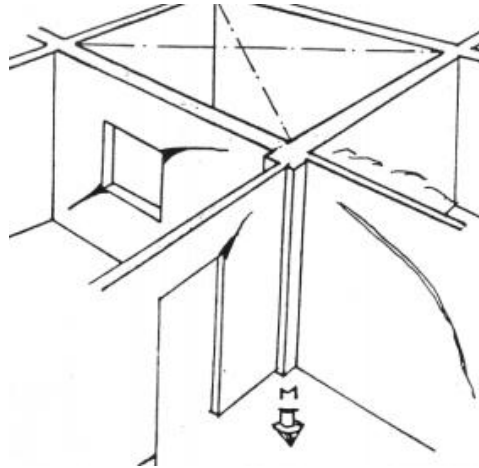


Figura 8. Falla por Asentamiento

Fuente. Manual de Patologías de la Edificación.

La arcilla es un tipo de suelo el cual es cohesivo y muy poca fricción lo que provoca que se pierda estabilidad cuando hay mucha humedad.

Este suelo pasa la malla estándar N°200 (75-  $\mu$ m) y tiene propiedades plásticas esto se puede ver en el cuadro de índice plástico versus límite líquido.

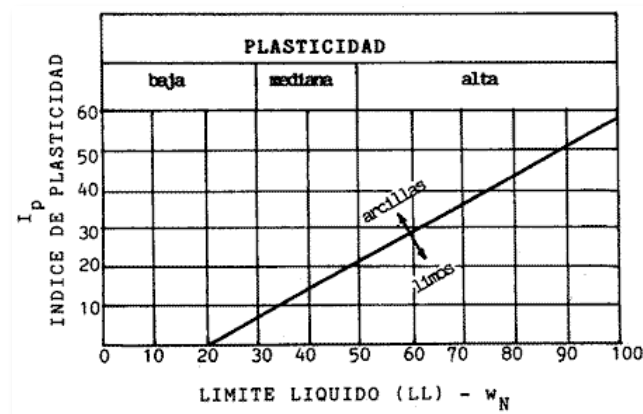


Figura 9. Grafica de Índice de Plasticidad versus Límite Líquido

Fuente. Manual de ensayo de materiales.

El suelo arcilloso es aquel suelo contrario al arenoso y tiene propiedades como la plasticidad, esta propiedad hace que se evalúe el suelo para su uso en la construcción también tiene otras propiedades más visibles la cual la distinguen.

La arcilla es el tipo de suelo el cual se ha dado soluciones a través de diversos métodos, aquí le muestro un cuadro donde menciona como identificarlo y estabilizar un suelo arcilloso.

Tabla 6. Agentes Estabilizadores.

TIPO DE SUELO	Arcillas Finas	Arcillas Gruesas	Limos finos	Limos Gruesos	Arenas Finas	Arenas Gruesas
Tamaño de partícula (mm)	< 0,0006	0,0006 - 0,002	0,002 - 0,01	0,01 - 0,06	0,06 - 0,4	0,4 - 2,0
Estabilidad volumétrica	Muy pobre	Regular	Regular	Bueno	Muy bueno	Muy bueno
CAL	SI	SI	SI			
CEMENTO	NO	NO	NO	NO	SI	SI
ASFALTO					SI	SI

Fuente. Norma CE 0.20

Si una edificación está en la zona de suelos cohesivos con bajo grado de saturación y plasticidad alta ( $LL \geq 50$ ), en este debe realizarse un ensayo para determinar la plasticidad del suelo siguiendo las especificaciones en las normas (NTP 339.129; ASTM D43180) y ensayos granulométricos, así como determinar la cohesión todo el cálculo es para poder determinados datos importantes como la gráfica siguiente:

### 1.3.2.1. Propiedades de físicas y químicas.

#### a) Densidad

La relación de masa y volumen entre los componentes de las tres fases del suelo son utilizadas habitualmente para definir parámetros básicos que son útiles para definir características del suelo en el cual se va a realizar los trabajos.

Mientras aplicamos el término consolidación a suelos de grano fino como las arcillas, los métodos de densificación se utilizan para reducir los espacios porosos entre las partículas de suelos de grano grueso como arenas o gravas. Hasta cierto punto, los sedimentos también pueden ser densificado El medio principal para densificar arenas y gravas es usar una "onda de cizalla" de energía para inducir reordenamiento de los granos del suelo. La energía puede ser aplicada en la superficie del suelo (por ejemplo, compactación dinámica,

rápida compactación de impacto) o en profundidad (por ejemplo, densificación de voladura, vibro compactación, compactación de resonancia Mueller).

La densificación produce un aumento del ángulo interno de fricción y rigidez. El suelo mejorado tiene una mayor capacidad de carga, muestra asentamientos reducidos y mejoras resistencia a la licuefacción.

La densidad relativa (D.R):

Este es el grado de compactación de un suelo con respecto a los estados más sueltos y más densos obtenidos mediante los procedimientos de laboratorio.

Tabla 7. Densidades Relativas

Estado de Suelo	Dr(%)
Muy Suelto	0-15
Suelto	15-35
Denso	35-65
Muy Denso	65-85
Muy Denso	85-100

Fuente. Manual de Ensayos de Materiales

## b) Porosidad

El espacio de poros es el que está ocupado por agua o aire, el volumen de este espacio va a depender de las partículas que tenga el suelo.

La porosidad son los espacios vacíos o de poros, el suelo arenoso presenta un grado alto de porosidad, suele absorber mucha agua además de ello también este suelo se seca inmediatamente.

### Cálculos de la porosidad

La porosidad es igual al volumen de huecos o vacíos sobre el volumen del suelo.

Tabla 8. Porcentaje de Porosidad.

Porosidad total (%)	Interpretación
<30	Muy baja
30-40	Baja
40-50	Media
50-60	Alta
>60	Muy alta

Fuente. Fundamentos de Ingeniería Geotecnia



En suelos arenosos el diámetro es mucho mayor que el suelo arcilloso, así como la infiltración de agua, del suelo arcilloso se puede mencionar que su capacidad de retención de humedad es alta.

Tabla 9. Funciones de los Poros

Nombre	Tamaño (micras)	Función
Macroporos	>100	Aireación y drenaje (flujo de gravedad)
Mesoporos	30-100	Conducción de agua (flujo capilar rápido)
Microporos	3-30.	Retención de agua (flujo capilar lento)

Fuente. Fundamentos de Ingeniería Geotecnia

### c) Aplicación del Suelo Arcilloso:

#### c.1) Elemento de soporte de cargas en cimentaciones.

Se analizaría el suelo para poder determinar cómo se comportaría ante las cimentaciones superficiales o las cimentaciones profundas que se planteen durante la obra.

Para analizar el suelo se puede usar algunos ensayos los cuales se detallarán a continuación.

- Granulometría.
- CBR
- Peso Unitario
- Proctor modificado
- Corte Directo
- Ensayo de Contenido de Humedad
- Ensayo de Límites de Consistencia.

### d) Desventajas del suelo arcilloso:

En las construcciones no se trabaja con este suelo debido a que es malo, por eso en la mayoría de las obras se mejora el suelo con técnica o algún proceso que mejora las propiedades de ingeniería del suelo. Por lo general, las propiedades modificadas son resistencia al corte, rigidez y permeabilidad.

La mejora del suelo es usualmente hecha en base a los siguientes.

- Consolidación (por ejemplo, drenajes verticales prefabricados y recargo, consolidación al vacío, columnas de piedra)
- Modificación química (por ejemplo, mezclado profundo del suelo, chorro lechada, inyección de lechada)
- Densificación (por ejemplo, vibro compactación, dinámica compactación, inyección de compactación)
- Refuerzo (por ejemplo, columnas de piedra, geo sintéticos reforzamiento)

Algunas técnicas mejoran el suelo mediante una combinación de mecanismos. Por ejemplo, la lechada de compactación no solo densifica los suelos in-situ, pero también forma alta resistencia, bulbos de lechada de alta rigidez que refuerzan el suelo. Piedra las columnas instaladas en arenas limosas refuerzan el suelo, densificar los suelos in situ y funcionar como un drenaje grande elementos (Raju, 2010, P.3)

Tal como dice el autor estos aspectos se pueden modificar en los suelos, los puntos de desventaja que presenta todo suelo arcilloso son modificables a través de una estabilización o realización de pilares o pilotes.

La licuefacción en los suelos (arenas arcillas) son ocasionadas por los movimientos telúricos un gran ejemplo es el terremoto del 2007 en Pisco ahí se podrá observar la pérdida de capacidad portante, desplazamiento y empujes (Carrillo y Alcayhuaman, 2008, p.1)

Este fenómeno de licuefacción es muy importante es por ello que se debe realizar los ensayos respectivos en cada suelo que se va a construir, estos ensayos deben seguir la norma para que cumpla con los estándares de calidad.

Suelo fino	Resistencia en estado seco	Dilatancia	Tenacidad	Tiempo de asentamiento
Limo arenoso	Muy baja	Rápida	Debilidad a fiable	30seg –60min
Limo	Muy baja	Rápida	Débil a fiable	15min–60min
Limo arcilloso	Baja a media	Rápida a lenta	Media	15min - varias horas
Arcilla arenosa	Baja a alta	Lenta a nada	Media	30seg- varias horas
Arcilla limosa	Media alta	Lenta a nada	Media	15min -varias horas
Arcilla	Alta a muy A	Ninguna	Alta	Varias horas a días
Limo orgánico	Baja a muy alta	lenta	Débil a fiable	15min -varias horas
Arcilla orgánica	Media a muy alta	Ninguna	alta	Varias horas a días

Figura 10. Datos recolectados según el tipo de suelo.

Fuente. Fundamentos de Ingeniería Geotécnica de Brajada M.Das

### 1.3.2.2. Ensayos de suelos.

Los ensayos necesarios que se usan para tener los datos y el Pre-Diseño.

**a) Análisis Granulométrico Por Tamizado**

Determinar cuantitativamente la distribución de tamaños de partículas de suelo. Según sea las características de los materiales finos de la muestra, el análisis de tamices se hace bien con la muestra entera o parte de ella.

**b) Limite De Atterberg**

Este ensayo es utilizado como parte integral de la determinación del límite líquido, plástico, el índice de plasticidad y contracción de suelos. Sus respectivos contenidos de humedad evalúan las propiedades del suelo como un todo.

**c) Contenido De Humedad**

La humedad de un suelo es la relación expresada en porcentaje del peso de agua en una masa dada de suelo al peso de las partículas sólidas.

Este método realiza el secado del suelo húmedo en un horno controlado a  $110 \pm 5^\circ\text{C}$ . El peso del suelo que permanece del secado en horno es usado como el peso de las partículas sólidas.

La pérdida de peso debido al secado es considerado como el peso del agua, la referencia de norma que se guían son el MTC E 108 así como el ASTM D 2216 [Standard Test Method of Laboratory Determination of Water (Moisture) Content of Soil and Rock].

**d) Clasificación Unificada SUCS.**

Este sistema es una agrupación de estos con características semejantes, su propósito es estimar de manera fácil las propiedades de un suelo por comparación con otros del mismo tipo, cuyas características de conocen.

Esta clasificación se da por el sistema SUCS.

DIVISION PRINCIPAL		SIMBOLO DEL GRUPO	NOMBRES TÍPICOS	CRITERIO DE CLASIFICACION	
SUELOS DE GRANOS GROSOS 50% o más es retenido en el tamiz No. 200	GRAVAS 50% o más de la fracción gruesa es retenido en el tamiz No. 4	GW	Gravas bien gradadas y mezclas de arena y grava con pocos finos o sin finos	$C_u = \frac{D_{60}}{D_{10}}$ Mayor que 4 $C_c = \frac{(D_{30})^2}{D_{10} \times D_{60}}$ Entre 1 y 3  Si los criterios para GW no se cumplen	
		GP	Gravas y mezclas de gravas y arenas mal gradadas con pocos finos o sin finos		
		GM	Gravas limosas, mezclas de grava - arena y limo		
		GC	Gravas arcillosas, mezclas de grava - arena y arcilla		
	ARENAS Más del 50% de la fracción gruesa pasa por el tamiz No. 4	GRAVAS CON FINOS	SW	Arenas y arenas gravosas bien gradadas con pocos finos o sin finos	Límites de Atterberg localizados bajo la línea "A" o índice de plasticidad inferior a 4.  Límites de Atterberg sobre la línea "A" e índice de plasticidad superior a 7.  $C_u = \frac{D_{60}}{D_{10}}$ Superior a 6 $C_c = \frac{(D_{30})^2}{D_{10} \times D_{60}}$ Entre 1 y 3  Si no se cumplen los criterios para SW
			SP	Arenas y arenas gravosas mal gradadas con pocos finos o sin finos	
		ARENAS CON FINOS	SM	Arenas limosas, mezclas de arena limo	
			SC	Arenas arcillosas, mezclas de arena y arcilla	
			Límites de Atterberg localizados bajo la línea "A" o índice de plasticidad inferior a 4.  Límites de Atterberg sobre la línea "A" e índice de plasticidad superior a 7.		
			Para los límites de Atterberg localizados en el área sombreada se debe clasificar utilizando símbolos dobles.		
SUELOS DE GRANOS FINOS 50% o más pasa por el tamiz No. 200	LIMOS Y ARCILLAS Limite líquido de 50% o inferior	ML	Limos inorgánicos, arenas muy finas, polvo de roca, arenas finas limosas o arcillosas	<p><b>GRÁFICO DE PLASTICIDAD</b>            Para la clasificación de los suelos finos y de la fracción fina de los suelos granulares.            Los límites de Atterberg situados en el área sombreada corresponden a la clasificación de frontera y requieren símbolos dobles.            Ecuación de la línea A: <math>IP = 0.73(ILL - 20)</math></p>	
		CL	Arcillas inorgánicas de plasticidad baja a media, arcillas gravosas, arcillas arenosas, arcillas limosas, suelos sin mucha arcilla		
		OL	Limos orgánicos y arcillas limosas orgánicas de baja plasticidad		
	LIMOS Y ARCILLAS Limite líquido superior a 50%	MH	Limos inorgánicos, arenas finas o limos micáceos o de diatomeas limos elásticos		
		CH	Arcillas inorgánicas de alta plasticidad, arcillas grasas		
		OH	Arcillas orgánicas de plasticidad alta o media		
		Para la identificación visual y manual, véase ASTM norma D 2488			
	Suelos altamente orgánicos	PT	Turba, estiércol y otros suelos altamente orgánicos		

Figura 11. Sistema de clasificación SUCS

Fuete. Mecánica de Suelos de Juarez Badello

### e) Resistencia A La Compresión No Confinada

Resistencia a la compresión no confinada. Una medida de la resistencia de un material. La resistencia a la compresión no confinada (UCS) es el esfuerzo de compresión axial máximo que puede tolerar una muestra de material cilíndrica recta bajo condiciones no confinadas; el esfuerzo de confinamiento es cero.

El suelo de la investigación es cohesivo es por ello que se realizara el ensayo de compresion No confinada el cual tiene referencia el ASTM D2166, AASHTO T208, NTP 339.167.

Los equipos a utilizar en estas pruebas es la prensa para rotura de probetas, extractor de muestras, aparatos para determinar la humedad de la muestra (MTC E 108), un cronometro, balanzas que den el peso de la muestra con una precisión del 0.1% de su peso total además de tener la estufa con capacidad de mantener la temperatura de 110 +/- 5°C.

### f) Ensayo De Penetración Estándar (SPT):

El procedimiento es el de hincar un muestreador de caña partida para así poder tener la muestra significativa del suelo.

#### **1.4. Formulación Del Problema**

##### **1.4.1. Problema General**

¿En cuánto mejora el suelo arcilloso utilizando la Geoestructura de Geopier para una edificación en la Avenida Juan Lecaros frente al Estadio Municipal de Puente Piedra, 2018?

##### **1.4.2. Problemas Específicos**

- 1.- ¿En cuánto interviene la resistencia mecánica del sistema Geopier X1 en el suelo arcilloso para una edificación?
- 2.- ¿Cuál es el asentamiento de la edificación con el uso del sistema de Geopier X1 para el mejoramiento del suelo arcilloso para una edificación?
- 3.- ¿Cuánto incide el sistema de Geopier X1 en la densidad del suelo arcilloso para una edificación?

#### **1.5. Justificación**

##### **1.5.1. Justificación Teórica:**

La investigación plantea el uso de geoestructura de Geopier como una nueva alternativa de solución para mitigar los daños causados por el fenómeno de licuación, asentamientos diferenciales ocasionados por los sismos y el suelo en mal estado (arenoso y arcilloso)

Actualmente los estudios de esta tecnología se aplican en suelos arenosos mas no se aplican a otro tipo de suelo por ello se verificará la mejora del suelo en un terreno arcilloso.

##### **1.5.2. Justificación Metodológica.**

En la investigación se realizará fichas de recolección de datos, así como los instrumentos de medición esto ayudara a obtener datos para poder demostrar la mejora del suelo con la geoestructura de Geopier luego de ello se analizara de manera técnica los resultados obtenidos ya que el suelo es arcilloso y se comparara con los resultados en otro tipo de suelo donde usan la tecnología mayormente.

### **1.5.3. Justificación Tecnológica.**

El sistema Geopier es una solución a los asentamientos que se puedan dar en las edificaciones, mejora el suelo sin que este se cambie, es decir si en los ensayos en laboratorio me arroja un resultado que el suelo es malo la Geoestructura de Geopier la cual utiliza grava compactada puede trabajar con el suelo malo sin retirarlo esto hace que esta tecnología sea mejor y rápida.

### **1.5.4. Justificación Económica.**

La geoestructura de Geopier al mejorar el suelo para una edificación modifica el prediseño de las zapatas, ya que las zapatas varían conforme a la carga que pueda transmitir la edificación y la capacidad de carga que pueda soportar el suelo.

Las dimensiones de las zapatas al cambiarse se modifica la cantidad de concreto y acero que se consideró en el Pre-Diseño.

El uso de Geoestructura de Geopier causara un gran ahorro en el tema material además de menos personal y menos días, este sistema se guía de la norma de pilotes y se considera como una Cimentación Especial.

## **1.6. Hipótesis**

### **1.6.1. Hipótesis General**

Si mejora el suelo arcilloso utilizando la Geoestructura de Geopier para una edificación en la Avenida Juan Lecaros frente al Estadio Municipal de Puente Piedra, 2018.

### **1.6.2. Hipótesis Específicas**

- 1.- La resistencia mecánica aumenta al usar el sistema de Geopier X1 en el suelo arcilloso para una edificación.
- 2.- Los asentamientos no sobrepasan 1 pulgada utilizando el sistema de Geopier X1 en el mejoramiento del suelo arcilloso para una edificación.
- 3.- El sistema de Geopier X1 mejora la densidad del suelo arcilloso para una edificación.

## **1.7. Objetivos**

### **1.7.1 Objetivos General**

Determinar en cuanto mejora el suelo arcilloso utilizando la Geoestructura de Geopier para una edificación en la Avenida Juan Lecaros frente al Estadio Municipal de Puente Piedra, 2018.

### **1.7.2. Objetivos Específicos.**

- 1.- Calcular la resistencia mecánica del sistema de Geopier X1 en el suelo arcilloso para una edificación.
- 2.-Analizar los asentamientos de una edificación utilizando el sistema de Geopier X1 en el mejoramiento del suelo arcilloso para una edificación.
- 3.- Evaluar la incidencia del sistema de Geopier X1 en la densidad del suelo arcilloso para una edificación.

## II. Metodología



## **2.1. Diseño de investigación:**

“El diseño de investigación busca responder las preguntas, cumplir con los objetivos planteados y poner a prueba la hipótesis. La presente investigación se ubica en el diseño experimental de tipo cuasi – experimental, porque se va a manipular la variable independiente y ver cuáles son los efectos que causa a la variable dependiente” (Hernández, Fernández y Baptista, 2014, p. 151).

La presente investigación tiene un Diseño Cuasi Experimental.

### **2.1.1. Enfoque de la Investigación**

Según (Ruiz, 2012, p.45) “El enfoque de investigación es un proceso sistemático, disciplinado y controlado y hasta directamente relacionada a los métodos de investigación: cualitativa y cuantitativa”.

Esta tesis tiene un enfoque cuantitativo debido a que busca comprobar la hipótesis planteada a través de recolección de datos y la medición numérica.

### **2.1.2. Nivel De Investigación**

Según (Suarez, 2012, p.13) la investigación descriptiva es aquella que determina las propiedades de los elementos de estudio que se plantea en la investigación.

Según (Palella y Martins, 2012, p.92) la investigación es de nivel descriptivo cuando tiene como objetivo interpretar una realidad de la descripción, análisis e interpretación de los procesos del fenómeno. Este nivel hace referencia a como una cosa o teoría se plantea en el presente.

Esta tesis es de nivel descriptivo por que define variables y define los conceptos.

### **2.1.3. Tipo de Investigación**

Aplicada: La investigación de este proyecto será aplicada, se estudiará la posibilidad de aplicación de una nueva teoría para solucionar un problema.

(Borja, 2012, p.10) los proyectos de ingeniería civil están ubicados dentro de este tipo de clasificación, siempre y cuando se solucione un problema.

## 2.2. Variables, Operacionalización

### 2.2.1. Variables Independiente

Geo estructuras De Geopier

### 2.2.2. Variables Dependiente

Mejoramiento de Suelo Arcilloso

### 2.2.3. Operacionalización:

Tabla 10: Matriz Operacional de la Variables independiente y dependiente

Título: Mejoramiento Del Suelo Arcilloso Utilizando Geoestructuras De Geopier Para Una Edificación En La Avenida Juan Lecaros frente al Estadio Municipal de Puente Piedra, 2018.					
Variable Independiente	Definición y conceptual	Definición operacional	Dimensión	Indicadores	Instrumento
Geoestructuras de Geopier	Según Grupo Terratest menciona que: Este sistema mediante el método de reemplazo y desplazamiento refuerza el suelo de baja resistencia (s.f, p1).	Para la comprensión de la variable Dependiente , se puede calcular a través de su dimensión: Asentamiento, Rigidez, Material, Control de Calidad.	Sistema Geopier X1	Proceso Constructivo	Ficha de recolección de datos
				Proceso de calidad	
				Predimensionamiento de cimentación	
			Características	Densificación	
				Profundidad	
				Espaciamiento	
			Material	Volumen	
				Díametro de Grava	
				Calidad de Material	
Variable dependiente	Definición y conceptual	Definición operacional	Dimensión	Indicadores	Instrumento
Mejoramiento de suelo Arcilloso	Según Capote menciona que: los suelos que estarán sometidos a fuerzas de carga se comportaran dependiendo de su densidad y su relación de agua y aire en el material (s.f, p3)	Para la comprensión de la variable dependiente , se puede calcular a través de su dimensión: Capacidad de Carga, Saturación, Peso Unitario del Material.	Resistencia Mecanica	Prueba de carga.	Ficha de recolección de datos
				Compresion no Confinada.	
				Corte Directo.	
			Asentamiento	Prueba de carga.	
				Ensayo de Consolidación.	
				Prueba de estabilidad BST.	
			Densidad	Proctor.	
				Contenido de Humedad.	
				Cono de arena.	

Fuente. Elaboración Propia

## 2.3. Población y muestra

### 2.3.1. Población

Según (Palella y Martins, 2012, p.105) la población tendra la información y sobre estas se van a generar las conclusiones, la población de un proyecto pueden variar de hogares,

países, empresas entre otros. El indicar cual sera la población estara relacionado al tema del proyecto.

La investigación tiene como población el suelo donde se realizará la edificación el cual se ubica en la avenida Juan Lecaros frente a la puerta principal del Estadio Municipal de Puente Piedra este cuenta con un área de 5560 metros cuadrados.

### 2.3.2. Muestra.

La muestra según (Hernandez, Fernandez y Baptista, 2014, p.206) es un subgrupo de la población del cual se obtendrán los datos. El investigador pretende que los resultados encontrados en la muestra se generalicen o extrapolen a la población.

La presente investigación se encuentra frente a la avenida Juan Lecaros frente a la puerta principal del Estadio Municipal de Puente Piedra.

Se considero este distrito por la presencia de su suelo arcilloso, este es difícil de controlar ya que sus propiedades de contracción y expansión al contacto con la lluvia complica la construcción y Post – construcción.

La muestra serán las 6 calicatas en el área de 5560 metros cuadrados según Norma Técnica Peruana 2018 y según el tipo de edificación que se realizara, estas muestras se utilizarán en los ensayos de laboratorio.

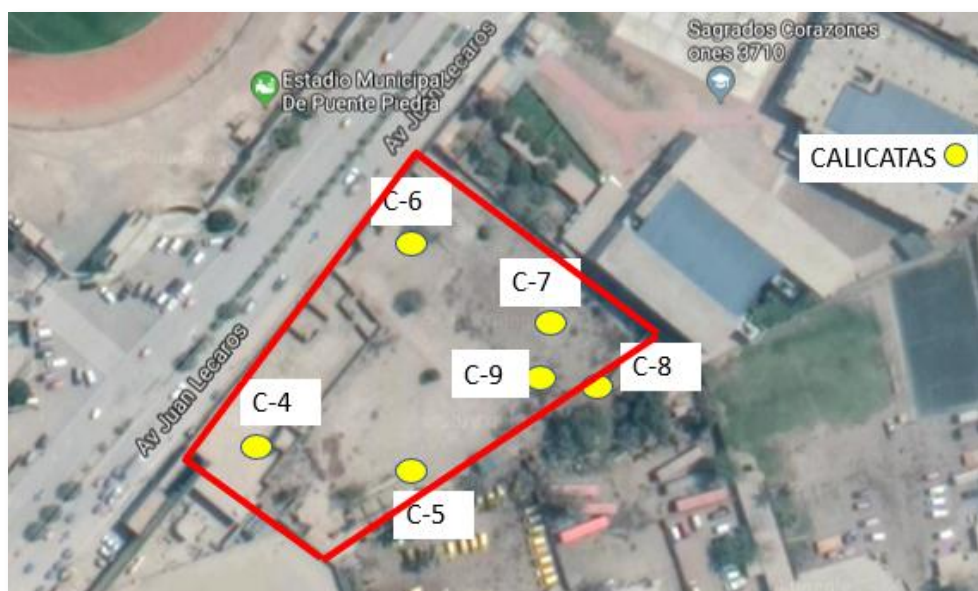


Figura 12. Ubicación de Calicatas

Fuente: Elaboración Propia

### **2.3.3. Muestreo**

En este proyecto se realizó el muestreo de tipo general no probabilístico intencional, porque está constituido por las muestras realizadas en 6 calicatas en un área de 5560 metros cuadrados.

Según Arias (2012, p. 82) hace referencia acerca del muestreo no probabilístico intencional en que: “en este caso los elementos son escogidos con base en criterios o juicios preestablecidos por el investigador”

## **2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad**

### **2.4.1. Técnico de recolección de datos:**

(Arias, 2012, p.67), “se tendrá por técnica de investigación, el procedimiento o forma particular de obtener datos o información las técnicas son particulares y específicas de una disciplina, por lo que sirve de complemento al método científico el cual posee una aplicabilidad general”.

Este proyecto de investigación, para recopilar información, contara con las siguientes técnicas:

#### **a) Análisis De Documentos:**

Es una técnica basada en fichas bibliográficas que tiene como propósito analizar material impreso. Se usa en elaboración de marco teórico del estudio. Para una investigación de calidad, se sugiere utilizar simultáneamente dos o más técnicas de recolección de información con el propósito de contractar y complementar los datos.

#### **b) Observación:**

Esta técnica permitirá seleccionar datos que se obtendrán en el laboratorio y también datos que se obtendrán de los ensayos In Situ, es decir datos en Campo.

### **2.4.2. Instrumento de recolección de datos:**

Según (Arias, 2006, p.68) el instrumento para la recolección, agrupación de datos es cualquier recurso ya sea de manera física como papel o periódico también de manera virtual con la que se almacenara información.

Los instrumentos según (Palella y Martins, 2012, p.125) son los recursos del cual el investigador considere para lograr obtener información.

En este proyecto se considera los siguientes instrumentos:

Tabla 11: Técnicas e instrumentos

TECNICAS	INSTRUMENTO
Límite de Atterberg	Equipo de Casa Grande
Consolidación de Suelos	Consolidómetro
Ensayo de densidad	Cono de arena
Prueba de Estabilización de Fondo (CST)	Juicio de Expertos
Prueba de Estabilización de Fondo (BST)	Juicio de Expertos

Fuente. Elaboración propia

### 2.4.3. Validez:

Según (Carrasco, 2006, p. 336) el instrumento de investigación son los que se encargan de medir con honradez y propiedad la variable o las variables de todo proyecto de investigación, la validez se mide en función de la prueba aplicada y estos deben evaluarse.

La validez según (Palella y Martins, 2012, p.160) es la relación entre lo que se mide y aquello que realmente se quiere medir.

El estudio va a ser validado, al realizar los ensayos en los laboratorios. Los instrumentos se validarán por los técnicos, los cuáles son especialistas en laboratorio y éstos se encargarán de certificar los estudios y ensayos que se realicen.

Además, se aplicará a este proyecto la técnica de juicio de experto el cual consiste en entregar a tres o más expertos en la materia para que puedan revisar la metodología y el instrumento que se va a usar. El experto luego de una revisión del contenido que se entregue indicara las recomendaciones en caso el documento lo necesite.

Tabla 12. Rangos y Magnitud de Validez

Rangos	Magnitud
0.53 a menos	Validez nula
0.54 a 0.59	Validez baja
0.60 a 0.65	Valida
0.66 a 0.71	Muy Valida
0.72 a 0.99	Excelente validez
1.0	Validez perfecta

Fuente: (Confiabilidad y valides de instrumento de investigación, 2013, p.13)

La presente investigación será evaluada por tres ingenieros civiles especializados, la validez la darán estos ingenieros.

Tabla 13. Coeficiente de validez por juicio de expertos

Validez	Experto 1	Experto 2	Experto 3	Promedio
VI-Pre-diseño de zapatas	1	1	1	1
VI-Asentamiento	1	1	1	1
VI- Rigidez	1	1	1	1
Indice de Validez				1

Fuente. Elaboración Propia

De acuerdo a la revisión de validez por los tres ingenieros civiles indican que el nivel es de rango 1 esto quiere decir una validez perfecta.

#### 2.4.4. Confiabilidad:

La confiabilidad según (Hernandez, Fernandez y Baptista, 2014, p.200) es el detectar si al usar el instrumento este no varíe luego de otra medición con los mismos parámetros.

Para tal fin, se encontrará como confiabilidad a la presentación de los certificados y a las especificaciones técnicas de calibración actualizada de los equipos con los que se realizara los ensayos.

También se presentara las hojas firmadas por los 3 especialistas del tema además de medir la confiabilidad por la tabla de rango y magnitud que se muestra a continuación:

Tabla 14. Rango y magnitud de confiabilidad

Rangos	Magnitud
0.53 a menos	Confiabilidad nula
0.54 a 0.59	Confiabilidad baja
0.60 a 0.65	Confiable
0.66 a 0.71	Muy confiable
0.72 a 0.99	Excelente confiabilidad
1.0	Confiabilidad perfecta

Fuente. (Confiabilidad y validez de instrumento de investigación, 2013, p.5)

## 2.5. Métodos de Análisis de Datos.

El método de análisis que se usará dará inicio al terminar de recoger la información del instrumento que se está considerando para este proyecto.

Se analizarán los datos por medio de los ensayos de SPT el cual es un ensayo realizado en campo además se realizará el ensayo de densidad, esto permitirá obtener la densidad del terreno.

Una vez realizada la recolección de datos se procede a agruparlos y a través de gráficas y comparaciones dando con el objetivo del proyecto.

Se realizará los ensayos generales de suelo para determinar el tipo de suelo que se tiene, primero se realizará la calicata para así determinar si el suelo es homogéneo o heterogéneo.

Los ensayos que serán necesarios para este proyecto es el de compresión no confinada este se aplicará a las muestras de calicata C-5.

También se realizará el ensayo de consolidación para ver el asentamiento del suelo estos datos ayudarán a el objetivo de la tesis, posterior se realiza la prueba de Proctor para ver la densidad.

Con ello tenemos los datos del suelo antes de la utilización de la Geoestructura de Geopier, al colocarse la geoestructura la cual consta de insertar pilas de grava compactada estos modificaran el suelo para la construcción.

La edificación al contar con la mejora de suelo en la etapa de prediseño se le considera zapatas como cimentación las cuales se apoyarán sobre las pilas de grava para hacer más efectivo el comportamiento de la estructura.

Los ensayos que se realizara a la estructura de Geopier son las que darán la validez de que el asentamiento y capacidad portante han mejorado estos ensayos serán en el campo.

Los ensayos para observar el asentamiento que tendrá estas pilas serán la de CST Y BST las cuales consta de medir empíricamente cada 10 pilas de grava incrustadas el asentamiento que se produzca al colocar la grava y compactarla con martillo vibrador durante un tiempo de 15 minutos.

Este procedimiento de asentamiento dará un promedio las cuales nos ayudaran a ver cuánto se asienta las pilas una vez colocadas.

La capacidad portante una vez colocada las pilas se hallarán con la prueba de módulo de rigidez esta prueba consta de montar una grúa sobre unas dos vigas metálicas que junto a un especialista hallar mediante un gato hidráulico la carga total que deberá soportar las pilas.

Los estudios indican una cantidad de carga las cuales se transmitirán a las pilas de grava y esta cantidad se va aplicando poco a poco y mediante unos micrometros los cuales permitirán cuantificar las deformaciones.

Una vez realizado eso se procede hallar la densidad del suelo que esta entre dos pilas, este resultado será a través del Proctor.

Los ensayos que obtendrán serán utilizados para poder ver a través de una comparación la mejora de las propiedades del suelo para la edificación a construir, los datos que se buscan para este proyecto de investigación son el asentamiento, la capacidad de carga, la densidad.

Estos datos se presentarán al final para demostrar cuanto varia la magnitud de la mejora o en caso contrario demostrar que no mejora el suelo para realizar una edificación.

Este Software es necesario para poder adjuntar los datos de los ensayos que se han realizado, así como las comparaciones para la tesis. (Excel)



## **2.6. Aspectos Éticos**

Según (Adolfo, 2015, p.15) los aspectos éticos engloban la particularidad de la moral, compromiso de la moral, así como respetar los aportes científicos de otros autores.

Concuerdo con el autor en cuanto a la moral que se debe tener para elaborar una investigación, así como realizar las citas respectivas a la información de otros autores.

### III. Resultados

### 3.1. Descripción de la zona de estudio.

La zona donde se realizará el estudio es en la Avenida Lecaros frente a la puerta principal del Estadio Municipal de Puente Piedra distrito de Lima.



Figura 13. Zona de Estudio

Fuente. Elaboración Propia

El distrito de Puente Piedra es el cual debe considerarse para esta investigación, ya que su suelo es el más difícil de trabajar por sus propiedades de expansión y contracción.

El perfil del suelo en el terreno estudiado está conformado por una capa superior de relleno de arcilla limosa, de plasticidad media, medianamente compacta, con restos de desmote y basura, el espesor comprende desde 20 cm a 1.50 m.

Después del suelo ya indicado se puede tener en campo un suelo con resistencia baja y resistencia media, se puede obtener lo siguiente:

- Suelo arcilla limosa, de plasticidad baja a media, medianamente compacta a compactar.
- Suelo arcilla limosa, de plasticidad alta, medianamente compacta.
- Suelo limo arcilloso, de plasticidad media, blando a compacto.
- Suelo limo arcilloso, de plasticidad alta, compacto.
- Suelo arena fina, arcillosa y/o limosa, suelta a medianamente densa.

### 3.2. Trabajos de Campo.

Relación existente entre la utilización de la Geoestructura de Geopier y el mejoramiento del suelo arcilloso para una edificación en la Avenida Juan Lecaros frente al Estadio Municipal de Puente Piedra, 2018.

Obtención de los resultados de las propiedades de la resistencia mecánica, así como la compresibilidad y la densidad del suelo y de la Geoestructura de Geopier para poder evaluar el mejoramiento del suelo.

El ensayo nos da como resultado que el suelo es de clasificación CL es decir es un suelo Limo Arcilloso con limite liquido menor a 50, según el Sistema SUCS de clasificación de suelos nos indica que el CL en estado seco tiene una resistencia media alta de plasticidad baja media.

El contenido de humedad es muy bajo ya que un buen suelo tiene un porcentaje de 40 % a más.

#### 3.2.1. Calculo de la resistencia mecánica del sistema de Geopier X1 en el suelo arcilloso para una edificación.

El suelo encontrado en el terreno de Puente Piedra ha sido CL (Limo arcilloso) por lo que se tiene que realizar todos los estudios de suelo correspondiente para determinar la adecuada solución para la cimentación de la edificación a construir.

El ensayo de compresión no confinada realizada en la calicata c8 dio como resultados los siguientes:

Tabla 15: Resultados del ensayo a compresión no confinada

Capacidad de carga	0.73 kg/cm <sup>2</sup>
Humedad	37.20%
Altura de muestra	104.55mm
Diámetro de la muestra	48.9mm

Fuente: Elaboración Propia

El ensayo de compresión no confinada realizada en la calicata c9 dio como resultados los siguientes:

Tabla 16: Resultados del ensayo a compresión no confinada

Capacidad de carga	0.79kg/cm <sup>2</sup>
Humedad	25.80%
Altura de muestra	104.45mm
Diámetro de la muestra	49mm

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 17: Promedio de Capacidad de Carga

C9	0.79	Kg/cm <sup>2</sup>
C8	0.73	Kg/cm <sup>2</sup>
Promedio	0.76	Kg/cm <sup>2</sup>

Fuente: Elaboración Propia

Los resultados de los ensayos de resistencia llamados Compresión no Confinada, los cuales nos indica una resistencia de 0.76 kg/cm<sup>2</sup> en promedio del suelo.

El ensayo de Corte directo da como resultado la cohesión del suelo 0.21 y el ángulo de fricción 11.9.

$$q_u = C * N_c + \gamma * D_f \quad (\text{Ecuación 9})$$

$$q_u = 2.1 \cdot 7.76 + 1.69 \cdot 1.55$$

$$q_u = 18.91 \text{ kg/cm}^2$$

$$q_a = 18.91 / 3$$

$$q_a = 6.303 \text{ Tn/m}^2$$

$$q_a = 0.630 \text{ kg/cm}^2$$

Al realizar el ensayo de Corte directo se obtuvo la cohesión del suelo la cual al aplicar la fórmula de Skempton se puede obtener la capacidad ultima de carga ( $q_u$ ), la capacidad de carga admisible( $q_a$ ) de 0.63 kg/cm<sup>2</sup>.

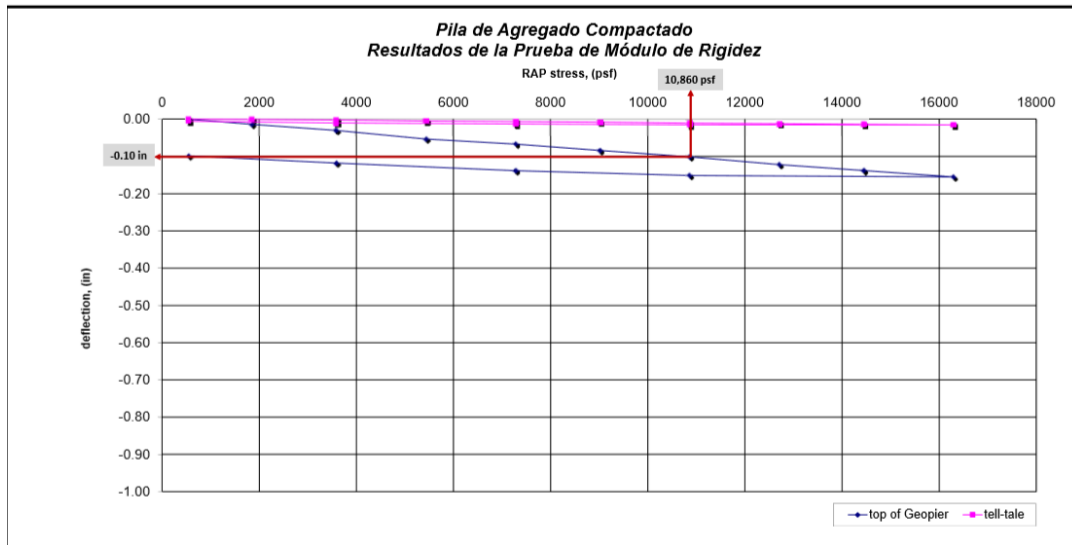


Figura 14. Zona de Estudio

Fuente. Elaboración Propia

En la prueba de módulo de rigidez nos muestra mediante una gráfica que la carga que puede llegar a soportar el suelo mejorado aplicando la Geoestructura de Geopier es de 53.31 kn el cual es equivalente a 5 kg/cm<sup>2</sup>.

Tabla 18: Comparación de resistencias mecánicas del suelo con y sin mejoramiento

Suelo normal	Suelo con Geoestructura de Geopier
0.76 kg/cm <sup>2</sup>	5 kg/cm <sup>2</sup>
0.63 kg/cm <sup>3</sup>	

Fuente: Elaboración Propia

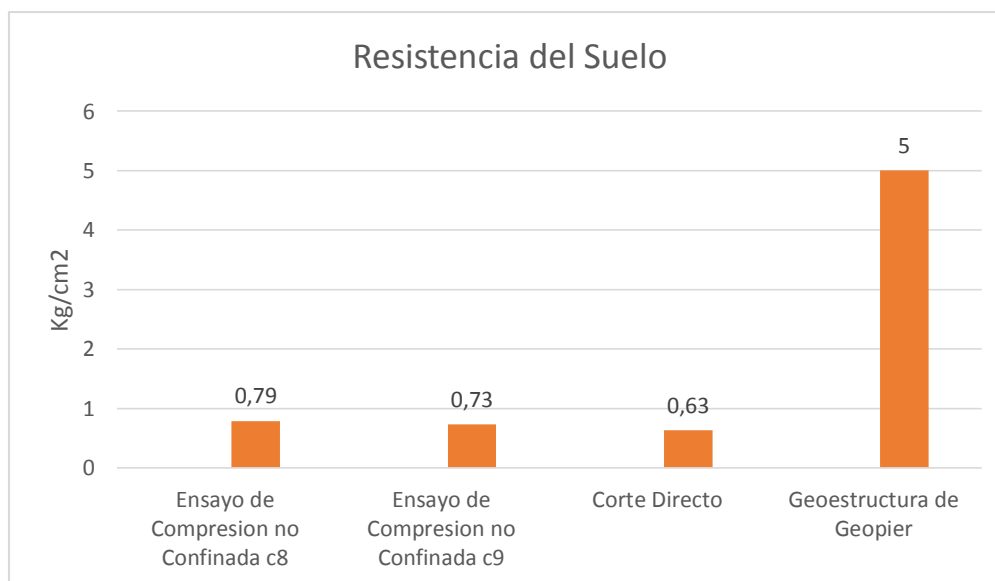


Figura 15. Comparación de resistencias mecánicas del suelo con y sin mejoramiento.

Fuente. Elaboración Propia

La Geoestructura de Geopier influye en la mejora de la resistencia mecánica del suelo para la edificación, por los resultados mostrados en el grafico la resistencia mecánica es inferior a la adecuada, por lo que se plantea la solución de la geoestructura de Geopier que aumentan considerablemente la capacidad de carga, además de ello esto influirá en el prediseño de cimentaciones optimizando material como es concreto y acero.

Según la norma MTC E 121 nos menciona que la consistencia del suelo es mediana debido a que el resultado es 0.63 kg/cm<sup>2</sup>. Al aplicar la Geoestructura de Geopier la consistencia del suelo es dura con valor de 5 kg/ cm<sup>2</sup>.

### 3.2.2. Análisis del asentamiento de una edificación utilizando el sistema de Geopier X1 en el mejoramiento de suelo arcilloso para una edificación.

La consolidación del suelo es importante ya que nos brinda datos referentes al tiempo en el cual se puede asentar la estructura además de su dato de relación de vacíos.

Tabla 19. Resumen de deformaciones.

Presión Aplicada kg/cm <sup>2</sup>	Tiempo de Presión Aplicada	Deformación Unidimensi n	Deformación Unidimensi n
0.25	24 Horas	0.020	0.002
0.50	24 Horas	0.036	0.004
1.00	24 Horas	0.130	0.013
2.00	48 Horas	0.285	0.028
4.00	3Días	0.447	0.045
8.00	48 Horas	0.653	0.065
4.00	24 Horas	0.081	0.008
2.00	24 Horas	0.150	0.015
1.00	48 Horas	0.175	0.018
2.00	24 Horas	0.051	0.005
4.00	48 Horas	0.145	0.014
8.00	3 Días	0.290	0.029
16.00	48 Horas	0.874	0.087

Fuente. Propia

Del cuadro de resumen obtenemos el valor de 87 mm el cual equivale a 8.7 cm, este es el resultado del asentamiento en el suelo.

El ensayo de consolidación de suelos tiene como guía la Norma Técnica Peruana 339.154 y a la vez esta norma se guía del ASTM D 2435-80.

Tabla 20.Resultados de las Pruebas de Estabilidad (BST)

	1era compactacion		2da compactacion		Δ diferencia (mm)	
	profundidad		profundidad			
Prueba de estabilización de Fondo(BST)	5.32	5.32	0.00	0.00	0.5	2.0
	5.40	5.36	0.00	0.00	2.0	5.0
	5.21	5.33	0.00	0.00	1.2	3.4
	2.31	5.34	0.00	0.00	1.5	1.4
	5.50	5.30	0.00	0.00	5.0	1.0
	5.32	5.37	0.00	0.00	1.0	0.9
	5.35	5.36	0.00	0.00	3.0	2.3
	5.39	5.37	0.00	0.00	2.0	1.5
	5.41	5.31	0.00	0.00	1.7	1.1
	5.32	5.32	0.00	0.00	1.0	1.3
					Promedio	2.0000

Fuente. Elaboración Propia

La prueba se realiza en campo durante la ejecución de la Geoestructura de Geopier para ello se contabiliza los puntos a realizar y se debe considerar el tiempo de compactación de cada máquina.

El resultado fue 2 mm el cual equivale a 0.2 cm según la norma E.0.50 ese valor está en el rango de aceptación.

Tabla 21.Resultados de las Pruebas de Estabilidad (CST).

	1era compactacion		2da compactacion		Δ diferencia (mm)	
	profundidad		profundidad			
Prueba de estabilización de Fondo(CST)	6.52	6.53	0.00	0.00	2.5	2.8
	6.53	6.51	0.00	0.00	2.3	2.1
	6.50	6.54	0.00	0.00	4.0	2.4
	6.51	6.70	0.00	0.00	2.3	3.9
	6.52	6.60	0.00	0.00	2.4	5.1
	6.50	6.63	0.00	0.00	2.6	3.1
	6.54	6.51	0.00	0.00	1.9	2.7
	6.53	6.61	0.00	0.00	3.4	2.3
	6.50	6.60	0.00	0.00	4.3	3.6
	6.52	6.51	0.00	0.00	2.9	2.4
					Promedio	3.0000

Fuente. Elaboración Propia

El resultado fue 3 mm el cual equivale a 0.3 cm según la norma E.0.50 ese valor está en el rango de aceptación.



La prueba de estabilidad es en campo y se basa en la norma la cual recomienda medir el 10% del total de pilas su asentamiento a la hora en la que se realiza la primera compactación, este dato es un buen indicador para poder saber si el bulbo está bien formado en las pilas.

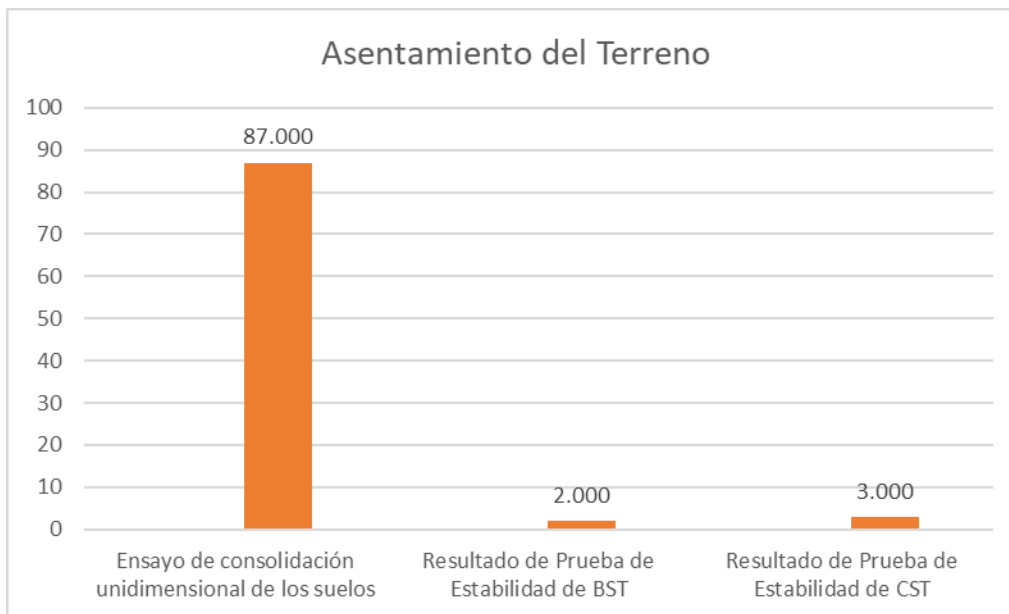


Figura 16. Comparación de asentamiento del suelo con y sin mejoramiento.

Fuente. Elaboración Propia

Tabla 22. Comparación de asentamiento del suelo con y sin mejoramiento.

87.000	Ensayo de consolidación unidimensional de los suelos
2.000	Resultado de Prueba de Estabilidad de BST
3.000	Resultado de Prueba de Estabilidad de CST

Fuente: Elaboración Propia

El ensayo de consolidación se realizó con una muestra del suelo natural, dando como resultado 87mm (8.7 cm) este valor no es óptimo para los asentamientos.

El resultado de prueba de estabilidad de fondo tiene como resultado un valor de 2 mm (0.2 cm) y un valor de 3 mm (0.3 cm) como asentamiento.

El resultado de 3 mm (0.3cm) y 2 mm (0.2cm) es el asentamiento que se tiene una vez colocado la Geoestructura de Geopier, este dato está en lo que recomienda la Norma E0.50 de Suelos y Cimentaciones el cual nos indica que los asentamientos deben ser menor a 1 pulgada (2,54cm).

### 3.2.3. Evaluación de la incidencia del sistema de Geopier X1 en la densidad del suelo arcilloso para una edificación.

Se realizó el ensayo de Proctor para poder hallar la densidad máxima seca de 1.68 gr/cm<sup>3</sup> y la humedad óptima de 21.6 % de este ensayo se parte para poder analizar la incidencia.

La densidad del suelo sin la colocación de la Geoestructura de Geopier es de 1.478, este resultado nos indica un grado de compactación de 78% , este valor según la norma MTC E 114 nos menciona que no bueno.

La densidad del suelo luego de la colocación de la Geoestructura de Geopier es de 1.665, este resultado nos indica un grado de compactación de 95% , este valor según la norma MTC E 114 nos menciona que es bueno.

Tabla 23. Comparación de los porcentajes de densidad

DENSIDAD (%)	78%	95%
Metodo Cono de Arena	Suelo sin Mejorar	Suelo Mejorado

Fuente. Laboratorio Cd Projects S.A.C

La densidad del suelo sin mejorar es de 78 %, y la densidad del suelo mejorado es de 95%.

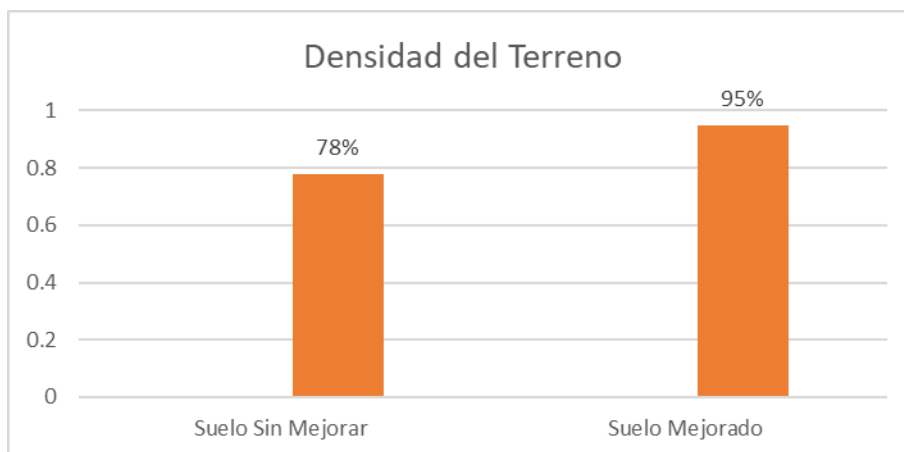


Figura 17. Resumen de los porcentajes de densidad

Fuente: Laboratorio Cd Projects S.A.C

El aumento en la densidad del suelo al usar las pilas de grava compactada nos indica que el suelo está más densificado es decir no tiene muchos espacios entre sus partículas esto favorece a las construcciones ya que se tendría un suelo muy firme para las cimentaciones.

Siguiendo lo indicado a MTC E 114 – ASTM D 1556 – AASTHO T 191 el grado de compactación del suelo sin la geoestructura de Geopier es de 75%, el cual no es recomendado ya que según la norma debe ser mayor a 95%.

Cuando se instala la Geoestructura de Geopier el grado de compactación aumenta a un 95%. Este valor cumple con el valor mínimo que indica la norma.

#### **3.2.4. Determinación de cuanto mejora el suelo arcilloso utilizando la Geoestructuras de Geopier para una edificación.**

Luego de analizar las dimensiones que influyen en el sistema de Geopier X1 para mejorar el suelo arcilloso, podemos mostrar los resultados que se obtuvieron tanto en resistencia mecánica, en la disminución de asentamiento y el aumento de densidades del suelo antes de colocar la Geoestructura Geopier y después de aplicarla.

La resistencia mecánica:

Esta medida se calculó con los ensayos de compresión no confinada y los ensayos de corte directo usando también la fórmula de skempton, estas pruebas se realizaron antes de colocar la Geoestructura de Geopier.

Cuando se aplica la Geoestructura de Geopier se realiza la prueba de carga, este ensayo sigue los lineamientos de la norma E0.50 de cimentaciones especiales, los datos que me arroja esta prueba son la resistencia que soporta el suelo con la Geoestructura de Geopier X1.

La resistencia varia de 0.63 kg/cm<sup>2</sup> del suelo natural a 5 kg/cm<sup>2</sup> con la Geoestructura de Geopier.

Asentamiento:

Se analizo el terreno a través del ensayo de consolidación de suelos dando como resultado un 87mm(8.7cm) luego de ello se realizó la Geoestructura de Geopier el cual también se analizó el asentamiento con la pruebas de estabilidad de fondo logrando a disminuir a 3 mm (0.3cm)y 2 mm.(0.2 cm)

La densidad:

Para evaluar la densidad del suelo se realizó el ensayo de Proctor y obtener la densidad máxima seca 1.68 gr/cm<sup>3</sup> y la humedad óptima 21.6 %, estos valores son necesarios antes de evaluar la incidencia.

La densidad del suelo sin la colocación de la Geoestructura de Geopier es de 1.478, este resultado nos indica un grado de compactación de 78%, luego de la colocación de la Geoestructura de Geopier la densidad es de 1.665 con un grado de compactación de 95%, este valor según la norma MTC E 114 nos menciona que es bueno.

Tabla 24. Cuadro comparativo de suelo mejorado.

Suelo	Resistencia mecánica	Asentamiento	Densidad	Grado de compactación
suelo sin geoestructura de Geopier	0.63 kg/cm <sup>2</sup>	8.7cm	1.478	78%
suelo con geoestructura de Geopier	5 kg/cm <sup>2</sup>	0.3cm	1.665	95%

Fuente: Elaboración Propia

El sistema de Geopier X1 aumenta la resistencia mecánica del suelo además de la disminución de los asentamientos y el aumento en la densidad del suelo para una edificación.

Los valores que se hallaron luego de colocar la Geoestructura de Geopier cumplen con lo mínimo especificado en la norma técnica peruana.

Estos valores demuestran la mejora del suelo luego de utilizar la Geoestructura de Geopier.

#### IV. Discusión

### **Discusión 1. Calculo de la resistencia mecánica del sistema de Geopier X1 en el suelo arcilloso para una edificación.**

El valor de la resistencia del suelo con la geoestructura de Geopier es de 5 kg/cm<sup>2</sup> este valor es superior 0.63 kg/cm<sup>2</sup> del suelo sin mejorar.

Al respecto Camargo y Zapata en su tesis "Evaluación de la reducción del potencial de licuefacción usando la metodología de análisis de Seed & Idriss sobre ensayos de SPT realizados en el suelo arenoso del proyecto Outlet Premium Lurín mejorado con pilas de grava compactada" en el año 2017 dice que tuvo como resultado de la medición de la capacidad admisible del terreno ya mejorado un 4.86 kg/cm<sup>2</sup> y 5.46 kg/cm<sup>2</sup> el cual en porcentajes se obtuvo un 69.94% de variación respecto al suelo sin mejorar.

Los resultados obtenidos en el presente proyecto de investigación están dentro de lo que mencionan otros estudios con mejoramiento de suelo y tiene un valor óptimo para poder realizar las cimentaciones.

### **Discusión .2.Análisis del asentamiento de una edificación utilizando el sistema de Geopier X1 en el mejoramiento de suelo arcilloso para una edificación.**

El asentamiento disminuye a 3 mm (0.3cm), esto resultado es válido ya que la norma E0.50 menciona que el asentamiento debe ser menor a 1 pulgada, este dato nos brinda la seguridad de que la estructura la cual se quiere construir no falle por hundimiento.

Según Salguero Oriza Flavio en su Tesis "Análisis Comparativo de Algunos Métodos Usuales de Cálculo de Asentamiento en Suelos Blandos con Inclusiones de Grava" en el año 2009. Tuvo como resultado en el cálculo de asentamientos totales usando la tecnología de Geopier un valor de 0.0028 m el cual equivale a 2.8mm considerando que el suelo era blando debido a las propiedades presentadas.

Además Según Camargo y Zapata en su tesis "Evaluación de la reducción del potencial de licuefacción usando la metodología de análisis de Seed & Idriss sobre ensayos de SPT realizados en el suelo arenoso del proyecto Outlet Premium Lurín mejorado con pilas de grava compactada" en el año 2017. Tuvo como resultado de la medición del asentamiento del suelo mejorado 2.5 cm el cual en porcentajes se obtuvo un 72% de variación respecto al suelo sin mejorar.

En las investigaciones mencionadas se realizaron los estudios para arcillas obteniendo como resultado un asentamiento de 0.10 pulgadas el cual es menor a 1 cm este valor es del suelo

mejorado con la tecnología de Geoestructura de Geopier. Es por ello que se afirma la influencia del Sistema de Geopier X1 en la compresibilidad del suelo arcilloso para una edificación.

### **Discusión.3. Evaluación de la incidencia del sistema de Geopier X1 en la densidad del suelo arcilloso para una edificación.**

La densidad del suelo sin la colocación de la Geoestructura de Geopier es de 1.478, este resultado nos indica un grado de compactación de 78% , este valor según la norma MTC E 114 nos menciona que no bueno. La densidad del suelo luego de la colocación de la Geoestructura de Geopier es de 1.665, este resultado nos indica un grado de compactación de 95% , este valor según la norma MTC E 114 nos menciona que es un buen indicador de compactación para poder construir.

Según Valverde, Hector y Barrera, Carlos en su Artículo "Mejoramiento de suelo para un tanque digestor" en el año 2014. El estudio se realizó para un tanque biodigestor el cual se logró mejorar la densidad del suelo obteniendo un 98% de aumento esto también sucederá en futuros proyectos como edificaciones, puentes entre otros.

Esta investigación obtuvo como resultado una densificación del suelo del 95%, comprobando así la incidencia del sistema de Geopier x1 en la densidad del suelo arcilloso para una edificación.

### **Discusión 4. Determinación del mejoramiento del suelo arcilloso utilizando la Geoestructura de Geopier para una edificación.**

Según López en su artículo "Mejora geotecnia de suelo" el suelo logra mejorar con un aumento de resistencia mecánica del suelo, la mejora de suelo de cimentaciones se inició hace siglos realizando compactaciones, inyecciones granulares e inyecciones químicas entre otros.

De lo mencionado se entiende que el suelo logra mejorar cuando aumenta la resistencia mecánica del terreno ya sea a través de inyecciones químicas o compactaciones en el área a trabajar.

Durante los ensayos se calculo resistencia mecánica del suelo logrando mejorar de un 0.63 kg/cm<sup>2</sup> a 5 kg/cm<sup>2</sup> utilizando el sistema Geopier x1.

Según López en su artículo "Mejora geotecnia de suelo" el suelo logra mejorar reduciendo los asentos que sucedan en el suelo al aplicar cargas.

Con respecto a los asentamientos del suelo estos se pueden calcular a través de ensayos y pruebas de esta manera se podrá saber si disminuye este dato así se lograría saber si mejora el suelo tal como lo indica el autor.

Los asentamientos se analizaron a través de ensayos logrando disminuir de un 8.7cm a 0.2 y 0.3cm logrando así no sobrepasar lo mínimo que menciona la norma E0.50 que es de 1 pulgada.

Según Valverde, Héctor y Barrera, Carlos en su Artículo "Mejoramiento de suelo para un tanque digestor" en el año 2014. Menciona que se logra mejorar el suelo con un aumento de densidad de 98%.

Así como menciona el autor el aumento de la densidad de suelo incide en la mejora de este, logrando así poder realizar la edificación planteada en el proyecto.

Se evaluó la densidad logrando aumento de 1.47 a 1.66 y aumentando si grado de compactación de 78% a 95%.



## V. Conclusiones

- Se calculo la resistencia mecánica del sistema de Geopier X1 mediante el análisis de la capacidad de carga (prueba de módulo de rigidez) la cual se basa en la normativa ASTM D-1143 obteniendo como resultado una capacidad portante de 5kg/cm<sup>2</sup> mientras que el suelo cohesivo sin mejorar tiene una capacidad portante baja de 0.63kg/cm<sup>2</sup>.

Los resultados obtenidos en el presente proyecto de investigación están dentro de lo que mencionan otros estudios con mejoramiento de suelo y tiene un valor óptimo para poder realizar las cimentaciones.

- Se analizo el asentamiento disminuye a 3 mm (0.3 cm), esto resultado es válido ya que la norma E0.50 menciona que el asentamiento debe ser menor a 1 pulgada (2.54cm), este dato nos brinda la seguridad de que la estructura la cual se quiere construir no falle ocasionando fallas en la estructura.

En las investigaciones mencionadas se realizaron los estudios para arcillas obteniendo como resultado un asentamiento de 0.10 pulgadas el cual es menor a 1 cm este valor es del suelo mejorado con la tecnología de Geoestructura de Geopier. Es por ello por lo que se afirma la incidencia del Sistema de Geopier X1 en el asentamiento del suelo arcilloso para una edificación.

- Se evaluó la densidad del suelo sin la colocación de la Geoestructura de Geopier X1 es de 1.478, este resultado nos indica un grado de compactación de 78% , este valor según la norma MTC E 114 nos menciona que no bueno. La densidad del suelo luego de la colocación de la Geoestructura de Geopier es de 1.665, este resultado nos indica un grado de compactación de 95% , este valor según la norma MTC E 114 nos menciona que es un buen indicador de compactación para poder construir.

Esta investigación obtuvo como resultado una densificación del suelo del 95%, comprobando así la incidencia del sistema de Geopier x1 en la densidad del suelo arcilloso para una edificación.

- Se llega a la conclusión que el sistema de Geopier son influyentes en el mejoramiento de suelo arcilloso para una edificación ya que la resistencia mecánica aumenta de un 0.63 kg/cm<sup>2</sup> a 5 kg/cm<sup>2</sup> y también se logra disminuir el asentamiento de un 8,7cm a 0.2cm y 0.3 cm los cuales se analizaron a través de los ensayos de suelos; las densidad del suelo aumento de 1.478 a 1.665 llegando a mejorar el grado de compactación de 78% a 95% todos estos datos se calcularon antes y después de aplicar el sistema de Geopier.

## VI. Recomendaciones

- Se debe tener en cuenta los estudios de mecánica de suelos para hallar la capacidad de carga, los suelos son distintos en un distrito es por ello que se debe considerar investigaciones como el CISMID para verificar tipo de suelo. En edificaciones se considera mucho la capacidad de carga ya que de este se realiza las dimensiones de las zapatas incidiendo así en el material a construir.
- Se debe dar seguimiento a los asentamientos luego de aplicar las cimentaciones, y luego de un año seguir el estudio para poder verificar la mejora de la tecnología. Se recomienda extender la investigación para un suelo arcilloso y para diferente edificación ya sea edificio, puente, carretera entre otros., estos futuros cálculos ayudarían a los ingenieros a plantear soluciones rápidas en diferentes partes del Perú.
- Se recomienda tener en cuenta el proceso de compactación debido a que esta influye en el terreno, las fallas que se puedan dar en una estructura que no está correctamente compactado puede llegar a agrietarse debido a los efectos que pueda suceder en el suelo.
- Se recomienda realizar las comparaciones económicas de las soluciones para este tipo de terreno, los ingenieros en general lo que proponen es pilotes y movimiento de tierra masivas y luego relleno con material mas gravoso estos se deberían comparar con los costos de colocación de geoestructura de Geopier.
- La geoestructura de Geopier es debe evaluar en todo tipo de suelo del distrito de lima, esto se recomienda debido a que lima presenta diferentes tipos de suelo en diferentes distrito y esto se puede ver en investigaciones del CISMID.

## Referencias Bibliográficas

- ALVA Hurtado, Jorge. Breve Historia del Fenómeno de licuación de suelos en el Perú [en línea]. Lima: Guzlop Editoras, 2011 [fecha de consulta: 15 de mayo de 2018].  
Disponible en: <https://www.yumpu.com/es/document/view/14743513/breve-historia-del-fenomeno-de-licuacion-de-suelos-en-el-peru>
- American Society for Testing and Materials, standard test method for piles under static axial compressive load. ASTM-D1143, Estados Unidos, 1994. 10pp.
- ARRIAGA vazquez, Darío. Aspectos constructivos de la tecnica de compactación dinamica para mejoramiento masivo de suelos. Tesis (Título de Ingeniero Civil). México: Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Ingeniería, 2006. 10Pp.
- ARIAS, Fidias. El Proyecto de Investigación. 6° ed. Caracas: Episteme, 2012. 143.pp.  
ISBN: 980 0785 299
- AVILA, Hector. Introducción a la metodología de la investigación empírica. México: Instituto tecnológico de Cd. Cuauhtémoc, 2006. 202pp.  
ISBN: 846 9019 996
- BORJAS, M (2012). Metodología de la investigación científica para ingenieros. Chiclayo. Perú.
- BRAJA, Das. Fundamentos de la ingeniería geotecnia. 4ta ed. Mexico D.F: Cengage Learning. 2013. 636pp. ISBN 978-607-519-372-4
- CAMARGO, Drusso y ZAPATA, Nicole. Evaluación de la reducción del potencial de licuefacción usando la metodología de análisis de seed & idriss sobre ensayos de SPT realizados en el suelo arenoso del proyecto outlet Premium Lurín mejorado con pilas de grava compactada. Tesis (Título de Ingeniero Civil). Lima: Universidad de Ciencias Aplicadas, Facultad de Ingeniería, 2017. 16pp.
- CARRASCO Diaz, Sergio. Metodología de la investigación científica. Lima: Editorial San Marcos, 2006. 336pp.  
ISBN: 997 234 2425
- CARRILLO y ALCAYHUAMAN. Licuación de suelos durante el sismo Pisco-Perú-2007. Revista Universidad Ricardo Palma [en línea]. Junio 2008. [Fecha de consulta: 20 de mayo de 2018].
- COLEGIO de Ingenieros del Perú. Terraplén de aproximación de puente en boca de Briceño sometido a terremoto de Ecuador de aceleración 0.37 a 0.52g y magnitud 7.8

- de abril 16, 2016. Ingeniería Civil [en línea]. Abril 2018, n. °54. [Fecha de consulta: 16 de mayo de 2018]  
 Disponible en <https://www.ingenieriacivil.org.pe/revista-n-54-abril-2018-ingenieria-civil.aspx>
- COLUMNAS de grava mediante vibro-sustitución Evolución tecnológica, diseño y casos prácticos [en línea]. Madrid: Keller Cimentaciones, S.L.U. [Fecha de consulta: 25 de mayo de 2018].  
 Disponible en [https://www.keller-cimentaciones.com/wp-content/uploads/2017/09/10-72ES\\_Columnas-de-grava-mediante-vibro-sustituci%C3%B3n-KELLER-CIMENTACIONES.pdf](https://www.keller-cimentaciones.com/wp-content/uploads/2017/09/10-72ES_Columnas-de-grava-mediante-vibro-sustituci%C3%B3n-KELLER-CIMENTACIONES.pdf)
  - COSTOS. Lima, 229. Abril 2013. ISSN 2223-0017
  - DOMINGUEZ, Julio. Manual de Metodología de la Investigación Científica. 3° ed. Chimbote, Perú, 2015. 55pp.  
 ISBN: 978 612 4308 017
  - EL SISTEMA geopier impact soluciones de cimentación intermedia. [En línea]. [Fecha de consulta: 25 de mayo de 2018].  
 Disponible en [https://www.terratest.com/pdf/geopier/SYSFLY\\_IP\\_ESP\\_2016-Terratest.pdf](https://www.terratest.com/pdf/geopier/SYSFLY_IP_ESP_2016-Terratest.pdf)
  - HERNÁNDEZ, Roberto, FERNÁNDEZ, Carlos y BAPTISTA, Pilar. Metodología de la Investigación. 6.ª ed. Ciudad de México: Mc Graw-Hill, 2014. 599 pp.  
 ISBN: 9781456223960
  - MENENDEZ ,Rafael. Ingeniería de Pavimentos 4.ª ed. Instituto de Gerencia y Construcción ( ICG),2013.ISBN: 978-612-4280-15-3.
  - IMPROVING global stability and controlling settlement with geopier soil reinforcing elements [En línea].Kuala Lumpur, Marzo 2002. [Fecha de consulta: 25 de mayo de 2018].  
 Disponible en [http://geosolv.ca/wp-content/uploads/pdf/download\\_file.php?pdf=TP20-Improving\\_Global\\_Stability\\_and\\_Controlling\\_Settlement.pdf](http://geosolv.ca/wp-content/uploads/pdf/download_file.php?pdf=TP20-Improving_Global_Stability_and_Controlling_Settlement.pdf)
  - JUAREZ, Eulalio y RICO, Alfonso. Fundamentos de la mecánica de suelos. México: LIMUSA, 2005.644pp.  
 ISBN:968-18-0069-9

- KURT Bal, Ece, ONDER Cetin, Kemal y ONER, Lale. Performance of Rammed Aggregate Pier® (RAP) Designed Under a Railway Embankment. Septiembre 2014 [En línea]. [Fecha de consulta: 20 de mayo de 2018].  
Disponible en [https://www.researchgate.net/publication/282644397\\_C74\\_Performance\\_of\\_Rammed\\_Aggregate\\_Piers\\_Designed\\_Under\\_A\\_Railway\\_Embankment](https://www.researchgate.net/publication/282644397_C74_Performance_of_Rammed_Aggregate_Piers_Designed_Under_A_Railway_Embankment)
- MAURYA, SHARMAN Y NARESH. Footing load tests on single and group of stone columns Le chargement de fondation essaie sur le seul et le groupe de colonnes de Pierre. 2006 [en línea]. [Fecha de consulta: 26 de mayo de 2018].  
Disponible en <https://www.issmge.org/uploads/publications/1/22/STAL9781614996569-1385.pdf>
- MCCABE, Bryan. A review of field performance of stone columns on soft soils. 2009 [en línea]. [Fecha de consulta: 26 de mayo de 2018].  
Disponible en <https://www.icevirtuallibrary.com/doi/10.1680/geng.2009.162.6.323>
- MINISTERIO de vivienda, Construcción y saneamiento. Reglamento nacional de edificaciones. Lima: Biblioteca Nacional del Perú, 2014. 411pp.  
ISBN: 979 612 4007 15 8
- MINISTERIO de Transporte y Comunicaciones. Manual de Ensayo de Materiales. [En línea]. Lima Mayo 2016. [Fecha de consulta: 21 de Junio de 2018].  
Disponible en: [http://transparencia.mtc.gob.pe/idm\\_docs/normas\\_legales/1\\_0\\_3729.pdf](http://transparencia.mtc.gob.pe/idm_docs/normas_legales/1_0_3729.pdf)
- MINISTERIO de Transporte y Comunicaciones. Especificaciones técnicas generales para la construcción.1ª ed. Dirección General de Caminos y Ferrocarriles,2015.640pp.
- MINISTERIO de Transporte y Comunicaciones. Manual de Carreteras: Suelo, Geología, Geotecnia y pavimentos. [En línea]. Peru, Lima, Mayo 2013. [Fecha de consulta: 21 de Mayo de 2018].  
Disponible en: [http://transparencia.mtc.gob.pe/idm\\_docs/P\\_recientes/4515.pdf](http://transparencia.mtc.gob.pe/idm_docs/P_recientes/4515.pdf)
- MORALES, Roberto. Diseño en Concreto Armado. 3° ed. Perú: Lima, 2006. 13pp.
- M.7.8 muisne, Ecuador earthquake on April 16, 2016 [en línea]. California: EERI. [Fecha de consulta: 16 de mayo de 2018].  
Disponible en: <http://www.eqclearinghouse.org/2016-04-16-muisne/files/2016/11/EERI-Ecuador-2016-Recon-Report-Reduced.pdf>  
ISBN: 978 1 932884 69 2






- PÁNFILO, Pérez y GUTIERREZ, Aurelio. Mejoramiento de suelos a base de pilas de agregado compactado para la cimentación del Centro de Distribución Herdez, en el Estado de México. 2011 [en línea]. [Fecha de consulta: 26 de mayo de 2018].  
Disponible en  
<http://geoserver.ing.puc.cl/info/conferences/PanAm2011/panam2011/pdfs/GEO11Paper862.pdf>
- PALELLA, Santa y MARTINS, Feliberto. Metodología de la Investigación Cuantitativa. 3° ed. Caracas: Editorial de la Universidad Pedagógica Experimental Libertador, 2012. 114pp.  
ISBN: 980 273 4454
- PROPIEDADES físicas del suelo [et al.]. [En Línea]. Uruguay: Monterrico. [Fecha de consulta: 5 de Julio de 2018].  
Disponibilidad en: <http://bibliofagro.pbworks.com/f/propiedades+fisicas+del+suelo.pdf>
- RAJU, V.R. Ground Improvement-Applications and Quality Control. Diciembre 2010 [en línea]. [Fecha de consulta: 25 de mayo de 2018].  
Disponible en  
<http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.467.5531&rep=rep1&type=pdf>
- SALGUERO Oriza, Flavio. Análisis comparativo de algunos métodos usuales de cálculo de asentamientos en suelos blandos con inclusiones de grava. Tesis (Título de Ingeniero Civil). México: Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Ingeniería, 2009. 19Pp.
- VALVERDE Reyes, Héctor. Pilas de grava compactada, un caso práctico. Tesis (Título de Ingeniero Civil). México: Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Ingeniería, 2013. 10Pp.
- WHAT are Rammed Aggregate Piers?. [En línea]. [Fecha de consulta: 25 de mayo de 2018].  
Disponible en  
[https://www.eqc.govt.nz/sites/public\\_files/images/What%20are%20Rammed%20Aggregate%20Piers.pdf](https://www.eqc.govt.nz/sites/public_files/images/What%20are%20Rammed%20Aggregate%20Piers.pdf)

Anexos


Anexo 01. Matriz De Consistencia

UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO			
Mejoramiento Del Suelo Arcilloso Utilizando Geoestructuras De Geopier Para Una Edificación En La Avenida Juan Lecaros frente al Estado Municipal de Puente Piedra, 2018.			
PROBLEMA	OBJETIVO	HIPOTESIS	VARIABLE
PROBLEMA GENERAL	OBJETIVO GENERAL	HIPOTESIS GENERAL	VARIABLE INDEPENDIENTE
¿En cuánto mejora el suelo arcilloso utilizando la Geoestructuras de Geopier para una edificación en la Avenida Juan Lecaros frente al Estado Municipal de Puente Piedra, 2018?	Determinar en cuanto mejora el suelo arcilloso utilizando la Geoestructura de Geopier para una edificación en la Avenida Juan Lecaros frente al Estado Municipal de Puente Piedra, 2018.	Si mejorar el suelo arcilloso utilizando la Geoestructura de Geopier para una edificación en la Avenida Juan Lecaros frente al Estado Municipal de Puente Piedra, 2018.	GEOESTRUCTURA DE GEOPIER
			<b>DIMENSIONES</b>
			Proceso Constructivo
			Proceso de calidad
			Predimensionamiento de cimentación
			Sistema Geopier XI
			<b>INDICADORES</b>
			Densificación
			Profundidad
			Espaciamiento
			Volumen
			Dímetro de Grava
			Calidad de Material
			<b>VARIABLE DEPENDIENTE</b>
			MEJORAMIENTO DE SUELO ARCILLOSO
			<b>DIMENSIONES</b>
			Resistencia Mecánica
			Prueba de carga.
			Compresión no Confinada.
			Corte Directo.
			Prueba de estabilidad BST.
			Prueba de estabilidad CST.
			Ensayo de Consolidación.
			Proctor.
			Contenido de Humedad.
			Cono de arena.
			<b>DIMENSIONES</b>
			Asentamiento
			Densidad
			<b>HIPOTESIS ESPECIFICA</b>
			1. La resistencia mecánica aumenta al usar el sistema de Geopier XI en el suelo arcilloso para una edificación.
			2. Los asentamientos no sobrepasan 1 pulgada utilizando el sistema de Geopier XI en el mejoramiento del suelo arcilloso para una edificación.
			3. El sistema de Geopier XI mejora la densidad del suelo arcilloso para una edificación.
			<b>OBJETIVO ESPECIFICO</b>
			1.- Calcular la resistencia mecánica del sistema de Geopier XI en el suelo arcilloso para una edificación.
			2.- Analizar los asentamientos de una edificación utilizando el sistema de Geopier XI en el mejoramiento del suelo arcilloso para una edificación.
			3.- Evaluar la incidencia del sistema de Geopier XI en la densidad del suelo arcilloso para una edificación.
			<b>PROBLEMA ESPECIFICO</b>
			1.- ¿En cuánto interviene la resistencia mecánica del sistema de Geopier XI en el suelo arcilloso para una edificación?
			2.- ¿Cuál es el asentamiento de la edificación con el uso del sistema de Geopier XI para el mejoramiento del suelo arcilloso para una edificación?
			3.- ¿Cuánto incide el sistema de Geopier XI en la densidad del suelo arcilloso para una edificación?

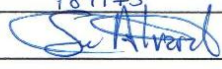

Anexo 02. Ficha de Recolección de Datos  
 Anexo 2.1. Ficha de Recolección de Datos

UCV UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO		FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS			
PROYECTO	"Mejoramiento del suelo Arcillo Utilizando Geoestructura de Geopier para una Edificación en la Avenida Icaros frente al estadio Municipal de Puente Piedra, 2018"				
AUTOR	Huaman Quillahuaman, Miguel				
<b>INFORMACIÓN GENERAL</b>					
Variable Independiente			Geoestructura de Geopier		
dimencion			Sistema de Geopier x1 y Gp3		
indicador			Asentamiento		
Instrumentos para medir el indicador					
Prueba de estabilización de Fondo(BST)	1era compactacion		2da compactacion		Δ diferencia (mm)
	profundidad		profundidad		
Promedio					0.0000
Prueba de estabilización de Fondo(CST)	1era compactacion		2da compactacion		Δ diferencia (mm)
	profundidad		profundidad		
Promedio					0.0000
Numero de expertos	Experto nro 1	Experto nro 2	Experto nro 3		
APELLIDOS Y NOMBRES	Sina Alvarado, Edson	SANTOS RICARDO PADILLA PICHIFE	LUIS ALBERTO VARGAS CHACALTANA		
REGISTRO CIP No	189175	INGENIERO CIVIL CIP 51530	INGENIERO CIVIL Reg. CIP N° 194542		
FIRMA					
VALIDEZ	Experto nro 1	Experto nro 2	Experto nro 3		
0 A 1	1	1	1		
0.53 a menos	validez nula	0.53 a menos	Confiabilidad nula		
0.54 a 0.59	Validez baja	0.54 a 0.59	Confiabilidad baja		
0.60 a 0.65	Valida	0.60 a 0.65	Valida		
0.66 a 0.71	Muy valida	0.66 a 0.71	Confiabilidad valida		
0.71 a 0.99	Excelente Validez	0.71 a 0.99	Confiabilidad validez		
1	Validez perfecta	1	Confiabilidad perfecta		

Anexo 2.2. Ficha de Recolección de Datos

		FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS	
PROYECTO		"Mejoramiento del suelo Arcillo Utilizando Geoestructura de Geopier para una Edificación en la Avenida Icaros frente al estadio Municipal de Puente Piedra, 2018"	
AUTOR		Huaman Quillahuaman, Miguel	
<b>INFORMACIÓN GENERAL</b>			
Variable Independiente		Geoestructura de Geopier	
dimencion		Predimensionamiento de Zapatas	
Indicador		Modelamiento Estructural	
Instrumento		Programas (ETAPS)	

Analisis Sismico		Diseño de Concreto		Diseño de Acero	
Factor de zona	0.45	Combinaciones de carga		Combinaciones de Carga	
Perfil de Suelo	1.05	Carga Muerta	1.4	Carga Muerta	1.2
Factor de Categoría	1.3	Carga Viva	1.7	Carga Viva	1.6
Factor de Reducción	6	Sismo	mas menos 1	Sismo	mas menos 1

<b>Numero de expertos</b>		<b>Experto nro 1</b>	
APELLIDOS Y NOMBRES		Siña Alvarado, Edson	
REGISTRO CIP No		189175	
FIRMA			
<b>Numero de expertos</b>		<b>Experto nro 2</b>	
APELLIDOS Y NOMBRES		Padilla Pichen, Santos	
REGISTRO CIP No		51630	
FIRMA			
<b>Numero de expertos</b>		<b>Experto nro 3</b>	
APELLIDOS Y NOMBRES		Vargas Chacaltana, Luis Alberto	
REGISTRO CIP No		194542	
FIRMA			

EDSON JOEL SIÑA ALVARADO  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP Nº 189175

SANTOS RICARDO PADILLA PICHEN  
INGENIERO CIVIL  
CIP 51630

LUIS ALBERTO VARGAS CHACALTANA  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP Nº 194542

VALIDEZ	Experto nro 1	Experto nro 2	Experto nro 3
0 A 1	1	1	1

0.53 a menos	validez nula	0.53 a menos	Confiabilidad nula
0.54 a 0.59	Validez baja	0.54 a 0.59	Confiabilidad baja
0.60 a 0.65	Valida	0.60 a 0.65	Valida
0.66 a 0.71	Muy valida	0.66 a 0.71	Confiabilidad valida
0.71 a 0.99	Excelente Validez	0.71 a 0.99	Confiabilidad validez
1	Validez perfecta	1	Confiabilidad perfecta

Anexo 2.3. Ficha de Recolección de Datos









**Ingenieros S.A.C.**  
Calle Valladolid 149  
Urb. Mayorazgo II Etapa, Ate  
Lima, Perú  
Teléfono: 01-683-0473 / 683-0476  
E-mail: informes@jboingenieros.com

**EXPEDIENTE N° 196-2018-JBO**

**INFORME DE ENSAYO**

**SOLICITANTE :** Miguel Huamán Quillahuamán

**PROYECTO :** Mejoramiento del Suelo Arcilloso Utilizando Geoestructuras de Geopier para una Edificación en la Avenida Juan Lecaros frente al Estadio Municipal de Puente Piedra, 2018.  
Línea de investigación: Diseño Sísmico y Estructural

**REFERENCIA :** Solicitud de Servicio N° 196-2018-JBO

**UBICACIÓN :** Promart de Puente Piedra

**FECHA DE RECEPCIÓN :** Lima, 23 de octubre del 2018

**FECHA INICIO :** Lima, 23 de octubre del 2018

**CORTE DIRECTO (CONSOLIDADO DRENADO)  
MTC E 123 - 2016**

**REFERENCIAS DE LA MUESTRA**

**IDENTIFICACIÓN :** Calicata C-1

**PRESENTACIÓN :** 01 Bolsa de polietileno

**DESCRIPCIÓN :** Arcilla arenosa de baja plasticidad

**CARACTERÍSTICAS DEL EQUIPO DE CORTE DIRECTO**

**MARCA :** ELE INTERNATIONAL

**CERT. DE CALIBRACIÓN :** Corte Directo CRD-01: SCM LC-10101701

**N° DE SERIE :** 1885PL0044-32552

DESCRIPCIÓN DEL SUELO					
Clasificación SUCS (ASTM D 2487)	CL	Limite Líquido (ASTM D 4318)	(%)	26	
Clasificación Obras Viales (ASTM D 3282)	A-4 (2)	Índice Plástico (ASTM D 4318)	(%)	10	
Tamaño Máximo (mm) (NTP 400.012)	4.750	Mat. más Fino N° 200 (ASTM D 1140)	(%)	51.4	

CARACTERÍSTICAS DE LOS ESPECÍMENES DE ENSAYO				
DESCRIPCIÓN	49,0 kPa	98,1 kPa	196,1 kPa	
Diámetro (cm)	6.323	6.323	6.323	
Área (cm <sup>2</sup> )	31.40	31.40	31.40	
Altura Inicial (cm)	2.02	2.02	2.02	
Altura Final (cm)	1.89	1.83	1.74	
Volumen Inicial (cm <sup>3</sup> )	63.40	63.40	63.40	
Volumen Final (cm <sup>3</sup> )	59.29	57.45	54.73	
Relación Diámetro / Altura	3.13	3.13	3.13	
Condición de la Estructura del suelo	Alterada			
Peso Húmedo Inicial (g)	101.48	101.48	101.48	
Peso Húmedo Final (g)	113.2	112.9	112.5	
Peso Seco (g)	87.6	87.6	87.6	
Humedad Inicial (ASTM D 2216) (%)	15.9	15.9	15.9	
Humedad Final (ASTM D 2216) (%)	29.3	29.0	28.5	
Densidad Húmeda Inicial (g/cm <sup>3</sup> )	1.601	1.601	1.601	
Densidad Húmeda Final (g/cm <sup>3</sup> )	1.909	1.966	2.056	
Densidad Seca Inicial (g/cm <sup>3</sup> )	1.361	1.381	1.381	
Densidad Seca Final (g/cm <sup>3</sup> )	1.477	1.524	1.600	

CALIBRACIÓN DEL ANILLO DE CARGA			
MARCA	ELE - International	N° de serie dial indicador	S2219
Capacidad del anillo	4.5 kN (1000 lb ó 460 kg)	N° de serie del anillo	1155-17-14105
Producto N°	1155BC300	Factor del Anillo de Corte (N)	0.000002229X <sup>2</sup> +3.960108905X + 1.144115000

**Referencias:**

- ASTM D 3080 : Standard test method for direct shear test of soils under consolidated drained conditions
- ASTM D 422 : Standard test method for sieve analysis of fine and coarse aggregates
- ASTM D 4318 : Standard test method for liquid limit, plastic limit and plasticity index of soils
- ASTM D 2487 : Standard classification of soils for engineering purposes (Unified soil classification system)
- ASTM D 2216 : Standard test methods for laboratory determination of water (moisture) content of soil and rock by mass
- ASTM D 3282 : Standard practice for classification of soils-aggregate mixtures for highway construction purposes
- ASTM D 1140 : Standard test for amount of material in soils finer than the N° 200 (75 um) sieve

**Equipos usados:**

- Balanza BAL-17: SCM LM-20051832 (20-05-18)
- Balanza BAL-16: SMC LM-20051833 (20-05-18)
- Horno HOR-02: SCM LT-30031816 (30-03-18)
- Corte Directo CRD-01: SCM LC-10101701 (10-10-18)

**Personal:**

- Téc.: E.E.A.
- Rev.: M.M.F.

**OBSERVACIONES:**

- Muestra tomada e identificada por el solicitante
- La muestra fue remoldeada a condiciones de humedad y densidad proporcionados por el solicitante.



Fecha de Emisión : Lima, 26 de octubre del 2018

El uso de la información contenida en este documento es de exclusiva responsabilidad del solicitante.

*[Firma]*

**JUAN SERGIO SANCHEZ QUANDI**  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 59781





**Ingenieros S.A.C.**  
 Calle Valladolid 149  
 Urb. Mayorazgo II Etapa, Ate  
 Lima, Perú  
 Teléfono: 01-683-0473 / 693-0476  
 E-mail: informes@jboingenieros.com

**EXPEDIENTE N° 196-2018-JBO**

**INFORME DE ENSAYO**

**SOLICITANTE :** Miguel Huamán Quillahumán **PROYECTO :** Mejoramiento del Suelo Arcilloso Utilizando Geoestructuras de Geopier para una Edificación en la Avenida Juan Lecaros frente al Estadio Municipal de Puente Piedra, 2018.  
 Línea de investigación: Diseño Sísmico y Estructural

**REFERENCIA :** Solicitud de Servicio N° 196-2018-JBO **UBICACIÓN :** Promart de Puente Piedra

**FECHA DE RECEPCIÓN :** Lima, 23 de octubre del 2018 **FECHA INICIO :** Lima, 23 de octubre del 2018

**CORTE DIRECTO (CONSOLIDADO DRENADO)  
 MTC E 123 - 2016**

**REFERENCIAS DE LA MUESTRA**

**IDENTIFICACIÓN :** Calicata C-1 **CARACTERÍSTICAS DEL EQUIPO**

**PRESENTACIÓN :** 01 Bolsa de polietileno **MARCA :** ELE INTERNATIONAL

**DESCRIPCIÓN :** Arcilla arenosa de baja plasticidad **CERT. DE CALIBRACIÓN :** Corte Directo CRD-01: SCM LC-10101701

**N° DE SERIE :** 1885PL0044-32552

ESFUERZO NORMAL		49,0 kPa			98,1 kPa			196,1 kPa		
Etapa		Inicial	Final		Inicial	Final		Inicial	Final	
Altura	(cm)	2.02	1.89		2.02	1.83		2.02	1.74	
Volumen	(cm <sup>3</sup> )	63.40	59.29		63.40	57.45		63.40	54.73	
Humedad	(%)	15.9	29.3		15.9	29.0		15.9	28.5	
Densidad Seca	(g/cm <sup>3</sup> )	1.381	1.477		1.381	1.524		1.381	1.600	
Esfuerzo Corte	(kPa)	32.0			42.0			63.0		

Desplaz. Horizontal (mm)	ESFUERZO NORMAL 49,0 kPa				ESFUERZO NORMAL 98,1 kPa				ESFUERZO NORMAL 196,1 kPa			
	Desplaz. Vertical (mm)	Lectura Dial Fuerza	Fuerza (N)	Esfuerzo Corte (kPa)	Desplaz. Vertical (mm)	Lectura Dial Fuerza	Fuerza (N)	Esfuerzo Corte (kPa)	Desplaz. Vertical (mm)	Lectura Dial Fuerza	Fuerza (N)	Esfuerzo Corte (kPa)
0.00	1.173	0.0	0.0	0.0	1.702	0.0	0.0	0.0	2.314	0.0	0.0	0.0
0.25	1.237	6.8	28.3	9.0	1.748	13.4	54.3	17.3	2.421	24.3	97.3	31.0
0.50	1.247	17.4	70.0	22.3	1.765	22.9	91.7	29.2	2.474	33.7	134.7	42.9
0.75	1.267	24.1	96.5	30.7	1.798	28.3	113.0	36.0	2.522	40.4	161.1	51.3
1.00	1.275	25.1	100.5	32.0	1.808	31.0	124.0	39.5	2.540	45.1	179.6	57.2
1.25	1.295	25.1	100.5	32.0	1.826	32.4	129.4	41.2	2.629	47.7	190.0	60.5
1.50	1.308	24.7	99.0	31.5	1.842	33.0	131.8	42.0	2.687	49.7	198.0	63.0
1.75					1.875	33.0	131.8	42.0	2.738	49.7	198.0	63.0
2.00					1.895	31.2	124.7	39.7	2.761	47.7	190.0	60.5

**Referencias:**  
 ASTM D 3080 : Standard test method for direct shear test of soils under consolidated drained conditions

**Equipos usados:**  
 - Balanza BAL-17: SCM LM-20051832 (20-05-18)  
 - Balanza BAL-16: SMC LM-20051833 (20-05-18)  
 - Horno HOR-02: SCM LT-30031816 (30-03-18)  
 - Corte Directo CRD-01: SCM LC-10101701 (10-10-18)

**OBSERVACIONES:**  
 - Muestra tomada e identificada por el solicitante  
 - La muestra fue remoldeada a condiciones de humedad y densidad proporcionados por el solicitante.

**Personal:**  
 - Téc.: E.E.A.  
 - Rev.: M.M.F.

Fecha de Emisión: Lima, 26 de octubre del 2018  
 El uso de la información contenida en este documento es de exclusiva responsabilidad del solicitante.



**JUAN SERGIO SANCHEZ GUANDO**  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 59781



# Anexo 05. Ensayo De Corte Directo



**Ingenieros S.A.C.**  
 Calle Valladolid 149  
 Urb. Mayorazgo II Etapa, Ate  
 Lima, Perú  
 Teléfono: 01-683-0473 / 683-0476  
 E-mail: informes@jboingenieros.com

**EXPEDIENTE N° 196-2018-JBO**

## INFORME DE ENSAYO

**SOLICITANTE** : Miguel Huamán Quillahuanán

**PROYECTO** : Mejoramiento del Suelo Arcilloso Utilizando Geoestructuras de Geopier para una Edificación en la Avenida Juan Lecaros frente al Estadio Municipal de Puente Piedra, 2018.  
 Línea de investigación: Diseño Sísmico y Estructural

**REFERENCIA** : Solicitud de Servicio N° 196-2018-JBO

**UBICACIÓN** : Promart de Puente Piedra

**FECHA RECEPCIÓN** : Lima, 23 de octubre del 2018

**FECHA INICIO** : Lima, 23 de octubre del 2018

### CORTE DIRECTO (CONSOLIDADO DRENADO) MTC E 123 - 2016

#### REFERENCIAS DE LA MUESTRA

**IDENTIFICACIÓN** : Calicata C-1

**PRESENTACIÓN** : 01 Bolsa de polietileno

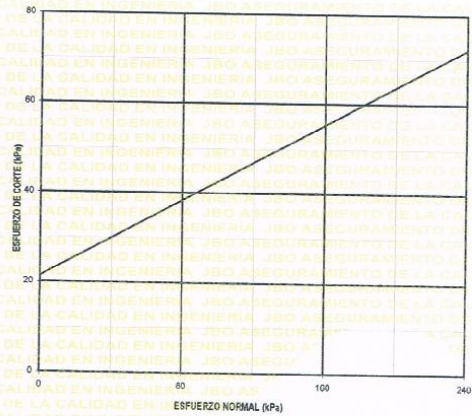
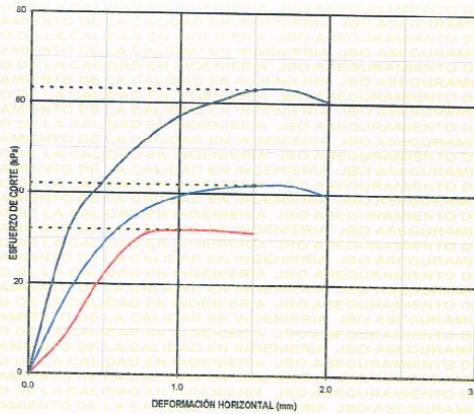
**DESCRIPCIÓN** : Arcilla arenosa de baja plasticidad

#### CARACTERÍSTICAS DEL EQUIPO

**MARCA** : ELE INTERNATIONAL

**CERT. DE CALIBRACIÓN** : Corte Directo CRD-01: SCM LC-10101701

**N° DE SERIE** : 1885PL0044-32552



RESULTADOS DE ENSAYO			
COHESIÓN (kg/cm <sup>2</sup> )	0.21	ÁNGULO DE FRICCIÓN (°)	11.9

**Referencias:**  
 ASTM D 3080 : Standard test method for direct shear test of soils under consolidated drained conditions

**OBSERVACIONES:**  
 - Muestra tomada e identificada por el solicitante  
 - La muestra fue remoldeada a condiciones de humedad y densidad proporcionados por el solicitante.

**Equipos usados:**  
 - Balanza BAL-17: SCM LM-20051832 (20-05-18)  
 - Balanza BAL-16: SMC LM-20051833 (20-05-18)  
 - Horno HOR-02: SCM LT-30031816 (30-03-18)  
 - Corte Directo CRD-01: SCM LC-10101701 (10-10-18)

**Personal:**  
 - Téc.: E.E.A.  
 - Rev.: M.M.F.

Fecha de Emisión : Lima, 26 de octubre del 2018

El uso de la información contenida en este documento es de exclusiva responsabilidad del solicitante.



*Juan Sergio Sanchez Guando*

**JUAN SERGIO SANCHEZ GUANDO**  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 59781

## Anexo 06. Compresión No Confinada



LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO S.A.C.



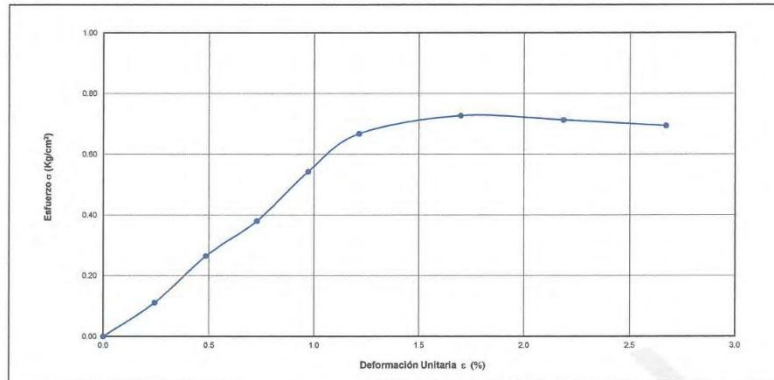
LÁMINA N° M4937-23

CERTIFICADO N°:	OE18-579-05-QU
Fecha de Emisión:	26/06/2018

DATOS DEL SOLICITANTE	DATOS DE LA MUESTRA	DATOS DEL MUESTREO
Cliente: MyM Consultores S.R.L.	Tipo: MIB	Identificación: C-8
Solicitante: Sr. Maykool Muñoz	Material: Suelo	Profundidad: 3.30 - 3.50 m
Proyecto: M-4937 Investigación puntual de suelos Promart - Puente Piedra	Procedencia: Calicata	Progresiva: -
Ubicación: Puente Piedra, Lima	Fecha de recepción: 15/06/2018	Coordenadas: -
	Presentación: Protegido con Membrana Plástica	Elevación: -
	Muestra recibida: 2x18x17 cm	Ubicación de Muestreo: Calicata
		Muestreado por: M.M.
		Fecha de Muestreo: 13/06/2018

### COMPRESIÓN NO CONFINADA

Fecha de Ensayo:	19/06/2018	Resp. del ensayo:	J. Rodríguez	Norma utilizada:	ASTM D2166-16
------------------	------------	-------------------	--------------	------------------	---------------



$q_u$ :	0.73 $Kg/cm^2$	<b>ESQUEMA DE FALLA</b> 
$\gamma$ :	1.790 $g/cm^3$	
$\gamma_d$ :	1.305 $g/cm^3$	
$\omega$ :	37.2 %	
$G_s$ :	-	
H :	104.55 mm	
D :	48.90 mm	

### OBSERVACIONES

### NOTA

La MUESTRA ha sido identificada y entregada por el solicitante.

Revisado por:

MYM LABORATORIO DE  
SUELOS Y CONCRETO S.A.C.

*Luis Rejas Méndez*  
Luis Rejas Méndez  
JEFE TÉCNICO DE LABORATORIO

Certificado por:

*Gilmar Natividad Camacho Huapaya*  
GILMAR NATIVIDAD CAMACHO HUAPAYA  
INGENIERO CIVIL  
Reg. C.I.P. N° 49965

## Anexo 07. Compresión No Confinada



LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO S.A.C.

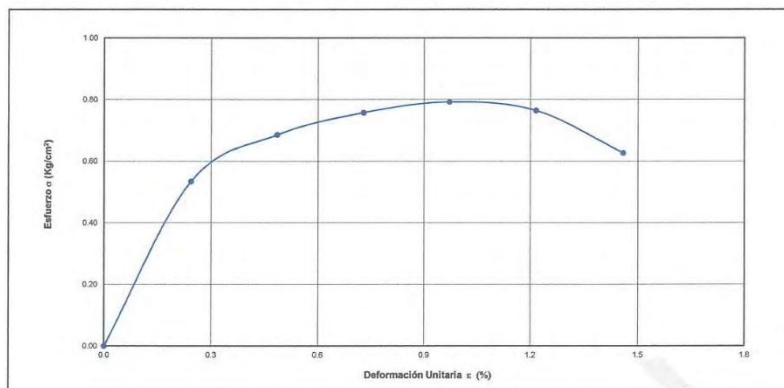


CERTIFICADO N°:	<b>OE18-579-07-QU</b>
Fecha de Emisión:	26/06/2018

DATOS DEL SOLICITANTE	DATOS DE LA MUESTRA	DATOS DEL MUESTREO
Cliente: MyM Consultores S.R.L.	Tipo: MIB	Identificación: C-9
Solicitante: Sr. Maykool Muñoz	Material: Suelo	Profundidad: 4.50 - 4.70 m
Proyecto: M-4937 Investigación puntual de suelos Promart - Puente Piedra	Procedencia: Calicata	Progresiva: -
Ubicación: Puente Piedra, Lima	Fecha de recepción: 15/06/2018	Coordenadas: -
	Presentación: Protegido con Membrana Plástica	Elevación: -
	Muestra recibida: 18x17x22 cm	Ubicación de Muestreo: Calicata
		Muestreado por: M.M.
		Fecha de Muestreo: 13/06/2018

### COMPRESIÓN NO CONFINADA

Fecha de Ensayo:	19/06/2018	Resp. del ensayo:	J. Rodríguez	Norma utilizada:	ASTM D2166-16
------------------	------------	-------------------	--------------	------------------	---------------



$q_u$ :	0.79 $Kg/cm^2$	<b>ESQUEMA DE FALLA</b> 
$\gamma$ :	1.782 $g/cm^3$	
$\gamma_d$ :	1.417 $g/cm^3$	
$w$ :	25.8 %	
$G_s$ :	-	
H :	104.45 mm	
D :	49.00 mm	

#### OBSERVACIONES

Se encontró aproximadamente 6% de concreciones en el espécimen.

#### NOTA

La MUESTRA ha sido identificada y entregada por el solicitante.

Revisado por:

MYM LABORATORIO DE  
SUELOS Y CONCRETO S.A.C.

Luis Rojas Mendoza  
JEFE TÉCNICO DE LABORATORIO

Certificado por:

GILMAR NATIVIDAD CAMACHO HUAPAYA  
INGENIERO CIVIL  
Reg. C.I.P. N° 49965



## Anexo 08. Ensayo De Consolidación



CERTIFICADO N°:	<b>OE18-565-01-CONS</b>
Fecha de Emisión:	03/07/2018

DATOS DEL SOLICITANTE	DATOS DE LA MUESTRA	DATOS DEL MUESTREO
Cliente: MyM Consultores S.R.L. Solicitante: Sr. Maykool Muñoz Proyecto: M-4937 Investigación puntual de suelos Promart - Puente Piedra Ubicación: Puente Piedra, Lima	Tipo: MIS Materia: Suelo Procedencia: Perforación Fecha de recepción: 08/06/2018 Presentación: Tubo de 2,3" de Ø aprox. Muestra recibida: 2.4 Kg	Identificación: P-3 Profundidad: 8.00 - 8.70 m Progresiva: - Coordenadas: - Elevación: - Ubicación de Muestreo: Puente Piedra, Lima Muestreado por: J.E.Z. Fecha de Muestreo: 06/05/2018

CONSOLIDACIÓN UNIDIMENSIONAL DE LOS SUELOS			
Fecha de Ensayo:	08/06/2018	Resp. del ensayo:	J.Salazar
		Norma utilizada:	ASTM D2435 / D2435M-11

DATOS DEL EQUIPO	
Identificación del Anillo	Molde 3
Altura	2.167 cm
Diámetro	5.090 cm
Área	20.35 cm <sup>2</sup>
Volumen	44.10 cm <sup>3</sup>

DATOS DE LA MUESTRA		
Humedad	Inicial	Final
	35.7 %	27.9 %
Densidad Natural	1.850 g/cm <sup>3</sup>	
Densidad seca Inicial	1.363 g/cm <sup>3</sup>	
Densidad seca final	1.542 g/cm <sup>3</sup>	

Grado de saturación %	
Inicial	Final
98.1	99.9

Etapa	Presión Aplicada Kg/cm <sup>2</sup>	Tiempo de Presión Aplicada	Deformación Unidimensional Δh (mm)	% de Deformación Unidimensional	Comportamiento
Carga	0.25	24 Horas	0.0203	0.0940	Compresión
Carga	0.50	24 Horas	0.0356	0.1640	Compresión
Carga	1.00	24 Horas	0.1295	0.5980	Compresión
Carga	2.00	48 Horas	0.2845	1.3130	Compresión
Carga	4.00	3 Días	0.4470	2.0630	Compresión
Carga	8.00	48 Horas	0.6528	3.0120	Compresión
Carga	16.00	-	-	-	-
Descarga	8.00	-	-	-	-
Descarga	4.00	24 Horas	0.0813	0.3750	Expansión
Descarga	2.00	24 Horas	0.1499	0.6920	Expansión
Descarga	1.00	48 Horas	0.1753	0.8090	Expansión
Descarga	0.50	-	-	-	-
Recarga	1.00	-	-	-	-
Recarga	2.00	24 Horas	0.0508	0.2340	Compresión
Recarga	4.00	48 Horas	0.1448	0.6680	Compresión
Recarga	8.00	3 Días	0.2896	1.3360	Compresión
Recarga	16.00	48 Horas	0.8738	4.0320	Compresión
Recarga	32.00	-	-	-	-

**OBSERVACIONES**  
El ensayo se realizó sobre una muestra tallada.

**NOTA**  
La MUESTRA ha sido identificada y entregada por el cliente.

Revisado por: **Luis Rojas Mendoza**  
JEFE TÉCNICO DE LABORATORIO

Certificado por: **GILMAR NATIVIDAD CAMACHO HUAPAYA**  
INGENIERO CIVIL  
Reg. C.I.P. N° 49965

## Anexo 09. Ensayo De Consolidación



**LÁMINA N° M4937-30**  
HOJA 2 DE 16

CERTIFICADO N°:	<b>OE18-565-01-CONS</b>
Fecha de Emisión:	03/07/2018

DATOS DEL SOLICITANTE	DATOS DE LA MUESTRA	DATOS DEL MUESTREO
Cliente: MyM Consultores S.R.L.	Tipo: MIS	Identificación: P-3
Solicitante: Sr. Maykool Muñoz	Material: Suelo	Profundidad: 8.00 - 8.70 m
Proyecto: M-4937 Investigación puntual de suelos Promart - Puente Piedra	Procedencia: Perforación	Progresiva: -
Ubicación: Puente Piedra, Lima	Fecha de recepción: 08/06/2018	Coordenadas: -
	Presentación: Tubo de 2.3" de Ø aprox.	Elevación: -
	Muestra recibida: 2.4 Kg	Ubicación de Muestreo: Puente Piedra, Lima
		Muestreado por: J.E.Z.
		Fecha de Muestreo: 06/05/2018

### CONSOLIDACIÓN UNIDIMENSIONAL DE LOS SUELOS

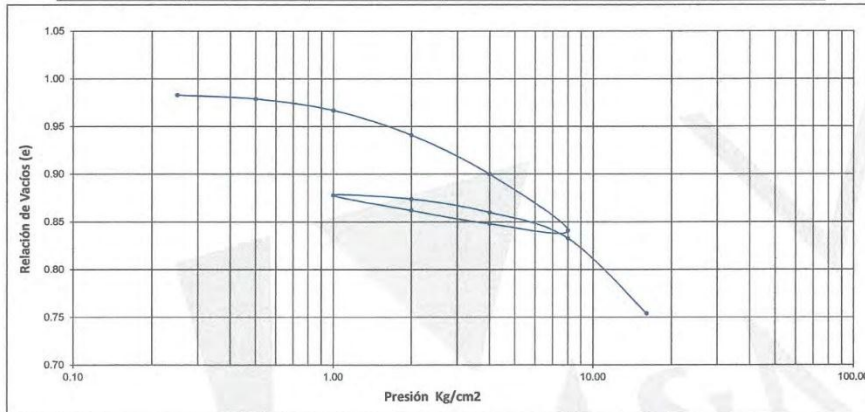
Fecha de Ensayo: 08/06/2018	Resp. del ensayo: J.Salazar	Norma utilizada: ASTM D2435 / D2435M-11
-----------------------------	-----------------------------	---

DATOS DEL EQUIPO	
Identificación del Anillo	Molde 3
Altura	2.167 cm
Diámetro	5.090 cm
Área	20.35 cm <sup>2</sup>
Volumen	44.10 cm <sup>3</sup>

DATOS DE LA MUESTRA		
	Inicial	Final
Humedad	35.7 %	27.9 %
Densidad Natural	1.850 g/cm <sup>3</sup>	
Densidad seca inicial	1.363 g/cm <sup>3</sup>	
Densidad seca final	1.543 g/cm <sup>3</sup>	

Grado de saturación %	
Inicial	Final
98.1	100.0

Presión Aplicada Kg/cm <sup>2</sup>	Relación de Vacíos e	Presión Aplicada Kg/cm <sup>2</sup>	Relación de Vacíos e	Presión Aplicada Kg/cm <sup>2</sup>	Relación de Vacíos e
0.00	0.984	8.00	-	1.00	-
0.25	0.983	4.00	0.848	2.00	0.874
0.50	0.979	2.00	0.862	4.00	0.860
1.00	0.967	1.00	0.878	8.00	0.833
2.00	0.941	0.50	-	16.00	0.754
4.00	0.900			32.00	-
8.00	0.841				
16.00	-				



**OBSERVACIONES**  
El ensayo se realizó sobre una muestra tallada.

**NOTA**  
La MUESTRA ha sido identificada y entregada por el cliente.

Revisado por:



**MYM LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO S.A.C.**

**Luis Rojas Méndez**  
JEFE TÉCNICO DE LABORATORIO

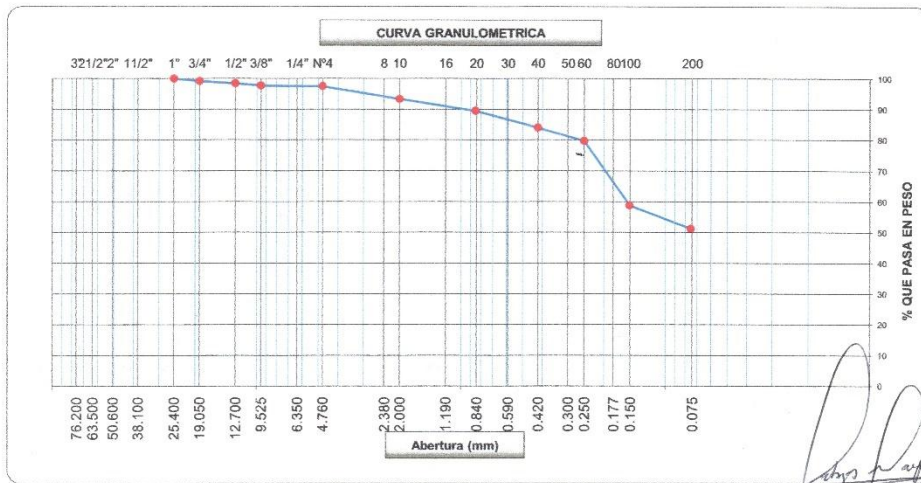
Certificado por:

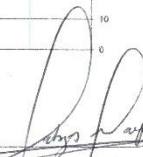
**GILMAR NATIVIDAD CAMACHO HUAPAYA**  
INGENIERO CIVIL  
Reg. C.I.P. N° 49965

## Anexo 10. Ensayo De Granulometria


	<b>CD PROJECTS</b>	
<small>CD PROJECTS S.A.C. CONSULTORIA &amp; CONSTRUCCION</small>	<small>RAMÓN VARGAS MACHUCA N° 628 - SAN JUAN DE MIRAFLORES RUC: 20522903681 / TEL: (01) 220 - 0642</small>	<small>CD PROJECTS S.A.C. CONSULTORIA &amp; CONSTRUCCION</small>
<b>LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS</b>		
<b>ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO</b> (MTC E-107 / ASTM D-422, C-117 / AASHTO T-27, T-88)		
OBRA :	MEJORAMIENTO DEL SUELO ARCILLOSO UTILIZANDO GEOESTRUCTURAS DE GEOTEXIL PARA UNA EDIFICACION EN LA AVENIDA JUAN LECAROS FRENTE AL ESTADIO MUNICIPAL DE PUENTE PIEDRA 2018	TÉCNICO : C.A.C
MATERIAL :	MUESTRA TRADA POR EL SOLICITANTE	ING. CAMPO : J.F.C.D
UBICACIÓN :	PUENTE PIEDRA	ING. RESP. : D.C.LL
CARRIL :	EJE	FECHA : 25/10/2018
CALICATA :	C-1	CERTIFICADO : TF-355
PROF. :	1.50 mts	
SOLICITANTE :	MIGUEL HUAMAN QUILLAHUAMAN	

Tamices ASTM	Abertura (mm)	Peso Retenido	Retenido Parcial	Retenido Acumulado	Porcentaje que Pasa	Material sin Especificacion	Descripcion
5"	127.000						<b>1. Peso de Material</b>
4"	101.600						Peso Inicial Total (kg) <span style="float: right;">18,089.0</span>
3"	73.000						Peso Fraccion Fina Para Lavar (gr) <span style="float: right;">825.0</span>
2 1/2"	60.300						<b>2. Caracteristicas</b>
2"	50.800						Tamaño Maximo <span style="float: right;">1"</span>
1 1/2"	37.500						Tamaño Maximo Nominal <span style="float: right;">3/4"</span>
1"	25.400			100.0			Grava (%) <span style="float: right;">2.4</span>
3/4"	19.000	145.0	0.8	0.8	99.2		Arena (%) <span style="float: right;">46.2</span>
1/2"	12.700	132.5	0.7	1.5	98.5		Finos (%) <span style="float: right;">51.4</span>
3/8"	9.520	126.0	0.7	2.2	97.8		Modulo de Fineza (%)
1/4"	6.350						<b>3. Clasificacion</b>
N° 4	4.750	36.0	0.2	2.4	97.6		Limite Liquido (%) <span style="float: right;">26</span>
N° 8	2.380						Limite Plastico (%) <span style="float: right;">16</span>
N° 10	2.000	35.6	4.2	6.6	93.4		Indice de Plasticidad (%) <span style="float: right;">10</span>
N° 16	1.190						Clasificacion SUCS <span style="float: right;">CL</span>
N° 20	0.850	32.4	3.8	10.5	89.5		Clasificacion AASHTO <span style="float: right;">A-4 (2)</span>
N° 30	0.600						
N° 40	0.420	46.0	5.4	15.9	84.1		
N° 50	0.300						
N° 60	0.250	36.1	4.3	20.2	79.8		
N° 80	0.180						
N° 100	0.150	176.5	20.9	41.1	59.0		
N° 200	0.075	64.0	7.6	48.6	51.4		
Pasante		434.4	51.4	100.0			



  
**DAVID FERNANDO CABEZAS LLANGE**  
 INGENIERO CIVIL  
 REG. CIP 32357

## Anexo 11. Contenido De Humedad

 <b>CD PROJECTS S.A.C.</b> <small>CONSULTORIA &amp; CONSTRUCCION</small>	<b>CD PROJECTS</b> <small>RAMÓN VARGAS MACHUCA N° 628 - SAN JUAN DE MIRAFLORES</small> <small>RUC: 29522903681 / TEL: (01) 220 - 0642</small>	 <b>CD PROJECTS S.A.C.</b> <small>CONSULTORIA &amp; CONSTRUCCION</small>
<b>LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS</b>		
<b>CONTENIDO DE HUMEDAD</b>		
<small>(MTC E-108 / ASTM D-2216)</small>		
<b>OBRA</b>	: MEJORAMIENTO DEL SUELO ARCILLOSO UTILIZANDO GEOSTRUCTURAS DE GEOPIER PARA UNA EDIFICACION EN LA AVENIDA JUAN LECAROS FRENTE AL ESTADIO MUNICIPAL DE PUENTE PIEDRA 2018*	<b>TÉCNICO</b> : C.A.C
<b>MATERIAL</b>	: MUESTRA TRAIDA POR EL SOLICITANTE	<b>ING. CAMPO</b> : J.F.C.D
<b>UBICACIÓN</b>	: PUENTE PIEDRA	<b>ING. RESP.</b> : D.C.LL
<b>CARRIL</b>	: EJE	<b>FECHA</b> : 25/10/2018
<b>CALICATA</b>	: C-1	<b>CERTIFICADO</b> : TF-356
<b>PROF.</b>	: 1.50 mts	

**1. Contenido de Humedad Muestra Integral :**

Descripción	1	2
Peso de tara (gr)		
Peso de la tara + muestra húmeda (gr)	540.7	
Peso de la tara + muestra seca (gr)	470.9	
Peso del agua contenida (gr)	69.8	
Peso de la muestra seca (gr)	470.9	
Contenido de Humedad (%)	14.8	
<b>Contenido de Humedad Promedio (%)</b>	<b>14.8</b>	



  
**DAVID FERNANDO  
 CABEZAS LLANGE**  
 INGENIERO CIVIL  
 REG. CIP 32357



## Anexo 12. Peso Unitario Y Vacíos

 <b>CD PROJECTS S.A.C.</b> <small>CONSULTORIA E INGENIERIA</small>	<b>CD PROJECTS</b> <small>RAMÓN VARGAS MACHUCA N° 628 - SAN JUAN DE MIRAFLORES</small> <small>RUC: 20522903681 / TEL: (01) 220 - 0642</small>	 <b>CD PROJECTS S.A.C.</b> <small>CONSULTORIA E INGENIERIA</small>
<b>LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS</b>		
<b>PESO UNITARIO Y VACÍOS</b>		
<small>(MTC E-203 / ASTM C-29)</small>		
OBRA :	"MEJORAMIENTO DEL SUELO ARCILLOSO UTILIZANDO GEOESTRUCTURAS DE GEOPIER PARA UNA EDIFICACION EN LA AVENIDA JUAN LECAROS FRENTE AL ESTADIO MUNICIPAL DE PUENTE PIEDRA 2018"	TÉCNICO : C.A.C
MATERIAL :	MUESTRA TRAIDA POR EL SOLICITANTE	ING. CAMPE : J.F.C.D
UBICACIÓN :	PUENTE PIEDRA	ING. RESP. : D.C.LL
CARRIL :	EJE	FECHA : 25/10/2018
CALICATA :	C-1	CERTIFICAD : 357
PROF. :	1.5	
	0	
SOLICITANT :	MIGUEL HUAMAN QUILLAHUAMAN	

### 1. AGREGADO FINO

#### 1. Contenido de Humedad

Descripción	1	2
Peso de tara (gr)	727.0	
Peso de la tara + muestra húmeda (gr)	4222.0	
Peso de la tara + muestra seca (gr)	4155.0	
Peso del agua contenida (gr)	67.0	
Peso de la muestra seca (gr)	3428.0	
Contenido de Humedad (%)	2.0	
Contenido de Humedad Promedio (%)	1.95	

#### 1. Peso Unitario Suelto

Descripción	1	2	3
Peso del recipiente + muestra (gr)	21604.0	21534	21537
Peso del recipiente (gr)	6778.0	6778.0	6778.0
Peso de la muestra (gr)	14826.0	14756	14759
Volumen (m³)	8569.0	8569.0	8569.0
Peso Unitario Suelto Húmedo (kg/cm³)	1.730	1.722	1.722
Peso Unitario Suelto Seco	1.692		

#### 1. Peso Unitario Compactado

Descripción	1	2	3
Peso del recipiente + muestra (gr)	23135.0	23197	23082
Peso del recipiente (gr)	11344.0	11344.0	11344.0
Peso de la muestra (gr)	11791.0	11853	11738
Volumen (m³)	5638.0	5638.0	5638.0
Peso Unitario Compactado Húmedo (kg/cm³)	2.091	2.102	2.082
Peso Unitario Compactado Seco	2.052		

OBSERVACIONES :



  
**DAVID FERNANDO**  
**CABEZAS LLANGE**  
 INGENIERO CIVIL  
 REG. CIP 32357



## Anexo 13. Limite de Consistencia

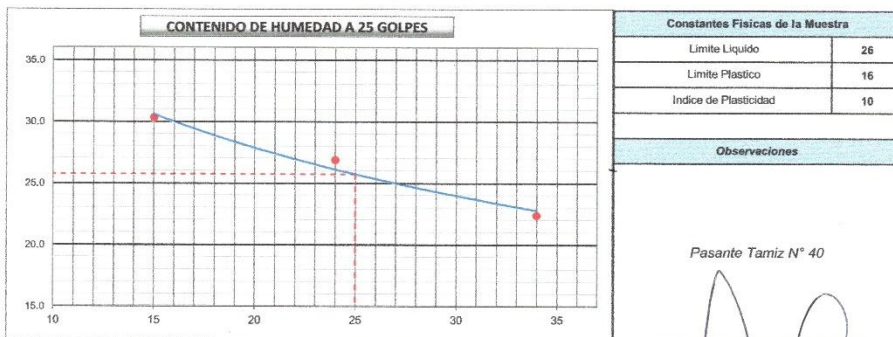
 <b>CD PROJECTS S.A.C.</b> <small>CONSULTORIA &amp; CONSTRUCCIÓN</small>	<b>CD PROJECTS</b> <small>RAMÓN VARGAS MACHUCA N° 628 - SAN JUAN DE MIRAFLORES</small> <small>RUC: 20522903681 / TEL: (01) 220 - 0642</small>	 <b>CD PROJECTS S.A.C.</b> <small>CONSULTORIA &amp; CONSTRUCCIÓN</small>
<b>LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS</b>		
<b>LIMITES DE CONSISTENCIA</b>		
<small>(MTC E-110,111 / ASTM D-4318 / AASHTO T-90, T-89)</small>		
<b>OBRA</b> : MEJORAMIENTO DEL SUELO ARCILLOSO UTILIZANDO GEOESTRUCTURAS DE GEOPIER PARA UNA EDIFICACION EN LA AVENIDA JUAN LECAROS FRENTE AL ESTADIO MUNICIPAL DE PUENTE PIEDRA 2018*		<b>TÉCNICO</b> : C.A.C
<b>MATERIAL</b> : MUESTRA TRAIDA POR EL SOLICITANTE		<b>ING. CAMPO</b> : J.F.C.D
<b>UBICACIÓN</b> : PUENTE PIEDRA		<b>ING. RESP.</b> : D.C.LL
<b>CARRIL</b> : EJE		<b>FECHA</b> : 25/10/2018
<b>CALICATA</b> : C-1		<b>CERTIFICADO</b> : TF-358
<b>PROF.</b> : 1.50 mts		

### DETERMINACION DEL LIMITE LIQUIDO

N° de Tarro		2	3	1	
Peso de Tarro + Suelo Humedo	gr.	64.30	60.30	53.90	
Peso de Tarro + Suelo Seco	gr.	59.70	55.90	51.80	
Peso de Tarro	gr.	44.50	39.50	42.40	
Peso de Agua	gr.	4.60	4.40	2.10	
Peso del Suelo Seco	gr.	15.20	16.40	9.40	<b>Limite Liquido</b>
Contenido de Humedad	%	30.26	26.83	22.34	<b>26</b>
Numero de Golpes		15	24	34	



### DETERMINACION DEL LIMITE PLASTICO E INDICE DE PLASTICIDAD

N° de Tarro		1	2	
Peso de Tarro + Suelo Humedo	gr.	22.40	21.70	
Peso de Tarro + Suelo seco	gr.	21.75	21.14	
Peso de Tarro	gr.	17.80	17.70	
Peso de Agua	gr.	0.65	0.56	
Peso de Suelo seco	gr.	3.95	3.44	<b>Limite Plastico</b>
Contenido de Humedad	%	16.46	16.28	<b>16</b>



  
**DAVID FERNANDO CABEZAS LLANGE**  
 INGENIERO CIVIL  
 REG. CIP 32357

Anexo 15. Proctor

 <b>CD PROJECTS</b> RAMÓN VARGAS MACHUCA N°628 - SAN JUAN DE MIRAFLORES RUC: 20522903681 / TEL: (01) 220 - 0642			
<b>LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS</b> <b>RELACION DENSIDAD/HUMEDAD (PROCTOR)</b> (MTC E-115, E 116 / ASTM D-1557, D 698 / AASHTO T-199)			
<b>OBRA</b> : MEJORAMIENTO DEL SUELO ARCILLOSO UTILIZANDO GEOESTRUCTURAS DE GEOTEX PARA UNA EDIFICACION EN LA AVENIDA JUAN LECAROS FRENTE AL ESTADIO MUNICIPAL DE PUENTE PIEDRA 2018*		<b>TÉCNICO</b> : C.A.C	
<b>MATERIAL</b> : MUESTRA TRAIDA POR EL SOLICITANTE		<b>ING. CAMPO</b> : J.F.C.D	
<b>UBICACIÓN</b> : PUENTE PIEDRA		<b>ING. RESP.</b> : D.C.LL	
<b>CARRIL</b> : EJE		<b>FECHA</b> : 25/10/2018	
<b>CALICATA</b> : C-1		<b>CERTIFICADO</b> : TF-359	
<b>PROF.</b> : 1.50 mts			

Molde N° 1	Diametro Molde	4"	6"	Volumen Molde	932	m3	N° de capas	5
	Metodo	A	B	C	Peso Molde	2990	gr.	N° de golpes
								25 Glp

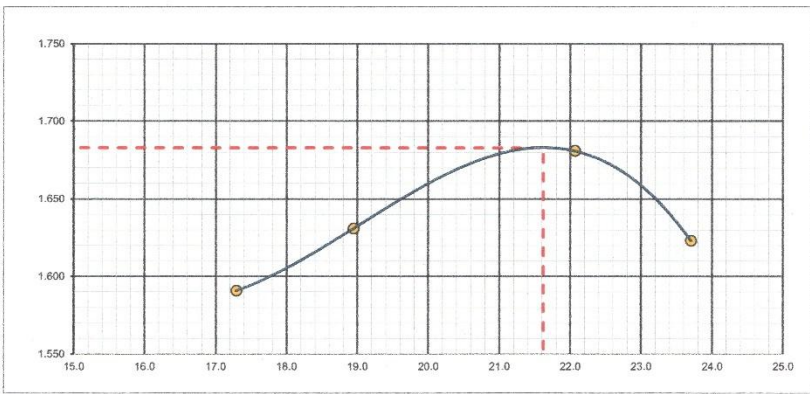
  

NUMERO DE ENSAYOS		1	2	2	3
Peso Suelo + Molde	gr.	4,729	4,798	4,902	4,861
Peso Suelo Humedo Compactado	gr.	1,739	1,808	1,912	1,871
Peso Volumetrico Humedo	gr.	1,866	1,940	2,052	2,008
Recipiente Numero					
Peso Suelo Humedo + Tara	gr.	520.2	471.5	499.5	503.6
Peso Suelo Seco + Tara	gr.	443.5	398.4	409.2	407.1
Peso de la Tara	gr.				
Peso del agua	gr.	76.7	75.1	90.3	96.5
Peso del suelo seco	gr.	444	396	409	407
Contenido de agua	%	17.3	18.9	22.1	23.7
Densidad Seca	gr/cc	1.591	1.631	1.681	1.623

RESULTADOS				
Densidad Máxima Seca	1.683	(gr/cm3)	Humedad óptima	21.6 %
Densidad Máxima Seca Corregida		(gr/cm3)	Humedad óptima	%

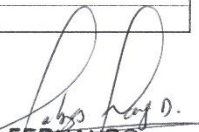
**RELACION HUMEDAD - DENSIDAD SECA**



<b>OBSERVACIONES :</b>



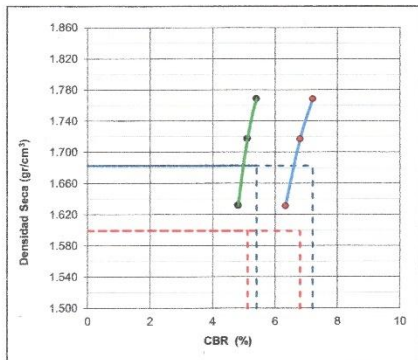
  
**DAVID FERNANDO**  
**CABEZAS LLANGE**  
 INGENIERO CIVIL  
 REG. CIP 32357





# Anexo 17. CBR

 <b>CD PROJECTS S.A.C.</b> <small>CONSULTORIA &amp; CONSTRUCCION</small>	<b>CD PROJECTS</b> <small>RAMÓN VARGAS MACHUCA N°628 - SAN JUAN DE MIRAFLORES</small> <small>RUC: 20522903681 / TEL: (01) 220 - 0642</small>	 <b>CD PROJECTS S.A.C.</b> <small>CONSULTORIA &amp; CONSTRUCCION</small>
<b>LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS</b> <b>RELACION DE CAPACIDAD DE SOPORTE, CBR</b> <small>(MTC E-132 / ASTM D-1883 / AASTHO T-193)</small>		
<b>OBRA</b> : MEJORAMIENTO DEL SUELO ARCILLOSO UTILIZANDO GEOESTRUCTURAS DE GEOPIER PARA UNA EDIFICACION EN LA AVENIDA JUAN LECAROS FRENTE AL ESTADIO MUNICIPAL DE PUENTE PIEDRA 2018*  <b>MATERIAL</b> : MUESTRA TRAIDA POR EL SOLICITANTE  <b>UBICACIÓN</b> : PUENTE PIEDRA  <b>CARRIL</b> : EJE  <b>CALICATA</b> : C-1  <b>PROF.</b> : 1.50 mts	<b>TÉCNICO</b> : C.A.C  <b>ING. CAMPO</b> : J.F.C.D  <b>ING. RESP.</b> : D.C.LL  <b>FECHA</b> : 25/10/2018  <b>CERTIFICADO</b> : CMA-017	
<b>REPRESENTACION GRAFICA DEL CBR</b>		



<b>METODO DE COMPACTACION</b>	: AASHTO T-180
<b>MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³)</b>	: 1.683
<b>OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)</b>	: 21.6
<b>95% MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³)</b>	: 1.599

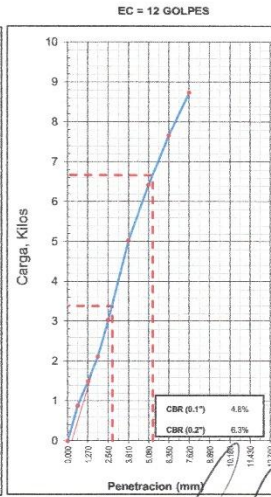
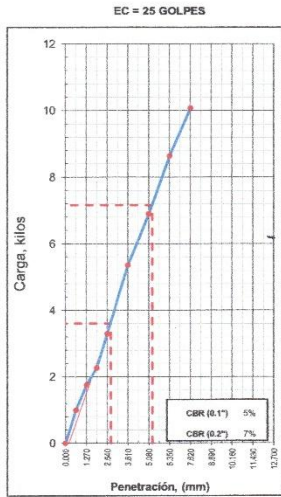
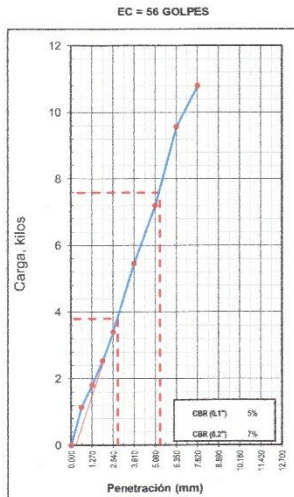
<b>RESULTADOS:</b>	
Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. a 1"	= 5.4 %
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. a 1"	= 5.1 %
Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. a 2"	= 7.2 %
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. a 2"	= 6.8 %

**OBSERVACIONES:**

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_



  
**DAVID FERNANDO CABEZAS LLANGE**  
**INGENIERO CIVIL**  
**REG. CIP 32357**

## Anexo 18. Densidad De Campo

CD PROJECTS S.A.C		CD PROJECTS S.A.C	
<b>DENSIDAD DE CAMPO</b>			
MTC E 114 - ASTM D1556 - AASTHO T 191			
<b>LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS</b>			
PROYECTO: MEJORAMIENTO DE SUELO ARCILLOSO UTILIZANDO GEOESTRUCTURAS DE GEOPIER PARA UNA EDIFICACION EN LA AVENIDA JUAN LECAROS FRENTE AL ESTADIO MUNICIPAL DE PUENTE PIEDRA 2018 MUESTRA MUESTRA DESPUES DE LA ESTRUCTURA GEOPIER Material: NATUTAL		TÉCNICO : C.A.C. ING. CAMPO : J.C.D. ING. RESP. : D.C.LL. FECHA : 10-Ago-18 CERTIFICADO :	
DESCRIPCION	Unidad	DENSIDAD HUMEDA	
<b>Capas</b>	Nº		
<b>ENSAYOS</b>	-	PUNTO 1	PUNTO 2
<b>Espesor</b>	m	0.15	0.15
1.- Peso del Frasco + Arena	g	8100	8100
2.- Peso del Frasco + Arena que Queda	g	3081	3122
3.- Peso de Arena Empleada (1-2)	g	5019	4978
4.- Peso de Arena en el Cono	g	1936	1936
5.- Peso de Arena en la Excavación (3-4)	g	3083	3042
6.- Densidad de la Arena	g/cm <sup>3</sup>	1.591	1.591
7.- Volumen del Material Extraído (5/6)	cm <sup>3</sup>	2142	2128
8.- Peso del Recipiente + Suelo + Grava	g	4087	4075
9.- Peso del Recipiente	g	180	180
10.- Peso del Suelo + Grava (8-9)	g	3907	3895
11.- Peso Retenido en la Malla 3/4"	g	88	98
12.- Peso Especifico de la Grava	g/cm <sup>3</sup>	1.600	1.600
13.- Volumen de la Grava (11/12)	cm <sup>3</sup>	55	61
14.- Peso de Finos (10-11)	g	3602	3412
15.- Volumen de Finos (7-13)	cm <sup>3</sup>	2087	2067
16.- Densidad Húmeda (14/15)	g/cm <sup>3</sup>	1.812	1.810
CONTENIDO DE HUMEDAD			
Peso Recipiente + Suelo Húmedo	g		
Peso Recipiente + Suelo Seco	g		
Peso de Agua	g		
Peso de Recipiente	g		
Peso de Suelo Seco	g		
Contenido de humedad (Speedy)	%	24.7	25.6
17.- Contenido de Húmedad (corregido)	%	22.60	23.40
RESULTADOS			
18.- Densidad Húmeda	g/cm <sup>3</sup>	1.812	1.810
19.- Contenido de Húmedad	%	22.60	23.40
20.- Densidad Seca ((16/(100+17)*100)	g/cm <sup>3</sup>	1.478	1.467
21.- Máxima Densidad Seca	g/cm <sup>3</sup>	1.683	1.683
22.- Optimo Contenido de Humedad	%	21.60	21.60
23.- Grado de Compactación (20/21*100)	%	79.2	80.2
<b>ESPECIFICACION:</b>	%	<b>78.0</b>	<b>79.0</b>

CD PROJECTS S.A.C.  
 LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
  
 VICTOR HUISAO MOMIY SIBATA  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP 13713



## Anexo 19. Densidad De Campo

CD PROJECTS S.A.C.		CD PROJECTS S.A.C.	
<b>DENSIDAD DE CAMPO</b>			
MTC E 114 - ASTM D1556 - AASTHO T 191			
<b>LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS</b>			
PROYECTO: MEJORAMIENTO DE SUELO ARCILLOSO UTILIZANDO GEOESTRUCTURAS DE GEOPIER PARA UNA EDIFICACION EN LA AVENIDA JUAN LECAROS FRENTE AL ESTADIO MUNICIPAL DE PUENTE PIEDRA 2018 MUESTRA MUESTRA DESPUES DE LA ESTRUCTURA GEOPIER Material: NATUTAL		TÉCNICO : C.A.C. ING. CAMPO : J.C.D. ING. RESP. : D.C.LL. FECHA : 25-Oct-18 CERTIFICADO :	
DESCRIPCION	Unidad	DENSIDAD HUMEDA	
<b>Capas</b>	Nº		
<b>ENSAYOS</b>	-	PUNTO 1	PUNTO 2
<b>Espesor</b>	m	0.15	0.15
1.- Peso del Frasco + Arena	g	8100	8100
2.- Peso del Frasco + Arena que Queda	g	3090	3124
3.- Peso de Arena Empleada (1-2)	g	5010	4976
4.- Peso de Arena en el Cono	g	1936	1936
5.- Peso de Arena en la Excavación (3-4)	g	3074	3040
6.- Densidad de la Arena	g/cm <sup>3</sup>	1.591	1.591
7.- Volumen del Material Extraído (5/6)	cm <sup>3</sup>	1932	1911
8.- Peso del Recipiente + Suelo + Grava	g	4097	4023
9.- Peso del Recipiente	g	180	180
10.- Peso del Suelo + Grava (8-9)	g	3917	3843
11.- Peso Retenido en la Malla 3/4"	g	100	274
12.- Peso Especifico de la Grava	g/cm <sup>3</sup>	1.600	1.600
13.- Volumen de la Grava (11/12)	cm <sup>3</sup>	63	171
14.- Peso de Finos (10-11)	g	3817	3569
15.- Volumen de Finos (7-13)	cm <sup>3</sup>	1870	1739
16.- Densidad Húmeda (14/15)	g/cm <sup>3</sup>	2.042	2.052
<b>CONTENIDO DE HUMEDAD</b>			
Peso Recipiente + Suelo Húmedo	g		
Peso Recipiente + Suelo Seco	g		
Peso de Agua	g		
Peso de Recipiente	g		
Peso de Suelo Seco	g		
Contenido de humedad (Speedy)	%	24.7	25.6
17.- Contenido de Húmedad (corregido)	%	22.60	23.40
<b>RESULTADOS</b>			
18.- Densidad Húmeda	g/cm <sup>3</sup>	2.042	2.052
19.- Contenido de Húmedad	%	22.60	23.40
20.- Densidad Seca $((16/(100+17))*100)$	g/cm <sup>3</sup>	1.665	1.663
21.- Máxima Densidad Seca	g/cm <sup>3</sup>	1.683	1.683
22.- Óptimo Contenido de Húmedad	%	21.60	21.60
23.- Grado de Compactación (20/21*100)	%	98.9	98.8
<b>ESPECIFICACION:</b>	%	95.0	95.0

CD PROJECTS S.A.C.  
 LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
  
 VICTOR MISAO MORALES SIBATA  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP 30203





## Anexo 20. Análisis Granulométrico Por Tamizado



### ANALISIS DE SUELOS

**PROCEDENTE DE :** PROY.P038-156 EMIN ENSAYOS  
AGREGADOS PIEDRA CHANCADA HUS05  
CANTERA JICAMARCA UNICON  
PROYECTO CC - PUENTE PIEDRA

**UBICACIÓN :** PUENTE PIEDRA LIMA

**SOLICITANTE :** EMIN GEOESTRUCTURAS SAC

**FECHA :** LIMA, 26 DE JULIO DEL 2018

N° DE CAMPO	Cl ppm	SO <sub>4</sub> ppm	S. S. T. ppm
Muestra M-01 Piedra Chancada	51.38	33.14	276.00

La Muestra fue tomada por el interesado.

**INFORMADO POR:**

L. A. S. A. Ingenieros  
Laboratorio de Análisis de Suelos y Aguas  
  
ING. MIGUEL PASACHE ANGULO  
GERENTE GENERAL

---

**ANALISIS DE SUELOS Y AGUAS: Asesoría - Consulta - Supervisión**  
Calle Cantoro N° 512 - Urb. La Florida - Rímac - Lima.  
Teléfono: 481-3311 - Celular 99992-1506 - ✉ lasaingenieros@hotmail.com

---

## Anexo 21. Análisis Granulométrico Por Tamizado



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA**

**Facultad de Ingeniería Civil**

**Laboratorio N°2 - Mecánica de Suelos**



### INFORME N° S18 - 582-1

SOLICITANTE : EMIN GEOESTRUCTURAS SAC  
 PROYECTO : ENSAYO AGREGADO PIEDRA CHANCADA HUSO 5 - CANTERA JICAMARCA UNICON  
 PROYECTO CC - PUENTE PIEDRA  
 UBICACIÓN : PUENTE PIEDRA - LIMA  
 FECHA : 01 DE AGOSTO 2018

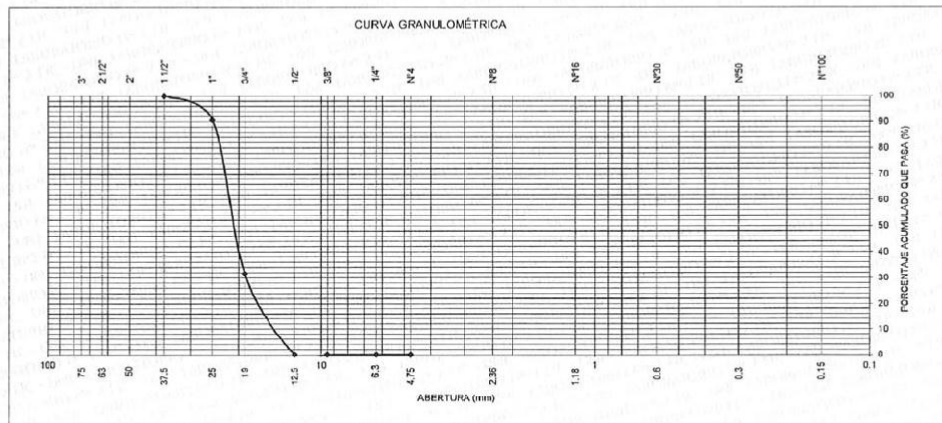
### REPORTE DE ENSAYOS DE LABORATORIO

Cantera : Jicamarca Unicon  
 Muestra : Piedra Chancada Huso 5

### ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO - ASTM C 136

Tamiz	Abertura (mm)	(% Parcial Retenido)	(% Acumulado)	
			Rotonido	Pasa
3"	75.000	-	-	-
2 1/2"	63.000	-	-	-
2"	50.000	-	-	-
1 1/2"	37.500	-	-	100.0
1"	25.000	9.2	9.2	90.8
3/4"	19.000	59.1	58.4	31.6
1/2"	12.500	31.6	99.9	0.1
3/8"	9.500	-	99.9	0.1
1/4"	6.300	-	99.9	0.1
N°4	4.750	-	99.9	0.1
FONDO		0.1		

Módulo de Fineza ASTM C-125 : 7.7



Nota: Muestra remitida e identificada por el Solicitante

Ejecución : Téc. W. Oblitas H.  
 Revisión : Ing. L.S.L. / B.R.P.



*[Handwritten Signature]*

Msc. Ing. LUISA E. SHUAN LUCAS  
 Jefa (e) del Laboratorio N°2 UNI - FIC

Av. Túpac Amaru 210, Lima 25, Apartado 1301 - Perú  
 Teléfono: (511) 381-3842, Central Telefónica: 481-1070 Anexo: 4019  
 e-mail: lms\_fc@uni.edu.pe, lms.servicios@uni.edu.pe, www.lms.uni.edu.pe



## Anexo 22. Gravedad Especifica Y Absorción Del Agregado Grueso



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

Facultad de Ingeniería Civil  
Laboratorio N°2 - Mecánica de Suelos



### INFORME N° S18 - 582-2

SOLICITANTE : EMIN GEOESTRUCTURAS SAC  
PROYECTO : ENSAYO AGREGADO PIEDRA CHANCADA HUSO 5 - CANTERA JICAMARCA UNICON  
PROYECTO CC - PUENTE PIEDRA  
UBICACIÓN : PUENTE PIEDRA - LIMA  
FECHA : 01 DE AGOSTO 2018

### REPORTE DE ENSAYOS DE LABORATORIO

Cantera : Jicamarca Unicon  
Muestra : Piedra Chancada Huso 5

#### GRAVEDAD ESPECÍFICA Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO GRUESO ASTM C - 127

P.e. BULK (BASE SECA)	:	2.673
P.e. BULK (BASE SATURADA)	:	2.688
P.e. APARENTE (BASE SECA)	:	2.714
% DE ABSORCIÓN	:	0.55

*Nota. Muestra remitida e identificada por el Solicitante*

Ejecución : Téc. W. Oblitas H.

Revisión : Ing. L.S.L. / B.R.P.



Msc. Ing. LUISA E. SHUAN LUCAS  
Jefa (a) del Laboratorio N°2 UNI - FIC

Av. Túpac Amaru 210, Lima 25, Apartado 1301 - Perú  
Teléfono: (511) 381-3842, Central Telefónica: 481-1070 Anexo: 4019  
e-mail: lms\_fic@uni.edu.pe, lms.servicios@uni.edu.pe, www.lms.uni.edu.pe

## Anexo 23. Peso Unitario



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA**

**Facultad de Ingeniería Civil**  
**Laboratorio N°2 - Mecánica de Suelos**



### INFORME N° S18 - 582-3

SOLICITANTE : EMIN GEOESTRUCTURAS SAC  
PROYECTO : ENSAYO AGREGADO PIEDRA CHANCADA HUSO 5 - CANTERA JICAMARCA UNICON  
PROYECTO CC - PUENTE PIEDRA  
UBICACIÓN : PUENTE PIEDRA - LIMA  
FECHA : 01 DE AGOSTO 2018

### RESULTADOS DE ENSAYOS DE LABORATORIO

Cantera : Jicamarca Unicon  
Muestra : Piedra Chancada Huso 5

#### AGREGADO GRUESO

##### PESO UNITARIO VARILLADO ASTM C-29

Peso Unitario Varillado (gr/cm<sup>3</sup>) : 1.575

##### PESO UNITARIO SUELTO ASTM C-29

Peso Unitario Suelto (gr/cm<sup>3</sup>) : 1.407

Nota.- La muestra fue remilida e identificada por el Solicitante.

Ejecución : Téc. W. Obilias H.

Revisión : Ing. L.S.L. /B.R.P.



Msc. Ing. LUISA E. SHUAN LUCAS  
Jefa (e) del Laboratorio N°2 UNI - FIC

Av. Túpac Amaru 210, Lima 25, Apartado 1301 - Perú  
Teléfono: (511) 381-3842, Central Telefónica: 481-1070 Anexo: 4019  
e-mail: lms\_fic@uni.edu.pe, lms.servicios@uni.edu.pe, www.lms.uni.edu.pe

## Anexo 24. Ensayo De Abrasión



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA**

**Facultad de Ingeniería Civil**

**Laboratorio N°2 - Mecánica de Suelos**



### INFORME N° S18 - 582-4

SOLICITANTE : EMIN GEOESTRUCTURAS SAC  
PROYECTO : ENSAYO AGREGADO PIEDRA CHANCADA HUSO 5 - CANTERA JICAMARCA UNICON  
PROYECTO CC - PUENTE PIEDRA  
UBICACIÓN : PUENTE PIEDRA - LIMA  
FECHA : 01 DE AGOSTO 2018

### RESULTADOS DE ENSAYOS DE LABORATORIO

Cantera : Jicamarca Unicon  
Muestra : Piedra Chancada Huso 5

#### ENSAYO DE ABRASIÓN MÁQUINA DE LOS ÁNGELES ASTM C- 131

Gradación : B  
Revoluciones : 500  
Desgaste : 12.7%

*Nota.- La muestra fue remitida e identificada por el Solicitante.*

Ejecución : Téc. W. Obitas H.  
Revisión : Ing. L.S.L. / B.R.P.



Msc. Ing. LUISA E. SHUAN LUCAS  
Jefa (e) del Laboratorio N°2 UNI - FIC

Av. Túpac Amaru 210, Lima 25, Apartado 1301 - Perú  
Teléfono: (511) 381-3842, Central Telefónica: 481-1070 Anexo: 4019  
e-mail: lms\_fic@uni.edu.pe, lms.servicios@uni.edu.pe, www.lms.uni.edu.pe

## Anexo 25. Ensayo Contenido De Humedad



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA**

**Facultad de Ingeniería Civil**

**Laboratorio N°2 - Mecánica de Suelos**



**ABET**

**INFORME N° S18 - 582-5**

**SOLICITANTE** : EMIN GEOESTRUCTURAS SAC  
**PROYECTO** : ENSAYO AGREGADO PIEDRA CHANCADA HUSO 5 - CANTERA JICAMARCA UNICON J  
: PROYECTO CC - PUENTE PIEDRA  
**UBICACIÓN** : PUENTE PIEDRA - LIMA  
**FECHA** : 01 DE AGOSTO 2018

### REPORTE DE ENSAYOS DE LABORATORIO

Cantera : Jicamarca Unicon  
Muestra : Piedra Chancada Huso 5

#### ENSAYO CONTENIDO DE HUMEDAD ASTM D 2216

Contenido de Humedad (%) : 0.3

*Nota. Muestra remitida e identificada por el Solicitante*

Ejecutado por : Téc. W. Oblitas H.  
Revisado por : Ing. L.S.L / B.R.P.

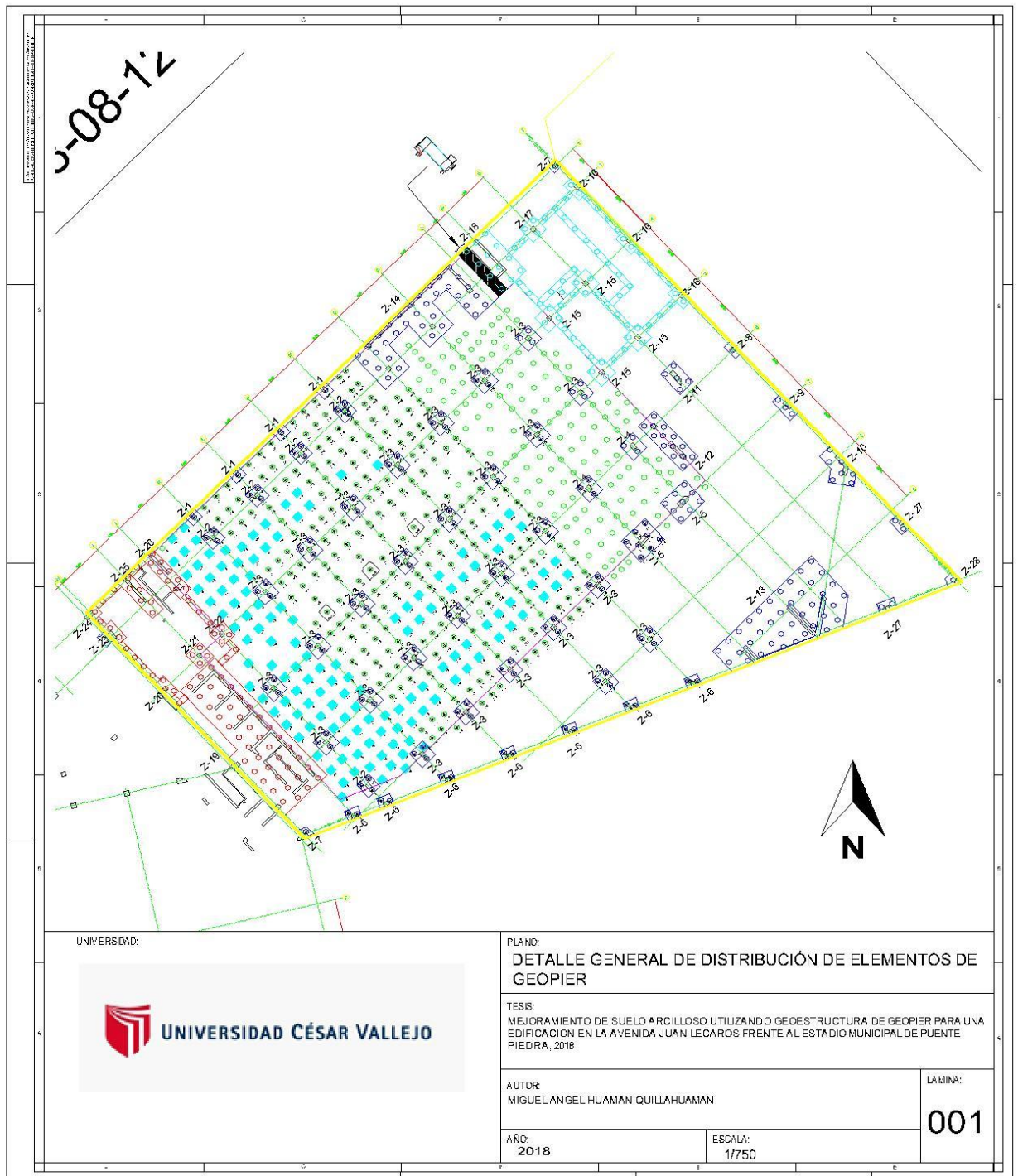


Msc. Ing. LUISA E. SHUAN LUCAS  
Jefa (a) del Laboratorio N°2 UNI - FIC

Av. Túpac Amaru 210, Lima 25, Apartado 1301 - Perú  
Teléfono: (511) 381-3842, Central Telefónica: 481-1070 Anexo: 4019  
e-mail: lms\_fic@uni.edu.pe, lms.servicios@uni.edu.pe, www.lms.uni.edu.pe



# Anexo 26. Plano Distribución De Geopier



Anexo 27. Registro De Fotos

<p>Prueba de carga</p>	
<p>Prueba estabilidad de fondo</p>	

Realizando ensayo limite de consistencia



Realizando ensayo de granulometría





Ensayo de  
CBR



Tomando la  
Muestra In Situ  
para laboratorio







# UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

## AUTORIZACIÓN DE LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

CONSTE POR EL PRESENTE EL VISTO BUENO QUE OTORGA EL ENCARGADO DE INVESTIGACIÓN DE

INGENIERÍA CIVIL

A LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN QUE PRESENTA:

HUAMAN QUIZZAHUAMAN, MIGUEL ANGEL

INFORME TITULADO:

MEJORAMIENTO DEL SUELO ARCILLOSO UTILIZANDO GEOSTRUCTURAS

DE GEOTEXTIL PARA UNA EDIFICACIÓN EN LA AVENIDA JUAN ZEPEDA FRENTE

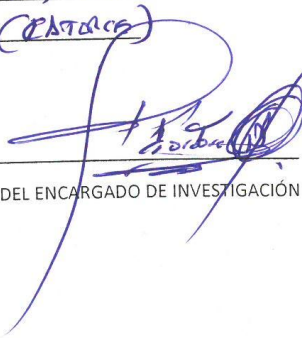
AL ESTADIO MUNICIPAL DE BUENTE VISTA, 2018

PARA OBTENER EL TÍTULO O GRADO DE:

INGENIERO CIVIL

SUSTENTADO EN FECHA: 15/12/2018

NOTA O MENCIÓN: 14 (SATISFAC)

  
FIRMA DEL ENCARGADO DE INVESTIGACIÓN





ACTA DE APROBACIÓN DE ORIGINALIDAD DE TESIS

Código : F06-PP-PR-02  
Versión : 09  
Fecha : 23-03-2018  
Página : 1 de 1

Yo, Cecilia Arriola Moroso.....

Docente de la Facultad de Ingeniería y Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad César Vallejo, sede Lima Norte), revisor(a) de la tesis titulada:

"Mejoramiento del suelo arcilloso utilizada Geotestructuras de Geopier para una edificación en la Avda. Juan Lecaros frente al Estadio Municipal de Puente Piedra, 2018."

del (de la) estudiante Miguel Angel Huaman Guillabamas.....

constato que la investigación tiene un índice de similitud de 19 % verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin.

El/la suscrito (a) analizó dicho reporte y concluyó que cada una de la coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la tesi cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

Lugar y fecha Los Olivos 14/12/18

Firma

Nombres y apellidos del (de la) docente:

Cecilia Arriola Moroso.....

DNI: 43851809.....

Elaboró	Dirección de Investigación	Revisó	Responsable de SGC	Aprobó	Vicerrectorado de Investigación
---------	----------------------------	--------	--------------------	--------	---------------------------------



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

Centro de Recursos para el Aprendizaje y la Investigación (CRAI)  
"César Acuña Peralta"

## FORMULARIO DE AUTORIZACIÓN PARA LA PUBLICACIÓN ELECTRÓNICA DE LAS TESIS

### 1. DATOS PERSONALES

Apellidos y Nombres: Huamán Quillahuamán Miguel Ángel  
D.N.I. : 72128611  
Domicilio : M228-27 - AAHH 9 de febrero  
Teléfono : Fijo : ..... Móvil : 923182355  
E-mail : miguelhuaman45@gmail.com

### 2. IDENTIFICACIÓN DE LA TESIS

Modalidad:

Tesis de Pregrado   
Facultad : Ingeniería  
Escuela : Ingeniería Civil  
Carrera : Ingeniería Civil  
Título : Ingeniero Civil

Tesis de Post Grado

Maestría  Doctorado   
Grado : .....  
Mención : .....

### 3. DATOS DE LA TESIS

Autor (es) Apellidos y Nombres:  
Huamán Quillahuamán Miguel

Título de la tesis:  
Mejoramiento del Suelo Arcilloso Utilizando Geopstructura de Geopien  
para una Edificación en la Avenida Juan Lecaros frente al Estadio  
Municipal de Puente Piedra, 2018.

Año de publicación : 2018

### 4. AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DE LA TESIS EN VERSIÓN ELECTRÓNICA:

A través del presente documento,

Si autorizo a publicar en texto completo mi tesis.

No autorizo a publicar en texto completo mi tesis.



Firma : [Firma]

Fecha : 30/03/19

**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**  
FACULTAD DE INGENIERIA  
ACADEMICO PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

MEJORAMIENTO DEL SUBLO ARCHITECTO UTILIZANDO GEOSTRUCTURAS DL GEOPILAR PARA UNA EDIFICACION EN LA AVENIDA JUAN LECAROS FRENTE AL ESTADIO MUNICIPAL DE PUENTE PIEDRA, 2018.


TITULO PARA OBTENER EL TITULO PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL.

AUTORE:  
HUAMAN QUILLAHUAMAN, MIGUEL ANGELO

ASESOR:  
ING. ARIOLA MOSCOSO, CECILIA

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN  
DISEÑO SISMICO Y ESTRUCTURAL

LIMA-PURU  
2018-2



Resumen de coincidencias

Se están viendo fuentes estándar

Ver fuentes en Inglés (Beta)

Coincidencias

1	Entregado a Universida... Trabajo del estudiante	6 %
2	repositorioacademico... Fuente de Internet	2 %
3	geoserver.ing.puc.cl Fuente de Internet	1 %
4	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	1 %
5	www.terratest.com Fuente de Internet	1 %
6	cybertesis.urp.edu.pe Fuente de Internet	1 %
7	Entregado a Consorcio ...	1 %