



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

“Simulación de una edificación de 4 pisos aplicando micropilotes circulares  
en la Banda de Shilcayo – San Martín – 2017”

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

**AUTOR:**

David Campos Vásquez

**ASESOR:**


M.Sc. Eduardo Pinchi Vásquez

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Diseño Sísmico y Estructural

**PERÚ - 2018**

**Página del jurado**



---

Mg. Juan Fredi Segundo Sota  
Presidente



---

Ing. Artemio del Águila Panduro  
Secretario



---

M.Sc. Eduardo Pinchi Vásquez  
Vocal

## **Dedicatoria**

En primer lugar, a Dios quien supo darme fuerzas para no rendirme a pesar de los obstáculos que se presentaron, enseñándome a mirar hacia adelante y no perder los ánimos de seguir. A mis padres David Campos Díaz y Amanda Vásquez Panduro, quienes a lo largo de mi vida han velado por mi bienestar y educación, que de una u otra manera jamás hubiese alcanzado conseguir este logro; para culminar mi desarrollo de tesis y ser una persona de bien para la sociedad.

## **Agradecimiento**

En primer lugar, agradezco a Dios por bendecirme día a día, a mis queridos padres por ser mi soporte y por brindarme su apoyo incondicional que me han ayudado y llevado donde estoy ahora. Gracias a mis conocimientos adquiridos en el aula estoy logrando hacer un trabajo adecuado el cual podrá facilitar a muchos de nuestros compañeros vallejanos. Por último, a las personas que me rodean y a los ingenieros por la armonía y sobre todo que supieron brindarme su tiempo y conocimientos para el desarrollo de mi proyecto de tesis.

## Declaración de autenticidad

Yo David Campos Vásquez, identificado con DNI N° 71902265, estudiante del programa de estudios de Ingeniería Civil de la Universidad César Vallejo, con la tesis titulada: “Simulación de una edificación de 4 pisos aplicando micropilotes circulares en la Banda de Shilcayo – San Martín- 2017”;

Declaro bajo juramento que:

La Tesis es de mi autoría

He respetado las normas internacionales de citas y referencias para las fuentes consultadas.

La tesis no ha sido auto plagiada, es decir, no ha sido publicada ni presentada anteriormente para obtener algún grado académico previo o título profesional.

Los datos presentados en los resultados son reales, no han sido falseados, ni duplicados, ni copiados y por tanto los resultados que se presenten en la tesis se constituirán en aportes a la realidad investigada.

De identificarse la falta de fraude (datos falsos), plagio (información sin citar a autores), autoplagio (presentar como nuevo algún trabajo de investigación propio que ya ha sido publicado), piratería (uso ilegal de información ajena) o falsificación (presentar falsamente las ideas de otros), asumo las consecuencias y sanciones que de mi acción se deriven, someténdome a la normatividad vigente de la Universidad César Vallejo.

Tarapoto, 30 de Noviembre de 2018

---

David Campos Vásquez  
DNI 71902265

## **Presentación**

Señores miembros del jurado calificador; cumpliendo con las disposiciones establecidas en el reglamento de grado y títulos de la Universidad César Vallejo; pongo a vuestra consideración la presente investigación titulada “Simulación de una edificación de 4 pisos aplicando micropilotes circulares en la banda de Shilcayo – San Martín - 2017”, con la finalidad de optar el título de Ingeniero Civil

La investigación está dividida en siete capítulos:

**I. INTRODUCCIÓN.** Se considera la realidad problemática, trabajos previos, teorías relacionadas al tema, formulación del problema, justificación del estudio, hipótesis y objetivos de la investigación.

**II. MÉTODO.** Se menciona el diseño de investigación; variables, operacionalización; población y muestra; técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad y métodos de análisis de datos.

**III. RESULTADOS.** En esta parte se menciona las consecuencias del procesamiento de la información.

**IV. DISCUSIÓN.** Se presenta el análisis y discusión de los resultados encontrados durante la tesis.

**V. CONCLUSIONES.** Se considera en enunciados cortos, teniendo en cuenta los objetivos planteados.

**VI. RECOMENDACIONES.** Se precisa en base a los hallazgos encontrados.

**VII. REFERENCIAS.** Se consigna todos los autores de la investigación.

## Índice

Página del jurado.....	ii
Dedicatoria.....	iii
Agradecimiento.....	iv
Declaración de autenticidad.....	v
Presentación.....	vi
Índice.....	vii
Resumen.....	xii
Abstract.....	xiii
<b>I. INTRODUCCIÓN</b>	
1.1 Realidad problemática.....	15
1.2 Trabajos previos.....	16
1.3 Teorías relacionadas al tema.....	20
1.4 Formulación del Problema.....	30
1.4.1 Problema general.....	30
1.5 Justificación del estudio.....	31
1.6 Hipótesis.....	32
1.6.1 Hipótesis general.....	32
1.7 Objetivos.....	32
1.7.1 Objetivo general.....	32
1.7.2 Objetivo específico.....	32
<b>II. MÉTODO</b>	
2.1 Diseño de investigación.....	33
2.2 Variables, operacionalización.....	33
2.3 Población y muestra.....	35
2.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad.....	35
2.5 Método de análisis de datos.....	36
2.6 Aspectos éticos.....	37
<b>III. RESULTADOS</b> .....	38
<b>IV. DISCUSIÓN</b> .....	48
<b>V. CONCLUSIÓN</b> .....	50
<b>VI. RECOMENDACIONES</b> .....	51
<b>VII. REFERENCIAS</b> .....	52

## **ANEXOS**

Matriz de consistencia

Acta de aprobación de originalidad

Porcentaje de turnitin

Acta de aprobación de tesis

Autorización de publicación de tesis al repositorio

Autorización de la versión final del trabajo de I.



## Índice de tablas

Tabla 1. Recubrimientos mínimos, r (mm).....	21
Tabla 2. Operacionalización.....	34
Tabla 3. Instrumentos.....	36
Tabla 4. Cuadro de resumen de EMS.....	38
Tabla 5. Diseño de mezcla de mortero $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$ .....	42
Tabla 6. Resistencia a la compresión del mortero.....	42
Tabla 7. Masa de participativo por cada forma de modo.....	43
Tabla 8. Deriva x-x.....	44
Tabla 9. Deriva y-y.....	45
Tabla 10. Asentamiento en la edificación de 4 pisos.....	45
Tabla 11. Asentamiento aplicando micropilotes circulares.....	46
Tabla 12. Edificaciones nuevas de 4 pisos.....	56
Tabla 13. Amplificación sísmica.....	114
Tabla 14. Límites para la distorsión del entrepiso.....	116
Tabla 15. Resumen de asentamiento de la edificación con zapatas.....	124
Tabla 16. Limitaciones de asentamientos – Sowers.....	124
Tabla 17. Diferencia entre arenas y arcillas – Skempton y MacDonald.....	125
Tabla 18. Asentamientos según el tipo de edificación – Crespo Villalaz.....	125
Tabla 19. Cargas en las zapatas – $t_n$ .....	134
Tabla 20. Cargas en las zapatas – $K_n$ .....	135

## Índice de figuras

Figura 1. Contención del terreno en excavaciones.....	22
Figura 2. Estabilización del terreno mediante micropilotes.....	23
Figura 3. Tratamiento del terreno mediante micropilotes.....	24
Figura 4. Mejoramiento de la adherencia mediante la colocación de redondos (vista en planta y perfil).....	24
Figura 5. Mejoramiento de adherencia mediante la soldadura de placas de acero (vista en planta y perfil) .....	25
Figura 6. Micropilote tipo IU.....	26
Figura 7. Micropilote tipo IR .....	26
Figura 8. Micropilote tipo IRS.....	27
Figura 9. Micropilote tipo IRS.....	27
Figura 10. Zonas sísmicas.....	28
Figura 11 Tipos de suelos/contenido de humedad/índice de plasticidad.....	39
Figura 12. Diseño de mezcla de mortero $f'c=280$ kg/cm <sup>2</sup> .....	42
Figura 13. Resistencia a la compresión del mortero.....	43
Figura 14. Masa participativa por cada forma de modo.....	44
Figura 15. Deriva X-X.....	44
Figura 16. Deriva Y-Y.....	45
Figura 17. Asentamiento en la edificación de 4 pisos.....	46
Figura 18. Asentamiento aplicando micropilotes circulares.....	47
Figura 19. Calicata número 1- La banda de Shilcayo.....	57
Figura 20. Calicata número 2- La banda de Shilcayo.....	57
Figura 21. Calicata número 3- La banda de Shilcayo.....	58
Figura 22. Calicata número 4- La banda de Shilcayo.....	58
Figura 23. Calicata número 5- La banda de Shilcayo.....	59
Figura 24. Calicata número 6- La banda de Shilcayo.....	59
Figura 25. Cuarteo de muestra natural del terreno.....	60
Figura 26. Peso de 1000 gr para ser lavado en la malla N°200.....	60
Figura 27. Lavado del material en la malla N°200.....	61
Figura 28. Colocación del material en el horno.....	61
Figura 29. Material seco.....	62
Figura 30. Moliendo el material (300 gr) .....	62
Figura 31. Material en la copa de casa grande.....	63
Figura 32. Moldeo de material (3 mm) .....	63
Figura 33. Colocando en el horno el material.....	64
Figura 34. Colocación del material en el equipo de corte directo.....	64
Figura 35. Extracción del material del equipo de corte directo.....	64
Figura 36. Calicata N°01-Estrato N°02-Humedad natural.....	65
Figura 37. Calicata N°01-Estrato N°02-Granulometría.....	66
Figura 38. Calicata N°01-Estrato N°02-L. Líquido-L. Plástico.....	67
Figura 39. Calicata N°01-Estrato N°03-Humedad natural.....	68
Figura 40. Calicata N°01-Estrato N°03-Granulometría.....	69

Figura 41. Calicata N°01-Estrato N°03-L. Liquido-L. Plástico.....	70
Figura 42. Calicata N°02-Estrato N°02-Humedad natural.....	71
Figura 43. Calicata N°02-Estrato N°02- Granulometría.....	72
Figura 44. Calicata N°02-Estrato N°02- L. Liquido-L. Plástico.....	73
Figura 45. Calicata N°02-Estrato N°03-Humedad natural.....	74
Figura 46. Calicata N°02-Estrato N°03- Granulometría.....	75
Figura 47. Calicata N°02-Estrato N°03- L. Liquido-L. Plástico.....	76
Figura 48. Calicata N°03-Estrato N°02-Humedad natural.....	77
Figura 49. Calicata N°03-Estrato N°02- Granulometría.....	78
Figura 50. Calicata N°03-Estrato N°02- L. Liquido-L. Plástico.....	79
Figura 51. Calicata N°03-Estrato N°03-Humedad natural.....	80
Figura 52. Calicata N°03-Estrato N°03- Granulometría.....	81
Figura 53. Calicata N°03-Estrato N°03- L. Liquido-L. Plástico.....	82
Figura 54. Calicata N°03-Estrato N°04-Humedad natural.....	83
Figura 55. Calicata N°03-Estrato N°04- Granulometría.....	84
Figura 56. Calicata N°03-Estrato N°04- L. Liquido-L. Plástico.....	85
Figura 57. Calicata N°04-Estrato N°02-Humedad natural.....	86
Figura 58. Calicata N°04-Estrato N°02- Granulometría.....	87
Figura 59. Calicata N°04-Estrato N°02- L. Liquido-L. Plástico.....	88
Figura 60. Calicata N°04-Estrato N°03-Humedad natural.....	89
Figura 61. Calicata N°04-Estrato N°03- Granulometría.....	90
Figura 62. Calicata N°04-Estrato N°03- L. Liquido-L. Plástico.....	91
Figura 63. Calicata N°05-Estrato N°02-Humedad natural.....	92
Figura 64. Calicata N°05-Estrato N°02- Granulometría.....	93
Figura 65. Calicata N°05-Estrato N°02- L. Liquido-L. Plástico.....	94
Figura 66. Calicata N°05-Estrato N°03-Humedad natural.....	95
Figura 67. Calicata N°05-Estrato N°03- Granulometría.....	96
Figura 68. Calicata N°05-Estrato N°03- L. Liquido-L. Plástico.....	97
Figura 69. Calicata N°05-Estrato N°04-Humedad natural.....	98
Figura 70. Calicata N°05-Estrato N°04- Granulometría.....	99
Figura 71. Calicata N°05-Estrato N°04- L. Liquido-L. Plástico.....	100
Figura 72. Calicata N°06-Estrato N°02-Humedad natural.....	101
Figura 73. Calicata N°06-Estrato N°02- Granulometría.....	102
Figura 74. Calicata N°06-Estrato N°02- L. Liquido-L. Plástico.....	103
Figura 75. Calicata N°06-Estrato N°03-Humedad natural.....	104
Figura 76. Calicata N°06-Estrato N°03- Granulometría.....	105
Figura 77. Calicata N°06-Estrato N°03- L. Liquido-L. Plástico.....	106
Figura 78. Corte directo.....	107
Figura 79. Corte directo.....	108
Figura 80. Valores de K30 en Kg/cm3.....	111
Figura 81. Factores de zona “Z”.....	112
Figura 82. Factores de Suelo “S”.....	113
Figura 83. Periodos “TP” y “TL”.....	113

Figura 84. Límites para la distorsión del entrepiso.....	115
Figura 85. Desplazamiento en Dx.....	126
Figura 86. Desplazamiento en Dy.....	127
Figura 87. Asentamiento de la edificación-zapatatas.....	128
Figura 88. Simulación de la edificación de 4 pisos.....	129
Figura 89. Codificación de planta de la edificación.....	130
Figura 90. Valores de $\alpha$ Bustamante, M., & Doix, B. (1985).....	131
Figura 91. Abaco el cálculo de $q_s$ para arcillas y lomos. Bustamante, M., & Doix, B. (1985).....	132
Figura 92. Selección de curvas en ábacos. Bustamante, M., & Doix, B. (1985).....	132
Figura 93. Detalle de micropilote.....	134
Figura 94. Fotografía satelital con de la ubicación de la cantera de extracción del material.....	139
Figura 95. Características Físicas de los agregados.....	142
Figura 96. Características Físicas de los agregados.....	143
Figura 97. Diseño de mezcla de mortero.....	144
Figura 98. Diseño de mezcla de mortero.....	145
Figura 99. Colocación de materiales para la mezcla de mortero.....	146
Figura 100. Mezcla de mortero en trompo eléctrico.....	146
Figura 101. Ruptura de probeta de mortero $f'_c=280 \text{ kg/cm}^2$ .....	147
Figura 102. Ruptura de probeta de mortero $f'_c=280 \text{ kg/cm}^2$ .....	148
Figura 103. Ruptura de probeta de mortero $f'_c=280 \text{ kg/cm}^2$ .....	149
Figura 104. Ruptura de probeta de mortero $f'_c=280 \text{ kg/cm}^2$ .....	150
Figura 105. Resistencia a la compresión 7 días.....	151
Figura 106. Resistencia a la compresión 14 días.....	152
Figura 107. Resistencia a la compresión 28 días.....	153
Figura 108. Plano de distribución.....	154
Figura 109. Plano de micropilote.....	155

## RESUMEN

Este proyecto de investigación se trata de la simulación de una edificación de 4 pisos aplicando micropilotes circulares en la Banda de Shilcayo- San Martín – 2017, en la cual se simuló la edificación de 4 pisos primero con zapatas y aplicando los micropilotes circulares, para así poder alcanzar un asentamiento tolerable. El espacio que se escogió fue el distrito de la Banda de Shilcayo el cual se encuentra en el departamento de San Martín, llevándose a cabo la investigación a inicios de agosto de 2017 y culminando en julio de 2018. Las teorías enmarcadas en esta tesis son los micropilotes, los materiales que constituyen los micropilotes, principales aplicaciones de los micropilotes, conexión de los micropilotes con la estructura, resistencia estructural, clasificación de micropilotes, zonificación y ensayos de laboratorio de mecánica de suelos. El tipo de investigación es experimental puro; la población fueron las nuevas edificaciones de 4 pisos en la Banda de Shilcayo. La muestra fue 6 calicatas de la cual se tomó la capacidad portante más baja de una calicata. Los instrumentos fueron formularios de laboratorio y el programa computarizado. La conclusión general es que aplicando los micropilotes circulares con un mortero de  $f'c=280$  kg/cm<sup>2</sup>, se logró disminuir el asentamiento de la edificación considerablemente entre 0.1481-0.4399 cm en los diferentes puntos de las edificaciones.

**Palabras clave:** Micropilotes, simulación, diseño, asentamiento

## **ABSTRACT**

This research project is about the simulation of a 4-story building using circular micropiles in the Shilcayo Band – San Martin – 2017; in which the building of 4 floors will be simulated first with footings and then applying circular micropiles, in order to reach a tolerable settlement; the space that was chosen was the district of the Shilcayo Band which is located in the department of San Martin, the investigation being carried out at the beginning of August of 2017 and culminating in July of 2018; the theories framed in this thesis are the micropiles, the materials that make up the micropiles, Main applications of micropiles, connection of the micropiles with the structure, structural resistance, classification of micropiles, zoning and laboratory tests of soil mechanics; the type of research is pure experimental; the population are the new buildings of 4 floors in the Shilcayo Band; the sample was 6 pits from which the lowest bearing capacity of a pit was taken; the instruments are laboratory forms and the computerized program; the general conclusion is that applying the circular micropiles with a mortar of  $f'c = 280 \text{ kg / cm}^2$ , it was possible to decrease the settlement of the building considerably between 0.1481-0.4399 cm in the different points of the building.

**Keywords:** Micropiles, simulation, design, settlement

## **I. INTRODUCCIÓN**

### **1.1 Realidad problemática**

En la actualidad los micropilotes constituyen una técnica de cimentación profunda muy practicada; en la Banda de Shilcayo se puede notar que las construcciones nuevas poseen cierto nivel aceptable de ingeniería, además algunas de ellas no cuentan con un debido estudio de suelo previo antes del diseño, lo que ocasiona que se diseñe con fundamentos inapropiados para una edificación como es el caso de 4 pisos , aplicando solo diseño con cimentaciones superficiales para economizar los gastos que se emplearía si se utilizara cimentaciones profundas como son en este caso la aplicación de los micropilotes circulares .

Se tiene conocimiento que hasta el año 2013 en el país existían 7 millones 828 mil 571 viviendas particulares (INEI 2013), las cuales un número de ellas se encuentran en zonas sísmicas y además se podría decir que su estructura no cuenta con una medida para evitar asentamientos que se produciría en la edificación debido al suelo; quizás ocasionado por el desconocimiento por parte de los diseñadores al no tener una información referencial para el diseño y además desconocer sobre las cimentaciones profundas aplicando micropilotes circulares en el diseño de la edificación.

El distrito de la Banda de Shilcayo está ubicada en la zona sísmica 3 y cuenta con una extensión territorial de 6.4469 km<sup>2</sup>, además con una variedad de tipos de suelos que tienen una influencia en el diseño de las edificaciones, debido al crecimiento de la población que se estimó en 5.60% anual (INEI 2007), en los últimos años genera un crecimiento en cuanto a las construcciones nuevas de 4 pisos, además de ello información referencial de estudios previos que serán de gran utilidad para los ingenieros civiles, proyectistas e interesados, los cuales están dedicados al diseño estructural de las edificaciones nuevas, lo cual permitiría que conozcan cómo se comporta una cimentación profunda como el caso de micropilotes circulares en una edificación de 4 pisos, lo cual permitiría diseñar las edificaciones con más seguridad y teniendo un antecedente.

## 1.2 Trabajos previos

### A nivel internacional

- LARGO, Cindy. En su trabajo de investigación titulado: *Balance de asentamientos diferenciales presentes en edificación con cimentaciones sobre pilotes*. (Tesis de pregrado). Universidad de Cartagena, Cartagena, Colombia. 2014. Llegó a las siguientes conclusiones:
  - "...", El implementar pilotes más largos en las zonas donde la cimentación presente posibles asentamientos diferenciales asegura la estabilidad de la estructura, debido a que este elemento estructural posee una mayor capacidad de carga al llegar a un extracto de suelo más resistente.
  - Tenemos la opción de utilizar las dos alternativas anteriores, obteniendo de esta el método de diseño más eficiente para minimizar los asentamientos diferenciales en cimentaciones sobre pilotes. La deflexión del pilote depende de la respuesta del suelo, la que a su vez depende de la deflexión del pilote, aunque es recomendable estudiar la rentabilidad económica de esta opción.
  - Se concluye también que los resultados obtenidos en esta investigación coinciden con otros estudios, en cuanto al comportamiento que presenta la implementación de pilotes en la cimentación, con el fin de minimizar los esfuerzos generados en la interacción suelo estructura por los efectos de las combinaciones de carga, la resistencia del suelo, centro de masa, centro de rigidez los cuales coinciden y otros factores no suficientes para producir fallas en la estructura, asentamientos balanceados menores al asentamiento permisible de 2 cm como lo indican estudios anteriores.
- FORERO, Hugo. En su trabajo de investigación titulado: *Análisis teórico de métodos y procesos de construcción de micropilotes inyectados para fundaciones*. (Tesis de pregrado). Corporación Universitaria Minuto de Dios, Zipaquirá, Colombia. 2014. Llegó a las siguientes conclusiones:
  - Los micropilotes trabajan a través del fuste, ya que al tener una sección transversal pequeña esta no establece casi trabajo al micropilote, uno solo no es capaz de soportar la misma carga del pilote tradicional, como podemos verificar según la comprobación de la capacidad última para cada uno de estos, para garantizar que la estructura funcione es necesario construir como podemos verificar según la comprobación de la capacidad última para cada uno de estos,



para garantizar que la estructura funcione es necesario construir como mínimo dos pilotes por cada uno para equilibrar las cargas como observamos en los resultados de diseño.

- La mezcla de cemento del micropilote es de vital importancia ya que gracias a esta es que el micropilote trabaja y se adhiere con el terreno creando una iteración que ayuda a densificar el terreno.
- Estos elementos ayudan a densificar los terrenos y aumenta la capacidad de carga de la cimentación.

### **A nivel nacional**

- CHINCHAY, Percy. En su trabajo de investigación titulado: *Ejecución de micropilotes como pantalla para excavación de túnel – aplicación al proyecto Vía Parque Rímac*. (Tesis de pregrado). Universidad Nacional de Ingeniería, Lima, Perú. 2015. Llegó a las siguientes conclusiones:
  - Otra de las ventajas que el sistema de micropilotes aporta a la ingeniería civil actual es la extensa variedad de aplicaciones que se pueden conseguir con el mismo sistema de perforación, no solamente centrándose en la cimentación profunda. Este sistema nos ofrece aplicaciones como paraguas de micropilotes para sostener bóvedas, drenes californianos para poder mitigar los efectos del agua o recalces en estructuras existentes, ejecución de pantallas para estabilización de taludes o sostenimiento de estructuras, mejora de terreno entre otras
  - En conclusión, hay que ser meticuloso a la hora de elegir qué tipo de cimentación usar en la ingeniería civil. Hay casos donde las condiciones de contorno nos limitan a la utilización de un tipo en particular. Pero hay otros muchos casos en que nos podemos encontrar con varias alternativas y será muy importante poder estudiar bien todas las variables (terreno, condiciones específicas de cada proyecto, plazos, costos, aspectos técnicos, propiedades geotécnicas del suelo, etc.) para poder tomar la solución geotécnica correcta.
  - El número de proyectos en los cuales se ejecuta micropilotes ha ido creciendo, debido a las muchas ventajas técnicas y económicas indiscutibles que ofrece este tipo de cimentación, así como en el campo de la fiabilidad.

- RODRÍGUEZ, Mayra. y TORPOCO, Freddy. En su trabajo de investigación titulado: *Manual de construcción e instalación de pilotes según la práctica de empresas especializadas en el Perú*. (Tesis de pregrado). Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima, Perú. 2015. Llegó a las siguientes conclusiones:
  - El suelo muy pocas veces o casi ninguna responderá como uno espera ya que este no ha sido modelado ni ensayado por el hombre como se hizo con el concreto armado o el acero estructural; y si así se desea, el proceso de acercarnos ligeramente a ello significará un enorme costo invertido en investigaciones minuciosas que solo la experiencia de un ingeniero podrá sustituir.
  - Parece difícil, incluso podría decirse imposible, definir exactamente todas las características necesarias del suelo para realizar un perfecto diseño, elección del método constructivo, maquinaria y ensayos de confiabilidad de un pilote. Es así que la correcta elección del tipo de cimentación en cualquier contexto dependerá únicamente de la experiencia bien adquirida en esta rama de la ingeniería, pues esta labor carga con la desdicha de la incertidumbre de las condiciones geomecánicas del suelo.
  - Existen múltiples criterios de selección de este tipo de cimentación, las cuales también se pueden basar en las características del suelo como el peso específico, el ángulo de fricción y la cohesión, otros pueden relacionarlo con sus dimensiones y cargas que deban soportar. Lo que se trata de mostrar es una guía rápida en la que no se incluyan factores que tiendan a variar en un rango más amplio que dificulte la elección. De la misma manera, se deberá tener en cuenta que en el país no desarrollan todos los tipos de cimentaciones existentes descritos por lo que solo se parte en función a los servicios de las empresas mencionadas.

#### **A nivel local**

- VILLALOBOS, Rodolfo. En su trabajo de investigación titulado: *Estudio de la capacidad portante de los suelos del centro poblado Las Palmas, distrito de la Banda de Shilcayo*. (Tesis de pregrado). Universidad Nacional de San Martín, Morales, San Martín, Perú. 2014. Llegó a las siguientes conclusiones:

- De acuerdo al Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (S.U.C.S), se ha determinado en los diferentes sectores, los siguientes tipos de suelos: CL (Arcilla Inorgánica de Baja Plasticidad), SM (Arena Limosa), SC (Arena Arcillosa), SMSC (Arena Limosa-Arcillosa), CH (Arcilla Inorgánica de Alta Plasticidad).
- La capacidad de Carga Admisible en el área de estudio es:
  - En el sector 1, la capacidad portante es de 0.58 kg/cm<sup>2</sup>.
  - En el sector 2, la capacidad de carga es de 0.48 kg/cm<sup>2</sup>.
  - En el sector 3, la capacidad portante es de 0.58 kg/cm<sup>2</sup>.
- En el área de estudio el grado de permeabilidad según el tipo de suelo es:
  - En el sector 1, es permeable.
  - En el sector 2, es medianamente permeable.
  - En el sector 3, es medianamente permeable.

Y que en épocas de grandes precipitaciones pluviales se producen las infiltraciones en los suelos.
- JIMÉNEZ, Jorge. En su trabajo de investigación titulado: *Zonificación de la capacidad portante del suelo del distrito de la Banda de Shilcayo*. (Tesis de pregrado). Universidad Nacional de San Martín, Morales, San Martín, Perú. 2010. Llegó a las siguientes conclusiones:
  - El relieve de la localidad de la Banda de Shilcayo, presentan zonas altas. En el distrito de la Banda de Shilcayo, su crecimiento o expansión urbana presenta zonas altas y suelos expuestos a fuerte erosión y las zonas bajas con fuertes depresiones, las que generaran inundaciones en los periodos de intensas lluvias.
  - Los suelos predominantes en la zona de estudio se comportan como suelos medianamente permeables y que en épocas de grandes precipitaciones pluviales se producen infiltraciones, que relacionado a eventos sísmicos de gran magnitud se pueden presentar procesos de licuefacción de arenas y como consecuencia se produzcan asentamientos diferenciales.
  - Por las características: físico mecánicas de los suelos de cimentación no se esperan asentamientos importantes, sino permisibles cuando las cimentaciones sean para dos plantas, pero si puede haber asentamientos excesivos cuando se realicen edificaciones de más de tres plantas si no se toman las precauciones necesarias.

## **1.3 Teorías relacionadas al tema**

### **1.3.1 Cimentaciones Profundas**

Se considera a las que la relación de profundidad /ancho ( $Df/B$ ) viene a ser mucho más que a cinco (5), viniendo a ser  $Df$  el valor de la profundidad de la cimentación y  $B$  viene a ser el ancho o también el diámetro del mismo.

Las cimentaciones que son profundas son empleadas también para anclar a las estructuras contra las fuerzas de levantamiento y para ayudar con la resistencia de las fuerzas de volteo y las laterales. Las cimentaciones que son profundas ser requeridas para momentos puntuales como en los suelos que son expansivos y colapsables o también en los suelos que presentan erosión. (NORMA NACIONAL DE EDIFICACIONES-NORMA E.050 Suelos y Cimentaciones, 2006, p. 233)

### **1.3.2 Pilote**

Es un elemento que tiene en forma de columna y cuya función puede ser de una cimentación de pequeña sección transversal. Se caracterizan por aguantar enormes cargas horizontales y las de compresión. Y que muy aparte una de las grandes funciones es de transmitir cargas de la estructura por un estrado muy vulnerable o que presente agua hacia un suelo mucho más eficaz o hacia un suelo rocoso. Además otra más de las cualidades es la de optimizar mucho más las condiciones del suelo. (RODRIGUEZ, 2015, p. 10)

### **1.3.3 Micropilote**

Es un elemento de tiene una estructura cilíndrica de un pequeño diámetro ( $\leq 300$  mm), que es reforzado a través de la colocación de una armadura en forma metálica que tiene barras de acero corrugado o en forma helicoidal, además con tuberías cilíndricas o perfiles de acero, quedando dicha combinación solidario con el terreno mediante la inyección a presión de la lechada de cemento o mortero llamado grout. (ROJAS, 2017, p.16)

### **1.3.4 Materiales que constituyen los micropilotes**

#### **a) Armaduras**

Es preferible la utilización en los micropilotes las armaduras que están conformadas por tubos de acero. Además de que lograra fortificar dicho elemento con barras de acero corrugado ubicadas a los ejes o en el contorno del mismo elemento. En cuyo caso, se deberá de emplear elementos tubulares y también las barras corrugadas que presentan límites elásticos similares, usándose de este modo el menor para realizar el cálculo de topes estructurales de los micropilotes. Cuando la obra es permanente no se utilizar, como armadura perfiles procedentes de empresas petrolíferas, las de sondeo o cualquier otra aplicación. (BOTELLO, 2015, p. 24)

## b) Morteros de cemento

Al emplearse morteros, dicha dosificación tendrá que ser dispuesta por la resistencia en la prueba de rotura sometida a compresión de la probeta llevada a cabo a los 28 días. De este modo la resistencia deberá de ser muy superior o en cuyo caso igual a 25 MPa ( $f_{ck} \geq 25$  MPa), en la rotura de las probetas circulares, curadas y ensayadas a compresión, según los indicado en el reglamento EHE, para el buen control en la resistencia del hormigón. En cualquier que sea el caso la resistencia a los 7 días tendrá que ser superior al 60% de la requería para los 28 días ( $f_{ck7} \geq 0,6 f_{ck}$ ). (BOTELLO, 2015, p. 28)

Cuando sea el caso que la arena agregada, su peso o el tamaño sea menor que 2 mm, el material que se inyectara continuara considerándose como lechada de cemento. Además si la cantidad de arena sobrepasa el límite anterior, la mezcla a inyectarse será considerada como un mortero. Los componentes de morteros a utilizarse en la inyección de los micropilotes deberán de presentar un contenido de cemento como por lo menos de 375 kg/cm<sup>3</sup>, a excepción que en las indicaciones expresa otro argumento. También debe de contar que la relación entre el agua/cemento, además del peso deberán de ser inferiores a 0.6 ósea al sesenta centésimas,  $a/c < 0,6$   
(BOTELLO, 2015, p. 28)

## c) Protección contra la corrosión

Tanto la armadura como el resto de los elementos metálicos que componen al micropilote, deberán estar protegidos durante toda su vida útil frente a la corrosión.

El sistema que rodea, protege y cubre la armadura en toda su longitud viene dado por el recubrimiento de la lechada o mortero de cemento, y este debe estar garantizado con la colocación de los dados.

El recubrimiento mínimo que se debe de existir entre el contacto de la armadura y el suelo deberá llevarse a cabo mediante los dados. Cuando se aplican micropilotes que se encuentran sometidos a compresión, se aplicara lo especificado en la EHE, y bajo nada será menor a 20 mm, cuando es inyectado con lechada o de 30 mm cuando se emplee la inyección , tal como se indica en la Tabla 1. (BOTELLO, 2015, p. 29)

**Tabla 1**

*Recubrimientos mínimos, r (mm)*

	<b>Lechada</b>	<b>Mortero</b>
<b>Compresión</b>	20	30
<b>Tracción</b>	25	50

*Fuente:* BOTELLO, Azucena. Sobre el comportamiento de micropilotes trabajando a flexión y/o cortante en estructuras de tierra (Tesis doctoral). Universidad Politécnica de Madrid, Madrid, España, 2015. p21.

### 1.3.5 Principales aplicaciones de los Micropilotes

#### a) En recalces

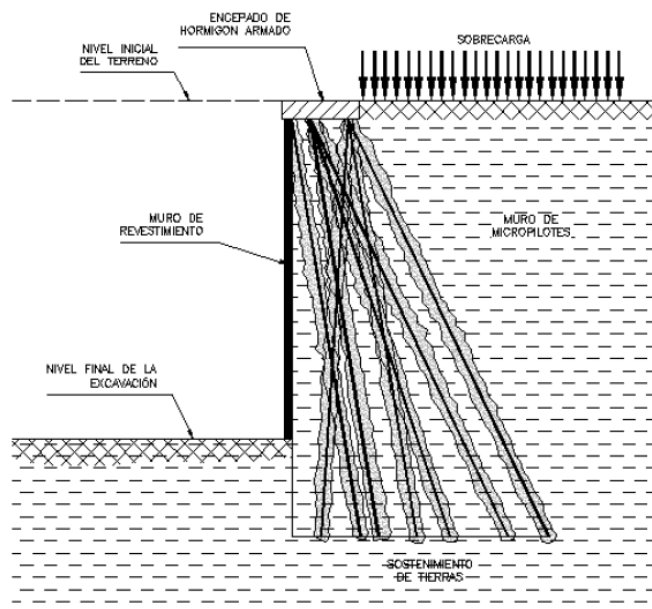
Sin embargo, “Una de las ventajas del micropilote es la facilidad de conexión a las cimentaciones existentes, lo que lo convierte en un método ideal de recalce ya que la puesta en carga se produce con deformaciones milimétricas” (BOTELLO, 2015, p. 19)

#### b) En cimentaciones nuevas

Sin embargo, “Aplicados también a obras de nueva planta (estructuras con espacio de trabajo reducido o de difícil acceso, en terrenos difíciles de perforar por intercalación de niveles rocoso, etc.)” (BOTELLO, 2015, p. 21).

#### c) Como estructuras de contención

Sin embargo, “En la contención del terreno donde se realizaría las excavaciones. Se sitúan en los mismos planos generalmente verticales o en forma de abanico. Un ejemplo de este tipo de actuación se puede ver en la siguiente figura 1” (BOTELLO, 2015, p. 21).

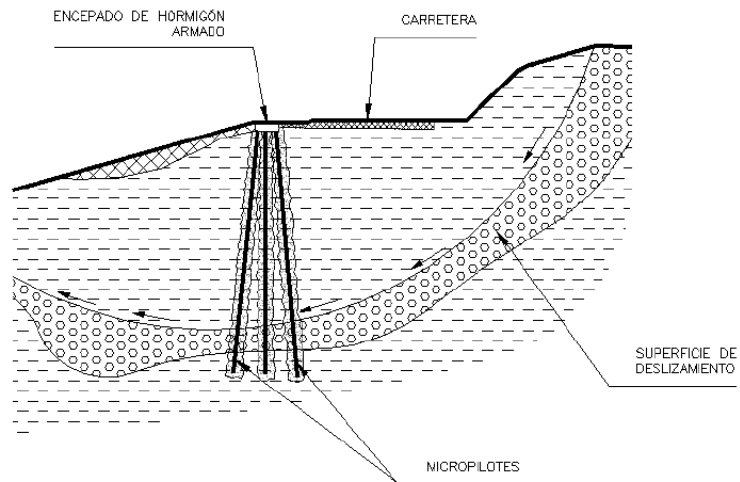


**Figura 1.** Contención del terreno en excavaciones.

**Fuente:** BOTELLO, Azucena. Sobre el comportamiento de micropilotes trabajando a flexión y/o cortante en estructuras de tierra. (Tesis doctoral). Universidad Politécnica de Madrid, Madrid, España, 2015. p 22.

**d) En estabilizaciones del terreno**

Sin embargo, “Es aplicado para el tratamiento de taludes y laderas, ya que producen una gran mejora en el coeficiente de seguridad global en las mismas por el incremento de la resistencia al corte en la masa del terreno potencialmente inestable” (BOTELLO, 2015, p. 22).



**Figura 2.** Estabilización del terreno mediante micropilotes.

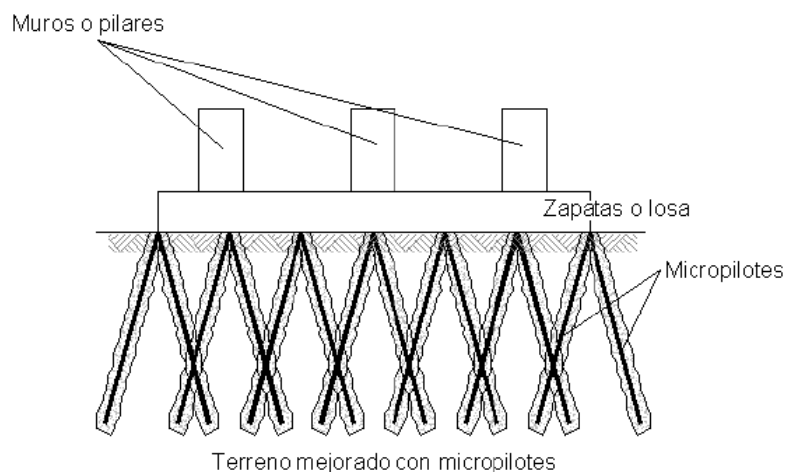
*Fuente:* BOTELLO, Azucena. Sobre el comportamiento de micropilotes trabajando a flexión y/o cortante en estructuras de tierra. (Tesis doctoral). Universidad Politécnica de Madrid, Madrid, España, 2015. p 22.

**e) En paraguas de túneles**

Sin embargo, “Ejecutados como sostenimiento del terreno en excavaciones de túneles” (BOTELLO, 2015, p. 23).

**f) En mejoras del terreno**

Sin embargo, “Aplicados para aumentar la capacidad de soporte global y reducir los asentamientos” (BOTELLO, 2015, p. 24).



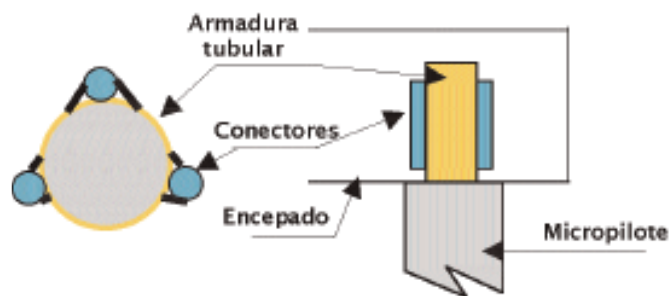
**Figura 3.** *Tratamiento del terreno mediante micropilotes.*

*Fuente:* BOTELLO, Azucena. Sobre el comportamiento de micropilotes trabajando a flexión y/o cortante en estructuras de tierra. (Tesis doctoral). Universidad Politécnica de Madrid, Madrid, España, 2015. p 24.

### 1.3.6 Conexión de los micropilotes con la estructura

Después de realizada la inyección, se tendrá en cuenta que se debe de realizar la conexión de este elemento con la estructura, o también con el resto o grupo de micropilotes que conforman el encepado o la viga.

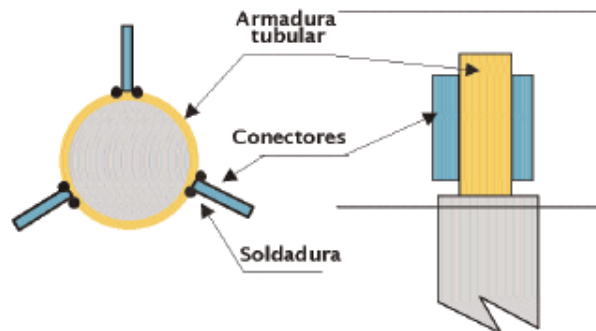
Cuando se tenga que construir nuevos encepados o también nuevos elementos de unión, se deberá de tener limpio de lechada o de mortero la parte de la armadura tubular que va entrar en contacto con el hormigón, o también con los encepados y las vigas de atado. Así también se tendrá que añadir, asimismo en el tramo ya limpio anteriormente, la armadura tubular de los conectores previstos para la cimentación, generándose así la conexión con el encepados. (MINISTERIO FOMENTO, 2006, p. 69)



**Figura 4.** *Mejora de la adherencia mediante la colocación de redondos (vista en planta y perfil)*

*Fuente:* ECHAVE, José. Conexión de micropilotes a estructuras, TERRABAUER, S.L. p 132.





**Figura 5.** Mejora de adherencia mediante la soldadura de placas de acero (Vista en planta y perfil)

*Fuente:* ECHAVE, José. Conexión de micropilotes a estructuras, TERRABAUER, S.L. p 133.

### 1.3.7 Resistencia Estructural

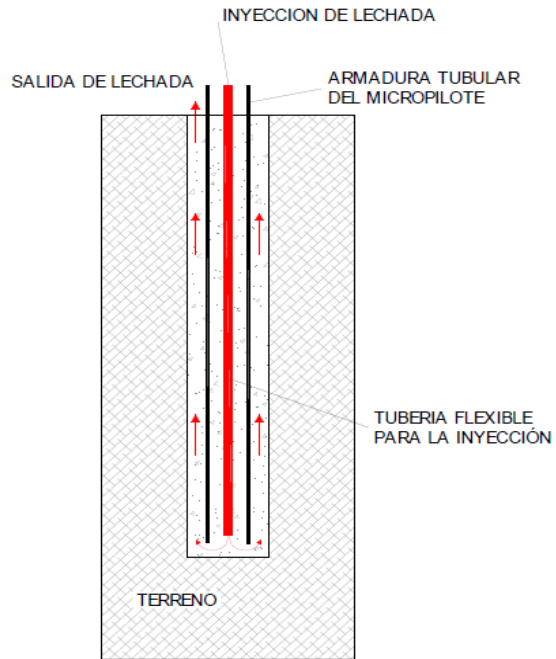
Los micropilotes se caracterizan por la gran capacidad de carga que en su mayoría de veces está representada por la resistencia interna de sus elementos que este lo conforman, ya que este es un elemento estructural que posee un diámetro pequeño, y que este desarrolla una gran resistencia en el fuste debido a la lecha de cemento a la cual está expuesta. (FORRERO, 2014, p. 19)

Una de las funciones más fundamentales de la armadura consiste en la de transferir las cargas a través de su longitud del elemento, y que la resistencia de este se genere por la acción del fuste que entre en contacto con el suelo por la inyección de la lechada, y que este conlleva a que el diseño sea el más óptimo por parte de los elementos que conforman el micropilote. (FORRERO, 2014, p. 19)

### 1.3.8 Clasificación de Micropilotes

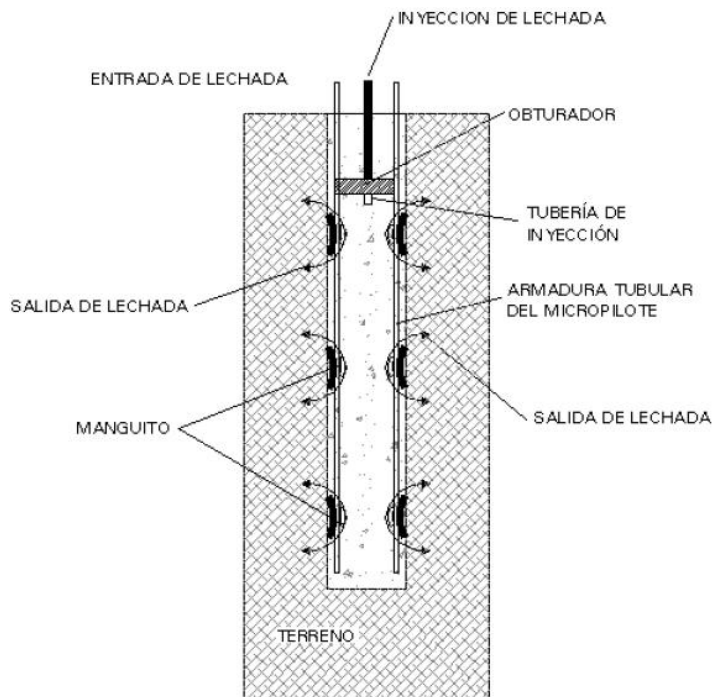
La clasificación entre micropilotes, atiende esencialmente en los siguientes puntos:

- **Según la forma de transmisión de los esfuerzos al terreno:**
  - Específicamente mediante cimentación profunda, se da mediante el fuste y la también la punta.
  - Como un conjunto de elementos, que actúa en un determinado espacio del terreno.
- **Según el tipo de sollicitación dominante a la que están sometidos:**
  - Como a los esfuerzos de compresión o de tracción (esto se da normalmente en las obras de cimentaciones).
  - Además en momentos flectores y de esfuerzos cortantes (esto se da comúnmente en las obras de estabilización de laderas, etc.).
- **Según el sistema de inyección de la lechada o mortero de cemento:**
  - Los que son inyectados solo en una sola fase, que también son llamados de inyección única global (IU).
  - Los que son reinyectados hasta dos veces mediante tubos o circuitos que presentan válvulas antirretorno, también llamados inyección repetitiva (IR).
  - Los que son reinyectados muchas veces mediante tubos-manguito desde el interior de armadura, hacia toda la longitud del micropilote, también llamados de inyección repetitiva y selectiva (IRS). (BOTELLO, 2015, p.13)



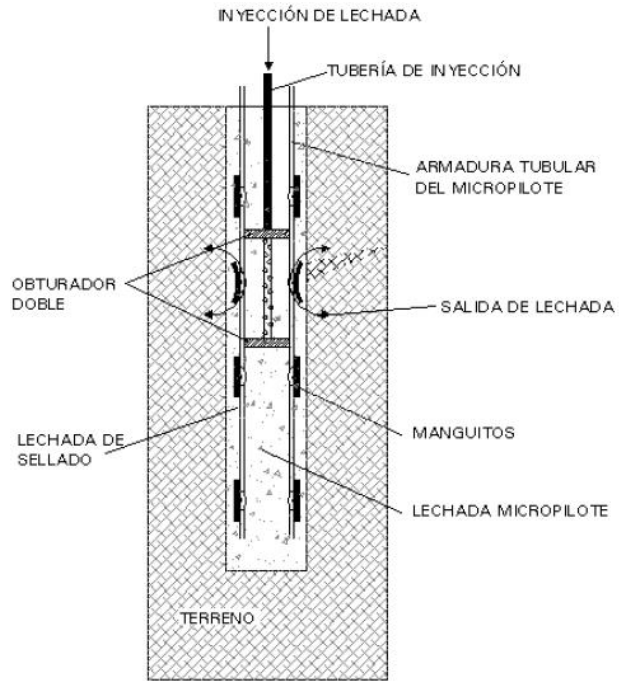
**Figura 6. Micropilote tipo IU.**

**Fuente:** BOTELLO, Azucena. Sobre el comportamiento de micropilotes trabajando a flexión y/o cortante en estructuras de tierra. (Tesis doctoral). Universidad Politécnica de Madrid, Madrid, España, 2015. p 15.



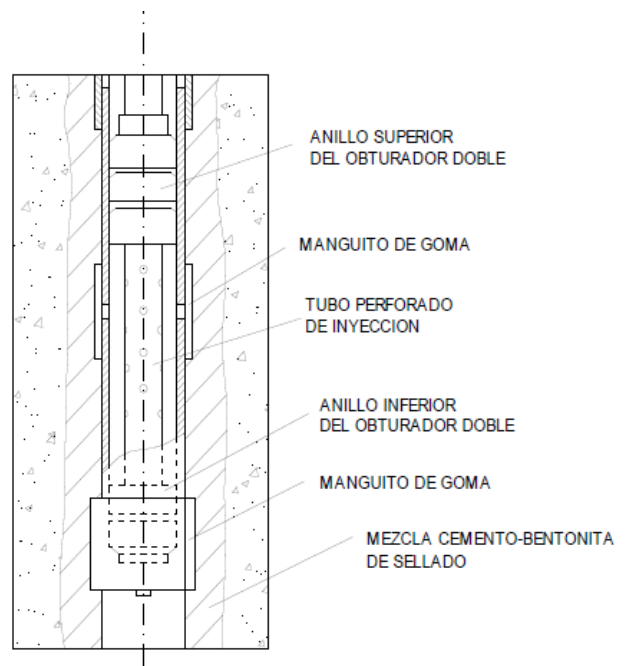
**Figura 7. Micropilote tipo IR.**

**Fuente:** BOTELLO, Azucena. Sobre el comportamiento de micropilotes trabajando a flexión y/o cortante en estructuras de tierra. (Tesis doctoral). Universidad Politécnica de Madrid, Madrid, España, 2015. p 17.



**Figura 8. Micropilote tipo IRS.**

*Fuente:* BOTELLO, Azucena. Sobre el comportamiento de micropilotes trabajando a flexión y/o cortante en estructuras de tierra. (Tesis doctoral). Universidad Politécnica de Madrid, Madrid, España, 2015. p 18.



DETALLE DEL OBTURADOR

**Figura 9. Micropilote tipo IRS.**

*Fuente:* BOTELLO, Azucena. Sobre el comportamiento de micropilotes trabajando a flexión y/o cortante en estructuras de tierra. (Tesis doctoral). Universidad Politécnica de Madrid, Madrid, España, 2015. p 18.

### 1.3.9 Zonificación

En el territorio nacional se tiene en consideración que está compuesta por cuatro zonas, como lo podemos apreciar en la siguiente figura N° 10. La zonificación propuesta está basada en la distribución de la sismicidad observada, además de las peculiaridades generales de los movimientos sísmicos y la distancia que presentan estos con el epicentro, y al mismo tiempo con la información geotectónica. (NORMA E.030: Diseños Sismorresistente, 2018, p.8)



**Figura 10. Zonas sísmicas**

*Fuente:* Norma E. 030 Diseño Sismorresistente, Perú, 2018. p 8.

### 1.3.10 Ensayos de Laboratorio de Mecánica de Suelos

Para las muestras que se extrajeron en los puntos de la investigación y/o de muestreo de la fase de investigación de campo, se determinaron las propiedades físicas y mecánicas mediante la práctica de los ensayos estándar y especiales que se indican a continuación. (ROCHA, 2010, p. 46).

**Ensayo estándar**

- Contenido de humedad natural
- Análisis granulométrico
- Limite líquido y limite plástico
- Clasificación unificada de suelos

**Ensayos especiales**

- Corte directo

**Norma usada**

Ntp 339.127-ASTM D2216

Ntp 339.128-ASTM D422

Ntp 339.129-ASTM D4318

Ntp 339.134-ASTM D2487

**Norma usada**

Ntp 339.171-ASTM D422

**1.3.10.1 Contenido de Humedad**

Este concepto está basado en la Norma ASTM D2216, el cual se le adapto a un nivel de implementación y a las condiciones propias de nuestra realidad actual.

Para realizar la determinación del contenido de humedad de un suelo, se pone la muestra una vez pesada en un horno a una temperatura de  $110 \pm 5^\circ\text{C}$  hasta lograr obtener un peso constante. Por lo general, no es muy práctico hacer varias medidas de peso para lograr determinar si se ha obtenido un buen estado de peso en la muestra; para lo cual se hace comúnmente después de un periodo de 18 horas (a menudo durante la noche), donde cuya muestra se encuentra en un estado de peso constante y dicho peso se registra como el del suelo más el peso del recipiente donde la muestra se coloca. (JIMÉNEZ, 2010, p.21)

**1.3.10.2 Análisis Granulométrico**

Este concepto está basado en la Norma ASTM D422 y el AASHTO T88, las cuales mismas que se adaptaron al nivel de implementación y a las condiciones propias de nuestra realidad. Además cabe recalcar que este modo de operación está sujeto a una constante revisión y actualización continua. (JIMÉNEZ, 2010, p.29)

Cuando se realiza el estudio y análisis de la distribución de los granos en sus muy diferentes tamaños de masa del suelo, este se le conoce como granulometría del suelo, además de las características y parámetros que son indicadores que sirve para clasificar de acuerdo a un sistema o al interés de la mecánica del suelo y sus aplicaciones en la ingeniería civil. (JIMÉNEZ, 2010, p.29)

**1.3.10.3 Límite líquido y límite plástico**

Este concepto está basado en la Norma ASTM D4318 y AASHTO T89, las mismas que se adaptaron a un nivel de implementación y a las condiciones propias de nuestra realidad. Además cabe recalcar que este modo de operación está sujeto a una constante revisión y actualización continua. (JIMÉNEZ, 2010, p.61).

Los límites líquidos consisten en el contenido de humedad que está por debajo del cual el suelo se comporta como un material plástico. A este nivel de contenido de humedad el suelo está en el vértice de lograr

cambiar su comportamiento al de un fluido más viscoso. El límite líquido es muy útil en la gran mayoría de veces, para lograr predecir con la máxima densidad de estudios de compactación y sirve además para lograr la clasificación de los tipos de suelos en el cual se trabaja. (JIMÉNEZ, 2010, p.61).

El índice de plasticidad IP, consiste en la diferencia entre el límite líquido y el límite plástico. Al igual que otros factores fundamentales, cuando mayor es el índice de plasticidad de un suelo, menor es su permeabilidad. Cuando se tiene arenas limpias se les atribuye un índice de plasticidad nula, aunque en la realidad su valor no se puede determinar con exactitud. (JIMÉNEZ, 2010, p.61).

#### **1.3.10.4 Clasificación de los suelos**

Existen un gran sin número de métodos que se emplean para clasificar los tipos de suelos en la actualidad, entre los más empleados se tienen en consideración al Sistema Unificado de Clasificación de Suelos, la AASHTO, el USDA, la ASTM y la FAA. (JIMÉNEZ, 2010, p.63)

Todos los sistemas que se emplean para clasificar los tipos de suelos, son de gran interés para los ingenieros Geotécnicos que emplean los límites de Atterberg, además de emplear un análisis parcial o general de granulometría, y de un proceso de eliminación para la clasificación de suelos. (JIMÉNEZ, 2010, p.63)

En todos los sistemas de clasificación que se emplean es esencial acompañar al símbolo de clasificación, para lograr una buena descripción del suelo, pues el símbolo particular de los grupos es demasiado amplio y generalmente como criterio de clasificación para los suelos específicos. (JIMÉNEZ, 2010, p.63).

#### **1.3.10.5 Corte Directo**

Este concepto está basado en la Norma ASTM D 3080 y AASHTO T236, las mismas que se adaptaron a un nivel de implementación y a las condiciones propias de nuestra realidad. Además cabe recalcar que este modo de operación está sujeto a una constante revisión y actualización continua. (JIMÉNEZ, 2010, p.76)

### **1.4 Formulación del problema**

#### **1.4.1 Problema general**

¿En qué medida influyen los micropilotes circulares en la simulación de una edificación de 4 pisos en la Banda de Shilcayo – San Martín – 2017?

## **1.5 Justificación del estudio.**

### **Justificación teórica**

En la presente investigación busco conocer cómo influye la aplicación de micropilotes circulares en la simulación de una edificación de 4 pisos, ubicada en la Banda de Shilcayo – San Martín – 2017

### **Justificación práctica**

Después de la debida justificación de la investigación, los resultados que se alcanzaran serán de mucha utilidad, ya que se serán de referencia como antecedentes para los futuros diseños de edificaciones con la aplicación de micropilotes circulares, en las construcciones que presentaran suelos similares a donde se realizara el diseño de la edificación de 4 pisos.

### **Justificación por conveniencia**

Desde el punto de vista estructural los resultados que se obtendrán de la simulación de una la edificación de 4 pisos aplicando los micropilotes circulares, se demostrara el comportamiento que se produce en la edificación de 4 pisos, y de acuerdo a los resultados obtenidos buscar equilibrar la eficiencia en su construcción y seguridad ante el comportamiento empleando los micropilotes circulares.

### **Justificación social**

Se dejará un antecedente para los proyectistas, diseñadores estructurales, ingenieros civiles e interesados en el tema sobre la aplicación de los micropilotes circulares en una edificación de 4 pisos, lo cual será de gran utilidad cuando se desee diseñar aplicando micropilotes circulares en futuras edificaciones de 4 pisos.

### **Justificación metodológica**

En la zona no se cuenta con antecedentes sobre la influencia de los micropilotes circulares en la simulación de una edificación de 4 pisos; en el proceso de investigación se optó por recaudar información mediante ensayos y muestreos para dejar antecedentes futuros de diseños en edificaciones de 4 pisos aplicando micropilotes circulares en la Banda de Shilcayo – San Martín – 2017.

## **1.6 Hipótesis**

### **1.6.1 Hipótesis general**

En la simulación de una edificación de 4 pisos influyen significativamente los micropilotes circulares en la Banda de Shilcayo – San Martín - 2017.

## **1.7 Objetivos**

### **1.7.1 Objetivo general**

Simular el comportamiento de una edificación de 4 pisos con micropilotes circulares.

### **1.7.2 Objetivos específicos**

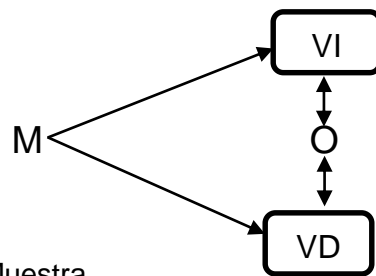
- Realizar el estudio de mecánica de suelos como elemento de soporte para la edificación.
- Diseñar el mortero de un  $f'c=280$  kg/cm<sup>2</sup> para el micropilote circular.
- Evaluar la compresión del mortero  $f'c=280$  kg/cm<sup>2</sup> que será utilizado en el micropilote.
- Evaluar el comportamiento de la edificación de 4 pisos aplicando micropilotes circulares en base al software Sap2000 v.18.2.



## II. MÉTODO

### 2.1 Diseño de investigación

El diseño de investigación es experimental puro, debido a que es aquel en el que se manipula la variable independiente para observar sus características en la variable dependiente en una situación de control para establecer el posible efecto de la manipula.



M= Muestra

O= Observación

VI= Variable Independiente

VD= Variable Dependiente

### 2.2 Variables, Operacionalización.

#### Variable

- **Variable Independiente**

Micropilotes circulares.

- **Variable dependiente**

Simulación de una edificación de 4 pisos

**Tabla 2**

*Operacionalización*

<b>VARIABLES</b>	<b>Definición conceptual</b>	<b>Definición operacional</b>	<b>Dimensiones</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Escala de medición</b>
Simulación de una edificación de 4 pisos	Es un programa que presenta objetivos específicos de automatización del diseño y análisis de estructuras básicas o muy complejas de elementos de concreto o de altas cargas. <i>LARGO (2014)</i>	Es un proceso por el cual con el empleo de softwares nos brindara datos sobre el comportamiento de la edificación de 4 pisos.	Evaluación física	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Contenido de humedad natural</li> <li>- Análisis Granulometría</li> <li>- Limite líquido y limite plástico</li> <li>- Clasificación unificada de suelos</li> <li>- Corte directo</li> </ul>	Intervalo
			Simulación en los software	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Comportamiento del micropilote circular</li> <li>- Asentamiento diferencial</li> </ul>	Intervalo
Micropilotes circulares	Se caracteriza fundamentalmente por poseer una armadura circular de acero, y lo que lo rodea entra en contacto con el suelo. <i>LORENTE (2013)</i>	Elemento estructural cuya función es la de transferir cargas hacia un estrato más adecuado.	Evaluación del mortero	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Diseño de mezcla del mortero</li> </ul>	Discreta
			Evaluación mecánica	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Rotura de probeta</li> </ul>	Intervalo

## 2.3 Población y muestra

### Población

Las nuevas edificaciones de 4 pisos en la Banda de Shilcayo – San Martín -2017.

### Muestra

Se realizó con el método probabilístico porque es una muestra donde todos tienen la misma posibilidad de ser elegidos.

La muestra fue de 6 calicatas que se calcularon mediante la fórmula probabilística.

$$n = \frac{z^2 * p * q * N}{e^2(N - 1) + z^2 * p * q}$$

Donde:

N = Tamaño de la población = 6

p = Variabilidad positiva = 0.50

q = Variabilidad negativa = 0.50

z = nivel de confianza = 95% = 1.96

e = error permitido = 5% (0.05)

$$n = \frac{1.96^2 * 0.50 * 0.50 * 6}{0.05^2(6 - 1) + 1.96^2 * 0.50 * 0.50} = 5.92 = 6$$

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

### Técnica

La investigación es de carácter experimental puro, así que se tomó como técnica, ensayos de análisis mecánico del suelo, diseño de mezcla de mortero, compresión del mortero y simulación en software de los datos obtenidos en el campo, aplicando para ello formularios de laboratorio como instrumentos de calificación para evaluar los resultados que se presentó en el lugar del estudio.

**Tabla 3***Instrumentos*

TÉCNICA	INSTRUMENTOS	FUENTES
Ensayo de análisis mecánico del suelo	Formulario de laboratorio	Norma E-050
Ensayo de análisis del diseño de mezcla del mortero	Formulario de laboratorio	NTP 399.607
Ensayo de análisis mecánico de compresión del mortero	Formulario de laboratorio	NTP 339.034
Simulación en el software sap2000 v.18.2	Programa computarizado	Norma E-090 Norma E-050 Norma E-030 Norma E-020
Revisión de documentos	Norma	Norma E-050 Norma E-030

**Validez**

Las validaciones en esta investigación no fueron necesarias, porque los instrumentos que se emplearon ya se encuentran estandarizados tanto a nivel nacional como internacional.

**Confiabilidad**

En esta investigación la confiabilidad del instrumento no fue necesario ya que como fueron instrumentos estandarizados por las normas técnicas peruanas el nivel de confiabilidad es aceptable.

**2.5 Métodos de análisis de datos**

Evaluación del ensayo de mecánica de suelo, empleando los ensayos que se tomaron como referencia de la Norma E-050 para evaluar la capacidad portante del suelo para el diseño.

Evaluación del ensayo de diseño de mezcla del mortero, aplicando la NTP 399.607 para determinar el diseño de mezcla del mortero que se debe de utilizar en los micropilotes circulares.

Evaluación del ensayo de resistencia a la compresión de morteros, aplicando la NTP 339.034 lo cual nos permite comprobar la resistencia del mortero a usar para los micropilotes circulares.

Culminado el trabajo de laboratorio, se procedió a emplear el software para realizar el boceto de los planos de la edificación. Para emplear posterior el software de modelación SAP2000 V.18.2 para la simulación con los micropilotes circulares.

## **2.6 Aspectos éticos**

Se respetó la información como confidencial, debido a que en el curso de la recopilación teórica, se utilizó la norma ISO 0690, para avalar los derechos de autor de las referencias bibliográficas.

### III. RESULTADOS

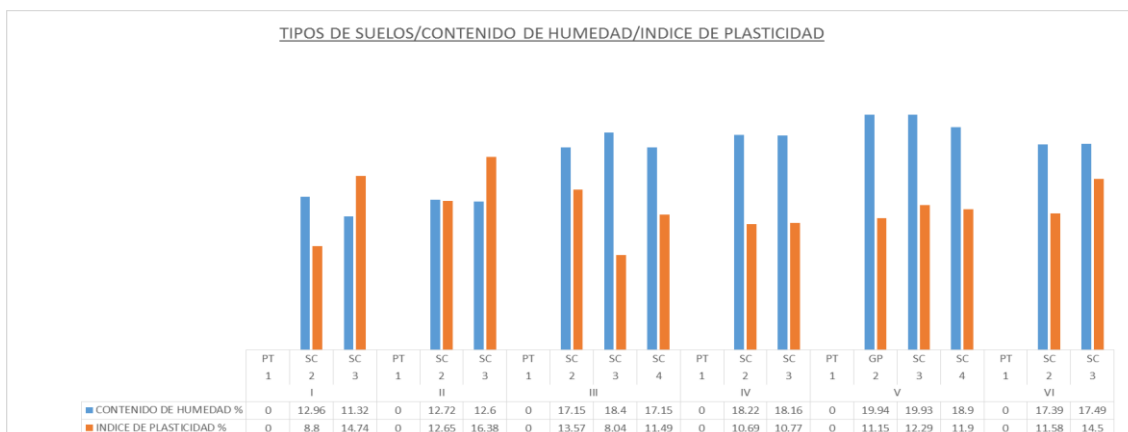
**Tabla 4**

*Cuadro de resumen de EMS.*

Tipos de suelos/Contenido de Humedad/Índice de plasticidad				
Calicata	Estrato	Suelo	Contenido de humedad	Índice de plasticidad
I	1	PT	-	-
	2	SC	12.96%	8.80%
	3	SC	11.32%	14.74%
II	1	PT	-	-
	2	SC	12.72%	12.65%
	3	SC	12.60%	16.38%
III	1	PT	-	-
	2	SC	17.15%	13.57%
	3	SC	18.40%	8.04%
	4	SC	17.15%	11.49%
IV	1	PT	-	-
	2	SC	18.22%	10.69%
	3	SC	18.16%	10.77%
V	1	PT	-	-
	2	GP	19.94%	11.15%
	3	SC	19.93%	12.29%
	4	SC	18.90%	11.90%
VI	1	PT	-	-
	2	SC	17.39%	11.58%
	3	SC	17.49%	14.50%

Capacidad Portante= 0.78 kg/cm<sup>2</sup>

*Fuente:* EMS realizado en el distrito de la Banda de Shilcayo- 2018.



**Figura 11.** Tipos de suelos/contenido de humedad/índice de plasticidad

*Fuente:* EMS realizado en el distrito de la Banda de Shilcayo- 2018.

## Interpretación

**Calicata I:** Suelo compuesto por tres estratos de los cuales el primer estrato es suelo orgánico de 0.00-0.30m de profundidad, posterior a ello se encuentra el segundo estrato que va desde 0.30-1.50m y está compuesta por arena arcillosa de color marrón oscuro compactada, de baja plasticidad con 22.42% de finos (Que pasan la malla N°200), Limite Liquido= 28.91% e Índice de Plasticidad= 8.80%, y el tercer estrato desde 1.50-3.00m y está compuesta por arena arcillosa de color amarillo oscuro compactada, de mediana plasticidad con 26.46% de finos (Que pasan la malla N°200), Limite Liquido= 33.44% e Índice de Plasticidad= 14.74% clasificación SUCS, la excavación de la calicata se realizó en el jr. San Miguel S/N/Dist.: Banda de Shilcayo/ Prov.: San Martin/ Dpto.: San Martin.

**Calicata II:** Suelo compuesto por tres estratos de los cuales el primer estrato es suelo orgánico de 0.00-0.25m de profundidad, posterior a ello se encuentra el segundo estrato que va desde 0.25-1.30m está compuesta por arena arcillosa de color amarillo oscuro, semi compactada, de mediana plasticidad con 13.70% de finos (Que pasan la malla N°200), Limite Liquido= 32.49% e Índice de Plasticidad= 12.65%, y el tercer estrato desde 1.30-3.00m está compuesta por arena arcillosa de color amarillo oscuro con manchas amarillas, de alta plasticidad con 15.48% de finos (Que pasan la malla N°200), Limite Liquido= 35.29% e Índice de Plasticidad= 16.38% clasificación SUCS, la excavación de la calicata se

realizó en la intercepción del Jr. San Miguel-Jr. Prospero/Dist.: Banda de Shilcayo/ Prov.: San Martin/ Dpto.: San Martin.

**Calicata III:** Suelo compuesto por cuatro estratos de los cuales el primer estrato es suelo orgánico de 0.00-0.30m de profundidad, posterior a ello se encuentra el segundo estrato que va desde 0.30-1.10m está compuesta por arena arcillosa de color marrón, de mediana plasticidad con 0.65% de finos (Que pasan la malla N°200), Limite Liquido= 31.73% e Índice de Plasticidad= 13.57%, el tercer estrato que va desde 1.10-2.30m está compuesta por arena arcillosa de color amarillo oscuro con manchas marrones oscuras, de baja plasticidad con 1.64% de finos (Que pasan la malla N°200), Limite Liquido= 28.17% e Índice de Plasticidad= 8.04%, y el cuarto estrato que va desde 2.30-3.00m está compuesta por arena arcillosa de color amarillo claro con manchas blancas, compacta de mediana plasticidad con 26.44% de finos (Que pasan la malla N°200), Limite Liquido= 32.75% e Índice de Plasticidad= 11.49% clasificación SUCS, la excavación de la calicata se realizó en el Jr. Manuel Pinedo Arévalo S/N-Satélite/Dist.: Banda de Shilcayo/ Prov.: San Martin/ Dpto.: San Martin.

**Calicata IV:** Suelo compuesto por tres estratos de los cuales el primer estrato es suelo orgánico de 0.00-0.20m de profundidad, posterior a ello se encuentra el segundo estrato que va desde 0.20-1.90m está compuesta por arena arcillosa de color marrón oscuro semi compacto, de mediana plasticidad con 16.02% de finos (Que pasan la malla N°200), Limite Liquido= 29.59% e Índice de Plasticidad= 10.69%, y el tercer estrato desde 1.90-3.00m está compuesta por arena arcillosa de color amarillo claro con manchas blancas, de alta plasticidad con 36.96% de finos (Que pasan la malla N°200), Limite Liquido= 30.81% e Índice de Plasticidad= 10.77% clasificación SUCS, la excavación de la calicata se realizó en la intercepción del Jr. Micaela Bastidas-Satelite/Dist.: Banda de Shilcayo/ Prov.: San Martin/ Dpto.: San Martin.

**Calicata V:** Suelo compuesto por cuatro estratos de los cuales el primer estrato es suelo orgánico de 0.00-0.20m de profundidad, posterior a ello se encuentra el segundo estrato que va desde 0.20-1.40m está compuesta



por grava mal graduada de color marrón oscuro compacta, de mediana plasticidad con 0.29% de finos (Que pasan la malla N°200), Limite Liquido= 31.32% e Índice de Plasticidad= 11.15%, el tercer estrato que va desde 1.40-2.20m está compuesta por arena arcillosa de color amarillo oscuro con manchas marrones amarillentas, de mediana plasticidad con 0.39% de finos (Que pasan la malla N°200), Limite Liquido= 32.33% e Índice de Plasticidad= 12.29%, y el cuarto estrato que va desde 2.20-3.00m está compuesta por arena arcillosa de color amarillo claro con manchas blancas claras semi compacta, de mediana plasticidad con 26.38% de finos (Que pasan la malla N°200), Limite Liquido= 30.88% e Índice de Plasticidad= 11.90% clasificación SUCS, la excavación de la calicata se realizó a la altura de la empresa madera Caynarachi sac/Dist.: Banda de Shilcayo/ Prov.: San Martín/ Dpto.: San Martín.

**Calicata VI:** Suelo compuesto por tres estratos de los cuales el primer estrato es suelo orgánico de 0.00-0.30m de profundidad, posterior a ello se encuentra el segundo estrato que va desde 0.30-1.10m está compuesta por arena arcillosa de color marrón oscuro con manchas amarillentas semi compacto, de mediana plasticidad con 17.35% de finos (Que pasan la malla N°200), Limite Liquido= 28.07% e Índice de Plasticidad= 11.58%, y el tercer estrato desde 1.10-3.00m está compuesta por arena arcillosa de color amarillo claro semi compacta, de mediana plasticidad con 12.19% de finos (Que pasan la malla N°200), Limite Liquido= 34.10% e Índice de Plasticidad= 14.50% clasificación SUCS, la excavación de la calicata se realizó en la ex carretera Yurimaguas - Jr. San Martin-AA.VV Venecia/Dist.: Banda de Shilcayo/ Prov.: San Martin/ Dpto.: San Martin, donde se llevó a cabo el estudio de Corte Directo obteniéndose un valor de la capacidad portante de 0.78 kg/cm<sup>2</sup>.

**Tabla 5***Diseño de mezcla de mortero  $f'c=280\text{kg/cm}^2$* 

CEMENTO	ARENA	AGUA
1	2.32	23.63
pie <sup>3</sup>	pie <sup>3</sup>	lt

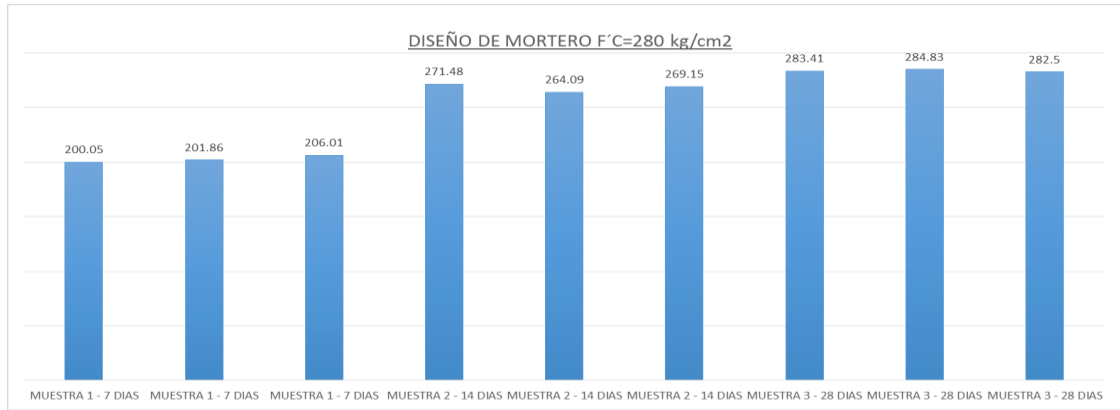
*Fuente:* Laboratorio de mecánica de suelos y materiales**Figura 12.** *Diseño de mezcla de mortero  $f'c=280\text{kg/cm}^2$* *Fuente:* Laboratorio de mecánica de suelos y materiales**Interpretación**

El resultado obtenido en la tabla 5 y el gráfico 12 muestra que la proporción de cemento, arena y agua es de, 1 pie<sup>3</sup> de cemento por 2.32 pie<sup>3</sup> de arena por 23.63 lt de agua, para lograr que el diseño alcance una resistencia de compresión igual a  $f'c=280\text{kg/cm}^2$  que se alcanza a los 28 días y se refuta con la aplicación de la prueba de compresión según la NTP 339.034 la cual indica que a los 28 días debe alcanzar el 100% de su resistencia para la cual fue diseñada.

**Tabla 6***Resistencia a la compresión del mortero*

	MUESTRA 7 DÍAS		
PROBETA	1	2	3
PESO PROBETA (gr)	3382.20	3393.70	3391.60
SAMPLE PEAK LOAD	15430	15570	15890
SAMPLE STRES	200.05	201.86	206.01
	MUESTRA 14 DIAS		
PROBETA	1	2	3
PESO PROBETA (gr)	3478.90	3474.70	3434.60
SAMPLE PEAK LOAD	20940	20370	20760
SAMPLE STRES	271.48	264.09	269.15
	MUESTRA 14 DIAS		
PROBETA	1	2	3
PESO PROBETA (gr)	3383.90	3385.70	3382.70
SAMPLE PEAK LOAD	21860	21970	21790
SAMPLE STRES	283.41	284.83	282.50

*Fuente:* Laboratorio de mecánica de suelos y materiales



**Figura 13.** Resistencia a la compresión del mortero

### Interpretación

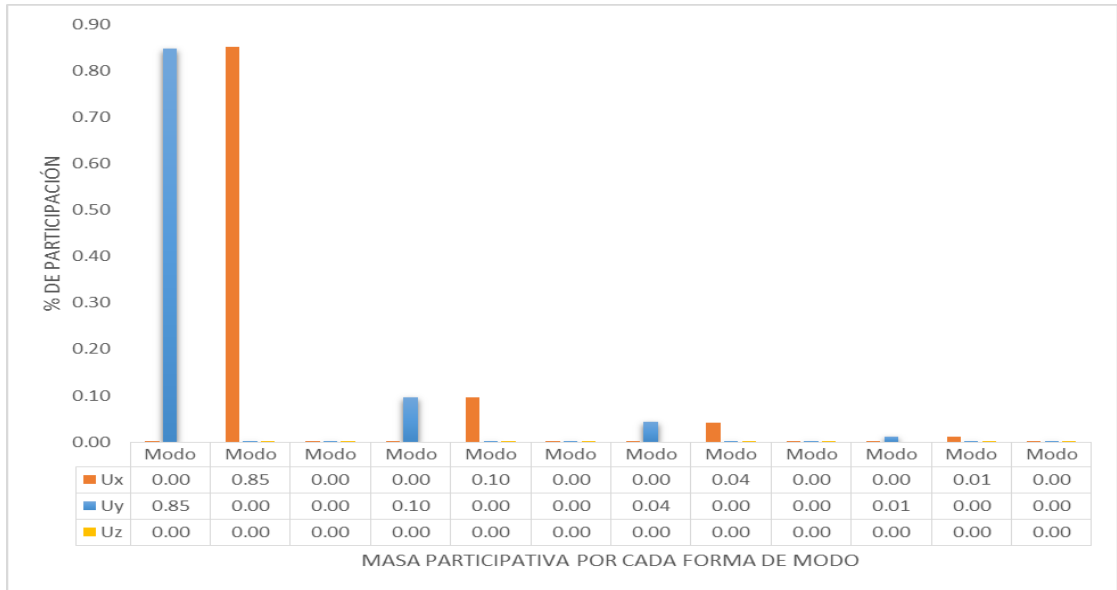
Los resultados obtenidos se aprecian en la tabla 6 y el grafico 13 donde se obtuvo que a los 7 días la Muestra 1 un  $f'c=200.05$  kg/cm<sup>2</sup>, en la Muestra 2 un  $f'c=201.86$  kg/cm<sup>2</sup> y en la muestra 3 un  $f'c=206.01$  kg/cm<sup>2</sup>, a los 14 días se obtuvo en la Muestra 1 un  $f'c=271.48$  kg/cm<sup>2</sup>, en la Muestra 2 un  $f'c=264.15$  kg/cm<sup>2</sup> y en la muestra 3 un  $f'c=269.15$  kg/cm<sup>2</sup>, y a los 28 días en la Muestra 1 un  $f'c=283.41$  kg/cm<sup>2</sup>, en la Muestra 2 un  $f'c=284.43$  kg/cm<sup>2</sup> y en la muestra 3 un  $f'c=282.50$  kg/cm<sup>2</sup>, dando por concluido las pruebas de compresión en el mortero.

**Tabla 7**

*Masa participativa por cada forma de modo*

Forma de Modo	Ux	Uy	Uz	$\sum Ux$	$\sum Uy$	$\sum Uz$
<b>Modo</b> 1	0.00	0.85	0.00	0.00	0.85	0.00
<b>Modo</b> 2	0.85	0.00	0.00	0.85	0.85	0.00
<b>Modo</b> 3	0.00	0.00	0.00	0.85	0.85	0.00
<b>Modo</b> 4	0.00	0.10	0.00	0.85	0.95	0.00
<b>Modo</b> 5	0.10	0.00	0.00	0.95	0.95	0.00
<b>Modo</b> 6	0.00	0.00	0.00	0.95	0.95	0.00
<b>Modo</b> 7	0.00	0.04	0.00	0.95	0.99	0.00
<b>Modo</b> 8	0.04	0.00	0.00	0.99	0.99	0.00
<b>Modo</b> 9	0.00	0.00	0.00	0.99	0.99	0.00
<b>Modo</b> 10	0.00	0.01	0.00	0.99	1.00	0.00
<b>Modo</b> 11	0.01	0.00	0.00	1.00	1.00	0.00
<b>Modo</b> 12	0.00	0.00	0.00	1.00	1.00	0.00

*Fuente:* Sap2000 v.18.2



**Figura 14.** Masa participativa por cada forma de modo

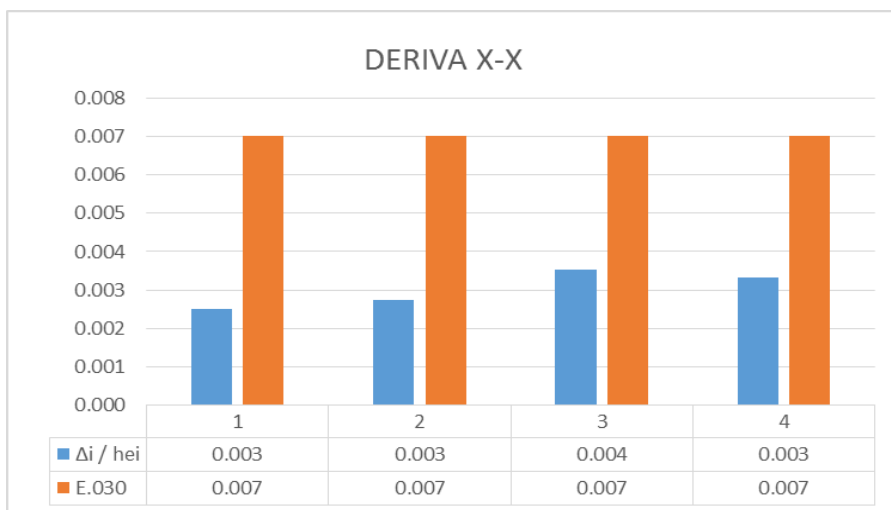
Fuente: Sap2000 v.18.2

**Tabla 8**

*Deriva X-X*

Nivel	Z	H	Di	Dj	$\Delta i / hei$	E.030
4	12.00	3	0.0363	0.0288	0.003	0.007
3	9.00	3	0.0288	0.0206	0.003	0.007
2	6.00	3	0.0206	0.0100	0.004	0.007
1	3.00	3	0.0100	0.0000	0.003	0.007

Fuente: Sap2000 v.18.2



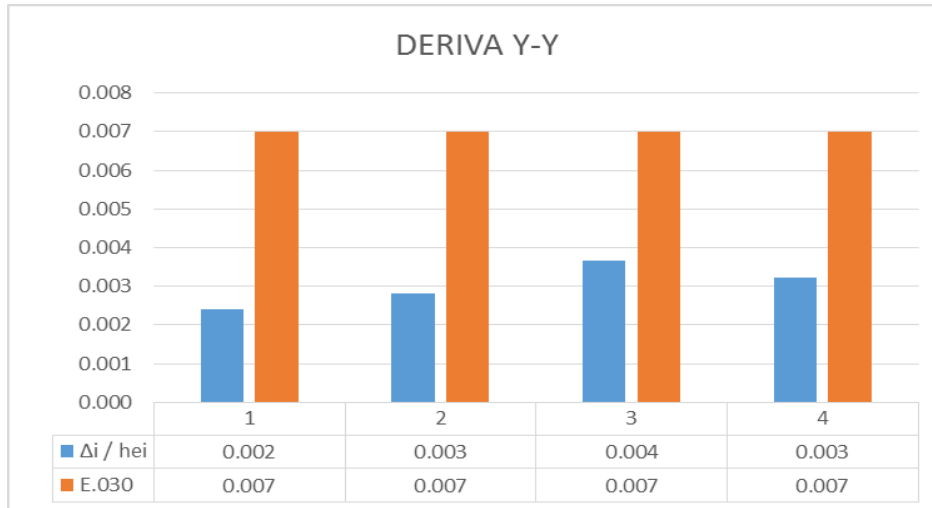
**Figura 15.** Deriva X-X

Fuente: Sap2000 v.18.2

**Tabla 9**

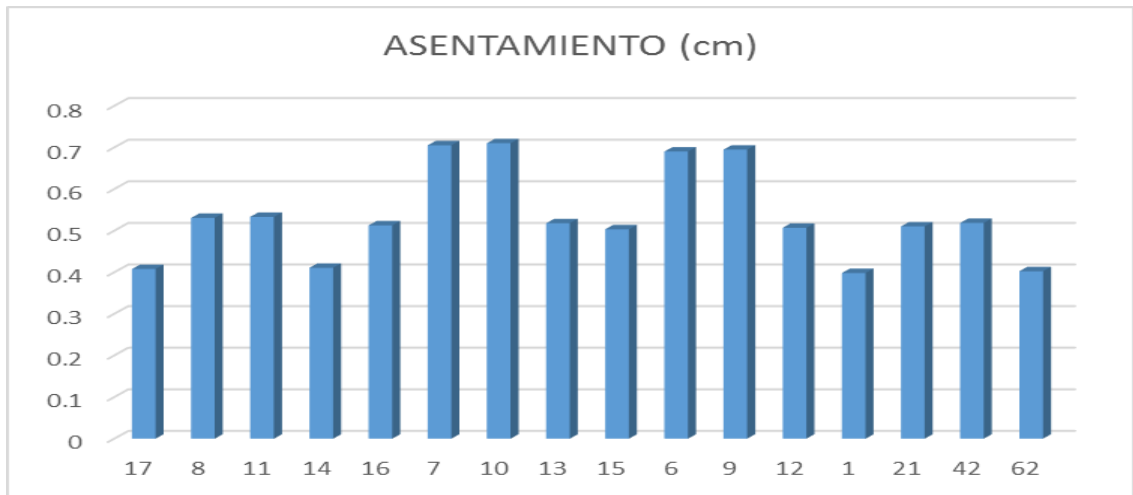
Deriva Y-Y

Nivel	Z	H	Di	Dj	$\Delta i / hei$	E.030
4	12.00	3	0.0363	0.0291	0.002	0.007
3	9.00	3	0.0291	0.0207	0.003	0.007
2	6.00	3	0.0207	0.0097	0.004	0.007
1	3.00	3	0.0097	0.0000	0.003	0.007

*Fuente:* Sap2000 v.18.2**Figura 16. Deriva Y-Y***Fuente:* Sap2000 v.18.2**Tabla 10***Asentamiento en la edificación de 4pisos*

Ítem	Asentamiento (cm)
17	0.4079
8	0.5308
11	0.5333
14	0.4108
16	0.5129
7	0.7054
10	0.7104
13	0.5179
15	0.5033
6	0.6904
9	0.6950
12	0.5070
1	0.3983
21	0.5104
42	0.5187
62	0.4025

*Fuente:* Sap2000 v.18.2



**Figura 17.** Asentamiento en la edificación de 4 pisos

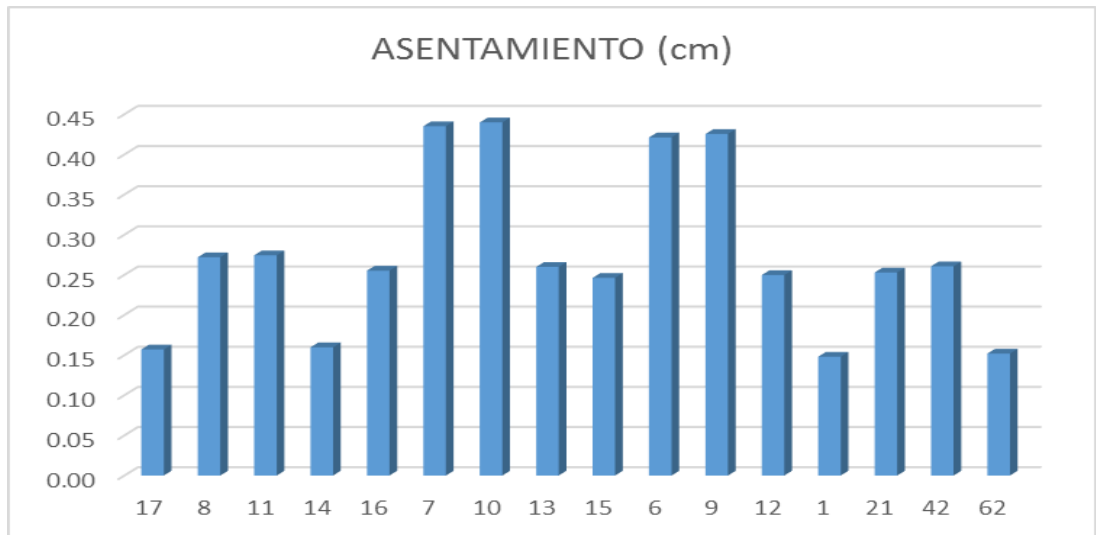
*Fuente:* Sap2000 v.18.2

**Tabla 11**

*Asentamiento aplicando Micropilotes Circulares*

Ítem	Asentamiento (cm)
17	0.1570
8	0.2720
11	0.2743
14	0.1597
16	0.2552
7	0.4352
10	0.4399
13	0.2599
15	0.2462
6	0.4212
9	0.4255
12	0.2498
1	0.1481
21	0.2529
42	0.2607
62	0.1520

*Fuente:* Sap2000 v.18.2



**Figura 18.** Asentamiento aplicando Micropilotes Circulares  
*Fuente:* Sap2000 v.18.2

### Interpretación

Los resultados de la tabla 7 y el gráfico 14 nos muestra que la participación de las masas en la dirección de X es del 100%, en la dirección Y de 100% y en la dirección Z es del 0%. Ya que si existiera una participación en Z se produciría un efecto de torsión, en la tabla 8 y gráfico 14 las derivas en x se encuentra entre el rango de 0.003 – 0.004 y en la tabla 9 y el grafico 13 se muestra la deriva entre 0.002 – 0.004 cuyos resultados se contrasto con la Norma E.030 Diseño Sismorresistente; en la tabla 10 y el gráfico 17 se obtuvo como resultado un asentamiento máximo de 0.7104 cm con la aplicación de zapatas, y en la tabla 11 y el gráfico 18 aplicando los micropilotes se obtuvo un asentamiento máximo de 0.4399 cm los cuales se encuentran en el marguen tolerable de asentamientos que es de 2”.

#### IV. DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos de las pruebas mecánicas que se le aplicó al suelo, pone en evidencia que predomina en la Banda de Shilcayo un tipo de suelo SC (arena arcillosa, según el Sistema Unificada de Clasificación de Suelos (SUCS); y además se pudo verificar que el suelo posee una capacidad portante entre  $0.78 \text{ kg/cm}^2$ , el cual se encuentra ubicado en la ex carretera Yurimaguas - Jr. San Martín-AA.VV Venecia/Dist.: Banda de Shilcayo/ Prov.: San Martín/ Dpto.: San Martín; el cual en contrastes con la investigación de JIMENEZ (2010) donde indica los tipos de suelos existentes en la Banda de Shilcayo predominante es SC (arena arcillosa) y que el rango de capacidad portante fluctúa entre  $0.72 - 0.82 \text{ kg/cm}^2$ . Donde los resultados obtenidos en esta investigación son acordes con la investigación de JIMENEZ (2010), como lo antes mencionado. Las diferencias que se pudo observar entre los resultados obtenidos y los resultados que se obtuvieron en la investigación que sirve como antecedentes; ya que además RODRIGUEZ (2015) en su investigación nos indica que muy pocas veces el suelo responde como uno se quiere, ya que este no se ha modelado ni ensayado como el concreto y los resultados pueden variar de acuerdo a la zona donde se aplica la investigación.

El resultado obtenido para el diseño de mezcla de mortero de  $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$  está indicado en la tabla 5 el cual es de 1:2.32, el  $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$  se optó debido a que el mortero mínimo que se aplica en los micropilotes es de 25 MPa según la norma UNE-EN 14199:2006, por ello es que se decidió aplicar un mortero que sea comercial, además se aplicó un cemento para el diseño el cual fue de TIPO I, ya que este cumple con lo indicado en la NTP.334.090 y que nos permitirá con ello conocer de cuanto porcentaje debe ser la resistencia del mortero a los 7, 14 y 28 días; en la investigación de FORERO (2014) nos explica que la mezcla de cemento del micropilote es de vital importancia, para lograr generar una adherencia idónea con el terreno, por ello se optó además realizar un diseño de mortero con el fin de que cumpla la resistencia esperada a los 28 días.

Los resultados obtenidos de las pruebas de compresión para cada 7, 14 y 28 días dieron los resultados que se aprecian en la tabla 6; en la cual se optó por realizar un diseño de mortero, para así comprobar la eficacia del diseño, donde se utilizaron 3 testigos de mortero, obteniéndose a los 7 días una resistencia superior al 60% de la requerida a los



28 días ( $f_{ck7} \geq 0,6 f_{ck}$ ) como lo planteado en la investigación de BOTELLO (2015). Posterior a ello, se continuó realizando las pruebas de compresión de 3 testigos de mortero lográndose a los 14 días la resistencia que fue superior al 90 % y a los 28 días se logró más del 100% de la resistencia; los testigos de mortero que se emplearon fueron de 100x200 mm cumpliendo con la relación de Longitud/Diámetro=2 según lo establecido en la norma ASTM C39/C39m-04 para testigos de mortero.

Los resultados obtenidos del proceso de modelación de la edificación de 4 pisos en el programa SAP2000 v.18.2 se muestran en la tabla 7 donde se aprecia la participación de las masas por cada piso de la edificación de 4 pisos, además se analizó 3 modos por piso según lo establecido en la Norma E.030 el cual nos permitió trabajar con un total de 12 modos para garantizar buenos resultados, según la Norma E.030 indica que en cada dirección se consideraran aquellos modos de vibración cuya suma de masas efectivas sea por lo menos el 90 % de la masa total, lo cual se obtuvo en la sumatoria de la dirección X-X el cual fue del 100%, en la dirección Y-Y fue de 100%, y en la dirección Z fue del 0.00% cumpliendo con los parámetros que exige de Norma E.030 sobre los modos de vibración; en la tabla 8 y 9 se aprecia los resultados de las derivadas de x-x e y-y, las derivadas nos indican la rigidez que posee la edificación la cual en la dirección x-x se encuentra entre los rangos de 0.003-0.004 lo cual es menor que 0.007, y en la dirección de y-y se encuentra entre los rangos de 0.002-0.004 que también es menor que 0.007 ya que en su mayor parte la edificación está conformada por concreto armado y por ello se aplica el 0.007 como se indica en la Tabla N°11-Limites para la distorsión del entrepiso (Norma E.030). Lo cual indica la rigidez de la estructura si es adecuada; en el asentamiento de la edificación de 4 pisos se obtuvo un rango de asentamiento entre 0.3983-0.7104 cm sin la aplicación de los micropilotes, y con la aplicación de los micropilotes circulares, se logró reducir el asentamiento entre 0.1481-0.4399 cm; cuyos valores concuerdan con la investigación de LARGO (2014), donde el asentamiento máximo es de 1”.

## V. CONCLUSIÓN

- 5.1 En esta investigación se comprobó satisfactoriamente el objetivo general y los objetivos específicos que se planteó.
- 5.2 En el estudio de mecánica de suelo como elemento de soporte para la edificación se encontraron resultados aceptables, que cotejados con la investigación de JIMENEZ (2010), se obtuvo un suelo de tipo SC (arena arcillosa) y una capacidad portante de  $0.78 \text{ kg/cm}^2$  lo cual se encuentra entre los rangos obtenidos con anterioridad, concordando esto con las normas ASTM D2216, ASTM C29, ASTM C127.
- 5.3 En el diseño de mortero  $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$ , para el micropilote circular se utilizó una dosificación de 1:2.32 para lograr el  $f'c$  requerido. Además, se realizó la demostración con probetas y la prueba de compresión ASTM C 39 – 2004, cumpliendo satisfactoriamente los parámetros requeridos.
- 5.4 Al realizar la evaluación a la compresión según la norma ASTM C 39 – 2004 para el mortero  $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$  que será utilizado en el micropilote se obtuvieron valores aceptables los cuales en promedio al diseño a los 7 días fue de  $f'c= 202.64 \text{ kg/cm}^2$ , a los 14 días un  $f'c= 268.23 \text{ kg/cm}^2$  y a los 28 días un  $f'c= 283.58 \text{ kg/cm}^2$ , logrando con este último cumplir al 100% del  $f'c$  requerido a los 28 días.
- 5.5 En la evaluación del comportamiento de la edificación de 4 pisos en base al Software Sap2000 v.18.2, y aplicando los micropilotes circulares, se obtuvieron resultados aceptable que se encuentra entre los rangos de  $0.1481 - 0.4399 \text{ cm}$  de asentamiento, los cuales son inferiores a los indicado en la investigación de LARGO (2014) y además de encontrarse por debajo de los rangos de asentamiento en las tablas 16, 17 y 18; además con la aplicación de la Norma E.050 se encontró el valor de la capacidad a compresión de cada micropilote el cual es de  $54.19 \text{ tn}$ .

## **VI. RECOMENDACIONES**

- 6.1 Verificar mediante otros ensayos a mayor profundidad el tipo de suelo, esto con el fin de recabar más información sobre el tipo de suelos, ya que en esta investigación se limitó el estudio del suelo hasta una profundidad de 3 m.
- 6.2 Realizar nuevos diseños de mezclas con la aplicación de materiales de diferentes canteras o aplicando algún componente que mejore la capacidad portante y disminuir costos en materiales y así lograr mejorar el diseño de del mortero que se aplicará en el micropilote.
- 6.3 Realizar más pruebas de compresión a más días en los diseños de mortero esto con el fin de recabar información detallada, que sea de utilidad al momento de diseñar, y poder contar con más antecedentes que serán de gran utilidad para aplicar en futuras investigaciones.
- 6.4 Realizar en futuras investigaciones la prueba de carga en campo sobre la simulación de lo micropilotes circulares, para así constatar los resultados obtenido en esta investigación, logrando así verificar el asentamiento de los micropilotes circulares en campo y recabar información de cómo se comportan los micropilotes circulares, y aplicar más programas que brinden más resultados que permitan recopilar más información.

## VII.REFERENCIAS

- ALVA, Jorge. *Diseño de Cimentaciones*. Perú: Fondo editorial ICG PT-35. 226 pp. ISBN-13:978-612-46835-8-9
- ASTM C39 / C39M-04, *Método de prueba estándar para la resistencia a la compresión de probetas cilíndricas de hormigón*, ASTM International, West Conshohocken, PA. 2004.
- BOTELLO, Azucena. Sobre el comportamiento de micropilotes trabajando a flexión y/o cortante en estructuras de tierra (Tesis doctoral). Universidad Politécnica de Madrid, Madrid, España, 2015.
- CALAVERA, J. *Calculo de estructuras de Cimentación*. (4ta ed). España: Infoprint, S.A. 2000. 529 pp. ISBN: 84-88764-09-X.
- CHINCHAY, Percy. *Ejecución de micropilotes como pantalla para excavación de túnel – aplicación al proyecto Vía Parque Rímac* (Tesis de pregrado). Universidad Nacional de Ingeniería, Lima, Perú, 2015.
- CRESPO, Carlos. *Mecánica de suelos y cimentaciones*. (5ta ed). México: Limusa. 2004. 650 pp. ISBN: 9681864891.
- DAS, Brajas. *Fundamentos de Ingeniería de Cimentaciones*. (7ma ed). México: Cengage Learning Editores, S.A. 2012. 796 pp. ISBN: 9876074818239.
- FORERO, Hugo. *Análisis teórico de métodos y procesos de construcción de micropilotes inyectados para fundaciones* (Tesis de pregrado). Corporación Universitaria Minuto de Dios, Colombia, 2014.
- JIMÉNEZ, Jorge. *Zonificación de la capacidad portante del suelo del distrito de la Banda de Shilcayo* (Tesis de pregrado). Universidad Nacional de San Martín, Morales, Perú, 2010.
- LARGO, Cindy. *Balance de asentamientos diferenciales presentes en edificación con cimentaciones sobre pilotes* (Tesis de pregrado). Universidad de Cartagena. Cartagena, Colombia, 2014.
- LOPEZ, Aleida. *Análisis comparativo de métodos de cálculo de cimentaciones profundas*. (Tesis de posgrado). Universidad Nacional Autónoma de México, México D.F, México, 2016.
- MARTINEZ, Sergio. *Método de análisis simplificado para un nuevo tipo de cimentación en suelos blandos*. (Tesis de posgrado). Universidad Nacional Autónoma de México, México D.F, México, 2012.

- MINISTERIO FOMENTO. *Guía para el proyecto y la ejecución de micropilotes en obras de carretera. (1ra ed). España: Ministerio de Fomento. 2005. 141 pp. ISBN: 9788449807619.*
- NORMA UNE-EN 14199: *Trabajos geotécnicos especiales: micropilotes (2006).*
- NORMA E. 030 *Diseño Sismorresistente.* Perú. 2018.
- OSORIO, Juan. *Diseño de la cimentación para un edificio de 12 pisos en un sitio con pilotes existentes (Tesis de Pregrado).* Universidad Nacional Autónoma de México, México D.F, México, 2006.
- REGLAMENTO NACIONAL DE EDIFICACIONES. Norma E. 050 *Suelos y Cimentaciones.* Perú. 2006.
- RODRÍGUEZ, Mayra. y TORPOCO, Freddy. *Manual de construcción e instalación de pilotes según la práctica de empresas especializadas en el Perú (Tesis de pregrado).* Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima, Perú, 2015.
- RODRÍGUEZ, William. *Asentamiento de las edificaciones,* Revista, 6 pp.
- ROJAS, Carlos. *Análisis y correlación entre pruebas de carga sobre micropilotes y tres metodologías usadas para calcular capacidad de carga axial a compresión (Tesis de maestría).* Universidad Nacional de Colombia sede Medellín, Colombia, 2017.
- SANTIAGO, Elías. *Cimentaciones especiales para edificios mayores de tres niveles, ubicados en el área del puerto de San José. (Tesis de pregrado).* Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala, 2010.
- TANDAZO, Fabián. *Implementación del diseño de cimentaciones de puentes con pilote en el laboratorio virtual de Ingeniería Geotécnica (LVIG) (Tesis de pregrado).* Universidad Técnica Particular de Loja, Loja, Ecuador, 2010.
- VILLALOBOS, Rodolfo. *Estudio de la capacidad portante de los suelos del Centro poblado Las Palmas, distrito de la Banda de Shilcayo (Tesis de pregrado).* Universidad Nacional de San Martín, Tarapoto, Perú, 2014.

# **ANEXOS**

## **I. PARA LA MUESTRA**

Se tiene una población de 200 licencias de construcción en este año, de las cuales se tiene que:

- 120 licencias son de edificaciones de 1 piso.
- 60 licencias son de edificaciones de 2 pisos.
- 20 licencias son de edificaciones de 3 y 4 pisos

Se realizó una encuesta a la población de 3 y 4 pisos para conocer si tienen construidos un cuarto piso. Para ello se aplicó un muestreo probabilístico, y se obtuvo 19 muestras.

$$n = \frac{z^2 * p * q * N}{e^2(N - 1) + z^2 * p * q}$$

Donde:

N = Tamaño de la población= 20

p = Variabilidad positiva = 0.50

q = Variabilidad negativa = 0.50

z = nivel de confianza = 95%=1.96

e = error permitido = 5% (0.05)

$$n = \frac{1.96^2 * 0.50 * 0.50 * 20}{0.05^2(20 - 1) + 1.96^2 * 0.50 * 0.50} = 19.05 = 19$$

Se constató en campo y se obtuvo 6 nuevas edificaciones que ya están construidos; lo que nos da como nueva población de 4 pisos a 6 nuevas edificaciones y se realizara un nuevo muestreo probabilístico.

$$n = \frac{z^2 * p * q * N}{e^2(N - 1) + z^2 * p * q}$$

Donde:

N = Tamaño de la población= 6

p = Variabilidad positiva = 0.50

q = Variabilidad negativa = 0.50

z = nivel de confianza = 95%=1.96

e = error permitido = 5% (0.05)

$$n = \frac{1.96^2 * 0.50 * 0.50 * 6}{0.05^2(6 - 1) + 1.96^2 * 0.50 * 0.50} = 5.92 = 6$$

Se obtuvo una muestra de 6 nuevas edificaciones; y se realizara la excavación de 1 calicata por cada nueva edificación con la aplicación de los micropilotes en el diseño para mejorar la capacidad portante del suelo.

Tabla 12

*Edificaciones nuevas de 4 pisos*

POBLACION	PISOS	CUADRAS	NUMERO
1	3	JR. MIRAFLORES	415
2	3	JR. RICARDO PALMA	SN
3	4	JR. YURIMAGUAS	698
4	3	JR. AMAZONAS	694
5	2	JR. AMAZONAS	650
6	4	JR. AMAZONAS	659
7	2	JR. AMAZONAS	624
8	2	JR. AMAZONAS	SN
9	3	JR. LAS PALMERAS	449
10	3	JR. SAN MARTIN	539
11	4	JR.SANTA ROSA	235
12	3	JR. SANTA ROSA, JR. RAMON CASTILLA	SN
13	3	JR. ROSARIO FLORES V., JR. ATAHUALPA	SN
14	3	PLAZA 2 DE FEBRERO FRENTE	SN
15	4	JR. SUCRE	172
16	3	PSAJE. 17 DE AGOSTO	166
17	4	JR. MOCHICA	285
18	4	URB. LOS SAUCES	G
19	4	JR. SAN MIGUEL, EX. CARRETERA YURIMAGUAS	SN



## II. EVALUACIÓN FÍSICA - ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS

### a) Extracción de muestras



**Figura 19.** *Calicata número 1-La Banda de Shilcayo*



**Figura 20.** *Calicata número 2-La Banda de Shilcayo*



**Figura 21.** *Calicata número 3-La Banda de Shilcayo*



**Figura 22.** *Calicata número 4-La Banda de Shilcayo*



**Figura 23.** *Calicata número 5-La Banda de Shilcayo*



**Figura 24.** *Calicata número 6-La Banda de Shilcayo*

**b) Ensayo de humedad natural**



**Figura 25.** Cuarteo de muestra natural del terreno

**c) Ensayo de granulometría**



**Figura 26.** Peso de 1000 gr para ser lavado en la malla N°200.



**Figura 27.** *Lavado del material en la malla N°200.*



**Figura 28.** *Colocación del material en el horno.*



**Figura 29.** *Material seco.*

**d) Ensayo de límite líquido**



**Figura 30.** *Moliendo el material (300 gr)*



**Figura 31.** *Material en la copa de casa grande*

e) Ensayo de límite plástico



**Figura 32.** *Moldeo de material (3mm)*



**Figura 33.** *Colocando en el horno el material*

**f) Ensayo de corte directo**



**Figura 34.** *Colocación del material en el equipo de corte directo*



**Figura 35.** *Extracción del material del equipo de corte directo*





**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES**

TELÉFONO: 042.582200 ANEXO: 3164 CORREO: dfernandezf@ucv.edu.pe

CAMPUS UNIVERSITARIO CACATACHI - TARAPOTO - PERÚ



**Proyecto:** Simulación de una edificación de 4 pisos aplicando micropilotes circulares en la Banda de Shilcayo - San Martín - 2017

**Localización:** Jr. San Miguel S/N /Dist.:Banda de Shilcayo/Prov.:San Martín/Dpto.:San Martín

**Muestra:** Calicata N°01 - Estrato N°02

**Material:** Arena arcillosa de color marrón oscuro de consistencia dura.

**Para Uso :** Tesis **Prof. de Muestra:** 0.30 - 1.50 m

**Perforación:** Cielo Abierto **Fecha:** Abril del 2,018

**HUMEDAD NATURAL : ASTM D - 2216**

LATA	1	2	3	UNIDAD
PESO DE LATA	71.84	66.23	65.07	grs.
PESO DEL SUELO HUMEDO + LATA	293.03	292.18	297.64	grs.
PESO DEL SUELO SECO + LATA	267.66	266.40	270.78	grs.
PESO DEL AGUA	25.37	25.78	26.86	grs.
PESO DEL SUELO SECO	195.82	200.17	205.71	grs.
% DE HUMEDAD	12.96	12.88	13.06	%
<b>PROMEDIO % DE HUMEDAD</b>	12.96			%



  
 Ing. Cesar Manuel Flores Celis  
 INGENIERO CIVIL  
 N° 517128

**Figura 36. Calicata N°01-Estrato N°02-Humedad natural**  
**Fuente:** Laboratorio de mecánica de suelos y materiales

**Proyecto:** Simulación de una edificación de 4 pisos aplicando micropilotes circulares en la Banda de Shilcayo - San Martín - 2017  
**Localización:** Jr. San Miguel S/N /Dist.: Banda de Shilcayo/Prov.: San Martín/Dpto.: San Martín  
**Muestra:** Calicata N°01 - Estrato N°02  
**Material:** Arena arcillosa de color marron oscuro de consistencia dura.  
**Para Uso:** Tesis  
**Perforación:** Cielo Abierto  
**Profundidad de Muestra:** 0.30 - 1.50 m  
**Fecha:** Abril del 2,018

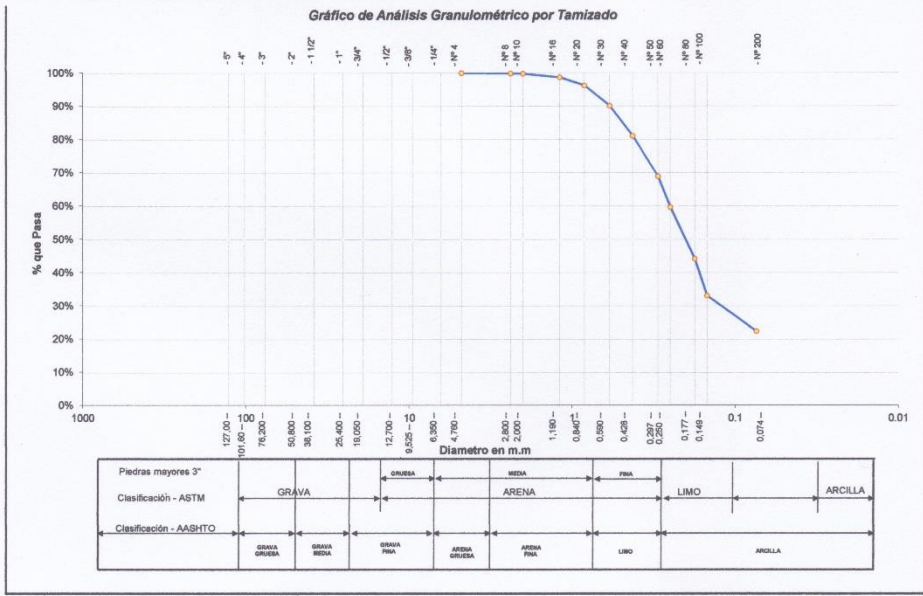
**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO ASTM D - 422**

462.89

Tamices	Peso Retenido	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa
Ø				
5"	127.00			
4"	101.60			
3"	76.20			
2"	50.80			
1 1/2"	38.10			
1"	25.40			
3/4"	19.050			
1/2"	12.700			
3/8"	9.525			
1/4"	6.350			
N° 4	4.760	0.00	0.00%	100.00%
N° 8	2.380	0.62	0.13%	99.87%
N° 10	2.000	0.42	0.09%	99.78%
N° 16	1.190	5.15	1.11%	98.66%
N° 20	0.840	11.40	2.46%	96.20%
N° 30	0.590	28.20	6.09%	90.11%
N° 40	0.426	41.75	9.02%	81.09%
N° 50	0.297	56.36	12.18%	68.91%
N° 60	0.250	42.64	9.21%	59.70%
N° 80	0.177	71.48	15.44%	44.26%
N° 100	0.148	51.70	11.17%	33.08%
N° 200	0.074	49.37	10.67%	22.42%
Fondo	0.01	103.80	22.42%	100.00%
PESO INICIAL		462.89		

Tamaño Máximo:	
Módulo de Fineza AF:	
Módulo de Fineza AG:	
Equivalente de Arena:	
Descripción Muestra:	Grupo: Suelo Granular Sub Grupo: Arena arcillosa
SUCS =	SC
AASHTO =	A-2-4(0)
LL =	26.91
LP =	20.11
IP =	8.80
IG =	
D 90 =	
D 60 =	0.252
D 30 =	0.127
D 10 =	0.039
WT =	
WT+SAL =	
WSAL =	
WT+SDL =	
WSDL =	
%ARC. =	22.42
%ERR. =	
Cc =	1.67
Cu =	6.53
Observaciones:	
Arena arcillosa de color marron oscuro compacta, de baja plasticidad con 22.42% de finos (Que pasa la malla N° 200), Lim. Liq = 26.91% e Ind. Plast = 8.80%	




 Ing. Cesar Manuel Flores Celis  
 INGENIERO CIVIL  
 N° 118125

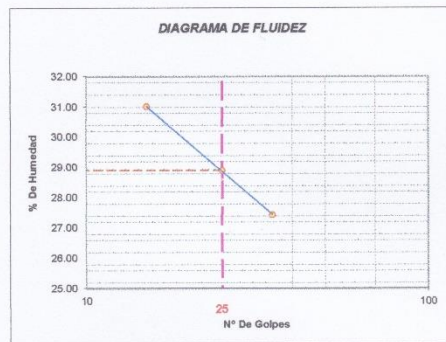
**Figura 37. Calicata N°01-Estrato N°02-Granulometría**  
**Fuente:** Laboratorio de mecánica de suelos y materiales



**Proyecto:** Simulación de una edificación de 4 pisos aplicando micropilotes circulares en la Banda de Shilcayo - Tarapoto - 2017  
**Localización:** Jr. San Miguel S/N /Dist.:Banda de Shilcayo/Prov.:San Martín/Dpto.:San Martín  
**Muestra:** Calicata N°01 - Estrato N°02 **Perforación:** Cielo Abierto  
**Material:** Arena arcillosa de color marrón oscuro de consistencia dura. **Profundidad de la Muestra:** 0.30 - 1.50 m  
**Para Uso:** Tesis **Fecha:** Abril del 2,018

**LIMITE LIQUIDO : ASTM D - 4318**

LATA	1	2	3	UNIDAD
PESO DE LATA	30.70	24.90	31.20	grs.
PESO DEL SUELO HUMEDO + LATA	56.00	52.10	58.60	grs.
PESO DEL SUELO SECO + LATA	50.01	46.00	52.70	grs.
PESO DEL AGUA	5.99	6.10	5.90	grs.
PESO DEL SUELO SECO	19.31	21.10	21.50	grs.
% DE HUMEDAD	31.02	28.91	27.44	%
NUMERO DE GOLPES	15	25	35	N°G



Indice de Flujo FI	
Límite de contracción (%)	
Límite Líquido (%)	28.91
Límite Plástico (%)	20.11
Indice de Plasticidad Ip (%)	8.80
Clasificación SUCS	SC
Clasificación AASHTO	A-2-4(0)
Indice de consistencia Ic	

**LIMITE PLASTICO : ASTM D - 4318**

LATA	1	2	3	UNIDAD
PESO DE LATA	31.43	31.02	25.38	grs.
PESO DEL SUELO HUMEDO + LATA	56.97	56.70	50.86	grs.
PESO DEL SUELO SECO + LATA	52.60	52.46	46.63	grs.
PESO DEL AGUA	4.37	4.24	4.23	grs.
PESO DEL SUELO SECO	21.17	21.44	21.25	grs.
% DE HUMEDAD	20.64	19.78	19.91	%
% PROMEDIO		<b>20.11</b>		%



*Cesar Manuel Flores Celis*  
 INGENIERO CIVIL  
 D.P. 1105120

**Figura 38.** Calicata N°01-Estrato N°02-L. Líquido-L. Plástico  
 Fuente: Laboratorio de mecánica de suelos y materiales



## UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES

TELÉFONO: 042.582200 ANEXO: 3164 CORREO: dfernandezf@ucv.edu.pe

CAMPUS UNIVERSITARIO CACATACHI - TARAPOTO - PERÚ



**Proyecto:** Simulación de una edificación de 4 pisos aplicando micropilotes circulares en la Banda de Shilcayo - San Martín - 2017  
**Localización:** Jr. San Miguel S/N/Dist.: Banda de Shilcayo/Prov.: San Martín/Dpto.: San Martín  
**Muestra:** Calicata N°01 - Estrato N°03  
**Material:** Arena arcillosa de color amarillo oscuro de consistencia dura.  
**Para Uso :** Tesis **Prof. de Muestra:** 1.50 - 3.00 m  
**Perforación:** Cielo Abierto **Fecha:** Abril del 2,018

### HUMEDAD NATURAL : ASTM D - 2216

LATA	1	2	3	UNIDAD
PESO DE LATA	86.89	66.13	60.50	grs.
PESO DEL SUELO HUMEDO + LATA	294.40	292.47	297.80	grs.
PESO DEL SUELO SECO + LATA	271.74	270.89	273.98	grs.
PESO DEL AGUA	22.66	21.58	23.82	grs.
PESO DEL SUELO SECO	184.85	204.76	213.48	grs.
% DE HUMEDAD	12.26	10.54	11.16	%
PROMEDIO % DE HUMEDAD	11.32			%

**Figura 39.** Calicata N°01-Estrato N°03- Humedad natural  
**Fuente:** Laboratorio de mecánica de suelos y materiales

**Proyecto:** Simulación de una edificación de 4 pisos aplicando micropilotes circulares en la Banda de Shilcayo - San Martín - 2017  
**Localización:** Jr. San Miguel S/N Dist.: Banda de Shilcayo/Prov.: San Martín/Dpto.: San Martín  
**Muestra:** Calicata N°01 - Estrato N°03  
**Material:** Arena arcillosa de color amarillo oscuro de consistencia dura.  
**Para Uso:** Tesis  
**Perforación:** Cielo Abierto  
**Profundidad de Muestra:** 1.50 - 3.00 m  
**Fecha:** Abril del 2, 018

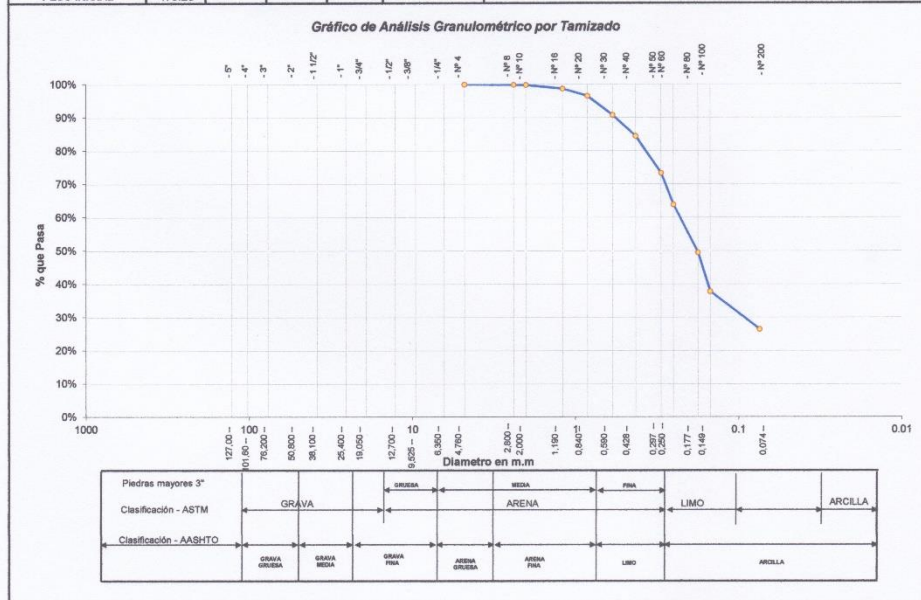
**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO ASTM D - 422**

475.20

Tamices (mm)	Peso Retenido	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa
5"	127.00			
4"	101.60			
3"	76.20			
2"	50.80			
1 1/2"	38.10			
1"	25.40			
3/4"	19.050			
1/2"	12.700			
3/8"	9.525			
1/4"	6.350			
N° 4	4.750	0.00	0.00%	100.00%
N° 8	2.380	0.45	0.09%	99.91%
N° 10	2.000	0.41	0.09%	99.82%
N° 18	1.190	5.36	1.13%	98.69%
N° 20	0.840	10.22	2.15%	96.54%
N° 30	0.590	27.36	5.79%	90.78%
N° 40	0.426	30.26	6.37%	84.41%
N° 50	0.297	52.54	11.06%	73.36%
N° 60	0.250	45.19	9.51%	63.85%
N° 80	0.177	67.96	14.30%	49.55%
N° 100	0.149	55.84	11.71%	37.84%
N° 200	0.074	54.09	11.38%	26.46%
Fondo	0.01	125.72	26.46%	0.00%
PESO INICIAL	475.20			

Tamaño Máximo:		
Modulo de Fineza AF:		
Modulo de Fineza AG:		
Equivalente de Arena:		
Descripción Muestra:	Grupo: Suelo Granular Sub Grupo: Arena - arcillosa	
SUCS =	SC	
AASHTO =	A-2-6(1)	
LL =	33.44	
LP =	18.70	
IP =	14.74	
IG =	WT =	
	WT+SAL =	
	WSAL =	
	WT+SDL =	
	WSDL =	
D 90 =	%ARC. =	26.46
D 60 =	%ERR. =	
D 30 =	Cc =	1.20
D 10 =	Cu =	6.74
Observaciones:		
Arena arcillosa de color amarillo oscuro compacta, de mediana plasticidad con 26.46% de finos (Que pasa la malla N° 200). Lim. Liq = 33.44% e Ind. Plast = 14.74%.		



INGENIERO CIVIL  
 117125

**Figura 40. Calicata N°01-Estrato N°03- Granulometría**  
 Fuente: Laboratorio de mecánica de suelos y materiales



### UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

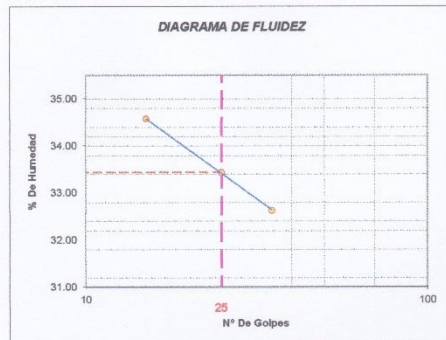
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES  
TELÉFONO: 042.582200 ANEXO: 3164 CORREO: dfernandezf@ucv.edu.pe  
CAMPUS UNIVERSITARIO CACATACHI-TARAPOTO- PERÚ



**Proyecto:** Simulación de una edificación de 4 pisos aplicando micropilotes circulares en la Banda de Shilcayo - San Martín - 2017  
**Localización:** Jr. San Miguel S/N/Dist.: Banda de Shilcayo/Prov.: San Martín/Dpto.: San Martín  
**Muestra:** Calicata N°01 - Estrato N°03 **Perforación:** Cielo Abierto  
**Material:** Arena arcillosa de color amarillo oscuro de consistencia dura. **Profundidad de la Muestra:** 1.50 - 3.00 m  
**Para Uso:** Tesis **Fecha:** Abril del 2,018

#### LIMITE LIQUIDO : ASTM D - 4318

LATA	1	2	3	UNIDAD
PESO DE LATA	14.20	31.50	31.50	grs.
PESO DEL SUELO HUMEDO + LATA	39.30	56.00	56.90	grs.
PESO DEL SUELO SECO + LATA	32.85	49.86	50.65	grs.
PESO DEL AGUA	6.45	6.14	6.25	grs.
PESO DEL SUELO SECO	18.65	18.36	19.15	grs.
% DE HUMEDAD	34.58	33.44	32.64	%
NUMERO DE GOLPES	15	25	35	N°G



Índice de Flujo FI	
Límite de contracción (%)	
Límite Líquido (%)	33.44
Límite Plástico (%)	18.70
Índice de Plasticidad Ip (%)	14.74
Clasificación SUCS	SC
Clasificación AASHTO	A-2-B(1)
Índice de consistencia Ic	

#### LIMITE PLASTICO : ASTM D - 4318

LATA	1	2	3	UNIDAD
PESO DE LATA	30.31	31.48	30.72	grs.
PESO DEL SUELO HUMEDO + LATA	58.10	58.88	55.73	grs.
PESO DEL SUELO SECO + LATA	53.74	54.60	51.74	grs.
PESO DEL AGUA	4.36	4.28	3.99	grs.
PESO DEL SUELO SECO	23.43	23.12	21.02	grs.
% DE HUMEDAD	18.61	18.51	18.98	%
% PROMEDIO		18.70		%



**Figura 41. Calicata N°01-Estrato N°03- L. Líquido-L. Plástico**  
**Fuente:** Laboratorio de mecánica de suelos y materiales



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES**

TELÉFONO: 042.582200 ANEXO: 3164 CORREO: dfernandezf@ucv.edu.pe

CAMPUS UNIVERSITARIO CACATACHI -TARAPOTO- PERÚ



**Proyecto:** Simulación de una edificación de 4 pisos aplicando micropilotes circulares en la Banda de Shilcayo - San Martín - 2017

**Localización:** Jr. San Miguel-Jr. Prospero/Dist.:Banda de Shilcayo/Prov.:San Martín/Dpto.:San Martín

**Muestra:** Calicata N°02 - Estrato N°02

**Material:** Arena arcillosa de color amarillo oscuro de consistencia semi dura.

**Para Uso :** Tesis **Prof. de Muestra:** 0.25 - 1.30 m

**Perforación:** Cielo Abierto **Fecha:** Abril del 2,018

**HUMEDAD NATURAL : ASTM D - 2216**

LATA	1	2	3	UNIDAD
PESO DE LATA	71.90	66.20	65.10	grs.
PESO DEL SUELO HUMEDO + LATA	298.60	287.10	281.90	grs.
PESO DEL SUELO SECO + LATA	273.12	262.09	257.40	grs.
PESO DEL AGUA	25.48	25.01	24.50	grs.
PESO DEL SUELO SECO	201.22	195.89	192.30	grs.
% DE HUMEDAD	12.66	12.77	12.74	%
PROMEDIO % DE HUMEDAD	12.72			%



  
 Carlos Manuel Torres Celis  
 INGENIERO CIVIL  
 N° 118123

**Figura 42. Calicata N°02-Estrato N°02- Humedad natural**  
**Fuente:** Laboratorio de mecánica de suelos y materiales

Proyecto: Simulación de una edificación de 4 pisos aplicando micropilotes circulares en la Banda de Shilcayo - San Martín - 2017  
 Localización: Jr. San Miguel-Jr. Prospero/Dist.: Banda de Shilcayo/Prov.: San Martín/Dpto.: San Martín  
 Muestra: Calicata N°02 - Estrato N°02  
 Material: Arena arcillosa de color amarillo oscuro de consistencia semi dura.  
 Para Uso: Tesis

Perforación: Cielo Abierto  
 Profundidad de Muestra: 0.25 - 1.30 m  
 Fecha: Abril del 2, 018

**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO ASTM D - 422**

452.82

Tamices (mm)	Peso Retenido	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa
5"	127.00			
4"	101.60			
3"	76.20			
2"	50.80			
1 1/2"	38.10			
1"	25.40			
3/4"	19.050			
1/2"	12.700			
3/8"	9.525			
1/4"	6.350			
N° 4	4.760	0.00	0.00%	100.00%
N° 8	2.380	0.30	0.07%	99.93%
N° 10	2.000	0.34	0.08%	99.98%
N° 16	1.190	5.05	1.12%	98.74%
N° 20	0.840	10.33	2.26%	96.46%
N° 30	0.590	27.02	5.97%	90.50%
N° 40	0.426	40.80	9.01%	81.48%
N° 50	0.297	65.85	14.54%	66.94%
N° 60	0.250	45.07	9.95%	56.99%
N° 60	0.177	75.93	16.77%	40.22%
N° 100	0.148	63.80	14.09%	26.13%
N° 200	0.074	56.31	12.44%	13.70%
Fondo	0.01	62.02	13.70%	0.00%
<b>PESO INICIAL</b>	<b>452.82</b>			

Tamaño Máximo: \_\_\_\_\_  
 Módulo de Fineza AF: \_\_\_\_\_  
 Módulo de Fineza AG: \_\_\_\_\_  
 Equivalente de Arena: \_\_\_\_\_

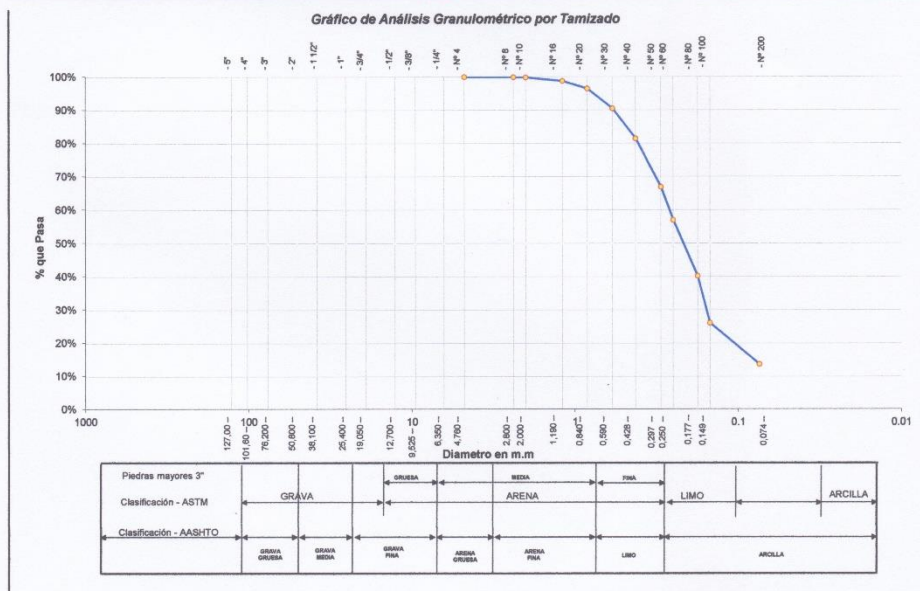
Descripción Muestra: **Grupo: Suelo Granular**  
**Sub Grupo: Arena - arcillosa**

SUCS =	SC	AASHTO =	A-2-5(0)
LL =	32.49	WT =	
LP =	19.84	WT+SAL =	
IP =	12.65	WSL =	
IG =		WT+SDL =	
		WSDL =	
D 90 =		%ARC. =	13.70
D 60 =	0.264	%ERR. =	
D 30 =	0.157	Cc =	1.64
D 10 =	0.057	Cu =	4.66

Observaciones: \_\_\_\_\_

Arena arcillosa de color amarillo oscuro, semi compacta, de mediana plasticidad con 13.70% de finos (Que pasa la malla N° 200), Lim. Líq. = 32.49 % e Ind. Plast. = 12.65%

TIPO B



  
 Manuel José Celis  
 INGENIERO CIVIL  
 N° 110125

**Figura 43. Calicata N°02-Estrato N°02- Granulometría**  
 Fuente: Laboratorio de mecánica de suelos y materiales

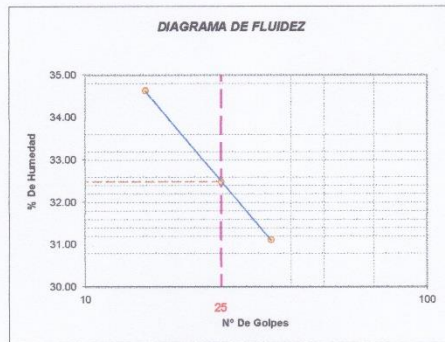




**Proyecto:** Simulación de una edificación de 4 pisos aplicando micropilotes circulares en la Banda de Shilcayo - San Martín - 2017  
**Localización:** Jr. San Miguel-Jr. Prospero/Dist.: Banda de Shilcayo/Prov.: San Martín/Dpto.: San Martín  
**Muestra:** Calicata N°02 - Estrato N°02 **Perforación:** Cielo Abierto  
**Material:** Arena arcillosa de color amarillo oscuro de consistencia semi dura. **Profundidad de la Muestra:** 0.25 - 1.30 m  
**Para Uso:** Tesis **Fecha:** Abril del 2, 018

**LIMITE LIQUIDO : ASTM D - 4318**

LATA	1	2	3	UNIDAD
PESO DE LATA	24.60	25.00	24.80	grs.
PESO DEL SUELO HUMEDO + LATA	52.20	51.30	49.70	grs.
PESO DEL SUELO SECO + LATA	45.10	44.85	43.79	grs.
PESO DEL AGUA	7.10	6.45	5.91	grs.
PESO DEL SUELO SECO	20.50	19.85	18.99	grs.
% DE HUMEDAD	34.63	32.49	31.12	%
NUMERO DE GOLPES	15	25	35	N°G



Indice de Flujo Fi	
Límite de contracción (%)	
Límite Líquido (%)	32.49
Límite Plástico (%)	19.84
Indice de Plasticidad Ip (%)	12.65
Clasificación SUCS	SC
Clasificación AASHTO	A-2-6(0)
Indice de consistencia Ic	

**LIMITE PLASTICO : ASTM D - 4318**

LATA	1	2	3	UNIDAD
PESO DE LATA	30.20	31.28	30.78	grs.
PESO DEL SUELO HUMEDO + LATA	55.93	56.63	56.93	grs.
PESO DEL SUELO SECO + LATA	51.38	52.60	52.73	grs.
PESO DEL AGUA	4.55	4.03	4.20	grs.
PESO DEL SUELO SECO	21.18	21.32	21.95	grs.
% DE HUMEDAD	21.48	18.90	19.13	%
% PROMEDIO		19.84		%



**Figura 44. Calicata N°02-Estrato N°02- L. Líquido-L. Plástico**  
**Fuente:** Laboratorio de mecánica de suelos y materiales



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**  
**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES**  
 TELEFONO:042.582200 ANEXO:3164 CORREO:dfernandezf@ucv.edu.pe  
 CAMPUS UNIVERSITARIO CACATACHI -TARAPOTO- PERÚ



**Proyecto:** Simulación de una edificación de 4 pisos aplicando micropilotes circulares en la Banda de Shilcayo - San Martín - 2017

**Localización:** Jr. San Martín-Jr. Prospero/Dist.:Banda de Shilcayo/Prov.:San Martín/Dpto.:San Martín

**Muestra:** Calicata N°02 - Estrato N°03

**Material:** Arena arcillosa de color amarillo oscuro con manchas amarillas de consistencia dura.

**Para Uso :** Tesis **Prof. de Muestra:** 1.30 - 3.00 m

**Perforación:** Cielo Abierto **Fecha:** Abril del 2,018

**HUMEDAD NATURAL : ASTM D - 2216**

LATA	1	2	3	UNIDAD
PESO DE LATA	86.90	66.20	60.50	grs.
PESO DEL SUELO HUMEDO + LATA	299.00	298.20	279.70	grs.
PESO DEL SUELO SECO + LATA	275.40	272.22	255.07	grs.
PESO DEL AGUA	23.60	25.98	24.63	grs.
PESO DEL SUELO SECO	188.50	206.02	194.57	grs.
% DE HUMEDAD	12.52	12.61	12.66	%
PROMEDIO % DE HUMEDAD	12.60			%



  
 César Manuel Flores Celis  
 INGENIERO CIVIL  
 119125

**Figura 45. Calicata N°02-Estrato N°03- Humedad natural**  
 Fuente: Laboratorio de mecánica de suelos y materiales

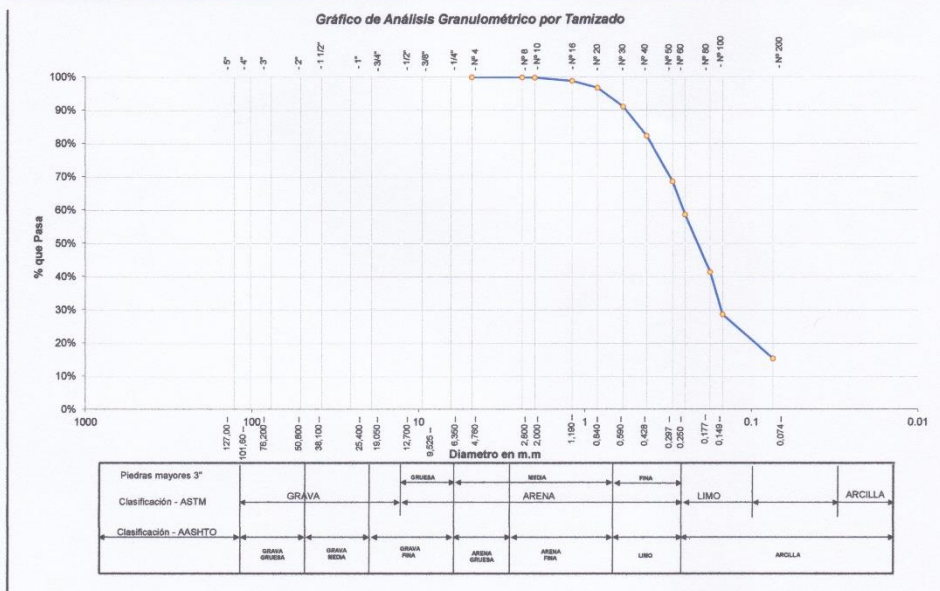
**Proyecto:** Simulación de una edificación de 4 pisos aplicando micropilotes circulares en la Banda de Shicayo - San Martín - 2017  
**Localización:** Jr. San Martín-Jr. Prospero/Dist. Banda de Shicayo/Prov. San Martín/Dpto. San Martín  
**Muestra:** Calicata N°02 - Estrato N°03 **Perforación:** Cielo Abierto  
**Material:** Arena arcillosa de color amarillo oscuro con manchas amarillas de consistencia dura. **Profundidad de Muestra:** 1.30 - 3.00 m  
**Para Uso:** Tesis **Fecha:** Abril del 2,018

**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO ASTM D - 422**

477.27

Tamices	Peso Retenido	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa	Tamaño Máximo:
5"	127.00				Modulo de Finesa AF:
4"	101.60				Modulo de Finesa AG:
3"	76.20				Equivalente de Arena:
3"	50.80				<b>Descripción Muestra:</b>
1 1/2"	38.10				Grupo: Suelo Granular
1"	25.40				Sub Grupo: Arena - arcillosa
3/4"	19.050				SUCS = SC AASHTO = A-2-6(0)
1/2"	12.700				LL = 35.29 WT =
3/8"	9.525				LP = 18.91 WT+SAL =
1/4"	6.350				IP = 16.38 W/SAL =
N° 4	4.760	0.21	0.04%	99.96%	IG = WT+SDL =
N° 8	2.380	0.25	0.05%	99.90%	WSDL =
N° 10	2.000	0.28	0.06%	99.84%	%ARC. = 15.48
N° 16	1.190	4.86	1.02%	1.17%	D 90=
N° 20	0.840	9.91	2.08%	3.25%	D 60= 0.256 %ERR. =
N° 30	0.590	26.95	5.65%	8.90%	D 30= 0.152 Cc = 1.75
N° 40	0.426	41.86	8.77%	17.67%	D 10= 0.051 Cu = 4.99
N° 50	0.297	65.42	13.71%	31.38%	68.62%
N° 60	0.250	47.54	9.96%	41.34%	58.66%
N° 80	0.177	32.21	17.23%	58.56%	41.44%
N° 100	0.149	60.70	12.72%	71.29%	28.72%
N° 200	0.074	63.20	13.24%	84.52%	15.48%
Fondo	0.01	73.87	15.48%	100.00%	0.00%
PESO INICIAL	477.27				

Observaciones: Arena arcillosa de color amarillo oscuro con manchas amarillas, de alta plasticidad con 15.48% de finos (Que pasa la malla N° 200). Lim. Liq. = 35.29% e Ind. Plast. = 16.38%



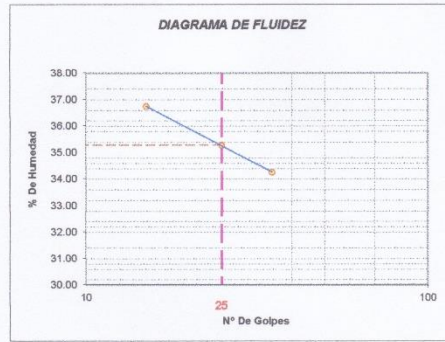
**Figura 46. Calicata N°02-Estrato N°03- Granulometría**  
 Fuente: Laboratorio de mecánica de suelos y materiales



**Proyecto:** Simulación de una edificación de 4 pisos aplicando micropilotes circulares en la Banda de Shilcayo - San Martín - 2017  
**Localización:** Jr. San Martín-Jr. Prospero/Dist.:Banda de Shilcayo/Prov.:San Martín/Dpto.:San Martín  
**Muestra:** Calicata N°02 - Estrato N°03 **Perforación:** Cielo Abierto  
**Material:** Arena arcillosa de color amarillo oscuro con manchas amarillas de consistencia dura. **Profundidad de la Muestra:** 1.30 - 3.00 m  
**Para Uso:** Tesis **Fecha:** Abril del 2,018

**LIMITE LIQUIDO : ASTM D - 4318**

LATA	1	2	3	UNIDAD
PESO DE LATA	30.80	25.30	31.60	grs.
PESO DEL SUELO HUMEDO + LATA	56.10	51.60	60.20	grs.
PESO DEL SUELO SECO + LATA	49.30	44.74	52.90	grs.
PESO DEL AGUA	6.80	6.86	7.30	grs.
PESO DEL SUELO SECO	18.50	19.44	21.30	grs.
% DE HUMEDAD	36.76	35.29	34.27	%
NUMERO DE GOLPES	15	25	35	N°G



Indice de Flujo FI	
Límite de contracción (%)	
Límite Líquido (%)	35.29
Límite Plástico (%)	18.91
Indice de Plasticidad Ip (%)	16.38
Clasificación SUCS	SC
Clasificación AASHTO	A-2-6(0)
Indice de consistencia Ic	

**LIMITE PLASTICO : ASTM D - 4318**

LATA	1	2	3	UNIDAD
PESO DE LATA	30.20	31.40	30.78	grs.
PESO DEL SUELO HUMEDO + LATA	55.25	58.27	57.44	grs.
PESO DEL SUELO SECO + LATA	51.36	53.92	53.18	grs.
PESO DEL AGUA	3.89	4.35	4.26	grs.
PESO DEL SUELO SECO	21.16	22.52	22.40	grs.
% DE HUMEDAD	18.38	19.32	19.02	%
% PROMEDIO		<b>18.91</b>		%



*[Firma manuscrita]*  
 ING. Juan Manuel Flores Celis  
 INGENIERO CIVIL  
 N° 117123

**Figura 47. Calicata N°02-Estrato N°03- L. Líquido-L. Plástico**  
**Fuente: Laboratorio de mecánica de suelos y materiales**



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES**

TELÉFONO: 042.582200 ANEXO: 3164 CORREO: dfernandezf@ucv.edu.pe

CAMPUS UNIVERSITARIO CACATACHI - TARAPOTO - PERÚ



**Proyecto:** Simulación de una edificación de 4 pisos aplicando micropilotes circulares en la Banda de Shilcayo - San Martín - 2017

**Localización:** Jr. Manuel Pinedo Arevalo S/N-Satelite/Dist.: Banda de Shilcayo/Prov.: San Martín/Dpto.: San Martín

**Muestra:** Calicata N°03 - Estrato N°02

**Material:** Arena arcillosa de color marrón oscuro de consistencia dura.

**Para Uso :** Tesis **Prof. de Muestra:** 0.30 - 1.10 m

**Perforación:** Cielo Abierto **Fecha:** Abril del 2,018

**HUMEDAD NATURAL : ASTM D - 2216**

LATA	1	2	3	UNIDAD
PESO DE LATA	58.04	88.98	83.80	grs.
PESO DEL SUELO HUMEDO + LATA	289.47	301.04	282.98	grs.
PESO DEL SUELO SECO + LATA	256.04	269.31	254.08	grs.
PESO DEL AGUA	33.43	31.73	28.90	grs.
PESO DEL SUELO SECO	198.00	180.33	170.28	grs.
% DE HUMEDAD	16.88	17.60	16.97	%
<b>PROMEDIO % DE HUMEDAD</b>	17.15			%




Cesar Manuel Flores Celis  
INGENIERO CIVIL  
N° 410123

**Figura 48.** Calicata N°03-Estrato N°02- Humedad natural  
Fuente: Laboratorio de mecánica de suelos y materiales

**Proyecto:** Simulación de una edificación de 4 pisos aplicando micropilotes circulares en la Banda de Shilcayo - San Martín - 2017  
**Localización:** Jr. Manuel Pinedo Arevalo S/N-Satelite/Dist.: Banda de Shilcayo/Prov.: San Martín/Dpto.: San Martín  
**Muestra:** Calicata N°03 - Estrato N°02  
**Material:** Arena arcillosa de color marrón oscuro de consistencia dura.  
**Para Uso:** Tesis

**Perforación:** Cielo Abierto  
**Profundidad de Muestra:** 0.30 - 1.10 m  
**Fecha:** Abril del 2,018

**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO ASTM D - 422**

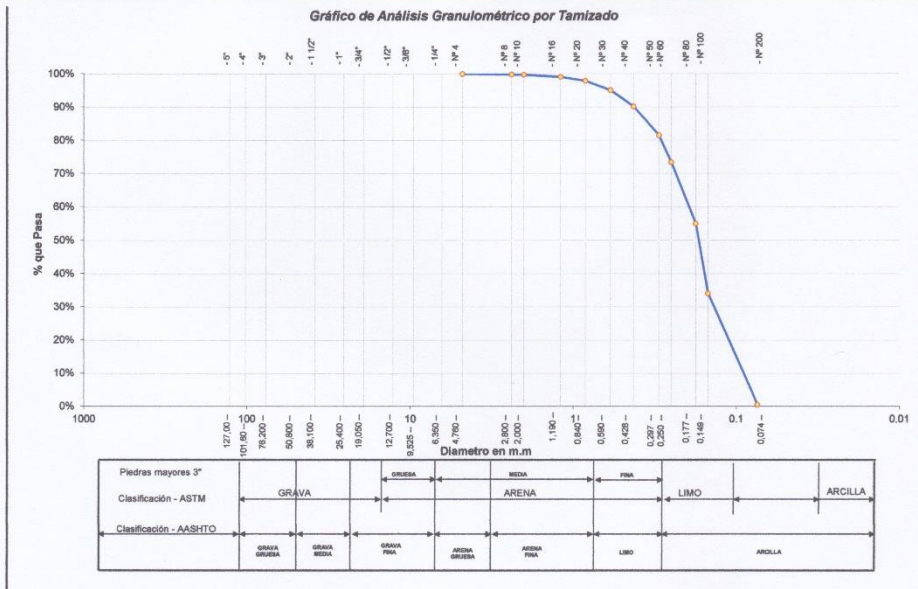
412.54

Tamices	Peso Retenido	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa
5"	127.00			
4"	101.60			
3"	76.20			
2"	50.80			
1 1/2"	38.10			
1"	25.40			
3/4"	19.050			
1/2"	12.700			
3/8"	9.525			
1/4"	6.350			
N° 4	4.750	0.00	0.00%	100.00%
N° 8	2.380	0.75	0.18%	99.82%
N° 10	2.000	0.30	0.07%	99.75%
N° 16	1.190	2.65	0.64%	99.36%
N° 20	0.840	4.95	1.20%	97.90%
N° 30	0.590	11.59	2.81%	95.09%
N° 40	0.426	20.21	4.90%	90.19%
N° 50	0.297	35.85	8.89%	81.50%
N° 60	0.250	33.38	8.09%	76.59%
N° 80	0.177	75.84	18.38%	44.97%
N° 100	0.149	88.32	20.92%	34.11%
N° 200	0.074	68.00	16.48%	17.62%
Fondo	0.01	72.70	17.62%	0.00%
PESO INICIAL	412.54			

Tamaño Máximo:	
Modulo de Fineza AF:	
Modulo de Fineza AG:	
Equivalente de Arena:	
Descripción de Arena:	Grupo: Suelo Granular Sub Grupo: Arena arcillosa
SUCS =	SC
AASHTO =	A-3-6(0)
LL =	31.73
LP =	18.16
IP =	13.57
IG =	
D 90 =	
D 60 =	0.197
D 30 =	0.130
D 10 =	0.046
%ARC.	17.62
%ERR.	
Cc	1.88
Cu	4.25
Observaciones:	

Arenas arcillosas de color marrón oscuro, de mediana plasticidad con 17.62% de finos (Que pasa la malla N° 200). Lim. Liq = 31.73% e Ind. Plast = 13.57%.



  
  
 INGENIERO CIVIL

**Figura 49. Calicata N°03-Estrato N°02- Granulometría**  
 Fuente: Laboratorio de mecánica de suelos y materiales



### UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

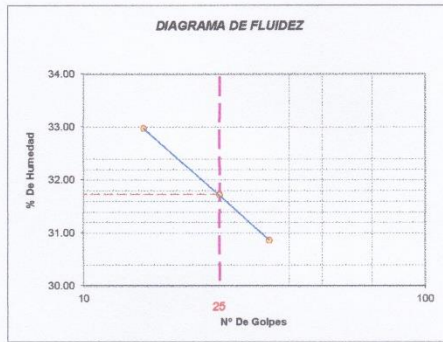
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES  
TELEFONO:042.582200 ANEXO:3164 CORREO:dfernandez@ucv.edu.pe  
CAMPUS UNIVERSITARIO CACATACHI -TARAPOTO- PERÚ



Proyecto: Simulación de una edificación de 4 pisos aplicando micropilotes circulares en la Banda de Shilcayo - San Martín - 2017  
 Localización: Jr.Manuel Pinedo Arevalo S/N-Satelite/Dist.:Banda de Shilcayo/Prov.:San Martín/Dpto.:San Martín  
 Muestra: Calicata N°03 - Estrato N°02 Perforación: Cielo Abierto  
 Material: Arena arcillosa de color marron oscuro de consistencia dura. Profundidad de la Muestra: 0.30 - 1.10 m  
 Para Uso: Tesis Fecha: Abril del 2,018

#### LIMITE LIQUIDO : ASTM D - 4318

LATA	1	2	3	UNIDAD
PESO DE LATA	30.86	31.36	31.15	grs.
PESO DEL SUELO HUMEDO + LATA	58.36	56.48	58.03	grs.
PESO DEL SUELO SECO + LATA	51.54	50.43	51.69	grs.
PESO DEL AGUA	6.82	6.05	6.34	grs.
PESO DEL SUELO SECO	20.68	19.07	20.54	grs.
% DE HUMEDAD	32.98	31.73	30.87	%
NUMERO DE GOLPES	15	25	35	N°G



Índice de Flujo FI	
Límite de contracción (%)	
Límite Líquido (%)	31.73
Límite Plástico (%)	18.16
Índice de Plasticidad Ip (%)	13.57
Clasificación SUCS	SC
Clasificación AASHTO	A-2-6(0)
Índice de consistencia Ic	

#### LIMITE PLASTICO : ASTM D - 4318

LATA	1	2	3	UNIDAD
PESO DE LATA	30.38	31.00	30.28	grs.
PESO DEL SUELO HUMEDO + LATA	55.83	56.16	55.95	grs.
PESO DEL SUELO SECO + LATA	51.87	52.21	52.14	grs.
PESO DEL AGUA	3.96	3.95	3.81	grs.
PESO DEL SUELO SECO	21.49	21.21	21.86	grs.
% DE HUMEDAD	18.43	18.62	17.43	%
% PROMEDIO		18.16		%



*[Handwritten Signature]*  
 INGENIERO CIVIL  
 123456789

**Figura 50. Calicata N°03-Estrato N°02- L. Líquido-L. Plástico**  
 Fuente: Laboratorio de mecánica de suelos y materiales



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES**

TELÉFONO: 042.582200 ANEXO: 3164 CORREO: dfernandezf@ucv.edu.pe

CAMPUS UNIVERSITARIO CACATACHI - TARAPOTO - PERÚ



**Proyecto:** Simulación de una edificación de 4 pisos aplicando micropilotes circulares en la Banda de Shilcayo - San Martín - 2017

**Localización:** Jr. Manuel Pinedo Arevalo S/N-Satelite/Dist.: Banda de Shilcayo/Prov.: San Martín/Dpto.: San Martín

**Muestra:** Calicata N°03 - Estrato N°03

**Material:** Arena arcillosa de color amarillo oscuro con manchas oscuras de consistencia dura.

**Para Uso :** Tesis **Prof. de Muestra:** 1.10 - 2.30 m

**Perforación:** Cielo Abierto **Fecha:** Abril del 2,018

**HUMEDAD NATURAL : ASTM D - 2216**

LATA	1	2	3	UNIDAD
PESO DE LATA	90.55	95.38	83.68	grs.
PESO DEL SUELO HUMEDO + LATA	312.25	304.49	293.08	grs.
PESO DEL SUELO SECO + LATA	277.58	271.47	261.26	grs.
PESO DEL AGUA	34.67	33.02	31.82	grs.
PESO DEL SUELO SECO	187.03	176.09	177.58	grs.
% DE HUMEDAD	18.54	18.75	17.92	%
PROMEDIO % DE HUMEDAD	18.40			%




César Manuel Flores Celis  
INGENIERO CIVIL

**Figura 51. Calicata N°03-Estrato N°03- Humedad natural**  
**Fuente:** Laboratorio de mecánica de suelos y materiales



**Proyecto:** Simulación de una edificación de 4 pisos aplicando micropilotes circulares en la Banda de Shilcayo - San Martín - 2017  
**Localización:** Jr. Manuel Pinedo Arevalo S/N-Satelite/Dist. Banda de Shilcayo/Prov. San Martín/Dpto. San Martín  
**Muestra:** Calicata N°03 - Estrato N°03  
**Material:** Arena arcillosa de color amarillo oscuro con manchas oscuras de consistencia dura.  
**Para Uso:** Tesis  
**Perforación:** Cielo Abierto  
**Profundidad de Muestra:** 1.10 - 2.30 m  
**Fecha:** Abril del 2,018

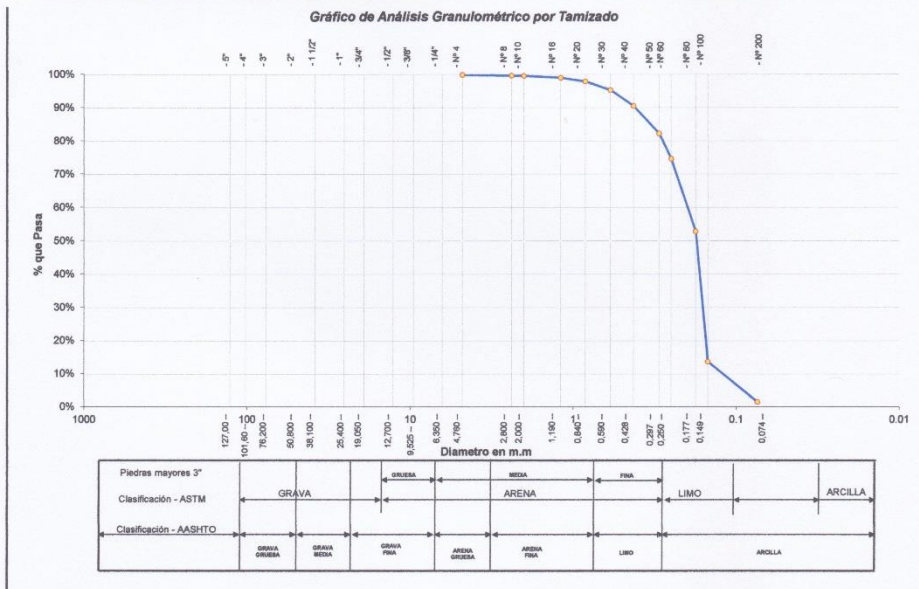
**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO ASTM D - 422**

450.71

Támiz	Ø (mm)	Peso Retenido	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa
5"	127.00				
4"	101.60				
3"	76.20				
2"	50.80				
1 1/2"	38.10				
1"	25.40				
3/4"	19.050				
1/2"	12.700				
3/8"	9.525				
1/4"	6.350				
N° 4	4.750	0.38	0.08%	0.08%	99.92%
N° 8	2.380	1.01	0.22%	0.31%	99.69%
N° 10	2.000	0.29	0.06%	0.37%	99.63%
N° 16	1.190	2.70	0.60%	0.97%	99.03%
N° 20	0.840	4.90	1.09%	2.06%	97.94%
N° 30	0.590	11.87	2.63%	4.69%	95.31%
N° 40	0.426	21.45	4.76%	9.45%	90.55%
N° 50	0.297	37.29	8.27%	17.72%	82.28%
N° 80	0.250	34.09	7.56%	25.28%	74.72%
N° 80	0.177	98.40	21.83%	47.11%	52.89%
N° 100	0.149	116.52	25.85%	72.96%	27.04%
N° 200	0.074	54.50	12.09%	85.05%	14.95%
Fondo	0.01	67.31	14.93%	99.98%	0.02%
PESO INICIAL		450.79			

Tamaño Máximo:			
Modulo de Fineza AF:			
Modulo de Fineza AG:			
Equivalente de Arena:			
Descripción Muestra:	Grupo: Suelo Granular Sub Grupo: Arena arcillosa		
SUCS =	SC	AASHTO =	A-2-4(0)
LL =	28.17	WT =	
LP =	20.13	WT+SAL =	
IP =	8.04	WSAL =	
IG =		WT+SDL =	
D 90 =		WSDL =	
D 60 =	0.201	%ARC. =	14.95
D 30 =	0.152	%ERR. =	
D 10 =	0.053	Cc =	2.19
		Cu =	3.80
Observaciones:	Arena arcillosa de color amarillo oscuro con manchas marrones oscuras, de baja plasticidad con 14.95% de finos (Que pasa la malla N° 200), Lim. Liq = 28.17% e Ind. Plast. = 8.04%		



**Manuel Flores Celis**  
 INGENIERO CIVIL  
 N° 162129

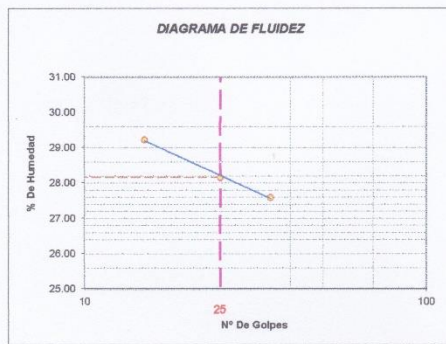
**Figura 52. Calicata N°03-Estrato N°03- Granulometría**  
**Fuente:** Laboratorio de mecánica de suelos y materiales



**Proyecto:** Simulación de una edificación de 4 pisos aplicando micropilotes circulares en la Banda de Shilcayo - San Martín - 2017  
**Localización:** Jr.Manuel Pinedo Arevalo S/N-Satelite/Dist.:Banda de Shilcayo/Prov.:San Martín/Dpto.:San Martín  
**Muestra:** Calicata N°03 - Estrato N°03 **Perforación:** Cielo Abierto  
**Material:** Arena arcillosa de color amarillo oscuro con manchas oscuras de consistencia dura. **Profundidad de la Muestra:** 1.10 - 2.30 m  
**Para Uso:** Tesis **Fecha:** Abril del 2,018

**LIMITE LIQUIDO : ASTM D - 4318**

LATA	1	2	3	UNIDAD
PESO DE LATA	30.78	30.38	30.33	grs.
PESO DEL SUELO HUMEDO + LATA	58.19	57.04	56.45	grs.
PESO DEL SUELO SECO + LATA	51.99	51.18	50.80	grs.
PESO DEL AGUA	6.20	5.86	5.65	grs.
PESO DEL SUELO SECO	21.21	20.80	20.47	grs.
% DE HUMEDAD	29.23	28.17	27.60	%
NUMERO DE GOLPES	15	25	35	N°G



Índice de Flujo FI	
Límite de contracción (%)	
Límite Líquido (%)	28.17
Límite Plástico (%)	20.13
Índice de Plasticidad Ip (%)	8.04
Clasificación SUCS	SC
Clasificación AASHTO	A-2-4(0)
Índice de consistencia Ic	

**LIMITE PLASTICO : ASTM D - 4318**

LATA	1	2	3	UNIDAD
PESO DE LATA	30.38	24.75	31.71	grs.
PESO DEL SUELO HUMEDO + LATA	55.64	50.40	57.88	grs.
PESO DEL SUELO SECO + LATA	51.22	46.44	53.35	grs.
PESO DEL AGUA	4.42	3.96	4.53	grs.
PESO DEL SUELO SECO	20.84	21.69	21.64	grs.
% DE HUMEDAD	21.21	18.26	20.93	%
% PROMEDIO		20.13		%



**Figura 53. Calicata N°03-Estrato N°03- L. Líquido-L. Plástico**  
**Fuente:** Laboratorio de mecánica de suelos y materiales



## UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES  
TELEFONO:042.582200 ANEXO:3164 CORREO:dfernandezf@ucv.edu.pe  
CAMPUS UNIVERSITARIO CACATACHI -TARAPOTO- PERÚ



**Proyecto:** Simulación de una edificación de 4 pisos aplicando micropilotes circulares en la Banda de Shilcayo - San Martín - 2017  
**Localización:** Jr.Manuel Pinedo Arevalo S/N-Satelite/Dist.:Banda de Shilcayo/Prov.:San Martín/Dpto.:San Martín  
**Muestra:** Calicata N°03 - Estrato N°04  
**Material:** Arena arcillosa de color amarillo claro con manchas blancas de consistencia dura.  
**Para Uso :** Tesis **Prof. de Muestra:** 2.30 - 3.00 m  
**Perforación:** Cielo Abierto **Fecha:** Abril del 2,018

### HUMEDAD NATURAL : ASTM D - 2216

LATA	1	2	3	UNIDAD
PESO DE LATA	87.79	84.19	87.28	grs.
PESO DEL SUELO HUMEDO + LATA	283.20	284.33	284.10	grs.
PESO DEL SUELO SECO + LATA	254.29	254.39	256.25	grs.
PESO DEL AGUA	28.91	29.94	27.85	grs.
PESO DEL SUELO SECO	166.50	170.20	168.97	grs.
% DE HUMEDAD	17.36	17.59	16.48	%
PROMEDIO % DE HUMEDAD	17.15			%



*[Handwritten signature]*  
INGENIERO CIVIL  
CIP 110123

**Figura 54.** Calicata N°03-Estrato N°04- Humedad natural  
*Fuente:* Laboratorio de mecánica de suelos y materiales

**Proyecto:** Simulación de una edificación de 4 pisos aplicando micropilotes circulares en la Banda de Shilcayo - San Martín - 2017  
**Localización:** Jr. Manuel Pinedo Arevalo S/N-Sateite/Dist.: Banda de Shilcayo/Prov.: San Martín/Dpto.: San Martín  
**Muestra:** Calicata N°03 - Estrato N°04  
**Material:** Arena arcillosa de color amarillo claro con manchas blancas de consistencia dura.  
**Para Uso:** Tesis

**Perforación:** Cielo Abierto  
**Profundidad de Muestra:** 2.30 - 3.00 m  
**Fecha:** Abril del 2,018

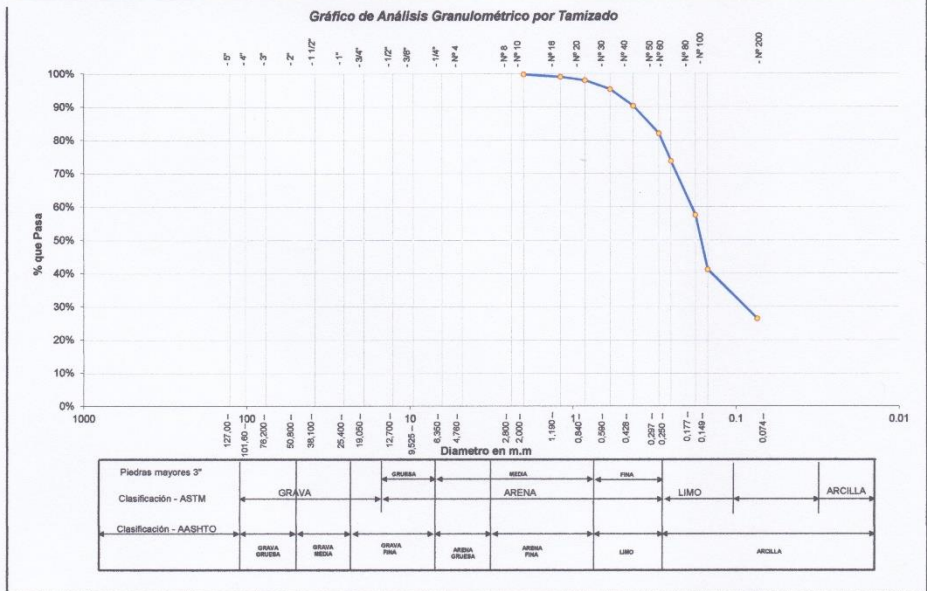
**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO ASTM D - 422**

426.47

Tamices	Peso Retenido	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa
5"	127.00			
4"	101.60			
3"	76.20			
2"	50.80			
1 1/2"	38.10			
1"	25.40			
3/4"	19.050			
1/2"	12.700			
3/8"	9.525			
1/4"	6.350			
N° 4	4.760	0.00	0.00%	100.00%
N° 8	2.380	0.55	0.13%	99.87%
N° 10	2.000	0.27	0.06%	99.81%
N° 16	1.190	3.02	0.71%	99.10%
N° 20	0.840	4.63	1.09%	98.01%
N° 30	0.590	11.31	2.63%	95.36%
N° 40	0.426	21.49	5.04%	90.32%
N° 50	0.297	35.19	8.25%	82.07%
N° 60	0.250	35.48	8.32%	73.75%
N° 80	0.177	68.25	18.24%	42.49%
N° 100	0.149	69.46	18.29%	58.77%
N° 200	0.074	83.07	14.79%	73.56%
Fondo	0.01	112.75	26.44%	100.00%
PESO INICIAL	426.47			0.00%

Tamaño Máximo:	
Modulo de Fineza AF:	
Modulo de Fineza AG:	
Equivalente de Arena:	
Descripción Muestra:	Grupo: Suelo Granular Sub Grupo: Arena arcillosa
SUCS =	SC
AASHTO =	A-2-6(0)
LL =	32.75
LP =	21.26
IP =	11.49
IG =	
D 90 =	26.44
D 60 =	0.188
D 30 =	0.092
D 10 =	0.034
WT =	
WT+SAL =	
WSAL =	
WT+SDL =	
WSDL =	
%ARC. =	26.44
%ERR. =	
Cc =	1.32
Cu =	5.50
Observaciones:	
Arena arcillosa de color amarillo claro con manchas blancas, compacta de mediana plasticidad con 26.44% de finos (Que pasa la malla N° 200). Lim. Liq = 32.75% e Ind. Plast = 11.49%	



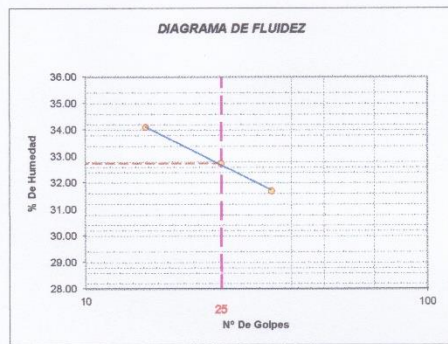
**Figura 55. Calicata N°03-Estrato N°04- Granulometría**  
 Fuente: Laboratorio de mecánica de suelos y materiales



**Proyecto:** Simulación de una edificación de 4 pisos aplicando micropilotes circulares en la Banda de Shilcayo - San Martín - 2017  
**Localización:** Jr.Manuel Pinedo Arevalo S/N-Satelite/Dist.:Banda de Shilcayo/Prov.:San Martín/Dpto.:San Martín  
**Muestra:** Calicata N°03 - Estrato N°04 **Perforación:** Cielo Abierto  
**Material:** Arena arcillosa de color amarillo claro con manchas blancas de consistencia dura. **Profundidad de la Muestra:** 2.30 - 3.00 m  
**Para Uso:** Tesis **Fecha:** Abril del 2,018

**LIMITE LIQUIDO : ASTM D - 4318**

LATA	1	2	3	UNIDAD
PESO DE LATA	31.44	31.02	30.22	grs.
PESO DEL SUELO HUMEDO + LATA	58.37	56.72	56.14	grs.
PESO DEL SUELO SECO + LATA	51.52	50.38	49.90	grs.
PESO DEL AGUA	6.85	6.34	6.24	grs.
PESO DEL SUELO SECO	20.08	19.36	19.68	grs.
% DE HUMEDAD	34.11	32.75	31.71	%
NUMERO DE GOLPES	15	25	35	N°G



Indice de Flujo FI	
Límite de contracción (%)	
Límite Líquido (%)	32.75
Límite Plástico (%)	21.26
Indice de Plasticidad Ip (%)	11.49
Clasificación SUCS	SC
Clasificación AASHTO	A-2-6(0)
Indice de consistencia Ic	

**LIMITE PLASTICO : ASTM D - 4318**

LATA	1	2	3	UNIDAD
PESO DE LATA	14.35	14.37	14.26	grs.
PESO DEL SUELO HUMEDO + LATA	40.16	40.83	40.63	grs.
PESO DEL SUELO SECO + LATA	35.15	35.78	36.97	grs.
PESO DEL AGUA	5.01	5.05	3.66	grs.
PESO DEL SUELO SECO	20.80	21.41	22.71	grs.
% DE HUMEDAD	24.09	23.59	16.12	%
% PROMEDIO		21.26		%



**Figura 56. Calicata N°03-Estrato N°04- L. Líquido-L. Plástico**  
**Fuente:** Laboratorio de mecánica de suelos y materiales



## UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES  
TELÉFONO: 042.582200 ANEXO: 3164 CORREO: dfernandezf@ucv.edu.pe  
CAMPUS UNIVERSITARIO CACATACHI - TARAPOTO - PERÚ



**Proyecto:** Simulación de una edificación de 4 pisos aplicando micropilotes circulares en la Banda de Shilcayo - San Martín - 2017  
**Localización:** Jr. Micaela Bastidas-Satelite/Dist.: Banda de Shilcayo/Prov.: San Martín/Dpto.: San Martín  
**Muestra:** Calicata N°04 - Estrato N°02  
**Material:** Arena arcillosa de color marrón oscuro de consistencia semi dura.  
**Para Uso:** Tesis **Prof. de Muestra:** 0.20 - 1.90 m  
**Perforación:** Cielo Abierto **Fecha:** Abril del 2,018

### HUMEDAD NATURAL : ASTM D - 2216

LATA	1	2	3	UNIDAD
PESO DE LATA	93.38	91.99	67.75	grs.
PESO DEL SUELO HUMEDO + LATA	330.53	345.14	317.56	grs.
PESO DEL SUELO SECO + LATA	294.02	305.86	279.29	grs.
PESO DEL AGUA	36.51	39.28	38.27	grs.
PESO DEL SUELO SECO	200.64	213.87	211.54	grs.
% DE HUMEDAD	18.20	18.37	18.09	%
PROMEDIO % DE HUMEDAD		18.22		%

**Figura 57.** Calicata N°04-Estrato N°02- Humedad natural  
*Fuente:* Laboratorio de mecánica de suelos y materiales

**Proyecto:** Simulación de una edificación de 4 pisos aplicando micropilotes circulares en la Banda de Shicayo - San Martín - 2017  
**Localización:** Jr. Micaela Bastidas-Sateite/Dist. Banda de Shicayo/Prov. San Martín/Dpto. San Martín  
**Muestra:** Calicata N°04 - Estrato N°02  
**Material:** Arena arcillosa de color marrón oscuro de consistencia semi dura.  
**Para Uso:** Tesis  
**Perforación:** Cielo Abierto  
**Profundidad de Muestra:** 0.20 - 1.90 m  
**Fecha:** Abril del 2,018

**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO ASTM D - 422**

439.02

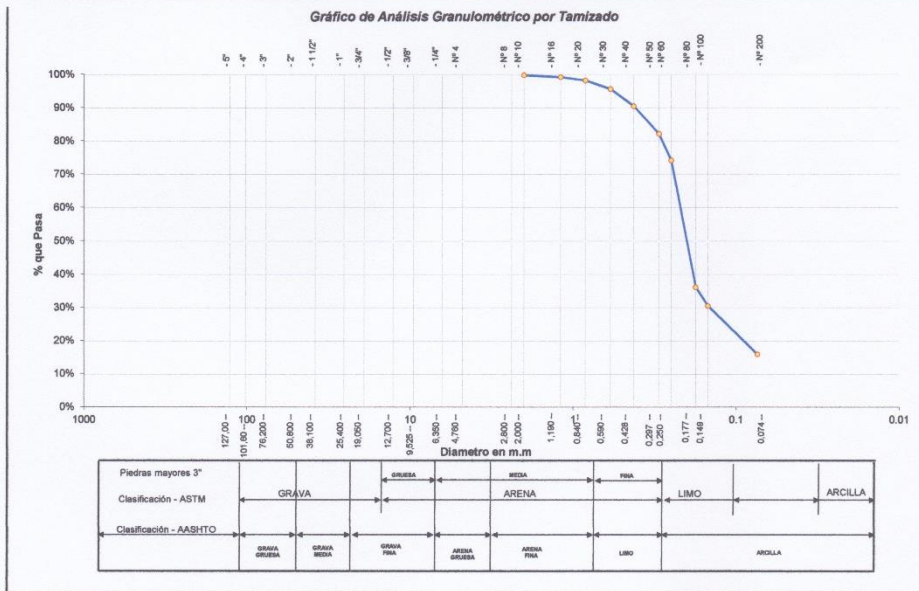
Tamices	Peso Retenido	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa
5"	127.00			
4"	101.50			
3"	76.20			
2"	50.80			
1 1/2"	38.10			
1"	25.40			
3/4"	19.050			
1/2"	12.700			
3/8"	9.525			
1/4"	6.350			
N° 4	4.760	0.16	0.04%	99.84%
N° 8	2.380	0.28	0.06%	99.94%
N° 10	2.000	0.39	0.09%	99.91%
N° 16	1.190	2.54	0.58%	99.23%
N° 20	0.840	4.42	1.01%	98.23%
N° 30	0.590	11.36	2.59%	95.64%
N° 40	0.426	22.50	5.13%	90.51%
N° 50	0.297	36.62	8.34%	82.17%
N° 60	0.250	35.00	7.97%	74.20%
N° 80	0.177	166.86	38.01%	36.19%
N° 100	0.149	24.71	5.63%	69.44%
N° 200	0.074	65.63	14.54%	16.02%
Fondo	0.91	70.35	18.02%	0.00%
PESO INICIAL	439.02			

Tamaño Máximo:	
Modulo de Fineza AF:	
Equivalente de Arenas:	
Descripción Muestra:	Grupo: Suelo Granular Sub Grupo: Arena arcillosa
SUCS =	SC
AASHTO =	A-2-4(0)
LL =	29.59
LP =	18.91
IP =	10.69
IG =	
D 90 =	
D 60 =	0.223
D 30 =	0.146
D 10 =	0.050
WT =	
WT+SAL =	
WSAL =	
WT+SDL =	
%WDL =	
%ERR =	16.02
%ARC =	
Cc =	1.92
Cu =	4.46

Observaciones:

Arena arcillosa de color marron oscuro semi compacto, de mediana plasticidad con 16.02% de finos (Que pasa la malla N° 200), Lim. Líq. = 29.59% e Ind. Plast. = 10.69%



  
  
 INGENIERO CIVIL

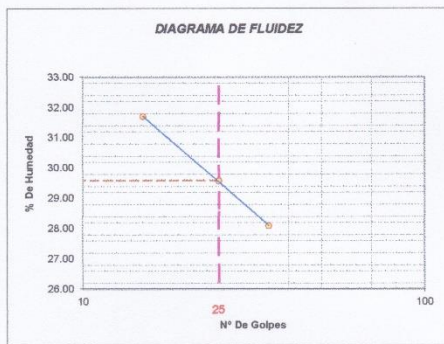
**Figura 58. Calicata N°04-Estrato N°02- Granulometría**  
 Fuente: Laboratorio de mecánica de suelos y materiales



**Proyecto:** Simulación de una edificación de 4 pisos aplicando micropilotes circulares en la Banda de Shilcayo - San Martín - 2017  
**Localización:** Jr. Micaela Bastidas-Satélite/Dist.: Banda de Shilcayo/Prov.: San Martín/Dpto.: San Martín  
**Muestra:** Calicata N°04 - Estrato N°02 **Perforación:** Cielo Abierto  
**Material:** Arena arcillosa de color marrón oscuro de consistencia semi dura. **Profundidad de la Muestra:** 0.20 - 1.90 m  
**Para Uso:** Tesis **Fecha:** Abril del 2,018

**LIMITE LIQUIDO : ASTM D - 4318**

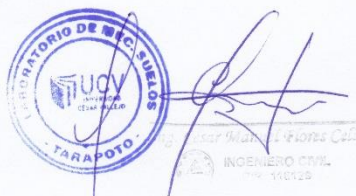
LATA	1	2	3	UNIDAD
PESO DE LATA	31.46	31.60	30.78	grs.
PESO DEL SUELO HUMEDO + LATA	56.09	55.60	57.13	grs.
PESO DEL SUELO SECO + LATA	50.16	50.12	51.35	grs.
PESO DEL AGUA	5.93	5.48	5.78	grs.
PESO DEL SUELO SECO	18.70	18.52	20.57	grs.
% DE HUMEDAD	31.71	29.59	28.10	%
NUMERO DE GOLPES	15	25	35	N°G



Indice de Flujo FI	
Límite de contracción (%)	
Límite Líquido (%)	29.59
Límite Plástico (%)	18.91
Indice de Plasticidad Ip (%)	10.69
Clasificación SUCS	SC
Clasificación AASHTO	A-2-6(0)
Indice de consistencia Ic	

**LIMITE PLASTICO : ASTM D - 4318**

LATA	1	2	3	UNIDAD
PESO DE LATA	30.51	31.42	14.46	grs.
PESO DEL SUELO HUMEDO + LATA	60.90	57.27	39.81	grs.
PESO DEL SUELO SECO + LATA	56.12	53.27	35.63	grs.
PESO DEL AGUA	4.78	4.00	4.18	grs.
PESO DEL SUELO SECO	25.61	21.85	21.17	grs.
% DE HUMEDAD	18.66	18.31	19.74	%
% PROMEDIO		<b>18.91</b>		%



**Figura 59. Calicata N°04-Estrato N°02- L. Líquido-L. Plástico**  
**Fuente:** Laboratorio de mecánica de suelos y materiales





**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**  
**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES**  
 TELEFONO:042.582200 ANEXO:3164 CORREO:dfernandezf@ucv.edu.pe  
 CAMPUS UNIVERSITARIO CACATACHI -TARAPOTO- PERÚ



**Proyecto:** Simulación de una edificación de 4 pisos aplicando micropilotes circulares en la Banda de Shilcayo - San Martín - 2017

**Localización:** Jr.Micaela Bastidas-Satelite/Dist.:Banda de Shilcayo/Prov.:San Martín/Dpto.:San Martín

**Muestra:** Calicata N°04 - Estrato N°03

**Material:** Arena arcillosa de color amarillo claro con manchas blancas de consistencia blanda.

**Para Uso :** Tesis **Prof. de Muestra:** 1.90 - 3.00 m

**Perforación:** Cielo Abierto **Fecha:** Abril del 2,018

**HUMEDAD NATURAL : ASTM D - 2216**

LATA	1	2	3	UNIDAD
PESO DE LATA	70.01	73.89	69.10	grs.
PESO DEL SUELO HUMEDO + LATA	312.70	307.43	317.03	grs.
PESO DEL SUELO SECO + LATA	275.50	271.63	278.71	grs.
PESO DEL AGUA	37.20	35.80	38.32	grs.
PESO DEL SUELO SECO	205.49	197.74	209.61	grs.
% DE HUMEDAD	18.10	18.10	18.28	%
<b>PROMEDIO % DE HUMEDAD</b>	<b>18.16</b>			<b>%</b>





INGENIERO CIVIL  
N° 310425

**Figura 60. Calicata N°04-Estrato N°03- Humedad natural**  
 Fuente: Laboratorio de mecánica de suelos y materiales

Proyecto: Simulación de una edificación de 4 pisos aplicando micropilotes circulares en la Banda de Shilcayo - San Martín - 2017  
 Localización: Jr. Micaela Bastidas-Satélite/Dist. Banda de Shilcayo/Prov. San Martín/Dpto. San Martín  
 Muestra: Calicata N°04 - Estrato N°03  
 Material: Arena arcillosa de color amarillo claro con manchas blancas de consistencia blanda.  
 Para Uso: Tesis

Perforación: Cielo Abierto  
 Profundidad de Muestra: 1.90 - 3.00 m  
 Fecha: Abril del 2,018

**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO ASTM D - 422**

430.01

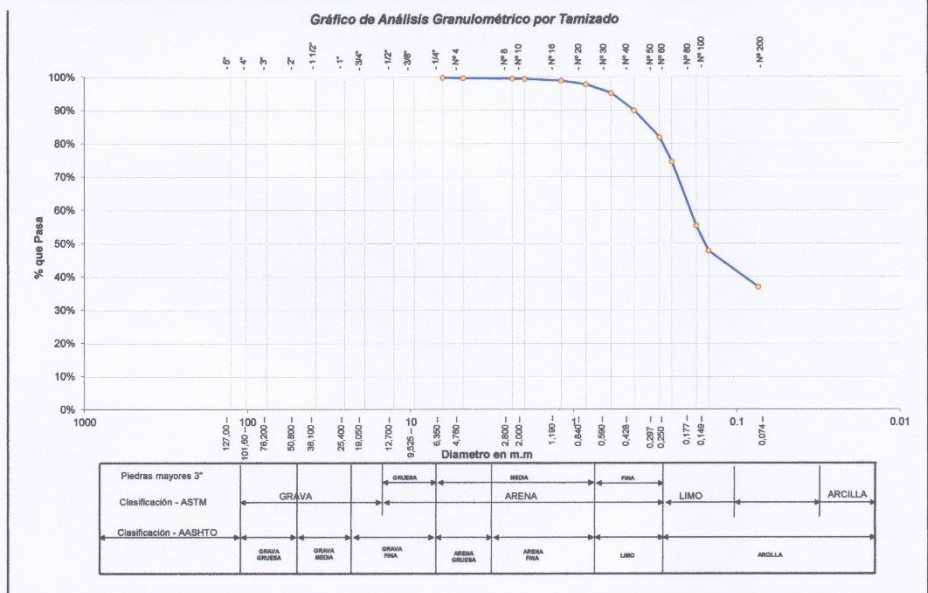
Tamices	Peso Retenido	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa
5"	127.00			
4"	101.60			
3"	76.20			
2"	50.80			
1 1/2"	38.10			
1"	25.40			
3/4"	19.050			
1/2"	12.700			
3/8"	9.525			
1/4"	6.350	0.77	0.18%	99.82%
N° 4	4.750	0.58	0.13%	99.89%
N° 8	2.380	0.77	0.18%	99.51%
N° 10	2.000	0.34	0.08%	99.43%
N° 16	1.190	2.40	0.56%	98.87%
N° 20	0.840	4.83	1.12%	97.75%
N° 30	0.590	11.11	2.58%	95.16%
N° 40	0.428	22.57	5.25%	89.91%
N° 50	0.297	34.69	8.07%	81.85%
N° 60	0.250	31.32	7.28%	74.56%
N° 80	0.177	32.03	19.22%	44.65%
N° 100	0.149	32.29	7.51%	52.18%
N° 200	0.074	46.76	10.87%	63.04%
Fondo	0.01	158.95	36.96%	100.00%
PESO INICIAL	430.01			

Tamaño Máximo: \_\_\_\_\_  
 Modulo de Fineza AF: \_\_\_\_\_  
 Modulo de Fineza AG: \_\_\_\_\_  
 Equivalente de Arena: \_\_\_\_\_  
 Descripción Muestra: Grupo: Suelo Granular  
 Sub Grupo: Arena arcillosa

SUCS =	SC	AASHTO =	A-6(0)
LL =	30.81	WT =	
LP =	20.05	WT+5AL =	
IP =	10.77	WSAL =	
IG =		WT+SDL =	
		WSDL =	
D 90=		%ARC. =	36.96
D 60=	0.195	%ERR. =	
D 30=	0.062	Cc =	0.72
D 10=	0.027	Cu =	7.13

Observaciones: \_\_\_\_\_

Arena arcillosa de color amarillo claro con manchas blancas, de alta plasticidad con 36.96% de finos (Que pasa la malla N° 200). Lim. Liq = 30.81% e Ind. Plast = 10.77%



**Figura 61. Calicata N°04-Estrato N°03- Granulometría**  
 Fuente: Laboratorio de mecánica de suelos y materiales



### UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

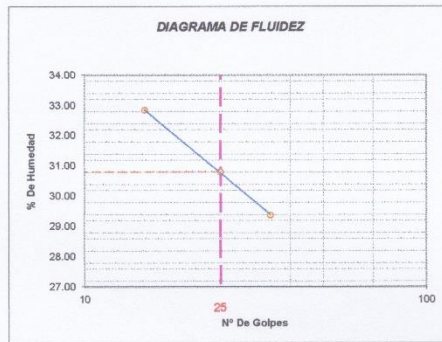
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES  
TELÉFONO: 042.592200 ANEXO: 3164 CORREO: dfernandezf@ucv.edu.pe  
CAMPUS UNIVERSITARIO CACATACHI - TARAPOTO - PERÚ



**Proyecto:** Simulación de una edificación de 4 pisos aplicando micropilotes circulares en la Banda de Shilcayo - San Martín - 2017  
**Localización:** Jr. Micaela Bastidas-Satélite/Dist.: Banda de Shilcayo/Prov.: San Martín/Dpto.: San Martín  
**Muestra:** Calicata N°04 - Estrato N°03 **Perforación:** Cielo Abierto  
**Material:** Arena arcillosa de color amarillo claro con manchas blancas de consistencia blanda. **Profundidad de la Muestra:** 1.90 - 3.00 m  
**Para Uso:** Tesis **Fecha:** Abril del 2,018

#### LIMITE LIQUIDO : ASTM D - 4318

LATA	1	2	3	UNIDAD
PESO DE LATA	30.76	31.49	30.72	grs.
PESO DEL SUELO HUMEDO + LATA	56.48	56.75	58.02	grs.
PESO DEL SUELO SECO + LATA	50.12	50.80	51.82	grs.
PESO DEL AGUA	6.36	5.95	6.20	grs.
PESO DEL SUELO SECO	19.36	19.31	21.10	grs.
% DE HUMEDAD	32.85	30.81	29.38	%
NUMERO DE GOLPES	15	25	35	N°G



Indice de Flujo FI	
Límite de contracción (%)	
Límite Líquido (%)	30.81
Límite Plástico (%)	20.05
Indice de Plasticidad Ip (%)	10.77
Clasificación SUCS	SC
Clasificación AASHTO	A-6(0)
Indice de consistencia Ic	

#### LIMITE PLASTICO : ASTM D - 4318

LATA	1	2	3	UNIDAD
PESO DE LATA	14.43	14.38	14.28	grs.
PESO DEL SUELO HUMEDO + LATA	40.25	41.28	40.15	grs.
PESO DEL SUELO SECO + LATA	36.05	36.83	35.68	grs.
PESO DEL AGUA	4.20	4.45	4.47	grs.
PESO DEL SUELO SECO	21.62	22.45	21.40	grs.
% DE HUMEDAD	19.43	19.82	20.89	%
% PROMEDIO		20.05		%



**Figura 62.** Calicata N°04-Estrato N°03- L. Líquido-L. Plástico

*Fuente:* Laboratorio de mecánica de suelos y materiales



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES**

TELEFONO:042.582200 ANEXO:3164 CORREO:dfernandezf@ucv.edu.pe

CAMPUS UNIVERSITARIO CACATACHI -TARAPOTO- PERÚ



**Proyecto:** Simulación de una edificación de 4 pisos aplicando micropilotes circulares en la Banda de Shilcayo - San Martín - 2017

**Localización:** Altura de la empresa maderera Caynarachi sac/Dist.:Banda de Shilcayo/Prov.:San Martín/Dpto.:San Martín

**Muestra:** Calicata N°05 - Estrato N°02

**Material:** Grava mal graduada de color marron oscuro de consistencia semi dura.

**Para Uso :** Tesis **Prof. de Muestra:** 0.20 - 1.40 m

**Perforación:** Cielo Abierto **Fecha:** Abril del 2,018

**HUMEDAD NATURAL : ASTM D - 2216**

LATA	1	2	3	UNIDAD
PESO DE LATA	60.51	66.19	86.90	grs.
PESO DEL SUELO HUMEDO + LATA	314.33	312.48	342.89	grs.
PESO DEL SUELO SECO + LATA	272.40	271.74	299.86	grs.
PESO DEL AGUA	41.93	40.74	43.03	grs.
PESO DEL SUELO SECO	211.89	205.55	212.96	grs.
% DE HUMEDAD	19.79	19.82	20.21	%
<b>PROMEDIO % DE HUMEDAD</b>		19.94		%



**Figura 63. Calicata N°05-Estrato N°02- Humedad natural**  
**Fuente:** Laboratorio de mecánica de suelos y materiales

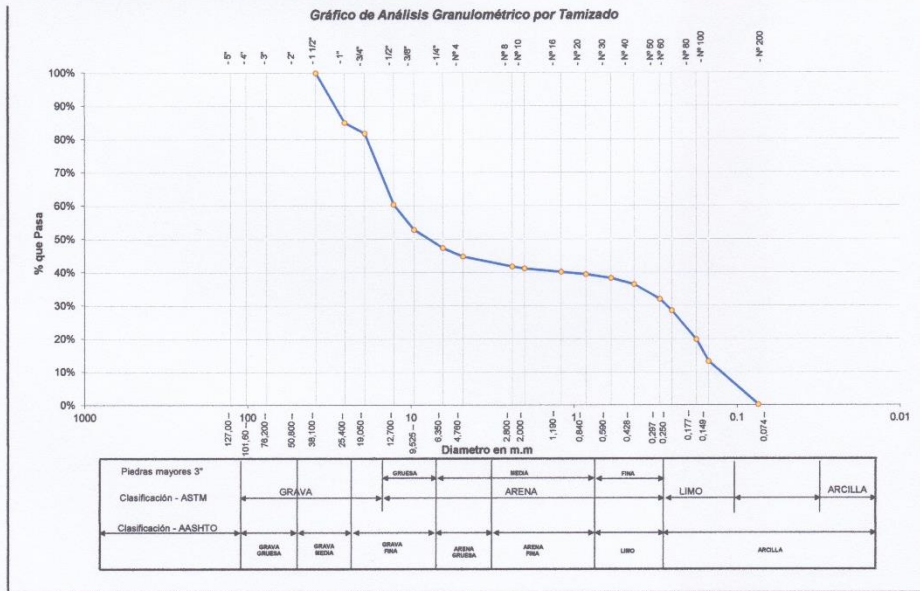


Proyecto: Simulación de una edificación de 4 pisos aplicando micropilotes circulares en la Banda de Shilcayo - San Martín - 2017  
 Localización: Altura de la empresa maderera Caynarachi sac/Dist.:Banda de Shilcayo/Prov.:San Martín/Dpto.:San Martín  
 Muestra: Calicata N°05 - Estrato N°02  
 Material: Grava mal graduada de color marron oscuro de consistencia semi dura. Perforación: Cielo Abierto  
 Para Uso: Tesis Profundidad de Muestra: 0.20 - 1.40 m  
 Fecha: Abril del 2,018

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

638.91

Tamices	Peso Retenido	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa	Tamaño Máximo:
Ø (mm)					Modulo de Fineza AF:
5"	127.00				
4"	101.60				Modulo de Fineza AG:
3"	76.20				Equivalente de Arena:
2"	50.80				Descripción Muestra:
1 1/2"	38.10	0.00	0.00%	100.00%	Grupo: Suelo Granular
1"	25.40	95.34	14.92%	14.92%	Sub Grupo: Grava mal graduada
3/4"	19.050	20.72	3.24%	18.17%	SUCS = GP AASHTO = A-2-6(0)
1/2"	12.700	137.21	21.48%	39.84%	LL = 31.32 WT =
3/8"	9.525	47.89	7.50%	47.14%	LP = 20.17 WT+SDL =
1/4"	6.350	35.01	5.48%	52.62%	IP = 11.15 WSAL =
Nº 4	4.760	16.44	2.57%	55.19%	IG = WT+SDL =
Nº 8	2.380	19.26	3.01%	58.20%	D 90 = %SDCL =
Nº 10	2.000	3.74	0.59%	58.79%	D 60 = 12.548 %ERR. =
Nº 16	1.190	6.70	1.05%	59.84%	D 30 = 0.270 Cc =
Nº 20	0.840	4.63	0.72%	60.56%	D 10 = 0.130 Cu =
Nº 30	0.590	7.43	1.16%	61.72%	0.29
Nº 40	0.425	11.97	1.87%	63.60%	96.32
Nº 50	0.297	25.20	4.41%	68.01%	Observaciones :
Nº 60	0.250	22.11	3.46%	71.47%	Grava mal graduada de color marron oscuro compacta, de mediana plasticidad con 0.29% de limo (Que pasa la malla Nº 200). Lim. Líq = 31.32% e Ind. Plast = 11.15%.
Nº 80	0.177	55.36	8.66%	80.14%	
Nº 100	0.149	42.36	6.63%	86.77%	
Nº 200	0.074	82.70	12.94%	99.71%	
Fondo	0.01	1.84	0.29%	100.00%	
PESO INICIAL		638.92			



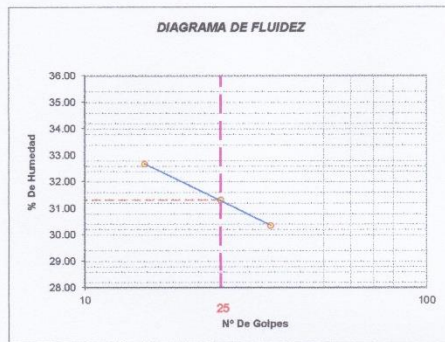
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y MATERIALES  
 UCV  
 TARAPOTO  
 INGENIERO CIVIL  
 R. MENDOZA POTOS COLLA

**Figura 64. Calicata N°05-Estrato N°02- Granulometría**  
 Fuente: Laboratorio de mecánica de suelos y materiales

**Proyecto:** Simulación de una edificación de 4 pisos aplicando micropilotes circulares en la Banda de Shilcayo - San Martín - 2017  
**Localización:** Altura de la empresa maderera Caynarachi sac/Dist.: Banda de Shilcayo/Prov.: San Martín/Dpto.: San Martín  
**Muestra:** Calicata N°05 - Estrato N°02 **Perforación:** Cielo Abierto  
**Material:** Grava mal graduada de color marrón oscuro de consistencia semi dura. **Profundidad de la Muestra:** 0.20 - 1.40 m  
**Para Uso:** Tesis **Fecha:** Abril del 2,018

**LIMITE LIQUIDO : ASTM D - 4318**

LATA	1	2	3	UNIDAD
PESO DE LATA	14.38	14.27	14.43	grs.
PESO DEL SUELO HUMEDO + LATA	39.75	39.05	39.55	grs.
PESO DEL SUELO SECO + LATA	33.50	33.14	33.70	grs.
PESO DEL AGUA	6.25	5.91	5.85	grs.
PESO DEL SUELO SECO	19.12	18.87	19.27	grs.
% DE HUMEDAD	32.69	31.32	30.36	%
NUMERO DE GOLPES	15	25	35	N°G



Indice de Flujo FI	
Límite de contracción (%)	
Límite Líquido (%)	31.32
Límite Plástico (%)	20.17
Indice de Plasticidad Ip (%)	11.15
Clasificación SUCS	GP
Clasificación AASHTO	A-2-B(0)
Indice de consistencia Ic	

**LIMITE PLASTICO : ASTM D - 4318**

LATA	1	2	3	UNIDAD
PESO DE LATA	24.76	24.74	25.12	grs.
PESO DEL SUELO HUMEDO + LATA	51.42	51.37	50.64	grs.
PESO DEL SUELO SECO + LATA	46.97	47.02	46.22	grs.
PESO DEL AGUA	4.45	4.35	4.42	grs.
PESO DEL SUELO SECO	22.21	22.28	21.10	grs.
% DE HUMEDAD	20.04	19.52	20.95	%
% PROMEDIO		20.17		%



**Figura 65.** Calicata N°05-Estrato N°02- L. Líquido-L. Plástico  
**Fuente:** Laboratorio de mecánica de suelos y materiales



## UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES

TELÉFONO: 042.582200 ANEXO: 3164 CORREO: dfernandezf@ucv.edu.pe

CAMPUS UNIVERSITARIO CACATACHI - TARAPOTO - PERÚ



**Proyecto:** Simulación de una edificación de 4 pisos aplicando micropilotes circulares en la Banda de Shilcayo - San Martín- 2017

**Localización:** Altura de la empresa maderera Caynarachi sac/Dist.:Banda de Shilcayo/Prov.:tarapoto/Dpto.:San Martín

**Muestra:** Calicata N°05 - Estrato N°03

**Material:** Arena mal graduada de color amarillo oscuro con manchas amarillentas de consistencia semi dura.

**Para Uso :** Tesis **Prof. de Muestra:** 1.40 - 2.20 m

**Perforación:** Cielo Abierto **Fecha:** Abril del 2,018

### HUMEDAD NATURAL : ASTM D - 2216

LATA	1	2	3	UNIDAD
PESO DE LATA	88.98	83.79	58.08	grs.
PESO DEL SUELO HUMEDO + LATA	302.33	325.45	279.16	grs.
PESO DEL SUELO SECO + LATA	266.44	266.70	241.68	grs.
PESO DEL AGUA	35.89	38.75	37.48	grs.
PESO DEL SUELO SECO	177.46	202.91	183.60	grs.
% DE HUMEDAD	20.22	19.10	20.41	%
PROMEDIO % DE HUMEDAD		19.91		%



**Figura 66.** Calicata N°05-Estrato N°03- Humedad natural  
*Fuente:* Laboratorio de mecánica de suelos y materiales

**Proyecto:** Simulación de una edificación de 4 pisos aplicando micropilotes circulares en la Banda de Shilcayo - San Martín- 2017  
**Localización:** Altura de la empresa maderera Caynarachi sac/Dist.:Banda de Shilcayo/Prov.:tarapoto/Dpto.:San Martín  
**Muestra:** Calicata N°05 - Estrato N°03 **Perforación:** Cielo Abierto  
**Material:** Arena mal graduada de color amarillo oscuro con manchas amarillentas de consistencia semi dura. **Profundidad de Muestra:** 1.40 - 2.20 m  
**Para Uso:** Tesis **Fecha:** Abril del 2,018

**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO ASTM D - 422**

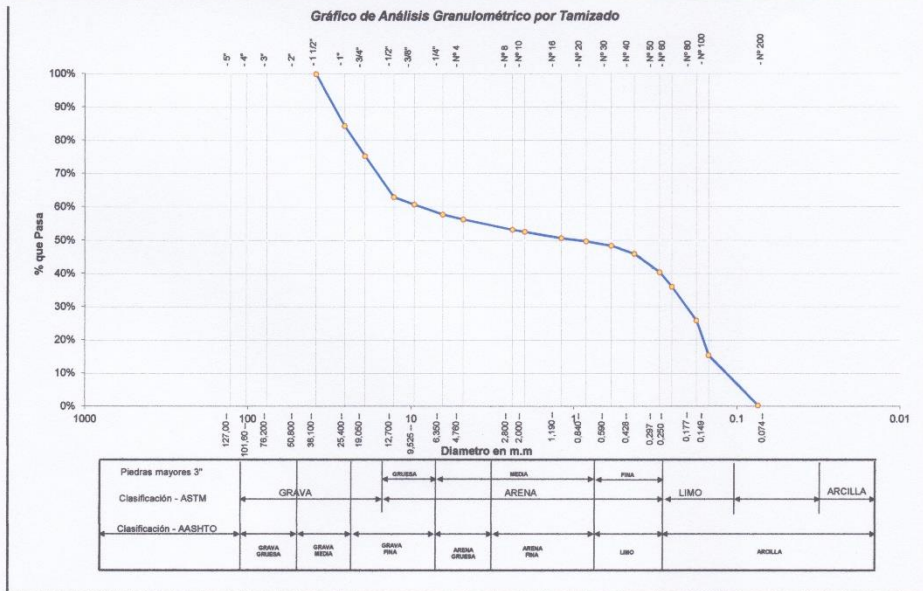
619.91

Tamices	(mm)	Peso Retenido	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa
5"	127.00				
4"	101.60				
3"	76.20				
2"	50.80				
1 1/2"	38.10	0.00	0.00%	0.00%	100.00%
1"	25.40	96.87	15.63%	15.63%	84.37%
3/4"	19.050	56.18	9.06%	24.69%	75.31%
1/2"	12.700	76.44	12.33%	37.02%	62.98%
3/8"	9.525	13.84	2.25%	39.27%	60.73%
1/4"	6.350	18.38	2.96%	42.23%	57.77%
N° 4	4.760	8.97	1.45%	43.68%	56.32%
N° 8	2.380	19.22	3.10%	46.78%	53.22%
N° 10	2.000	3.81	0.61%	47.40%	52.60%
N° 16	1.190	11.93	1.92%	49.32%	50.68%
N° 20	0.840	5.85	0.94%	50.26%	49.74%
N° 30	0.590	8.13	1.31%	51.58%	48.42%
N° 40	0.426	14.93	2.41%	53.98%	46.02%
N° 50	0.297	34.54	5.57%	59.56%	40.44%
N° 60	0.250	27.16	4.38%	63.94%	36.06%
N° 80	0.177	62.77	10.13%	74.06%	25.94%
N° 100	0.149	64.89	10.47%	84.53%	15.47%
N° 200	0.074	93.46	15.08%	99.61%	0.39%
Fondo	0.01	2.44	0.39%	100.00%	0.00%
<b>PESO INICIAL</b>		<b>619.91</b>			

Tamaño Máximo:	
Módulo de Fineza AF:	
Equivalente de Arena:	
Descripción Muestra:	
Grupo: Suelo Granular	
Sub Grupo: Grava y Arena - Arcillosa o Limosa	
SUCS =	SP
LL =	32.22
LP =	19.93
IP =	12.29
IG =	
D 90=	
D 60=	8.742
D 30=	0.206
D 10=	0.122
Observaciones:	
A-2-8(0)	
WT =	
WT+SAL =	
WSAL =	
WT+SDL =	
WSDL =	
%ARC. =	0.39
%ERR. =	
Cc =	0.04
Cu =	71.78

Arenas mal graduadas de color amarillo oscuro con manchas amarillentas claras, de mediana plasticidad con 0.39% de finos (Que pase la malla N° 200). Lim. Liq = 32.22% e Ind. Plast = 12.29%




  
 INGENIERO CIVIL

**Figura 67. Calicata N°05-Estrato N°03- Granulometría**  
 Fuente: Laboratorio de mecánica de suelos y materiales





### UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

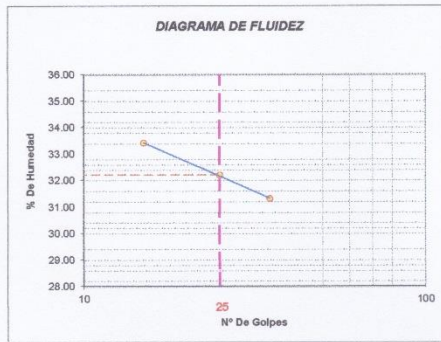
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES  
TELEFONO:042.582200 ANEXO:3164 CORREO:dfernandez@ucv.edu.pe  
CAMPUS UNIVERSITARIO CACATACHI -TARAPOTO- PERÚ



**Proyecto:** Simulación de una edificación de 4 pisos aplicando micropilotes circulares en la Banda de Shilcayo - San Martin- 2017  
**Localización:** Altura de la empresa maderera Caynarachi sac/Dist.:Banda de Shilcayo/Prov.:tarapoto/Dpto.:San Martin  
**Muestra:** Calicata N°05 - Estrato N°03 **Perforación:** Cielo Abierto  
**Material:** Arena mal graduada de color amarillo oscuro con manchas amarillentas de consistencia semi dura. **Profundidad de la Muestra:** 1.40 - 2.20 m  
**Para Uso:** Tesis **Fecha:** Abril del 2,018

#### LIMITE LIQUIDO : ASTM D - 4318

LATA	1	2	3	UNIDAD
PESO DE LATA	31.27	31.45	14.33	grs.
PESO DEL SUELO HUMEDO + LATA	58.13	56.44	36.30	grs.
PESO DEL SUELO SECO + LATA	51.40	50.35	31.06	grs.
PESO DEL AGUA	6.73	6.09	5.24	grs.
PESO DEL SUELO SECO	20.13	18.90	16.73	grs.
% DE HUMEDAD	33.43	32.22	31.32	%
NUMERO DE GOLPES	15	25	35	N°G



Indice de Flujo FI	
Límite de contracción (%)	
Límite Líquido (%)	32.22
Límite Plástico (%)	19.93
Indice de Plasticidad Ip (%)	12.29
Clasificación SUCS	SP
Clasificación AASHTO	A-2-6(0)
Indice de consistencia Ic	

#### LIMITE PLASTICO : ASTM D - 4318

LATA	1	2	3	UNIDAD
PESO DE LATA	30.81	30.52	25.28	grs.
PESO DEL SUELO HUMEDO + LATA	56.38	56.98	52.05	grs.
PESO DEL SUELO SECO + LATA	52.06	52.64	47.62	grs.
PESO DEL AGUA	4.32	4.34	4.43	grs.
PESO DEL SUELO SECO	21.25	22.12	22.34	grs.
% DE HUMEDAD	20.33	19.62	19.83	%
% PROMEDIO		19.93		%



**Figura 68.** Calicata N°05-Estrato N°03- L. Líquido-L. Plástico  
**Fuente:** Laboratorio de mecánica de suelos y materiales



## UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES

TELÉFONO: 042.582200 ANEXO: 3164 CORREO: dfernandezf@ucv.edu.pe

CAMPUS UNIVERSITARIO CACATACHI - TARAPOTO - PERÚ



**Proyecto:** Simulación de una edificación de 4 pisos aplicando micropilotes circulares en la Banda de Shilcayo - San Martín - 2017

**Localización:** Altura de la empresa madera Caynarachi sac/Dist.: Banda de Shilcayo/Prov.: San Martín/Dpto.: San Martín

**Muestra:** Calicata N°05 - Estrato N°04

**Material:** Arena arcillosa de color amarillo claro con manchas claras blancas de consistencia semi dura.

**Para Uso :** Tesis **Prof. de Muestra:** 2.20 - 3.00 m

**Perforación:** Cielo Abierto **Fecha:** Abril del 2,018

### HUMEDAD NATURAL : ASTM D - 2216

LATA	1	2	3	UNIDAD
PESO DE LATA	60.53	86.88	69.49	grs.
PESO DEL SUELO HUMEDO + LATA	286.49	293.27	287.06	grs.
PESO DEL SUELO SECO + LATA	250.12	260.85	252.49	grs.
PESO DEL AGUA	36.37	32.42	34.57	grs.
PESO DEL SUELO SECO	189.59	173.97	183.00	grs.
% DE HUMEDAD	19.18	18.64	18.89	%
PROMEDIO % DE HUMEDAD		18.90		%



**Figura 69.** Calicata N°05-Estrato N°04- Humedad natural  
*Fuente:* Laboratorio de mecánica de suelos y materiales

**Proyecto:** Simulación de una edificación de 4 pisos aplicando micropilotes circulares en la Banda de Shilcayo - San Martín - 2017  
**Localización:** Altura de la empresa maderera Caynarachi sac/Dist.: Banda de Shilcayo/Prov.: San Martín/Dpto.: San Martín  
**Muestra:** Calicata N°05 - Estrato N°04  
**Material:** Arena arcillosa de color amarillo claro con manchas claras blancas de consistencia semi dura.  
**Para Uso:** Tesis  
**Perforación:** Cielo Abierto  
**Profundidad de Muestra:** 2.20 - 3.00 m  
**Fecha:** Abril del 2,018

**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO ASTM D - 422**

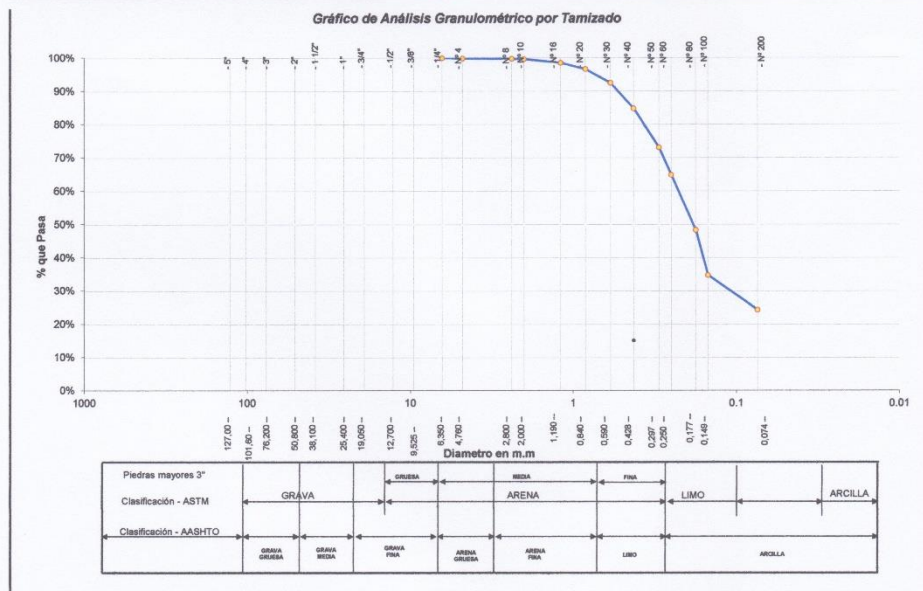
439.78

Tamices	Ø (mm)	Peso Retenido	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa
5"	127.00				
4"	101.60				
3"	76.20				
2"	50.80				100%
1 1/2"	38.10				100%
1"	25.40				75%
3/4"	19.050				95%
1/2"	12.700				
3/8"	9.525				40%
1/4"	6.350	0.00	0.00%	0.00%	100.00%
Nº 4	4.750	0.59	0.13%	0.13%	99.87%
Nº 8	2.380	0.44	0.10%	0.23%	99.77%
Nº 10	2.000	0.52	0.12%	0.35%	99.65%
Nº 16	1.190	4.90	1.11%	1.47%	98.53%
Nº 20	0.840	8.33	1.89%	3.36%	96.64%
Nº 30	0.590	18.08	4.11%	7.47%	92.53%
Nº 40	0.428	34.04	7.74%	15.21%	84.79%
Nº 50	0.297	51.35	11.68%	26.89%	73.11%
Nº 60	0.250	36.23	8.24%	35.13%	64.87%
Nº 80	0.177	72.45	16.47%	51.60%	48.40%
Nº 100	0.149	59.88	13.62%	65.22%	34.78%
Nº 200	0.074	45.74	10.40%	75.62%	24.38%
Fondo	0.01	107.23	24.38%	100.00%	0.00%
PESO INICIAL		439.78			TIPO B

Tamaño Máximo:	
Módulo de Fineza AF:	
Módulo de Fineza AG:	
Equivalente de Arena:	
Descripción Muestra:	Grupo: Suelo Granular Sub Grupo: Arena arcillosa
SUCS =	SC
AASHTO =	A-2-6(0)
LL =	30.88
LP =	18.98
IP =	11.90
IG =	
D 90 =	24.38
D 60 =	0.228
D 30 =	0.115
D 10 =	0.036
Observaciones:	

Arena arcillosa de color amarillo claro con manchas blancas claras semi compacta, de mediana plasticidad con 24.38% de finos (Que pasa la malla Nº 200). Lim. L<sub>10</sub> = 30.88% e Ind. Plast. = 11.90%






**Figura 70. Calicata N°05-Estrato N°04- Granulometría**  
 Fuente: Laboratorio de mecánica de suelos y materiales



### UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

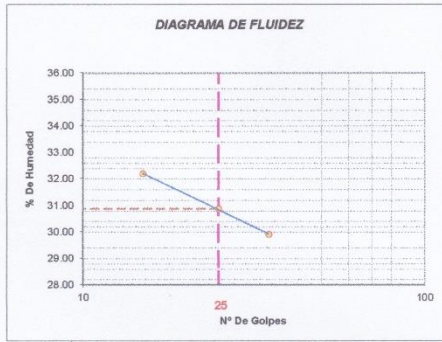
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES  
TELÉFONO: 042.582200 ANEXO: 3164 CORREO: dfernandezf@ucv.edu.pe  
CAMPUS UNIVERSITARIO CACATACHI-TARAPOTO- PERÚ



Proyecto:	Simulación de una edificación de 4 pisos aplicando micropilotes circulares en la Banda de Shilcayo - San Martín - 2017		
Localización:	Altura de la empresa madera Caynarachi sac/Dist.:Banda de Shilcayo/Prov.:San Martín/Dpto.:San Martín		
Muestra:	Calicata N°05 - Estrato N°04	Perforación:	Cielo Abierto
Material:	Arena arcillosa de color amarillo claro con manchas claras blancas de consistencia semi dura.	Profundidad de la Muestra:	2.20 - 3.00 m
Para Uso:	Tesis	Fecha:	Abril del 2,018

#### LIMITE LIQUIDO : ASTM D - 4318

LATA	1	2	3	UNIDAD
PESO DE LATA	14.34	24.98	25.37	grs.
PESO DEL SUELO HUMEDO + LATA	39.79	53.25	52.64	grs.
PESO DEL SUELO SECO + LATA	33.59	46.58	46.36	grs.
PESO DEL AGUA	6.20	6.67	6.28	grs.
PESO DEL SUELO SECO	19.25	21.60	20.99	grs.
% DE HUMEDAD	32.21	30.88	29.92	%
NUMERO DE GOLPES	15	25	35	N°G



Indice de Flujo FI	
Límite de contracción (%)	
Límite Líquido (%)	30.88
Límite Plástico (%)	18.98
Indice de Plasticidad Ip (%)	11.90
Clasificación SUCS	SC
Clasificación AASHTO	A-2-6(0)
Indice de consistencia Ic	

#### LIMITE PLASTICO : ASTM D - 4318

LATA	1	2	3	UNIDAD
PESO DE LATA	24.87	30.75	30.78	grs.
PESO DEL SUELO HUMEDO + LATA	50.54	56.71	57.78	grs.
PESO DEL SUELO SECO + LATA	46.43	52.52	53.54	grs.
PESO DEL AGUA	4.11	4.19	4.24	grs.
PESO DEL SUELO SECO	21.56	21.77	22.76	grs.
% DE HUMEDAD	19.06	19.25	18.63	%
% PROMEDIO		18.98		%



**Figura 71. Calicata N°05-Estrato N°04- L. Líquido-L. Plástico**  
Fuente: Laboratorio de mecánica de suelos y materiales



## UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES  
TELÉFONO: 042.582200 ANEXO: 3164 CORREO: dfernandezf@ucv.edu.pe  
CAMPUS UNIVERSITARIO CACATACHI - TARAPOTO - PERÚ



**Proyecto:** Simulación de una edificación de 4 pisos aplicando micropilotes circulares en la Banda de Shilcayo - San Martín - 2017  
**Localización:** Ex carretera Yurimaguas-Jr.San Martín-AA.VV Venecia/Dist.:Banda de Shilcayo/Prov.:San Martín/Dist.:San Martín  
**Muestra:** Calicata N°06 - Estrato N°02  
**Material:** Arena arcillosa de color marrón oscuro con manchas amarillentas de consistencia semi dura.  
**Para Uso :** Tesis **Prof. de Muestra:** 0.30 - 1.10 m  
**Perforación:** Cielo Abierto **Fecha:** Abril del 2,018

### HUMEDAD NATURAL : ASTM D - 2216

LATA	1	2	3	UNIDAD
PESO DE LATA	71.80	65.10	66.20	grs.
PESO DEL SUELO HUMEDO + LATA	297.60	274.10	295.50	grs.
PESO DEL SUELO SECO + LATA	264.14	243.14	261.55	grs.
PESO DEL AGUA	33.46	30.96	33.95	grs.
PESO DEL SUELO SECO	192.34	178.04	195.35	grs.
% DE HUMEDAD	17.40	17.39	17.38	%
PROMEDIO % DE HUMEDAD	17.39			%



**Figura 72.** Calicata N°06-Estrato N°02- Humedad natural  
**Fuente:** Laboratorio de mecánica de suelos y materiales

Proyecto: Simulación de una edificación de 4 pisos aplicando micropilotes circulares en la Banda de Shilcayo - San Martín - 2017  
 Localización: Ex carretera Yurimaguas-Jr. San Martín-AA.VV Venecia/Dist. Banda de Shilcayo/Prov. San Martín/Dist. San Martín  
 Muestra: Calicata N°06 - Estrato N°02 Perforación: Cielo Abierto  
 Material: Arena arcillosa de color marrón oscuro con manchas amarillentas de consistencia semi dura. Profundidad de Muestra: 0.30 - 1.10 m  
 Para Uso: Tesis Fecha: Abril del 2,018

**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO ASTM D - 422**

596.70

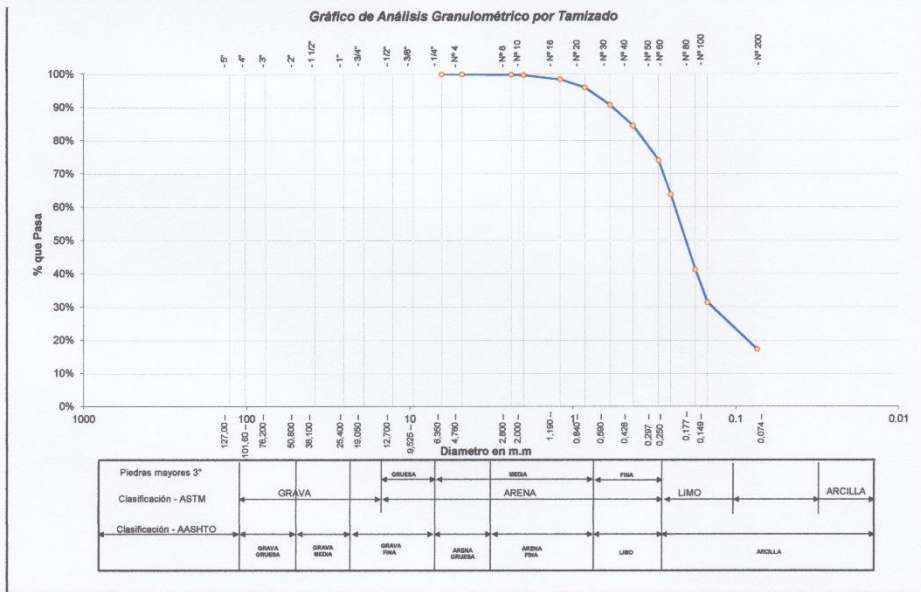
Tamices	Peso Retenido	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa	
5"	127.00				
4"	101.60				
3"	76.20				
2"	50.80				
1 1/2"	38.10				
1"	25.40				
3/4"	19.050				
1/2"	12.700				
3/8"	9.525				
1/4"	6.350	0.00	0.00%	100.00%	
N° 4	4.760	0.20	0.03%	99.97%	
N° 8	2.380	0.94	0.16%	99.81%	
N° 10	2.000	0.69	0.12%	99.89%	
N° 16	1.190	7.61	1.28%	98.42%	
N° 20	0.840	14.60	2.45%	95.97%	
N° 30	0.590	31.47	5.27%	90.70%	
N° 40	0.425	37.48	6.28%	84.42%	
N° 50	0.297	61.80	10.38%	74.06%	
N° 60	0.250	61.30	10.27%	63.79%	
N° 80	0.177	134.39	22.52%	58.74%	
N° 100	0.149	58.78	9.85%	31.41%	
N° 200	0.074	93.93	14.07%	17.35%	
Fondo	0.01	103.51	17.35%	0.00%	
PESO INICIAL	596.70				

LL	=	28.07	WT	=	
LP	=	16.50	WT+SAL	=	
IP	=	11.58	WSAL	=	
IG	=		WT+SDL	=	
			WSDL	=	
D 90=			%ARC.	=	17.35
D 60=	0.238		%ERR.	=	
D 30=	0.141		Cc	=	1.80
D 10=	0.047		Cu	=	5.07

Observaciones:

Arena arcillosa de color marrón oscuro con manchas amarillentas; semi compacta, de mediana plasticidad con 17.35% de finos (Que pasa la malla N° 200), Lim. Liq = 28.07% e Ind. Plast = 11.58%.



**Figura 73. Calicata N°06-Estrato N°02- Granulometría**  
 Fuente: Laboratorio de mecánica de suelos y materiales



### UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

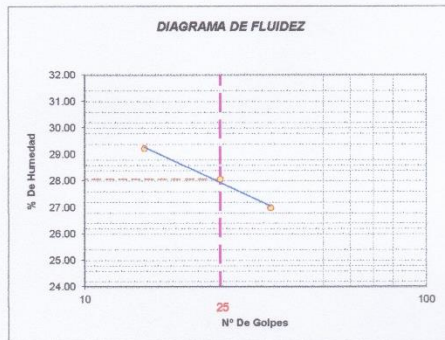
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES  
TELÉFONO: 042.582200 ANEXO: 3164 CORREO: dfernandezf@ucv.edu.pe  
CAMPUS UNIVERSITARIO CACATACHI - TARAPOTO - PERÚ



**Proyecto:** Simulación de una edificación de 4 pisos aplicando micropilotes circulares en la Banda de Shilcayo - San Martín - 2017  
**Localización:** Ex carretera Yurimaguas-Jr. San Martín-AA.VV Venecia/Dist.: Banda de Shilcayo/Prov.: San Martín/Dist.: San Martín  
**Muestra:** Calicata N°06 - Estrato N°02 **Perforación:** Cielo Abierto  
**Material:** Arena arcillosa de color marrón oscuro con manchas amarillentas de consistencia semi dura. **Profundidad de la Muestra:** 0.30 - 1.10 m  
**Para Uso:** Tesis **Fecha:** Abril del 2,018

#### LIMITE LIQUIDO : ASTM D - 4318

LATA	1	2	3	UNIDAD
PESO DE LATA	30.20	31.60	30.70	grs.
PESO DEL SUELO HUMEDO + LATA	53.80	56.10	55.40	grs.
PESO DEL SUELO SECO + LATA	48.46	50.73	50.15	grs.
PESO DEL AGUA	5.34	5.37	5.25	grs.
PESO DEL SUELO SECO	18.26	19.13	19.45	grs.
% DE HUMEDAD	29.24	28.07	26.99	%
NUMERO DE GOLPES	15	25	35	N°G



Indice de Flujo FI	
Limite de contracción (%)	
Limite Líquido (%)	28.07
Limite Plástico (%)	16.50
Indice de Plasticidad Ip (%)	11.58
Clasificación SUCS	SC
Clasificación AASHTO	A-2-6(0)
Indice de consistencia Ic	

#### LIMITE PLASTICO : ASTM D - 4318

LATA	1	2	3	UNIDAD
PESO DE LATA	24.72	24.88	25.08	grs.
PESO DEL SUELO HUMEDO + LATA	51.83	50.54	53.08	grs.
PESO DEL SUELO SECO + LATA	47.97	46.85	49.20	grs.
PESO DEL AGUA	3.86	3.69	3.88	grs.
PESO DEL SUELO SECO	23.25	21.97	24.12	grs.
% DE HUMEDAD	16.60	16.80	16.09	%
% PROMEDIO		16.50		%



**Figura 74.** Calicata N°06-Estrato N°02- L. Líquido-L. Plástico

Fuente: Laboratorio de mecánica de suelos y materiales



## UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES  
TELÉFONO: 042.582200 ANEXO: 3164 CORREO: dfernandezf@ucv.edu.pe  
CAMPUS UNIVERSITARIO CACATACHI - TARAPOTO - PERÚ



**Proyecto:** Simulación de una edificación de 4 pisos aplicando micropilotes circulares en la Banda de Shilcayo - San Martín - 2017  
**Localización:** Ex carretera Yurimaguas-Jr. San Martín-AA.VV Venecia/Dist.: Banda de Shilcayo/Prov.: San Martín/Dpto.: San Martín  
**Muestra:** Calicata N°06 - Estrato N°03  
**Material:** Arena arcillosa de color amarillo clara de consistencia dura.  
**Para Uso:** Tesis **Prof. de Muestra:** 1.10 -3.00 m  
**Perforación:** Cielo Abierto **Fecha:** Abril del 2,018

### HUMEDAD NATURAL : ASTM D - 2216

LATA	1	2	3	UNIDAD
PESO DE LATA	86.89	66.14	60.51	grs.
PESO DEL SUELO HUMEDO + LATA	308.41	273.12	290.50	grs.
PESO DEL SUELO SECO + LATA	276.10	241.40	256.60	grs.
PESO DEL AGUA	32.31	31.72	33.90	grs.
PESO DEL SUELO SECO	189.21	175.26	196.09	grs.
% DE HUMEDAD	17.08	18.10	17.29	%
PROMEDIO % DE HUMEDAD	17.49			%



**Figura 75.** Calicata N°06-Estrato N°03- Humedad natural

*Fuente:* Laboratorio de mecánica de suelos y materiales



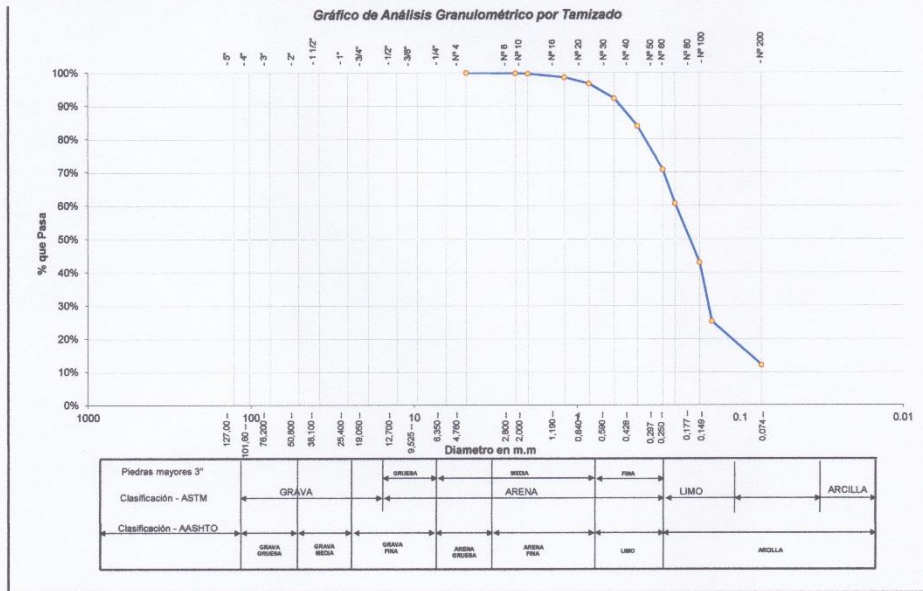


**Proyecto:** Simulación de una edificación de 4 pisos aplicando micropilotes circulares en la Banda de Shilcayo - San Martín - 2017  
**Localización:** Ex carretera Yurimaguas-Jr. San Martín-AA.VV Venecia/Dist. Banda de Shilcayo/Prov. San Martín/Dpto. San Martín  
**Muestra:** Calicata N°06 - Estrato N°03  
**Material:** Arena arcillosa de color amarillo clara de consistencia dura.  
**Para Uso:** Tesis  
**Perforación:** Cielo Abierto  
**Profundidad de Muestra:** 1.10-3.00 m  
**Fecha:** Abril del 2,018

**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO ASTM D - 422**

430.48

Tamices	Peso Retenido	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Pasa		Tamaño Máximo:
5"	127.00					Modulo de Fineza AF:
4"	101.60					Modulo de Fineza AG:
3"	76.20					Equivalente de Arena:
2"	50.80					Descripción Muestra:
1 1/2"	38.10					Grupo: Suelo Granular
1"	25.40					Sub Grupo: Arena arcillosa
3/4"	19.050					SUCS = SC AASHTO = A-2(6)
1/2"	12.700					LL = 34.10 WT =
3/8"	9.525					LP = 19.61 WT+SAL =
1/4"	6.350					JP = 14.50 WSAL =
N° 4	4.760	0.00	0.00%	100.00%		IG = WT+SDL =
N° 8	2.380	0.56	0.13%	99.87%		WSDL =
N° 10	2.000	0.58	0.13%	99.74%		D 90= %ARC. = 12.19
N° 16	1.190	4.93	1.15%	98.59%		D 60= 0.247 %ERR. =
N° 20	0.840	8.13	1.89%	96.70%		D 30= 0.156 Cc = 1.58
N° 30	0.590	19.23	4.47%	92.23%		D 10= 0.062 Cu = 3.95
N° 40	0.426	35.60	8.27%	83.96%		Observaciones:
N° 50	0.297	56.40	13.10%	70.86%		Arena arcillosa de color amarillo claro semi compacto, de mediana plasticidad con 12.19% de finos (Que pasa la malla N° 200). Lim. Liq = 34.10% e Ind. Plast. = 14.50%.
N° 60	0.250	43.72	10.16%	60.71%		
N° 80	0.177	76.05	17.67%	43.04%		
N° 100	0.148	76.16	17.69%	25.35%		
N° 200	0.074	56.64	13.16%	87.81%	12.19%	
Fondo	0.01	52.48	12.19%	100.00%	0.00%	
PESO INICIAL	430.48					



ING. MAURICIO FLORES CÉSAR
   
 INGENIERO CIVIL
   
 T. 042 582 2000

**Figura 76. Calicata N°06-Estrato N°03- Granulometría**  
 Fuente: Laboratorio de mecánica de suelos y materiales



### UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

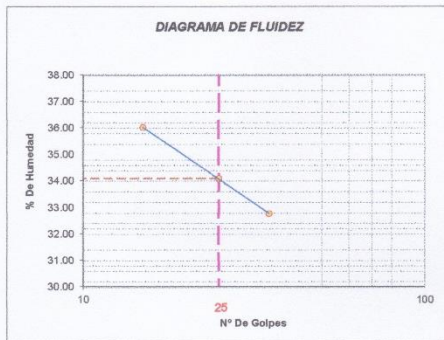
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES  
TELÉFONO: 042.582200 ANEXO: 3164 CORREO: dfernandezf@ucv.edu.pe  
CAMPUS UNIVERSITARIO CACATACHI - TARAPOTO - PERÚ



**Proyecto:** Simulación de una edificación de 4 pisos aplicando micropilotes circulares en la Banda de Shilcayo - San Martín - 2017  
**Localización:** Ex carretera Yurimaguas-Jr.San Martín-AA.VV Venecia/Dist.:Banda de Shilcayo/Prov.:San Martín/Dpto.:San Martín  
**Muestra:** Calicata N°06 - Estrato N°03 **Perforación:** Cielo Abierto  
**Material:** Arena arcillosa de color amarillo clara de consistencia dura. **Profundidad de la Muestra:** 1.10 -3.00 m  
**Para Uso:** Tesis **Fecha:** Abril del 2,018

#### LIMITE LIQUIDO : ASTM D - 4318

LATA	1	2	3	UNIDAD
PESO DE LATA	30.70	31.20	30.40	grs.
PESO DEL SUELO HUMEDO + LATA	55.50	57.90	59.40	grs.
PESO DEL SUELO SECO + LATA	48.93	51.11	52.24	grs.
PESO DEL AGUA	6.57	6.79	7.16	grs.
PESO DEL SUELO SECO	18.23	19.91	21.84	grs.
% DE HUMEDAD	36.04	34.10	32.78	%
NUMERO DE GOLPES	15	25	35	N°G



Indice de Flujo FI	
Límite de contracción (%)	
Límite Líquido (%)	34.10
Límite Plástico (%)	19.61
Indice de Plasticidad Ip (%)	14.50
Clasificación SUCS	SC
Clasificación AASHTO	A-2-6(0)
Indice de consistencia Ic	

#### LIMITE PLASTICO : ASTM D - 4318

LATA	1	2	3	UNIDAD
PESO DE LATA	30.77	30.77	30.51	grs.
PESO DEL SUELO HUMEDO + LATA	56.09	57.81	59.96	grs.
PESO DEL SUELO SECO + LATA	51.85	53.44	55.17	grs.
PESO DEL AGUA	4.24	4.37	4.79	grs.
PESO DEL SUELO SECO	21.08	22.67	24.66	grs.
% DE HUMEDAD	20.11	19.28	19.42	%
% PROMEDIO		19.61		%



**Figura 77.** Calicata N°06-Estrato N°03- L. Líquido-L. Plástico

**Fuente:** Laboratorio de mecánica de suelos y materiales



**ENSAYO DE CORTE DIRECTO**

ASTM D3080

**INFORME :** LMSM 2018 **DESCRIPCION DEL SUELO:** ARENA ARCILLOSO

**PROYECTO :** SIMULACION DE UN EDIFICACION DE APISOS APLICANDO MICROPILOTOS CIRCULARES EN LA BANDA DE SHILCAYO- SAN MARTIN -2017

**SOLICITANTE :** EST. Ing. DAVID CAMPOS VASQUEZ **CERTIFICADO** LMSM-LEM N° 0020

**UBICACIÓN :** DISTRITO DE LA BANDA DE SHILCAYO, PROVINCIA SAN MARTIN **DISPOSITIVO UTILIZADO :** ELECTRONICO LCD/31-EEWW

**FECHA :** JUNIO DEL 2018 **HORA DE ENSAYO** 10:45 a. m.

Sondaje : C-01 MI Profundidad : 0.40 - 3.00 m Velocidad : 0.5 mm/min  
 Muestra : M-I Estado : INALTERADO Clasificación SUCS: SC

ESPECIMEN 1			ESPECIMEN 2			ESPECIMEN 3		
Altura:	20.00 mm		Altura:	20.00 mm		Altura:	20.00 mm	
Lado:	60.00 mm		Lado:	60.00 mm		Lado:	60.00 mm	
D. Seca:	1.61 gr/cm <sup>3</sup>		D. Seca:	1.61 gr/cm <sup>3</sup>		D. Seca:	1.61 gr/cm <sup>3</sup>	
Humedad:	11.01 %		Humedad:	11.01 %		Humedad:	11.00 %	
Esf. Normal:	0.56 kg/cm <sup>2</sup>		Esf. Normal:	1.11 kg/cm <sup>2</sup>		Esf. Normal:	1.67 kg/cm <sup>2</sup>	
Esf. Corte:	0.35 kg/cm <sup>2</sup>		Esf. Corte:	0.56 kg/cm <sup>2</sup>		Esf. Corte:	0.78 kg/cm <sup>2</sup>	

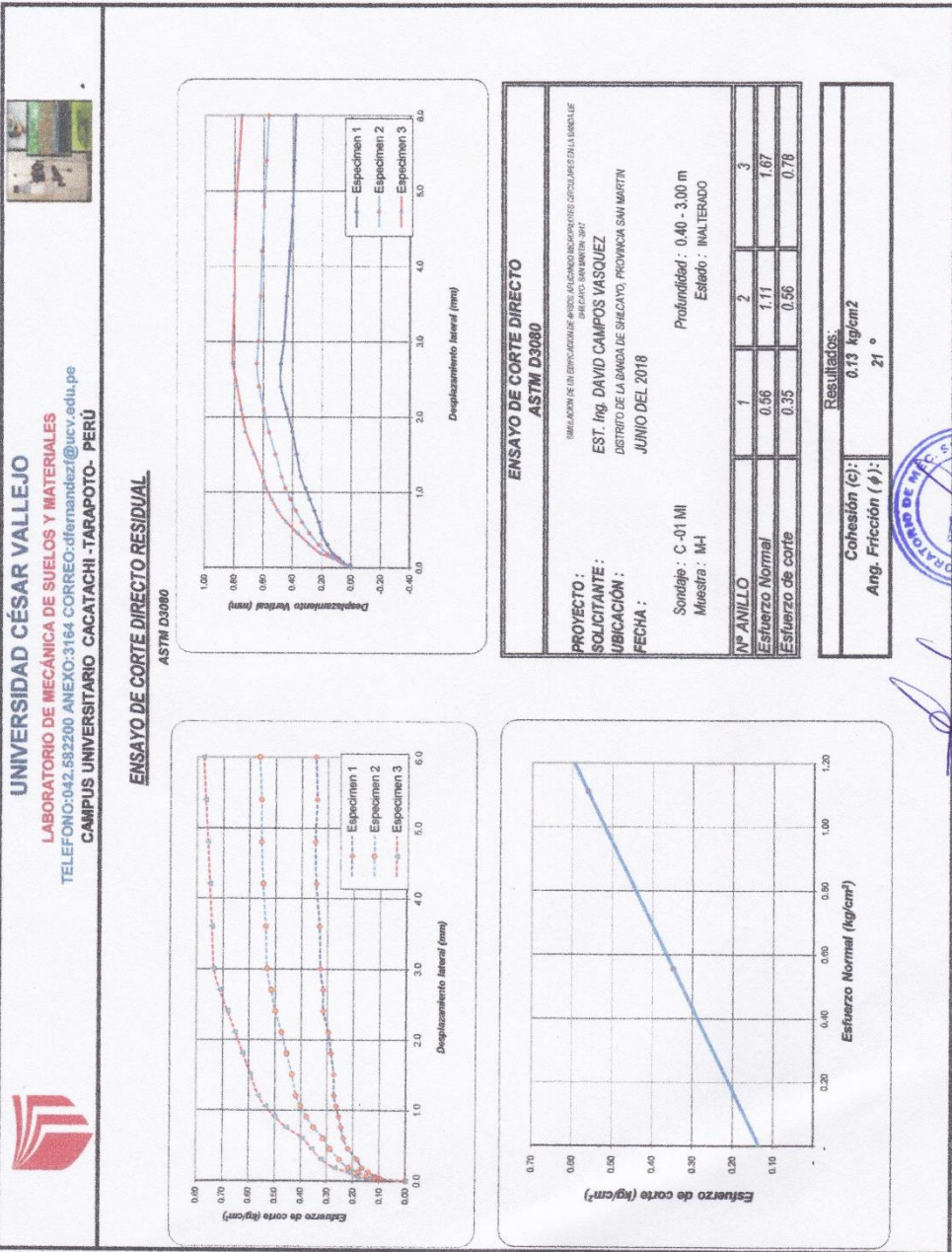
Desp. lateral (mm)	Esfuerzo de Corte (kg/cm <sup>2</sup> )	Esfuerzo Normalizado (σ/σ)	Desp. lateral (mm)	Esfuerzo de Corte (kg/cm <sup>2</sup> )	Esfuerzo Normalizado (τ/σ)	Desp. lateral (mm)	Esfuerzo de Corte (kg/cm <sup>2</sup> )	Esfuerzo Normalizado (τ/σ)
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
0.03	0.10	0.17	0.03	0.12	0.11	0.03	0.14	0.08
0.06	0.11	0.21	0.06	0.15	0.13	0.06	0.18	0.11
0.12	0.14	0.25	0.12	0.18	0.16	0.12	0.22	0.13
0.18	0.17	0.30	0.18	0.22	0.20	0.18	0.27	0.16
0.30	0.18	0.33	0.30	0.25	0.23	0.30	0.32	0.19
0.45	0.22	0.39	0.45	0.29	0.26	0.45	0.36	0.21
0.60	0.24	0.42	0.60	0.31	0.28	0.60	0.39	0.23
0.75	0.25	0.44	0.75	0.35	0.31	0.75	0.45	0.27
0.90	0.26	0.45	0.90	0.38	0.33	0.90	0.50	0.30
1.05	0.26	0.47	1.05	0.40	0.35	1.05	0.54	0.32
1.20	0.27	0.48	1.20	0.42	0.37	1.20	0.56	0.33
1.50	0.28	0.48	1.50	0.43	0.38	1.50	0.59	0.35
1.80	0.29	0.50	1.80	0.45	0.40	1.80	0.62	0.36
2.10	0.30	0.51	2.10	0.47	0.41	2.10	0.65	0.38
2.40	0.32	0.55	2.40	0.50	0.43	2.40	0.68	0.39
2.70	0.32	0.55	2.70	0.51	0.44	2.70	0.71	0.41
3.00	0.33	0.56	3.00	0.53	0.45	3.00	0.73	0.42
3.60	0.33	0.56	3.60	0.54	0.45	3.60	0.74	0.42
4.20	0.34	0.58	4.20	0.55	0.46	4.20	0.75	0.42
4.80	0.35	0.58	4.80	0.55	0.46	4.80	0.76	0.42
5.40	0.34	0.56	5.40	0.55	0.45	5.40	0.77	0.42
6.00	0.35	0.56	6.00	0.56	0.45	6.00	0.78	0.42

OBSERVACIONES: La muestra y datos adjuntos han sido proporcionados por el solicitante

  
 Ing. Cesar Manuel Flores Ce  
 INGENIERO CIVIL  


RONAMOISUELOS/FIC

**Figura 78. Corte Directo**  
 Fuente: Laboratorio de mecánica de suelos y materiales



**Figura 79. Corte Directo**  
**Fuente:** Laboratorio de mecánica de suelos y materiales

### **III. SIMULACIÓN EN EL SOFTWARE**

#### **a) Cargas**

Carga Peso: según lo especificado en la norma técnica E.030. Diseño Sismorresistente. Nos indica que la estructura de estudio está ubicada en la categoría C de Edificaciones Comunes, por lo cual aplicamos lo indicado en el inciso b, lo cual nos indica que para edificios comprendidos en dicha categoría se adicionara un 25% más de carga viva.

Carga Muerta: Se procedió a considerar el peso propio que transmiten los elementos estructurales como en este caso son la losa, vigas, columnas, etc.

Carga Viva: según lo establecido en la Tabla 1 “Cargas Vivas Mínimas Repartidas” de la Norma Técnica E.020 Cargas, lo define como carga repartida según la ocupación o uso que se le da, en la categoría de viviendas se considera una carga de 200 kg/m<sup>2</sup>, por lo cual se lo aplico desde el 1° nivel hasta el 3° nivel, y en el último nivel se aplicó 100 kg/m<sup>2</sup> lo cual es aplicado para techos con una inclinación que hasta 3°.

#### **b) Combinación de cargas**

Como objetivo de la investigación se aplicará la combinación de cargas para realizar la simulación en el software SAP2000 v.18.2, el cual está establecida en la Norma Técnica E.060 Concreto Armado obteniendo  $U=1.4cm+1.7cv$ .

#### **c) Fuerza Cortante Mínima**

La distribución en la planta de la edificación muestra una estructura regular y como menciona en el artículo 4.6.4 Fuerza cortante mínima, que se establece en la Norma Técnica E.030, para lo cual la fuerza cortante en el primer entepiso del edificio no podrá ser menor que el 80% de la cortante basal estática.

#### **d) Desplazamientos Admisibles**

Se considerar que el máximo desplazamiento relativo de entepiso, o se deberá exceder a una fracción de la altura del entepiso (distorsión) tal como se menciona en el artículo 5.2 Desplazamiento Laterales Relativos Admisibles, lo cuales están establecidos en la Norma Técnica E.030. Para

lo cual el material predominante es concreto armado y se asume una distorsión máxima ( $\Delta_v/h_{ei}$ ) la cual será de 0.007.

**e) Análisis Sísmico con SAP2000**

Para realizar la modelación del edificio de 4 pisos se utilizó el programa SAP2000 v.18.2 y se siguieron los siguientes pasos

- Se diseñó la modelación de la estructura guiándose del plano estructural del proyecto de la edificación de 4 pisos.
- Se define las propiedades del concreto.
- Se definen las secciones de las columnas, vigas, losa, diafragma desde el 1° al 4° piso, además de las vigas longitudinales y transversales.
- Se asignaron las cargas a los elementos.
- Se asignaron los diafragmas rígidos da los diferentes niveles del edificio.
- De la ejecución del modelo se utilizó las siguientes tablas:
  - Table: Analysis – Result – Modal Result – Modal Periods and frequencies.
  - Table: Modal Load Participation Ratios
  - Table: Modal Participating Mass Ratios
  - Table: Modal Participation Factors
  - Table: Response Spectrum Modal Information

**IV. PROCEDIMIENTO DE CÁLCULO DE ASENTAMIENTO**

**a) Cálculo de coeficiente de balasto**

El coeficiente de balasto  $K_s$  es un parámetro que se define como la relación entre la presión que actúa en un punto,  $p$ , y el asiento que se produce,  $y$ , es decir  $K_s=p/y$ . Este parámetro tiene dimensión de peso específico y, aunque depende de las propiedades del terreno no es una constante del mismo ya que también depende de las dimensiones del área que carga contra el terreno.

Tipo Suelo	K30 min	K30 max
Suelo Fangoso	0,5	1,5
Arena seca o húmeda, suelta (Nspt 3 a 9)	1,2	3,6
Arena seca o húmeda, media (Nspt 9 a 30)	3,6	12
Arena seca o húmeda, densa (Nspt 30 a 50)	12	24
Grava fina con arena fina	8	10
Grava media con arena fina	10	12
Grava media con arena gruesa	12	15
Grava gruesa con arena gruesa	15	20
Grava gruesa firmemente estratificada	20	40
Arcilla blanda $q_u$ 0,25 a 0,5 kg/cm <sup>2</sup>	0,65	1,3
Arcilla media $q_u$ 0,5 a 2,0 kg/cm <sup>2</sup>	1,3	4
Arcilla compacta $q_u$ 2,0 a 4,0 kg/cm <sup>2</sup>	4	8
Arcilla margosa dura $q_u = 4$ a 10 kg/cm <sup>2</sup>	8	21
Marga arenosa rígida	21	44
Arena de miga y toscó	22	110
Marga	22	2200
Caliza margosa alterada	150	220
Caliza sana	885	36000
Granito meteorizado	30	9000
Granito sano	1700	3600

Los terrenos granulares bajo en NF tendrán una  $K=0,6$  de la tabla

**Figura 80. Valores de K30 en Kg/cm<sup>3</sup>**

*Fuente:* Jiménez Salas

Para una zapata cuadrada de lado B (m) el coeficiente de balasto valdrá:

Para suelos cohesivos.

$$K = \frac{k_{30} * 0.30}{B}$$

Donde se procede a reemplazar los valores obtenidos en los EMS,

$$K = \frac{4 * 0.30}{2}$$

$$K = 0.60 \text{ kg/cm}^3$$

Para el coeficiente  $K_{30}$  se optó por relacionarlo como una arcilla media, ya que el  $q_u = 0.78 \text{ kg/cm}^2$  y tomándolo como el valor  $K_{30}$  máximo, se obtuvo el valor de  $k=0.6 \text{ kg/cm}^3$ .

## b) Norma E.030

### ➤ Zonificación

A cada zona se le asigna un factor Z según se indica en la Tabla N°1. Este factor se interpreta como la aceleración máxima horizontal en suelo rígido con una probabilidad de 10% de ser excedida en 50 años. El factor Z se expresa como una fracción de la aceleración de la gravedad. (NORMA E.030: Diseños Sismorresistente, 2018, p.8)



**Figura 10. Zonas sísmicas**

*Fuente:* Norma E. 030 Diseño Sismorresistente. Perú. 2018. p 8.

ZONA	Z
4	0,45
3	0,35
2	0,25
1	0,10

**Figura 81. Factores de Zona "Z"**

*Fuente:* Norma E. 030 Diseño Sismorresistente. Perú. 2018. p 9.

La zona donde se realizó la investigación es una Zona 3 y el factor de Z es de 0.35. ya que se encuentra ubicada en el departamento de San Martín el cual comparte dos Zonas las cuales son Zona 2 y Zona 3, el distrito de la Banda de Shilcayo se ubica en la Zona 3 ya que pertenece a la provincia de San Martín.

➤ **Condiciones Geotécnicas**

Perfil Tipo S2: Suelo Intermedios.

En este tipo de suelo se pueden apreciar los suelos mediamente rígidos.

➤ **Parámetros de sitio (S, TP y TL)**

Los parámetros que se consideran para cada tipo de perfil se describen la siguiente tabla, en donde nos brinda el valor S, TP y TL. Teniendo como relación la Zona y el tipo de perfil.



Tabla N° 3 FACTOR DE SUELO "S"				
SUELO ZONA	S <sub>0</sub>	S <sub>1</sub>	S <sub>2</sub>	S <sub>3</sub>
Z <sub>4</sub>	0,80	1,00	1,05	1,10
Z <sub>3</sub>	0,80	1,00	1,15	1,20
Z <sub>2</sub>	0,80	1,00	1,20	1,40
Z <sub>1</sub>	0,80	1,00	1,60	2,00

**Figura 82.** Factores de Suelo "S"

*Fuente:* Norma E. 030 Diseño Sismorresistente. Perú. 2018. p 12.

Tabla N° 4 PERÍODOS "T <sub>P</sub> " Y "T <sub>L</sub> "				
	Perfil de suelo			
	S <sub>0</sub>	S <sub>1</sub>	S <sub>2</sub>	S <sub>3</sub>
T <sub>P</sub> (s)	0,3	0,4	0,6	1,0
T <sub>L</sub> (s)	3,0	2,5	2,0	1,6

**Figura 83.** Periodos "T<sub>P</sub>" y "T<sub>L</sub>"

*Fuente:* Norma E. 030 Diseño Sismorresistente. Perú. 2018. p 13.

- Como se sabe nuestro suelo es un S<sub>2</sub>, así que los valores de T<sub>P</sub> y T<sub>L</sub> son:

$$T_P = 0,60$$

$$T_L = 2,00$$

### Factor de amplificación sísmica

De acuerdo a las características de sitio, se puede definir el factor de amplificación sísmica (C):

$$T < T_p \quad C = 2,5$$

$$T_p < T < T_l \quad C = 2,5 \cdot \left(\frac{T_p}{T}\right)$$

$$T > T_l \quad C = 2,5 \cdot \left(\frac{T_p \cdot T_l}{T^2}\right)$$

Donde para un suelo intermedio el cuadro de amplificación sería el siguiente:

Tabla 13

Amplificación sísmica

T	C	T	C	T	C	T	C
0,0	2,50	1,4	1,07	2,3	0,57	4,0	0,19
0,6	2,50	1,5	1,00	2,4	0,52	4,5	0,15
0,7	2,14	1,6	0,94	2,5	0,48	5,0	0,12
0,8	1,88	1,7	0,88	2,6	0,44	5,5	0,10
0,9	1,67	1,8	0,83	2,7	0,41	6,0	0,08
1,0	1,50	1,9	0,79	2,8	0,38	6,5	0,07
1,1	1,36	2,0	0,75	2,9	0,36	7,0	0,06
1,2	1,25	2,1	0,68	3,0	0,33	8,0	0,05
1,3	1,15	2,2	0,62	3,5	0,24	-	-

➤ **Categoría de las Edificaciones y Factor de Uso (U)**

Para lo que es la categoría y el uso se tiene en cuenta que la vivienda es multifamiliar así que encaja la categoría C de Edificaciones Comunes, el cual tiene como Factor  $U=1.3$

➤ **Análisis Dinámico Modal Espectral**

**a) Modos de vibración**

En cada dirección se deberán de considerar aquellos modos de vibración cuya suma de masas efectivas sea por lo menos del 90% de la masa total, pero deberá tomarse en cuenta por lo menos los tres primeros modos predominantes en la dirección de análisis.

**b) Fuerza Cortante Mínima**

La fuerza cortante en el primer entrepiso del edificio no podrá ser menor que el 80% para estructuras regulares, ni menor que el 90% para estructuras irregulares según lo indicado en la Norma E.030 (2018).

**c) Excentricidad Accidental**

Para el valor de la excentricidad accidental se tomó el valor igual a 0.05 veces las dimensiones del edificio como lo establecido en la Norma E.030 (2018).

➤ **Desplazamientos Laterales Relativos Admisibles**

El desplazamiento máximo relativo entre los pisos, no deberá de exceder la fracción de la altura de entrepiso que se indica en la Tabla N° 11(Norma E0.30, 2018)

Tabla N° 11 LÍMITES PARA LA DISTORSIÓN DEL ENTREPISO	
Material Predominante	( $\Delta_i / h_{ei}$ )
Concreto Armado	0,007
Acero	0,010
Albañilería	0,005
Madera	0,010
Edificios de concreto armado con muros de ductilidad limitada	0,005

Nota: Los límites de la distorsión (deriva) para estructuras de uso industrial serán establecidos por el proyectista, pero en ningún caso excederán el doble de los valores de esta Tabla.

**Figura 84.** Límites para la distorsión del entrepiso

Fuente: Norma E. 030 Diseño Sismorresistente. Perú. 2018. p 29.

c) **Método Analítico**

Con la aplicación de este método encontraremos el asentamiento de la edificación en cada punto de la estructura, lo cual nos permitirá conocer el Asentamiento Máximo y Asentamiento Mínimo.

$$P_{total} = P_{edif} + P_{cim}$$

Donde:

$P_{total}$  = es la sumatoria del peso de la edificación más el peso del cimiento (zapata).

$P_{edif}$  = es la carga de la edificación en el cual se incluye la carga viva más la carga muerta.

$P_{cim}$  = es la carga que se presenta de la dimensión de la cimentación.

$$K_z = C_1 * A_{cim}$$

Donde:

$K_z$  = es la relación que existe entre el coeficiente de balasto y el área de la cimentación.

$C_1$  = es el Coeficiente de Balasto expresado en Tn/m<sup>3</sup>.

$A_{cim}$  = es el área de la cimentación donde está apoyada la edificación.

$$S_t = \frac{P_{total}}{K_z}$$

Donde:

$S_t$  = es el asentamiento que se produce en la edificación.

Tabla 14

Límites para la distorsión del entrepiso

<b>17</b>	<b>8</b>	<b>11</b>	<b>14</b>
<b>4.03 tn</b>	<b>6.98 tn</b>	<b>7.04 tn</b>	<b>4.1 tn</b>
<b>16</b>	<b>7</b>	<b>10</b>	<b>13</b>
<b>6.55 tn</b>	<b>11.17 tn</b>	<b>11.29 tn</b>	<b>6.67 tn</b>
<b>15</b>	<b>6</b>	<b>9</b>	<b>12</b>
<b>6.32 tn</b>	<b>10.81 tn</b>	<b>10.92 tn</b>	<b>6.41 tn</b>
<b>1</b>	<b>21</b>	<b>42</b>	<b>62</b>
<b>3.8 tn</b>	<b>6.49 tn</b>	<b>6.69 tn</b>	<b>3.9 tn</b>

Fuente: Sap2000 v.18.2

### Ítem 17

**Paso 1:** Se calculará el  $P_{total}$  en cada punto de la edificación.

$$P_{total} = 4.03 + 2.4 * 2 * 2 * .6$$

$$P_{total} = 9.79 \text{ tn}$$

**Paso 2:** Calcular el valor de  $K_z$ , donde el valor de  $C_1=0.60 \text{ kg/cm}^3$

$$K_z = C_1 * A_{cim}$$

$$K_z = 600 * 2 * 2$$

$$K_z = 2400 \text{ tn/m}$$

**Paso 3:** Calcular el valor de  $S_t$ , ya que se conoce los valores de  $P_{total}$  y  $K_z$ .

$$S_t = \frac{P_{total}}{K_z}$$

$$S_t = \frac{9.79 \text{ tn}}{2400 \text{ tn/m}}$$

$$S_t = 0.4079 \text{ cm} < 2.54 \text{ cm Ok}$$

### Ítem 8

**Paso 1:** Se calculará el  $P_{total}$  en cada punto de la edificación.

$$P_{total} = 6.98 + 2.4 * 2 * 2 * .6$$

$$P_{total} = 12.74 \text{ tn}$$

**Paso 2:** Calcular el valor de  $K_z$ , donde el valor de  $C_1=0.60 \text{ kg/cm}^3$

$$K_z = C_1 * A_{cim}$$

$$K_z = 600 * 2 * 2$$

$$K_z = 2400 \text{ tn/m}$$

**Paso 3:** Calcular el valor de  $S_t$ , ya que se conoce los valores de  $P_{total}$  y  $K_z$ .

$$S_t = \frac{P_{total}}{K_z}$$

$$S_t = \frac{12.74 \text{ tn}}{2400 \text{ tn/m}}$$

$$S_t = 0.5308 \text{ cm} < 2.54 \text{ cm Ok}$$

### Ítem 11

**Paso 1:** Se calculará el  $P_{total}$  en cada punto de la edificación.

$$P_{total} = 7.04 + 2.4 * 2 * 2 * .6$$

$$P_{total} = 12.80 \text{ tn}$$

**Paso 2:** Calcular el valor de  $K_z$ , donde el valor de  $C_1=0.60 \text{ kg/cm}^3$

$$K_z = C_1 * A_{cim}$$

$$K_z = 600 * 2 * 2$$

$$K_z = 2400 \text{ tn/m}$$

**Paso 3:** Calcular el valor de  $S_t$ , ya que se conoce los valores de  $P_{total}$  y  $K_z$ .

$$S_t = \frac{P_{total}}{K_z}$$

$$S_t = \frac{12.80 \text{ tn}}{2400 \text{ tn/m}}$$

$$S_t = 0.5333 \text{ cm} < 2.54 \text{ cm Ok}$$

### Ítem 1

**Paso 1:** Se calculará el  $P_{total}$  en cada punto de la edificación.

$$P_{total} = 4.10 + 2.4 * 2 * 2 * .6$$

$$P_{total} = 9.86 \text{ tn}$$

**Paso 2:** Calcular el valor de  $K_z$ , donde el valor de  $C_1=0.60 \text{ kg/cm}^3$

$$K_z = C_1 * A_{cim}$$

$$K_z = 600 * 2 * 2$$

$$K_z = 2400 \text{ tn/m}$$

**Paso 3:** Calcular el valor de  $S_t$ , ya que se conoce los valores de  $P_{total}$  y  $K_z$ .

$$S_t = \frac{P_{total}}{K_z}$$

$$S_t = \frac{9.86 \text{ tn}}{2400 \text{ tn/m}}$$

$$S_t = 0.4108 \text{ cm} < 2.54 \text{ cm Ok}$$

### Ítem 16

**Paso 1:** Se calculará el  $P_{total}$  en cada punto de la edificación.

$$P_{total} = 6.55 + 2.4 * 2 * 2 * .6$$

$$P_{total} = 12.31 \text{ tn}$$

**Paso 2:** Calcular el valor de  $K_z$ , donde el valor de  $C_1=0.60 \text{ kg/cm}^3$

$$K_z = C_1 * A_{cim}$$

$$K_z = 600 * 2 * 2$$

$$K_z = 2400 \text{ tn/m}$$

**Paso 3:** Calcular el valor de  $S_t$ , ya que se conoce los valores de  $P_{total}$  y  $K_z$ .

$$S_t = \frac{P_{total}}{K_z}$$

$$S_t = \frac{12.31 \text{ tn}}{2400 \text{ tn/m}}$$

$$S_t = 0.5129 \text{ cm} < 2.54 \text{ cm Ok}$$

### Ítem 7

**Paso 1:** Se calculará el  $P_{total}$  en cada punto de la edificación.

$$P_{total} = 11.17 + 2.4 * 2 * 2 * .6$$

$$P_{total} = 16.93 \text{ tn}$$

**Paso 2:** Calcular el valor de  $K_z$ , donde el valor de  $C_1=0.60 \text{ kg/cm}^3$

$$K_z = C_1 * A_{cim}$$

$$K_z = 600 * 2 * 2$$

$$K_z = 2400 \text{ tn/m}$$

**Paso 3:** Calcular el valor de  $S_t$ , ya que se conoce los valores de  $P_{total}$  y  $K_z$ .

$$S_t = \frac{P_{total}}{K_z}$$

$$S_t = \frac{16.93 \text{ tn}}{2400 \text{ tn/m}}$$

$$S_t = 0.7054 \text{ cm} < 2.54 \text{ cm Ok}$$

### Ítem 10

**Paso 1:** Se calculará el  $P_{total}$  en cada punto de la edificación.

$$P_{total} = 11.29 + 2.4 * 2 * 2 * .6$$

$$P_{total} = 17.05 \text{ tn}$$

**Paso 2:** Calcular el valor de  $K_z$ , donde el valor de  $C_1=0.60 \text{ kg/cm}^3$

$$K_z = C_1 * A_{cim}$$

$$K_z = 600 * 2 * 2$$

$$K_z = 2400 \text{ tn/m}$$

**Paso 3:** Calcular el valor de  $S_t$ , ya que se conoce los valores de  $P_{total}$  y  $K_z$ .

$$S_t = \frac{P_{total}}{K_z}$$

$$S_t = \frac{17.05 \text{ tn}}{2400 \text{ tn/m}}$$

$$S_t = 0.7104 \text{ cm} < 2.54 \text{ cm Ok}$$

### Ítem 13

**Paso 1:** Se calculará el  $P_{total}$  en cada punto de la edificación.

$$P_{total} = 6.67 + 2.4 * 2 * 2 * .6$$

$$P_{total} = 12.43 \text{ tn}$$

**Paso 2:** Calcular el valor de  $K_z$ , donde el valor de  $C_1=0.60 \text{ kg/cm}^3$

$$K_z = C_1 * A_{cim}$$

$$K_z = 600 * 2 * 2$$

$$K_z = 2400 \text{ tn/m}$$

**Paso 3:** Calcular el valor de  $S_t$ , ya que se conoce los valores de  $P_{total}$  y  $K_z$ .

$$S_t = \frac{P_{total}}{K_z}$$

$$S_t = \frac{12.43 \text{ tn}}{2400 \text{ tn/m}}$$

$$S_t = 0.5179 \text{ cm} < 2.54 \text{ cm Ok}$$

### Ítem 15

**Paso 1:** Se calculará el  $P_{total}$  en cada punto de la edificación.

$$P_{total} = 6.32 + 2.4 * 2 * 2 * .6$$

$$P_{total} = 12.08 \text{ tn}$$

**Paso 2:** Calcular el valor de  $K_z$ , donde el valor de  $C_1=0.60 \text{ kg/cm}^3$

$$K_z = C_1 * A_{cim}$$

$$K_z = 600 * 2 * 2$$

$$K_z = 2400 \text{ tn/m}$$

**Paso 3:** Calcular el valor de  $S_t$ , ya que se conoce los valores de  $P_{total}$  y  $K_z$ .

$$S_t = \frac{P_{total}}{K_z}$$

$$S_t = \frac{12.08 \text{ tn}}{2400 \text{ tn/m}}$$

$$S_t = 0.5033 \text{ cm} < 2.54 \text{ cm Ok}$$

### Ítem 6

**Paso 1:** Se calculará el  $P_{total}$  en cada punto de la edificación.

$$P_{total} = 10.81 + 2.4 * 2 * 2 * .6$$

$$P_{total} = 12.08 \text{ tn}$$

**Paso 2:** Calcular el valor de  $K_z$ , donde el valor de  $C_1=0.60 \text{ kg/cm}^3$

$$K_z = C_1 * A_{cim}$$

$$K_z = 600 * 2 * 2$$

$$K_z = 2400 \text{ tn/m}$$

**Paso 3:** Calcular el valor de  $S_t$ , ya que se conoce los valores de  $P_{total}$  y  $K_z$ .

$$S_t = \frac{P_{total}}{K_z}$$

$$S_t = \frac{16.57 \text{ tn}}{2400 \text{ tn/m}}$$

$$S_t = 0.6904 \text{ cm} < 2.54 \text{ cm Ok}$$

### Ítem 9

**Paso 1:** Se calculará el  $P_{total}$  en cada punto de la edificación.

$$P_{total} = 10.92 + 2.4 * 2 * 2 * .6$$

$$P_{total} = 16.68 \text{ tn}$$



**Paso 2:** Calcular el valor de  $K_z$ , donde el valor de  $C_1=0.60 \text{ kg/cm}^3$

$$K_z = C_1 * A_{cim}$$

$$K_z = 600 * 2 * 2$$

$$K_z = 2400 \text{ tn/m}$$

**Paso 3:** Calcular el valor de  $S_t$ , ya que se conoce los valores de  $P_{total}$  y  $K_z$ .

$$S_t = \frac{P_{total}}{K_z}$$

$$S_t = \frac{16.68 \text{tn}}{2400 \text{ tn/m}}$$

$$S_t = 0.6950 \text{cm} < 2.54 \text{cm Ok}$$

### Ítem 12

**Paso 1:** Se calculará el  $P_{total}$  en cada punto de la edificación.

$$P_{total} = 6.41 + 2.4 * 2 * 2 * .6$$

$$P_{total} = 12.17 \text{ tn}$$

**Paso 2:** Calcular el valor de  $K_z$ , donde el valor de  $C_1=0.60 \text{ kg/cm}^3$

$$K_z = C_1 * A_{cim}$$

$$K_z = 600 * 2 * 2$$

$$K_z = 2400 \text{ tn/m}$$

**Paso 3:** Calcular el valor de  $S_t$ , ya que se conoce los valores de  $P_{total}$  y  $K_z$ .

$$S_t = \frac{P_{total}}{K_z}$$

$$S_t = \frac{12.17 \text{tn}}{2400 \text{ tn/m}}$$

$$S_t = 0.5070 \text{cm} < 2.54 \text{cm Ok}$$

### Ítem 1

**Paso 1:** Se calculará el  $P_{total}$  en cada punto de la edificación.

$$P_{total} = 3.80 + 2.4 * 2 * 2 * .6$$

$$P_{total} = 9.56 \text{ tn}$$

**Paso 2:** Calcular el valor de  $K_z$ , donde el valor de  $C_1=0.60 \text{ kg/cm}^3$

$$K_z = C_1 * A_{cim}$$

$$K_z = 600 * 2 * 2$$

$$K_z = 2400 \text{ tn/m}$$

**Paso 3:** Calcular el valor de  $S_t$ , ya que se conoce los valores de  $P_{total}$  y  $K_z$ .

$$S_t = \frac{P_{total}}{K_z}$$

$$S_t = \frac{9.56 \text{ tn}}{2400 \text{ tn/m}}$$

$$S_t = 0.3983 \text{ cm} < 2.54 \text{ cm Ok}$$

### Ítem 21

**Paso 1:** Se calculará el  $P_{total}$  en cada punto de la edificación.

$$P_{total} = 6.49 + 2.4 * 2 * 2 * .6$$

$$P_{total} = 12.25 \text{ tn}$$

**Paso 2:** Calcular el valor de  $K_z$ , donde el valor de  $C_1=0.60 \text{ kg/cm}^3$

$$K_z = C_1 * A_{cim}$$

$$K_z = 600 * 2 * 2$$

$$K_z = 2400 \text{ tn/m}$$

**Paso 3:** Calcular el valor de  $S_t$ , ya que se conoce los valores de  $P_{total}$  y  $K_z$ .

$$S_t = \frac{P_{total}}{K_z}$$

$$S_t = \frac{12.25 \text{ tn}}{2400 \text{ tn/m}}$$

$$S_t = 0.5104 \text{ cm} < 2.54 \text{ cm Ok}$$

### Ítem 42

**Paso 1:** Se calculará el  $P_{total}$  en cada punto de la edificación.

$$P_{total} = 6.69 + 2.4 * 2 * 2 * .6$$

$$P_{total} = 12.45 \text{ tn}$$

**Paso 2:** Calcular el valor de  $K_z$ , donde el valor de  $C_1=0.60 \text{ kg/cm}^3$

$$K_z = C_1 * A_{cim}$$

$$K_z = 600 * 2 * 2$$

$$K_z = 2400 \text{ tn/m}$$

**Paso 3:** Calcular el valor de  $S_t$ , ya que se conoce los valores de  $P_{total}$  y  $K_z$ .

$$S_t = \frac{P_{total}}{K_z}$$

$$S_t = \frac{12.45 \text{tn}}{2400 \text{ tn/m}}$$

$$S_t = 0.5187 \text{cm} < 2.54 \text{cm Ok}$$

### **Ítem 62**

**Paso 1:** Se calculará el  $P_{total}$  en cada punto de la edificación.

$$P_{total} = 3.90 + 2.4 * 2 * 2 * .6$$

$$P_{total} = 9.66 \text{ tn}$$

**Paso 2:** Calcular el valor de  $K_z$ , donde el valor de  $C_1=0.60 \text{ kg/cm}^3$

$$K_z = C_1 * A_{cim}$$

$$K_z = 600 * 2 * 2$$

$$K_z = 2400 \text{ tn/m}$$

**Paso 3:** Calcular el valor de  $S_t$ , ya que se conoce los valores de  $P_{total}$  y  $K_z$ .

$$S_t = \frac{P_{total}}{K_z}$$

$$S_t = \frac{9.66 \text{tn}}{2400 \text{ tn/m}}$$

$$S_t = 0.4025 \text{cm} < 2.54 \text{cm Ok}$$

Tabla 15

*Resumen de asentamiento de la edificación con zapatas*

<b>Ítem</b>	<b>Asentamiento (cm)</b>
<b>17</b>	0.4079
<b>8</b>	0.5308
<b>11</b>	0.5333
<b>14</b>	0.4108
<b>16</b>	0.5129
<b>7</b>	0.7054
<b>10</b>	0.7104
<b>13</b>	0.5179
<b>15</b>	0.5033
<b>6</b>	0.6904
<b>9</b>	0.6950
<b>12</b>	0.5070
<b>1</b>	0.3983
<b>21</b>	0.5104
<b>42</b>	0.5187
<b>62</b>	0.4025

Como se puede observar en la tabla 15 de resumen de asentamiento de la edificación con zapatas se obtuvo asentamientos entre los rangos de 0.3983cm – 0.7104cm lo cual está conforme a lo establecido en las tablas 16, 17 y 18

Tabla 16

*Limitaciones de asentamientos - Sowers*

<b>Tipo de movimiento</b>	<b>Estructura</b>	<b>Asentamiento Máximo (pulg)</b>
Asentamiento total	Estructura con muros de mamposterías	1-2
	Estructuras reticulares	2-4
	Chimeneas, silos, placas	3-12

*Fuente:* Rodríguez, William. *Asentamiento de las edificaciones*, Revista, pp5.

Tabla 17

*Diferencia entre arenas y arcillas - Skempton y MacDonal*

Criterio	Suelo	Cimientos aislados (cm)	Plateas (cm)
Máximo asentamiento diferencial	Arenas	3	3
	Arcillas	4.5	4.5
Máximos asentamiento	Arenas	5	5 a 7.5
	Arcillas	7.5	7.5 a 12.5
Distorsión angular máxima, bmáx		1/300	---

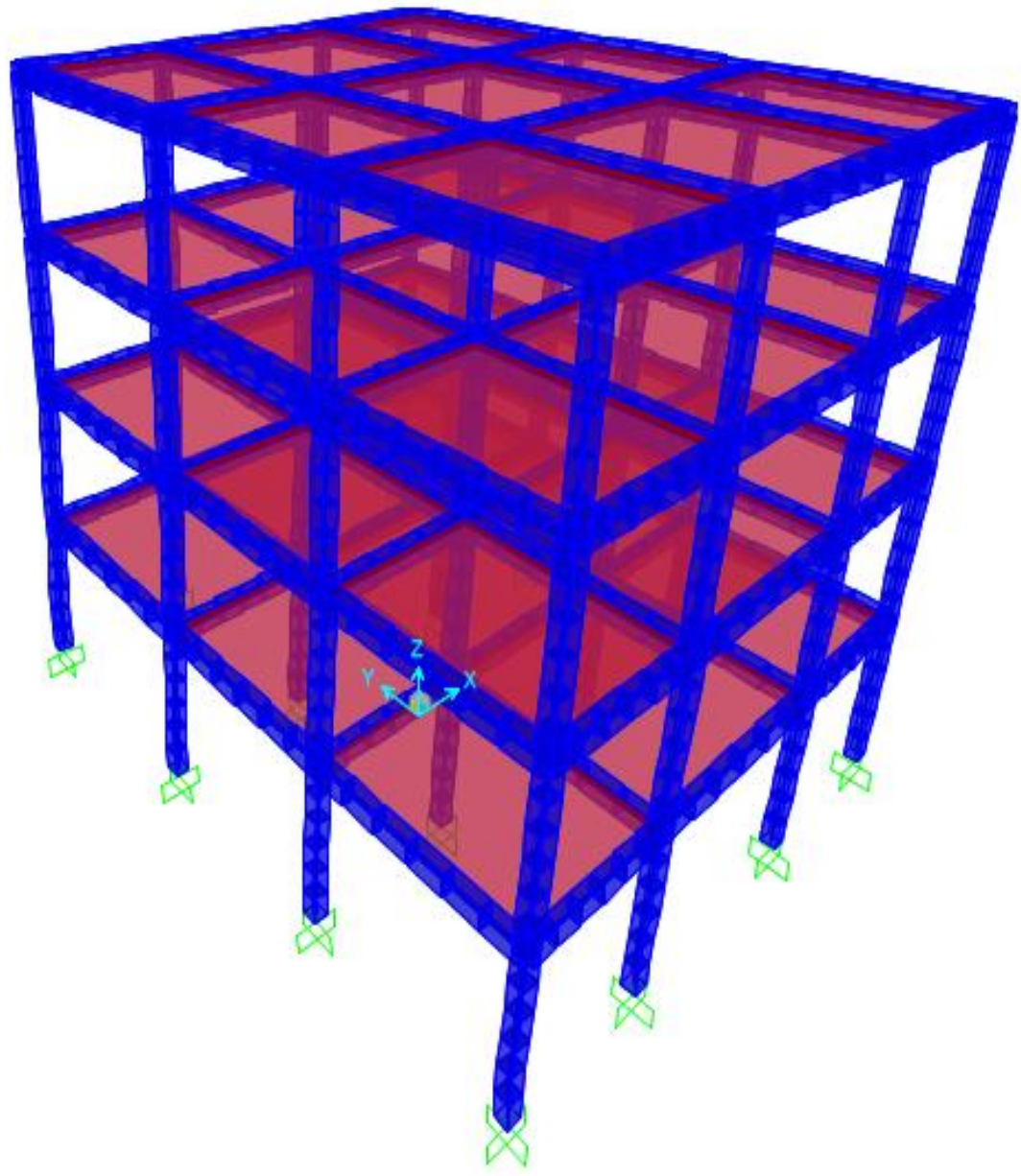
*Fuente:* Rodríguez, William. *Asentamiento de las edificaciones*, Revista, pp5.

Tabla 18

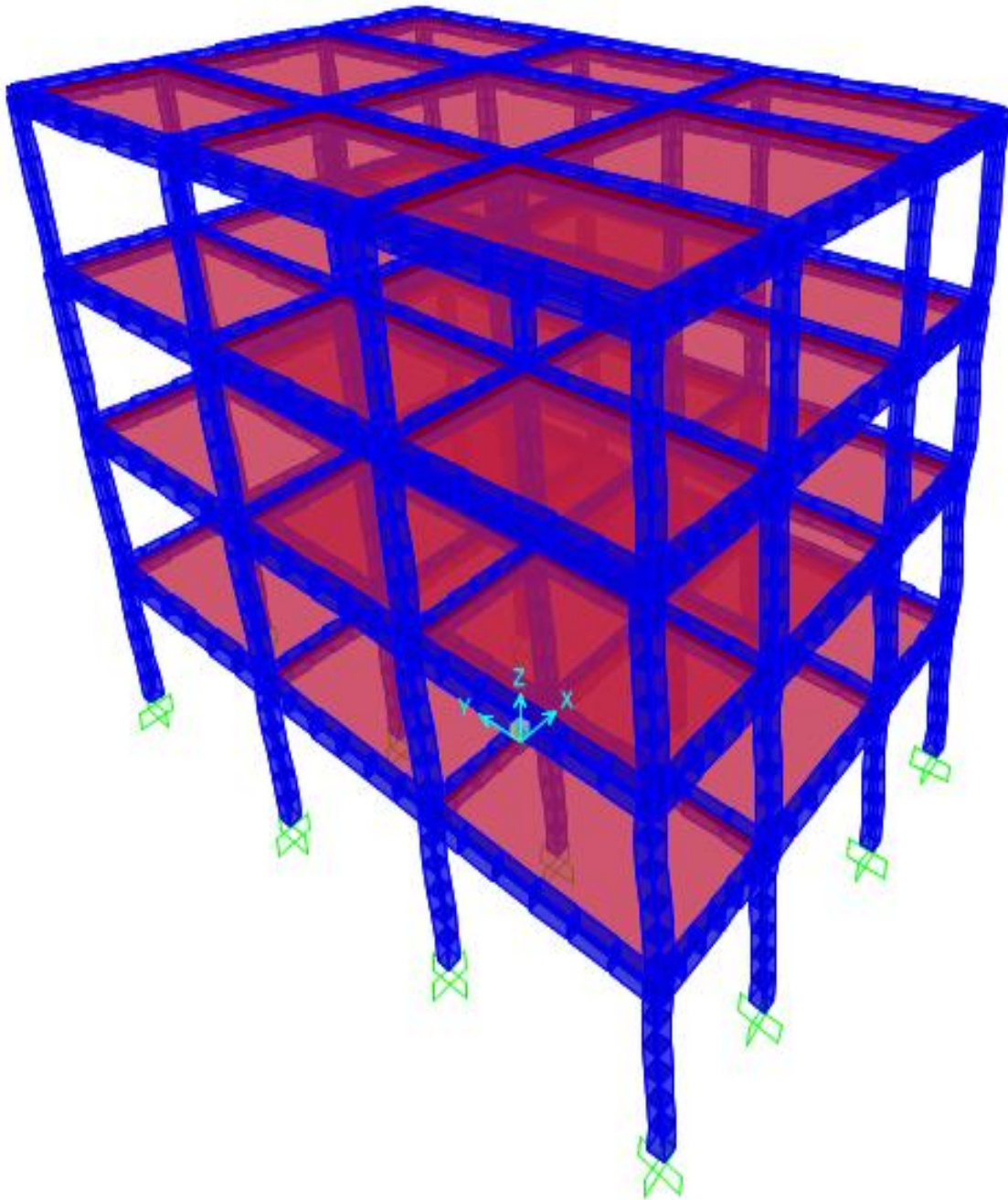
*Asentamientos según el tipo de edificación - Crespo Villalaz*

Asentamientos totales permisibles (cm)	
Edificios	2.5
comerciales	3.5
Edificios industriales	5.0
Almacenes	

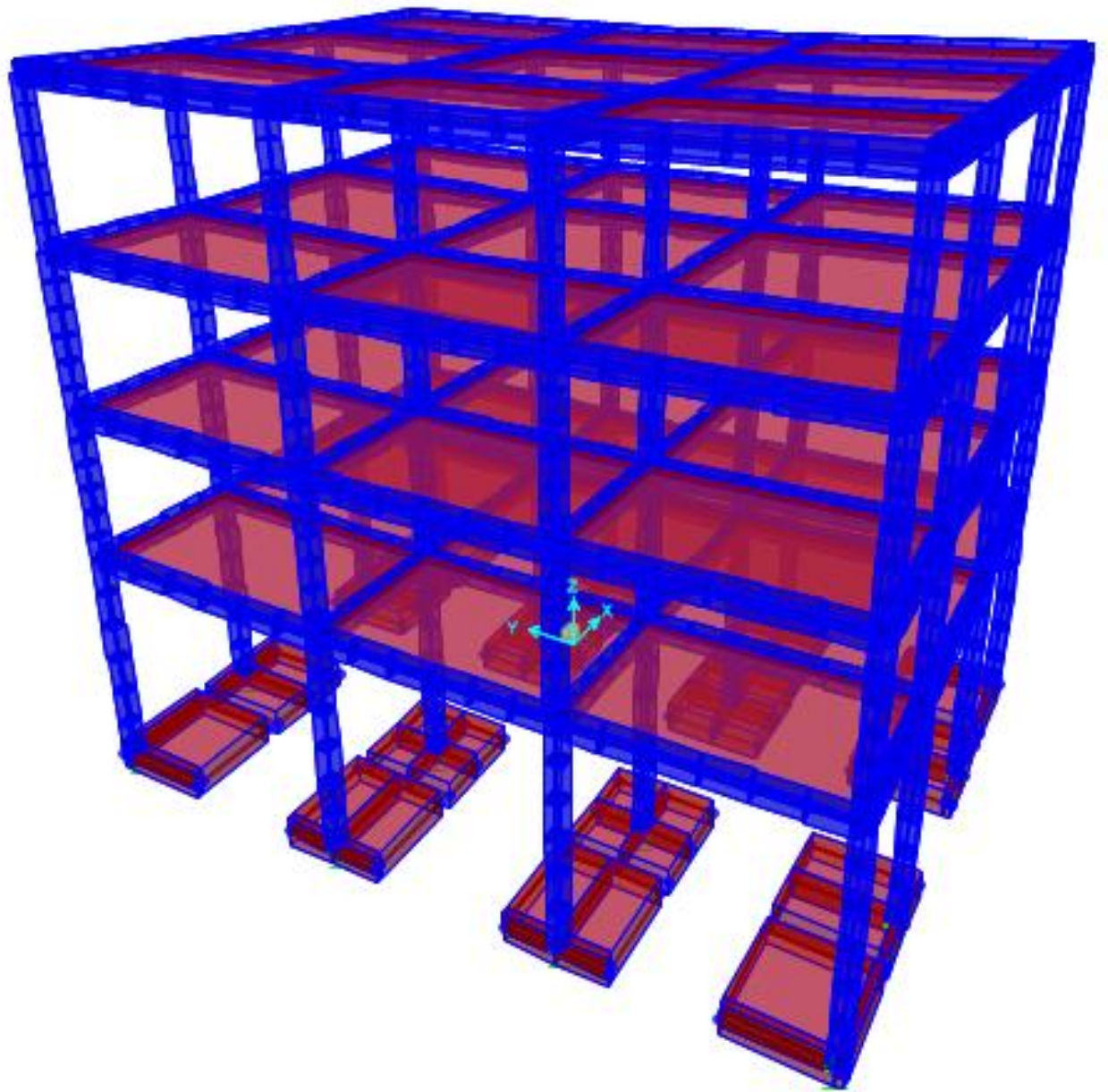
*Fuente:* Rodríguez, William. *Asentamiento de las edificaciones*, Revista, pp5.



**Figura 85.** *Desplazamiento en DX*  
*Fuente:* Sap2000 v.18.2

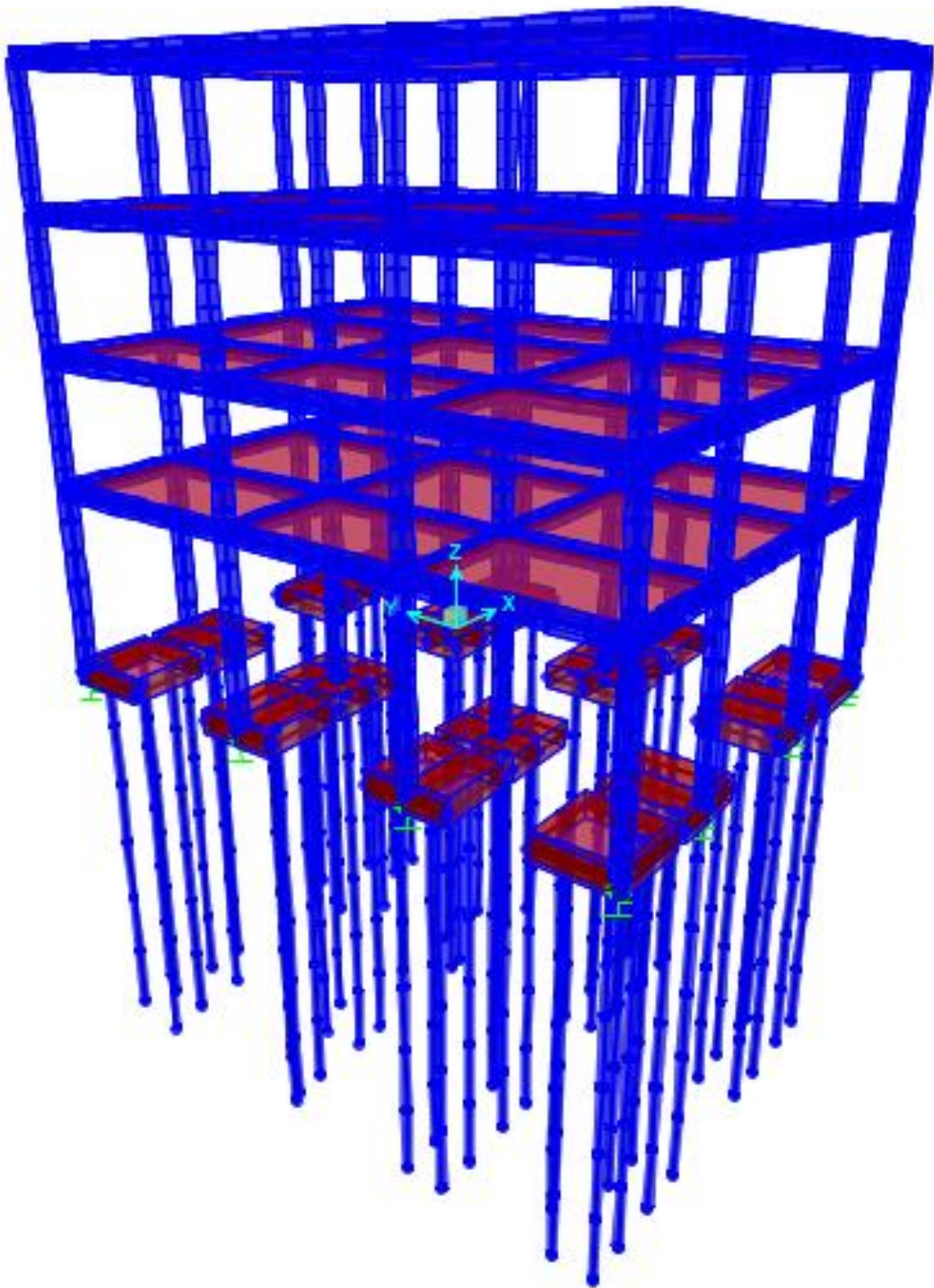


**Figura 86.** *Desplazamiento en Dy*  
*Fuente: Sap2000 v.18.2*



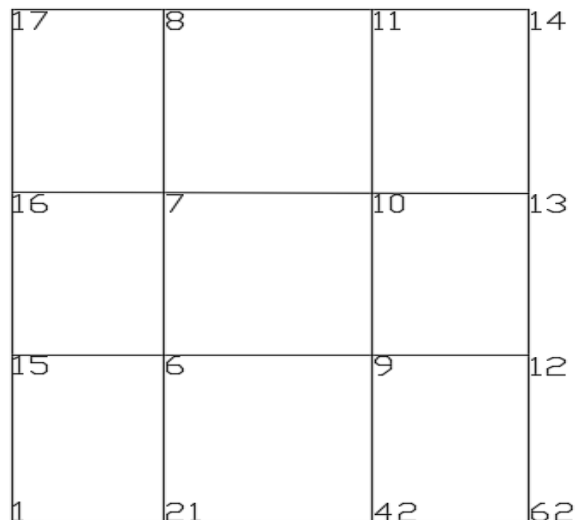
**Figura 87.** *Asentamiento de la edificación-zapatas*  
*Fuente:* Sap2000 v.18.2





**Figura 88.** Simulación de la edificación de 4 pisos.

*Fuente:* Sap2000 v.18.2



**Figura 89.** Codificación de planta de la edificación  
*Fuente:* Sap2000 v.18.2

### **V. CÁLCULO DE CAPACIDAD A COMPRESIÓN DE UN MICROPILOTE**

Se tiene la fórmula de capacidad última del pilote, la cual se encuentra en la norma E.050-Suelos y cimentaciones (2006):

$$Q_u = Q_p + \Sigma Q_f$$

Donde:

$Q_u$  = capacidad última del pilote.

$Q_p$  = capacidad última tomada por la punta del pilote.

$\Sigma Q_f$  = capacidad última tomada por la fricción superficial desarrollada en los lados del pilote, por los estratos que intervienen en el efecto de fricción.

Si  $\Sigma Q_f$  es muy pequeña:

$$Q_u = Q_p$$

Ahora el valor de la  $\Sigma Q_f = T_L$ :

$$T_L = \pi * D_s * L_s * q_s$$

Donde:

$T_L$  = Tracción límite del micropilote

$D_s$  = Diámetro con el bulbo.

$q_s$  = Resistencia por fricción lateral generada a lo largo de la pared del bulbo.

El valor de  $Q_p$  es:

$$Q_P = 0.15 * Q_f$$

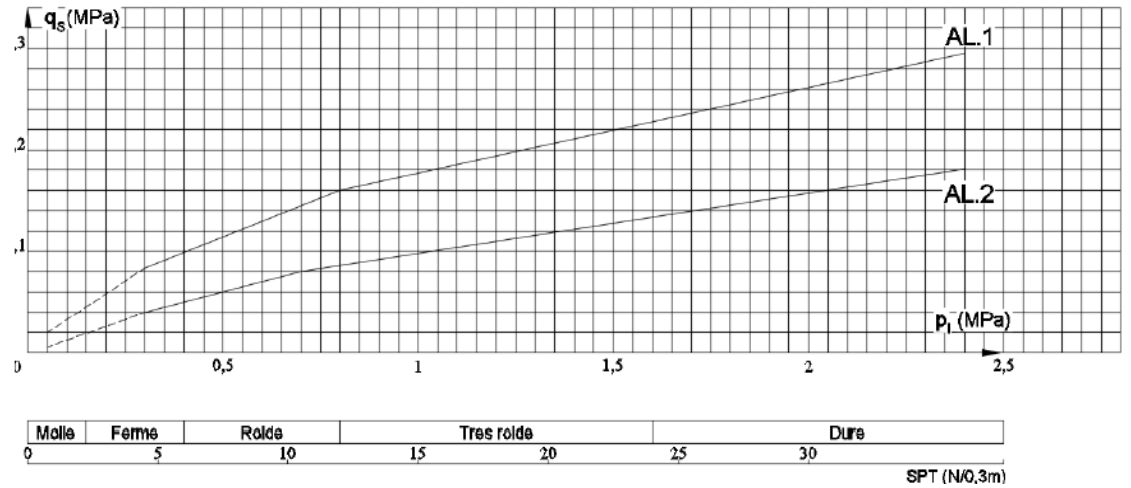
El valor de  $D_s$ , depende del diámetro de la perforación, del método de inyección y del tipo de suelo. Se ha adoptado el factor  $\alpha$  que contiene esta información así:  $D_s = \alpha D_d$

Cuyos valores se encuentran en la imagen 90.

SOLS	Coeficiente $\alpha$		Quantité de coulis conseillée $V_i$
	IRS*	IGU**	
Grave	1,8	1,3 à 1,4	$1,5V_s^*$
Grave sableuse	1,6 à 1,8	1,2 à 1,4	$1,5V_s$
Sable graveleux	1,5 à 1,6	1,2 à 1,3	$1,5V_s$
Sable grossier	1,4 à 1,5	1,1 à 1,2	$1,5V_s$
Sable moyen	1,4 à 1,5	1,1 à 1,2	$1,5V_s$
Sable fin	1,4 à 1,5	1,1 à 1,2	$1,5V_s$
Sable limoneux	1,4 à 1,5	1,1 à 1,2	1,5 à 2 $V_s$ pour IRS 1,5 $V_s$ pour IGU
Limon	1,4 à 1,6	1,1 à 1,2	2 $V_s$ pour IRS 1,5 $V_s$ pour IGU
Argile	1,8 à 2	1,2	2,5 à 3 $V_s$ pour IRS 1,5 à 2 $V_s$ pour IGU
Mame	1,8	1,1 à 1,2	1,5 à 2 $V_s$ pour couche compacte
Mamo - calcaire	1,8	1,1 à 1,2	
Craie altérée ou fragmenté	1,8	1,1 à 1,2	2 à 6 $V_s$ ou plus, si couche fracturée
Rocher altéré ou fragmenté	1,8	1,1 à 1,2	1,1 à 1,5 $V_s$ si couche finement fissurée 2 ou plus si couche fracturée
$V_s =$ volume dy bulbe de scellement IRS = inyección répétitive et sélective IGU = inyección globale en press unifiée			* : avec $p_i \geq p_j$ ** : avec $0,5p_j < p_i < p_l$

**Figura 90.** Valores de  $\alpha$  Bustamante, M., & Doix, B. (1985)

*Fuente:* ROJAS, Carlos. *Análisis y correlación entre pruebas de carga sobre micropilotes y tres metodologías usadas para calcular capacidad de carga axial a compresión* (tesis de Posgrado), Universidad Nacional de Colombia Sede Medellín, Medellín, Colombia, 2017. p



**Figura 91.** Abaco el cálculo de  $q_s$  para arcillas y lomos. Bustamante, M., & Doix, B. (1985)

**Fuente:** ROJAS, Carlos. *Análisis y correlación entre pruebas de carga sobre micropilotes y tres metodologías usadas para calcular capacidad de carga axial a compresión* (tesis de Posgrado), Universidad Nacional de Colombia Sede Medellín, Medellín, Colombia, 2017. p 41.

SOLS	Mode d'injection	
	IRS*	IGU**
Grave Grave sableuse Sable graveleux Sable grossier Sable moyen Sable fin Sable limoneux	SG.1	SG.2
Limo Argile	AL.1	AL.2
Marne Marne-calcaire Craie altéré ou fragmenté	MC.1	MC.2
Rocher altéré ou fragmenté	$\geq R.1$	$\geq R.2$

\* : avec  $p_i \geq p_l$       \*\* : avec  $0,5 p_l < p_i < p_l$

**Figura 92.** Selección de curvas en ábacos. Bustamante, M., & Doix, B. (1985)

**Fuente:** ROJAS, Carlos. *Análisis y correlación entre pruebas de carga sobre micropilotes y tres metodologías usadas para calcular capacidad de carga axial a compresión* (tesis de Posgrado), Universidad Nacional de Colombia Sede Medellín, Medellín, Colombia, 2017. p 41.

Ahora pasamos a reemplazar los valores obtenidos de las tablas en las formulas:

$$D_s = \alpha D_d$$

Después de encontrar el valor en la figura 90, sabiendo que el valor del diámetro es 25cm reemplazamos en la formula.

$$D_s = 2 * 25$$

$$D_s = 50 \text{ cm}$$

Teniendo en cuenta que la longitud del micropilote es 10 m, y el valor de la capacidad portante es 0.78 kg/cm<sup>2</sup>, ese valor lo convertimos para ver en la figura 91, encontrándose un valor de 0.30 kg/cm<sup>2</sup>.

$$T_L = \pi * D_s * L_s * q_s$$

$$T_L = \pi * 50\text{cm} * 1000\text{cm} * 0.30 \text{ kg/cm}^2$$

$$T_L = 47123.89 \text{ kg}$$

$$Q_f = T_L = 47.12 \text{ tn}$$

Ahora encontramos el valor de:

$$Q_p = 0.15 * Q_f$$

$$Q_p = 0.15 * 47.12 \text{ tn}$$

$$Q_p = 7.07 \text{ tn}$$

Ahora reemplazamos en la fórmula para encontrar la compresión en los micropilotes.

$$Q_u = 7.07 \text{ tn} + 47.12 \text{ tn}$$

$$Q_u = 54.19 \text{ tn}$$

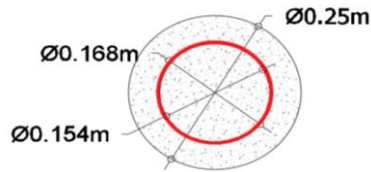
## VI. CÁLCULO DE ASIENTOS DE LOS MICROPILOTES

Micropilote en Terreno Cohesivo.

$$S_N = \frac{0,6 * N_{c,Ed}}{L * q_c}$$

Donde:

- $S_N$  = Asiento del micropilote sometido al esfuerzo en terreno cohesivo.
- $N_{c,Ed}$  = Esfuerzo axial característico, considerando las acciones mayoradas
- $L$  = Longitud del micropilote
- $q_c$  = Resistencia unitaria del terreno a la penetración estática



**Figura 93.** Detalle de micropilote.

## **VI.1 CÁLCULO DEL ASIENTOS DE LOS MICROPILOTES.**

$$S_N = \frac{0,6 * N_{c,Ed}}{L * q_c}$$

Se procede con la conversión de  $q_u = 0.78 \text{ kg/cm}^2 = 75.51 \text{ kn}$ .

$$q_c = 4 * 5 * q_u$$

$$q_c = 4 * 5 * 75.51$$

$$q_c = 15010.20 \text{ KN}$$

El valor de  $N_{c,Ed}$  es equivalente a la carga que actúa sobre la zapata, y se puede observar en la tabla 19.

Tabla 19

Cargas en las zapatas - tn

<b>Ítem</b>	<b>Cargas (Tn)</b>
17	4.03
8	6.98
11	7.04
14	4.10
16	6.55
7	11.17
10	11.29
13	6.67
15	6.32
6	10.81
9	10.92
12	6.41
1	3.80
21	6.49
42	6.69
62	3.90

Una vez obtenidos los valores de las cargas mayoradas, se procede a convertir las cargas que están en TN a KN, obteniéndose los siguientes valores que se muestran en la Tabla 20.

Tabla 20

*Cargas en las zapatas - kn*

<b>Ítem</b>	<b>Cargas (kn)</b>
<b>17</b>	39.52
<b>8</b>	68.45
<b>11</b>	69.04
<b>14</b>	40.21
<b>16</b>	64.24
<b>7</b>	109.54
<b>10</b>	110.72
<b>13</b>	65.41
<b>15</b>	61.98
<b>6</b>	106.01
<b>9</b>	107.09
<b>12</b>	62.86
<b>1</b>	37.27
<b>21</b>	63.65
<b>42</b>	65.61
<b>62</b>	38.25

Ahora se procede a reemplazar en la formula los valores obtenidos para conocer los asentamientos. Teniendo una longitud de los micropilotes de 10 m.

**Ítem 17**

Longitud = 10 m,  $N_{c,Ed}$  = 39.52 KN,  $q_c$  = 1510.20 KN

$$S_N = \frac{0,6 * N_{c,Ed}}{L * q_c}$$

$$S_N = \frac{0,6 * 39,52 \text{ KN}}{10 \text{ m} * 1510.20 \text{ KN}}$$

$$S_N = 0.001570 \text{ m} = \mathbf{0.1570 \text{ cm} \leq 2,54 \text{ cm OK}}$$

**Ítem 8**

Longitud = 10 m,  $N_{c,Ed}$  = 68.45 KN,  $q_c$  = 1510.20 KN

$$S_N = \frac{0,6 * N_{c,Ed}}{L * q_c}$$

$$S_N = \frac{0,6 * 68.45 \text{ KN}}{10 \text{ m} * 1510.20 \text{ KN}}$$

$$S_N = 0.002720 \text{ m} = \mathbf{0.2720 \text{ cm} \leq 2,54 \text{ cm OK}}$$

**Ítem 11**

Longitud = 10 m,  $N_{c,Ed}$  = 69.04 KN,  $q_c$  = 1510.20 KN

$$S_N = \frac{0,6 * N_{c,Ed}}{L * q_c}$$

$$S_N = \frac{0,6 * 69.04 \text{ KN}}{10 \text{ m} * 1510.20 \text{ KN}}$$

$$S_N = 0.002743 \text{ m} = \mathbf{0.2743 \text{ cm} \leq 2,54 \text{ cm OK}}$$

#### **Ítem 14**

Longitud = 10 m,  $N_{c,Ed}$ = 40.21 KN,  $q_c$ = 1510.20 KN

$$S_N = \frac{0,6 * N_{c,Ed}}{L * q_c}$$

$$S_N = \frac{0,6 * 40.21 \text{ KN}}{10 \text{ m} * 1510.20 \text{ KN}}$$

$$S_N = 0.001597 \text{ m} = \mathbf{0.1597 \text{ cm} \leq 2,54 \text{ cm OK}}$$

#### **Ítem 16**

Longitud = 10 m,  $N_{c,Ed}$ = 64.24 KN,  $q_c$ = 1510.20 KN

$$S_N = \frac{0,6 * N_{c,Ed}}{L * q_c}$$

$$S_N = \frac{0,6 * 64.24 \text{ KN}}{10 \text{ m} * 1510.20 \text{ KN}}$$

$$S_N = 0.002552 \text{ m} = \mathbf{0.2552 \text{ cm} \leq 2,54 \text{ cm OK}}$$

#### **Ítem 7**

Longitud = 10 m,  $N_{c,Ed}$ = 109.54 KN,  $q_c$ = 1510.20 KN

$$S_N = \frac{0,6 * N_{c,Ed}}{L * q_c}$$

$$S_N = \frac{0,6 * 109.54 \text{ KN}}{10 \text{ m} * 1510.20 \text{ KN}}$$

$$S_N = 0.004352 \text{ m} = \mathbf{0.4352 \text{ cm} \leq 2,54 \text{ cm OK}}$$

#### **Ítem 10**

Longitud = 10 m,  $N_{c,Ed}$ = 110.72 KN,  $q_c$ = 1510.20 KN

$$S_N = \frac{0,6 * N_{c,Ed}}{L * q_c}$$

$$S_N = \frac{0,6 * 110.72 \text{ KN}}{10 \text{ m} * 1510.20 \text{ KN}}$$

$$S_N = 0.004399 \text{ m} = \mathbf{0.4399 \text{ cm} \leq 2,54 \text{ cm OK}}$$

#### **Ítem 13**

Longitud = 10 m,  $N_{c,Ed}$ = 65.41 KN,  $q_c$ = 1510.20 KN



$$S_N = \frac{0,6 * N_{c,Ed}}{L * q_c}$$

$$S_N = \frac{0,6 * 65.41 \text{ KN}}{10 \text{ m} * 1510.20 \text{ KN}}$$

$$S_N = 0.002599 \text{ m} = \mathbf{0.2599 \text{ cm} \leq 2,54 \text{ cm OK}}$$

### Ítem 15

Longitud = 10 m,  $N_{c,Ed} = 61.98 \text{ KN}$ ,  $q_c = 1510.20 \text{ KN}$

$$S_N = \frac{0,6 * N_{c,Ed}}{L * q_c}$$

$$S_N = \frac{0,6 * 61.98 \text{ KN}}{10 \text{ m} * 1510.20 \text{ KN}}$$

$$S_N = 0.002462 \text{ m} = \mathbf{0.2462 \text{ cm} \leq 2,54 \text{ cm OK}}$$

### Ítem 6

Longitud = 10 m,  $N_{c,Ed} = 106.01 \text{ KN}$ ,  $q_c = 1510.20 \text{ KN}$

$$S_N = \frac{0,6 * N_{c,Ed}}{L * q_c}$$

$$S_N = \frac{0,6 * 106.01 \text{ KN}}{10 \text{ m} * 1510.20 \text{ KN}}$$

$$S_N = 0.004212 \text{ m} = \mathbf{0.4212 \text{ cm} \leq 2,54 \text{ cm OK}}$$

### Ítem 9

Longitud = 10 m,  $N_{c,Ed} = 107.09 \text{ KN}$ ,  $q_c = 1510.20 \text{ KN}$

$$S_N = \frac{0,6 * N_{c,Ed}}{L * q_c}$$

$$S_N = \frac{0,6 * 107.09 \text{ KN}}{10 \text{ m} * 1510.20 \text{ KN}}$$

$$S_N = 0.004255 \text{ m} = \mathbf{0.4255 \text{ cm} \leq 2,54 \text{ cm OK}}$$

### Ítem 12

Longitud = 10 m,  $N_{c,Ed} = 62.86 \text{ KN}$ ,  $q_c = 1510.20 \text{ KN}$

$$S_N = \frac{0,6 * N_{c,Ed}}{L * q_c}$$

$$S_N = \frac{0,6 * 62.86 \text{ KN}}{10 \text{ m} * 1510.20 \text{ KN}}$$

$$S_N = 0.002498 \text{ m} = \mathbf{0.2498 \text{ cm} \leq 2,54 \text{ cm OK}}$$

### Ítem 1

Longitud = 10 m,  $N_{c,Ed} = 31.27 \text{ KN}$ ,  $q_c = 1510.20 \text{ KN}$

$$S_N = \frac{0,6 * N_{c,Ed}}{L * q_c}$$

$$S_N = \frac{0,6 * 31.27 \text{ KN}}{10 \text{ m} * 1510.20 \text{ KN}}$$

$$S_N = 0.001481 \text{ m} = \mathbf{0.1481 \text{ cm} \leq 2,54 \text{ cm OK}}$$

### Ítem 21

Longitud = 10 m,  $N_{c,Ed} = 63.65 \text{ KN}$ ,  $q_c = 1510.20 \text{ KN}$

$$S_N = \frac{0,6 * N_{c,Ed}}{L * q_c}$$

$$S_N = \frac{0,6 * 63,65 \text{ KN}}{10 \text{ m} * 1510.20 \text{ KN}}$$

$$S_N = 0.002529 \text{ m} = \mathbf{0.2529 \text{ cm} \leq 2,54 \text{ cm OK}}$$

### Ítem 42

Longitud = 10 m,  $N_{c,Ed} = 65.61 \text{ KN}$ ,  $q_c = 1510.20 \text{ KN}$

$$S_N = \frac{0,6 * N_{c,Ed}}{L * q_c}$$

$$S_N = \frac{0,6 * 65.61 \text{ KN}}{10 \text{ m} * 1510.20 \text{ KN}}$$

$$S_N = 0.002607 \text{ m} = \mathbf{0.2607 \text{ cm} \leq 2,54 \text{ cm OK}}$$

### Ítem 62

Longitud = 10 m,  $N_{c,Ed} = 38.25 \text{ KN}$ ,  $q_c = 1510.20 \text{ KN}$

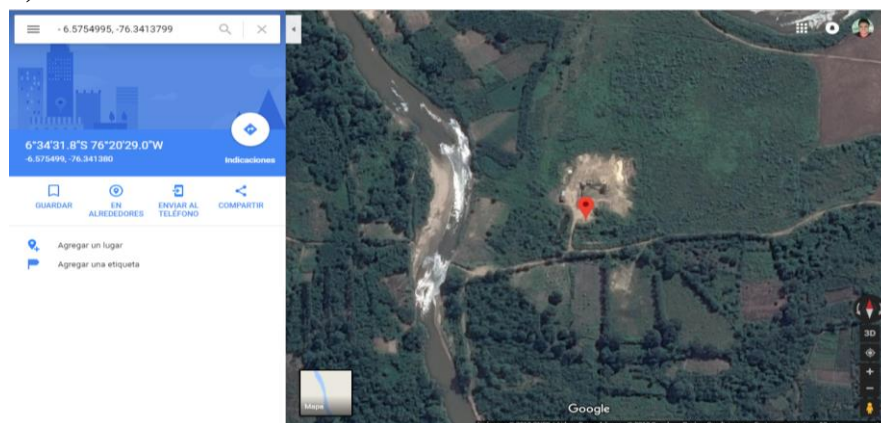
$$S_N = \frac{0,6 * N_{c,Ed}}{L * q_c}$$

$$S_N = \frac{0,6 * 38.25 \text{ KN}}{10 \text{ m} * 1510.20 \text{ KN}}$$

$$S_N = 0.001520 \text{ m} = \mathbf{0.1520 \text{ cm} \leq 2,54 \text{ cm OK}}$$

## VI. EVALUACIÓN DEL DISEÑO DE MORTERO

### a) Ubicación de material



**Figura 94.** *Fotografía satelital con de la ubicación de la cantera de extracción del material.*

**Fuente:** <https://www.google.com.pe/maps/place/6%C2%B034'31.8%22S+76%C2%B020'29.0%22W/@-6.5754558,-76.342884,588m/data=!3m1!1e3!4m5!3m4!1s0x0:0x0!8m2!3d-6.5754995!4d-76.3413799>

El material que se seleccionó para emplear en la elaboración del diseño de mortero  $f'c=280$  kg/cm<sup>2</sup>, fue extraído de la planta chancadora “Gatica Perú S.A.C”, el cual extrae el material de las márgenes del Río Cumbaza – Distrito de Juan Guerra – Provincia de San Martín – Región San Martín; la cantera de extracción se ubica geográficamente en las coordenadas UTM (WGS), 351699.93 este y 9273034.75 norte, latitud ( $6^{\circ}34'29.98''S$ ) y longitud ( $76^{\circ}20'28.97''N$ ).

### b) **Humedad natural (ASTM D2216)**

En su informe de laboratorio, determinado “Estudio Tecnológico de los Agregados Fino y Grueso”; definió al contenido de humedad, como la cantidad de agua presente en el agregado en un determinado momento, si es presentado en porcentajes, se denominará porcentaje de humedad, este puede ser mayor o menor que el porcentaje de absorción. Así también, afirmo que el contenido de humedad de una muestra estará condicionado por el estado en el que se encuentre dicho material, es decir, que el contenido de humedad variara de acuerdo a las variaciones climatológicas de la zona tanto de extracción como de almacenamiento. (TAS, 2011, p. 6)

**c) Peso unitario (ASTM C29)**

Se define peso unitario o peso volumétrico, al peso que alcanza un determinado agregado ya se fino o grueso por unidad volumétrica, esta característica del agregado es empleado común mente en el diseño de mezcla de concreto a la hora de convertir a conciencia las proporciones en pesos a volúmenes, este valor se identifica de dos formas, el primero es denominado opero unitario suelto y el segundo, peso unitario compactado.

El proceso para determinar dicho valor se encuentra detallado en la NTP 400.017, la misma que es referencia de la norma ASTM C29.

**d) Peso específico y absorción (NTP 400.021 - ASTM C127)**

“Peso específico: es la relación, a una temperatura estable, de la masa (o peso en el aire) de un volumen unitario de material, a la masa del mismo volumen de agua a las temperaturas indicadas. Los valores son adimensionales” (NTP 400.021, 2002, p.3)

Absorción: Es la cantidad de agua absorbida por el agregado después de ser sumergido 24 horas en esta, se expresa como porcentaje del peso seco. El agregado se considera “seco” cuando este ha sido mantenido a una temperatura de  $100 \text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5 \text{ }^{\circ}\text{C}$  por tiempo suficiente para remover toda el agua sin combinar. (NTP 400.021, 2002, p.3)

**e) Cemento (NTP 334.009)**

En su apartado número 4, se define al Cemento Portland como un cemento hidráulico obtenido de la pulverización del Clinker, compuesto de silicatos de calcio hidráulico que contiene además sulfato de calcio y eventualmente caliza como adición tras la molienda.

Así mismo la presente norma específica que cada uno de los cinco tipos de cementos reconocidos en el apartado número 7.

**f) Diseño de mortero con cemento portland**

**PASO 1:** Contenido de Cemento

Para ello se emplearon los gráficos N°10y 11 obtenidos de la investigación realizada por el ingeniero Rodrigo Salamanca.

**PASO 2:** Contenido de Agua

En el grafico N°12 de la investigación del ingeniero Salamanca permite calcular el contenido de agua por m3 de norte con una base en la resistencia a la compresión a los 28 días.

**PASO 3:** Contenido de Arena

Para realizar el cálculo de contenido de arena se resta a 1 m3 de mortero, el volumen de cemento, de agua y el aire incluido.

$$V_{arena} = 1 - (V_{cemento} + V_{agua} + V_{aire})$$

**PASO 4:** Cálculo del Volumen de arena.

El volumen cemento = al peso del cemento obtenido en el paso1 dividido por la densidad del cemento que varía entre 3,05 y 3,18 g/cm2.



PROYECTO : "SIMULACION DE UNA EDIFICACION DE 4 PISOS APLICANDO MICROPILOTES CIRCULARES EN LA BANDA DE SHILCAYO - SAN MARTIN - 2017"

UBICACIÓN : PROV: SAN MARTIN DIST: BANDA DE SHILCAYO

SOLICITA : DAVID CAMPOS VASQUEZ

FECHA : MAYO DEL 2018

MATERIALES : ARENA

REVISADO : CMFC

REALIZADO DACAVA

DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO, BASADO EN METODOS RECOMENDADOS POR EL A.C.I.

CARACTERISTICAS FISICAS DE LOS AGREGADOS.

1. PESO UNITARIO DE AGREGADO FINO, ARENA (NORMA ASTM C 29)

Procedimiento		P.U.S.		P.U.C.	
1. Peso molde + material	[Kg]	5.851	5.832	6.378	6.382
2. Peso molde	[Kg]	1.647	1.647	1.647	1.647
3. Peso del material	[Kg]	4.204	4.185	4.731	4.735
4. Volumen del molde	[m <sup>3</sup> ]	0.0026	0.0026	0.0026	0.0026
5. Peso Unitario	[Kg/m <sup>3</sup> ]	1642.59	1635.03	1848.55	1849.84
6. Peso Unitario Promedio	[Kg/m <sup>3</sup> ]	1639.00		1849.00	

2. PESO UNITARIO DE AGREGADO GRUESO, PIEDRA (NORMA ASTM C 29)

Procedimiento		P.U.S.		P.U.C.	
1. Peso molde + material	[Kg]				
2. Peso molde	[Kg]				
3. Peso del material	[Kg]				
4. Volumen del molde	[m <sup>3</sup> ]				
5. Peso Unitario	[Kg/m <sup>3</sup> ]				
6. Peso Unitario Promedio	[Kg/m <sup>3</sup> ]				



*[Firma]*  
Ing. Cesar Manuel Flores Celis  
INGENIERO CIVIL

**Figura 95. Características Físicas de los agregados**

*Fuente:* Laboratorio de mecánica de suelos y materiales



PROYECTO: "SIMULACION DE UNA EDIFICACION DE 4 PISOS APLICANDO MICROPILOTES CIRCULARES EN LA BANDADA E SHILCAYO - SAN MARTIN - 2017"

UBICACIÓN: PROV: SAN MARTIN DIST: BANDA DE SHILCAYO  
 SOLICITA: DAVID CAMPOS VASQUEZ  
 MATERIALES: ARENA

FECHA: MAYO DEL 2018

REVISADO: CMFC

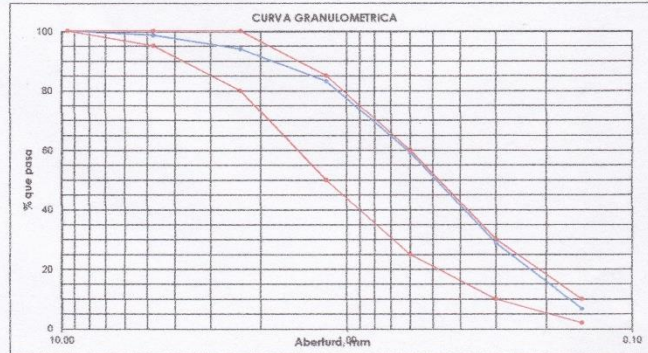
REALIZADO DACAVA

DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO, BASADO EN METODOS RECOMENDADOS POR EL A.C.I.

CARACTERISTICAS FISICAS DE LOS AGREGADOS. AGREGADO FINO.(ARENA)

1. ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO (ASTM C 33-83)

Peso Inicial Seco, [gr]		469.14					Especificaciones técnicas ASTM C-33		Características físicas	
Mallas	Abertura [mm]	Peso retenido [grs]	Porcent.Ret. [%]	Porcent.Ret. Acumulado [%]	Porcent.Acum. Pasante [%]					
3/8"	9.525				100.00					
Nº 4	4.760	6.65	1.40	1.40	98.60	95	100	Diámetro nominal máximo.	2.36	
Nº 8	2.360	22.09	4.70	6.10	93.90	80	100	Módulo de finura.	2.30	
Nº 16	1.180	50.78	10.80	16.90	83.10	50	85	Peso específico seco (gr/cc)	1.52	
Nº 30	0.600	112.28	23.90	40.80	59.20	25	60	Absorción (%)	1.14	
Nº 50	0.300	143.00	30.50	71.30	28.70	10	30	Humedad (%)	3.81	
Nº 100	0.150	103.23	22.00	93.30	6.70	2	10	Peso unitario suelto (kg/m³)	1639.0	
<Nº 100	0.000	31.11	6.60	99.90	0.10			Peso unitario compact. (kg/m³)	1849.0	



2. PESO ESPECIFICO Y ABSORCION DE AGREGADO FINO (NORMA ASTM C 127)

Procedimiento	Cálculos
1. Peso de arena s.s.s. + fiola + peso del agua	[gr] 780.01
2. Peso de arena s.s.s. + peso de fiola	[gr] 284.51
3. Peso Agua	[gr] 495.50
4. Peso de arena secada al horno + fiola	[gr] 283.20
5. Peso de la fiola Nº 08	[gr] 162.20
6. Peso de arena secada al horno	[gr] 121.00
7. Peso de arena s. s. s.	[gr] 200.00
8. Volumen del balón	[cc] 500.00
Resultados	Cálculos
9. Peso específico de masa	[gr/cc] 1.52
10. Peso específico de masa sup.seco	[gr/cc] 1.06
11. Peso específico aparente	[gr/cc] 1.00
12. Porcentaje de absorción	[%] 1.14

3. HUMEDAD NATURAL (ASTM D 2216)

Procedimiento	Tara Nº
1. Peso Tara, [gr]	88.81
2. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]	371.79
3. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]	361.40
4. Peso Agua, [gr]	10.39
5. Peso Suelo Seco, [gr]	272.59
6. Contenido de Humedad, [%]	3.81

NOTAS



*[Signature]*  
 Ing. Cesar Manuel Flores Celis  
 INGENIERO CIVIL  
 Nº 49112

**Figura 96. Características Físicas de los agregados**

*Fuente:* Laboratorio de mecánica de suelos y materiales

**PROYECTO :** "SIMULACION DE UNA EDIFICACION DE 4 PISOS APLICANDO MICROPILOTES CIRCULARES EN LA BANDA DE SHILCAYO - SAN MARTIN - 2017"  
**UBICACIÓN :** PROV: SAN MARTIN      **DIST:** BANDA DE SHILCAYO      **FECHA :** MAYO DEL 2018  
**SOLICITA :** DAVID CAMPOS VASQUEZ  
**MATERIALES :** ARENA

**REALIZADO** DACAVA      **REVISADO :** CMFC

**CARACTERISTICAS D ELA ARENA**

PESO ESPECIFICO	[gr/cc]	1.52
ABSORCION	[%]	1.14
PESO UNIT. SUELTO	[Kg/m <sup>3</sup> ]	1639.00
PESO UNIT.COMPACT.	[Kg/m <sup>3</sup> ]	1849.00
TAM. MAX.	[mm]	1.180
TAM. MAX. NOMINAL	[mm]	0.600
MOD. FINEZA		2.30
CONT. HUMEDAD	[%]	3.81
PORCENT DE AGREG.	[%]	1.00

**CEMENTO PACASMAYO ESPECIAL TIPO IP**

PESO ESPECIFICO	[gr/cc]	3.11
-----------------	---------	------

**VALORES DE DISEÑO POR m<sup>3</sup> (PASTA)**

CEMENTO	[Kg.]	600.00
AGUA	[Lt.]	270.00
AIRE	[%]	3.50

RELACION A/C	270/600	0.45
--------------	---------	------

**VOLUMEN DE LA PASTA**

CEMENTO	0.193	m <sup>3</sup>
AGUA	0.270	m <sup>3</sup>
AIRE	0.035	m <sup>3</sup>
	0.498	m <sup>3</sup>

**VOLUMEN DE ARENA**

ARENA	0.502	m <sup>3</sup>
-------	-------	----------------

**PESOS SECOS DE AGREGADO**

ARENA	763	Kg/m <sup>3</sup>
-------	-----	-------------------

**HUMEDAD SUPERFICIAL DEL AGREGADO**

	HUMEDAD - ABSORCION	
ARENA	2.67	

  
 Ing. Cesar Manuel Flores Cella  
 INGENIERO CIVIL

**Figura 97. Diseño de mezcla de mortero**  
**Fuente:** Laboratorio de mecánica de suelos y materiales



<u>APORTE DE HUMEDADES DEL AGREGADO</u>			
ARENA	20.40		Lt
<u>AGUA EFECTIVA</u>			
	250.00		Lt
<u>DISEÑO EFECTIVO (EN LABORATORIO)</u>			
CEMENTO	600.00		Kg/m <sup>3</sup>
AGUA	270.00		Lt/m <sup>3</sup>
ARENA	763.0		Kg/m <sup>3</sup>
ADITIVO SUPERPLAST.	5.34		Lt/m <sup>3</sup>
<u>TANDA DE LABORATORIO [FACTOR]</u> : 0.000875			
CEMENTO	0.525		Kg
AGUA	0.236		Lt
ARENA	0.666		Kg
ADITIVO SUPERPLAST.	0.005		Lt
<u>PROPORCION EN PESO</u>			
CEMENTO	ARENA	AGUA	
600/600	763.04/600	270*42.5/600	
1.00	2.55	23.14	Lt/bolsa
<u>PESO UNITARIO DE ARENA</u>			
ARENA	1639.00		Kg/m <sup>3</sup>
<u>PESOS POR PIE CUBICO DE ARENA</u>			
CEMENTO	42.50		Kg/p <sup>3</sup>
AGUA	23.63		Lt/p <sup>3</sup>
ARENA	46.80		Kg/p <sup>3</sup>
<u>PESOS POR TANDA DE UN SACO</u>			
CEMENTO	42.50		Kg/saco
AGUA	23.63		Lt/saco
ARENA	106.40		Kg/saco
<u>PIES CUBICOS POR SACO (DOSIFICACION EN VOLUMEN)</u>			
CEMENTO	42.50		pie <sup>3</sup> /saco
AGUA	23.63		Lt/saco
ARENA	2.30		pie <sup>3</sup> /saco
<u>PROPORCION EN VOLUMEN</u>			
CEMENTO	ARENA	AGUA	
1.00	2.32	23.63	
pie <sup>3</sup> /saco	pie <sup>3</sup> /saco	Lt/saco	


  
 Cesar Manuel Flores Celis  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP 116129

**Figura 98. Diseño de mezcla de mortero**  
*Fuente:* Laboratorio de mecánica de suelos y materiales



**Figura 99.** *Colocación de materiales para la mezcla de mortero*



**Figura 100.** *Mezcla de mortero en trompo eléctrico*

## VII. EVALUACIÓN MECÁNICA



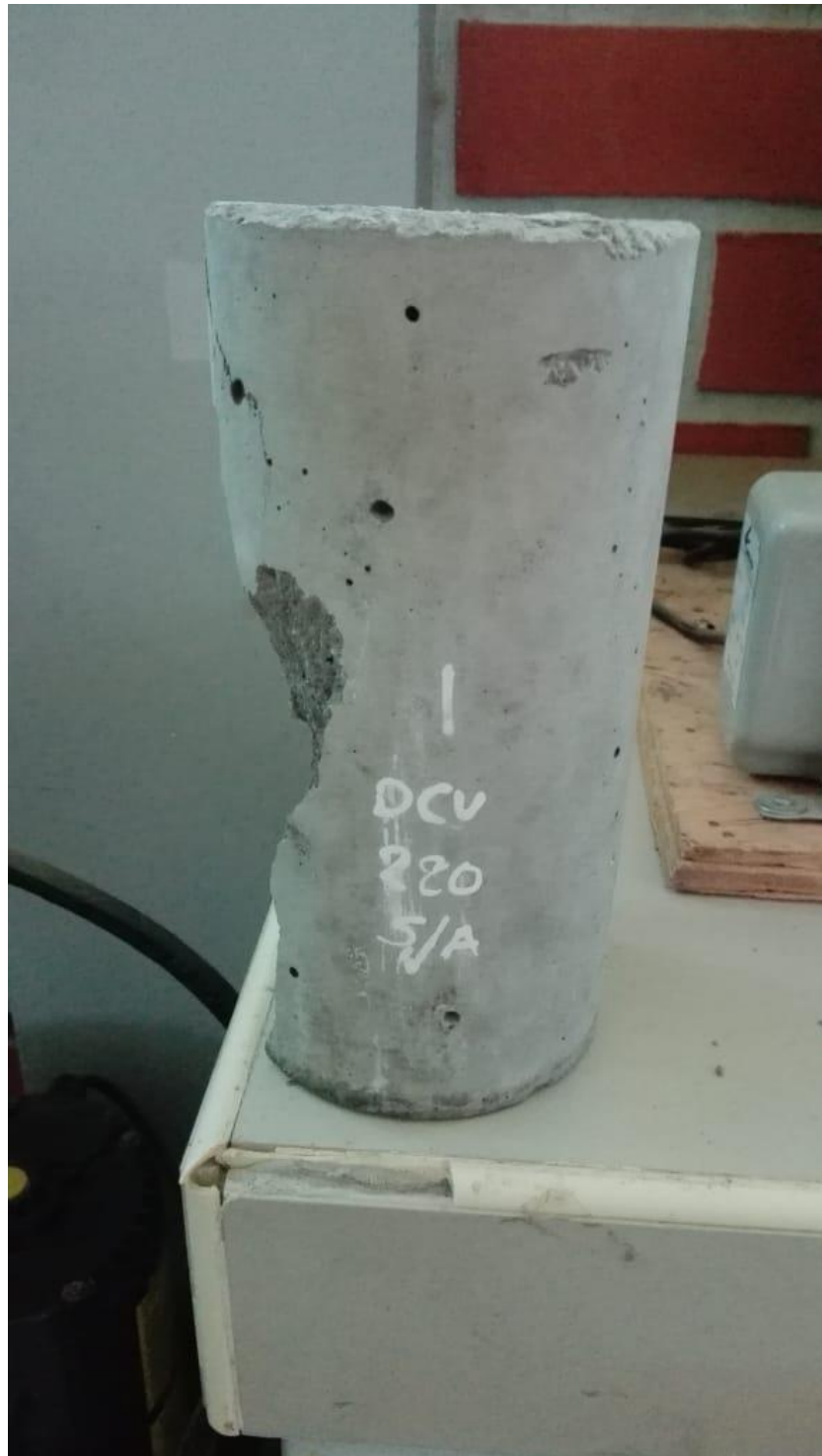
**Figura 101.** Ruptura de probeta de mortero  $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$



**Figura 102.** *Ruptura de probeta de mortero  $f'_c=280 \text{ kg/cm}^2$*



**Figura 103.** Ruptura de probeta de mortero  $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$



**Figura 104.** Ruptura de probeta de mortero  $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$



**UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO**  
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
 jarevalola@ucv.edu.pe - Teléfono : 042 - 582200 Anexo...3164  
 CAMPUS UNIVERSITARIO - CACATACHI - PERU



**PRUEBAS DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN TESTIGOS CILINDRICOS DE CONCRETO**

ASTM : C 39 - 2004

ASTM : C 39-2004  
 OBRA : "SILUMACION DE UNA EDIFICACION DE 4 PISOS APLICANDO MICROPILOTOS CIRCULARES EN LA BANDA DE SHILCAYO - SAN MARTIN - 2017"  
 SOLICITANTE : Est. Ing. DAVID CAMPOS VASQUEZ  
 LUGAR : TARAPOTO  
 ESTRUCTURA : MICROPILOTOS CIRCULARES  
 RESISTENCIA : 280 KG/CM2

CERTIFICADO : N° 001-DAVID CAMPOS  
 HECHO POR : CHFC  
 SUPERVISADO POR : CHFC  
 LUGAR DE EJECUCIÓN : CAMPUS UNIVERSITARIO  
 FECHA : 28/05/2018  
 HORA : 3.40 PM

N° DE CILINDRO	DESCRIPCION	FECHA DE EXTRACCIÓN DE NUCLEO	FECHA DE ROTURA	EDAD DIAS	ASENT. (PULG.)	DIAMETRO (cm)	DENSIDAD (kg/m³)	CARGA (kgf)	AREA (cm²)	RESISTENCIA (kg/cm²)	F'c DISEÑO (kg/cm²)	% OBTENIDO %	Tipo de Rotura
DCV-001	NUCLEOS DE ARENA	27-05-18	28-05-18	7.00	NE	9.91	2.19	15,430.00	77.13	200.05	280	71.44	A
DCV-002	NUCLEOS DE ARENA	27-05-18	28-05-18	7.00	NE	9.91	2.20	15,570.00	77.13	201.86	280	72.09	A
DCV-003	NUCLEOS DE ARENA	27-05-18	28-05-18	7.00	NE	9.91	2.31	15,890.00	77.13	206.01	280	73.57	A

**OBSERVACIONES:**

- Las roturas de los especimenes de concreto han sido verificadas en prensa de velocidad constante 1.33 mm/min.
  - Cilindros sometidos a las pruebas con cabeceo neopreno
- Muestra y datos adjuntos entregados por el solicitante

**APROBADO**

LABORATORIO: BELLO  
 JEFATURA: FIRMA

ING. Cesar Vallejo  
 INGENIERO CIVIL


**TIPO DE FRACTURA**

(a) CONO DE SEPARACION CORTE  
 (b) CONO DE SEPARACION CORTE  
 (c) CONO DE SEPARACION CORTE  
 (d) CONO DE SEPARACION CORTE  
 (e) CORTE COLUMNAR


PRUEBAS DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE ESPERIMENES Y CALCULO DE RESISTENCIA DE CONCRETO







**UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO**  
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
jarevalboa@ucv.edu.pe - Telefono : 042 - 582200 Anexo : 3164  
CAMPUS UNIVERSITARIO - CACATAYCHI - PERU



**PRUEBAS DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN TESTIGOS CILINDRICOS DE CONCRETO**  
ASTM : C 39 - 2004

**CERTIFICADO :** Nº 00-DAVID CAMPOS  
**HECHO POR :** CHFC  
**SUPERVISADO POR :** CHFC  
**LUGAR DE EJECUCIÓN :** CAMPUS UNIVERSITARIO  
**FECHA :** 18/06/2018  
**HORA :** 5.30 PM


**ASTM :** C 39 - 2004  
**OBRA :** "SILUMACION DE UNA EDIFICACION DE 4 PISOS APLICANDO MICROPILOTOS CIRCULARES EN LA BANDA DE SHILCAYO - SAN MARTIN - 2017"  
**SOLICITANTE :** E.H. Ing. DAVID CAMPOS VASQUEZ  
**LUGAR :** TARAPOTO  
**ESTRUCTURA :** MICROPILOTOS CIRCULARES  
**RESISTENCIA :** 200 KG/CM2

Nº DE CILINDRO	DESCRIPCION	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	EDAD DIAS	ASENT. (PULG.)	DIAMETRO (cm)	DEBIDAD (kg/cm <sup>3</sup> )	CARGA (kg-f)	AREA (cm <sup>2</sup> )	RESISTENCIA (kg/cm <sup>2</sup> )	F' C DISEÑO (kg/cm <sup>2</sup> )	% OBTENIDO %	Tipo de Rotura
DCV-001	NUCLEOS DE ARENA	17-06-18	18-06-18	28.00	NE	9.91	2.19	21,980.00	77.13	283.41	280	101.22	A
DCV-002	NUCLEOS DE ARENA	17-06-18	18-06-18	28.00	NE	9.91	2.19	21,970.00	77.13	284.83	280	101.73	B
DCV-003	NUCLEOS DE ARENA	17-06-18	18-06-18	28.00	NE	9.91	2.19	21,790.00	77.13	282.50	280	100.89	A


**OBSERVACIONES:**  
 1.- Las roturas de los especimenes de concreto han sido verificados en prensa de velocidad constante 1.33 mm/min.  
 2.- Cilindros sometidos a las pruebas con cabeceo neopreno  
 3.- El concreto tiene un f' c de diseño de 280, Kg/cm<sup>2</sup>  
 Muestra y datos adjuntos entregados por el solicitante

**LABORATORIO**  
SELO  
FIRMA  
SELO  
FIRMA


**APROBADO**  
SELO  
FIRMA  
SELO  
FIRMA



(a) CONO SEPARACION



(b) CONO SEPARACION



(c) CONO Y CORTE



(d) CORTE COLUMNAR



(e) CORTE COLUMNAR

PRUEBAS DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE ESPECIMENES Y CÁLCULO DE RESISTENCIA DE CONCRETO

**Figura 107. Resistencia a la compresión 28 días**  
 Fuente: Laboratorio de mecánica de suelos y materiales



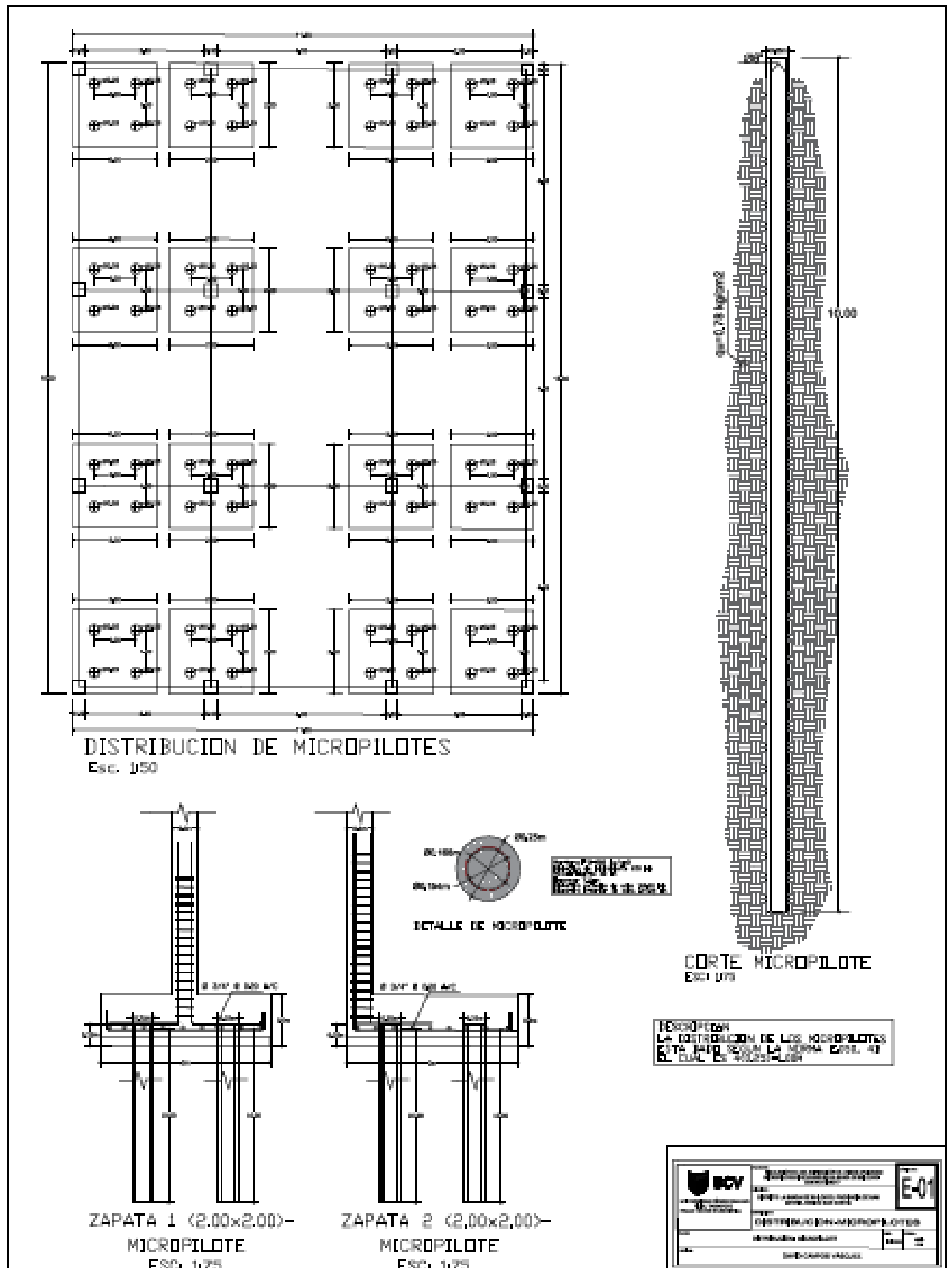


Figura 109. Plano de Micropilote

**Título: “Simulación de una edificación de 4 pisos aplicando micropilotes circulares en la banda de Shilcayo – Tarapoto - 2017”**

Formulación del problema	Objetivos	Hipótesis		Técnica e Instrumentos
<p><b>Problema general</b></p> <p>¿En qué medida los micropilotes circulares influyen en la simulación de una edificación de 4 pisos en la Banda de Shilcayo – San Martín – 2017?</p>	<p><b>Objetivo general</b></p> <p>Simular el comportamiento de una edificación de 4 pisos con micropilotes circulares.</p> <p><b>Objetivos específicos</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Realizar el estudio de mecánica de suelos como elemento de soporte para la edificación.</li> <li>• Diseñar el mortero de un <math>f'c=280</math> kg/cm<sup>2</sup> para el micropilote circular.</li> <li>• Evaluar la compresión del mortero <math>f'c=280</math> kg/cm<sup>2</sup> que será utilizado en el micropilote.</li> <li>• Evaluar el comportamiento de la edificación de 4 pisos aplicando micropilotes circulares en base al software Sap2000 v.18.2.</li> </ul>	<p><b>Hipótesis general</b></p> <p>En la simulación de una edificación de 4 pisos influyen significativamente los micropilotes circulares en la Banda de Shilcayo – San Martín - 2017.</p>		<p><b>Técnica</b></p> <p>La investigación es de carácter experimental puro, así que se tomó como técnica, ensayos de análisis mecánico del suelo, diseño de mezcla de mortero, compresión del mortero y simulación en software de los datos obtenidos en el campo, aplicando para ello formularios de laboratorio como instrumentos de calificación para evaluar los resultados que se presentó en el lugar del estudio.</p> <p><b>Instrumentos</b></p>
<b>Diseño de investigación</b>	<b>Población y muestra</b>	<b>Variables y dimensiones</b>		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Ensayo de análisis mecánico del suelo.</li> <li>- Ensayo de análisis del diseño de mezcla del mortero.</li> <li>- Ensayo de análisis mecánico de compresión del mortero.</li> <li>- Simulación en el software sap2000 v.18.2</li> <li>- Revisión de documentos.</li> </ul>
<p>El diseño de investigación es experimental puro, debido a que es aquel en el que se manipula la variable independiente para observar sus características en la variable dependiente en una situación de control para establecer el posible efecto de la manipula.</p>	<p><b>Población</b></p> <p>Las nuevas edificaciones de 4 pisos en la Banda de Shilcayo – San Martín -2017.</p> <p><b>Muestra</b></p> <p>Se realizó con el método probabilístico porque es una muestra donde todos tienen la misma posibilidad de ser elegidos.</p> <p>La muestra será de 6 calicatas que se calcularon mediante la fórmula probabilística.</p>	<b>Variables</b>	<b>Dimensiones</b>	
		<p>Simulación de una edificación de 4 pisos</p>	<p>Evaluación física</p> <hr/> <p>Simulación en los software</p>	
<p>Micropilotes circulares</p>	<p>Evaluación del mortero</p> <hr/> <p>Evaluación mecánica</p>			



**ACTA DE APROBACIÓN DE ORIGINALIDAD  
DE TESIS**

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

Yo, Mg. Zadith Nancy Garrido Campaña, docente de la Facultad de Ingeniería y Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad César Vallejo, filial Tarapoto, revisor (a) de la tesis titulada

"Simulación de una edificación de 4 pisos aplicando micropilotes circulares en la Banda de Shilcayo – San Martín 2017", del (de la) estudiante David Campos Vásquez, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 17.....% verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin.

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

Tarapoto 30 de Noviembre de 2018

.....  
**MG. ZADITH NANCY GARRIDO CAMPAÑA**  
**DNI: 43235341**

Elaboró	Dirección de Investigación	Revisó	Representante de la Dirección / Vicerrectorado de Investigación y Calidad	Aprobó	Rectorado
---------	----------------------------	--------	---	--------	-----------

# TESIS-David\_Campos\_-OK\_-TURNITM.docx

## INFORME DE ORIGINALIDAD

17%

INDICE DE SIMILITUD

16%

FUENTES DE INTERNET

0%

PUBLICACIONES

6%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

## FUENTES PRIMARIAS

1

[repository.uniminuto.edu:8080](https://repository.uniminuto.edu:8080)

Fuente de Internet

2%

2

[angelbarbagarcia.files.wordpress.com](https://angelbarbagarcia.files.wordpress.com)

Fuente de Internet

2%

3

Submitted to Universidad Cesar Vallejo

Trabajo del estudiante

2%

4

[oa.upm.es](https://oa.upm.es)

Fuente de Internet

2%

5

[repositorio.ucv.edu.pe](https://repositorio.ucv.edu.pe)

Fuente de Internet

1%

6

[www.scribd.com](https://www.scribd.com)

Fuente de Internet

1%

7

[pt.scribd.com](https://pt.scribd.com)

Fuente de Internet

1%

8

Submitted to Carlos Test Account

Trabajo del estudiante

1%

9

[docslide.net](https://docslide.net)

Fuente de Internet

1%

El Jurado encargado de evaluar la tesis presentada por don (a) David Campos Vásquez cuyo título es: "Simulación de una edificación de 4 pisos aplicando micropilotes circulares en la Banda de Shilcayo – San Martín - 2017",

Reunido en la fecha, escuchó la sustentación y la resolución de preguntas por el estudiante, otorgándole el calificativo de: 15, QUINCE.

Tarapoto, 30 de Noviembre de 2018



JUAN FREDI SEGUNDO SOTA  
INGENIERO CIVIL  
C.P. 57777

Mg. Juan Fredi Segundo Sota  
PRESIDENTE



Ing. Artemio del Águila Panduro  
C.I.P. N° 69678  
INGENIERO CIVIL

Ing. Artemio del Águila Panduro  
SECRETARIO



M. Sc. Eduardo Pinchi Vásquez  
INGENIERO CIVIL  
CIP: 55689

M.Sc. Eduardo Pinchi Vásquez  
VOCAL



Elaboró	Dirección de Investigación	Revisó	Representante de la Dirección / Vicerrectorado de Investigación y Calidad	Aprobó	Rectorado
---------	----------------------------	--------	--	--------	-----------

	<b>AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DE TESIS EN REPOSITORIO INSTITUCIONAL UCV</b>	Código : F08-PP-PR-02.02 Versión : 09 Fecha : 23-03-2018 Página : 1 de 1
---	--	---

Yo David Campos Vásquez, identificado con DNI N° 71902265, egresado de la Escuela Profesional de INGENIERÍA CIVIL de la Universidad César Vallejo, autorizo ( x ) , No autorizo ( ) la divulgación y comunicación pública de mi trabajo de investigación titulado “Simulación de una edificación de 4 pisos aplicando micropilotes circulares en la Banda de Shilcayo – San Martín - 2017”; en el Repositorio Institucional de la UCV (<http://repositorio.ucv.edu.pe/>), según lo estipulado en el Decreto Legislativo 822, Ley sobre Derecho de Autor, Art. 23 y Art. 33

Fundamentación en caso de no autorización:

.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....

  
\_\_\_\_\_  
FIRMA

DNI: 71902265

FECHA: 30 de Noviembre del 2018

Elaboró	Dirección de Investigación	Revisó	Representante de la Dirección / Vicerrectorado de Investigación y Calidad	Aprobó	Rectorado
---------	----------------------------	--------	---	--------	-----------





# 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:

Dra. Ana Noemí Sandoval Vergara  
**Directora de Investigación**

A LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN QUE PRESENTA:

David Campos Vásquez

INFORME TÍTULADO:

“Simulación de una edificación de 4 pisos aplicando micropilotes circulares en la Banda de Shilcayo  
– San Martín - 2017”

PARA OBTENER EL TÍTULO O GRADO DE:

---

Ingeniero Civil

SUSTENTADO EN FECHA: 16 de Julio de 2018

NOTA O MENCIÓN: 15



Dra. Ana Noemí Sandoval Vergara  
DIRECTORA DE INVESTIGACIÓN  
UCV - TARAPOTO