

UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



TESIS

**COMPORTAMIENTO DINAMICO-
ESTRUCTURAL EN EDIFICACIONES CON
PILOTES PREFABRICADOS ANTE
SOLICITACIONES SISMICAS EN TERRENOS
VULNERABLES, HUANCAYO 2019**

Para optar el título profesional de:

Ingeniera Civil

Autor:

Bach. BRAÑES MELITON, NIELSEN DEL ROSARIO

Asesor:

ING. FABIAN BRAÑEZ ALCIDES LUIS

Línea de Investigación Institucional:

Transporte y urbanismo

Huancayo – Perú

2024

HOJA DE CONFORMIDAD DE MIEMBROS DEL JURADOS

Dr. Rubén Darío Tapia Silguera
Presidente

Mg. Jeannelle Sofía Herrera Montes
Jurado

Mg. Carlos Enrique Palomino Daviran
Jurado

Ing. Carlos Gerardo Flores Espinoza
Jurado

Mg. Leonel Untiveros Peñaloza
Secretario Docente

DEDICATORIA

A mi familia que es fuente de soporte e inspiración. Dedicado a mis padres, por su apoyo incondicional.

Bach. Brañes Meliton, Nielssen del Rosario.

AGRADECIMIENTO

A Dios, por su amor y brindarme su energía positiva cada día.

A mis familiares que día a día apostaron por mí, brindándome apoyo de forma incondicional y hasta ahora que logré ser un profesional de éxito.

A mi universidad alma mater, que me cobijó durante mi crecimiento y desarrollo profesional.

Bach. Brañes Meliton, Nielssen del Rosario.

CONSTANCIA DE SIMILITUD

N ° 0314 - FI -2024

La Oficina de Propiedad Intelectual y Publicaciones, hace constar mediante la presente, que la Tesis; titulada:

COMPORTAMIENTO DINAMICO – ESTRUCTURAL EN EDIFICACIONES CON PILOTOS PREFABRICADOS ANTE SOLICITACIONES SISMICAS EN TERRENOS VULNERABLES, HUANCAYO 2019

Con la siguiente información:

Con Autor(es) : **Bach. BRAÑES MELITON NIELSEN DEL ROSARIO**

Facultad : **INGENIERÍA**

Escuela Académica : **INGENIERÍA CIVIL**

Asesor(a) : **Ing. ALCIDES LUIS FABIAN BRAÑEZ**

Fue analizado con fecha **26/09/2024**; con **148 págs.**; con el software de prevención de plagio (Turnitin); y con la siguiente configuración:

Excluye Bibliografía.

X

Excluye citas.

X

Excluye Cadenas hasta 20 palabras.

X

Otro criterio (especificar)

El documento presenta un porcentaje de similitud de **21** %.

En tal sentido, de acuerdo a los criterios de porcentajes establecidos en el artículo N°15 del Reglamento de uso de Software de Prevención de Plagio Versión 2.0. Se declara, que el trabajo de investigación: ***Si contiene un porcentaje aceptable de similitud.***

Observaciones:

En señal de conformidad y verificación se firma y sella la presente constancia.



Huancayo, 26 de septiembre del 2024.



MTRA. LIZET DORIELA MANTARI MINCAMI
JEFA

Oficina de Propiedad Intelectual y Publicaciones

CONTENIDO

| | |
|---|--------------|
| DEDICATORIA | III |
| AGRADECIMIENTO | IV |
| CONTENIDO | VI |
| CONTENIDO DE TABLA | IX |
| CONTENIDO DE FIGURAS..... | XII |
| RESUMEN..... | XVI |
| ABSTRACT | xvii |
| INTRODUCCIÓN..... | xviii |
| CAPÍTULO I | 20 |
| PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA | 20 |
| 1.1. Descripción de la realidad problemática..... | 20 |
| 1.2. Delimitación del problema | 21 |
| 1.2.1. Delimitación espacial | 21 |
| 1.2.2. Delimitación temporal..... | 22 |
| 1.2.3. Delimitación económica..... | 22 |
| 1.3. Formulación del problema..... | 22 |
| 1.3.1. Problema general..... | 22 |
| 1.3.2. Problemas específicos | 22 |
| 1.4. Justificación | 22 |
| 1.4.1. Justificación social | 22 |
| 1.4.2. Justificación teórica..... | 22 |
| 1.4.3. Justificación metodológica | 23 |
| 1.5. Objetivos de la investigación..... | 23 |
| 1.5.1. Objetivo general | 23 |
| 1.5.2. Objetivos específicos..... | 24 |
| CAPÍTULO II..... | 25 |
| MARCO TEÓRICO | 25 |
| 2.1. Antecedentes de la investigación..... | 25 |
| 2.1.1. Antecedentes nacionales..... | 25 |
| 2.1.2. Antecedentes internacionales | 27 |
| 2.2. Bases teóricas o científicas | 29 |

| | | |
|---------------------------|---|-----------|
| 2.2.1. | Peligro Sísmico (E030.RNE) | 29 |
| 2.2.2. | Condiciones Geotécnicas | 31 |
| 2.2.3. | Parámetros de Sitio (S, TP y TL) | 32 |
| 2.2.4. | Amplificación Sísmica (C)..... | 32 |
| 2.2.5. | Capacidad portante a través del ensayo de corte directo | 33 |
| 2.2.6. | Bases teóricas sobre pilotes | 34 |
| 2.2.7. | Estudios mecánicos en la construcción de pilotes..... | 37 |
| 2.2.8. | Construcción de pilotes | 40 |
| 2.2.9. | Como diseña a flexo compresión los pilotes | 42 |
| 2.2.10. | Transmisión de cargas | 43 |
| 2.2.11. | Capacidad de carga de un pilote | 44 |
| 2.2.12. | Coeficientes de balasto en diseño de fundaciones profundas..... | 47 |
| 2.2.13. | Métodos de cálculo de capacidad de carga..... | 49 |
| 2.2.14. | Métodos de cálculo de pilotes excavados..... | 50 |
| 2.2.15. | Comportamiento estructural del pilote en suelos..... | 56 |
| 2.2.16. | Fricción superficial y fricción negativa en pilotes..... | 59 |
| 2.2.17. | Falla estructural en los pilotes | 61 |
| 2.3. | Marco conceptual..... | 62 |
| CAPÍTULO III | | 64 |
| HIPÓTESIS | | 64 |
| 3.1. | Hipótesis | 64 |
| 3.1.1. | Hipótesis general | 64 |
| 3.1.2. | Hipótesis específicas | 64 |
| 3.2. | Variables..... | 64 |
| 3.2.1. | Definición conceptual de las variables..... | 64 |
| 3.2.2. | Definición operacional de las variables..... | 65 |
| 3.2.3. | Operacionalización de variables..... | 66 |
| CAPÍTULO IV | | 68 |
| METODOLOGIA | | 68 |
| 4.1. | Método de la investigación..... | 68 |
| 4.2. | Tipo de investigación..... | 68 |
| 4.3. | Nivel de la investigación | 68 |

| | | |
|---|--|------------|
| 4.4. | Diseño de la investigación..... | 69 |
| 4.5. | Población y muestra..... | 69 |
| 4.5.1. | Población..... | 69 |
| 4.5.2. | Muestra..... | 69 |
| 4.6. | Técnicas e instrumentos de recolección de datos | 70 |
| 4.7. | Técnica de procesamiento y análisis de datos | 76 |
| 4.7.1. | Procesamiento de la información | 76 |
| 4.7.2. | Técnicas y análisis de datos..... | 77 |
| 4.8. | Aspectos éticos de la investigación | 120 |
| CAPITULO V | | 122 |
| RESULTADOS | | 122 |
| 5.1. | Descripción del diseño tecnológico..... | 122 |
| 5.2. | Descripción de resultados..... | 122 |
| 5.1.1. | Análisis modal espectral..... | 123 |
| 5.1.2. | Comparación entre un sistema con pilotes y sin pilotes para la edificación de tipo a porticada. | 127 |
| 5.3. | Contrastación de Hipótesis | 137 |
| 5.3.1. | Prueba de Hipótesis – General | 137 |
| 5.3.2. | Prueba de Hipótesis Específicas..... | 137 |
| CAPITULO VI | | 139 |
| ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS | | 139 |
| 6.1. | Capacidad de deformación..... | 139 |
| 6.2. | Comportamiento dinámico-estructural | 140 |
| 6.2.1. | Discusión de resultados con antecedentes nacionales..... | 140 |
| 6.2.2. | Discusión de resultados con antecedentes internacionales..... | 141 |
| 6.3. | Fuerza en los pilotes..... | 141 |
| 6.3.1. | Discusión de resultados con antecedentes nacionales..... | 142 |
| 6.3.2. | Discusión de resultados con antecedentes internacionales..... | 142 |
| CONCLUSIONES | | 143 |
| RECOMENDACIONES | | 145 |
| REFERENCIA BIBLIOGRAFICA..... | | 146 |
| ANEXOS | | 149 |

CONTENIDO DE TABLA

| | |
|--|-----|
| Tabla 1. Factor de zona en el Perú. | 30 |
| Tabla 2. Clasificación de los perfiles del suelo | 31 |
| Tabla 3. Factores de Suelo | 32 |
| Tabla 4. Periodos T_p y T_L | 32 |
| Tabla 5. Métodos de exploración geofísica..... | 38 |
| Tabla 6. Valores según los ángulos de fricción..... | 55 |
| Tabla 7. La adherencia de las arcillas en función a la cohesión..... | 56 |
| Tabla 8. Operacionalización de variables..... | 66 |
| Tabla 9. Clasificación de los perfiles de suelo. | 70 |
| Tabla 10. Datos recolectados para zapata cuadrada. | 71 |
| Tabla 11. Datos recolectados para zapata rectangular. | 71 |
| Tabla 12. Datos recolectados para zapata corrida. | 71 |
| Tabla 13. Datos recolectados para ensayo de corte directo..... | 72 |
| Tabla 14. Factor de suelo (S)..... | 72 |
| Tabla 15. Periodos T_p y T_L | 72 |
| Tabla 16. Datos obtenidos del S y los periodos T_p y T_L | 72 |
| Tabla 17. Clasificación o categoría de la construcción y factor (U). | 73 |
| Tabla 18. Datos recolectados para ensayo de corte directo..... | 74 |
| Tabla 19. Sistemas estructurales. | 74 |
| Tabla 20. Consistencia del suelo. | 86 |
| Tabla 21. Densidad relativa de arena. | 87 |
| Tabla 22. Compacidad de la Arena. | 87 |
| Tabla 23. Características geométricas del acero | 97 |
| Tabla 24. Factor de Reducción..... | 98 |
| Tabla 25. Factor Beta " β " | 98 |
| Tabla 26. Factor de reducción en columnas | 103 |
| Tabla 27. Características geométricas de los pilotes y las propiedades mecánicas | 104 |
| Tabla 28. Cálculo de distribución de acero en pilote | 105 |
| Tabla 29. Datos de acero | 106 |
| Tabla 30. Deformación de punto iterativo en el eje neutro As_1 | 106 |
| Tabla 31. Deformación de punto iterativo en el eje neutro As_2 | 107 |

| | |
|--|-----|
| Tabla 32. Deformación de punto iterativo en el eje neutro As3..... | 107 |
| Tabla 33. Deformación de punto iterativo en el eje neutro As4..... | 107 |
| Tabla 34. Punto Iterativo 05 - Eje Neutro del As4..... | 108 |
| Tabla 35. Punto Iterativo 06 - Eje Neutro de 0.240 m..... | 108 |
| Tabla 36. Punto Iterativo 07 - Eje Neutro del As5..... | 108 |
| Tabla 37. Punto Iterativo 08 - Eje Neutro del As6..... | 109 |
| Tabla 38. Punto Iterativo 09 - Eje Neutro del As7..... | 109 |
| Tabla 39. Falla Balanceada..... | 109 |
| Tabla 40. Análisis 02-punto iterativo-eje neutro del As1..... | 110 |
| Tabla 41. Análisis 03-punto iterativo-eje neutro del As2..... | 111 |
| Tabla 42. Análisis 04-punto iterativo-eje neutro del As3..... | 111 |
| Tabla 43. Análisis 05-punto iterativo-eje neutro del As4..... | 112 |
| Tabla 44. Análisis 07-punto iterativo 06-eje neutro De 0.240 m..... | 112 |
| Tabla 45. Análisis 07-punto iterativo 06-eje neutro De 0.240 m..... | 113 |
| Tabla 46. Análisis 09-punto iterativo 08-eje neutro del As6..... | 113 |
| Tabla 47. Análisis 10-punto iterativo 09-eje neutro del As7..... | 114 |
| Tabla 48. Análisis 11-Falla balanceada..... | 114 |
| Tabla 49. Resultado del diagrama de interacción en la dirección x-x..... | 116 |
| Tabla 50. Análisis de cargas – Diseño por flexo compresión..... | 117 |
| Tabla 51. Diagrama de Interacción (Incluido "Ø") - Dirección X-X..... | 117 |
| Tabla 52. Diagrama de Interacción (Incluido "Ø") - Dirección Y-Y..... | 118 |
| Tabla 53. Periodos de Vibración Edificación Residencial Varo..... | 124 |
| Tabla 54. Porcentaje de cortante basal tomada por muros y columnas Edificación Residencial Varo..... | 124 |
| Tabla 55. Desplazamiento del centro de masa por piso..... | 126 |
| Tabla 56. Desplazamiento del centro de masa desplazamientos inelásticos..... | 127 |
| Tabla 57. Desplazamientos elásticos..... | 127 |
| Tabla 58. Razón del desplazamiento..... | 128 |
| Tabla 59. Desplazamientos elásticos de los centros de masa..... | 128 |
| Tabla 60. Desplazamiento de los entrepisos de la edificación..... | 129 |
| Tabla 61. Datos obtenidos en vigas sin pilotes..... | 131 |
| Tabla 62. Cargas sometidas en los pilotes esquineros..... | 136 |

Tabla 63. Cargas sometidas en los pilotes centrales. 137

CONTENIDO DE FIGURAS

| | |
|--|----|
| Figura 1. Zonificación sísmica según E030. | 30 |
| Figura 2. Amplificación sísmica | 33 |
| Figura 3. Análisis de capacidad de carga de acuerdo al ángulo de fricción (ϕ) ° | 33 |
| Figura 4. Las condiciones en las que se deberá emplear pilotes. | 35 |
| Figura 5. Tipos de pilotes según la longitud y carga máxima que soportan cada uno de ellos. | 36 |
| Figura 6. Sondeo de Pilotes..... | 38 |
| Figura 7. Equipo de penetración estándar (SPT)..... | 39 |
| Figura 8. Corte transversal del penetrómetro eléctrico. | 40 |
| Figura 9. Gráfica de penetración estática. | 40 |
| Figura 10. Ubicación del Pilote mediante una maquinaria | 41 |
| Figura 11. Ejecución de pilote de tipo excavado..... | 41 |
| Figura 12. Pilote de tipo de hélice continua. | 42 |
| Figura 13. Sustitución de pilotaje a un pórtico equivalente | 43 |
| Figura 14. Trabajo por fricción lateral. | 43 |
| Figura 15. Trabajo por punta..... | 44 |
| Figura 16. Trabajo por punta y fricción lateral. | 44 |
| Figura 17. La distribución de una carga simplificada de la carga a lo largo del pilote. | 46 |
| Figura 18. La distribución simplificada de la carga a lo largo del pilote en estratos duros. | 46 |
| Figura 19. La distribución simplificada de la carga a lo largo del pilote en estratos blandos. | 47 |
| Figura 20. Curvas de esfuerzo – deformación para los suelos con varias rigideces. | 48 |
| Figura 21. Mediciones experimentales del coeficiente de balasto horizontal en pilotes. | 48 |
| Figura 22. Representación gráfica de los modelos de rotura para un pilote. | 49 |
| Figura 23: Existencia de la relación no lineal con respecto a la carga – deformación..... | 58 |
| Figura 24: Modelo de Winkler aplicado a pilotes cargados totalmente, Villera y Wendichansky. | 59 |
| Figura 25: Pilote corto o rígido. | 60 |
| Figura 26: Representación esquemática de las cargas, asentamiento y plano neutro de un pilote, a) Distribución de la carga y resistencia b) Distribución del asentamiento. | 60 |
| Figura 27: Representación esquemática de las cargas mayoradas en pilotes con fricción negativa y fricción superficial..... | 60 |

| | |
|---|----|
| Figura 28: Falla pilote-cabezal por tensión. | 61 |
| Figura 29: Falla por corte en la cabeza del pilote. | 61 |
| Figura 30: Falla por corte en la cabeza del pilote. | 61 |
| Figura 31: Falla por capacidad de carga de la fundación. | 62 |
| Figura 32: Falla por excesiva deformación lateral. | 62 |
| Figura 33. Croquis del esquema del diseño no experimental..... | 69 |
| Figura 34. Zonas sísmicas. | 73 |
| Figura 35. Espectro sísmico según la norma E 030 | 75 |
| Figura 36. Ubicación geográfica del laboratorio..... | 78 |
| Figura 37. Identificación de estratos. | 79 |
| Figura 38. Identificación de material extraído. | 79 |
| Figura 39. Toma de datos en las muestras excavadas | 79 |
| Figura 40. Verificación e identificación de muestras extraídas. | 80 |
| Figura 41. Proceso de parafinado para conservar su humedad. | 80 |
| Figura 42. Litología del suelo. | 80 |
| Figura 43. Calidad del suelo..... | 81 |
| Figura 44. Propiedades del material. | 81 |
| Figura 45. Modelamiento del sistema pilotes..... | 83 |
| Figura 46. Modelado de los pilotes en la edificación..... | 84 |
| Figura 47. Características geométricas del pilote..... | 85 |
| Figura 48. Datos sobre las propiedades..... | 85 |
| Figura 49. Sistema estructura cimentación en el software. | 85 |
| Figura 50. Compacidad de las arenas..... | 88 |
| Figura 51. Coeficientes de balasto serán ingresados al software. | 88 |
| Figura 52. Cálculo de las reacciones. | 89 |
| Figura 53. Coeficiente de balasto vertical. | 89 |
| Figura 54. Interacción estructura suelo. | 90 |
| Figura 55. Distribución de cargas sobre el modelamiento. | 90 |
| Figura 56. Modelamiento estructural con pilotaje..... | 91 |
| Figura 57. Carga máxima en los pilotes. | 92 |
| Figura 58. Verificación de los esfuerzos en los pilotes..... | 93 |
| Figura 59. Pilotes de apoyo en cimentaciones | 93 |

| | |
|--|-----|
| Figura 60. Configuración del pilote esquinero en GEO5..... | 98 |
| Figura 61. Consideración del terreno en el software..... | 99 |
| Figura 62. Configuración de la metodología de cálculo. | 99 |
| Figura 63. Módulo de reacción del subsuelo..... | 99 |
| Figura 64. Definición del tipo de suelo. | 100 |
| Figura 65. Definiendo las cargas..... | 100 |
| Figura 66. Configurando la geometría del perfil en diámetro y longitud..... | 100 |
| Figura 67. Características de resistencia de los materiales. | 101 |
| Figura 68. Configurando la situación de la carga..... | 101 |
| Figura 69. Verificación de la capacidad portante del pilote..... | 102 |
| Figura 70. Demandas de pilotes a flexión y compresión con 12 ϕ 3/4" de refuerzo vertical y refuerzo de cero de 3/8" en espiral..... | 102 |
| Figura 71. Máxima fuerza interna y de deformación..... | 103 |
| Figura 72. Esquema de la sección de pilotes..... | 104 |
| Figura 73. Diagrama de interacción en el eje X-X..... | 118 |
| Figura 74. Diagrama de interacción en el eje Y-Y..... | 119 |
| Figura 75. Curva de asentamiento de carga. | 120 |
| Figura 76. Verificación del análisis de carga. | 120 |
| Figura 77. Modelo matemático Edificación Residencial Varo. | 123 |
| Figura 78. Parámetros sísmicos para espectro de respuesta..... | 124 |
| Figura 79. Definición de parámetros sísmicos. | 125 |
| Figura 80. Fuerzas cortantes basales estáticas y dinámicas. | 125 |
| Figura 81. Fuerzas cortantes dinámicas aun 80%. | 126 |
| Figura 82. Diagrama de la viga sin pilote B108 en el piso 8. | 129 |
| Figura 83. Diagrama de la viga sin pilote B110 en el piso 7. | 130 |
| Figura 84. Diagrama de la viga con pilote B108 en el piso 8. | 130 |
| Figura 85. Diagrama de la viga con pilote B110 en el piso 7. | 131 |
| Figura 86. Vista de elevación A de las columnas sin pilotes. | 132 |
| Figura 87. Vista de elevación C de las columnas sin pilotes. | 132 |
| Figura 88. Vista de elevación A de las columnas con pilotes..... | 132 |
| Figura 89. Vista de elevación C de las columnas con pilotes. | 133 |
| Figura 90. Datos obtenidos en columnas con pilotes. | 133 |

| | |
|--|-----|
| Figura 91. Planta que conformada por el total de pilotes..... | 134 |
| Figura 92. Combinación de cargas para pilotes. | 134 |
| Figura 93. Reacciones moderadas en el cabezal esquinero..... | 135 |
| Figura 94. Fuerzas actuantes en KN en el cabezal esquinero. | 135 |
| Figura 95. Reacciones moderadas en el cabezal central. | 136 |
| Figura 96. Fuerzas actuantes en KN en el cabezal central. | 136 |

RESUMEN

La tesis titulada: “Comportamiento dinámico-estructural en edificaciones con pilotes prefabricados ante solicitaciones sísmicas en terrenos vulnerables, Huancayo 2019”, partió del problema: ¿Cómo varía el comportamiento dinámico-estructural en edificaciones con pilotes prefabricados ante solicitaciones sísmicas en terrenos vulnerables, Huancayo 2019?, como objetivo general, Determinar la variación en el comportamiento dinámico-estructural en edificaciones con pilotes prefabricados ante solicitaciones sísmicas en terrenos vulnerables, Huancayo 2019. La hipótesis general: El comportamiento dinámico-estructural en edificaciones con pilotes prefabricados varía significativamente ante solicitaciones sísmicas en terrenos vulnerables, Huancayo 2019. Se aplicó método Científico, de tipo aplicada, nivel explicativo y diseño No-experimental. Obteniendo resultados dentro de los parámetros establecidos en la norma.

Palabras claves: Comportamiento dinámico, pilotes, sismos, terrenos vulnerables.

ABSTRACT

The thesis titled: “Dynamic-structural behavior in buildings with prefabricated piles in the face of seismic requests in vulnerable terrain, Huancayo 2019”, started from the problem: How does the dynamic-structural behavior vary in buildings with prefabricated piles in the face of seismic requests in vulnerable terrain, Huancayo 2019?, as a general objective, Determine the variation in the dynamic-structural behavior in buildings with prefabricated piles in the face of seismic requests in vulnerable terrain, Huancayo 2019. The general hypothesis: The dynamic-structural behavior in buildings with prefabricated piles varies significantly in the face of seismic requests. in vulnerable lands, Huancayo 2019. Scientific method was applied, applied, explanatory level and non-experimental design. Obtaining results within the parameters established in the standard.

Keywords: Dynamic behavior, piles, earthquakes, vulnerable terrain.

INTRODUCCIÓN

La presente investigación lo he desarrollado los años 2019-2021, lo cual me conllevado a realizar diversos ensayos para poder determinar todos los componentes necesarios para desarrollar esta investigación siendo también necesario compatibilizar información con información de muy alto costo para el investigador sin embargo se ha desarrollado esta investigación con todos los criterios técnicos adquiridos en todo el proceso de desarrollo para ello.

Para los problemas de asentamiento y de un deficiente comportamiento físico mecánico del suelo ante sollicitaciones sísmicas en terrenos vulnerables, en los que se plantean construcciones de edificaciones, se formula como solución el uso d pilotes prefabricados por sus ventajas de un mayor control de la calidad del concreto y mayor control de la estructura en el proceso de construcción facilitando la transmisión de las fuerzas de flexión y la capacidad de carga reduciendo así el costo de la mano de obra logrando un mayor rendimiento y calidad final de la obra.

He estructurado mi investigación en cinco capítulos, siguiendo el formato que establece la Universidad Peruana Los Andes, y los he desglosado de la siguiente manera:

EL CAPÍTULO I: Planteamiento del problema

En este capítulo se presenta la descripción y delimitación del problema, así como la formulación del mismo, la justificación y los objetivos relacionados con la problemática.

EL CAPÍTULO II: Marco teórico

En este capítulo se expone el marco teórico de la investigación, incluyendo los antecedentes tanto nacionales como internacionales, así como las bases teóricas y científicas que respaldan el estudio.

EL CAPÍTULO III: Hipótesis

En este capítulo se presenta un análisis de la hipótesis, junto con una definición conceptual y operacional de las variables de la investigación.

EL CAPÍTULO IV: Metodología

En este capítulo se expone la metodología empleada, incluyendo el tipo, nivel y diseño de la investigación, un análisis de la población y muestra, así como las técnicas e instrumentos utilizados para recopilar la información necesaria para el estudio.

EL CAPÍTULO V: Resultados

Se ofrece una descripción del diseño y los resultados de la investigación, así como la verificación de la hipótesis.

EL CAPÍTULO VI: Análisis y discusión de resultados

En esta sección se lleva a cabo una discusión sobre los resultados, se ofrecen recomendaciones, se presentan las conclusiones, así como la matriz y los anexos que respaldan la investigación.

Bach. Brañes Meliton, Nielssen Del Rosario

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Descripción de la realidad problemática

A nivel internacional lo que debería ser es que el uso de los pilotes en edificaciones sean utilizados como medio de cimentaciones profundas, es por ello que si el terreno donde se va a construir no cumple las condiciones de estabilidad siendo un suelo cohesivo – saturado que no logre la asimilación de cargas de la estructura que se quiera construir, se tendrá que considerar estos criterios para definir una zona vulnerable aquella que se encuentre latente a eventos de los fenómenos naturales el cual a estas condiciones hacen que la zona sea vulnerable. Alva (2011)

A nivel nacional en la actualidad según lo presentado por Braja (2018) define que “Los eventos sísmicos aumentando su magnitud e incidencia en la población, en las zonas de mayor índice de desastres naturales son zonas de alta vulnerabilidad sísmica por el tipo de suelo que presenta la zona evaluada”, es por ello que ante los eventos naturales se logra dar estabilidad a una edificación con la aplicación de pilotes en la cimentación de la estructura, siendo necesario analizar el comportamiento dinámico-estructural de la interacción del pilote ante las sollicitaciones sísmicas y poder determinar el comportamiento real de la edificación.

En la ciudad de Huancayo está presentando un crecimiento económico considerable lo cual ha llevado a tener vías congestionadas, siendo puntos de ingreso y salida a la ciudad, por ello, ante la alta demanda vehicular ha llevado a desarrollar proyectos como las construcciones de puentes atirantados haciendo que estos puntos sean considerados como

desarrollo social por sus ubicaciones, llevando a la invasión de espacios de la franja marginal del río Mantaro, llevando a presentar viviendas provisionales en todo el recorrido entre puentes, siendo este el punto de inicio para que en poco tiempo se empiece a construir grandes edificaciones como alternativa turística, lo cual llevara a la aplicación de cimentaciones profundas en sus construcciones. Pizarro y Romero (2018)

La planificación de desarrollo de la población presentó problemas que ha llevado a la construcción informal, para lo cual se construyen viviendas sin consideraciones técnicas mínimas para obtener una edificación segura, estable y que evite tener problemas ante los fenómenos naturales como los eventos sísmicos, con este preámbulo se plantea la construcción de una edificación en una zona vulnerable con una área y se analiza el comportamiento dinámico estructural ante las sollicitaciones sísmicas en zonas vulnerables lo cual nos podrá servir como análisis preliminar para determinar la vulnerabilidad de las edificaciones ubicadas en la zona de estudio. IngenieriaReal.com (2018)

En la ciudad de Huancayo se presenta el problema de inestabilidad estructural en las cimentaciones de las edificaciones construidas cerca de las franjas riverieñas, esto al presentar un perfil de suelo en muchos casos con presencia de nivel freático o suelos de baja capacidad portante lo que agrava la estabilidad de la edificación ante sísmicos, esto se suscita en edificaciones ubicadas en la ribera del río Mantaro a orillas del Puente de Comuneros I, por lo que se plantea como solución el uso de pilotes prefabricados como parte de la cimentación, al trabajar como una cimentación profunda muestra una mejor capacidad de carga y de transmisión de esfuerzos mejorando así la seguridad y calidad de vida de los pobladores. IngenieriaReal.com (2018)

1.2. Delimitación del problema

1.2.1. Delimitación espacial

La delimitación espacial para la investigación se llevará a cabo considerando las condiciones climáticas de nuestra ciudad, Huancayo, ubicada a 3259 m.s.n.m. Esta área presenta una variación térmica característica de la región, oscilando entre los 18°C durante el horario diurno y -2°C durante el horario nocturno para zonas vulnerables como la ribera del río Mantaro a orillas del Puente de Comuneros I.

1.2.2. Delimitación temporal

La delimitación temporal de la presente investigación estuvo determinada por 15 meses de investigación desde el análisis de suelos hasta la información geomecánica de la zona este estudio fue realizado en el año 2019 a 2021.

1.2.3. Delimitación económica

Los gastos de la investigación se asumen en su totalidad por la investigadora, sin financiamiento externo.

1.3. Formulación del problema

1.3.1. Problema general

¿Como varia el comportamiento dinámico-estructural en edificaciones con pilotes prefabricados ante solicitaciones sísmicas en terrenos vulnerables, Huancayo 2019?

1.3.2. Problemas específicos

- a) ¿En qué medida varía la capacidad de deformación en el comportamiento dinámico-estructural en edificaciones con pilotes prefabricados ante solicitaciones sísmicas en terrenos vulnerables, Huancayo 2019?
- b) ¿Cómo varía la fuerza en los pilotes en el comportamiento dinámico-estructural en edificaciones con pilotes prefabricados ante solicitaciones sísmicas en terrenos vulnerables, Huancayo 2019?

1.4. Justificación

1.4.1. Justificación social

Según Hernández y Fernández (2006) “El aspecto práctico corresponde si la investigación resolverá un problema real y de ser el caso tenga relación con otros problemas prácticos”.

De acuerdo a lo descrito se establece que la investigación contribuirá a resolver un problema real que es el modelamiento estructural de edificaciones con solicitaciones sísmicas para determinar el comportamiento real de la edificación.

1.4.2. Justificación teórica

La información recopilada puede representar una justificación técnica lo cual ha llevado a analizar otras investigaciones semejantes a lo planteado, para ello se tiene que aplicar las normas técnicas peruanas para poder profundizar mejor esta

investigación y poder obtener una justificación científica para futuras investigaciones.

Empleando a los pilotes prefabricados por sus ventajas de anti corrosivo con alta fuerza a la deflexión y capacidad de carga, hay un mayor control de la estructura en la obra, reducción de costo de mano de obra y se logra un mayor rendimiento y calidad.

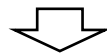
1.4.3. Justificación metodológica

Según Hernández (2014) “La justificación metodológica propone que los vitales juicios que pueden ocasionar el desarrollo de una tesis y a futuras exploraciones sean de propósito que pueda demostrar una conciencia suficiente para poder ejecutar una exploración en un período breve o largo.”

La justificación metodológica en la presente investigación contribuye a la descripción del instrumento de la Observación el cual es una técnica que se emplea para evaluar las propias situaciones permitiendo conocer cómo y de qué manera se comporta las variables analizadas en la investigación.

Se considera una secuencia metodológica, bajo el siguiente esquema.

OE → SA → XP → CE → RE



OBSERVACIÓN

OE : Objeto de Estudio

SA : Sistema de Análisis (Solicitaciones Sísmicas)

XP : Proceso de análisis

CE : Criterios específicos (Comportamiento Dinámico – Estructural)

RE : Resultados

1.5. Objetivos de la investigación

1.5.1. Objetivo general

Determinar la variación del comportamiento dinámico-estructural en edificaciones con pilotes prefabricados ante solicitaciones sísmicas en terrenos vulnerables, Huancayo 2019.

1.5.2. Objetivos específicos

- a) Analizar la variación de la capacidad de deformación en el comportamiento dinámico-estructural en edificaciones con pilotes prefabricados ante sollicitaciones sísmicas en terrenos vulnerables, Huancayo 2019.
- b) Evaluar la variación de las fuerzas en los pilotes en el comportamiento dinámico-estructural en edificaciones con pilotes prefabricados ante sollicitaciones sísmicas en terrenos vulnerables, Huancayo 2019.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de la investigación

2.1.1. Antecedentes nacionales

Ninanya (2018), en su tesis titulada: Evaluación de la capacidad de carga de pilotes excavados en arcillas a través de métodos estáticos y pruebas de carga, para obtener el grado de Ingeniero Civil en la Universidad Ricardo Palma – Perú, llega a las siguientes conclusiones: que en la ingeniería Geotécnica la evaluación e la capacidad de carga en los pilotes es muy fundamental, cuando se realiza los métodos teóricos es importante considerar el efecto de fricción negativa ya que ayudara mejorar los resultados cuando se calcula la capacidad de carga. El aporte de esta tesis es que según los métodos semi - empíricos al realizar los ensayos de SPT se pudo obtener resultados más precisos, en los métodos gráficos existe una similitud entre la metodología NBR-6122 con las pruebas de carga y según los resultados numéricos que se realizó utilizando el método de elementos finitos se obtuvieron buenos resultados excepto en el caso de Brasilia en suelo saturado.

Mann (2018), en su tesis titulada: Tecnología para cimentaciones por pilotaje en proyectos de ingeniería civil, para obtener el grado de Ingeniero Civil en la Universidad Nacional Federico Villareal – Perú, presenta las conclusiones: con el apoyo de las tecnologías de pilotaje vigentes en la actualidad, se observa un gran beneficio en la construcción de viviendas y servicios, lo que contribuye significativamente a la seguridad de la sociedad. Este estudio demuestra que la

utilización de tecnologías para cimentaciones reduce los riesgos asociados con los asentamientos que podrían resultar en futuras fisuras y colapsos estructurales. Los datos recopilados al emplear diversos tipos de pilotes revelan que las cargas obtenidas superan la carga admisible del suelo, garantizando una mayor estabilidad

Pizarro y Romero (2018), en su tesis titulada: Análisis comparativo de asentamientos y capacidades de carga evaluados y esperados en pilotes perforados en los puentes fortaleza y crisnejas, para obtener el grado de Ingeniero Civil en la Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas – Perú, llega a las siguientes conclusiones: en la investigación se consideraron las contribuciones de suelos cohesivos y granulares para calcular la capacidad por fuste. Al perfeccionar una estratigrafía homogénea, es esencial tener en cuenta la capacidad de carga del pilote. Este estudio destaca que al combinar el método de Coyle con el método Beta en pilotes perforados, los resultados se acercan más a los obtenidos mediante la prueba de carga dinámica PDA. En el análisis de la carga por fuste, se concluye que el método Beta es el que más se asemeja al de PDA, mientras que el método Alfa exhibe una variación mayor.

Gavidia (2019), en su tesis titulada: Evaluación de capacidad de carga de pilotes mediante métodos teóricos y semi - empíricos para el desembarcadero pesquero artesanal de Cerro Azul, Cañete, para obtener el grado de Ingeniero Civil en la Universidad Ricardo Palma – Perú, alcance exploratorio, llega a las siguientes conclusiones: al comparar los métodos, se observa que los métodos semiempíricos muestran una discrepancia del 35% en comparación con los métodos empíricos, lo que sugiere la conveniencia de incluir al menos una formulación teórica. Este trabajo destaca por los datos obtenidos, como las variaciones del 20% y 28% entre la fórmula semiempírica y la teórica de Meyerhof, y un 35% con la fórmula de ROM

Cepeda (2020), en su tesis titulada: Análisis comparativo de cimentación profunda de un centro comercial con pilotes excavados y micropilotes, para obtener el grado de Ingeniero Civil en la Pontificia Universidad Católica del Perú – Perú, investigación de propuesta teórica con alcance exploratorio, llega a las siguientes

conclusiones: que la capacidad de los pilotes siempre dependerán de la capacidad de carga y para poder tener menos costo en la construcción de pilotes dependerá de la longitud pero deberá ser con un diámetro mayor. El aporte de esta tesis es que al realizar la comparación en el tema del costo los pilotes excavados tienen un porcentaje de 61.6% menos costo que un diseño con micropilotes, en el tema de tiempo de ejecución también es un 30.8% menos.

2.1.2. Antecedentes internacionales

Fuentes (2018), en su tesis titulada: Confección de la propuesta de norma de diseño geotécnico de cimentaciones sobre pilotes, para obtener el grado de Ingeniero Civil en la Universidad Central de Las Villas – Cuba, investigación de propuesta teórica con alcance exploratorio, llega a las siguientes conclusiones: Al contrastar los criterios de modelación con el método de los elementos finitos se incorporara la nueva propuesta se incrementara a la nueva norma para el realizar el cálculo de coeficiente de carga y continuar hallando el coeficiente de empuje de suelo en el cálculo de aporte a fricción, teniendo en cuenta el aporte del terreno puede llegarse a una disminución de la carga actuante a nivel de pilote, lo que se reduce de la carga total actuante a nivel de cada pilote en el rango de un 5 a un 26 % . El aporte de esta tesis es que muestra una notable diferencia al comparar los resultados que se obtienen en el diseño de una cimentación sobre pilotes, con referencia a la nueva normativa planteada la cual alcanza una diferencia de hasta un 30%.

Placencia (2018), en su tesis titulada: Cálculo y diseño de pilotes para el puente naranjal 1(pna1) que forma parte del proyecto control de inundaciones del rio naranjal, para obtener el grado de Ingeniero Civil en la Universidad de Cuenca – Ecuador, investigación de propuesta teórica con alcance exploratorio, llega a las siguientes conclusiones: Con el método de Meyerhof se obtuvo una capacidad de carga por punta igual a 4377.24 ton, y por el método de Janbu una de 857.217 ton, optando por el método de Janbu por ser el más bajo y desfavorable para el diseño , viendo los resultados obtenidos de los diferentes métodos el más óptimo es del método Janbu por ser menor y desfavorable; según el modelo martillo R8/0 se obtuvo la capacidad de prueba admisible de 1415.22klb es mayor a 1400.28klb que es la capacidad admisible del pilote. El aporte de esta tesis es que se demuestra

que los pilotes del puente PNA1 trabajan como columnas cortas cargadas axialmente únicamente compresión debido a que el pilote está completamente confiando por el subsuelo de la zona.

Lujan (2018), en su tesis titulada: Evaluación de la capacidad de carga dinámica de pilotes usando la ecuación de Onda, para obtener el grado de Ingeniero Civil en la Universidad Católica de Colombia – Colombia, investigación de propuesta teórica con alcance exploratorio, llega a las siguientes conclusiones: el programa de Computo GRL WEAP es un programa completo que nos ayuda a tener todos resultados del ensayo Dinámico y obtener la capacidad de ruptura del suelo. El aporte de esta tesis es que se pudo obtener al hacer uso del Programa de Computo GRL WEAP es: los datos que se obtendrán durante el proceso de los golpes como el de las tensiones máximas de compresión y tracción; datos principales como la ubicación y la intensidad del daño que se produjo; el desplazamiento máximo y la velocidad de los golpes que producirá el martillo Diésel.

Meza (2018), en su tesis titulada: Recuperación de métodos analíticos y computacionales en ingeniería de fundaciones (esfuerzos en pilotes), para obtener el grado de Ingeniero Civil en la Universidad Austral de Chile – Chile, investigación de propuesta teórica con alcance exploratorio, llega a las siguientes conclusiones: que los resultados obtenidos arrojaron un error mínimo entre los métodos “LATERAKES PILES” y “STATIC”. El aporte de esta tesis es que al desarrollar el método de “LATERAL PILES” tiene un pequeño error ya que dicho programa trabaja con 11 nodos y eso es lo que causa que los resultados sean más aproximados a comparación otros; al realizar el software MATHCAD 13 cuando se refiere a la programación es más simple y directo ya que la ejecución es rápidamente cuando se proceden a colocar los valores y se puede manipular hasta poder ver que los criterios de los diseños se cumplan correctamente.

Quintana (2018), en su tesis titulada: Cálculo de la capacidad de carga bajo fuerzas horizontales en pilotes, para obtener el grado de Ingeniero Civil en la Universidad Central Marta Abreu de las Villas – Cuba, investigación de propuesta teórica con alcance exploratorio, llega a las siguientes conclusiones: al realizar los estudios de la metodología para hallar el cálculo de la capacidad de cargas horizontales se

llegó a la conclusión que para hacer uso de los métodos internacionales dependerá de la calidad de estudio del suelo y la realización de los componentes de la cimentación. El aporte de esta tesis es la comprobación de la capacidad de carga de la cimentación que es relativamente grande, debido al uso de pilotes de 1.2 m de diámetro, lo que garantiza el traque de buques de gran tonelaje.

Orellana y Paitán (2020), en su tesis titulada: Determinación y diseño del tipo de cimentación con pilotes en puentes sobre suelos arenosos en Tumbes mediante un modelo computarizado investigación de propuesta teórica con alcance exploratorio, llega a las siguientes conclusiones: Al realizar un modelo computarizado se aplicó el Geo 5 la estabilidad de los estribos y resultados favorables en el estribo derecho en el desplazamiento en $H_{res}= 2303.65$ kn/m, $H_{act}=1070.33$ kn/m y ante efectos de volteo en $M_{res}= 16061.19$ kn-m, $M_{act}=6669.13$ kn/m en el estribo izquierdo el desplazamiento $H_{res}= 2300.95$ kn/m, $H_{act}=1520.58$ kn/m y ante efectos de volteo en $M_{res}= 15739.36$ kn-m, $M_{act}=8888.96$ kn/m, y con aplicación de pilotes se concluyó 12 pilotes de tres filas cada una con una separación de 3m con un diámetro de 0.90m obteniendo una resistencia óptima y el estribo derecho soporta un 3254.28 ton y en el estribo izquierdo soportan 3295.41 ton.

2.2. Bases teóricas o científicas

2.2.1. Peligro Sísmico (E030.RNE)

a) Zonificación

La Norma Técnica Peruana E030.RNE divide el país en 4 zonas sísmicas, estableciendo una zonificación basada en la distribución espacial de la sismicidad presentada. Esta zonificación considera las características de los movimientos sísmicos desde la distancia epicentral, distribuida por provincias y distritos.

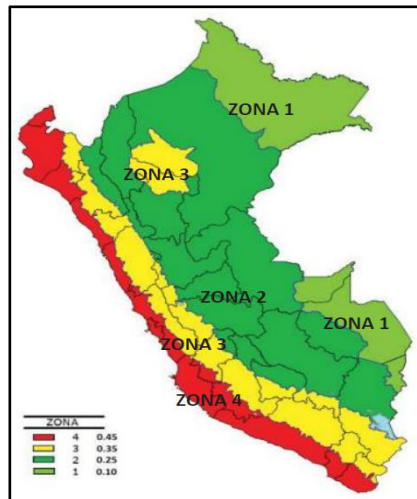


Figura 1. Zonificación sísmica según E030.

Fuente: Norma E030, (2016, pág. 07)

Cada zona ha sido asignada un factor que se detalla en la siguiente tabla, representando la aceleración máxima horizontal en suelo rígido con una probabilidad del 10%.

Tabla 1. Factor de zona en el Perú.

| Factores de Zona "Z" | |
|----------------------|------|
| ZONA | Z |
| 4 | 0,45 |
| 3 | 0,35 |
| 2 | 0,25 |
| 1 | 0,10 |

Fuente: Ministerio de vivienda construcción y saneamiento, (2022)

b) Microzonificación sísmica

Son estudios multidisciplinarios que investigan los sismos y sus fenómenos que son asociados a la licuefacción de los suelos, deslizamientos, tsunamis, estos estudios proporcionan información relevante sobre la modificación de las acciones sísmicas debido a diversas condiciones locales y fenómenos naturales, lo cual influye en las consideraciones de diseño y construcción.

- Áreas en expansión de las ciudades
- Reconstrucción de las áreas urbanas deshabilitadas por el sismo

c) Estudio de Sitio

Estudios de microzonificación en su extensión y los estudios son delimitados por el proyecto y suministran información sobre las posibles acciones sísmicas y los

diferentes fenómenos naturales para las diferentes condiciones locales determinando así los parámetros de diseño.

2.2.2. Condiciones Geotécnicas

a) Perfiles de Suelo

Los perfiles de suelos se clasifican según la velocidad promedio de propagación de ondas cortantes (\bar{V}_s). En suelos granulares, se considera un promedio ponderado de N60 obtenido a través del ensayo de penetración estándar (SPT) en condiciones no drenadas.

Para suelos granulares, el cálculo de N60 toma en consideración los espesores de los suelos granulares, especialmente aquellos con predominio de suelos cohesivos y resistencia al corte en condiciones no drenadas.

- Perfil Tipo S₀: Roca Dura
- Perfil Tipo S₁: Roca o Suelos Muy Rígidos
- Perfil Tipo S₂: Suelos Intermedios
- Perfil Tipo S₃: Suelos Blandos
- Perfil Tipo S₄: Condiciones Excepcionales.

Tabla 2. Clasificación de los perfiles del suelo

| CLASIFICACIÓN DE LOS PERFILES DE SUELO | | | |
|--|--------------------------------|----------------|------------------|
| Perfil | \bar{V}_s | \bar{N}_{60} | \bar{s}_u |
| S ₀ | > 1500 m/s | - | - |
| S ₁ | 500 m/s a 1500 m/s | > 50 | >100 kPa |
| S ₂ | 180 m/s a 500 m/s | 15 a 50 | 50 kPa a 100 kPa |
| S ₃ | < 180 m/s | < 15 | 25 kPa a 50 kPa |
| S ₄ | Clasificación basada en el EMS | | |

Fuente: Norma E030, (2016, pág. 10)

b) Definición de los perfiles del Suelo

Estas definiciones se aplicarán para profundidades de 30 metros superiores del perfil de los suelos, el cual es acotado desde el nivel de fondo de cimentación, presentando un subíndice i el cual refiere en los n estratos las diferentes características, m a la cantidad de estratos y k a la cantidad de estratos cohesivos.

- Velocidad promedio de onda de corte

$$\bar{V}_s = \frac{\sum_{i=1}^n d_i}{\sum_{i=1}^n \left(\frac{d_i}{V_{si}} \right)}$$

- Promedio ponderado del ensayo de penetración Estándar, N_{60}

$$\bar{N}_{60} = \frac{\sum_{i=1}^m d_i}{\sum_{i=1}^m \left(\frac{d_i}{N_{60i}} \right)}$$

- Promedio ponderado de la resistencia al corte

$$\bar{s}_u = \frac{\sum_{i=1}^k d_i}{\sum_{i=1}^k \left(\frac{d_i}{s_{ui}} \right)}$$

2.2.3. Parámetros de Sitio (S, TP y TL)

Se considera que, para el tipo de perfil que describe las condiciones locales, se utilizan los valores del factor en la expansión del suelo S, así como para los períodos T_p y T_L .

Tabla 3. Factores de Suelo

| FACTOR DE SUELO "S" | | | | |
|---------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| SUELO ZONA | S ₀ | S ₁ | S ₂ | S ₃ |
| Z ₄ | 0,80 | 1,00 | 1,05 | 1,10 |
| Z ₃ | 0,80 | 1,00 | 1,15 | 1,20 |
| Z ₂ | 0,80 | 1,00 | 1,20 | 1,40 |
| Z ₁ | 0,80 | 1,00 | 1,60 | 2,00 |

Fuente: Norma E030, (2016)

Tabla 4. Periodos T_p y T_L

| PERÍODOS "T _P " Y "T _L " | | | | |
|--|-----------------|----------------|----------------|----------------|
| | Perfil de suelo | | | |
| | S ₀ | S ₁ | S ₂ | S ₃ |
| T _P (s) | 0,3 | 0,4 | 0,6 | 1,0 |
| T _L (s) | 3,0 | 2,5 | 2,0 | 1,6 |

Fuente: Norma E030, (2016)

2.2.4. Amplificación Sísmica (C)

Las características del sitio, se puede definir una ampliación sísmica (C) para las siguientes expresiones.

| | |
|-----------------|--|
| $T < T_P$ | $C = 2,5$ |
| $T_P < T < T_L$ | $C = 2,5 \cdot \left(\frac{T_P}{T}\right)$ |
| $T > T_L$ | $C = 2,5 \cdot \left(\frac{T_P \cdot T_L}{T^2}\right)$ |

Figura 2. Amplificación sísmica
Fuente: Norma E030, (2016)

El coeficiente se interpreta de la amplificación para la aceleración estructural del suelo.

2.2.5. Capacidad portante a través del ensayo de corte directo

El ensayo de corte directo se rige en la norma (ASTM D 3080) AASHTO T 236, en este ensayo se mide el esfuerzo normal de corte dentro del plano de falla al cortar una muestra cilíndrica de suelo que es introducida en una caja metálica dividida en dos mitades horizontales. Mediante el ensayo de corte directo se obtiene como resultado los valores de:

- Angulo de fricción interna (ϕ) °
- Cohesión (C) kg/cm²
- Peso específico (γ) g/cm³
- Clasificación SUCS

El factor de seguridad tomado debe ser igual o mayor a 3, este como resultado de la relación entre la capacidad de carga ultima y admisible.

$$FS = \frac{q_{ut}}{q_{ad}} \dots FS \text{ (factor de seguridad)}$$

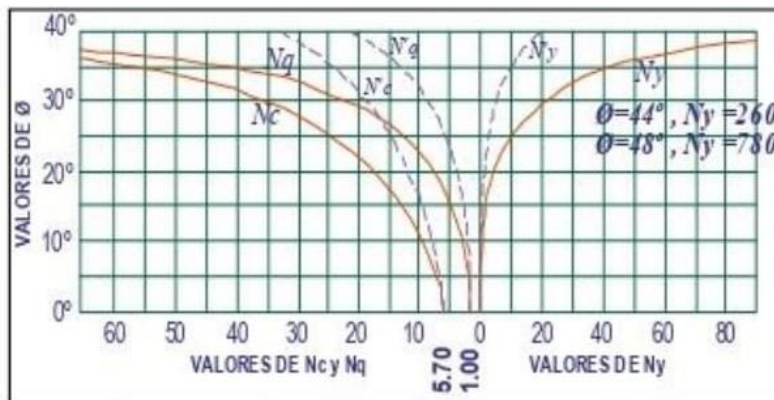


Figura 3. Análisis de capacidad de carga de acuerdo al ángulo de fricción (ϕ) °
Fuente: "Capacidad portante en edificaciones", por Nij (2017)

Es así que se calculara la carga última del suelo en base a datos semi empíricos de acuerdo a la mitología de (Terzaghi) empleando las siguientes fórmulas de acuerdo al tipo de cimentación:

- Para zapatas circular

$$q_{ult} = 1.3 CN_C + \gamma DfN_q + 0.3\gamma BN_\gamma$$

- Para zapatas corridas

$$q_{ult} CN_C + \gamma DfN_q + \frac{1}{2}\gamma BN_\gamma$$

- Para zapatas cuadradas

$$q_{ult} = 1.3 CN_C + \gamma DfN_q + 0.4\gamma BN_\gamma$$

Donde:

C = Cohesión

q= esfuerzo efectivo al fondo de la cimentación

γ = Peso específico del suelo

Df= Profundidad de desplante

B=Ancho de la cimentación (al ser circular el diámetro de la cimentación)

N_C, N_q, N_γ = Factor de capacidad de carga

Es así que se calculara la capacidad de carga para las diferentes profundidades de cimentación.

2.2.6. Bases teóricas sobre pilotes

Según Alva (2011) nos dice que antiguamente los pilotes eran de madera con el pasar del tiempo se crearon pilotes de concreto y después pilotes de acero, también nos dice que el uso de pilotes era para cimentar suelos blandos; y para entender el comportamiento es necesario saber y conocer la clasificación de pilotes que existen y cuáles son los métodos de instalación.

Fuentes Aleman, (2018), describe al pilote como una estructura esbelta con una forma prismática que emiten cargas que se dan en superestructuras. Se dice que es un pilote cuando la longitud del elemento y su dimensión transversal es menor de 3:1 sino no cumplen con esta condición entonces ya no se considera como un pilote. Según Gavidia (2019), se dice que un pilote es un elemento estructural que se clasifica dentro las cimentaciones profundas, también se dice que tiene la

característica de ser esbelto con un diámetro menor a 0.90m tiene la función de garantizar capacidad de soporte y reducir el asentamiento. (pág. 21)

A. Condiciones en las que se debe hacer uso de los pilotes

Gavidia (2019), el texto sugiere algunas consideraciones que se deben tener en cuenta para el uso de pilotes:

- Cuando la cimentación superficial no alcanza los estratos estables debido a la necesidad de atravesar el agua, como ocurre en las estructuras marítimas. (pág. 22)
- Cuando se complica el proceso de llevar a cabo cimentaciones superficiales, las causas pueden ser tanto económicas como técnicas (pág. 23)
- Al encontrarse con estratos blandos que no pueden soportar las cargas de las estructuras, la utilización de pilotes puede resolver el problema, ya que estos transfieren las cargas a estratos más profundos y rocas más resistentes. (pág. 23)

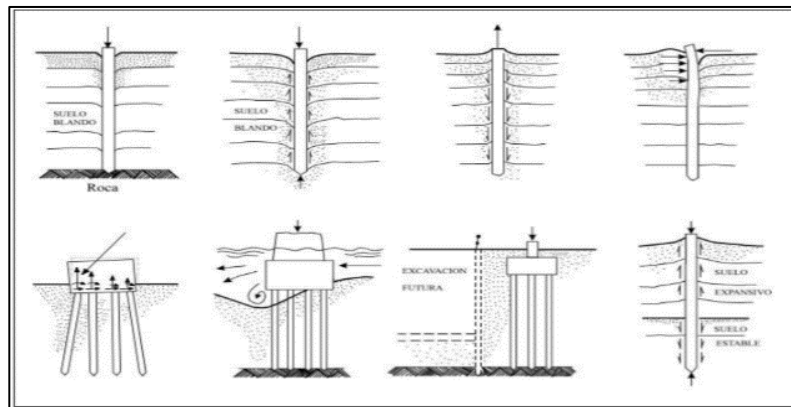


Figura 3. Las condiciones en las que se deberá emplear pilotes.

Fuente: Alva Hurtado, (2011 pág. 23)

- Cuando existe la necesidad de construir elementos de contención.
- Si existe presencia de suelos que son depositados por acciones eólicas o acuosas.
- Si existe presencia de suelos o material rocoso.
- Cuando exista cargas altas y abundantes.
- Si existe aparición de fricción negativa.

B. Clasificación de los pilotes

Fuentes (2018) se señala que hay una diversidad de pilotes según el material, el proceso de construcción, el tamaño, entre otros factores, y que su elección depende del tipo de proyecto requerido.

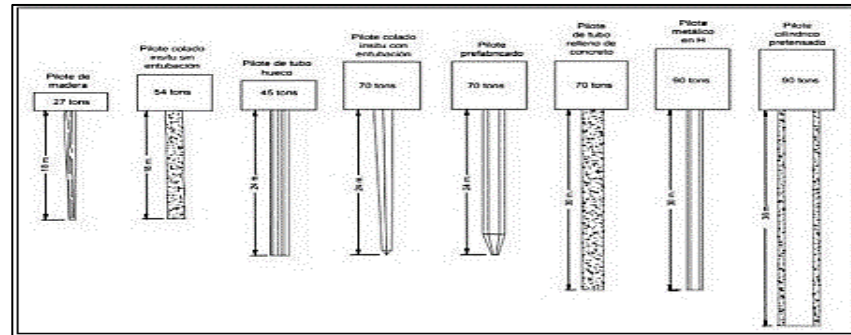


Figura 4. Tipos de pilotes según la longitud y carga máxima que soportan cada uno de ellos. Fuente: Alva (2011 pág. 45).

• Según su material

- Pilotes de madera

Según Urbina (2004) se indica que los pilotes de madera se refieren al tronco del árbol del cual se han extraído cuidadosamente las ramas. La mayoría de los pilotes de madera tienen una longitud máxima de 10 a 20 metros para ser considerados como tales.

- Pilotes de acero

Urbina (2004) los pilotes de acero de perfil H laminado son los preferidos debido a la uniformidad en los espesores de sus almas y patines. Asimismo, se utilizan vigas de sección I con patines anchos. Estos pilotes de acero se instalan en el terreno mediante hincado, presentando extremos abiertos y cerrados, lo que les confiere una alta resistencia a la tracción y capacidad para soportar cargas significativas

- Pilotes de concreto

Los pilotes de concreto representan una alternativa viable, destacando por su resistencia a la flexión. Estos pilotes pueden ser prefabricados o vertidos in situ, presentando secciones transversales de forma octagonal o cuadrada. No obstante, a diferencia de los pilotes de acero, los pilotes de concreto no pueden ser hincados debido al riesgo de daños que podrían sufrir. Urbina Palacios, (2004 pág. 5)

- **Según el sistema de construcción**

Según Urbina (2004) los pilotes según el sistema de construcción son los siguientes:

- **Pilotes hincados**

Los pilotes que se hincarán durante la construcción son unidades fabricadas en otro lugar y simplemente se colocarán en su ubicación. Estos pueden ser de madera, concreto o acero, y el material utilizado para hincarlos es un martillo neumático a vapor. (pág. 5)

- **Pilotes hincados y vaciados in situ**

Para este tipo de pilotes, primero se hinca el tubo de acero y luego se procede a llenarlo con concreto. (pág. 5)

- **Pilotes de gato**

Se denomina pilote de gato a las unidades empleadas para reforzar estructuras después de haber agotado todas las opciones de aplicación. Su nombre proviene del hecho de que se requiere un gato hidráulico para su instalación. La ventaja de este tipo de pilote es que permite trabajar en espacios reducidos o de baja altura, evitando la interrupción de las actividades industriales. (pág. 6)

- **Pilotes perforados y vaciados in situ**

Son los pilotes que primero requieren ser perforados en el suelo y luego se rellenan con concreto. (pág. 7)

2.2.7. Estudios mecánicos en la construcción de pilotes

Gavidia (2019 pág. 22), en la exploración de suelos para la edificación de pilotes se tiene que tener en consideración conocer el área de influencia como la estratigrafía, las condiciones, dimensiones de la presión del subsuelo, los asentamientos del suelo y las propiedades mecánicas.

A. Método de Cross-Hole

Ninanya (2018), Este procedimiento trata de la perforación del terreno a una distancia considerada ya que a través de un impulso vertical por una barra de impulso ya que las ondas cortantes generadas se pueden registrar verticalmente. (pág. 24).

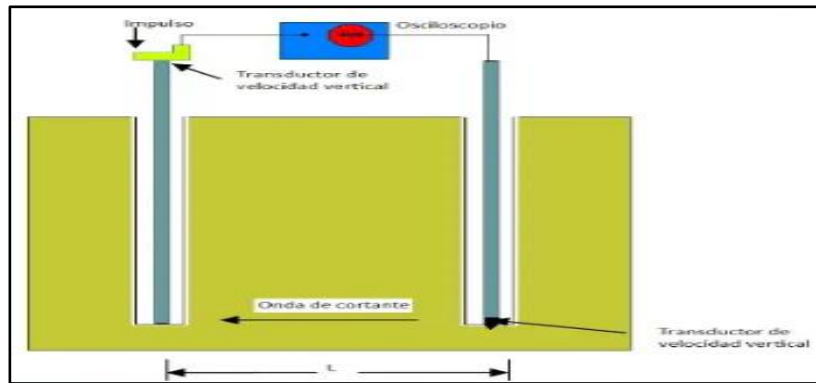


Figura 5. Sondeo de Pilotes.

Fuente: Alva Hurtado (2011 pág. 75).

Tabla 5. Métodos de exploración geofísica.

| Método | Descripción | Resultados Esperados |
|--------------------------|--|---|
| Refracción sísmica total | Consiste en determinar el tiempo de arribo de las ondas longitudinales sísmicas, generadas por una pequeña explosión o impacto, a geófonos captadores que envían su señal a un sismógrafo receptor; con esta información se calcula la velocidad de propagación de las ondas. | -Interpretar la estratigrafía del sitio -Clasificar los suelos y rocas -Estimar el módulo elástico dinámico del medio Nota: La interpretación de esta prueba siempre debe correlacionarse con la información de sondeos convencionales con extracción de muestras, porque tiene la limitante de no detectar la presencia de estratos blandos que subyacen a otros duros, debido a las condiciones de refracción que se desarrollan. |
| Resistividad eléctrica | Consiste en determinar la variación con la profundidad de las resistividades aparentes de un medio en que se ha inducido un campo eléctrico. El equipo consiste en una fuente de poder, voltímetro, amperímetro y cuatro electrodos. Ver figura 3.1a | -Definir la estratigrafía. -Por correlación, clasificar los suelos y rocas del sitio. -Definir la posición del nivel freático. Nota: La precisión de este método para predecir la estratigrafía de un sitio es generalmente menor que la de refracción sísmica y por ello se utiliza menos, sin embargo es más confiable para determinar la posición del nivel freático. |
| Radar | Este método está basado en la propagación de impulsos de ondas electromagnéticas de muy alta frecuencia (100 a 1000MHz) hacia el interior del suelo: estas ondas son reflejadas por anomalías del subsuelo (irregularidades, interfaces o discontinuidades) a diferentes profundidades que después se captan por medio de una antena en la superficie del suelo. | El sistema de monitoreo permite conocer la profundidad de la anomalía. La profundidad máxima de exploración no sobrepasa los 30 mt (98ft). |
| Cross Hole | Consiste en determinar la velocidad de las ondas de cortante creadas como resultado de un impacto a un estrato del suelo dado. Ver figura 3.1b | Obtener los valores del módulo de cortante para el diseño de cimentaciones que soportan maquinaria vibratoria y aspectos similares. |

Fuente: España, (2009 pág. 33)

B. Ensayo de Penetrómetro Estándar (SPT)

Equipo que contiene un tubo con dimensiones normadas el cual es hincado a percusión, consistiendo que el tubo en la pared gruesa que es partido

longitudinalmente con una zapata de acero endurecido de un extremo al otro con una barra perforación que es hincado a la salida de azolves de una válvula esférica o una válvula de varilla, ya que opcionalmente este retiene las muestras según la normativa del ASTM D-1586.

Este equipo en el proceso de hincado consiste en que la masa golpeadora de acero con un peso de 64 kg con una caída libre de 75 cm y con barras tipo AW o BW (4.44 cm y 5.40 cm de diámetro con un peso respectivo de 6.53 kg/m y 6.23 kg/m respectivamente).

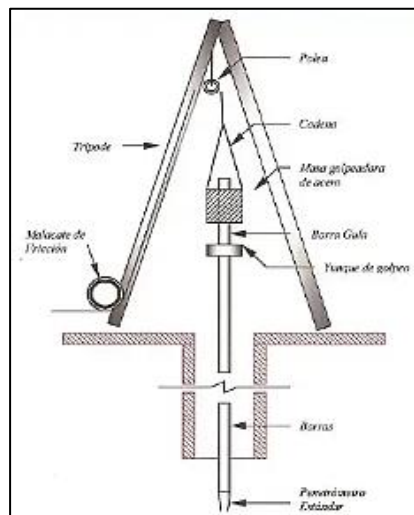


Figura 6. Equipo de penetración estándar (SPT)
Fuente: España, (2009 pág. 36).

C. Cono Holandés tipo Eléctrico (CPT)

Para poder hincarse a presión (estáticamente), se han incorporado celdas instrumentadas con deformímetros eléctricos que permiten medir las fuerzas necesarias durante el proceso de hincado. Esto se realiza utilizando una punta cónica de 60° y un ángulo de ataque, con un diámetro de 3.60 cm en una funda cilíndrica de fricción y una longitud de 13.25 cm. Para poder realizar el ensayo se utiliza un mecanismo que aplica una carga de 2.5 toneladas, 10 toneladas o 20 toneladas de una fuerza axial siendo la velocidad de hincado de 2 cm/seg en cual la interpretación que se realiza mediante el método de grafica de resistencia de punta y fricción de este elemento ya que actualmente por medio de iteraciones se pueden obtener los diferentes datos del sondeo como se muestra a continuación:

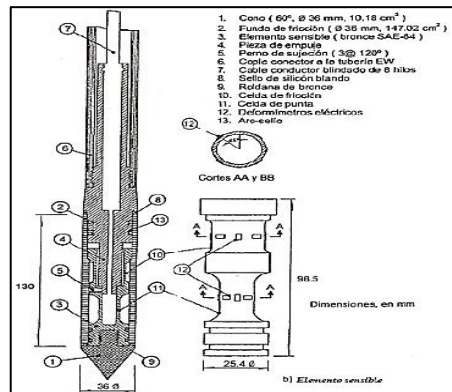


Figura 7. Corte transversal del penetrómetro eléctrico.
Fuente: Corte transversal del penetrómetro eléctrico, Guía de Cimentaciones profundas en obras. España, (2009 pág. 42).

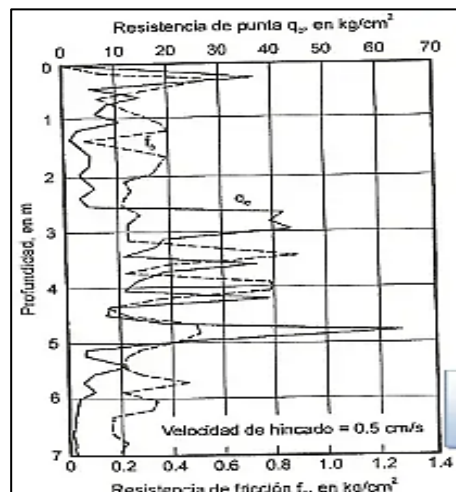


Figura 8. Gráfica de penetración estática.
Fuente: Gráfica de penetración estática, Guía de Cimentaciones profundas en obras. España, (2009 pág. 42).

2.2.8. Construcción de pilotes

A. Pilotes hincados

Ninanya (2018), este tipo de pilotes se instalan con la ayuda de maquinaria pesada con el objetivo de obtener una capacidad portante suficiente. La maquinaria utilizada para hincar el pilote es la piloteadora, que se apoya sobre el suelo, luego lo levanta y, mediante una fuerza, lo deja caer sobre la masa desde una altura definida, repitiendo este proceso hasta enterrarlo por completo. (pág. 9).

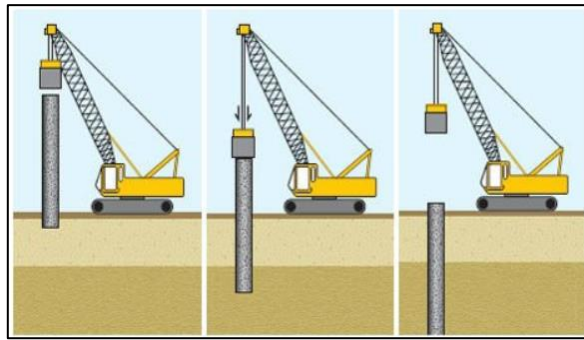


Figura 10. Ubicación del Pilote mediante una maquinaria
 Fuente: Ubicación del Pilote mediante una maquinaria, Blog sobre cimentaciones, (2016 pág. 69)

B. Pilotes excavados

Ninanya (2018) se menciona que los pilotes excavados son perforados en el terreno y luego se rellenan con concreto. Se indica que las paredes de la excavación pueden ser soportadas o no; en caso de que lo sean, es recomendable revestirlas o utilizar un líquido estabilizante.

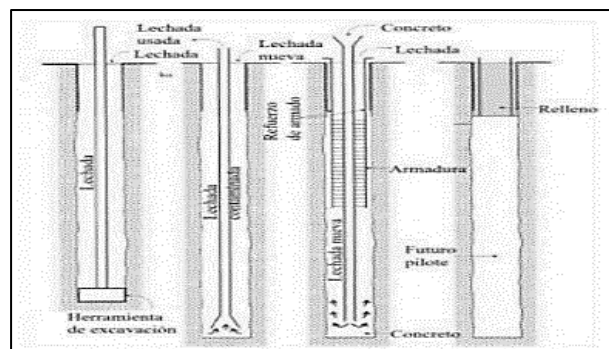


Figura 9. Ejecución de pilote de tipo excavado.
 Fuente: Ejecución de pilote de tipo excavado, Fundadores. Alencar y Rezende (2011 pág. 23)

C. Pilotes de hélice continúa

Los pilotes de hélice continúa se perforan en el terreno utilizando un barreno helicoidal. Una vez realizada la perforación, se procede a llenarlos con hormigón mediante un tubo central. El proceso de perforación se lleva a cabo mediante la penetración de una hélice en la masa de suelo, utilizando un torque adecuado para superar su resistencia. Ninanya (2018 pág. 9)

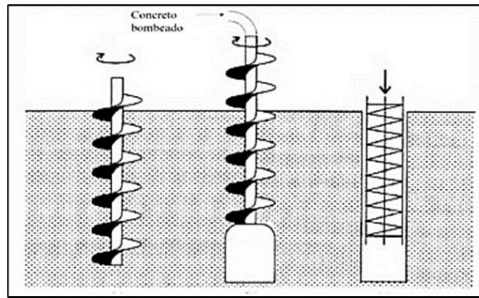


Figura 12. Pilote de tipo de hélice continua.

Fuente: Pilote de tipo de hélice continua, Fundadores. Alencar y Rezende (2011 pág. 11)

2.2.9. Como diseña a flexo compresión los pilotes

El proceso de diseño de micropilotes a compresión comienza con la determinación de las cargas admisibles transmitidas por la superestructura y el cabezal de cimentación a esfuerzos de trabajo. Urbina (2004)

- Determinar la distribución de carga última en cada pilote, empleando el método de distribución de cargas descrito anteriormente.
- Con estas cargas se procede al pre - dimensionamiento del pilote.
- La capacidad geotécnica última, o la capacidad de soporte axial, se utiliza para calcular la capacidad axial tanto por punta como por fricción.
- Determinación de longitud por fricción y la punta del pilote y además el diámetro del pilote para absorber aquellas cargas transmitidas empleando el factor de seguridad. Urbina (2004)
- Determinación de aquellos esfuerzos admisibles de la sección estructural
- Para los pilotes excavados que están expuestos a fuerzas horizontales, se calcula la profundidad del comportamiento virtual.
- Cálculo de las cargas axiales, momentos últimos y fuerzas cortantes empleada en relaciones anteriores mencionadas.
- Al obtener estas cargas, momentos y fuerzas últimas identificadas, se procede a diseñar los pilotes como columnas sometidas a compresión o flexo-compresión, de manera similar a los pilotes hincados. Urbina (2004)

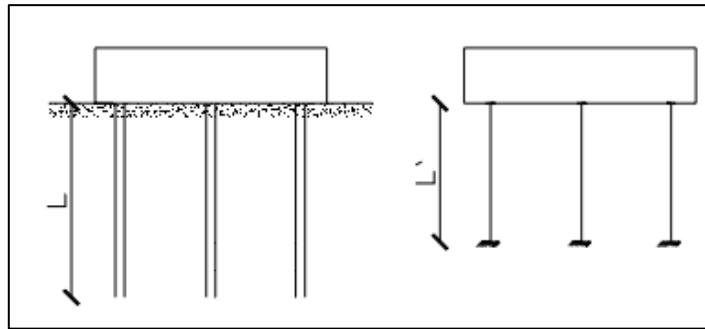


Figura 10. Sustitución de pilotaje a un pórtico equivalente
 Fuente: “Guía para el diseño de pilotes”, por Urbina (2004)

2.2.10. Transmisión de cargas

Según Gavidia (2019) clasifica a los pilotes por la forma en que transmiten a carga al suelo.

A. Pilotes de fricción

La transmisión de carga de los pilotes hacia los suelos blandos se da a través de la fricción del fuste. Por lo tanto, la carga que se transmitirá dependerá de la fuerza aplicada, la longitud, el diámetro y la resistencia que pueda soportar el suelo. (pág. 31).

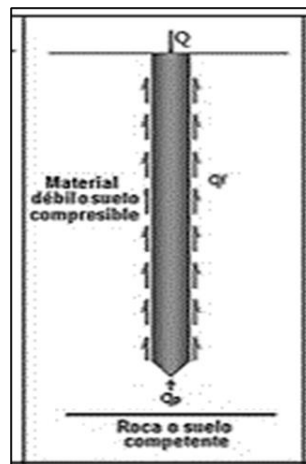


Figura 14. Trabajo por fricción lateral.

Fuente: Trabajo por fricción lateral, Evaluación comparativa de la capacidad, Barreto, (2011 pág. 31)

B. Pilotes de punta

Los pilotes de punta se emplean para transferir una carga desde la superficie hasta un estrato resistente, y la fuerza dependerá de la capacidad de carga que pueda soportar dicho estrato. Gavidia (2019 pág. 31)

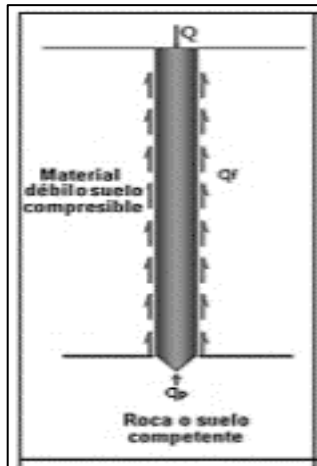


Figura 11. Trabajo por punta

Fuente: Trabajo por punta, Evaluación comparativa de la capacidad, Barreto, (2011 pág. 32)

C. Pilotes de fricción y punta

Uno de los aspectos distintivos de este tipo de pilotes es su capacidad para atravesar múltiples estratos, comenzando por un estrato superior compuesto por suelos blandos seguido de estratos más cohesivos. En consecuencia, la carga se distribuye tanto por la punta como por el fuste del pilote. Al realizar los cálculos pertinentes, es esencial considerar un desplazamiento mayor en el pilote, dado que la transmisión de carga se producirá principalmente a través de la punta. Gavidia (2019 pág. 31)

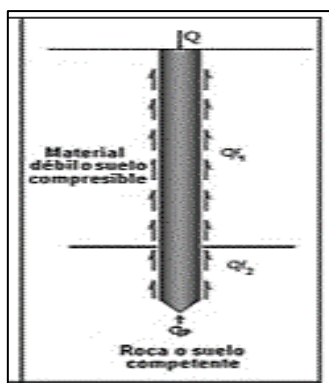


Figura 12. Trabajo por punta y fricción lateral.

Fuente Trabajo por punta y fricción lateral, Evaluación comparativa de la capacidad, Barreto, (2011 pág. 34)

2.2.11. Capacidad de carga de un pilote

Gavidia (2019) nos dice que la capacidad de carga de un pilote se refiere a la presión más alta que soporta el suelo, pero sin que exista alguna falla de corte; para realizar los cálculos nos ayudaremos con las pruebas mecánicas. (pág. 32)

Para realizar el cálculo de la carga última de suelos granulares se utilizará una cohesión de igual a cero y para suelos cohesivos se deberá considerar el ángulo de fricción interna igual a cero; se realizará el análisis de capacidad de carga para un pilote aislado o un conjunto de pilotes y tipo de suelo donde se están construyendo. Gavidia (2019 pág. 32) Asimismo, es crucial tener en cuenta ciertos escenarios que pueden comprometer la capacidad de carga, como los efectos parásitos que generan una fricción negativa, especialmente notable en suelos arcillosos debido a los asentamientos durante el proceso de consolidación

$$Q_u = Q_P + \sum Q_f$$

Para:

- Q_u es capacidad última del pilote
- Q_P es capacidad última por punta del pilote
- $\sum Q_f$ es capacidad última por fuste, por los estratos que intervienen en el efecto de fricción.

El cálculo de la resistencia por punta y fuste se lleva a cabo de forma independiente, aunque los mecanismos de transferencia están intrínsecamente relacionados debido a los asentamientos del suelo, los cuales varían según los distintos estratos presentes en el terreno.

Lo que se deberá tener en consideración para la deformación axial del pilote será:

- a. Asentamiento que se genera por la fricción entre el suelo y el fuste del pilote.
- b. Asentamiento del suelo que se ubicara a nivel de punta.

En la ilustración se aprecia cómo el pilote atraviesa estratos con poca resistencia, lo que indica que la mayor parte de la carga se transmite a través del fuste, mientras que una fracción menor se transmite por la punta. La máxima capacidad de carga se alcanza con un asentamiento significativo y cuando se logra la plena capacidad de carga en la punta. Gavidia (2019 pág. 33).

$$Q_u = Q_P + \sum Q_f$$

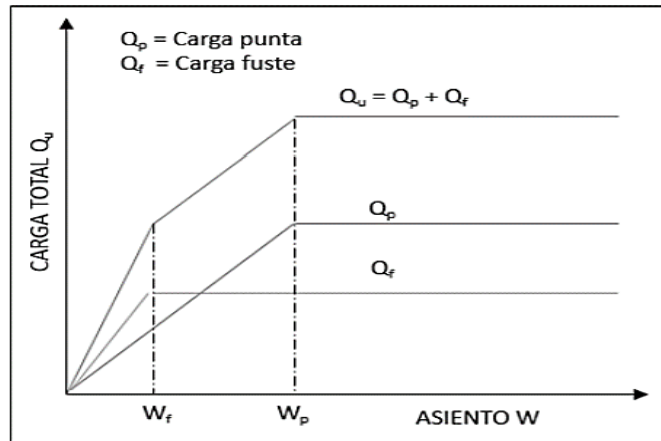


Figura 13. La distribución de una carga simplificada de la carga a lo largo del pilote.

Fuente: La distribución de una carga simplificada de la carga a lo largo del pilote, Evaluación de capacidad de carga de pilotes mediante métodos teóricos, Gavidia (2019 pág. 33).

Podemos observar en la imagen que cuando existe estratos duros y tienen una buena consistencia la capacidad de carga por fuste es muy pequeña.

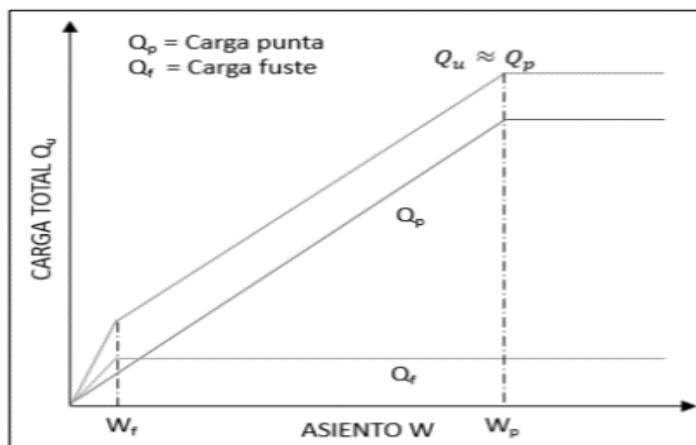


Figura 14. La distribución simplificada de la carga a lo largo del pilote en estratos duros.

Fuente: La distribución simplificada de la carga a lo largo del pilote en estratos duros, Evaluación de capacidad de carga de pilotes mediante métodos teóricos, Gavidia (2019 pág. 33).

Cuando el suelo es blando se puede ver que la capacidad de carga por punta es pequeña y lo que reemplaza la capacidad de carga última es la carga por fuste.

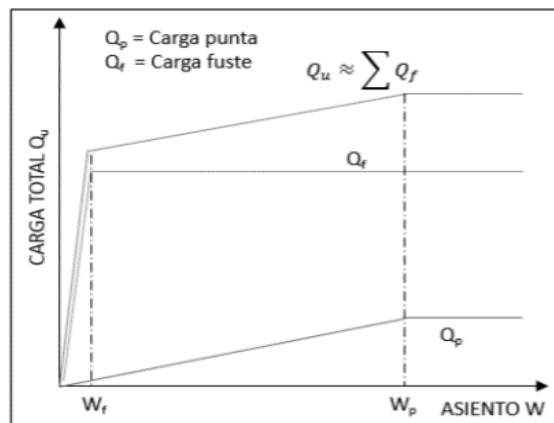


Figura 15. La distribución simplificada de la carga a lo largo del pilote en estratos blandos. Fuente: La distribución simplificada de la carga a lo largo del pilote en estratos blandos, Evaluación de capacidad de carga de pilotes mediante métodos teóricos, Gavidia Pinedo, (2019 pág. 42).

2.2.12. Coeficientes de balasto en diseño de fundaciones profundas

Según Echezuria (2018) manifiesta: En el caso de las respuestas de un pilote sometido a cargas horizontales, existen varias maneras de modelar la interacción entre el pilote y el suelo. Esto incluye correlaciones entre el pilote elástico y el pilote rígido con suelo plástico, así como entre el pilote rígido y cuatro resortes para el suelo, y entre el pilote no lineal y las curvas P-y para el suelo.

A. Coeficientes de balasto vertical

Según Echezuria (2018) manifiesta: el análisis estructural es fundamental para estimar las deformaciones asociadas a las cargas que se transfieren del suelo de fundación al terreno natural. Para llevar a cabo este análisis, se modela y representa mediante un número finito de resortes, donde la constante que define la relación entre la fuerza y el desplazamiento de estos resortes se conoce como coeficientes de balasto, ya sea en dirección vertical u horizontal, dependiendo de la dirección de las fuerzas evaluadas.

El coeficiente de balasto no es un parámetro intrínseco del suelo ya que dependiendo de las dimensiones de fundación este genera los esfuerzos de la masa de los suelos los cuales son las propiedades mecánicas del terreno, ya estas propiedades mecánicas están definidas a las dimensiones y geometrías del suelo los cuales dependerán necesariamente de la elasticidad del suelo.

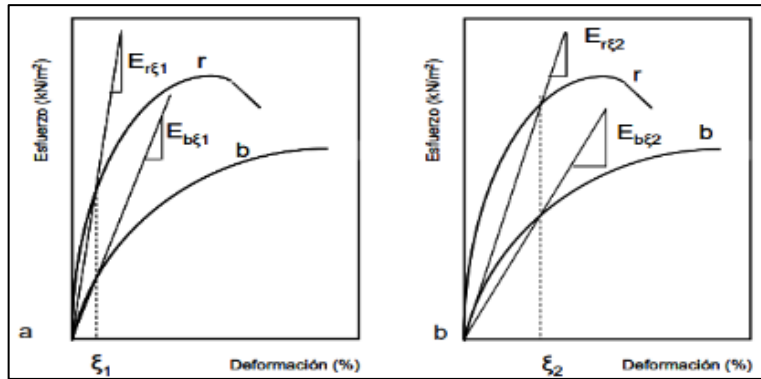


Figura 16. Curvas de esfuerzo – deformación para los suelos con varias rigideces.

Fuente: Curvas de esfuerzo – deformación para los suelos con varias rigideces, Blog sobre cimentaciones, (2016 pág. 108).

B. Coeficientes de balasto horizontal

Según Echezuria (2018) al inicio de los usos de los pilotes eran para la solución de problemas sobre las fundaciones ya que la mayoría de los ingenieros utilizaban para que puedan transmitir o soportar cargas axiales de las estructuras, ya que en otras palabras el uso pilotes en la dirección vertical. Los pilotes verticales pueden resistir cargas laterales aprovechando su capacidad, ya que, al aplicar fuerza y momento, se considera la reacción del suelo sobre el pilote. Esto se debe a las técnicas empleadas para el cálculo de pilotes. esta referenciado en otras palabras sobre los diferentes métodos de cálculos en evidencia experimental para algunos pilotes tipos del suelo.

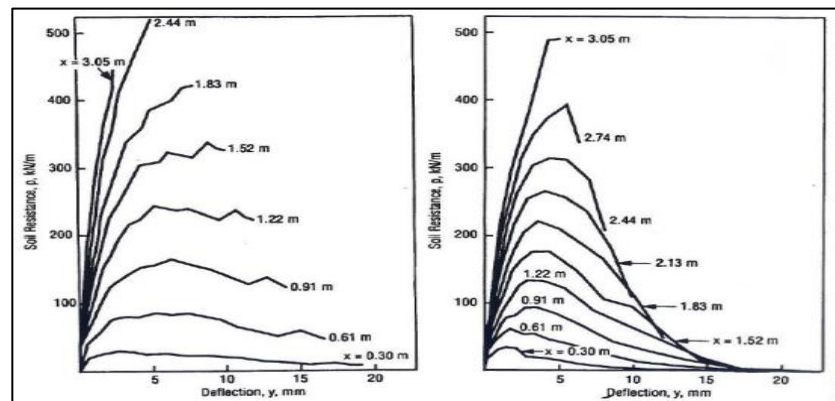


Figura 17. Mediciones experimentales del coeficiente de balasto horizontal en pilotes.

Fuente: Curvas de esfuerzo – deformación para los suelos con varias rigideces, Blog sobre cimentaciones, (2016 pág. 120).

2.2.13. Métodos de cálculo de capacidad de carga

Gavidia Pinedo, (2019) Se menciona que, para determinar la resistencia unitaria, ya sea por fuste o por punta, el cálculo se realizará mediante diferentes métodos, dependiendo del tipo de pilote, del tipo de terreno y del modelo que se desee utilizar.

$$Q_u = Q_p + \sum Q_f$$

$$Q_u = q_p * A_p + \sum q_f * A_f$$

Para:

- Q_u es la capacidad última del pilote
- Q_p es la capacidad última por punta del pilote
- $\sum Q_f$ es la capacidad última por fuste, por los estratos que intervienen en el efecto de fricción.
- q_p es la resistencia unitaria por la punta
- A_p es el área de la punta
- q_f es la resistencia unitaria por fuste en cada tramo
- A_f es el área de fuste en cada tramo

Según Camargo (2016) nos informa que en la actualidad el modelo de plastificación para las cimentaciones profundas es el de Meyerhof.

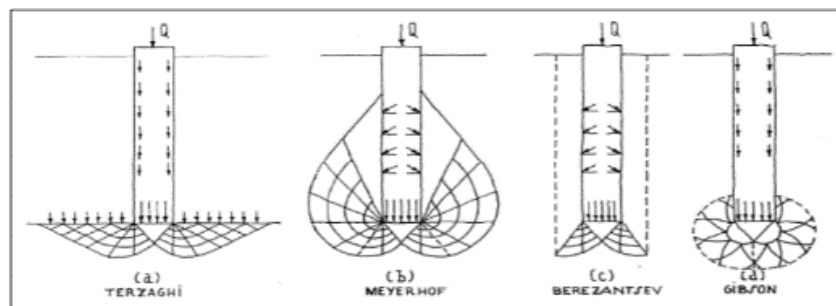


Figura 22. Representación gráfica de los modelos de rotura para un pilote.

Fuente: Representación gráfica de los modelos de rotura para un pilote, Dimensionamiento de cimentaciones profundas mediante pilotes. Polo Martín, (2013 pág. 36).

Gavidia (2019) según las indicaciones, el cálculo de la capacidad de carga del pilote requiere determinar su geometría, incluyendo la longitud enterrada y el diámetro. En el caso de pilotes no circulares, es necesario calcular el perímetro y

compararlo con el de un pilote circular para obtener un diámetro equivalente. (pág. 36)

Por otro lado, es fundamental comprender la configuración del terreno a profundidades mayores que la estimada para el empotramiento, considerando los efectos de las cargas sobre el pilote. Según las Normas Marítimas ROM 0.5-05, en la zona de rotura, se distinguen una zona activa y una zona pasiva (pág. 36)

- ✓ La zona activa, ubicada a la altura de la punta, equivale a 2 veces el diámetro en terrenos cohesivos.
- ✓ En contraste, la zona pasiva, en la parte superior, corresponderá a 4 veces el diámetro
- ✓ Para suelos granulares, los valores de la zona activa y pasiva se establecen en 3 y 6 veces el diámetro, respectivamente. (pág. 36)

2.2.14. Métodos de cálculo de pilotes excavados

A. Método de Reese y O'Neill

a) Para suelos arcillosos

- Resistencia por punta en arcilla

Cepeda (2020) el fundamento para llevar a cabo el cálculo de este método se basa en las tensiones totales y efectivas en condiciones de cargas no drenadas. (pág. 22)

Algunas consideraciones preliminares serán:

- a. Para evitar tener en cuenta los efectos de los cambios de humedad, modificaciones que ocurrirán durante la etapa de construcción, cargas laterales y las tensiones bajas del concreto, se debe omitir considerar los 1.5 m superiores del pilote al calcular el valor Q_p (pág. 22)
- b. De acuerdo con la propuesta de Reese y O'Neil, es posible determinar la resistencia de punta unitaria mediante una ecuación para pilotes con un diámetro inferior a 1.9 m. (pág. 22)

$$Q_P = nC * S_u < 400 \text{ ton/m}^2$$

Para:

- **Su** es la resistencia al corte no drenado entre la base de la excavación y una distancia 2D debajo de la excavación (ton/m²)

Para hallar NC se calculará mediante la siguiente ecuación:

$$Nc = 6 \left(1 + 0.2 \left(\frac{Z}{D} \right) \right) < 9$$

Para:

- **Nc** es el factor de capacidad de carga
- **Z** es la penetración del pilote excavado (m)
- **D** es el diámetro del pilote excavado (m)

Si el diámetro de la base de la excavación supera los 1.9 m, se sugiere reducir el valor de Qp a Q, ya que el valor de Qp podría provocar un asentamiento de 0.25 cm. (pág. 23)

$$Q_{\text{corregido}} = Fr * Qp$$

El Fr (factor de corrección) se calculará mediante la siguiente ecuación:

$$Fr = \frac{2.5}{\frac{(120 * \phi_1 * D)}{(D + \phi_2)}}$$

El cálculo de ϕ_2 se hallará mediante la siguiente ecuación:

$$\phi_1 = 0.0071 + 0.0021 \left(\frac{Z}{D} \right) \leq 0.015$$

ϕ_2 se hallará mediante la siguiente ecuación:

$$\phi_2 = 1.59 * \sqrt{\frac{Su}{\sigma t}}$$

Por lo tanto, debe cumplir $0.5 \leq \phi_2 \leq 1.5$

- **Capacidad lateral de pilotes en arcillas por método α**

Según el análisis de carga de Reese y O'Neil, se calculará la resistencia por fricción en suelos cohesivos utilizando la siguiente ecuación.

$$Fsz = \alpha Su$$

Para:

F_{sz} representa la resistencia unitaria por fuste en arcillas a una profundidad determinada. (Z).

S_u es la resistencia al corte no drenado a una profundidad Z determinada.

α es el factor empírico que varía según el valor de la resistencia al corte no drenado.

$$\alpha = 0.55 \text{ para } \frac{S_u}{P_a} < 1.5$$

$$\alpha = 0.55 - 0.1 \left(\frac{S_u}{P_a} - 1.5 \right) \text{ para } 1.5 < \frac{S_u}{P_a} < 2.5$$

Para:

P_a es la presión atmosférica

b) Para suelos arenosos

- Resistencia por Fricción en arenas

Para hallar la resistencia fricción nos basamos en el método β

$$F_{sz} = \beta * O'z < 200KPa$$

Para:

F_{sz} es la resistencia unitaria por fuste en arena a una profundidad Z (KPa).

$O'z$ es el esfuerzo vertical efectivo a la profundidad Z (KPa)

β es el factor que combina la influencia de coeficiente de la tangente del ángulo de fricción de interfaz concreto y el suelo con la presión lateral del suelo.

El valor de β se hallará mediante la siguiente ecuación:

$$\beta = 1.5 - 0.245\sqrt{(Z(m))}; 0.25 < \beta < 1.2$$

Para un numero de golpes (N_{60}) menor o igual a 15 se hallará la siguiente ecuación:

$$\beta = \frac{N_{60}}{15(1.5 - 0.245\sqrt{(Z(m))})}$$

Para:

Z es la profundidad de cimentación (m)

N₆₀ es el número de golpes obtenidos de un ensayo SPT corregido

- Resistencia por puntas en arenas

Utilizando la siguiente ecuación, se obtendrá el diseño de los pilotes excavados en suelos granulares de acuerdo con pruebas experimentales, logrando alcanzar el 5% del diámetro de la base.

$$f_p = 0.0575 * N_{60} < 2.9(\text{Mpa}) \text{ para la longitud del pilote} \\ > 10m$$

B. Método de la FHWA88 modificado

En el Método de la FHWA88 según Cepeda (2020) se considerarán varios criterios para la selección de pilotes: el diámetro mínimo deberá ser superior a 0.3m, con una longitud mínima de 4.5m. Además, los resultados de las pruebas de carga deben demostrar un desplazamiento igual o mayor al 4% del diámetro. Es fundamental que los pilotes no presenten fallas estructurales, si bien podrían fallar por exceso de capacidad portante. (pág. 25)

a) Para suelo arcilloso

- Resistencia por fricción en arcillas

Mediante el siguiente método, se calculará la resistencia unitaria lateral en arcillas utilizando la siguiente ecuación:

$$\alpha = 0.31 + 0.17 \left(\frac{Pa}{Su} \right) < 1$$

$$f_s = \alpha Su < 260 \text{ KPa}$$

- Resistencia por punta en arcillas

Este método es equivalente al método original FHWA88, pero el factor de capacidad se establece con un valor de $N_c=9$, lo que se reflejará en la siguiente ecuación.

$$f_p = 9Su$$

Para:

Su es la resistencia al corte no drenado del suelo a largo de excavación (KPa)

b) Para suelos arenosos

- Resistencia por fricción en arenas

En la siguiente ecuación se calculará la resistencia unitaria lateral.

$$f_s = 4 * N_{60} (KPa)$$

Para:

N_{60} es el número de golpes corregido por energía en la longitud L.

L es la longitud del pilote (m)

- Resistencia por punta en arenas

Para obtener la resistencia unitaria se utilizó el valor promedio N_{60} corregido.

$$f_b = 67 * N_{60} (Kpa)$$

Para:

N_{60} es el número de golpes corregido por energía en la longitud L.

C. Método Navfac dm-7.2

Cepeda Alcazar, (2020) presenta las siguientes ecuaciones que se emplearán en el método Navfac DM-7.2.

La resistencia última de un pilote aislado se calculará utilizando la siguiente ecuación. (pág. 27)

$$Q_{ai} = Q_p + Q_f$$

Para:

Q_{ai} es la capacidad de carga del pilote (ton)

Q_p es la capacidad de carga del pilote por punta (ton)

Q_f es la capacidad de carga del pilote por fricción lateral (ton)

Por medio de la siguiente ecuación se mostrará la capacidad de carga.

$$Q_p = q_d * A_p$$

Para:

q_d es capacidad de carga unitaria del suelo a la altura de la profundidad de la punta del pilote (ton/m^2)

A_p es área de la punta del pilote (m^2)

Mediante la siguiente ecuación se podrá obtener la capacidad de carga unitaria.

$$q_d = c * N_c$$

Para:

C es cohesión del suelo en la punta del pilote (ton/m²)

N_c es factor de capacidad de carga

En la siguiente ecuación se podrá obtener la capacidad de carga unitaria del suelo granular. (pág. 28)

$$q_d = \sigma'_T * N_q$$

Para:

σ'_T es la presión efectiva a la profundidad de la punta del pilote (ton/m²).

N_q es el factor de capacidad de carga.

En la siguiente tabla podremos ver los valores para cada ángulo de fricción.

Tabla 6. Valores según los ángulos de fricción.

| N_q pilotes excavados | φ(grados) |
|--|------------------|
| 5 | 26° |
| 8 | 28° |
| 10 | 30° |
| 10 | 31° |
| 14 | 32° |
| 17 | 33° |
| 21 | 34° |

Fuente: Tomado de "Foundation and Earth Structures-Design Manual 7.2", (1984)

Mediante la siguiente ecuación se expresará la carga por fricción lateral.

$$Q_f = \sum S_s * A_L$$

Para:

S_s es la fricción lateral de la superficie de contacto entre el suelo y el pilote (ton/m²)

A_L es el área lateral del pilote (m²)

La fricción lateral se expresará en la siguiente ecuación. (pág. 28)

$$S_s = C_a$$

Para:

C_a es la adherencia en la superficie lateral del pilote (ton/m²).

En la siguiente tabla se mostrará la adherencia en función de la cohesión.

Tabla 7. La adherencia de las arcillas en función a la cohesión.

| | | | | | | |
|---|---------------|-------------|--------------------|-------------|-----------------|-------|
| Ca (kg/cm2) Pilotes de madera y concreto | 0-0.125 | 0.125-0.240 | 0.240-0.375 | 0.375-0.475 | 0.475-0.650 | 0.65 |
| C (kg/cm2) | 0-0.125 | 0.125-0.250 | 0.25-0.50 | 0.50-1.00 | 1.00-2.00 | >2.00 |
| Consistencia | Muy blanda | Blanda | Med. compactada | Compacta | Muy compacta | Dura |

Fuente: Tomado de "Foundation and Earth Structures-Design Manual 7.2", (1984)

En la siguiente ecuación se mostrará la fricción lateral

$$S_s = K_{HC} * \sigma'_0 * \tan (\delta)$$

Para:

K_{HC} es coeficiente de empuje horizontal

(δ) es ángulo de fricción entre el pilote y el suelo

σ'_0 es presión efectiva vertical a la profundidad de análisis (ton/m²)

El coeficiente de empuje horizontal para un pilote perforado, K_{HC} , es igual a 0.7.

El ángulo de fricción se puede calcular mediante la siguiente formula.

$$\delta = \frac{3}{4} * \phi$$

2.2.15. Comportamiento estructural del pilote en suelos

A. Comportamiento suelo-estructura.

De acuerdo con Alfonso y Murcia (2016) la interacción suelo-estructura aborda la elasticidad de la base de cimentación, influenciada por la presencia de la estructura. Esta interacción incide directamente en los cálculos de las edificaciones, buscando considerar de manera precisa sus reacciones y posibles alteraciones compatibles.

I. Comportamiento carga – deformación

En numerosas estructuras, como puentes y edificios, resulta crucial limitar las variaciones laterales, que suelen tolerar entre 6 y 18 mm de movimiento lateral. Por lo consiguiente cuando existan límites en las deflexiones laterales considerables, se logra concordar a un análisis carga – deformación para hallar la carga lateral en la cual respecta a una desviación considerable,

es por ello que el análisis además califica el máximo momentos en la cual respecta a la deflexión. (pág. 38)

II. Método de análisis

Para Urbina (2004) el análisis de carga – deformación se debe tener en cuenta que la resistencia a la flexión por el cual se sujeta del módulo de elasticidad, también del momento de inercia de la fundación y se califica de manera fácil usando los fundamentos del análisis estructural. Pero la resistencia del suelo es demasiado difícil de calificar.

$$K_s = \frac{q}{\delta}$$

Para:

Q es la presión en la placa.

δ es la deformación.

El módulo **K**, presenta unidades de fuerza por longitud al cubo.

III. Determinación del módulo de reacción del subsuelo

Al abordar el estudio de cimentaciones o estructuras superficiales, es común recurrir a programas de cálculo informáticos que emplean el modelo matemático de Winkler para definir el comportamiento del suelo. Este proceso, en apariencia complejo, se ve desafiado por la naturaleza no inherente de la constante **K**, la cual varía según diversos factores considerando lo siguiente (pág. 39):

- ✓ Ancho del área cargada.
- ✓ Su profundidad del área cargada que se encuentra debajo del suelo.
- ✓ Tiempo.
- ✓ Posición de la carga.

En la actualidad, el valor de **K** no se considera en los factores descriptivos debido a la carga no lineal – deformación. (pág. 39)

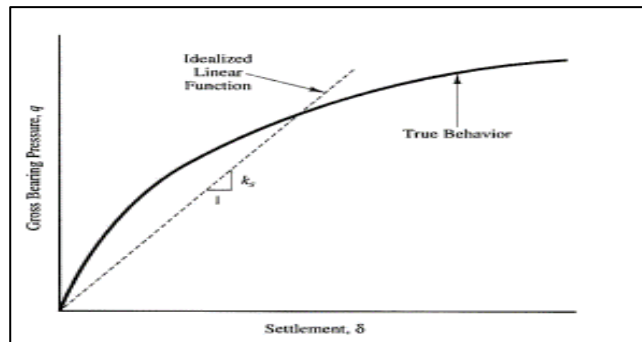


Figura 18: Existencia de la relación no lineal con respecto a la carga – deformación.
 Fuente: Existencia de la relación no lineal con respecto a la carga – deformación,
 Guía para el diseño de pilotes. Urbina Palacios R. F., (2004 pág. 58).

De acuerdo con Urbina Palacios R. F., (2004) en el modelo de Winkler, el coeficiente de balasto K representa la relación entre la presión en el punto P y el asentamiento, donde $K_s = p/y$. Este parámetro refleja el peso específico y varía según propiedades superficiales, no siendo constante debido al asentamiento de una cimentación sobre un medio pseudoelástico, que varía con las dimensiones de la superficie cargada, especialmente en estructuras verticales.

B. Análisis estructural

De acuerdo con Crescención (2017) en el análisis estructural de puentes y otras construcciones, a menudo se simplifica la respuesta no lineal suelo-pilote a una respuesta elástica lineal. Por tanto, la estimación de los módulos de reacción del suelo K carece de precisión. Este parámetro, vinculado al comportamiento del suelo y la estructura, se representa mediante resortes independientes, lo que conlleva a errores al considerar cargas sin tomar en cuenta la interacción entre resortes, generando incertidumbre en la selección del módulo de reacción del suelo.

En las últimas décadas del siglo pasado hasta hoy en día, el avance de la tecnología computacional y la ciencia en el campo de la programación digital logra ser considerado que los ingenieros usen algunas formas o modelos de los elementos finitos tridimensionales en la cual consideren el medio continuo y el comportamiento no lineal de la superficie terrestre o el suelo por lo que en el funcionamiento del análisis de algunos materiales finitos tridimensional

considera un periodo aceptable para ocasionar la ingeniería de entrada e interpretación de los resultados.

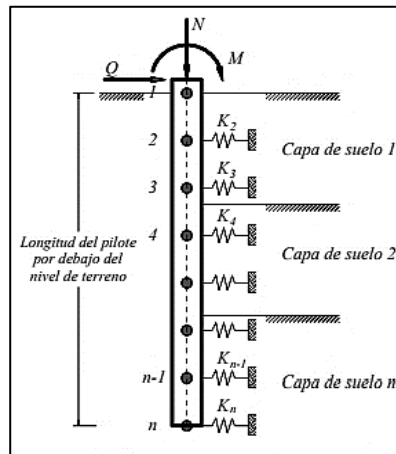


Figura 19: Modelo de Winkler aplicado a pilotes cargados totalmente, Villera y Wendichansky.

Fuente: Modelo de Winkler aplicado a pilotes cargados totalmente, Modelo de Winkler aplicado a pilotes cargados lateralmente, Grupo de trabajo conjunto EFFC/DFI para el hormigón, (2018).

2.2.16. Fricción superficial y fricción negativa en pilotes

De acuerdo con Cresención (2017) este efecto aumenta la carga en la que actúa los pilotes y es ocasionado por el desplazamiento relativo hacia debajo de la superficie en relación al pilote por lo que se logrará considerar cuando le logra determinar el pilotaje en las superficies compresibles, la existencia de una fuerza excesiva logra provocar la falla de la cimentación por lo que la fuerza de arrastre en dirección gravitatoria o que desciende al exterior del pilote por lo que se le conoce como fricción negativa, que es conocida como la carga actuante y así lograr calificar la capacidad de carga del pilote en el estado límite de resistencia en el que se usará la suma de carga constante vertical mayorada y carga de fricción negativa. La fricción superficial es aquella que funciona de una manera ascendente logrando soportar la fundación por lo consiguiente se le conoce como aquella fuerza de resistencia; el límite que se relaciona entre la fricción negativa y la fricción superficial que se le conoce como plano neutro.

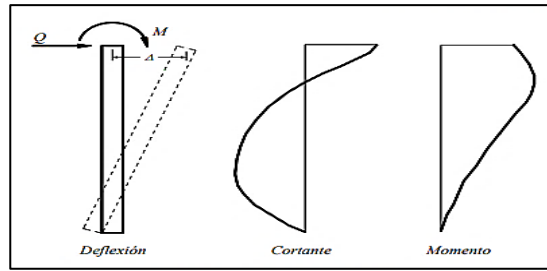


Figura 20: Pilote corto o rígido.

Fuente: Pilote corto o rígido, Análisis de Respuesta Dinámica Incluyendo la Interacción Suelo-Estructura en Puentes con Pilotes de Cimentación, Poma Baldeón, (2017 pág. 88)

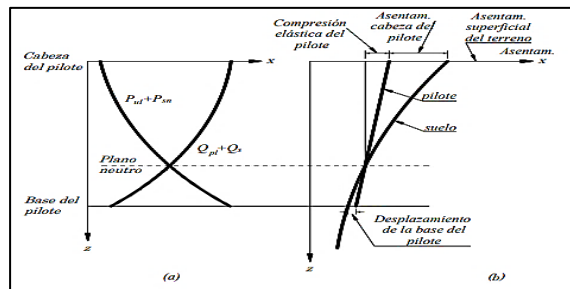


Figura 21: Representación esquemática de las cargas, asentamiento y plano neutro de un pilote, a) Distribución de la carga y resistencia b) Distribución del asentamiento.

Fuente: Representación esquemática de las cargas, asentamiento y plano neutro de un pilote, Análisis de Respuesta Dinámica Incluyendo la Interacción Suelo-Estructura en Puentes con Pilotes de Cimentación, Poma Baldeón, (2017 pág. 90).

La carga del pilote continúa aumentando con la profundidad de la fricción negativa en el tramo A-B. Esto se debe a que, por debajo de este tramo, la fricción superficial comienza a actuar en contra del pilote, contrarrestando la fricción negativa acumulada en el tramo B-C. En este punto, la fricción superficial es suficiente para equilibrar la totalidad de la fricción negativa, alcanzando el eje C. Sin embargo, a lo largo del tramo D-C, la resistencia del pilote se incrementa hasta igualar la resistencia de una punta mayor, además de la resistencia adicional generada por la fricción superficial. (pág. 33)

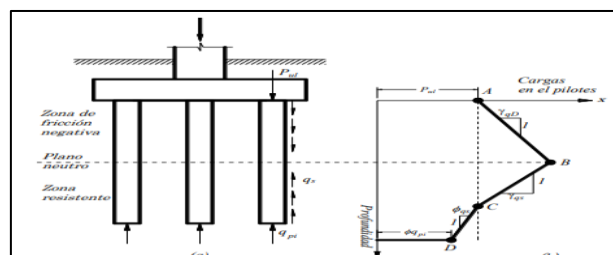


Figura 22: Representación esquemática de las cargas mayoradas en pilotes con fricción negativa y fricción superficial.

Fuente: Representación esquemática de las cargas, asentamiento y plano neutro de un pilote, Análisis de Respuesta Dinámica Incluyendo la Interacción Suelo-Estructura en Puentes con Pilotes de Cimentación, Pomasoncco, (2017 pág. 75).

2.2.17. Falla estructural en los pilotes

Según Crescención Pomasoncco, (2017) la falla estructural se refiere al colapso total o al límite de rendimiento correspondiente, donde las fallas en las fundaciones, ya sean superficiales o profundas, son ocasionadas por errores en la toma de decisiones para resolver el problema, así como por subestimaciones de ciertos parámetros de análisis y diseño. Durante la etapa de construcción, las causas de algunas fallas incluyen la falta de control sobre la calidad de los elementos, la presencia de minerales dañinos, asentamientos por consolidación y la aparición de elementos extremos no previstos durante el proceso de diseño.

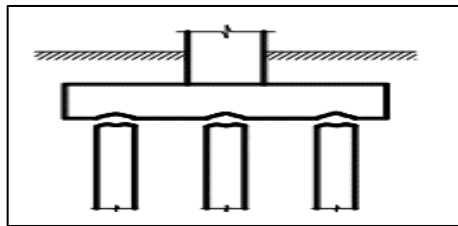


Figura 23: Falla pilote-cabezal por tensión.

Fuente: Falla pilote-cabezal por tensión, Análisis de Respuesta Dinámica Incluyendo la Interacción Suelo-Estructura en Puentes con Pilotes de Cimentación, Pomasoncco, (2017 pág. 125).

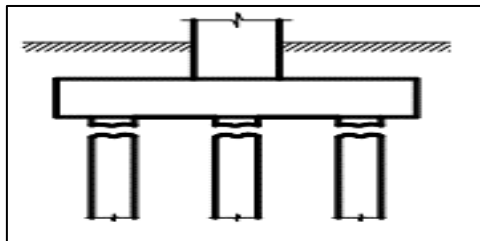


Figura 24: Falla por corte en la cabeza del pilote.

Fuente: Falla por corte en la cabeza del pilote, Análisis de Respuesta Dinámica Incluyendo la Interacción Suelo-Estructura en Puentes con Pilotes de Cimentación, Pomasoncco, (2017 pág. 125).

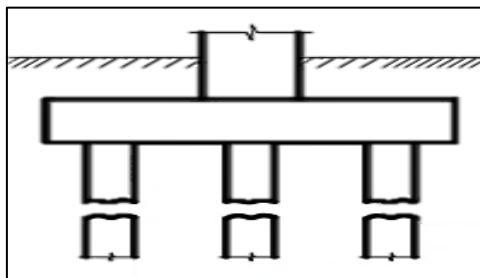


Figura 25: Falla por corte en la cabeza del pilote.

Fuente: Falla por corte en la cabeza del pilote, Análisis de Respuesta Dinámica Incluyendo la Interacción Suelo-Estructura en Puentes con Pilotes de Cimentación, Pomasoncco, (2017 pág. 201).

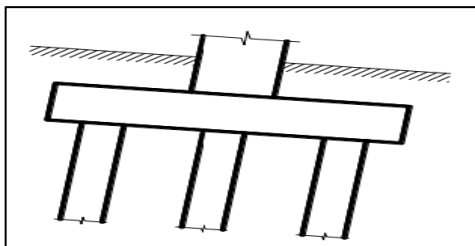


Figura 26: Falla por capacidad de carga de la fundación.

Fuente: Falla por capacidad de carga de la fundación, Análisis de Respuesta Dinámica Incluyendo la Interacción Suelo-Estructura en Puentes con Pilotes de Cementación, Pomasoncco, (2017 pág. 201).

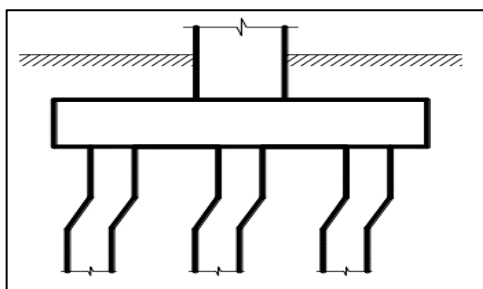


Figura 27: Falla por excesiva deformación lateral.

Fuente: Falla por excesiva deformación lateral, Análisis de Respuesta Dinámica Incluyendo la Interacción Suelo-Estructura en Puentes con Pilotes de Cementación, Pomasoncco, (2017 pág. 201).

2.3. Marco conceptual

- a. **Pilote:** Es aquel elemento constructivo que se aplica para la cimentación de obras, que considera mover las cargas hasta un estrato resistente del suelo. Fuentes (2018)
- b. **Pilote prefabricado:** Se denomina pilote prefabricado a un elemento que a través del grupo de pilotes de desplazamiento se realiza un hincado y se va colocado el soporte de la estructura. Placencia (2018)
- c. **Edificación:** El término "edificación" se refiere a la estructura que descansa sobre la cimentación, la cual transmite sus cargas a los pilotes, y estos, a su vez, las transfieren al suelo que los sostiene. Alfonso y Murcia, (2016)
- d. **Vulnerabilidad estructural:** La vulnerabilidad estructural es cuando una estructura presenta una susceptibilidad a los posibles daños ocasionados por ocasión de un sismo el cual puede afectar a los componentes de la estructura. Camargo (2016)
- e. **Solicitaciones sísmicas:** Las solicitaciones sísmicas son eventos sísmicos importantes ocurridos en el transcurso de la historia para toda la humanidad en nuestro planeta para ellos se tiene registro de eventos sísmico de cada sismo ocurrido. Poma (2017)

- f. Combinación de cargas:** Es aquella función lineal de varias situaciones de carga y se usan al diseñar estructuras en conjunto con los códigos de construcción. Pizarro y Romero (2018)
- g. Comportamiento estructural:** El comportamiento estructural es la respuesta de una edificación en relación a los esfuerzos y deformaciones cuando es sometido a una carga externa. Campos (2020)
- h. Comportamiento dinámico:** El comportamiento dinámico ocurre cuando las cargas involucran en la deformación y la interacción del suelo-estructura, por lo que se ha ocasionado varias técnicas de los pilotes en relación a sus características elástica. Campos (2020)

CAPÍTULO III

HIPÓTESIS

3.1. Hipótesis

3.1.1. Hipótesis general

El comportamiento dinámico-estructural en edificaciones con pilotes prefabricados varía significativamente ante solicitaciones sísmicas en terrenos vulnerables, Huancayo 2019.

3.1.2. Hipótesis específicas

- a) La capacidad de deformación varía significativamente en el comportamiento dinámico-estructural en edificaciones con pilotes prefabricados ante las solicitaciones sísmicas en terrenos vulnerables, Huancayo 2019.
- b) La fuerza en los pilotes varía significativamente en el comportamiento dinámico-estructural en edificaciones con pilotes prefabricados ante solicitaciones sísmicas en terrenos vulnerables, Huancayo 2019.

3.2. Variables

3.2.1. Definición conceptual de las variables

Variable independiente (X):

Solicitaciones sísmicas

Reboredo, (2017) Las solicitaciones sísmicas es aquel análisis de la ingeniería estructural para poder designar una acción o un fenómeno que puede afectar a las estructuras y se tiene que tener en cuenta para poder estimar los cálculos

estructurales de las fuerzas exteriores, las fuerzas internas, los desplazamientos y las deformaciones.

Variable dependiente (Y):

Comportamiento dinámico-estructural

Cassano, (2018) El comportamiento dinámico-estructural se refiere a una acción dinámica que, a lo largo del tiempo, genera fuerzas de inercia que son comparables en magnitud a las fuerzas estáticas, las cuales pueden manifestarse como vibraciones estructurales.

3.2.2. Definición operacional de las variables

Variable Independiente (X): Solicitaciones sísmicas. – Las sollicitaciones sísmicas servirán para poder determinar si la estructura cumple los rangos permisibles del tipo de suelo cuando es sometida a fuerzas externas denominadas movimientos sísmicos.

Variable dependiente (Y): Comportamiento dinámico-estructural. – El comportamiento dinámico es una variación en un tiempo finito y estará determinada por los esfuerzos, las fuerzas internas y las variaciones de las deflexiones y el comportamiento estructural es para poder determinar los efectos o impactos que afectan a la estructura en zona vulnerable.

3.2.3. Operacionalización de variables

Tabla 8. Operacionalización de variables.

| VARIABLES | DEFINICION CONCEPTUAL | DEFINICION OPERACIONAL | DIMENSIONES | INDICADORES | INSTRUMENTO |
|---|---|---|-----------------------|---|--|
| 1: Variable Independiente Solicitaciones sísmicas (ESTRUCTURA) | Las solicitaciones sísmicas es aquel análisis de la ingeniera estructural para poder designar una acción o un fenómeno que puede afectar a las estructuras y se tiene que tener en cuenta para poder estimar los cálculos estructurales de las fuerzas exteriores, las fuerzas internas, los desplazamientos y las deformaciones. | Las solicitaciones sísmicas servirán para poder determinar si la estructura cumple los rangos permisibles del tipo de suelo cuando es sometida a fuerzas externas denominadas movimientos sísmicos. | Perfil de suelo | ENSAYO DE SUELOS -Ángulo de fricción: -Cohesión C: -Capacidad portante: -Tipo de suelo -Profundidad -Nivel freático | FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS : CAPACIDAD PORTANTE DEL SUELO - ANEXO 3.1 |
| | | | Tipo de suelo | PERIODOS TP Y TL -Factor de suelo: -Factor TP: -Factor TL: | FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS: ANEXO 3.2 - A |
| | | | Aceleración espectral | - Factor de zona Z - Factor de uso U - Factor de amplificación sísmica C - Factor de suelo S - Coeficiente de reducción de fuerza sísmica R - Gravedad G | FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS: ANEXO 3.2 - B |

| | | | | | |
|--|---|--|---------------------------------|--|--|
| <p>2: Variable Dependiente Comportamiento dinámico-estructural del pilote (SUB ESTRUCTURA - CIMENTACIÓN)</p> | <p>El comportamiento dinámico-estructural es una acción de carácter dinámico que a través del tiempo da origen a las fuerzas de inercia que son comparables en magnitud a las fuerzas estáticas que puedan ser vibraciones estructurales.</p> | <p>El comportamiento dinámico es una variación en un tiempo finito y estará determinada por los esfuerzos, las fuerzas internas y las variaciones de las deflexiones y el comportamiento estructural es para poder determinar los efectos o impactos que afectan a la estructura en zona vulnerable.</p> | <p>Capacidad de deformación</p> | <p>FLEXIÓN -Pu: -Mu: -Desplazamiento COMPRESIÓN -Pu: -Momento máximo -Momento mínimo -ØCompresión CORTE -ØCompresión -Cortante en el pilote Vu - Cortante máxima -Cortante Mínima</p> | <p>FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS: (MODELACIÓN DEL ETABS) ANEXO 3.3</p> |
| | | | <p>Fuerzas en los pilotes</p> | <p>CORTANTE AXIAL – MOMENTOS FLECTORES -Momento en el eje X -Momento en el eje Y</p> | <p>FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS: (MODELACIÓN DEL ETABS) ANEXO 3.4</p> |
| | | | | <p>CARGA SOMETIDAS EN LOS PILOTES ESQUINADOS Y ESQUINADOSCENTRALES -Fuerzas en el eje X -Fuerzas en el eje Y -Fuerzas en el eje Z</p> | <p>FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS: (MODELACIÓN DEL ETABS) ANEXO 3.5</p> |

CAPÍTULO IV

METODOLOGIA

4.1. Método de la investigación

Según German (2010). “El método científico presenta como principal ventaja el poder proporcionar información mucho más objetiva, siendo la observación directa el poder definir los hechos sobre la búsqueda de las diferentes evidencias que puedan justificar las ideas”.

La investigación iniciará con la observación directa de los hechos, en este caso se describirá el comportamiento dinámico – estructural en edificaciones con pilotes prefabricados ante sollicitaciones sísmicas, para posteriormente verificar las hipótesis planteadas mediante la experimentación, llegando finalmente a las conclusiones.

Según estas consideraciones en la presente investigación se aplicará el **método científico**.

4.2. Tipo de investigación

Según Zoila (2009), menciona: “Este tipo de investigación correlaciona o busca el poder obtener conocimientos adquiridos que a la vez implementan o sistematizan practicas sustentadas en la investigación aplicando el uso de conocimientos de una forma criteriosa, organizada y diferente a la realidad”.

En la investigación se va analizar el comportamiento dinámico-estructural de una edificación construida con pilotes prefabricados, ante las sollicitaciones mecánicas.

Conforme a la teoría evaluada, esta investigación se clasifica del **tipo aplicada**.

4.3. Nivel de la investigación

Según German (2010), menciona: “Los estudios realizados con hechos predictivos se deberán de describir con mayor precisión y fidelidad sobre el posible comportamiento”.

Esta investigación estudia la Correlación entre las variables: solicitaciones sísmicas y comportamiento dinámico – estructural, que determina la asociación entre las variables analizadas.

4.4. Diseño de la investigación

Según German (2010) menciona: “estas investigaciones se realizan sin poder realizar deliberadamente las variables y este proceso busca poder controlar a razón de comportamientos la interrelación de las variables”.

Esta investigación, clasificada como un diseño No-Experimental, se subdivide como Diseño Longitudinal, ya que el análisis de las variables está correlacionado con el tiempo y se realiza mediante observación y predicción.

Siendo el diseño sintetizado manifestado de la siguiente manera:

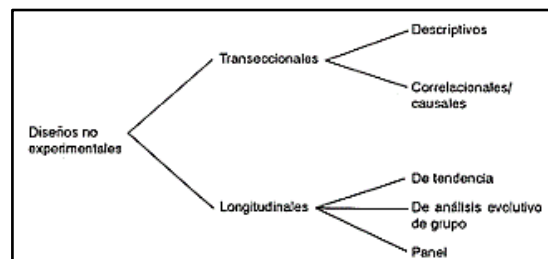


Figura 28. Croquis del esquema del diseño no experimental

Fuente: German Ccanto Mallma, (2010)

En la formación del método No - Experimental.

4.5. Población y muestra

En la investigación fue enfatizada para los siguientes lineamientos de la población y la muestra.

4.5.1. Población

Según Hernández (2014), precisar que: “Una cantidad analizada es el acumulado de todos los asuntos que conciertan con una cadena de descripciones”.

La población está conformada por las edificaciones que se construirán en zonas vulnerables como las orillas del río Mantaro.

4.5.2. Muestra

Según Hernández, Fernández y Baptista (2014, pág. 251) mencionan: “El modelo es un subgrupo de la cantidad o todavía designado un subconjunto de indivisibles los manuales utilizados con características similares al que se ha denominado población”.

La muestra está conformada una edificación de 20.00 metros de ancho y 14.75 metros de largo haciendo un total de área de 395.00 m² de 10 pisos de altura construido en un punto vulnerable a la orilla de río Mantaro.

4.5.2.1. Método de Muestreo

El tipo de muestreo no proba listico es cuando el evaluador selecciona deliberadamente y de forma arbitraria los métodos establecidos mediante el proceso de la observación.

4.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Según Bernal Torres, (2010 pág. 194) indica que “La técnica de observación directa facilita conseguir información directa y creíble, cuando se haga por medio de un trámite sistematizado y muy controlado por lo cual utilizan medios audiovisuales muy completos”

La técnica que se empleó en la investigación fue de Observación.

Las técnicas de recolección de datos fueron basadas en fuentes documentales, registros y los instrumentos serán los ensayos, además del juicio de expertos.

➤ Perfiles de suelo

Para el EMS se aplicó la siguiente tabla proveniente de la E 030 para la clasificación del perfil del suelo y así determinar la velocidad de onda.

Tabla 9. Clasificación de los perfiles de suelo.

| CLASIFICACIÓN DE LOS PERFILES DE SUELO | | | | | Perfil de suelo encontrado en terreno |
|--|---------------------------|--------------------------------|-----------------|------------------|---------------------------------------|
| Perfil | Descripción | V _s | N ₆₀ | S _u | |
| S ₀ | Roca dura | >1500 m/s | --- | --- | X |
| S ₁ | Roca o suelos muy rígidos | 500 m/s a 1500 m/s | >50 | >100 kPa | X |
| S ₂ | Suelos intermedios | 180 m/s a 500 m/s | 15 a 50 | 50 kPa a 100 kPa | X |
| S ₃ | Suelos blandos | < 180 m/s | < 15 | 25 kPa a 50 kPa | ✓ |
| S ₄ | Condiciones excepcionales | Clasificación basada en el EMS | | | X |

Fuente: Elaboración propia.

▪ **Ensayo del suelo:**

Realizar el ensayo de suelos se realizó primero el análisis de la capacidad última mediante cimentación superficial en una zapata cuadrada, rectangular y corrido por lo que se recolectaron los siguientes datos que se muestra a continuación:

✓ **Análisis de la capacidad última – Zapata cuadrada**

Tabla 10. Datos recolectados para zapata cuadrada.

| DATOS RECOLECTADOS | |
|---------------------------|---------------------------|
| Ángulo de fricción | 24.33° |
| Cohesión | 0.00 kpa |
| Cohesión | 0.0000 kg/cm ² |
| Peso específico | 18.14 kg/cm ³ |
| Relación ancho largo | 1 |
| Factor de seguridad | 3 |
| Carga concentrada | 20 ton |

✓ **Análisis de la capacidad última – Zapata rectangular**

Tabla 11. Datos recolectados para zapata rectangular.

| DATOS RECOLECTADOS | |
|---------------------------|---------------------------|
| Ángulo de fricción | 24.33° |
| Cohesión | 0.0000 ton/m ² |
| Cohesión | 0.1838 kg/cm ² |
| Peso específico | 18.14 kg/cm ³ |
| Relación ancho largo | 0.5 |
| Factor de seguridad | 3 |
| Carga concentrada | 20 ton |

✓ **Análisis de la capacidad última – Zapata corrida**

Tabla 12. Datos recolectados para zapata corrida.

| DATOS RECOLECTADOS | |
|---------------------------|---------------------------|
| Ángulo de fricción | 24.33° |
| Cohesión | 0.0000 ton/m ² |
| Cohesión | 0.1838 kg/cm ² |
| Peso específico | 18.14 kg/cm ³ |
| Relación ancho largo | 0.5 |
| Factor de seguridad | 3 |
| Carga concentrada | 1.5 ton |

Luego se realizó el ensayo de corte directo por lo que se recolectaron los siguientes datos que se muestra a continuación:

Tabla 13. Datos recolectados para ensayo de corte directo.

| DATOS RECOLECTADOS | | |
|--------------------|-----------------------------|-----------|
| M 01 | Ángulo de fricción | 29.49° |
| | Cohesión | 1.35 kpa |
| | Cohesión efectiva | 0.85 kpa |
| | Ángulo de fricción efectiva | 34.41° |
| M 02 | Ángulo de fricción | 24.33° |
| | Cohesión | 32.84 kpa |
| | Cohesión efectiva | 36.64 kpa |
| | Ángulo de fricción efectiva | 27.16° |

➤ **Tipo de suelo**

▪ **Parámetros de sitio (S, T_p y T_l)**

Con respecto al tipo de suelo que está descrito en el cuadro de operacionalización de variables considera el tipo de perfil en la que detalla las condiciones locales, aplicándose los valores del factor del suelo (S) y de los periodos T_p y T_l, datos que se sacaron de las siguientes tablas.

Tabla 14. Factor de suelo (S).

| <i>S</i> \ <i>Z</i> | <i>S0</i> | <i>S1</i> | <i>S2</i> | <i>S3</i> |
|---------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| <i>Z4</i> | 0.80 | 1.00 | 1.05 | 1.10 |
| <i>Z3</i> | 0.80 | 1.00 | 1.15 | 1.20 |
| <i>Z2</i> | 0.80 | 1.00 | 1.20 | 1.40 |
| <i>Z1</i> | 0.80 | 1.00 | 1.60 | 2.00 |

Tabla 15. Periodos T_p y T_L.

| | PERFIL DE SUELO | | | |
|--------------------|-----------------|-----|-----|-----|
| | S0 | S1 | S2 | S3 |
| T _p (S) | 0.3 | 0.4 | 0.6 | 1.0 |
| T _l (S) | 3.0 | 2.5 | 2.0 | 1.6 |

Tabla 16. Datos obtenidos del S y los periodos T_p y T_l.

| DATOS RECOLECTADOS | |
|--------------------|------|
| S | 1.20 |
| T _p | 1.00 |
| T _l | 1.60 |

➤ **Magnitud**

▪ **Aceleración espectral**

✓ **Factor de amplificación sísmica (C)**

El factor de amplificación sísmica se detalla en la siguiente expresión.

$$C = 2.5$$

$$T < T_p$$

✓ **Factor de uso (U)**

Con respecto al factor de uso en esta investigación se escogió a la categoría “C” el cual detalla a las edificaciones comunes en este caso viviendas, por lo que se detalla en la siguiente tabla:

Tabla 17. Clasificación o categoría de la construcción y factor (U).

| Clasificación | Factor de uso |
|--|----------------------|
| A: “Edificaciones esenciales” | Ver nota 1 |
| | 1.5 |
| B: “Edificaciones importantes” | 1.3 |
| C: “Edificaciones comunes – Viviendas, oficinas, hoteles, restaurantes, etc.” | 1.0 |
| D: Edificaciones temporales | Ver nota 2 |

✓ **Factor de zona (Z)**

- **Zonificación**

La zonificación propuesta se basa en la distribución espacial de la sismicidad, por lo que en esta investigación es de zona 3, por lo que muestra a continuación:



Figura 29. Zonas sísmicas.

Fuente: Norma E. 030

Se procede a recolectar y tener en cuenta el dato de la siguiente tabla:

Tabla 18. Datos recolectados para ensayo de corte directo.

| FACTORES DE ZONA "Z" | |
|----------------------|------|
| ZONA | z |
| 4 | 0.45 |
| 3 | 0.35 |
| 2 | 0.25 |
| 1 | 0.10 |

Fuente: Norma E. 030

✓ **Coefficiente básico de Ro**

El coeficiente básico de reducción de las fuerzas sísmicas R_o los sistemas estructurales se clasifican según sus materiales, en esta investigación el sistema estructural es de concreto armado el cual es pórtico.

Tabla 19. Sistemas estructurales.

| Sistema estructural | Coefficiente básico de reducción R_o |
|--------------------------------|--|
| Concreto armado: | |
| • Pórticos | 8 |
| • Dual | 7 |
| • De muros estructurales | 6 |
| • Muros de ductilidad limitada | 4 |

✓ **Factores de irregularidad (I_a , I_p)**

El factor I_a corresponde a las irregularidades estructurales existentes en altura en las dos direcciones de análisis, por otro lado, el I_p corresponde a las irregularidades estructurales existentes en planta en las dos direcciones de análisis, por lo que en esta investigación no presenta irregularidad estructural en altura debido a que resulto 1, de igual manera en la irregularidad estructural en planta, debido a que también resulto el valor de 1.

✓ **Factor de reducción (R)**

Para el factor de reducción de las fuerzas sísmicas se determinará como el producto del coeficiente R_o determinado de la tabla N°18 y de ellos factores I_a , I_p .

Finalmente, para la realización del modelamiento del sistema pilotes estructura cimentación primero se tiene que tener en cuenta los planos, y obtener los datos de ellos para evaluar la estimación de cargas, el análisis espectral, el cálculo de pilotes y obtención de datos de las propiedades del suelo.

4.7. Técnica de procesamiento y análisis de datos

4.7.1. Procesamiento de la información

Para el procesamiento de la información se ha colocado tablas, ilustraciones, figuras los cuales están ordenadas secuencialmente en forma de poder presentar sobre las variables analizadas el análisis desarrollado.

En relación a estas variables o a la naturaleza de estas se utilizarán técnicas e instrumentos de la siguiente manera:

a) Microsoft Excel

Las hojas de cálculo desarrollado en el programa Microsoft Excel fueron empleadas en los siguientes temas referentes al Ministerio de vivienda construcción y saneamiento, (2022):

- Espectro sísmico según la norma E 0.30-2021. pág. (81)
- Presentación de resultados del estudio geotécnico. pág. (87-88)
- Diseño geotécnico estructural de pilotes. pág. (89-91)
- Determinación de coeficientes normativos pág. (119)

b) Microsoft Word

Para la elaboración de la parte descriptiva de las fichas de organización, sistematización e interpretación de los datos obtenidos en las pruebas.

c) Google earth

El software Google earth es empleado para la ubicación y localización del área de estudios. pág. (84)

d) Etabs

Programa empleado modelamiento estructural de la edificación para el cálculo de diversos valores en base a la (Ministerio de vivienda construcción y saneamiento, 2022) como:

- Cálculo de desplazamientos máximos y mínimos en el eje X-X y eje Y-Y. pág. (122)

- Cálculo de deformación máxima y mínimo en el eje X-X y eje Y-Y. pág. (120-121)
- Cálculo de cargas máximas en los pilotes pág. (101)
- Cálculo de parámetros sísmicos pág. (120)
- Análisis de elementos estructurales de vigas sin pilotes pág. (126)
- Análisis de elementos estructurales de vigas con pilotes pág. (129)

e) Geo 5

Es un programa para resolver problemas geotécnicos, en la cual verifican las estructuras específicas, manteniéndolas intuitivas y fáciles de usar, además realiza un análisis entre la interacción suelo – pilote.

- Modelamiento de cálculo y verificación de pilotes pág. (103-115)
- Calculo fuerzas máximas y mínimas en el eje X-X y eje Y-Y, momento y reacciones. pág. (131-132)

4.7.2. Técnicas y análisis de datos

Se basa en la interpretación y en una forma común empleada para obtener información mediante diversas técnicas como grupo de discusión, proceso de observación, proceso de cálculo y ensayos. Hernández, Fernández, & Lucio (2006).

En la siguiente investigación se comparó los resultados de edificaciones con pilotes y sin pilotes pág. (123 – 124), además con los datos que se obtuvo se determinó el comportamiento dinámico – estructural en edificaciones con pilotes prefabricados ante solicitaciones sísmicas en terreno vulnerables, es por ello que esta investigación fue desarrollada en 2 etapas, siendo la primera etapa la de identificación de suelos, zonificación del área de estudio y el proceso de análisis del comportamiento de la estructura. Ninanya De la Cruz, (2018)

A. Identificación de suelos y zonificación del área de estudio

Ubicación Política:

| | | |
|--------------|---|-----------------------|
| Referencia | : | Puente de Comuneros I |
| Distrito | : | Chilca |
| Provincia | : | Huancayo |
| Departamento | : | Junín |

Ubicación Geográfica:

| | | |
|-------------|---|-------------------------|
| Referencia | : | Parque Puzo |
| Coordenadas | : | 12°04'54" S 75°14'06" W |
| Altitud | : | 3176 m.s.n.m |



**Zona a ejecutar
los estudios**

Figura 31. Ubicación geográfica del laboratorio.
Fuente: Elaboración propia.

A continuación, en esta etapa de mi investigación fue obtener resultados de las muestras analizadas y realizar los modelamientos estructurales para la identificación de estabilidad de la estructura.

Los instrumentos usados para el desarrollo de esta investigación están determinados por los estudios de mecánica de suelos, zonificación, tipo de edificación.

- Identificación de los suelos
- Parámetros de diseño
- Forma geométrica de la edificación.
- Comportamiento estructural.



Figura 32. Identificación de estratos.
Fuente: Elaboración propia.



Figura 33. Identificación de material extraído.
Fuente: Elaboración propia.



Figura 34. Toma de datos en las muestras excavadas
Fuente: Elaboración propia.



Figura 35. Verificación e identificación de muestras extraídas.

Fuente: Elaboración propia.



Figura 36. Proceso de parafinado para conservar su humedad.

Fuente: Elaboración propia.

- **Estudio geotécnico:**

| LITOLOGIA | N ₃₀ |
|--|-----------------|
| Gravas y bolos con matriz arenosa | 8-rechazo (25) |
| Gravas y bolos con escasa matriz arenosa | 7-rechazo (30) |
| Arenas de grano fino a medio con gravas y bolos dispersos. | 14-rechazo (22) |
| Arcillas limosas y limos arcillosos | 6-7 |

Figura 37. Litología del suelo.

Fuente: Litología del suelo.

| | |
|-----------------------------|------------------|
| Clasificación USCS | GP-GM (SP-SM-MI) |
| Clasificación AASTHO | A-1 A-2 |
| % de finos (limo y arcilla) | 0.8-39.3% |
| Índice de plasticidad | NP |
| Salas solubles | 288-896 ppm |
| Cloruros | 168-594 ppm |
| Sulfatos | 96-302 ppm |
| pH | 7.7-8.3 |
| Materia orgánica | 0.057-0.088 |

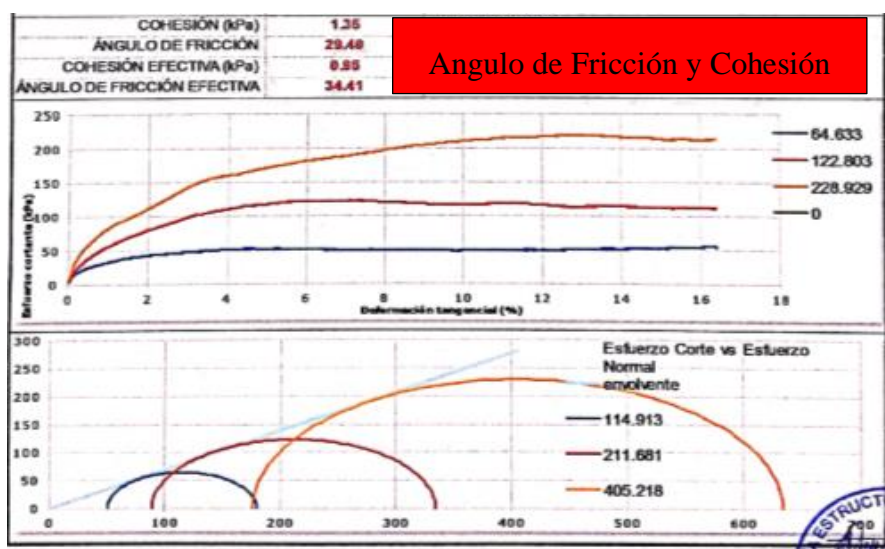
Figura 38. Calidad del suelo.
Fuente: Calidad del suelo.

| | |
|--|---|
| Coeficiente de balasto vertical (K30) | 12.0-15.0 kp/cm ³ |
| Coeficiente de balasto horizontal (kh) | Pilote de 1.5 m D= 5.0-10.0 kp/cm ³ Por presiómetro kh=8.9 kp/cm ^{3**} |
| Coeficiente de Poisson | 0.3 |
| Módulo de elasticidad drenado (E) | 400-600 kg/cm ² |
| Módulo cortante (Gd) | 190 kg/cm ² |
| Cohesión | Nula -0.05 kg/cm ² |
| Peso específico aparente | 1.92-1.97 tm/m ³ |
| Ángulo de rozamiento int. (f) | 30-35° |

Figura 39. Propiedades del material.
Fuente: Propiedades del material.

- Se tiene la capacidad portante del terreno que no resistirá un edificio por que el predimensionamiento de las zapatas será grandes o el espacio disponible no será suficiente para soportar las grandes cargas de la estructura por lo que es necesario implementar otros tipos de cimentaciones.

B. Determinación de ángulo de fricción según consideraciones de la norma



- Según la Normativa Técnica Peruana NTP 339.171, el método de ensayo normalizado para el ensayo de corte directo de suelos bajo condiciones consolidadas no drenadas. En el ítem de 3 Campos de aplicación; indica que el campo de aplicación es para muestras de suelos en general.
- En el ítem 6 Importancia y uso; la NTP 339.171, resalta la aplicación del ensayo en materiales inalterados, remoldados o compactados.

C. Análisis del comportamiento de la estructura

En esta etapa nos detalla los análisis y proceso de datos del comportamiento de la estructura.

➤ Cálculo de la capacidad geotécnica unitaria de los pilotes asentados en suelo arenoso

Mediante un cálculo previo con una hoja Excel de se determinará la capacidad geotécnica del pilote, la capacidad por punta será determinado por los métodos de Meyerhoff; Vesic, Colle y Castello, para luego determinar la capacidad por fricción o fuste tal y como se indica a continuación:

1. Pilote de $L= 8m$ y $0.60m$ de diámetro

D. Proceso de diseño a flexo compresión

- Inicialmente se determinan las cargas admisibles por la superestructura y cabezal de cimentación.
- Se establece la distribución de las cargas ultimas por cada pilote empleando el método de distribución de cargas.
- Con las cargas se inicia con el predimensionamiento del pilote,
- La capacidad de soporte a carga axial y la capacidad geotécnica ultima necesitan del uso de las fórmulas para determinar la capacidad axial por punta y fricción.
- Se determina la longitud por fricción y punta del piloté, diámetro de pilote para absorber 1 carga transmitida usando los factores de seguridad establecidos por cada caso.
- Se establecen los esfuerzos admisibles de la sección transversal.
- Cálculo de las cargas axiales, fuerzas cortantes y momentos últimos usando el software Geo5.

- Con la obtención de cargas, esfuerzos y momentos últimos se diseñaron los pilotes, para que de esta manera puedan ser sujetas a compresión o flexo compresión.

De los resultados obtenidos anteriormente podemos ver que un pilote mientras profundidad tiene mayor es su capacidad resistente geotécnica.

| <i>L (m)</i> | <i>Q adm (tonf)</i> |
|--------------|---------------------|
| 8 | 67.26 |
| 10 | 82.82 |
| 12 | 97.11 |

Para nuestro análisis tomaremos un pilote de 10 m de largo y 0.60 m de diámetro, de ser el caso después del análisis con estas dimensiones no cumplierse los requerimientos geotécnicos y estructurales se volverá a iterar con otra longitud de pilote.

- Al realizar estos cálculos empleando las hojas Excel como herramienta se muestra que al emplear pilotes se tienen un menor dimensionamiento de las zapatas mostrando una mejora en el comportamiento dinámico estructural en las edificaciones con pilotes prefabricados.

E. Modelamiento del sistema pilotes estructura cimentación

Empleado el programa Etabs se realizó el modelamiento de la estructura con implementación de pilotes con las características que se determinaron en el paso anterior, modelaremos los pilotes en el software de cálculo para su posterior caracterización.

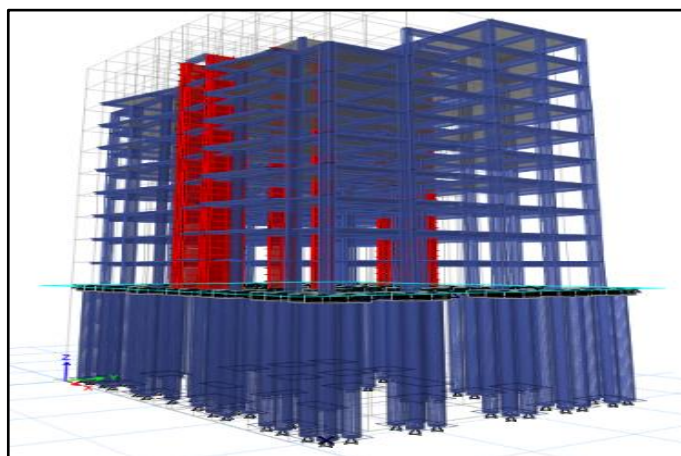


Figura 40. Modelamiento del sistema pilotes.
Fuente: Modelamiento en el Etabs.

Una vez modelado la edificación y las cargas que en el actúan se procedió a determinar las solicitaciones que se generan debido a las cargas que actúan en la estructura y son transmitidas hacia los pilotes.

Como se puede ver en los cálculos de la capacidad geotécnica del pilote se puede determinar que la capacidad última (por punta y fricción), de $L=10\text{m}$ y diámetro de 0.60m es de $83.53\text{ tonf} = 835.3\text{ KN}$ aproximadamente.

En la imagen siguiente se puede ver el modelado de los pilotes en la edificación. Estos pilotes como se indicó líneas arriba tienen una longitud de 10m y un diámetro de 0.60m , los cuales

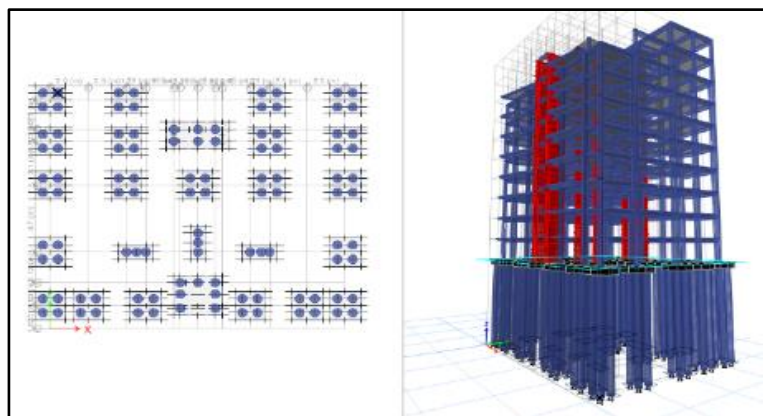


Figura 41. Modelado de los pilotes en la edificación.

Fuente: Modelamiento en el Etabs.

F. Verificación de la demanda máxima de los pilotes bajo cargas

Con la finalidad de encontrar la capacidad máxima axial del pilote se supuso en el modelo matemático que este debería de estar perfectamente empotrada en los cabezales (0.60m) de los grupos de pilotes y para poder ir del lado de la seguridad y lo conservador se supondrá que el Cabezal solo se apoya sobre los pilotes, en consecuencia, directa se tendrá que los pilotes resistirán toda la carga de las solicitaciones de la edificación.

Del estudio EMS tenemos que:

A continuación, configuraremos los pilotes a fin de que puedan ser ingresadas la data para su posterior procesamiento mediante el software de cálculo:

➤ **Definiendo las características geométricas del pilote (0.60m)**

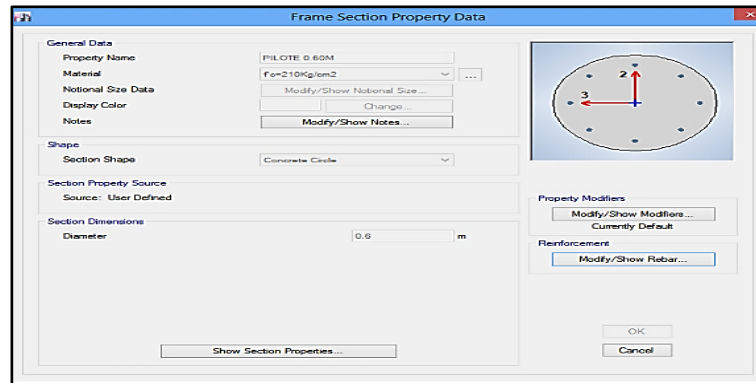


Figura 42. Características geométricas del pilote.

Fuente: Modelamiento en el Etabs.

➤ Definiendo las características del cabezal

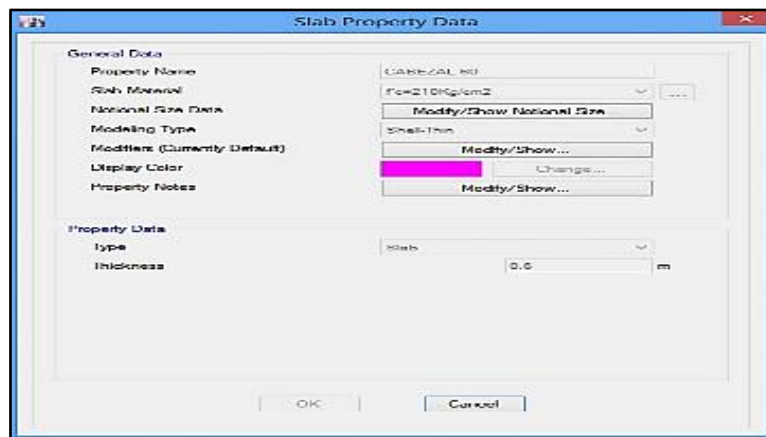


Figura 43. Datos sobre las propiedades.

Fuente: Modelamiento en el Etabs

➤ Definiendo el sistema estructura cimentación en el software de cálculo:

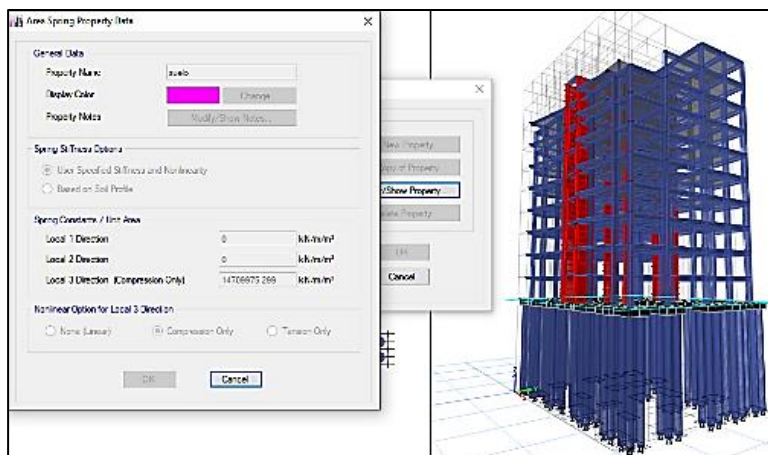


Figura 44. Sistema estructura cimentación en el software.

Fuente: Modelamiento en el Etabs.

➤ **Definiendo las características del suelo de fundación para análisis de los pilotes.**

A continuación, definiremos los coeficientes de balasto horizontal para la interacción del pilote con el suelo de fundación.

- **Método de Terzaghi**

The Overseas Coastal Area Development Institute of Japan (2002) en el documento Technical Standards and Commentaries for Port and Harbour Facilities in Japan presenta el coeficiente de balasto lateral, K_h en (kN/m^3) para suelos arcillosos y arenosos propuestos por Terzaghi según las expresiones a continuación.

- **Para suelos arcillosos:**

$$k_h = \frac{0.2}{D} k_{h1}$$

Donde:

D : Diámetro del pilote (m).

K_{h1} : Valor según Tabla siguiente.

Tabla 20. Consistencia del suelo.

| CONSISTENCIA DE ARCILLA | COMPACTA | MUY COMPACTA | DURA |
|---|---------------|--------------|---------------|
| Rango de K_{h1} (kN/m^3) | 16000 - 32000 | 32000-64000 | 64000 o mayor |
| Valor propuesto de K_{h1} (kN/m^3) | 24000 | 48000 | 96000 |

Fuente: The Overseas coastal Area Development Institute of Japan (2002).

- **Para suelos arenosos:**

$$k_h = \frac{z}{D} n_h$$

Donde:

z : profundidad (m).

D : diámetro del pilote (m).

n_h : valor según la Tabla siguiente

Tabla 21. Densidad relativa de arena.

| Densidad relativa de arena | Suelta | Media | Densa |
|--|--------|-------|-------|
| N_h para arena seca o húmeda (kN/m^3) | 2200 | 6600 | 17600 |
| N_h para arena sumergida o húmeda (kN/m^3) | 1300 | 4400 | 10800 |

Fuente: The Overseas coastal Area Development Institute of Japan (2002)

Nuestro caso en estudio según se detalló líneas arriba se trata de un estrato arenoso.

Tabla 22. Compacidad de la Arena.

| Cota (m) | L (m) | N | D (m) | Compacidad (arena) | nh | Kh (KN/m^3) | Kh (KN/m) |
|----------|-------|----|-------|--------------------|-------|-----------------|---------------|
| -0.5 | 0.5 | 6 | 0.6 | densa | 14000 | 11666.67 | 3500 |
| -1 | 1 | 9 | 0.6 | densa | 14000 | 23333.33 | 7000 |
| -1.5 | 1.5 | 9 | 0.6 | densa | 14000 | 35000.00 | 10500 |
| -2 | 2 | 36 | 0.6 | densa | 14000 | 46666.67 | 14000 |
| -2.5 | 2.5 | 21 | 0.6 | densa | 14000 | 58333.33 | 17500 |
| -3 | 3 | 21 | 0.6 | densa | 14000 | 70000.00 | 21000 |
| -3.5 | 3.5 | 14 | 0.6 | densa | 14000 | 81666.67 | 24500 |
| -4 | 4 | 13 | 0.6 | densa | 14000 | 93333.33 | 28000 |
| -4.5 | 4.5 | 27 | 0.6 | densa | 14000 | 105000.00 | 31500 |
| -5 | 5 | 17 | 0.6 | densa | 14000 | 116666.67 | 35000 |
| -5.5 | 5.5 | 27 | 0.6 | densa | 14000 | 128333.33 | 38500 |
| -6 | 6 | 22 | 0.6 | densa | 14000 | 140000.00 | 42000 |
| -6.5 | 6.5 | 24 | 0.6 | densa | 14000 | 151666.67 | 45500 |
| -7 | 7 | 13 | 0.6 | densa | 14000 | 163333.33 | 49000 |
| -7.5 | 7.5 | 9 | 0.6 | densa | 14000 | 175000.00 | 52500 |
| -8 | 8 | 7 | 0.6 | densa | 14000 | 186666.67 | 56000 |
| -8.5 | 8.5 | 12 | 0.6 | densa | 7600 | 107666.67 | 32300 |
| -9 | 9 | 12 | 0.6 | densa | 7600 | 114000.00 | 34200 |
| -9.5 | 9.5 | 19 | 0.6 | densa | 7600 | 120333.33 | 36100 |
| -10 | 10 | 21 | 0.6 | densa | 7600 | 126666.67 | 38000 |

Fuente: Sondeo de EMS

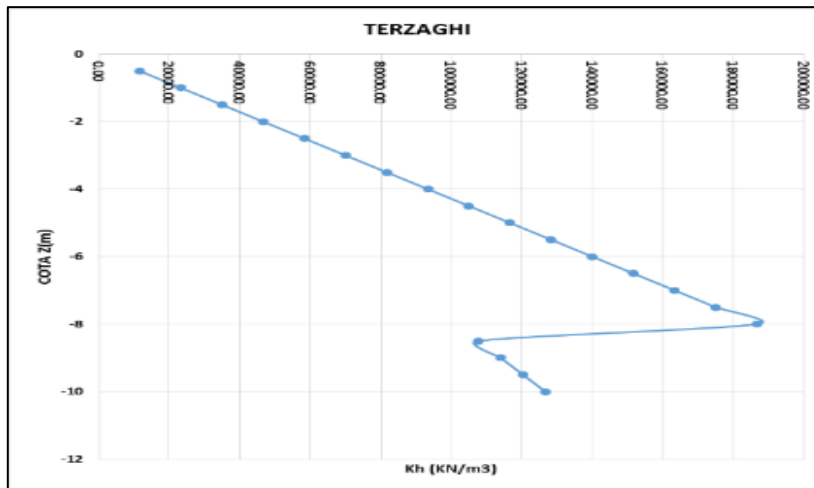


Figura 45. Compacidad de las arenas.

Fuente: Sondeo de EMS

Nótese en la figura interior que existe dos puntos de inflexión en la gráfica esto debido a que en el estudio de mecánica de suelos se ve que existe el nivel freático a una profundidad de 8m, por lo cual está afecta la compacidad de las arenas tal y como lo menciona el método de Terzaghi. Estos coeficientes de balasto serán ingresados al software de cálculo:

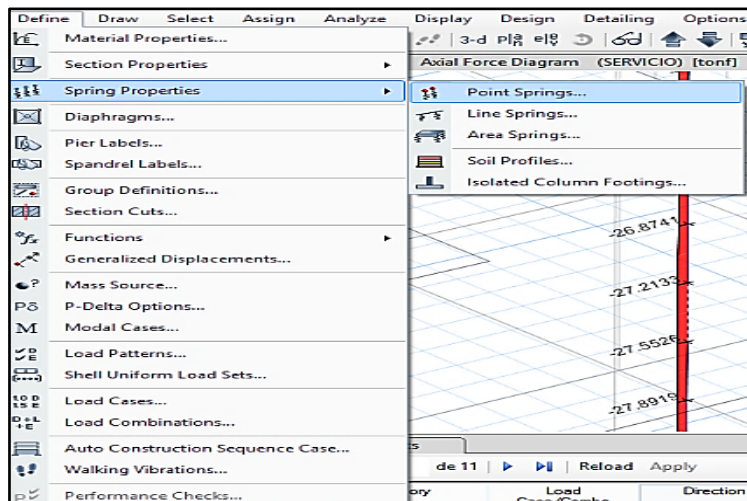


Figura 46. Coeficientes de balasto serán ingresados al software.

Fuente: Modelamiento en el Etabs.

Se discretizo la longitud de los pilotes cada 0.5m a fin de tener mayor precisión en el cálculo de las reacciones y el comportamiento de los pilotes.



Figura 47. Cálculo de las reacciones.

Fuente: Modelamiento en el Etabs.

Debemos de indicar que este pilote en la punta donde se apoya presenta un coeficiente de balasto vertical tal como lo indica el estudio de mecánica de suelos:

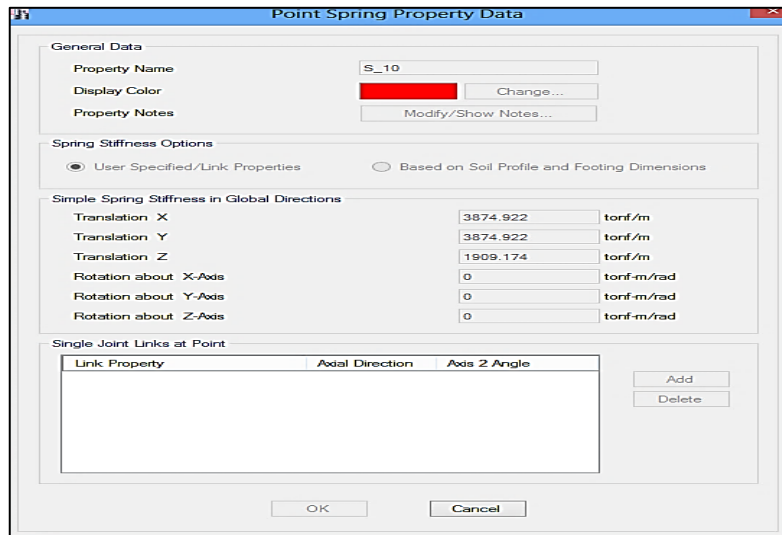


Figura 48. Coeficiente de balasto vertical.

Fuente: Modelamiento en el Etabs

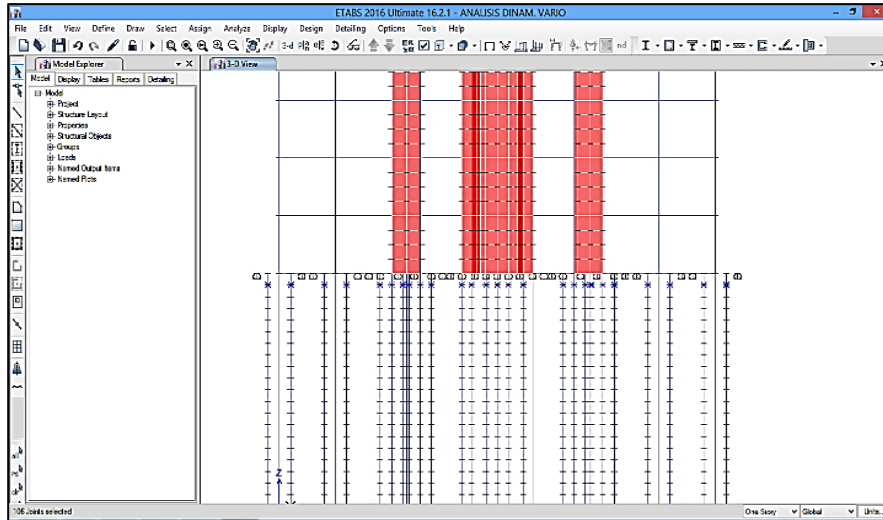


Figura 49. Interacción estructura suelo.

Fuente: Modelamiento en el Etabs.

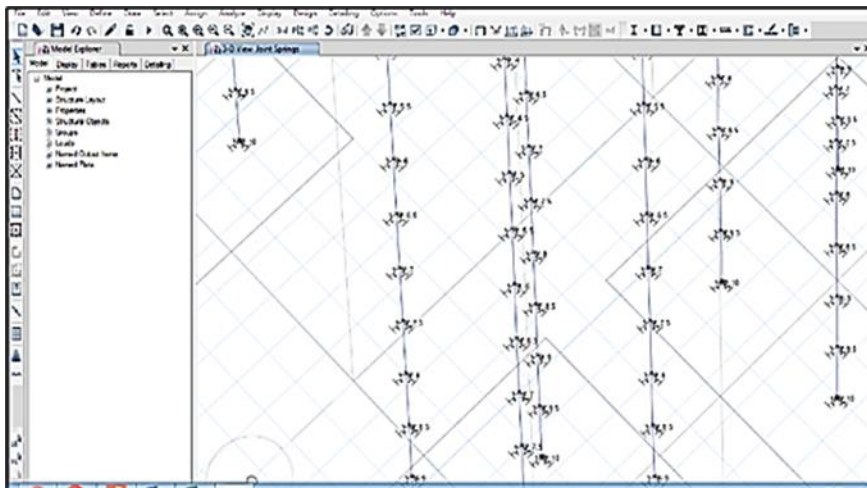


Figura 50. Distribución de cargas sobre el modelamiento.

Fuente: Modelamiento en el Etabs

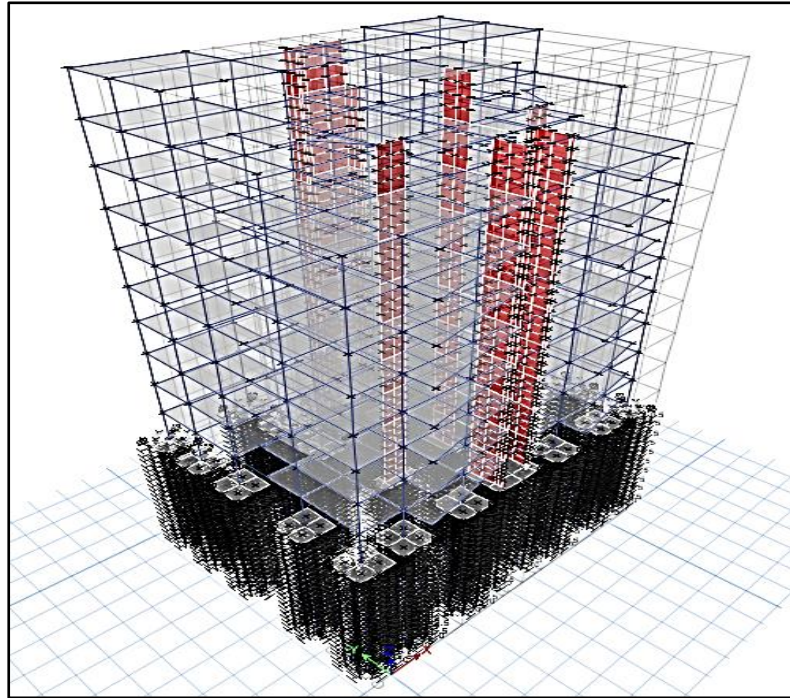


Figura 51. Modelamiento estructural con pilotaje.

Fuente: Modelamiento en el Etabs

G. Análisis de los resultados por cargas:

Se procedió a calcular con la ayuda del software de tal manera que nos brinde resultados rápidos y confiables.

➤ Determinación de la demanda Vs la capacidad geotécnica del pilote

Líneas arriba se calculó la capacidad a punta y fricción del pilote en la cual obtuvimos resultados tal que la capacidad por punta y fricción del pilote es de: 82.82 tonf.

Por otra parte, del análisis realizado mediante una carga de servicio (CM+CV) en el software tenemos una carga máxima en los pilotes centrales de 41.00 tonf aprox.

Con lo cual tenemos claro que $P_{ser} < P_{adm}$.

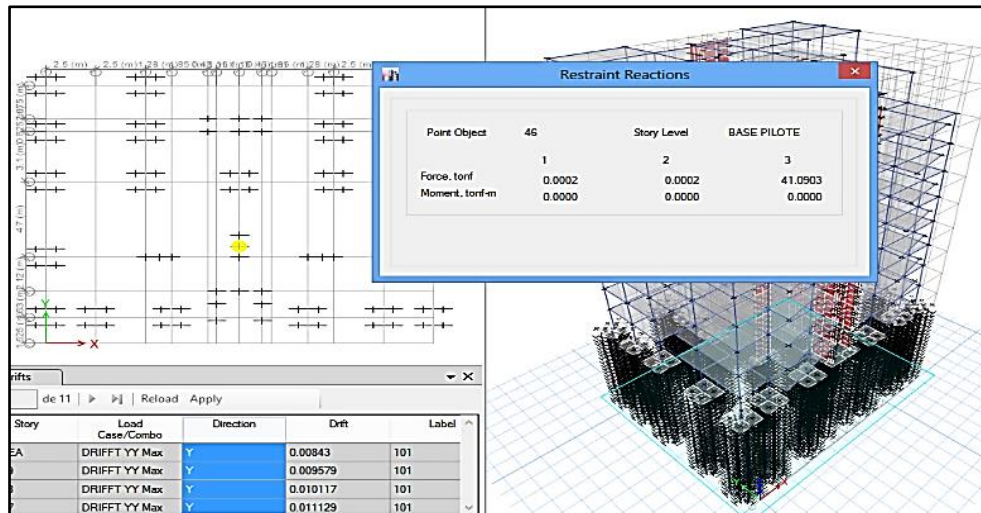


Figura 52. Carga máxima en los pilotes.

Fuente: Modelamiento en el Etabs

➤ Cálculo de la resistencia de arranque

La resistencia de arranque puede calcularse mediante la siguiente expresión:

$$T_{\text{rotura}} = 0.7Q_f$$

Donde:

- T_{rotura} : Es la resistencia de rotura o arranque (por fuste) en condiciones de tiro (a tracción)
- Q_f : Es la resistencia por fuste (a compresión).

Normalmente se asume que en condiciones de tiro la resistencia es claramente menor que en condiciones de compresión.

Para el caso particular de nuestro pilote y como se detalló líneas arriba tenemos que:

La resistencia superficial desarrollada por el pilote:

$$Q_s \text{ (tonf)} = 46.8168$$

$$T_{\text{rotura}} = 0.7Q_s = 32.77 \text{ tonf}$$

Realizando una verificación de los esfuerzos en los pilotes podemos darnos cuenta que ninguno de ellos está sometido a tracción por lo que la forma de falla por rotura no se produciría en nuestra edificación.

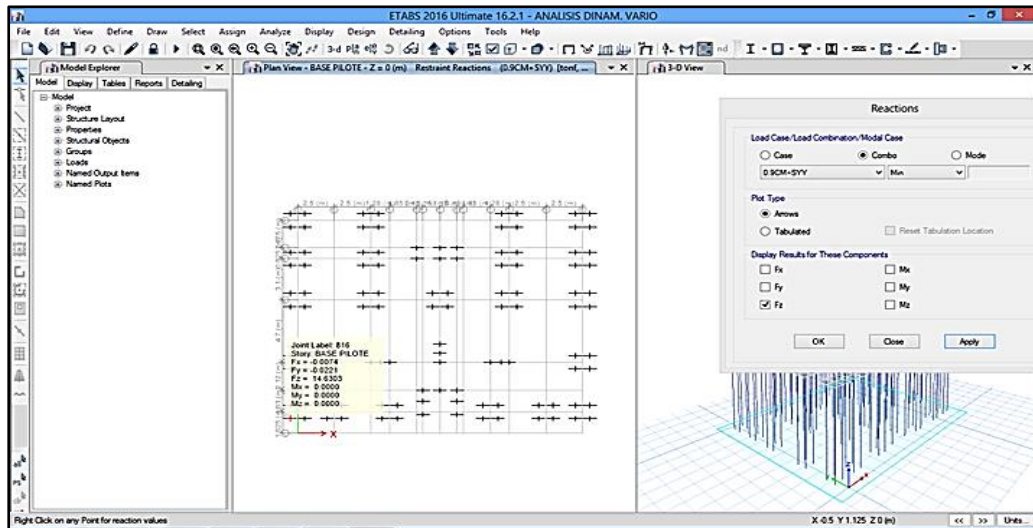


Figura 53. Verificación de los esfuerzos en los pilotes.

Fuente: Modelamiento en el Etabs

H. Cálculo de dimensiones de la cimentación en puntos críticos

Luego del modelamiento se realizó un cálculo de dimensión en cimentaciones, el diseño de la zapata para el punto más crítico tomando en cuenta las propiedades del suelo, las propiedades de la columna, se tomó en cuenta las cargas, momento y fuerzas que actúan en forma longitudinal y transversal.

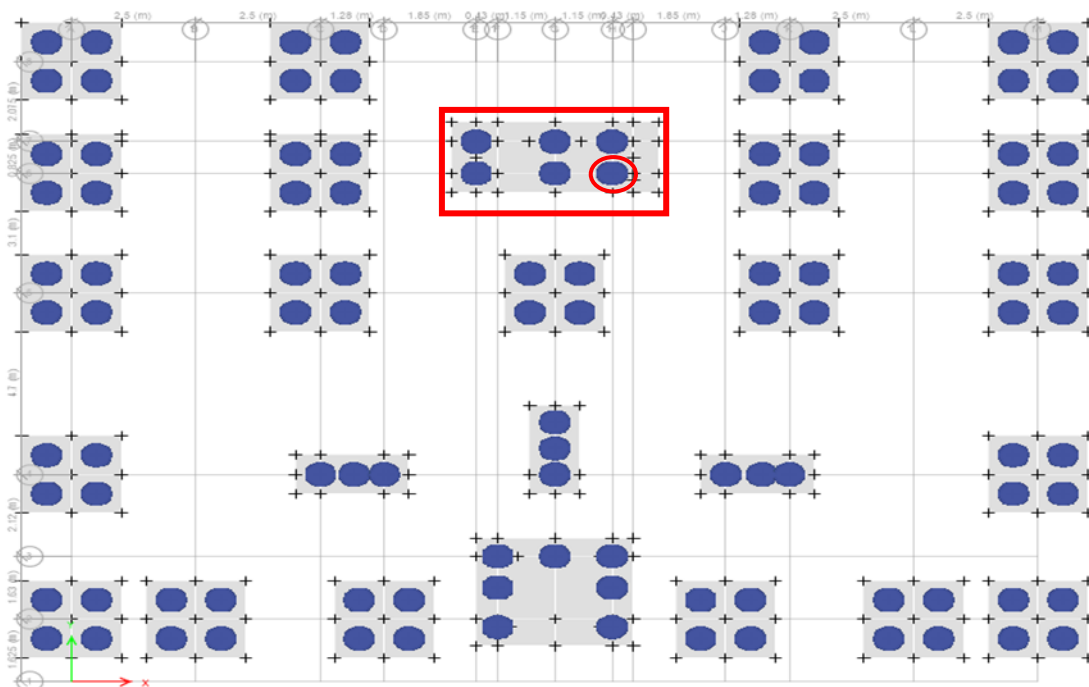


Figura 54. Pilotes de apoyo en cimentaciones

Fuente: Propia

Diseño de zapata

Propiedades de la columna

X= 0.55 m
Y= 0.50 m
 $\phi C = 0.85$

$f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$
 $f_{sy} = 4200 \text{ kg/cm}^2$
 $\phi f = 0.90$

Propiedades del suelo

$\sigma_t = 3.0 \text{ kg/cm}^2$
 $f_s = -0.3 \text{ kg/cm}^2$

Cargas en columna

$P_m = 26.98 \text{ Tn}$
 $P_v = 5.40 \text{ Tn}$
 $f = 1.05$
 $\beta_c = 1.1$

Longitudinal

$M_{mx} = 0.81 \text{ Tn.m}$
 $M_{vx} = 0.13 \text{ Tn.m}$
 $M_{sx} = 9.08 \text{ Tn.m}$
 $P_{sx} = 4.10 \text{ Tn.m}$

Transversal

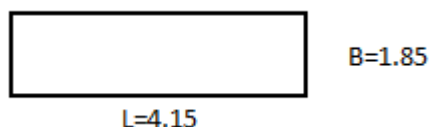
$M_{my} = 1.03 \text{ Tn.m}$
 $M_{vy} = 0.09 \text{ Tn.m}$
 $M_{sy} = 6.86 \text{ Tn.m}$
 $P_{sy} = 4.64 \text{ Tn.m}$

Dimensionamiento

verificación de momentos sin sismo

$$P_{total} = P_m + P_v = 26.98 \text{ Tn} + 5.40 \text{ Tn} = 32.38 \text{ tn}$$

$$\text{Área} = 32.38 * 1.05 / ((0.30 + (-0.3)) * 10) = 1.26 \text{ m}^2$$



- **Verificamos los momentos en x**

B= 1.85m, L=4.15m, momento longitudinal ($M_{mx}=0.81 \text{ Tn.m}$, $M_{vx}=0.13 \text{ Tn.m}$),

$P_{total} = 32.38 \text{ tn}$ y $f = 1.05$

$$\sigma = \frac{P}{A} + \frac{6M}{B * L^2} = 4.61 \frac{\text{tn}}{\text{m}^2} \quad OK$$

- **Verificación Biaxialmente**

B= 1.85m, L=4.15m, momento longitudinal ($M_{mx}=0.81 \text{ Tn.m}$, $M_{vx}=0.13$

Tn.m), momento transversal ($M_{my}=1.03 \text{ Tn.m}$ y $M_{vy}=0.09 \text{ Tn.m}$), $P_{total} =$

32.38 tn y $f = 1.05$.

$$\sigma = \frac{P}{A} + \frac{6M_x}{B * L^2} + \frac{6M_y}{L * B^2} = 5.08 \text{ tn/m}^2 \quad OK$$

- **Verificación por sismo en X-X**

P total=36 Tn, Área= 7.68 m²

Verificación Biaxialmente

$$\sigma = \frac{P}{A} + \frac{6M_x}{B * L^2} + \frac{6M_y}{L * B^2} = 7.35 \text{ tn/m}^2$$

• **Verificación por sismo en Y-Y**

P total=37 Tn, Área= 7.68 m²

Verificación Biaxialmente

$$\sigma = \frac{P}{A} + \frac{6M_x}{B * L^2} + \frac{6M_y}{L * B^2} = 8.61 \text{ tn/m}^2$$

Diseño de zapatas ante combinación de cargas

Se realizó un cálculo de los esfuerzos por factores de ampliación de carga viva, carga muerta y cargas sísmicas en el eje Y-Y y X-X.

A. Cálculo de esfuerzo por combinación U=1.4CM+1.7CV

$$\sigma V = \frac{P}{A} + \frac{6M_x}{B * L^2} + \frac{6M_y}{L * B^2} = 7.04 \text{ tn/m}^2$$

B: Cálculo de esfuerzo por combinación U=1.25(CM+CV) + CSX

$$\sigma V = \frac{P}{A} + \frac{6M_x}{B * L^2} + \frac{6M_y}{L * B^2} = 7.04 \text{ tn/m}^2$$

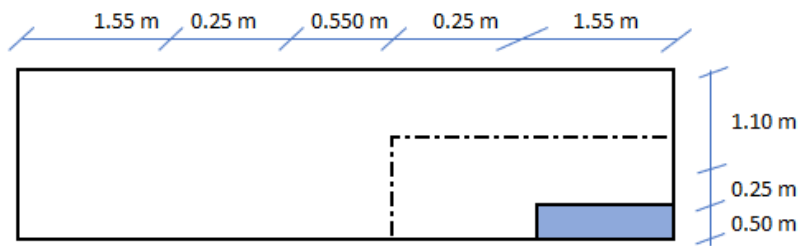
C. Cálculo de esfuerzo por combinación U=1.25(CM+CV) + CSY

$$\sigma V = \frac{P}{A} + \frac{6M_x}{B * L^2} + \frac{6M_y}{L * B^2} = 9.59 \text{ tn/m}^2$$

Se emplea para el diseño en flexión el esfuerzo más desfavorable 9.59 tn/m²

Punzonamiento

Suponiendo d= 0.50m, b₀=0.60 m², A_T= 7.68 m², A_T= 7.86 m² y α_s=20



Cortante de diseño por punzonamiento

Se realizo un análisis si es que la cimentación no falla ante el cortante por punzonamiento.

$$V_u = \sigma_u * (A_T - A_0) = 67.85 \text{ Tn}$$

Cortante resistente por punzonamiento

$$V_{c1} = 335.50 \text{ Tn}$$

$$V_{c2} = 316.93 \text{ Tn}$$

$$V_{c3} = 238.09 \text{ Tn}$$



$$V_c = 238.09 \text{ Tn}$$

$$V_u \leq \Phi V_c \quad 67.85 \text{ tn} \leq 202.38 \text{ tn}$$

Cortante

Cortante de diseño

$$V_u = \sigma_u * B * x \quad V_{uB} = 23.06 \text{ tn}$$

$$V_u = \sigma_u * L * y \quad V_{uL} = 33.82 \text{ tn}$$

Cortante resistente

$$V_{cB} = 71.04 \text{ tn}$$

$$\phi V_c = 60.39 \text{ tn}$$

$$V_{cL} = 159.37 \text{ tn}$$

$$\phi V_c = 135.46 \text{ tn}$$

$$V_u \leq \Phi V_c$$

$$23.06 \text{ Tn}$$

≤

$$60.39 \text{ Tn}$$

OK

Transversal

$$33.82 \text{ Tn}$$

≤

$$135.46 \text{ Tn}$$

OK

Longitudinal

Flexión

Se realizo un análisis por efecto de flexión de la cimentación calculando así los refuerzos.

Direccion longitudinal

Volado= 1.80 m

Mu= 28.73 Tn.m

b= 185 cm

d= 50 cm

bd²= 462500 cm³

Ku= 6.21

As min = 0.0018 . b . d

As min= 16.65 cm²

p= 0.0017

As= 15.73 cm²

La cuantia minima es mayor al acero calculado

9 φ 5/8" @ 21.38 cm

Usar @ 20.00 cm

Direccion longitudinal

Volado= 1.35 m

Mu= 36.25 Tn.m

b= 415 cm

d= 50 cm

bd²= 1037500 cm³

Ku= 3.49

As min = 0.0018 . b . d

As min= 37.35 cm²

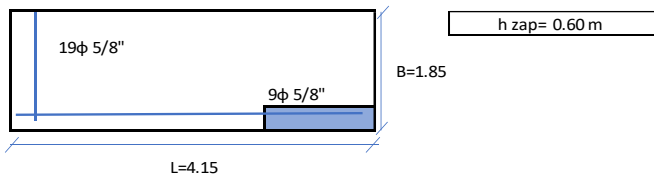
p= 0.0010

As= 20.75 cm²

La cuantia minima es mayor al acero calculado

19 φ 5/8" @ 22.3 cm

Usar @ 20 cm



Medidas de acero

De forma seguida se presentan las características geométricas y físicas de barras de refuerzo.

Tabla 23. Características geométricas del acero

| N° de Barra | Designación | Diámetro de Barra | | Área Nominal (cm ²) | Diámetro (cm) | Peso Nominal (kg/m) |
|-------------|-------------|-------------------|-------|---------------------------------|---------------|---------------------|
| | | pulg | mm | | | |
| 2 | 1/4" | 0.250 | 6.40 | 0.32 | 0.64 | 0.250 |
| 3 | 3/8" | 0.375 | 9.50 | 0.71 | 0.95 | 0.560 |
| 4 | 1/2" | 0.500 | 12.70 | 1.29 | 1.27 | 0.994 |
| 5 | 5/8" | 0.625 | 15.90 | 2.00 | 1.59 | 1.552 |
| 6 | 3/4" | 0.750 | 19.10 | 2.84 | 1.91 | 2.235 |
| 7 | 7/8" | 0.875 | 22.20 | 3.87 | 2.22 | 3.042 |
| 8 | 1" | 1.000 | 25.40 | 5.10 | 2.54 | 3.973 |
| 9 | 1 1/8" | 1.125 | 28.70 | 6.45 | 2.87 | 5.060 |
| 10 | 1 1/4" | 1.250 | 32.30 | 8.19 | 3.23 | 6.404 |
| 11 | 1 3/8" | 1.375 | 35.80 | 10.06 | 3.58 | 7.907 |

| | | | | | | |
|---|-------|---|-------|------|------|-------|
| - | 6 mm | - | 6.00 | 0.28 | 0.60 | 0.222 |
| - | 8 mm | - | 8.00 | 0.50 | 0.80 | 0.395 |
| - | 12 mm | - | 12.00 | 1.13 | 1.20 | 0.888 |

Fuente: Propia

Tabla 24. Factor de Reducción

| Factor de Reducción | ϕ |
|-------------------------------|--------|
| Flexión | 0.90 |
| Corte | 0.85 |
| Torsión | 0.85 |
| Carga Axial de Tracción | 0.90 |
| Carga Axial de Compresión | 0.75 |
| Aplastamiento en el Concreto | 0.70 |
| Flexo - Compresión Normal | 0.75 |
| Flexo - Compresión en Resorte | 0.70 |
| Columna con Estribos | 0.70 |
| Columna con Espirales | 0.75 |

Fuente: Propia

Tabla 25. Factor Beta " β "

| Si $f'c \leq$ | β |
|---------------|---------|
| 280 | 0.85 |
| 350 | 0.80 |
| 420 | 0.75 |
| 490 | 0.70 |
| 560 | 0.65 |

Fuente: Propia

I. Cálculo y verificación pilote esquinero

Configuración para determinar el código de diseño ACI318-11

Configuración de análisis : Estándar - Estados límite

Materiales y estándares

| | |
|--|----------------------|
| Estructuras de hormigón : | EN 1992-1-1 (EC2) |
| Coefficientes EN 1992-1-1 : | Estándar |
| Cizalla de pilotes circulares : | método simplificado |
| Estructuras de acero : | EN 1993-1-1 (EC3) |
| Factor parcial en capacidad portante de sección transversal de acero : | $\gamma_{M0} = 1.00$ |
| Estructuras de madera : | EN 1995-1-1 (EC5) |
| Factor parcial para propiedades de madera : | $\gamma_M = 1.30$ |
| Modif. factor de duración de la carga y contenido de humedad : | $k_{mod} = 0.50$ |
| Coefficiente de ancho efectivo para la tensión cortante : | $k_{cr} = 0.67$ |

Pilote

| | |
|------------------------------------|--------------------------------|
| Metodología de verificación : | Estados límite (LSD) |
| Análisis en subsuelo con drenaje : | NAVFAC DM 7.2 |
| Curva de asentamiento de carga : | lineal (Poulos) |
| Capacidad portante horizontal : | Subsuelo elástico (p-y método) |

Figura 55. Configuración del pilote esquinero en GEO5.

Fuente: Modelamiento en el Etabs

Configurando las capas de suelo, según los resultados del estudio de mecánica de suelos el cual considera el terreno homogéneo hasta una profundidad de 10m.

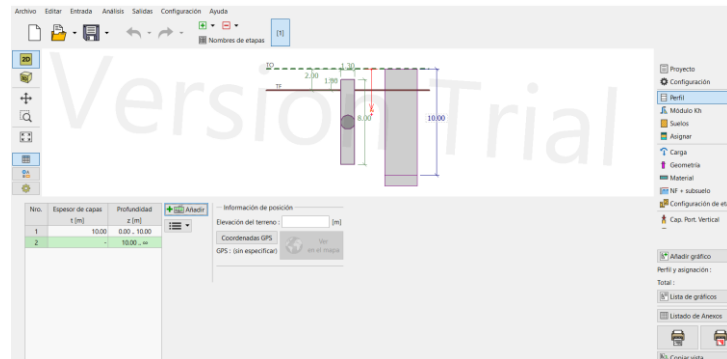


Figura 56. Consideración del terreno en el software.

Fuente: Modelamiento GEO5.

Configuración de la metodología de cálculo, por el método de Matlock – Reese



Figura 57. Configuración de la metodología de cálculo.

Fuente: Modelamiento GEO5.

Módulo de reacción del subsuelo luego de Matlock y Rees

Este método es aplicable para suelos sin cohesión. El módulo de reacción del subsuelo viene dado por la siguiente expresión:

$$k_h = n_h \frac{z}{d}$$

Donde: n_h - Módulo de compresibilidad horizontal pile diameter [MN/m^3]
 d - pile diameter [m]
 z - Profundidad de una sección dada del terreno final [m]

Valores aproximados del módulo de compresibilidad horizontal n_h para suelos sin cohesión

| Suelos | n_h [MN/m^3] |
|-----------------------|--------------------|
| - densa | |
| Arena y gravel seco | |
| - suelta | 1,8 - 2,2 |
| - densidad media | 5,5 - 7,0 |
| - densa | 15,0 - 18,0 |
| Arena y gravel mojada | |
| - suelta | 1,0 - 1,4 |
| - densidad media | 3,5 - 4,5 |
| - densa | 9,0 - 12,0 |

Figura 58. Módulo de reacción del subsuelo.

Fuente: Modelamiento GEO5.

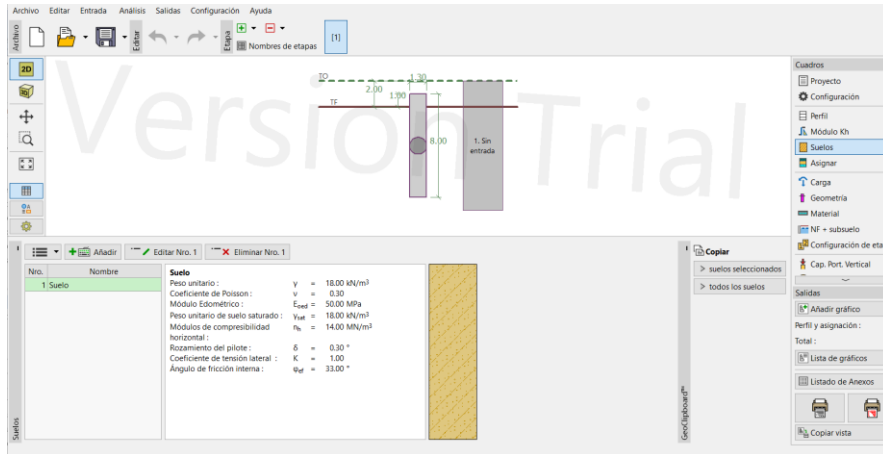


Figura 59. Definición del tipo de suelo.

Fuente: Modelamiento GEO5.

Considerar el peso propio del pilote

| Nro. | Carga | Nombre | N [kN] | M _x [kNm] | M _y [kNm] | H _x [kN] | H _y [kN] | Tipo |
|------|-------|-------------------------------|--------|----------------------|----------------------|---------------------|---------------------|--------|
| 1 | Si | carga en el pilote cilíndrico | 316.75 | 89.04 | 67.27 | 40.20 | 45.50 | Diseño |

Figura 60. Definiendo las cargas.

Fuente: Modelamiento GEO5.

— Dimensiones básicas del pilote

Tipo:

Diámetro: d = [m]

Longitud: l = [m]

— Ubicación del pilote

Altura sobre terreno final (TF): h = [m]

Prof. del terreno final (TO-TF): h_z = [m]

Eficiencia de grupo de pilotes: η_g = [-]

Geometría

Figura 61. Configurando la geometría del perfil en diámetro y longitud.

Fuente: Modelamiento GEO5.

Configurando las características de resistencia de los materiales del pilote (concreto y acero) $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ (20.59 Mpa) y $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$ (411.87 Mpa).

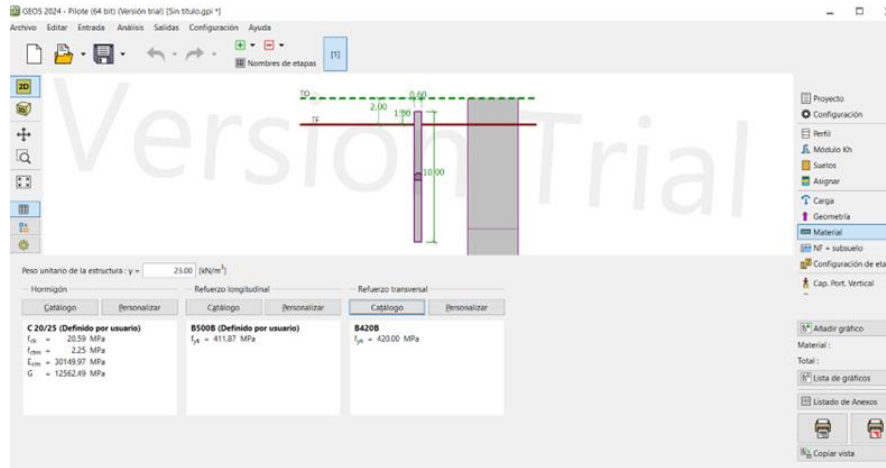


Figura 62. Características de resistencia de los materiales.
Fuente: Modelamiento GEO5.

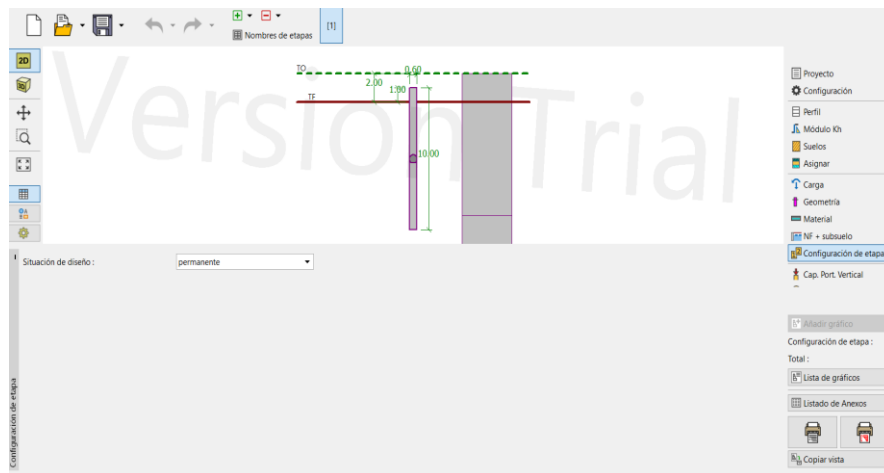


Figura 63. Configurando la situación de la carga.
Fuente: Modelamiento GEO5.

➤ Verificación de la capacidad portante del pilote:

El siguiente gráfico nos señala que la capacidad geotécnica del pilote es capaz de soportar la demanda por solicitaciones de carga provenientes de la edificación, con un factor de seguridad de 7.25, el cual es mayor a 3.

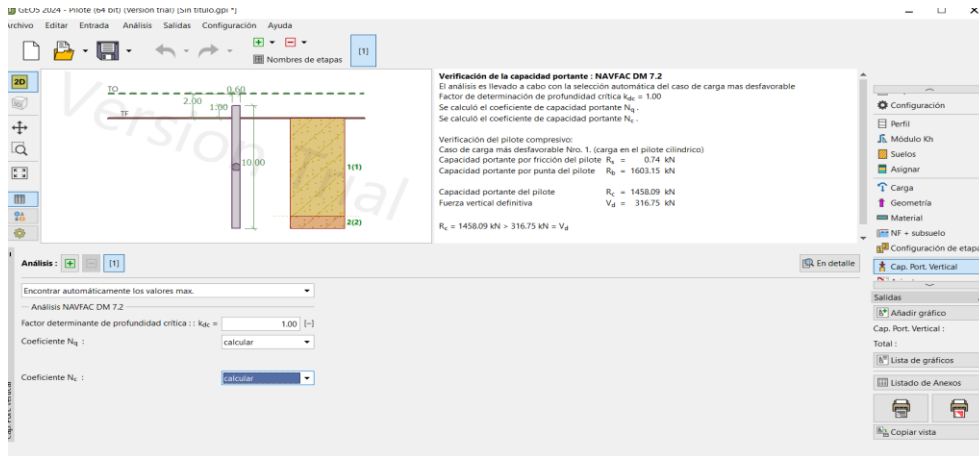


Figura 64. Verificación de la capacidad portante del pilote.

Fuente: Modelamiento GEO5.

A continuación, se muestra los diagramas de corte y flexión del pilote y el análisis y diseño del mismo a través del software GEO 5, puede notarse que el pilote cumple con las demandas a flexión y compresión.

Siendo necesario una barra de 3/4" con diámetro de 19 mm y barra de 3/8" con diámetro de 9.5 mm

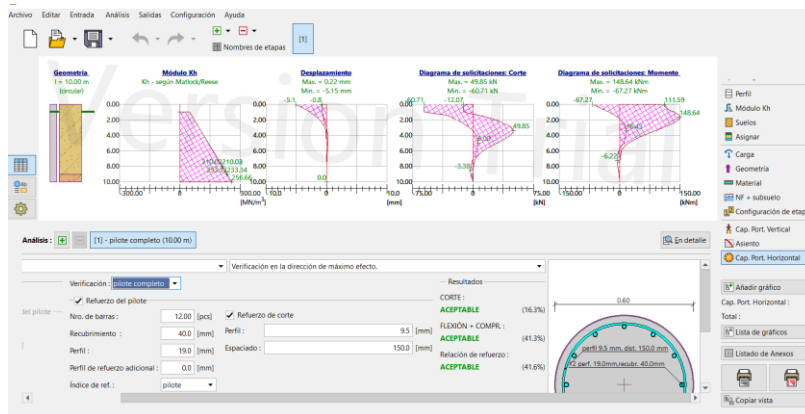


Figura 65. Demandas de pilotes a flexión y compresión con 12ø3/4" de refuerzo vertical y refuerzo de cero de 3/8" en espiral.

Fuente: Modelamiento GEO5.

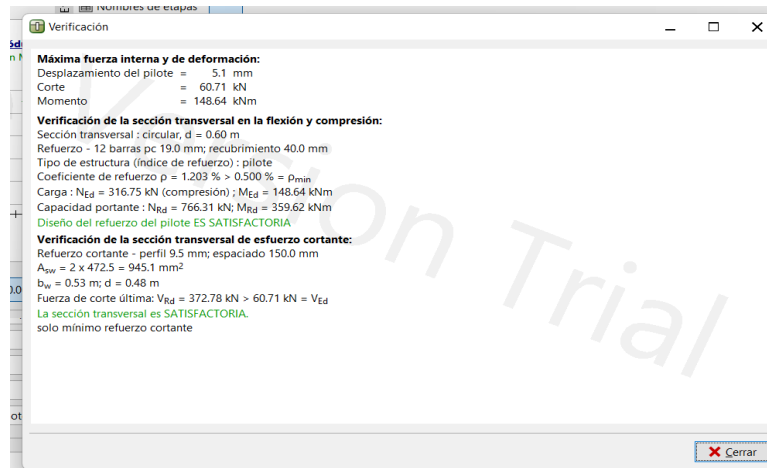


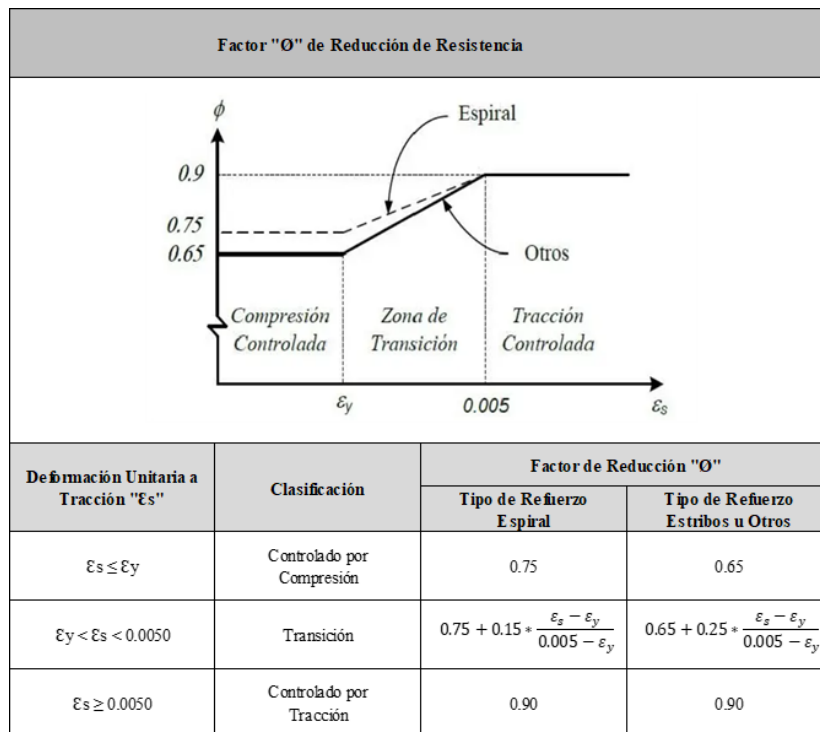
Figura 66. Máxima fuerza interna y de deformación.

Fuente: Modelamiento GEO5.

Evaluación de los pilotes

Para el análisis de deformación se emplea el factor de reducción en función a una gráfica y ben función al tipo de carga.

Tabla 26. Factor de reducción en columnas



Fuente: Propio

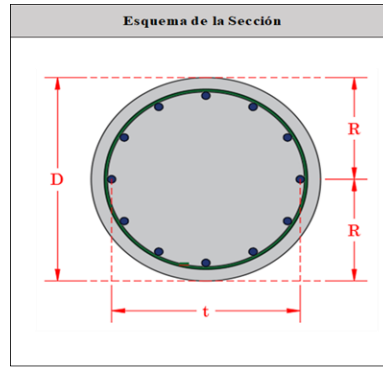


Figura 67. Esquema de la sección de pilotes

Fuente: Propio

Tabla 27. Características geométricas de los pilotes y las propiedades mecánicas

| Propiedades Geométricas | | |
|-------------------------|--------|----------------|
| D | 0.60 | m |
| R | 0.30 | m |
| Ag | 0.283 | m ² |
| Ig | 0.0064 | m ⁴ |
| r | 0.15 | m |
| d | 0.48 | m |
| rec | 0.075 | m |
| t | 0.52 | m |

| Propiedades Mecánicas | | |
|-----------------------|----------------------|--------------------|
| f'c | 210 | kg/cm ² |
| fy | 4200 | kg/cm ² |
| Diseño | Columna con Estribos | |
| Ø | 0.70 | - |
| Ec | 250998.01 | kg/cm ² |
| Es | 2000000.00 | kg/cm ² |
| εc | 0.0030 | - |
| εs | 0.0021 | - |
| β1 | 0.85 | - |

Fuente: Propia

Se plante un pilote de 0.60m de diámetro, un radio de 0.30m, un recubrimiento de 0.075m, el $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$, $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$, el diseño es semejante al de una columna con estribo, $\beta_1 = 0.85$. El $A_g = 0.283 \text{ m}^2$, el $I_g = 0.0064 \text{ m}^4$.

Tabla 28. Cálculo de distribución de acero en pilote

| Pilote (características geométricas y distribución de acero de confinamiento) 0.60 m | | | | |
|--|--|--|--|--|
| Acero Lateral | | | | |
| Tipo de Confinamiento | | | | |
| Acero | 3/8" | | | |
| ØL | 0.95 | | | |
| Área | 0.71 | | | |
| Acero Longitudinal | | | | |
| # de Aceros | 12 | | | |
| Acero | 3/4" | | | |
| ØL | 1.91 | | | |
| Área | 2.84 | | | |
| Propiedades Geométricas | | | | |
| rec (m) | 0.075 | | | |
| tx (m) | 0.48 | | | |
| ty (m) | 0.48 | | | |
| Ag (cm ²) | 2827.43 | | | |
| α (°) | 30.00 | | | |
| Propiedades de Cuantía | | | | |
| ρ mín | 0.010 | | | |
| ρ máx | 0.060 | | | |
| As mín (cm ²) | 28.27 | | | |
| As máx (cm ²) | 169.65 | | | |
| Acero Total (cm²) | Cuantía Colocada "ρ" | Separación "s" (m) | Distribución Final del Refuerzo | |
| 34.08 | 0.0121 | 0.1262 | 12ø3/4" | |
| Verificación del Refuerzo Mínimo | Artículo 10.9.2. N° de Varillas Mínimas | Verificación del Espaciamiento Mínimo | Verificación del Espaciamiento Máximo | |
| Si Cumple | Si Cumple | Si Cumple | Si Cumple | |

Fuente: Propia

Análisis en dirección X-X

| Resistencia del Concreto |
|-------------------------------------|
| $F_c = 0.85 \times f'_c \times A_g$ |

| Figura | FC (Ton) | Y (m) | M (Ton.m) |
|--------|-------------|----------|--------------|
| 1 | 672.93 | 0.30 | 201.88 |

Resistencia del Acero

$$F_A = A_s \times f_y - 0.85 \times f'_c \times A_s$$

Tabla 29. Datos de acero

| Elemento | N° de Aceros | As (cm²) | FA (Ton) | Y (m) | M (Ton.m) |
|----------|--------------|----------|----------|-------|-----------|
| As1 | 1 | 2.84 | 11.25 | 0.059 | 0.66 |
| As2 | 2 | 5.68 | 22.50 | 0.091 | 2.05 |
| As3 | 2 | 5.68 | 22.50 | 0.180 | 4.05 |
| As4 | 2 | 5.68 | 22.50 | 0.300 | 6.75 |
| As5 | 2 | 5.68 | 22.50 | 0.420 | 9.45 |
| As6 | 2 | 5.68 | 22.50 | 0.509 | 11.45 |
| As7 | 1 | 2.84 | 11.25 | 0.541 | 6.09 |

| | | |
|---------------|--------|-------|
| FTotal | 807.95 | Ton |
| MTotal | 242.39 | Ton.m |
| C.P. | 0.30 | m |

| Deformación Unitaria |
|---|
| $\epsilon_s = \frac{\epsilon_c \cdot y}{c}$ |
| Esfuerzo del Acero |
| $f_s = E_s \cdot \epsilon_s \leq f_y$ |

Cálculo de la deformación unitaria en cada punto – proceso iterativo

Tabla 30. Deformación de punto iterativo en el eje neutro As1

| Punto Iterativo 01 - Eje Neutro del As1 | | | | |
|---|-------------------|-------------------|--------------|-------------|
| Elemento | Distancia "y" (m) | Distancia "c" (m) | ϵ_s | fs (kg/cm²) |
| As1 | 0.000 | 0.541 | 0.0000 | 0.00 |
| As2 | 0.032 | 0.541 | 0.0002 | 354.90 |
| As3 | 0.120 | 0.541 | 0.0007 | 1330.87 |
| As4 | 0.241 | 0.541 | 0.0013 | 2672.83 |
| As5 | 0.361 | 0.541 | 0.0020 | 4003.70 |
| As6 | 0.450 | 0.541 | 0.0025 | 4200.00 |
| As7 | 0.482 | 0.541 | 0.0027 | 4200.00 |

Fuente: Propia

Tabla 31. Deformación de punto iterativo en el eje neutro As2

| Punto Iterativo 02 - Eje Neutro del As2 | | | | |
|---|-------------------|-------------------|--------------|--------------------------|
| Elemento | Distancia "y" (m) | Distancia "c" (m) | ϵ_s | fs (kg/cm ²) |
| As1 | 0.032 | 0.509 | 0.0002 | 377.21 |
| As2 | 0.000 | 0.509 | 0.0000 | 0.00 |
| As3 | 0.088 | 0.509 | 0.0005 | 1037.33 |
| As4 | 0.209 | 0.509 | 0.0012 | 2463.65 |
| As5 | 0.329 | 0.509 | 0.0019 | 3878.19 |
| As6 | 0.417 | 0.509 | 0.0025 | 4200.00 |
| As7 | 0.450 | 0.509 | 0.0027 | 4200.00 |

Fuente: Propia

Tabla 32. Deformación de punto iterativo en el eje neutro As3

| Punto Iterativo 03 - Eje Neutro del As3 | | | | |
|---|-------------------|-------------------|--------------|--------------------------|
| Elemento | Distancia "y" (m) | Distancia "c" (m) | ϵ_s | fs (kg/cm ²) |
| As1 | 0.120 | 0.420 | 0.0009 | 1714.29 |
| As2 | 0.088 | 0.420 | 0.0006 | 1257.14 |
| As3 | 0.000 | 0.420 | 0.0000 | 0.00 |
| As4 | 0.120 | 0.420 | 0.0009 | 1714.29 |
| As5 | 0.241 | 0.420 | 0.0017 | 3442.86 |
| As6 | 0.329 | 0.420 | 0.0024 | 4200.00 |
| As7 | 0.361 | 0.420 | 0.0026 | 4200.00 |

Fuente: Propia

Tabla 33. Deformación de punto iterativo en el eje neutro As4

| Punto Iterativo 04 - Eje Neutro de 0.360 m | | | | |
|--|-------------------|-------------------|--------------|--------------------------|
| Elemento | Distancia "y" (m) | Distancia "c" (m) | ϵ_s | fs (kg/cm ²) |
| As1 | 0.181 | 0.360 | 0.0015 | 3016.67 |
| As2 | 0.148 | 0.360 | 0.0012 | 2466.67 |
| As3 | 0.060 | 0.360 | 0.0005 | 1000.00 |
| As4 | 0.060 | 0.360 | 0.0005 | 1000.00 |
| As5 | 0.181 | 0.360 | 0.0015 | 3016.67 |
| As6 | 0.269 | 0.360 | 0.0022 | 4200.00 |
| As7 | 0.301 | 0.360 | 0.0025 | 4200.00 |

Fuente: Propia

Tabla 34. Punto Iterativo 05 - Eje Neutro del As4

| Punto Iterativo 05 - Eje Neutro del As4 | | | | |
|---|-------------------|-------------------|--------------|-----------------------------|
| Elemento | Distancia "y" (m) | Distancia "c" (m) | ϵ_s | f_s (kg/cm ²) |
| As1 | 0.241 | 0.300 | 0.0024 | 4200.00 |
| As2 | 0.209 | 0.300 | 0.0021 | 4180.00 |
| As3 | 0.120 | 0.300 | 0.0012 | 2400.00 |
| As4 | 0.000 | 0.300 | 0.0000 | 0.00 |
| As5 | 0.120 | 0.300 | 0.0012 | 2400.00 |
| As6 | 0.209 | 0.300 | 0.0021 | 4180.00 |
| As7 | 0.241 | 0.300 | 0.0024 | 4200.00 |

Fuente: Propia

Tabla 35. Punto Iterativo 06 - Eje Neutro de 0.240 m

| Punto Iterativo 06 - Eje Neutro de 0.240 m | | | | |
|--|-------------------|-------------------|--------------|-----------------------------|
| Elemento | Distancia "y" (m) | Distancia "c" (m) | ϵ_s | f_s (kg/cm ²) |
| As1 | 0.301 | 0.240 | 0.0038 | 4200.00 |
| As2 | 0.269 | 0.240 | 0.0034 | 4200.00 |
| As3 | 0.181 | 0.240 | 0.0023 | 4200.00 |
| As4 | 0.060 | 0.240 | 0.0008 | 1500.00 |
| As5 | 0.060 | 0.240 | 0.0008 | 1500.00 |
| As6 | 0.148 | 0.240 | 0.0019 | 3700.00 |
| As7 | 0.181 | 0.240 | 0.0023 | 4200.00 |

Fuente: Propia

Tabla 36. Punto Iterativo 07 - Eje Neutro del As5

| Punto Iterativo 07 - Eje Neutro del As5 | | | | |
|---|-------------------|-------------------|--------------|-----------------------------|
| Elemento | Distancia "y" (m) | Distancia "c" (m) | ϵ_s | f_s (kg/cm ²) |
| As1 | 0.361 | 0.180 | 0.0060 | 4200.00 |
| As2 | 0.329 | 0.180 | 0.0055 | 4200.00 |
| As3 | 0.241 | 0.180 | 0.0040 | 4200.00 |
| As4 | 0.120 | 0.180 | 0.0020 | 4000.00 |
| As5 | 0.000 | 0.180 | 0.0000 | 0.00 |
| As6 | 0.088 | 0.180 | 0.0015 | 2933.33 |
| As7 | 0.120 | 0.180 | 0.0020 | 4000.00 |

Fuente: Propia

Tabla 37. Punto Iterativo 08 - Eje Neutro del As6

| Punto Iterativo 08 - Eje Neutro del As6 | | | | |
|---|-------------------|-------------------|--------------|--------------------------|
| Elemento | Distancia "y" (m) | Distancia "c" (m) | ϵ_s | fs (kg/cm ²) |
| As1 | 0.450 | 0.091 | 0.0148 | 4200.00 |
| As2 | 0.417 | 0.091 | 0.0137 | 4200.00 |
| As3 | 0.329 | 0.091 | 0.0108 | 4200.00 |
| As4 | 0.209 | 0.091 | 0.0069 | 4200.00 |
| As5 | 0.088 | 0.091 | 0.0029 | 4200.00 |
| As6 | 0.000 | 0.091 | 0.0000 | 0.00 |
| As7 | 0.032 | 0.091 | 0.0011 | 2109.89 |

Fuente: Propia

Tabla 38. Punto Iterativo 09 - Eje Neutro del As7

| Punto Iterativo 09 - Eje Neutro del As7 | | | | |
|---|-------------------|-------------------|--------------|--------------------------|
| Elemento | Distancia "y" (m) | Distancia "c" (m) | ϵ_s | fs (kg/cm ²) |
| As1 | 0.482 | 0.059 | 0.0245 | 4200.00 |
| As2 | 0.450 | 0.059 | 0.0229 | 4200.00 |
| As3 | 0.361 | 0.059 | 0.0184 | 4200.00 |
| As4 | 0.241 | 0.059 | 0.0123 | 4200.00 |
| As5 | 0.120 | 0.059 | 0.0061 | 4200.00 |
| As6 | 0.032 | 0.059 | 0.0016 | 3254.24 |
| As7 | 0.000 | 0.059 | 0.0000 | 0.00 |

Fuente: Propia

Tabla 39. Falla Balanceada

| Falla Balanceada | | | | |
|------------------|-------------------|-------------------|--------------|--------------------------|
| Elemento | Distancia "y" (m) | Distancia "c" (m) | ϵ_s | fs (kg/cm ²) |
| As1 | 0.223 | 0.318 | 0.0021 | 4200.00 |
| As2 | 0.190 | 0.318 | 0.0018 | 3584.91 |
| As3 | 0.102 | 0.318 | 0.0010 | 1924.53 |
| As4 | 0.018 | 0.318 | 0.0002 | 339.62 |
| As5 | 0.139 | 0.318 | 0.0013 | 2622.64 |
| As6 | 0.227 | 0.318 | 0.0021 | 4200.00 |
| As7 | 0.259 | 0.318 | 0.0024 | 4200.00 |

Fuente: Propia

Fuerzas y momentos en cada punto iterativo

Análisis de compresión pura

| | | |
|--------------------------|--------|-------|
| P_o | 807.95 | Ton |
| P_n máx | 646.36 | Ton |
| P_u máx | 420.14 | Ton |
| M_n | 0.00 | Ton.m |

Fuente: Propia

| Resistencia Axial a la Compresión con Estribos | |
|--|--------------------------|
| $P_o = 0.85f'_c * (A_g - A_s) + A_s * f_y$ | |
| $P_n máx = 0.80P_o$ | $P_u máx = \phi P_n máx$ |

| Resistencia Axial a la Compresión con Espirales | |
|---|--------------------------|
| $P_o = 0.85f'_c * (A_g - A_s) + A_s * f_y$ | |
| $P_n máx = 0.85P_o$ | $P_u máx = \phi P_n máx$ |

| Fuerza F _s |
|---------------------------------------|
| $= A_s \cdot E_s \cdot \varepsilon_s$ |

| Fuerza F _c | |
|---|---|
| $a = \beta_1 \cdot c$ | $F_c = 0.85 \cdot f'_c \cdot A_c$ |
| $\theta = \cos^{-1} \left(\frac{R-a}{R} \right)$ | $Y_c = \frac{2}{3} \cdot \frac{(\sin \theta)^3 \cdot R^3}{A_c}$ |
| $= \left(\frac{\theta \cdot \pi}{180^\circ} - \sin \theta \cdot \cos \theta \right) \cdot R^2$ | $M_c = y \cdot F_c$ |

Tabla 40. Análisis 02-punto iterativo-eje neutro del As1

| Elemento | As (cm ²) | fs (kg/cm ²) | Tipo de Fuerza | Fs (Ton) | Distancia "y" (m) | Tipo de Momento | M (Ton.m) |
|----------|-----------------------|--------------------------|----------------|----------|-------------------|-----------------|-----------|
| As1 | 2.84 | 0.00 | - | 0.00 | 0.000 | - | 0.00 |
| As2 | 5.68 | 354.90 | Compresión | 2.02 | 0.209 | Horario | -0.42 |
| As3 | 5.68 | 1330.87 | Compresión | 7.56 | 0.120 | Horario | -0.91 |
| As4 | 5.68 | 2672.83 | Compresión | 15.18 | 0.000 | - | 0.00 |
| As5 | 5.68 | 4003.70 | Compresión | 22.74 | 0.120 | Antihorario | 2.73 |
| As6 | 5.68 | 4200.00 | Compresión | 23.86 | 0.209 | Antihorario | 4.99 |
| As7 | 2.84 | 4200.00 | Compresión | 11.93 | 0.241 | Antihorario | 2.87 |

| Figura | a (cm) | θ (°) | Ac (cm ²) | Fc (Ton) | Yc (m) | Tipo de Momento | M (Ton.m) |
|--------|--------|--------------|-----------------------|----------|--------|-----------------|-----------|
| Fc1 | 45.99 | 122.20 | 2325.27 | 553.41 | 0.047 | Antihorario | 25.96 |

| | | |
|------------|--------|-------|
| Pn1 | 636.70 | Ton |
| Mn1 | 35.22 | Ton.m |

Tabla 41. Análisis 03-punto iterativo-eje neutro del As2

| Elemento | As (cm ²) | fs (kg/cm ²) | Tipo de Fuerza | Fs (Ton) | Distancia "y" (m) | Tipo de Momento | M (Ton.m) |
|----------|-----------------------|--------------------------|----------------|----------|-------------------|-----------------|-----------|
| As1 | 2.84 | 377.21 | Tracción | -1.07 | 0.241 | Antihorario | 0.26 |
| As2 | 5.68 | 0.00 | - | 0.00 | 0.000 | - | 0.00 |
| As3 | 5.68 | 1037.33 | Compresión | 5.89 | 0.120 | Horario | -0.71 |
| As4 | 5.68 | 2463.65 | Compresión | 13.99 | 0.000 | - | 0.00 |
| As5 | 5.68 | 3878.19 | Compresión | 22.03 | 0.120 | Antihorario | 2.64 |
| As6 | 5.68 | 4200.00 | Compresión | 23.86 | 0.209 | Antihorario | 4.99 |
| As7 | 2.84 | 4200.00 | Compresión | 11.93 | 0.241 | Antihorario | 2.87 |

| Figura | a (cm) | θ (°) | Ac (cm ²) | Fc (Ton) | Yc (m) | Tipo de Momento | M (Ton.m) |
|--------|--------|--------------|-----------------------|----------|--------|-----------------|-----------|
| Fc1 | 43.27 | 116.24 | 2182.86 | 519.52 | 0.060 | Antihorario | 30.91 |

| | | |
|------------|--------|-------|
| Pn2 | 596.15 | Ton |
| Mn2 | 40.97 | Ton.m |

Tabla 42. Análisis 04-punto iterativo-eje neutro del As3

| Elemento | As (cm ²) | fs (kg/cm ²) | Tipo de Fuerza | Fs (Ton) | Distancia "y" (m) | Tipo de Momento | M (Ton.m) |
|----------|-----------------------|--------------------------|----------------|----------|-------------------|-----------------|-----------|
| As1 | 2.84 | 1714.29 | Tracción | -4.87 | 0.241 | Antihorario | 1.17 |
| As2 | 5.68 | 1257.14 | Tracción | -7.14 | 0.209 | Antihorario | 1.49 |
| As3 | 5.68 | 0.00 | - | 0.00 | 0.000 | - | 0.00 |
| As4 | 5.68 | 1714.29 | Compresión | 9.74 | 0.000 | - | 0.00 |
| As5 | 5.68 | 3442.86 | Compresión | 19.56 | 0.120 | Antihorario | 2.35 |
| As6 | 5.68 | 4200.00 | Compresión | 23.86 | 0.209 | Antihorario | 4.99 |
| As7 | 2.84 | 4200.00 | Compresión | 11.93 | 0.241 | Antihorario | 2.87 |

| Figura | a (cm) | θ (°) | Ac (cm ²) | Fc (Ton) | Yc (m) | Tipo de Momento | M (Ton.m) |
|--------|--------|--------------|-----------------------|----------|--------|-----------------|-----------|
| Fc1 | 35.70 | 100.95 | 1753.65 | 417.37 | 0.097 | Antihorario | 40.54 |

| | | |
|------------|--------|-------|
| Pn3 | 470.44 | Ton |
| Mn3 | 53.41 | Ton.m |

Tabla 43. Análisis 05-punto iterativo-eje neutro del As4

| Elemento | As (cm ²) | fs (kg/cm ²) | Tipo de Fuerza | Fs (Ton) | Distancia "y" (m) | Tipo de Momento | M (Ton.m) |
|----------|-----------------------|--------------------------|----------------|----------|-------------------|-----------------|-----------|
| As1 | 2.84 | 3016.67 | Tracción | -8.57 | 0.241 | Antihorario | 2.06 |
| As2 | 5.68 | 2466.67 | Tracción | -14.01 | 0.209 | Antihorario | 2.93 |
| As3 | 5.68 | 1000.00 | Tracción | -5.68 | 0.120 | Antihorario | 0.68 |
| As4 | 5.68 | 1000.00 | Compresión | 5.68 | 0.000 | - | 0.00 |
| As5 | 5.68 | 3016.67 | Compresión | 17.13 | 0.120 | Antihorario | 2.06 |
| As6 | 5.68 | 4200.00 | Compresión | 23.86 | 0.209 | Antihorario | 4.99 |
| As7 | 2.84 | 4200.00 | Compresión | 11.93 | 0.241 | Antihorario | 2.87 |

| Figura | a (cm) | θ (°) | Ac (cm ²) | Fc (Ton) | Yc (m) | Tipo de Momento | M (Ton.m) |
|--------|--------|--------------|-----------------------|----------|--------|-----------------|-----------|
| Fc1 | 30.60 | 91.15 | 1449.71 | 345.03 | 0.124 | Antihorario | 42.81 |

| | | |
|------------|--------|-------|
| Pn4 | 375.37 | Ton |
| Mn4 | 58.41 | Ton.m |

Tabla 44. Análisis 07-punto iterativo 06-eje neutro De 0.240 m

| Elemento | As (cm ²) | fs (kg/cm ²) | Tipo de Fuerza | Fs (Ton) | Distancia "y" (m) | Tipo de Momento | M (Ton.m) |
|----------|-----------------------|--------------------------|----------------|----------|-------------------|-----------------|-----------|
| As1 | 2.84 | 4200.00 | Tracción | -11.93 | 0.241 | Antihorario | 2.87 |
| As2 | 5.68 | 4200.00 | Tracción | -23.86 | 0.209 | Antihorario | 4.99 |
| As3 | 5.68 | 4200.00 | Tracción | -23.86 | 0.120 | Antihorario | 2.86 |
| As4 | 5.68 | 1500.00 | Tracción | -8.52 | 0.000 | - | 0.00 |
| As5 | 5.68 | 1500.00 | Compresión | 8.52 | 0.120 | Antihorario | 1.02 |
| As6 | 5.68 | 3700.00 | Compresión | 21.02 | 0.209 | Antihorario | 4.39 |
| As7 | 2.84 | 4200.00 | Compresión | 11.93 | 0.241 | Antihorario | 2.87 |

| Figura | a (cm) | θ (°) | Ac (cm ²) | Fc (Ton) | Yc (m) | Tipo de Momento | M (Ton.m) |
|--------|-----------|-----------------|--------------------------|-------------|-----------|--------------------|--------------|
| Fc1 | 20.40 | 71.34 | 847.70 | 201.75 | 0.181 | Antihorario | 36.43 |

| | | |
|------------|--------|-------|
| Pn6 | 175.06 | Ton |
| Mn6 | 55.44 | Ton.m |

Tabla 45. Análisis 07-punto iterativo 06-eje neutro De 0.240 m

| Elemento | As (cm ²) | fs (kg/cm ²) | Tipo de Fuerza | Fs (Ton) | Distancia "y" (m) | Tipo de Momento | M (Ton.m) |
|----------|--------------------------|-----------------------------|-------------------|-------------|----------------------|--------------------|--------------|
| As1 | 2.84 | 4200.00 | Tracción | -11.93 | 0.241 | Antihorario | 2.87 |
| As2 | 5.68 | 4200.00 | Tracción | -23.86 | 0.209 | Antihorario | 4.99 |
| As3 | 5.68 | 4200.00 | Tracción | -23.86 | 0.120 | Antihorario | 2.86 |
| As4 | 5.68 | 4000.00 | Tracción | -22.72 | 0.000 | - | 0.00 |
| As5 | 5.68 | 0.00 | - | 0.00 | 0.000 | - | 0.00 |
| As6 | 5.68 | 2933.33 | Compresión | 16.66 | 0.209 | Antihorario | 3.48 |
| As7 | 2.84 | 4000.00 | Compresión | 11.36 | 0.241 | Antihorario | 2.74 |

| Figura | a (cm) | θ (°) | Ac (cm ²) | Fc (Ton) | Yc (m) | Tipo de Momento | M (Ton.m) |
|--------|-----------|-----------------|--------------------------|-------------|-----------|--------------------|--------------|
| Fc1 | 15.30 | 60.66 | 568.41 | 135.28 | 0.210 | Antihorario | 28.38 |

| | | |
|------------|-------|-------|
| Pn7 | 80.94 | Ton |
| Mn7 | 45.32 | Ton.m |

Tabla 46. Análisis 09-punto iterativo 08-eje neutro del As6

| Elemento | As (cm ²) | fs (kg/cm ²) | Tipo de Fuerza | Fs (Ton) | Distancia "y" (m) | Tipo de Momento | M (Ton.m) |
|----------|--------------------------|-----------------------------|----------------|-------------|----------------------|-----------------|--------------|
| As1 | 2.84 | 4200.00 | Tracción | -11.93 | 0.241 | Antihorario | 2.87 |
| As2 | 5.68 | 4200.00 | Tracción | -23.86 | 0.209 | Antihorario | 4.99 |
| As3 | 5.68 | 4200.00 | Tracción | -23.86 | 0.120 | Antihorario | 2.86 |
| As4 | 5.68 | 4200.00 | Tracción | -23.86 | 0.000 | - | 0.00 |
| As5 | 5.68 | 4200.00 | Tracción | -23.86 | 0.120 | Horario | -2.86 |
| As6 | 5.68 | 0.00 | - | 0.00 | 0.000 | - | 0.00 |
| As7 | 2.84 | 2109.89 | Compresión | 5.99 | 0.241 | Antihorario | 1.44 |

| Figura | a (cm) | θ (°) | Ac (cm ²) | Fc (Ton) | Yc (m) | Tipo de Momento | M (Ton.m) |
|--------|-----------|-----------------|--------------------------|-------------|-----------|-----------------|--------------|
| Fc1 | 7.74 | 42.08 | 213.38 | 50.78 | 0.254 | Antihorario | 12.90 |

| | | |
|------------|--------|-------|
| Pn8 | -50.58 | Ton |
| Mn8 | 22.20 | Ton.m |

Tabla 47. Análisis 10-punto iterativo 09-eje neutro del As7

| Elemento | As (cm ²) | fs (kg/cm ²) | Tipo de Fuerza | Fs (Ton) | Distancia "y" (m) | Tipo de Momento | M (Ton.m) |
|----------|--------------------------|-----------------------------|----------------|-------------|----------------------|-----------------|--------------|
| As1 | 2.84 | 4200.00 | Tracción | -11.93 | 0.241 | Antihorario | 2.87 |
| As2 | 5.68 | 4200.00 | Tracción | -23.86 | 0.209 | Antihorario | 4.99 |
| As3 | 5.68 | 4200.00 | Tracción | -23.86 | 0.120 | Antihorario | 2.86 |
| As4 | 5.68 | 4200.00 | Tracción | -23.86 | 0.000 | - | 0.00 |
| As5 | 5.68 | 4200.00 | Tracción | -23.86 | 0.120 | Horario | -2.86 |
| As6 | 5.68 | 3254.24 | Tracción | -18.48 | 0.209 | Horario | -3.86 |
| As7 | 2.84 | 0.00 | - | 0.00 | 0.000 | - | 0.00 |

| Figura | a (cm) | θ (°) | Ac (cm ²) | Fc (Ton) | Yc (m) | Tipo de Momento | M (Ton.m) |
|--------|-----------|-----------------|--------------------------|-------------|-----------|-----------------|--------------|
| Fc1 | 5.02 | 33.61 | 113.04 | 26.90 | 0.270 | Antihorario | 7.27 |

| | | |
|------------|--------|-------|
| Pn9 | -98.93 | Ton |
| Mn9 | 11.26 | Ton.m |

Tabla 48. Análisis 11-Falla balanceada

| Elemento | As (cm ²) | fs (kg/cm ²) | Tipo de Fuerza | Fs (Ton) | Distancia "y" (m) | Tipo de Momento | M (Ton.m) |
|----------|--------------------------|-----------------------------|----------------|-------------|----------------------|-----------------|--------------|
| As1 | 2.84 | 4200.00 | Tracción | -11.93 | 0.241 | Antihorario | 2.87 |
| As2 | 5.68 | 3584.91 | Tracción | -20.36 | 0.209 | Antihorario | 4.26 |
| As3 | 5.68 | 1924.53 | Tracción | -10.93 | 0.120 | Antihorario | 1.31 |
| As4 | 5.68 | 339.62 | Compresión | 1.93 | 0.000 | - | 0.00 |
| As5 | 5.68 | 2622.64 | Compresión | 14.90 | 0.120 | Antihorario | 1.79 |
| As6 | 5.68 | 4200.00 | Compresión | 23.86 | 0.209 | Antihorario | 4.99 |
| As7 | 2.84 | 4200.00 | Compresión | 11.93 | 0.241 | Antihorario | 2.87 |

| Figura | a (cm) | θ (°) | Ac (cm ²) | Fc (Ton) | Yc (m) | Tipo de Momento | M (Ton.m) |
|--------|-----------|-----------------|--------------------------|-------------|-----------|-----------------|--------------|
| Fc1 | 27.03 | 84.32 | 1235.81 | 294.12 | 0.144 | Antihorario | 42.21 |

| | | |
|------------|--------|-------|
| Pnb | 303.51 | Ton |
| Mnb | 60.30 | Ton.m |

Se realizo un análisis a esfuerzos de tracción Pura

| Resistencia Axial | | |
|-----------------------------------|--|--|
| $P_{u\text{máx}} = A_s \cdot f_y$ | | |

| | | |
|---------------|---------|-------|
| Pu máx | -143.14 | Ton |
| Mn | 0.00 | Ton.m |

| Condición Balanceada | | | | |
|----------------------|----------------|--------|--------------|----------------|
| Pnb (Ton) | Mnb (Ton.m) | ϕ | Pnb (Ton) | Mnb (Ton.m) |
| 0.00 | 0.00 | 0.65 | 0.00 | 0.00 |
| 303.51 | 60.30 | 0.65 | 197.38 | 39.22 |

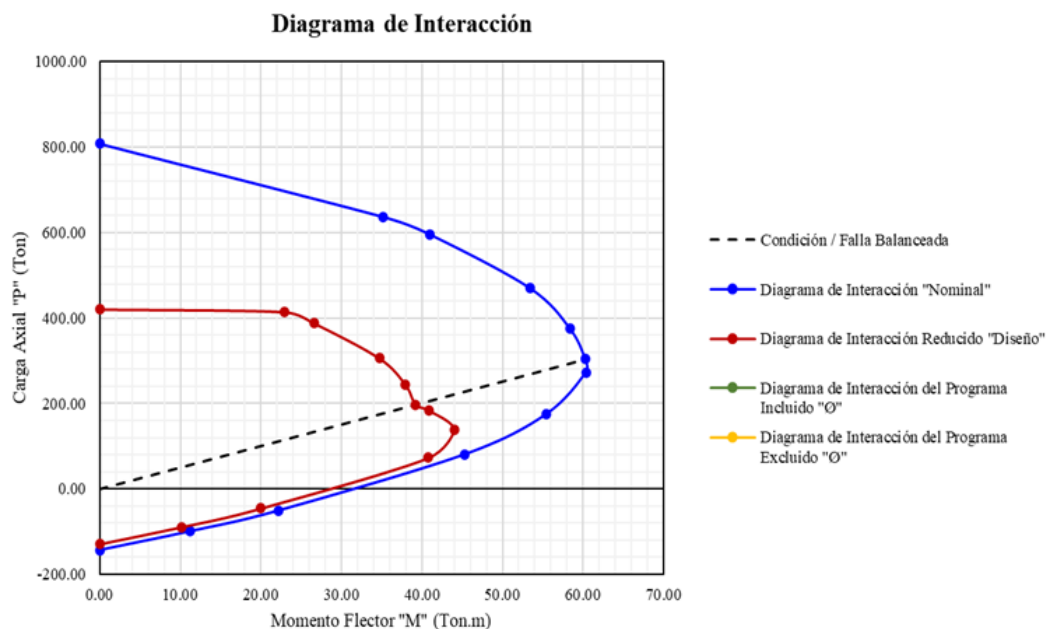
| Factor de Minoración - Columna con Estribos Circulares |
|---|
| $Si: \varepsilon_s \leq \varepsilon_y \rightarrow \phi = 0.65$ $Si: \varepsilon_y < \varepsilon_s < 0.0050 \rightarrow \phi = 0.65 + 0.25 * \frac{\varepsilon_s - \varepsilon_y}{0.0050 - \varepsilon_y}$ $Si: \varepsilon_s \geq 0.0050 \rightarrow \phi = 0.90$ |

| Factor de Minoración - Columna con Espirales |
|---|
| $Si: \varepsilon_s \leq \varepsilon_y \rightarrow \phi = 0.75$ $Si: \varepsilon_y < \varepsilon_s < 0.0050 \rightarrow \phi = 0.75 + 0.15 * \frac{\varepsilon_s - \varepsilon_y}{0.0050 - \varepsilon_y}$ $Si: \varepsilon_s \geq 0.0050 \rightarrow \phi = 0.90$ |

Tabla 49. Resultado del diagrama de interacción en la dirección x-x

| Descripción | Análisis en Dirección X-X | | | | |
|-------------|---------------------------------|------------|---|----------|------------|
| | Diagrama de Interacción Nominal | | Diagrama de Interacción Reducido "Diseño" | | |
| | Pn (Ton) | Mn (Ton.m) | Ø | Pu (Ton) | Mu (Ton.m) |
| Análisis 01 | 807.95 | 0.00 | 0.65 | 420.14 | 0.00 |
| Análisis 02 | 636.70 | 35.22 | 0.65 | 413.85 | 22.89 |
| Análisis 03 | 596.15 | 40.97 | 0.65 | 387.50 | 26.63 |
| Análisis 04 | 470.44 | 53.41 | 0.65 | 305.78 | 34.72 |
| Análisis 05 | 375.37 | 58.41 | 0.65 | 243.99 | 37.96 |
| Análisis 06 | 303.51 | 60.30 | 0.65 | 197.38 | 39.22 |
| Análisis 07 | 272.45 | 60.35 | 0.68 | 184.37 | 40.84 |
| Análisis 08 | 175.06 | 55.44 | 0.79 | 138.88 | 43.98 |
| Análisis 09 | 80.94 | 45.32 | 0.90 | 72.85 | 40.79 |
| Análisis 10 | -50.58 | 22.20 | 0.90 | -45.52 | 19.98 |
| Análisis 11 | -98.93 | 11.26 | 0.90 | -89.04 | 10.14 |
| Análisis 12 | -143.14 | 0.00 | 0.90 | -128.82 | 0.00 |

Fuente: Propia



Fuente: Propia

Tabla 50. Análisis de cargas – Diseño por flexo compresión

| Datos Generales | | Dirección X-X | | | Dirección Y-Y | | |
|-----------------|------------------------|---------------|-----------------|-----------------|---------------|-----------------|-----------------|
| Niveles | Combinaciones de Carga | Pu (Ton) | Mux1 (Ton.m) | Mux2 (Ton.m) | Pu (Ton) | Muy1 (Ton.m) | Muy2 (Ton.m) |
| Pilote | 1.40CM+1.70CV | 46.94 | 1.59 | -0.70 | 46.94 | 1.33 | -0.70 |
| | 1.25(CM+CV) + Cs | 36.37 | 10.47 | 1.69 | 35.83 | 8.01 | 0.81 |
| | 1.25(CM+CV)-Cs | 44.56 | -7.68 | -2.91 | 45.10 | -5.71 | -2.03 |
| | 0.90CM+Cs | 20.18 | 10.00 | 1.90 | 19.64 | 7.58 | 1.04 |
| | 0.90CM-Cs | 28.37 | -8.15 | -2.69 | 28.91 | -6.14 | -1.80 |

Fuente: Propia

Tabla 51. Diagrama de Interacción (Incluido "Ø") - Dirección X-X

| Diagrama de Interacción (Incluido "Ø") - Dirección X-X | | | | | | |
|--|-------------|------------|------------|--------------|------------|------------|
| Puntos | Curva a 90° | | | Curva a 270° | | |
| | P (Ton) | M2 (Ton.m) | M3 (Ton.m) | P (Ton) | M2 (Ton.m) | M3 (Ton.m) |
| 1 | 407.02 | 0.00 | 0.00 | 407.02 | 0.00 | 0.00 |
| 2 | 407.02 | 11.13 | 0.00 | 407.02 | -11.13 | 0.00 |
| 3 | 377.17 | 19.91 | 0.00 | 377.17 | -19.91 | 0.00 |
| 4 | 318.53 | 27.67 | 0.00 | 318.53 | -27.67 | 0.00 |
| 5 | 249.88 | 33.38 | 0.00 | 249.88 | -33.38 | 0.00 |
| 6 | 171.92 | 36.81 | 0.00 | 171.92 | -36.81 | 0.00 |
| 7 | 116.27 | 38.42 | 0.00 | 116.27 | -38.42 | 0.00 |
| 8 | 56.02 | 35.79 | 0.00 | 56.02 | -35.79 | 0.00 |
| 9 | -15.97 | 24.81 | 0.00 | -15.97 | -24.81 | 0.00 |
| 10 | -88.60 | 9.94 | 0.00 | -88.60 | -9.94 | 0.00 |
| 11 | -128.78 | 0.00 | 0.00 | -128.78 | 0.00 | 0.00 |
| 12 | -128.82 | 0.00 | 0.00 | -128.82 | 0.00 | 0.00 |

Fuente: Propia

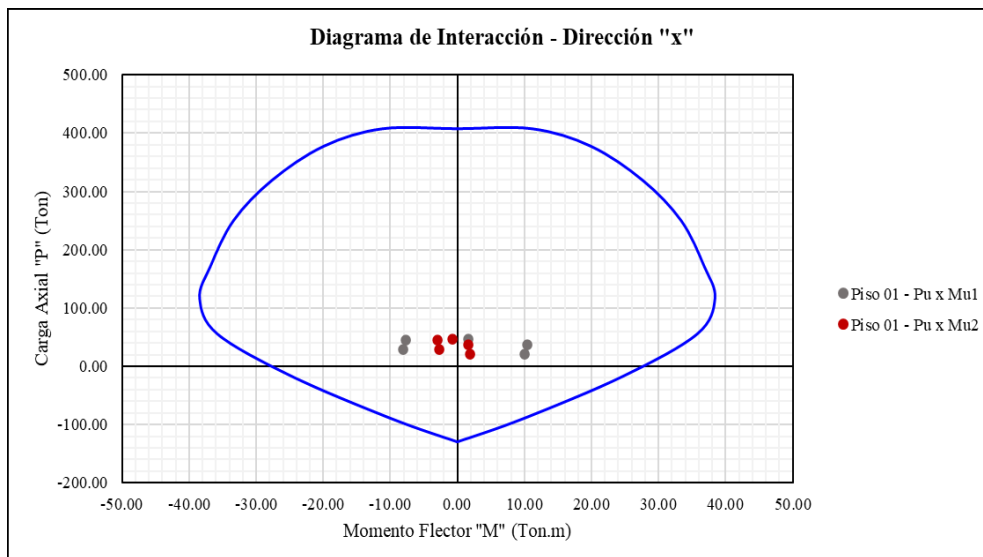


Figura 73. Diagrama de interacción en el eje X-X

Fuente: Propia

NOTA:

De acuerdo con las gráficas de interacción mostradas las cargas y momentos cumplen en el eje X-X con los parámetros máximos del diagrama de interacción. Logrando soportar las cargas que se les impone ya que al realizar el análisis en el pilote más crítico se identificaron estos resultados.

Tabla 52. Diagrama de Interacción (Incluido "Ø") - Dirección Y-Y

| Diagrama de Interacción (Incluido "Ø") - Dirección Y-Y | | | | | | |
|--|------------|------------|------------|--------------|------------|------------|
| Puntos | Curva a 0° | | | Curva a 180° | | |
| | P (Ton) | M2 (Ton.m) | M3 (Ton.m) | P (Ton) | M2 (Ton.m) | M3 (Ton.m) |
| 1 | 407.02 | 0.00 | 0.00 | 407.02 | 0.00 | 0.00 |
| 2 | 407.02 | 0.00 | 11.13 | 407.02 | 0.00 | -11.13 |
| 3 | 377.17 | 0.00 | 19.91 | 377.17 | 0.00 | -19.91 |
| 4 | 318.53 | 0.00 | 27.67 | 318.53 | 0.00 | -27.67 |
| 5 | 249.88 | 0.00 | 33.38 | 249.88 | 0.00 | -33.38 |
| 6 | 171.92 | 0.00 | 36.81 | 171.92 | 0.00 | -36.81 |
| 7 | 116.27 | 0.00 | 38.42 | 116.27 | 0.00 | -38.42 |
| 8 | 56.02 | 0.00 | 35.79 | 56.02 | 0.00 | -35.79 |
| 9 | -15.97 | 0.00 | 24.81 | -15.97 | 0.00 | -24.81 |
| 10 | -88.60 | 0.00 | 9.94 | -88.60 | 0.00 | -9.94 |

| | | | | | | |
|----|---------|------|------|---------|------|------|
| 11 | -128.78 | 0.00 | 0.00 | -128.78 | 0.00 | 0.00 |
| 12 | -128.82 | 0.00 | 0.00 | -128.82 | 0.00 | 0.00 |

Fuente: Propia

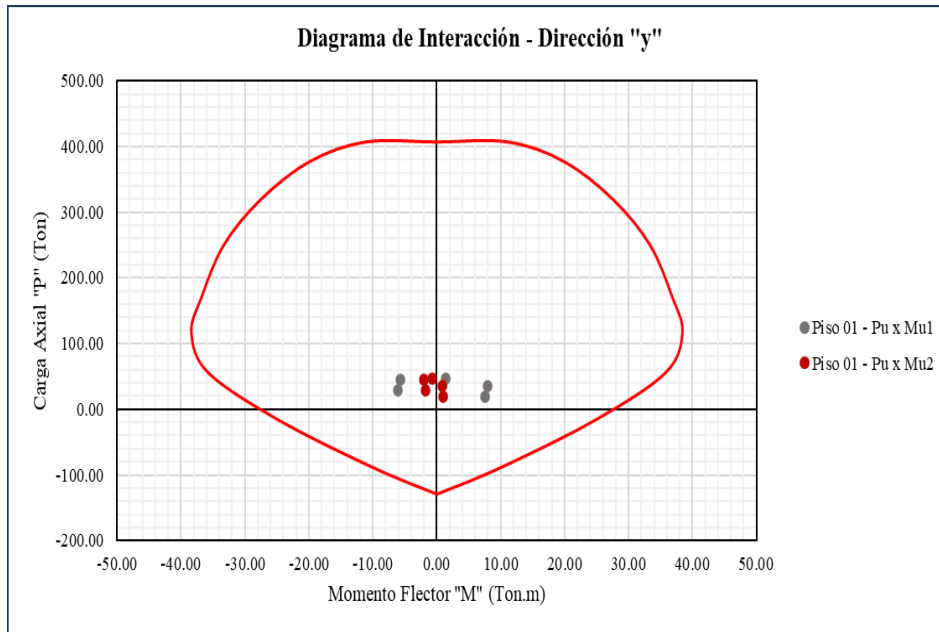


Figura 68. Diagrama de interacción en el eje Y-Y

Fuente: Propia

NOTA:

De acuerdo con las gráficas de interacción mostradas las cargas y momentos cumplen en el eje Y-Y con los parámetros máximos del diagrama de interacción. Logrando soportar las cargas que se les impone ya que al realizar el análisis en el pilote más crítico se identificaron estos resultados.

De acuerdo con las gráficas de interacción mostradas con las combinaciones de carga con sismo en X-X y Y-Y se identificó que la sección circular transversal de 0.60m de pilote con un refuerzo de 12 barras 3/4", con recubrimiento de 75 mm, la separación del acero es de 0.1262 m, el acero total es de 34.08 cm² y una cuantía colocada $\rho = 0.0121$ logran soportar las cargas que se les impone ya que al realizar el análisis en el pilote más crítico se identificaron estos resultados.

• **Verificación de asentamientos:**

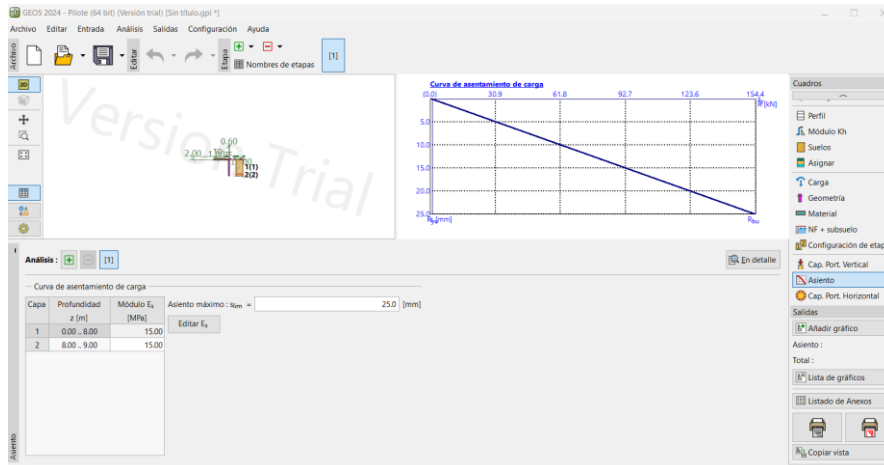


Figura 69. Curva de asentamiento de carga.

Fuente: Modelamiento GEO5.

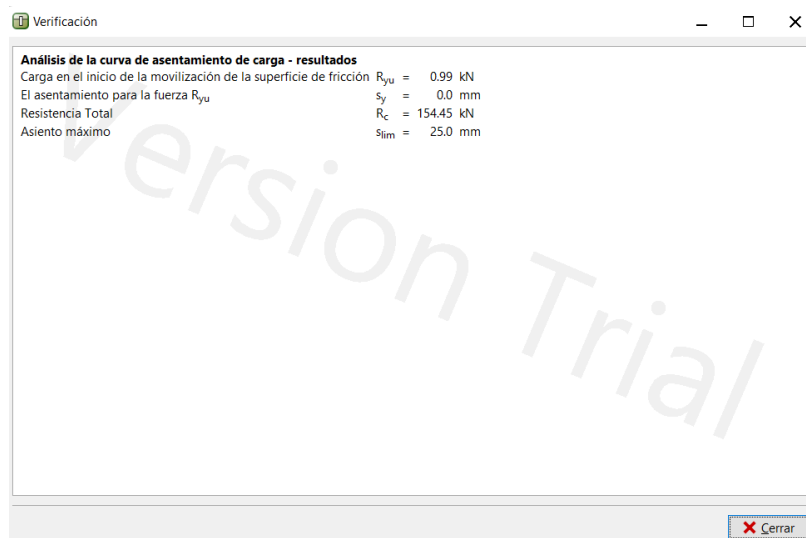


Figura 70. Verificación del análisis de carga.

Fuente: Modelamiento GEO5.

4.8. Aspectos éticos de la investigación

Conforme a lo mencionado por Ann Reyes (2018), las implicaciones éticas del indagador son aquellas en las que se ven las partes negativas y positivas que tendría un progreso científico, en otras palabras, ver el beneficio o daño que tendría un hallazgo o progreso hacia la sociedad.

En la presente investigación, con relación a los aspectos éticos, se protegió la seguridad de los personales debidamente, no se efectuó ninguna variación en ningún área que afecte

al ambiente. Del mismo modo no se infringió la propiedad de los derechos de los autores nombrados en la indagación, en este marco la propiedad intelectual este escrito adecuadamente pues que abarca los derechos de propiedad de la obra del autor.

Desde otro punto respecto a la reserva de información, de tratarse de información que incumbe al accionar y distribución de los repositorios académicos.

CAPITULO V

RESULTADOS

5.1. Descripción del diseño tecnológico

El diseño tecnológico se fundamenta en la creatividad humana para satisfacer necesidades y encontrar soluciones a través de diversas actividades. Esto se logra con el apoyo de nuevas tecnologías. En términos generales, el proyecto abarca las siguientes etapas:

- Planteamiento u oportunidad: Este consiste en la detección del problema a resolver como la inestabilidad de cimentaciones en edificaciones a orillas del río.
- Diseño: El objetivo se centra en proponer una solución a un problema, considerando los aspectos técnicos, éticos y ambientales. Como parte del análisis, se incluye el perfil estratigráfico.
- Programación y ejecución: Este proceso implica la colaboración en el programa de trabajo para la creación del prototipo o modelo.
- Evaluación: Consiste en la revisión de hechos en función de la proyección y las modificaciones necesaria, en un análisis de cimentaciones con pilotes prefabricados.

5.2. Descripción de resultados

Con la finalidad de resolver el efecto de edificaciones de tipo pórtico en zonas vulnerables en los sistemas estructurales hiperestáticos y de gran complejidad en tamaño y forma he desarrollado la presente investigación bajo el apoyo de paquetes estructurales

- **Periodos de vibración de la estructura**

Los períodos de vibración de estructuras porticadas dependen de factores como la rigidez y la masa de la edificación. Después del análisis, se determinaron los siguientes períodos de vibración.

Tabla 53. Periodos de Vibración Edificación Residencial Varo.

| | <i>T (s)</i> | <i>Numero de Modo</i> |
|----------|--------------|-----------------------|
| <i>X</i> | 0.79 | 3 |
| <i>Y</i> | 1.07 | 1 |

Fuente: Bach. Brañes Meliton, Niessen Del Rosario

- **Factor de reducción de fuerzas (R)**

Del análisis se determinó el porcentaje de fuerza cortante en la base para cada dirección evaluada, obteniendo como resultado.

Tabla 54. Porcentaje de cortante basal tomada por muros y columnas Edificación Residencial Varo.

| | X-X | Y-Y |
|--|----------------|----------------|
| Porcentaje de cortante tomada por columnas | 36.96% | 30.20% |
| Porcentaje de cortante tomada por muros | 63.04% | 69.80% |
| TOTAL | 100.00% | 100.00% |

Fuente: Bach. Brañes Meliton, Niessen Del Rosario

Con este resultado, se calcularon los coeficientes básicos de reducción de fuerzas de acuerdo con el sistema estructural porticado en cada dirección de análisis: dirección (X-X) para el sistema estructural dual y dirección (Y-Y) para el mismo sistema, tal como se establece en el artículo 3.4 de la normativa E030-2016.

- **Parámetros sísmicos**

| DETERMINACION COEFICIENTES NORMATIVOS | | PARAMETROS DE SUELO | | |
|---------------------------------------|------|--------------------------|----------------------------------|-------|
| Z | 0.35 | ZONA 3 | | |
| U | 1.00 | EDIFICACIONES ESENCIALES | | |
| S | 1.20 | S3 | | |
| Cx | 2.50 | | TP(s) | TL(s) |
| Cy | 2.34 | | 1 | 1.6 |
| Rx = | 7.00 | | | 0.791 |
| Ry = | 7.00 | | YY | 1 |
| Cx/Rx = | 0.36 | OK | | 1.6 |
| Cy/Ry = | 0.33 | OK | | 1.069 |
| ZUCxS/Rx = | 0.15 | | EXPONENTE PARA ANALISIS ESTATICO | |
| ZUCyS/Ry = | 0.14 | | Kx = | 1.15 |
| | | | Ky = | 1.28 |

Figura 72. Parámetros sísmicos para espectro de respuesta.

Fuente: Bach. Brañes Meliton, Nielssen Del Rosario

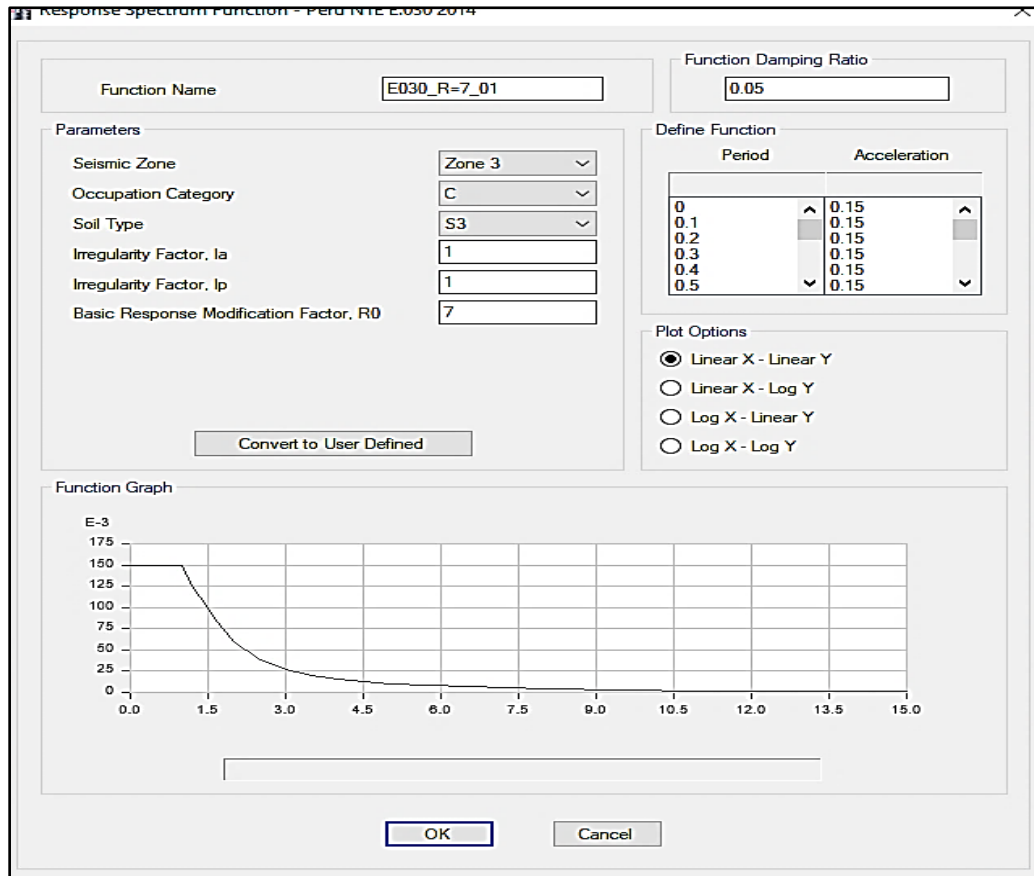


Figura 73. Definición de parámetros sísmicos.

Fuente: Bach. Brañes Meliton, Nielssen Del Rosario

A continuación, mostramos las fuerzas cortantes basales estáticas y dinámicas.

| Story | Load Case/Combo | Location | P tonf | Vx tonf | Vy tonf | T tonf-m | Mx tonf-m | My tonf-m |
|--------|-----------------|----------|--------|-----------|-----------|------------|-----------|------------|
| PISO 1 | S-XX | Bottom | 0 | -301.7805 | 0 | 2901.1639 | 0 | -4982.8355 |
| PISO 1 | S-YY | Bottom | 0 | 0 | -281.6431 | -2920.0493 | 4742.1793 | -6.401E-07 |
| PISO 1 | EQ-XX-R=7 Max | Bottom | 0 | 139.4498 | 37.9024 | 2327.8104 | 615.8734 | 3084.0227 |
| PISO 1 | EQ-YY-R=7 Max | Bottom | 0 | 37.9024 | 202.0444 | 1932.5734 | 3269.3025 | 558.6907 |

X 4.4 Y -0.9 Z 2.476 (m) One Story

Figura 74. Fuerzas cortantes basales estáticas y dinámicas.

Fuente: Bach. Brañes Meliton, Nielssen Del Rosario

Escalaremos las fuerzas cortantes dinámicas aun 80% de la cortante basal estática

| Story | Load Case/Combo | Location | P tonf | VX tonf | VY tonf | T tonf-m | MX tonf-m | MY tonf-m |
|--------|-----------------|----------|--------|-----------|-----------|------------|-----------|------------|
| PISO 1 | S-XX | Bottom | 0 | -301.7605 | 0 | 2901.1639 | 0 | -4982.8395 |
| PISO 1 | S-YY | Bottom | 0 | 0 | -281.6431 | -2920.0498 | 4742.1793 | -6.401E-07 |
| PISO 1 | EQ-XX-R=7 Max | Bottom | 0 | 241.4077 | 48.2974 | 2966.2288 | 784.781 | 3929.8377 |
| PISO 1 | EQ-YY-R=7 Max | Bottom | 0 | 42.2682 | 225.3169 | 2155.1771 | 3645.3199 | 623.0101 |

Figura 75. Fuerzas cortantes dinámicas aun 80%.

Fuente: Bach. Brañes Meliton, Nielssen Del Rosario

- **Máximos desplazamientos por piso**

Dirección XX: Desplazamiento del centro de masa por piso de la edificación (desplazamientos inelásticos)

Tabla 55. Desplazamiento del centro de masa por piso.

| <i>PISO</i> | <i>DIAFRAGMA</i> | <i>CASIO DE CARGA</i> | <i>UX (M)</i> |
|---------------|------------------|-----------------------|-----------------|
| <i>AZOTEA</i> | <i>D1</i> | <i>DRIFFT_XX Max</i> | <i>0.224591</i> |
| <i>PISO 9</i> | <i>D1</i> | <i>DRIFFT_XX Max</i> | <i>0.189572</i> |
| <i>PISO 8</i> | <i>D1</i> | <i>DRIFFT_XX Max</i> | <i>0.171523</i> |
| <i>PISO 7</i> | <i>D1</i> | <i>DRIFFT_XX Max</i> | <i>0.153373</i> |
| <i>PISO 6</i> | <i>D1</i> | <i>DRIFFT_XX Max</i> | <i>0.132335</i> |
| <i>PISO 5</i> | <i>D1</i> | <i>DRIFFT_XX Max</i> | <i>0.108838</i> |
| <i>PISO 4</i> | <i>D1</i> | <i>DRIFFT_XX Max</i> | <i>0.083600</i> |
| <i>PISO 3</i> | <i>D1</i> | <i>DRIFFT_XX Max</i> | <i>0.057700</i> |
| <i>PISO 2</i> | <i>D1</i> | <i>DRIFFT_XX Max</i> | <i>0.032740</i> |
| <i>PISO 1</i> | <i>D1</i> | <i>DRIFFT_XX Max</i> | <i>0.011366</i> |

Fuente: Software ETABS

Dirección YY: Desplazamiento del centro de masa por piso de la edificación (desplazamientos inelásticos).

Tabla 56. Desplazamiento del centro de masa desplazamientos inelásticos.

| <i>PISO</i> | <i>DIAFRAGMA</i> | <i>CASIO DE CARGA</i> | <i>UX (M)</i> |
|---------------|------------------|-----------------------|-----------------|
| <i>AZOTEA</i> | <i>D1</i> | <i>DRIFFT_YY Max</i> | <i>0.316418</i> |
| <i>PISO 9</i> | <i>D1</i> | <i>DRIFFT_YY Max</i> | <i>0.292938</i> |
| <i>PISO 8</i> | <i>D1</i> | <i>DRIFFT_YY Max</i> | <i>0.266324</i> |
| <i>PISO 7</i> | <i>D1</i> | <i>DRIFFT_YY Max</i> | <i>0.236583</i> |
| <i>PISO 6</i> | <i>D1</i> | <i>DRIFFT_YY Max</i> | <i>0.202565</i> |
| <i>PISO 5</i> | <i>D1</i> | <i>DRIFFT_YY Max</i> | <i>0.164667</i> |
| <i>PISO 4</i> | <i>D1</i> | <i>DRIFFT_YY Max</i> | <i>0.124093</i> |
| <i>PISO 3</i> | <i>D1</i> | <i>DRIFFT_YY Max</i> | <i>0.083054</i> |
| <i>PISO 2</i> | <i>D1</i> | <i>DRIFFT_YY Max</i> | <i>0.044853</i> |
| <i>PISO 1</i> | <i>D1</i> | <i>DRIFFT_YY Max</i> | <i>0.014487</i> |

Fuente: Software ETABS

5.1.2. Comparación entre un sistema con pilotes y sin pilotes para la edificación de tipo a porticada.

a. Desplazamientos (desplazamientos elásticos) de los centros de masa (XX).

Tabla 57. Desplazamientos elásticos.

| <i>SISMO XX</i> | <i>CON PILOTES</i> | <i>SIN PILOTES</i> |
|-----------------|---------------------------|---------------------------|
| <i>PISO</i> | <i>Desplazamiento (m)</i> | <i>Desplazamiento (m)</i> |
| <i>AZOTEA</i> | <i>0.224591</i> | <i>0.240324</i> |
| <i>PISO 9</i> | <i>0.189572</i> | <i>0.218564</i> |
| <i>PISO 8</i> | <i>0.171523</i> | <i>0.199852</i> |
| <i>PISO 7</i> | <i>0.153373</i> | <i>0.182309</i> |
| <i>PISO 6</i> | <i>0.132335</i> | <i>0.162413</i> |
| <i>PISO 5</i> | <i>0.108838</i> | <i>0.14022</i> |
| <i>PISO 4</i> | <i>0.083600</i> | <i>0.115953</i> |
| <i>PISO 3</i> | <i>0.057700</i> | <i>0.090014</i> |
| <i>PISO 2</i> | <i>0.032740</i> | <i>0.063063</i> |
| <i>PISO 1</i> | <i>0.011366</i> | <i>0.036124</i> |

Fuente: Modelamiento en el Etabs

A continuación, se muestra la razón del desplazamiento de los entrepisos de la edificación de tipo a porticada con pilotes comparada con el desplazamiento de la edificación sin pilotes. En la cual vemos que esta edificación en presencia de los pilotes se vuelve más flexible en esa dirección XX.

Tabla 58. Razón del desplazamiento.

| PISO | R (%) |
|-------------|--------------|
| AZOTEA | 107.01% |
| PISO 9 | 115.29% |
| PISO 8 | 116.52% |
| PISO 7 | 118.87% |
| PISO 6 | 122.73% |
| PISO 5 | 128.83% |
| PISO 4 | 138.70% |
| PISO 3 | 156.00% |
| PISO 2 | 192.62% |
| PISO 1 | 317.83% |

Fuente: Modelamiento en el Etabs.

b. Desplazamientos (desplazamientos elásticos) de los centros de masa (YY).

Tabla 59. Desplazamientos elásticos de los centros de masa.

| SISMO XX | CON PILOTES | SIN PILOTES |
|-----------------|---------------------------|---------------------------|
| PISO | Desplazamiento (m) | Desplazamiento (m) |
| AZOTEA | 0.253217 | 0.316418 |
| PISO 9 | 0.235637 | 0.292938 |
| PISO 8 | 0.216425 | 0.266324 |
| PISO 7 | 0.195806 | 0.236583 |
| PISO 6 | 0.173099 | 0.202565 |
| PISO 5 | 0.148272 | 0.164667 |
| PISO 4 | 0.121530 | 0.124093 |
| PISO 3 | 0.093383 | 0.083054 |
| PISO 2 | 0.064712 | 0.044853 |
| PISO 1 | 0.036765 | 0.014487 |

Fuente: Modelamiento en el Etabs

A continuación, se muestra la razón del desplazamiento de los entrepisos de la edificación de tipo a porticada con pilotes comparada con el desplazamiento de la edificación sin pilotes. En la cual vemos que esta edificación de tipo a porticada en presencia de los pilotes se vuelve más RIGIDA EN CIERTOS PISOS en esa dirección YY.

Tabla 60. Desplazamiento de los entresijos de la edificación.

| <i>Piso</i> | <i>R (%)</i> |
|-------------|--------------|
| AZOTEA | 124.959225 |
| Piso 9 | 124.317488 |
| Piso 8 | 123.056024 |
| Piso 7 | 120.825205 |
| Piso 6 | 117.022629 |
| Piso 5 | 111.057381 |
| Piso 4 | 102.108944 |
| Piso 3 | 88.9391003 |
| Piso 2 | 69.3117196 |
| Piso 1 | 39.4043248 |

Fuente: Modelamiento en el Etabs.

Vigas sin pilote

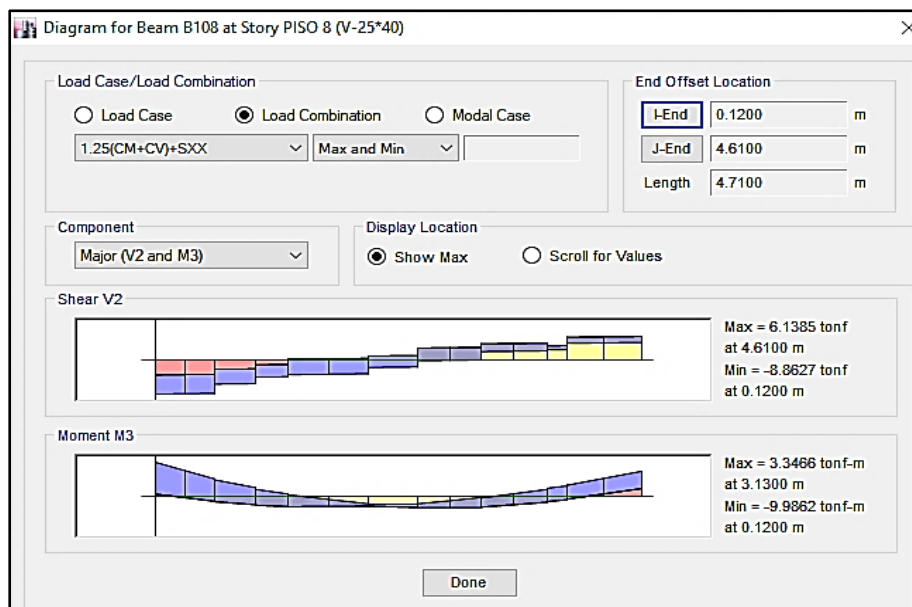


Figura 76. Diagrama de la viga sin pilote B108 en el piso 8.

Fuente: Modelamiento en el Etabs.



Figura 77. Diagrama de la viga sin pilote B110 en el piso 7.
Fuente: Modelamiento en el Etabs

Vigas con pilote



Figura 78. Diagrama de la viga con pilote B108 en el piso 8.
Fuente: Modelamiento en el Etabs.



Figura 79. Diagrama de la viga con pilote B110 en el piso 7.
Fuente: Modelamiento en el Etabs

De lo mostrado anteriormente se resumen los datos obtenidos en donde se ve que las vigas ven disminuidas sus solicitaciones por lo general con la presencia de los pilotes.

Tabla 61. Datos obtenidos en vigas sin pilotes.

| Sin pilote | | | | Con pilote | | | | | | |
|------------|------|----------------|----------------|------------|------|----------------|----------------|---------|----------|-----------|
| VIGA | PISO | V max (tonf) | V min (tonf) | VIGA | PISO | V max (tonf) | V min (tonf) | VIGA | R max(%) | R min (%) |
| V 25X40 | 8 | 6.1385 | -8.86 | V 25X40 | 8 | 4.51 | -7.92 | V 25X40 | 73.47% | 89.39% |
| Sin pilote | | | | Con pilote | | | | | | |
| VIGA | PISO | M max (tonf-m) | M min (tonf-m) | VIGA | PISO | M max (tonf-m) | M min (tonf-m) | VIGA | R max(%) | R min (%) |
| V 25X40 | 8 | 3.346 | -9.9662 | V 25X40 | 8 | 3.16 | -9.45 | V 25X40 | 94.44% | 94.82% |
| Sin pilote | | | | Con pilote | | | | | | |
| VIGA | PISO | V max (tonf) | V min (tonf) | VIGA | PISO | V max (tonf) | V min (tonf) | VIGA | R max(%) | R min (%) |
| V 25X40 | 7 | 8.83 | -10.41 | V 25X40 | 7 | -5.99 | -9.0772 | V 25X40 | -67.84% | 87.20% |
| Sin pilote | | | | Con pilote | | | | | | |
| VIGA | PISO | M max (tonf-m) | M min (tonf-m) | VIGA | PISO | M max (tonf-m) | M min (tonf-m) | VIGA | R max(%) | R min (%) |
| V 25X40 | 7 | 5.49 | -10.746 | V 25X40 | 7 | 4.84 | -11.36 | V 25X40 | 88.16% | 105.71% |

Fuente: Modelamiento en el Etabs.

Columnas sin pilote

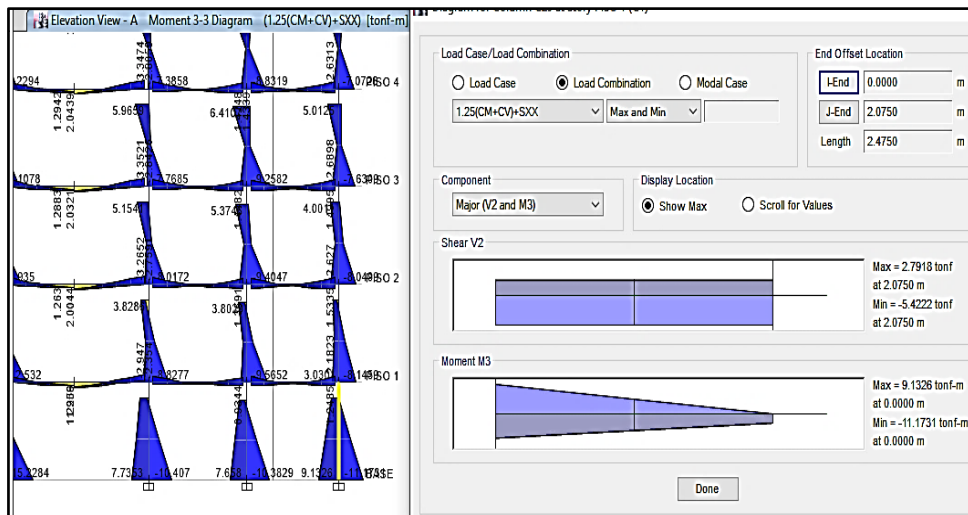


Figura 80. Vista de elevación A de las columnas sin pilotes.

Fuente: Modelamiento en el Etabs.

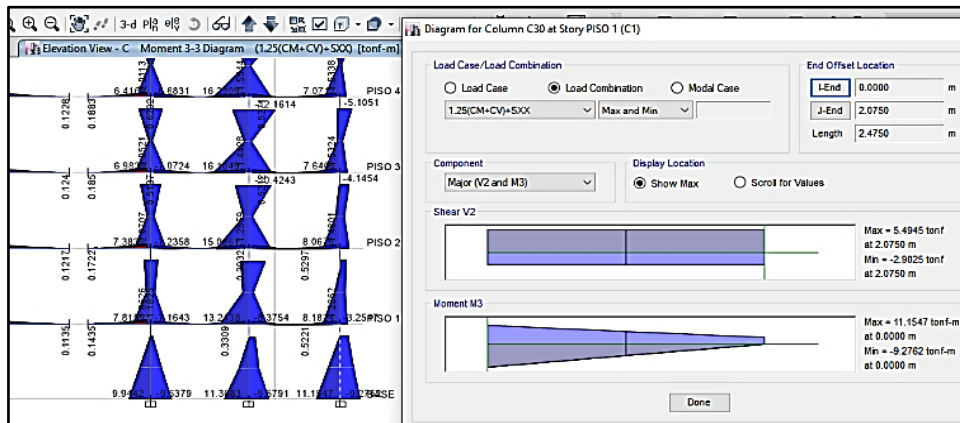


Figura 81. Vista de elevación C de las columnas sin pilotes.

Fuente: Modelamiento en el Etabs.

Columnas con pilote

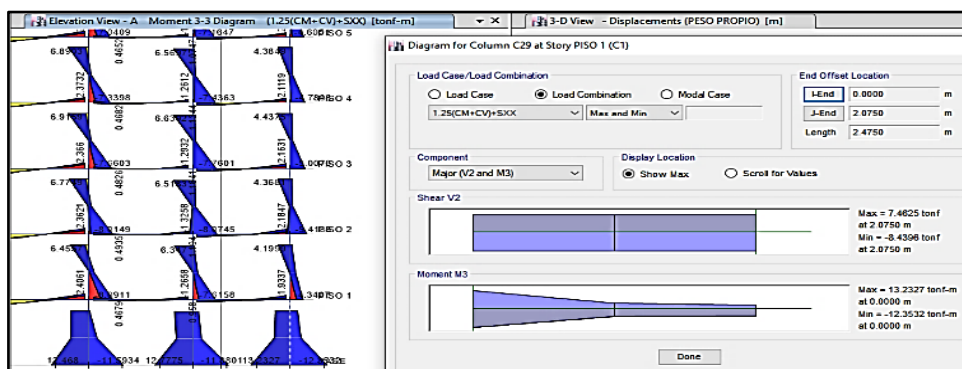


Figura 82. Vista de elevación A de las columnas con pilotes.

Fuente: Modelamiento en el Etabs

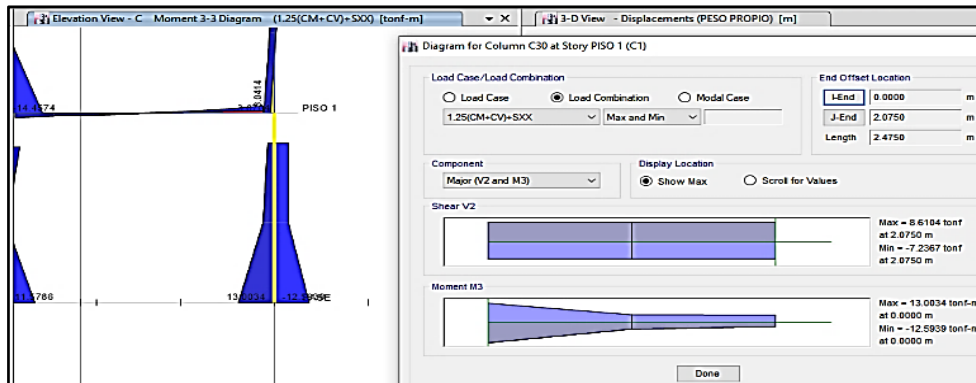


Figura 83. Vista de elevación C de las columnas con pilotes.

Fuente: Modelamiento en el Etabs

De las figuras anteriores se resumen los datos obtenidos en donde se ve que las columnas ven aumentada sus solicitaciones por lo general con la presencia de los pilotes.

| Sin pilote | | | | Con pilote | | | | | | |
|------------|------|----------------|----------------|------------|------|----------------|----------------|---------|----------|-----------|
| COLUMNA | PISO | V max (tonf) | V min (tonf) | COLUMNA | PISO | V max (tonf) | V min (tonf) | COLUMNA | R max(%) | R min (%) |
| C29 | 1 | 2.79 | -5.42 | C29 | 1 | 7.46 | -8.44 | C29 | 267.38% | 155.72% |
| Sin pilote | | | | Con pilote | | | | | | |
| COLUMNA | PISO | M max (tonf-m) | M min (tonf-m) | COLUMNA | PISO | M max (tonf-m) | M min (tonf-m) | COLUMNA | R max(%) | R min (%) |
| C29 | 1 | 9.13 | -11.17 | C29 | 8 | 13.23 | -12.35 | C29 | 144.91% | 110.56% |
| Sin pilote | | | | Con pilote | | | | | | |
| COLUMNA | PISO | V max (tonf) | V min (tonf) | COLUMNA | PISO | V max (tonf) | V min (tonf) | COLUMNA | R max(%) | R min (%) |
| C30 | 1 | 5.49 | -2.9 | C30 | 1 | 8.61 | -7.24 | C30 | 156.83% | 249.66% |
| Sin pilote | | | | Con pilote | | | | | | |
| COLUMNA | PISO | M max (tonf-m) | M min (tonf-m) | COLUMNA | PISO | M max (tonf-m) | M min (tonf-m) | COLUMNA | R max(%) | R min (%) |
| C30 | 1 | 11.15 | -9.27 | C30 | 1 | 13 | -12.59 | C30 | 116.59% | 135.81% |

Figura 84. Datos obtenidos en columnas con pilotes.

Fuente: Modelamiento en el Etabs

I. Análisis de esfuerzos actuantes en los cabezales

Se procederá al diseño automatizado de los pilotes por una combinación de cargas, tomando un par de columnas para tal efecto una central y una de borde para ver el comportamiento de estas y poder determinar conclusiones al respecto.

En la imagen siguiente se puede ver a la izquierda el pilote central que fue seleccionado teniendo en cuenta que es uno de los pilotes que soporta más carga por gravedad, y un pilote externo que es la que tendría mayores excentricidades.

En el lado derecho de la imagen se puede ver toda la planta que conformada por el total de pilotes:

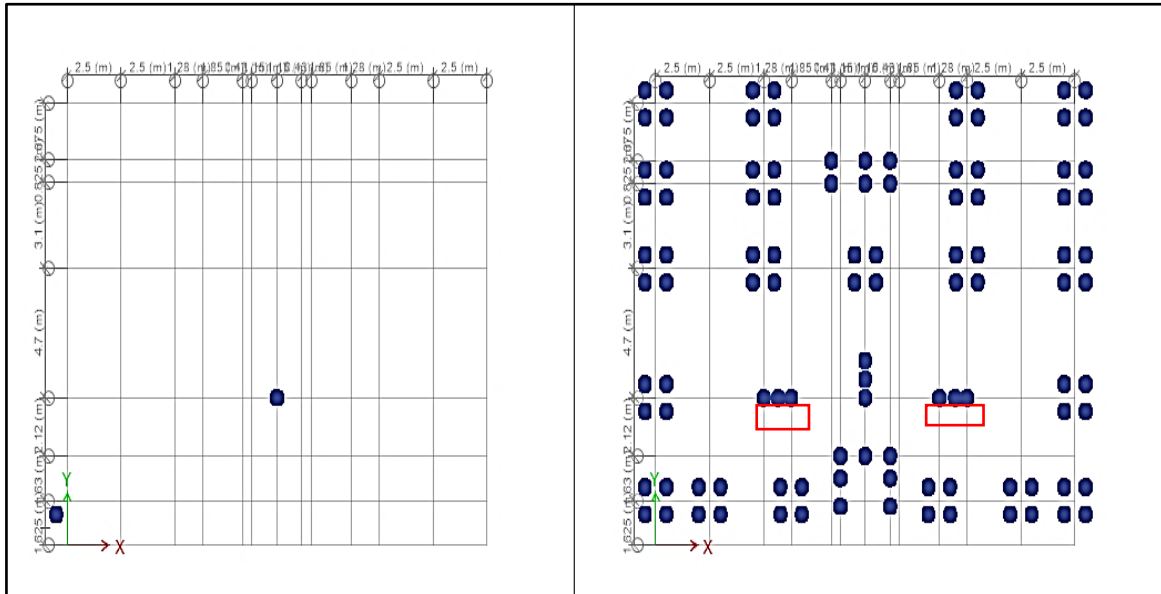


Figura 85. Planta que conformada por el total de pilotes.

Fuente: Modelamiento en el Etabs

Definición de la combinación de cargas, para diseño de pilotes

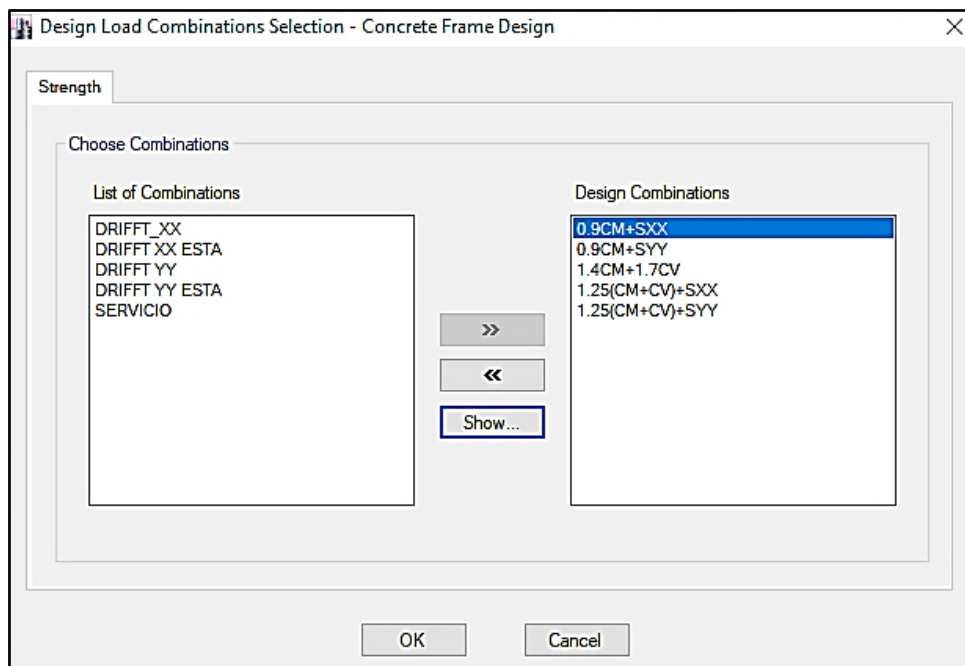


Figura 86. Combinación de cargas para pilotes.

Fuente: Modelamiento en el Etabs

La carga más crítica según análisis se da para $0.9CM + S_{xx}$ y $0.9CM + S_{yy}$, es decir para la aquella carga que tiene menos axial y mayor momento flector.

Para dicho efecto y de manera conservadora definimos las cargas que actúan sobre la cabeza de los pilotes, tal como se muestra:

a. Cabezal esquinero:

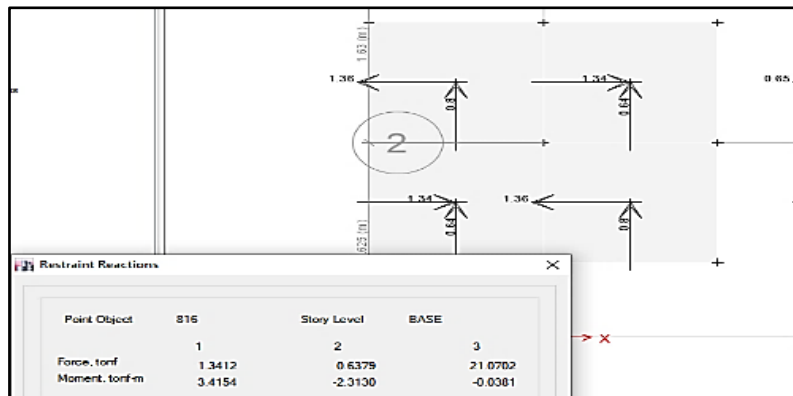


Figura 87. Reacciones moderadas en el cabezal esquinero.

Fuente: Modelamiento en el Etabs

El equivalente de las fuerzas que actúan en KN y m se muestra a continuación:

| Point Object | 816 | Story Level | BASE |
|--------------|---------|-------------|----------|
| | 1 | 2 | 3 |
| Force, kN | 13.1526 | 6.2556 | 206.6278 |
| Moment, kN-m | 33.4932 | -22.6825 | -0.3733 |

Figura 88. Fuerzas actuantes en KN en el cabezal esquinero.

Fuente: Modelamiento en el Etabs

b. Cabezal Central:

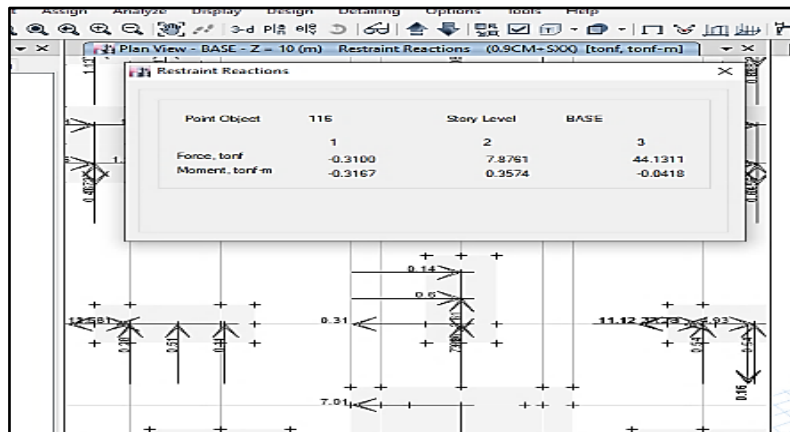


Figura 89. Reacciones moderadas en el cabezal central.

Fuente: Modelamiento en el Etabs

El equivalente de las fuerzas que actúan en KN y m se muestra a continuación:

| Point Object | 116 | Story Level | BASE |
|--------------|---------|-------------|----------|
| | 1 | 2 | 3 |
| Force, kN | -3.0404 | 77.2386 | 432.7781 |
| Moment, kN-m | -3.1058 | 3.5053 | -0.4098 |

Figura 90. Fuerzas actuantes en KN en el cabezal central.

Fuente: Modelamiento en el Etabs

De esta manera a través del software GEO5, y teniendo las propiedades del suelo de fundación y las cargas a las cuales estos pilotes están siendo sometidas tenemos los siguientes resultados:

Tabla 62. Cargas sometidas en los pilotes esquineros.

| PILOTE ESQUINERO | |
|-------------------------|----------|
| F_x (KN) | 13.1526 |
| F_y (KN) | 6.2556 |
| F_z (KN) | 206.6278 |
| M_{xx} (KN-m) | 33.4932 |
| M_{yy} (KN-m) | 22.6825 |

Fuente: Modelamiento en el Etabs

Tabla 63. Cargas sometidas en los pilotes centrales.

| PILOTE CENTRAL | |
|-----------------------|----------|
| F_x (KN) | 3.0404 |
| F_y (KN) | 77.2386 |
| F_z (KN) | 432.7781 |
| M_{xx} (KN-m) | 3.1058 |
| M_{yy} (KN-m) | 3.5053 |

Fuente: Modelamiento en el Etabs

Estas solicitaciones eran integradas al cálculo del mismo mediante el software GEO5.

5.3. Contrastación de Hipótesis

5.3.1. Prueba de Hipótesis – General

Hipótesis general

Para la hipótesis general: El comportamiento dinámico-estructural en edificaciones con pilotes prefabricados mejora ante solicitaciones sísmicas en terrenos vulnerables, Huancayo 2019.

Se acepta la hipótesis general al afirmar que el comportamiento dinámico - estructural mejora debido a que se obtuvo un mejor comportamiento de acuerdo a la pág. (123-125) con respecto al comportamiento sin pilotes pág. (121-122) siendo necesario realizar un modelamiento de la estructura.

5.3.2. Prueba de Hipótesis Específicas

Hipótesis específica “n1”

Para la hipótesis n1: La capacidad de deformación varía significativamente en el comportamiento dinámico-estructural en edificaciones con pilotes prefabricados ante las solicitaciones sísmicas en terrenos vulnerables, Huancayo 2019.

Al obtenerse un menor valor de desplazamiento empleando pilotes de acuerdo a la pág. (121-122) con respecto a los desplazamientos sin pilotes, en este caso solo fue necesario una comparación.

Hipótesis específica “n2”

Para la hipótesis n2: La fuerza en los pilotes varía significativamente en el comportamiento dinámico-estructural en edificaciones con pilotes prefabricados ante solicitaciones sísmicas en terrenos vulnerables, Huancayo 2019.

Se acepta la hipótesis específica n2 por que la fuerza resultante en la estructura sin pilotes viene a ser mayores de acuerdo al cuadro de resumen mostrado en la pág. (121-122) y en la estructura con implementación de pilotes presenta fuerzas resultantes menores presentadas en la pág. (131-132).

CAPITULO VI

ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

En este capítulo se realizara una comparación entre los resultados obtenidos en la investigación y los resultados obtenidos en las investigaciones que anteceden esta investigación y tienen semejanza.

6.1. Capacidad de deformación

Al realizar un análisis del desplazamiento elástico comparativo en la estructura sin pilotes, donde los desplazamientos máximos se presentan en la azotea $D_{max} = 0.224$ m y en el Piso 9 el $D_{max} = 0.189$ m y en la estructura con implementación de pilotes, donde los desplazamientos máximos se presentan en la azotea $D_{max} = 0.240$ m y en el Piso 9 el $D_{max} = 0.218$ m. De esta forma se muestra una reducción del desplazamiento en la azotea el D_{max} se reduce en 7.01% y en el Piso 9 el D_{max} se reduce en 15.29% al emplear pilotes. Al realizar el desplazamiento a partir del centro de masa se presentan desplazamientos máximos en la azotea con un $D_{max} = 0.253$ m y sin pilotes el $D_{max} = 0.316$ m y en el 9no piso el $D_{max} = 0.235$ m, sin pilotes el $D_{max} = 0.592$ m, de esta forma se muestra una reducción en el desplazamiento a partir del centro de masa en la azotea el D_{max} se reduce en 24.95% y en el Piso 9 el D_{max} se reduce en 24.31% al emplear pilotes.

6.1.1. Discusión de resultados con antecedentes nacionales

En función de estos resultados presenta una relación mostrada en la investigación de Orellana Castillo & Paitán Alejos, (2020), en su investigación titulada: “Determinación y diseño del tipo de cimentación con pilotes en puentes sobre suelos arenosos en Tumbes” al realizar un modelo computarizado se aplicó el Geo 5 mostrando una estabilidad de los pilotes y resultados favorables en el estribo derecho en el desplazamiento en Hres= 2303.65 kn/m, Hact=1070.33 kn/m y ante efectos de volteo en Mrs= 16061.19 kn-m, Mact=6669.13 kn/m en el estribo izquierdo el desplazamiento Hres= 2300.95 kn/m, Hact=1520.58 kn/m y ante efectos de volteo en Mrs= 15739.36kn-m, Mact=8888.96 kn/m

6.1.2. Discusión de resultados con antecedentes internacionales

De acuerdo Morales Quiroz, (2017), en su investigación titulada “Estudio de métodos de diseño de pilotes pre- excavados en arena Biobío”, las capacidades axiales Q_u obtenidas por medio de LCPC, vienen a ser mayor en un 75% y un 56% que en el método de Schmertmann y la tensión efectiva respectivamente en los pilotes de longitud de 20m y de un diámetro de 1 m, mostrando así que el uso de los pilotes viene a reducir la capacidad de deformación en la estructura.

6.2. Comportamiento dinámico-estructural

El comportamiento dinámico-estructural de las edificaciones de tipo a porticada con pilotes prefabricados mejora ante solicitudes sísmicas en terrenos vulnerables pues los desplazamientos máximos en la azotea el D_{max} se reduce en 7.01% y en el Piso 9 el D_{max} se reduce en 15.29% al emplear pilotes. Y los desplazamientos máximos a partir del centro de masa en la azotea el D_{max} se reduce en 24.95% y en el Piso 9 el D_{max} se reduce en 24.31% al emplear pilotes, mostrando así una mejor respuesta por parte de la estructura.

6.2.1. Discusión de resultados con antecedentes nacionales

Con respecto a lo anteriormente mencionado mostrando una mejor respuesta en el comportamiento dinámico esta reforzado por Meza Perez, (2018), en su investigación titulada “Recuperación de métodos analíticos y computacionales en ingeniería de fundaciones (esfuerzos en pilotes), para obtener el grado de

Ingeniero Civil en la Universidad Austral de Chile – Chile”, mencionando que el comportamiento estructural de cada pilote son de mucha correlación con la realidad ya que dentro del proceso de cálculo estos están programadas en relación a fórmulas obtenidas en textos bibliográficos, se discrepa con este punto con el investigador ya que existen diversos programas que utilizan la metodología de elementos infinitos en su proceso de cálculo y presentan un resultado más real en el comportamiento estructural de los pilotes.

6.2.2. Discusión de resultados con antecedentes internacionales

Respecto a estos los resultados obtenidos en la investigación la investigación internacional de Placencia Crespo, (2018), titulada “Cálculo y diseño de pilotes para el puente naranjal 1(pna1) que forma parte del proyecto control de inundaciones del rio naranjal, para obtener el grado de Ingeniero Civil en la Universidad de Cuenca – Ecuador”, según el informe, se obtuvo una capacidad de carga por punta de 4377.24 toneladas con el método de Meyerhof y de 857.217 toneladas con el método de Janbu. Se optó por el método de Janbu por ser el más conservador y desfavorable para el diseño. Al comparar los resultados de los distintos métodos, se concluye que el método de Janbu es el más óptimo al ser el más bajo y desfavorable. Según el modelo de martillo R8/0, la capacidad de carga admisible se estimó en 1415.22 klb, superando la capacidad admisible del pilote de 1400.28 klb. Este estudio demuestra que los pilotes del puente PNA1 funcionan como columnas cortas cargadas axialmente en compresión, ya que están completamente confinados por el subsuelo de la zona, lo que refleja un mejor comportamiento dinámico de la estructura.

6.3. Fuerza en los pilotes

La fuerza en los pilotes varía significativamente en el comportamiento dinámico-estructural en edificaciones de tipo a porticada con pilotes prefabricados ante solicitaciones sísmicas en terrenos vulnerables, Huancayo 2019.

Al realizar el análisis de la fuerza en los pilotes en el software GEO 5 los pilotes esquineros se tiene fuerzas resultantes $F_x = 13.152$ kn, $F_y = 6.255$ kn, $F_z = 206.627$ kn, $M_{xx} = 33.493$ kn-m y $M_{yy} = 22.682$ Kn-m y las fuerzas resultantes en los pilotes centrales

son $F_x = 3.040 \text{ kn}$, $F_y = 77.238 \text{ kn}$, $F_z = 432.778 \text{ kn}$, $M_{xx} = 3.105 \text{ kn-m}$ y $M_{yy} = 3.505 \text{ Kn-m}$.

6.3.1. Discusión de resultados con antecedentes nacionales

De acuerdo a los resultados anteriormente presentados Fuentes Aleman, (2008), en su investigación titulada “Confección de la propuesta de norma de diseño geotécnico de cimentaciones sobre pilotes”, sostiene que para poder disminuir las cargas actuantes sobre los pilotes se tendrá que tener en consideración el aporte del tipo de terreno por la influencia directa en la deformación que se ocasionara en la reducción de la carga del pilote entre un 5% a un 26%.

6.3.2. Discusión de resultados con antecedentes internacionales

De la misma forma en la investigación realizada por Cordero Guía, (2018) titulada “Calculo de pilas y estribos para el puente con vigas simplemente apoyadas Pna1(Proyecto naranjal #1) del proyecto de control de inundaciones naranjal”, presenta fuerzas máximas resultantes en los pilotes del extremo 1 $F_y = 173.61 \text{ ton}$ y una $n \sum M = 491.29 \text{ ton/m}$ y en el pilote 1 $F_y = 178.57 \text{ ton}$ y una $n \sum M_1 = 660.73 \text{ ton/m}$, pilote 2 $F_y = 221.45 \text{ ton}$ y una $n \sum M_1 = 819.37 \text{ ton/m}$ y en el pilote 4 $F_y = 132.78 \text{ ton}$ y una $n \sum M_1 = 491.29 \text{ ton/m}$.

CONCLUSIONES

1. Objetivo 1

El comportamiento dinámico-estructural en edificaciones de tipo a porticada con pilotes prefabricados mejora ante solicitaciones sísmicas en terrenos vulnerable, pues la fuerza que actúa en un entrepiso es directamente proporcional a la masa de con pilotes prefabricados los desplazamientos máximos en la azotea el D_{max} se reduce en 7.01% y en el Piso 9 el D_{max} se reduce en 15.29% al emplear pilotes y los desplazamiento máximos a partir del centro de masa en la azotea el D_{max} se reduce en 24.95% y en el Piso 9 el D_{max} se reduce en 24.31% al emplear pilotes, mostrando así una mejor respuesta por parte de las estructura por efecto de una reducción mostrando una reducción en los desplazamientos, las fuerzas de corte y momentos flectores disminuyen. *De acuerdo con las gráficas de interacción mostradas con las combinaciones de carga con sismo en X-X y Y-Y se identificó que la sección circular transversal necesaria del pilote es de 0.60m con un refuerzo de 12 barras $\frac{3}{4}$ " , con recubrimiento de 75 mm, la separación del acero es de 0.1262 m, el acero total es de 34.08 cm² y una cuantía colocada $\rho = 0.0121$ logran soportar las cargas que se les impone ya que al realizar el análisis en el pilote más crítico se identificaron estos resultados.*

2. Objetivo 2

La capacidad de deformación varía significativamente en el comportamiento dinámico-estructural en edificaciones de tipo a porticada con pilotes prefabricados ante las solicitaciones sísmicas en terrenos vulnerables debido a que al realizar el modelamiento se logra simular un comportamiento más real mostrando así en la estructura sin pilotes los desplazamientos máximos se muestra en la azotea $D_{max} = 0.224$ m y en el Piso 9 el $D_{max} = 0.189$ m y con pilotes prefabricados los desplazamientos máximos se presenta en la azotea $D_{max} = 0.240$ m y en el Piso 9 el $D_{max} = 0.218$ m mostrando una reducción del desplazamiento en la azotea el D_{max} se reduce en 7.01% y en el Piso 9 el D_{max} se reduce en 15.29% al emplear pilotes. En la evaluación del desplazamiento a partir del centro de masa se presentan desplazamientos máximos en la azotea con $D_{max} = 0.253$ m y sin pilotes prefabricados el $D_{max} = 0.316$ m y en el 9no piso el $D_{max} = 0.235$ m, sin pilotes el $D_{max} = 0.592$ m,

mostrando una reducción en el desplazamiento a partir del centro de masa en la azotea el D_{max} se reduce en 24.95% y en el Piso 9 el D_{max} se reduce en 24.31% al emplear pilotes.

3. Objetivo 3

La fuerza en los pilotes varía significativamente en el comportamiento dinámico – estructural en edificaciones de tipo a porticada con pilotes prefabricados ante sollicitaciones sísmicas en terrenos vulnerable de esta forma se obtuvo como resultado del análisis de la fuerza en los pilotes en el software GEO 5 los pilotes esquineros se tiene fuerzas resultantes $F_x= 13.152$ kn, $F_y= 6.255$ kn, $F_z= 206.627$ kn, $M_{xx}= 33.493$ kn-m y $M_{yy}= 22.682$ Kn-m y las fuerzas resultantes en los pilotes centrales son $F_x= 3.040$ kn, $F_y= 77.238$ kn, $F_z= 432.778$ kn, $M_{xx}= 3.105$ kn-m y $M_{yy}= 3.505$ Kn-m.

RECOMENDACIONES

1. Se recomienda llevar a cabo un análisis del comportamiento dinámico-estructural de los materiales empleados en la fabricación de los pilotes, dado que podrían manifestar una falla por carga debido a deficiencias en su proceso constructivo. Es aconsejable monitorizar la colocación de los pilotes mediante inclinómetros, ya que durante este proceso es posible que no sigan la vertical proyectada, lo que podría resultar en una distribución variable de la carga soportada por el pilote.
2. Se recomienda realizar sondeos de verificación de estratigrafía del suelo ya que esta puede variar en potencia en diferentes puntos los cuales pueden ocasionar que la longitud de los pilotes aumente o reduzcan dependiendo de la estratigrafía del terreno para ello a veces es necesario la implementación de un estudio de refracción sísmico que nos podría presentar un mejor criterio en el proceso constructivo.
3. Se recomienda tener en consideración el tipo de suelo encontrado en las excavaciones y las potencias de cada estrato ya que se sugiere que el empotramiento de pilote sea en material aluvial de depósito (material gravoso) para poder asegurar la transferencia de cargas a un punto estable.

REFERENCIA BIBLIOGRAFICA

- Alencar, D y Rezende, F. 2011.** *Fundações*. s.l. : Oficina de textos, 2011, Vol. Volumen completo , pág. 568.
- Alfonso, D y Murcia, M. 2016.** *Interacción suelo pilote en cimentaciones placa - Pilote en la ciudad de Bogotá*. Programa de Ingeniería Civil, Universidad Piloto de Colombia. Bogotá : s.n., 2016. Tesis de pregrado.
- Alva, J. 2011.** *Cimentaciones profundas*. Universidad Nacional de Ingeniería. Lima : Comité Peruano de mecanica de suelos, fundaciones y mecanica de rocas, 2011. pág. 37.
- Ann, M. 2018.** Blogger. *Blogger*. [En línea] 12 de Julio de 2018. <http://meryannguaita.blogspot.com/>.
- Barreto, A. 2011.** *Evaluación comparativa de la capacidad*. Universidad Nacional de Colombia,. Medellin : s.n., 2011. pág. 246, Tesis de Maestría en Ingeniería' Geotecnia.
- Blog sobre cimentaciones . 2016.** [En línea] 2 de setiembre de 2016. <https://cimentacionesprofundas.wordpress.com/2016/09/02/tipos-de-pilotes-segun-su-fabricacion-y-su-uso/>.
- Braja, M. 2018.** *Fundamentos de Ingenieria geotecnica*. Mexico D.F : Chapters, 2018.
- Camargo, D. 2016.** *Análisis de distintos procedimientos para el cálculo de la carga de hundimiento de pilotes*. Universidad Politécnica de Madrid, España . Madrid : s.n., 2016. Tesis de maestría.
- Campos, A. 2020.** *Estudio del comportamiento a solicitaciones sísmicas en puentes atirantados*. 2020.
- Cassano, A. 2018.** *Análisis de estructuras bajo acciones dinámicas*. 2018.
- Cepeda, D. 2020.** *Analisis comparativo de cimentacion profunda de un centro comercial con pilotes excavados y micropilotes*. Pontificia Universidad Catolica del Perú. Lima : s.n., 2020. pág. 88.
- Cordero, W. 2018.** *Calculo de pilas y estribos para el puente con vigas simplemente apoyadas Pna1(Proyecto naranjal #1) del proyecto de control de inundaciones naranjal*. Facultad de ingeniería, Universidad de cuenca. Cuenca : s.n., 2018. Tesis de pregrado.
- Cresención, B. 2017.** *Análisis de Respuesta Dinámica Incluyendo la interacción suelo - estructura en puentes con pilotes de cimentación*. E.F.P. de Ingeniería Civil, Universidad Nacional de San Cristobal de Huamanga. Ayacucho : s.n., 2017. Tesis de pregrado.

- Fuentes, A. 2008.** *Confeción de la Propuesta de Norma de Diseño Geotécnico de Cimentaciones sobre Pilotes.* Universidad Central de las Villas. Santa Clara : s.n., 2008. pág. 106.
- Gavidia, L. 2019.** *Evaluacion de capacidad de carga de pilotes mediante metodos teoricos y semiempiricos para el desembarcadero pesquero artesanal de cerro azul, cañete.* Universidad Nacional Federico Villareal. Lima-Perú : s.n., 2019. pág. 86, Tesis para optar el titulo profesional.
- Gobierno de españa. 2009.** *Guia de cimentaciones en obras.* Madrid : Ministerio de Fomento, 2009.
- Grupo de trabajo conjunto EFFC/DFI para el hormigón. 2018.** *Guía del hormigón tremie en cimentaciones profundas.* s.l. : Segunda edición, 2018.
- Hernandez, R. 2014.** *Metodologia de la investigacion.* Mexico D.F : McGraW-HILL/INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V., 2014.
- Hernández, R y Fernández, C. 2006.** *Metodología de la Investigación.* México : McGraw-Hill, 2006.
- IngenieriaReal.com. 2018.** Precauciones al construir en riberas del río. [En línea] 01 de 12 de 2018. <https://ingenieriareal.com/precauciones-construir-riberas-rio/>.
- Lujan, E. 2018.** *Evaluacion de la capacidad de carga dinamica de pilotes usando la ecuacion de Onda.* Universidad Nacional de Cordoba. Cordoba : s.n., 2018. pág. 13, Articulo para optar la maestria en Ingenieria Geotecnica.
- Mann, B. 2018.** *Tecnología para cimentaciones por pilotaje en proyectos de ingeniería civil.* Universidad Nacional Federico Villareal. Lima-Perú : s.n., 2018. pág. 249, Tesis para optar el grado de maestria .
- Meza, A. 2018.** *Recuperación de métodos analíticos y computacionales en ingeniería de fundaciones "esfuerzos en pilotes".* Universidad Austral de Chile. Valdivia-Chile : Tesis de pregrado, 2018. pág. 121, Tesis para optar el titulo de Ingenieria civil.
- Ministerio de vivienda construccion y saneamiento. 2022.** *RNE E.030 Diseño Sismoresistente.* Lima : s.n., 2022.
- Morales, A. 2017.** *Estudio de métodos de diseño de pilotes pre- excavados en arena Biobío.* Departamento de Ingeniería Civil, Universidad Catolica de la Santisima Concepción. Concepcion : s.n., 2017. Tesis de pregrado.

- Nij, J. 2017.** *Guía práctica para el calculo de capacidad de carga en cimentaciones superficiales, losas de cimentación, pilotes y pilas perforadas.* Guatemala : s.n., 2017.
- Ninanya, K. 2018.** *Evaluación de la capacidad de carga de pilotes excavados en arcillas a traves de metodos estaticos y pruebas de carga.* Universidad Ricardo Palma. Lima-Perú : s.n., 2018. pág. 132.
- Orellana, J y Paitán, J. 2020.** *Determinación y diseño del tipo de cimentación con pilotes en puentes sobre suelos arenosos en Tumbes mediante un modelo computarizado.* Facultad de ingeniería, Universidad peruana de ciencias aplicadas. Lima : s.n., 2020. Tesis de pregrado.
- Pizarro, J y Romero, J. 2018.** *Análisis comparativo de asentamientos y capacidades de carga evaluados y esperados en pilotes perforados en los puentes fortaleza y crisnejas.* Universidad de Ciencias Aplicadas. Lima-Perú : s.n., 2018. pág. 164, Tesis para optar el titulo profesional de Ingenieria Civil.
- Placencia, K. 2018.** *Cálculo y diseño de pilotes para el puente naranjal 1(pna1) que forma parte del proyecto control de inundaciones del rio naranjal.* Universidad de Cuenca. Cuenca : s.n., 2018. pág. 118, Tesis para obter el titulo de Ingenieria Civil.
- Polo, B. 2013.** *Dimensionamiento de cimentaciones profundas mediante pilotes. Aplicación a la autovía noroeste de Murcia.* Universidad Politécnica de Madrid. España : s.n., 2013. Tesis de pregrado.
- Poma, C. 2017.** *Análisis de Respuesta Dinámica Incluyendo la Interacción Suelo-Estructura en Puentes con Pilotes de Cimentación.* Barcelona : Publicaciones extras, 2017.
- Pomasoncco, C. 2017.** *Análisis de Respuesta Dinámica Incluyendo la Interacción Suelo-Estructura en Puentes con Pilotes de Cimentación.* Madrid : Publicaciones Madrid, 2017.
- Quintana, D. 2018.** *Cálculo de la capacidad de carga bajo fuerzas horizontales en pilotes.* Universidad Central Marts Abregu de las Villas. Las Villas-Cuba : s.n., 2018. pág. 94, Tesis para optar el titulo de Ingeniero.
- Reboredo, A. 2017.** *El análisis dinámico de construcciones sismo resistentes.* 2017.
- Urbina, R. 2004.** *Guía para el diseño de pilotes.* Piura-Perú, Universidad de Piura. 2004. pág. 77, Tesis de para optar el titulo de Ingenieria Civil.

ANEXOS

Anexo N°01: Matriz de consistencia

COMPORTAMIENTO DINAMICO-ESTRUCTURAL EN EDIFICACIONES CON PILOTES PREFABRICADOS ANTE SOLICITACIONES SISMICAS EN TERRENOS VULNERABLES, HUANCAYO 2019.

| Problema | Objetivos | Hipótesis | Variables y dimensiones | Metodología |
|---|--|---|---|---|
| <p>Problema general:</p> <p>¿Cómo varía el comportamiento dinámico-estructural en edificaciones con pilotes prefabricados ante solicitaciones sísmicas en terrenos vulnerables, Huancayo 2019?</p> <p>Problemas específicos:</p> <ul style="list-style-type: none"> - ¿En qué medida varía la capacidad de deformación en el comportamiento dinámico-estructural en edificaciones con pilotes prefabricados ante solicitaciones sísmicas en terrenos vulnerables, Huancayo 2019? - ¿Cómo varía la fuerza en los pilotes en el comportamiento dinámico-estructural en edificaciones con pilotes prefabricados ante solicitaciones sísmicas en terrenos vulnerables, Huancayo 2019? | <p>Objetivo general:</p> <p>Determinar la variación en el comportamiento dinámico-estructural en edificaciones con pilotes prefabricados ante solicitaciones sísmicas en terrenos vulnerables, Huancayo 2019.</p> <p>Objetivos específicos:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Analizar la variación de la capacidad de deformación en el comportamiento dinámico-estructural en edificaciones con pilotes prefabricados ante solicitaciones sísmicas en terrenos vulnerables, Huancayo 2019. - Evaluar la variación de las fuerzas en los pilotes en el comportamiento dinámico-estructural en edificaciones con pilotes prefabricados ante solicitaciones sísmicas en terrenos vulnerables, Huancayo 2019. | <p>Hipótesis general:</p> <p>El comportamiento dinámico-estructural en edificaciones con pilotes prefabricados varía significativamente ante solicitaciones sísmicas en terrenos vulnerables, Huancayo 2019.</p> <p>Hipótesis específicas</p> <ul style="list-style-type: none"> - La capacidad de deformación varía significativamente en el comportamiento dinámico-estructural en edificaciones con pilotes prefabricados ante las solicitaciones sísmicas en terrenos vulnerables, Huancayo 2019. - La fuerza en los pilotes varía significativamente en el comportamiento dinámico-estructural en edificaciones con pilotes prefabricados ante solicitaciones sísmicas en terrenos vulnerables, Huancayo 2019. | <p>Variable Independiente:</p> <p>Solicitaciones sísmicas</p> <p>Dimensiones:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Perfil de suelo - Tipo de suelo - Magnitud - Aceleración espectral <p>Variable dependiente:</p> <p>Comportamiento dinámico-estructural</p> <p>Dimensiones:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Capacidad de deformación - Fuerza en los pilotes | <p>Tipo: Aplicada</p> <p>Método Específico: Método científico</p> <p>Diseño. No Experimental</p> <p>Cuando: 2019</p> <p>Población y muestra:</p> <p>Población. La población está constituida por las construcciones con el empleo de pilotes prefabricados en terrenos vulnerables en zonas altamente sísmicas.</p> <p>Muestra: La muestra es de acuerdo al método no probabilístico intencional, en este caso corresponde a la estructura con pilotes prefabricados, cuyo detalle es el siguiente:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Caracterización de la zona vulnerable. - Historial de eventos sísmicos. - Tipo de zona vulnerable. <p>Técnicas e instrumentos:</p> <p>cuantitativo</p> <ul style="list-style-type: none"> - Recolección de datos <p>Técnicas de procesamiento de datos:</p> <p>Análisis estadístico, cálculo de la cantidad de pilotes prefabricados para el diseño del comportamiento dinámico-estructural.</p> |

Anexo N°02: Matriz de operacionalización de variables

| VARIABLES | DEFINICION CONCEPTUAL | DEFINICION OPERACIONAL | DIMENSIONES | INDICADORES | INSTRUMENTO |
|--|--|--|------------------------------|---|--|
| <p>1: Variable Independiente</p> <p>Solicitaciones sísmicas (ESTRUCTURA)</p> | <p>Las solicitaciones sísmicas es aquel análisis de la ingeniera estructural para poder designar una acción o un fenómeno que puede afectar a las estructuras y se tiene que tener en cuenta para poder estimar los cálculos estructurales de las fuerzas exteriores, las fuerzas internas, los desplazamientos y las deformaciones.</p> | <p>Las solicitaciones sísmicas servirán para poder determinar si la estructura cumple los rangos permisibles del tipo de suelo cuando es sometida a fuerzas externas denominadas movimientos sísmicos.</p> | <p>Perfil de suelo</p> | <p>ENSAYO DE SUELOS</p> <ul style="list-style-type: none"> -Ángulo de fricción: -Cohesión C: -Capacidad portante: -Tipo de suelo -Profundidad -Nivel freático | <p>FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS: CAPACIDAD PORTANTE DEL SUELO - ANEXO 3.1</p> |
| | | | <p>Tipo de suelo</p> | <p>PERIODOS TP Y TL</p> <ul style="list-style-type: none"> -Factor de suelo: -Factor TP: -Factor TL: | <p>FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS: ANEXO 3.2 - A</p> |
| | | | <p>Aceleración espectral</p> | <ul style="list-style-type: none"> - Factor de zona Z - Factor de uso U - Factor de amplificación sísmica C - Factor de suelo S - Coeficiente de reducción de fuerza sísmica R - Gravedad G | <p>FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS: ANEXO 3.2 - B</p> |

| | | | | | |
|--|---|--|---------------------------------|--|---|
| <p>2: Variable Dependiente</p> <p>Comportamiento dinámico-estructural del pilote</p> <p>(SUB ESTRUCTURA - CIMENTACIÓN)</p> | <p>El comportamiento dinámico-estructural es una acción de carácter dinámico que a través del tiempo da origen a las fuerzas de inercia que son comparables en magnitud a las fuerzas estáticas que puedan ser vibraciones estructurales.</p> | <p>El comportamiento dinámico es una variación en un tiempo finito y estará determinada por los esfuerzos, las fuerzas internas y las variaciones de las deflexiones y el comportamiento estructural es para poder determinar los efectos o impactos que afectan a la estructura en zona vulnerable.</p> | <p>Capacidad de deformación</p> | <p>FLEXION</p> <p>-Pu:</p> <p>-Mu:</p> <p>-Desplazamiento X,Y, Z</p> <p>COMPRESIÓN</p> <p>-Pu:</p> <p>-Momento máximo</p> <p>-Momento mínimo</p> <p>-ØCompresión</p> <p>CORTE</p> <p>-ØCompresión</p> <p>-Cortante en el pilote Vu</p> <p>- Cortante máxima</p> <p>-Cortante Mínima</p> | <p>FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS:</p> <p>(MODELACIÓN DEL ETABS) ANEXO 3.3</p> |
| | | | <p>Fuerzas en los pilotes</p> | <p>CORTANTE AXIAL – MOMENTOS FLECTORES</p> <p>-Momento en el eje X</p> <p>-Momento en el eje Y</p> | <p>FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS:</p> <p>(MODELACIÓN DEL ETABS) ANEXO 3.4</p> |
| | | | | <p>CARGA SOMETIDAS EN LOS PILOTES ESQUINADOS Y ESQUINADOSCENTRALES</p> <p>-Fuerzas en el eje X</p> <p>-Fuerzas en el eje Y</p> <p>-Fuerzas en el eje Z</p> | <p>FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS:</p> <p>(MODELACIÓN DEL ETABS) ANEXO 3.5</p> |

Anexo N°03: Matriz de operacionalización del instrumento

| VARIABLES | DIMENSIONES | INDICADORES | INSTRUMENTO |
|--|--------------------------|--|---|
| 1: Variable Independiente Solicitaciones sísmicas (ESTRUCTURA) | Perfil de suelo | ENSAYO DE SUELOS -Ángulo de fricción: -Cohesión C: -Capacidad portante: -Tipo de suelo -Profundidad -Nivel freático | FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS: CAPACIDAD PORTANTE DEL SUELO - ANEXO 3.1 |
| | Tipo de suelo | PERIODOS TP Y TL -Factor de suelo: -Factor TP: -Factor TL: | FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS: ANEXO 3.2 - A |
| | Aceleración espectral | - Factor de zona Z - Factor de uso U - Factor de amplificación sísmica C - Factor de suelo S - Coeficiente de reducción de fuerza sísmica R - Gravedad G | FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS: ANEXO 3.2 - B |
| 2: Variable Dependiente Comportamiento dinámico- estructural del pilote (SUB ESTRUCTURA - CIMENTACIÓN) | Capacidad de deformación | FLEXION -Pu: -Mu: -Desplazamiento X,Y,Z COMPRESIÓN -Pu: -Momento máximo -Momento mínimo -ØCompresión CORTE -ØCompresión -Cortante en el pilote Vu - Cortante máxima -Cortante Mínima | FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS: (MODELACIÓN DEL ETABS) ANEXO 3.3 |
| | Fuerzas en los pilotes | CORTANTE AXIAL – MOMENTOS FLECTORES -Momento en el eje X -Momento en el eje Y | FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS: (MODELACIÓN DEL ETABS) ANEXO 3.4 |
| | | CARGA SOMETIDAS EN LOS PILOTES ESQUINADOS Y ESQUINADOSCENTRALES -Fuerzas en el eje X -Fuerzas en el eje Y -Fuerzas en el eje Z | FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS: (MODELACIÓN DEL ETABS) ANEXO 3.5 |

Anexo N°04: Instrumento de investigación y constancia de su aplicación

LABORATORIO ESPECIALIZADO EN
GEOTECNIA Y CONCRETO

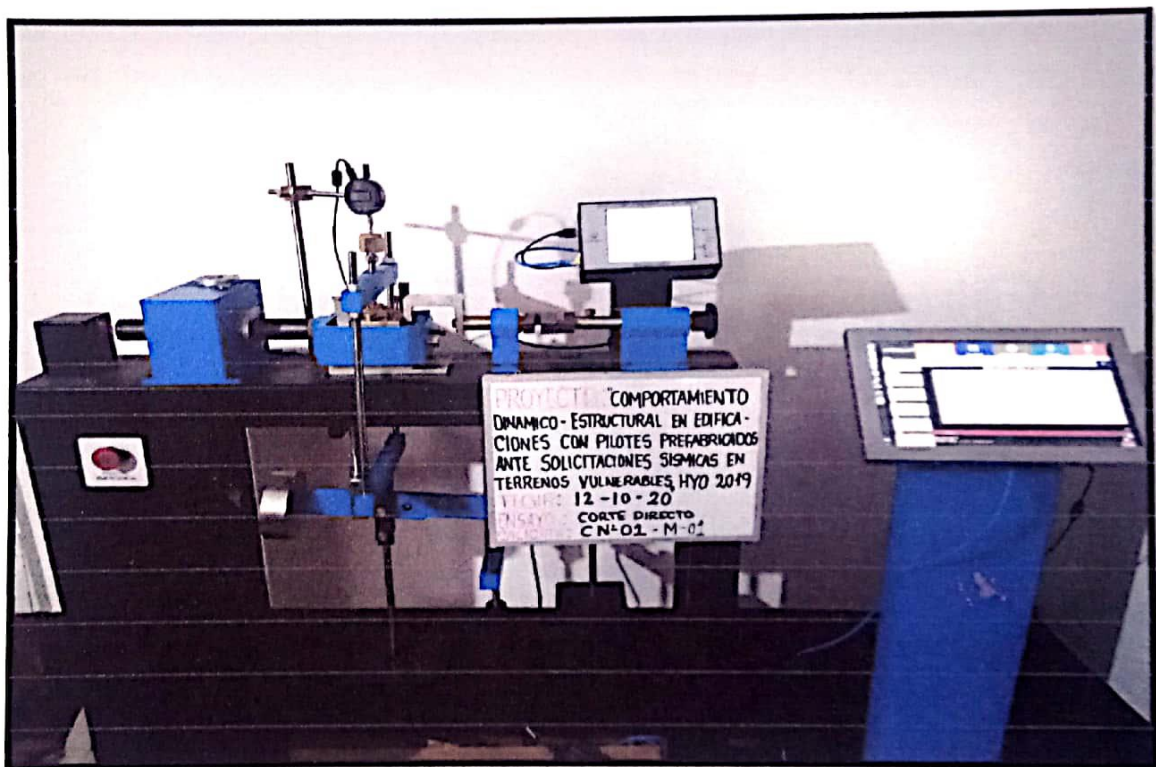
RUC:20605051961



**ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS CON FINES DE
INVESTIGACION**

PROYECTO:

**“COMPORTAMIENTO DINÁMICO – ESTRUCTURAL EN EDIFICACIONES CON
PILOTES PREFABRICADOS ANTE SOLICITACIONES SÍSMICAS EN TERRENOS
VULNERABLES, HUANCAYO 2019”**



SOLICITA:

“BRAÑES MELITÓN NIELSSEN DEL ROSARIO”

REGIÓN : Junín
PROVINCIA : Huancayo
DISTRITO : Chilca - Tres de Diciembre



LABORATORIO ESPECIALIZADO EN
GEOTECNIA Y CONCRETO

RUC:20605051961



ÍNDICE

| | |
|---|-----------|
| INDICE DE CUADROS | 4 |
| INDICE DE IMAGENES | 4 |
| MEMORIA DESCRIPTIVA | 5 |
| 1. ANTECEDENTES | 5 |
| 2. OBJETIVO DEL PROYECTO | 5 |
| 3. DEL TERRENO..... | 5 |
| 3.1. UBICACIÓN | 5 |
| 3.2. ACCESOS..... | 6 |
| 3.3. CONDICION CLIMATICA..... | 7 |
| 3.4. GEOLOGIA | 9 |
| 3.5. GEOMORFOLOGIA | 11 |
| 3.6. GEODINAMICA EXTERNA | 11 |
| 3.7. SISMICIDAD | 13 |
| 3.8. NORMATIVIDAD | 16 |
| 4. PROGRAMA DE INVESTIGACIONES GEOTÉCNICAS EJECUTADAS..... | 16 |
| 4.1. INVESTIGACION EN CAMPO | 16 |
| 4.1.1. EXCAVACION DE CALICATAS | 16 |
| 4.1.2. ENSAYOS DE SUELO IN SITU: DENSIDAD NATURAL..... | 16 |
| 4.1.3. MUESTREO DE SUELOS DISTURBADOS | 17 |
| 4.2. TRABAJO EN GABINETE..... | 17 |
| 4.2.1. EVALUACIÓN DE RESULTADOS DE INVESTIGACIONES DE CAMPO .. | 17 |
| 4.2.2. ENSAYOS DE SUELOS EN LABORATORIO | 17 |
| 4.2.3. ELABORACIÓN DEL INFORME DEL ESTUDIO DE SUELOS..... | 18 |
| 4.3. PERFILES DE SUELOS INVESTIGADOS | 18 |
| 4.4. NIVEL DE LA NAPA FREÁTICA | 19 |
| 4.5. NIVEL DE LA CIMENTACION DE LA ESTRUCTURA..... | 19 |
| 4.6. PARAMETROS GEOTECNICOS | 20 |
| 5. ANÁLISIS DE LA CIMENTACIÓN..... | 20 |
| 5.1. PROFUNDIDAD DE LA CIMENTACION | 20 |
| 5.2. TIPO DE CIMENTACION | 21 |
| 5.3. FACTOR DE SEGURIDAD..... | 21 |
| INFORME FINAL DESCRIPTIVA Y DE CALCULOS..... | 21 |



LABORATORIO ESPECIALIZADO EN
GEOTECNIA Y CONCRETO

RUC:20605051961



| | |
|--|----|
| 7. CONSIDERACIONES A TOMAR EN EL DISEÑO..... | 24 |
| 8. CONSIDERACIONES A TOMAR PARA EFECTOS SISMORESISTENTE..... | 24 |
| 9. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES..... | 25 |
| 10. ANEXOS | 27 |
| I. PANEL FOTOGRAFICO..... | 27 |
| II. RESULTADOS DE ENSAYOS DE LABORATORIO | 28 |



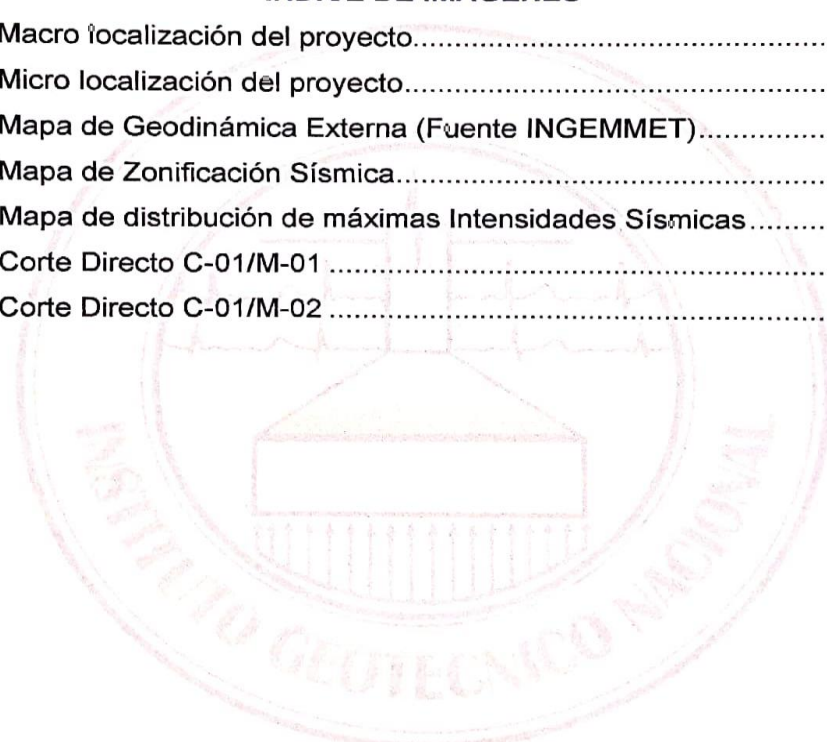


INDICE DE CUADROS

| | |
|--|---|
| Cuadro 1 Ubicación del Proyecto..... | 5 |
| Cuadro 2 Coordenadas del Proyecto..... | 5 |
| Cuadro 3 Vías de acceso por Chilca y 3 de Diciembre | 7 |

ÍNDICE DE IMÁGENES

| | |
|--|----|
| Imagen 1 Macro localización del proyecto..... | 6 |
| Imagen 2 Micro localización del proyecto..... | 6 |
| Imagen 3 Mapa de Geodinámica Externa (Fuente INGGEMMET)..... | 12 |
| Imagen 4 Mapa de Zonificación Sísmica..... | 14 |
| Imagen 5 Mapa de distribución de máximas Intensidades Sísmicas..... | 15 |
| Imagen 6 Corte Directo C-01/M-01 | 27 |
| Imagen 7 Corte Directo C-01/M-02 | 27 |





MEMORIA DESCRIPTIVA

1. ANTECEDENTES

El Terreno ubicado para ejecutar el Estudio de Suelos para la investigación “**COMPORTAMIENTO DINAMICO – ESTRUCTURAL EN EDIFICACIONES CON PILOTOS PREFABRICADOS ANTE SOLICITACIONES SISMICAS EN TERRENOS VULNERABLES, HUANCAYO 2019**”, Ubicado entre los Distritos de 3 de Diciembre y Chilca, Provincia de Huancayo, Departamento de Junín. Es necesario contar con el Estudio de Mecánica de Suelos para establecer los parámetros y las dimensiones de la Cimentación.

2. OBJETIVO DEL PROYECTO

El Objetivo del estudio es determinar los parámetros necesarios que se utilizaran en la investigación señalada, para recepcionar con seguridad la estructura en el Lugar, Para lo cual se procedió a realizar 01 calicata, a una profundidad de 3.10 metros, se pudo notar que existe presencia de nivel freático a la profundidad de 2.70 metros, la muestra fue ensayada en los Laboratorios de INSTITUTO GEOTECNICO NACIONAL.

3. DEL TERRENO

3.1. UBICACIÓN

En cuanto a la localización del proyecto se encuentra entre los distritos de Chilca y 3 de Diciembre, las coordenadas se muestran a continuación:

Cuadro 1
Ubicación del Proyecto

| | |
|-----------|-----------------------|
| DISTRITO | CHILCA-3 DE DICIEMBRE |
| PROVINCIA | HUANCAYO |
| REGION | JUNIN |

Cuadro 2
Coordenadas del Proyecto

| COORDENADAS GEOGRAFICAS | | COORDENADAS UTM | |
|-------------------------|-----------|-----------------|----------------|
| LATITUD | 12.0923 S | ESTE | 474695.07 m E |
| LONGITUD | 75.2325 O | NORTE | 8663226.20 m S |
| ALTITUD | 3180 msnm | ZONA | 18L |



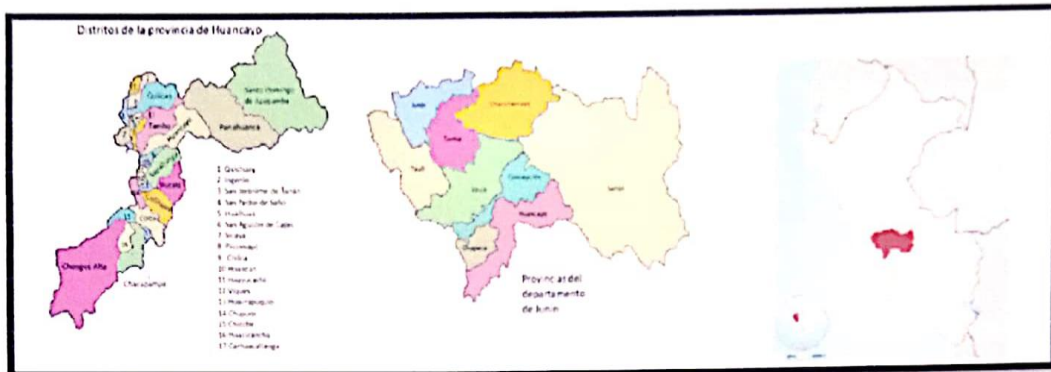


Imagen 1
Macro localización del proyecto



Imagen 2
Micro localización del proyecto

3.2. ACCESOS

El acceso al lugar donde se desarrollará el presente proyecto se puede realizar desde el distrito de Chilca a través de la Calle Real y la Avenida Leoncio Prado en un recorrido aproximado de 6 km y también desde el distrito de 3 de Diciembre por la Avenida Cultura y el Jirón La Amistad en un recorrido aproximado de 3.5 km.





Cuadro 3
Vías de acceso por Chilca y 3 de Diciembre

| PARTIDA | LLEGADA | DISTANCIA | TIPO DE CARRETERA |
|----------------|------------------|-----------|--------------------|
| CHILCA | PUENTE COMUNEROS | 6.0 KM | ASFALTADO |
| 3 DE DICIEMBRE | PUENTE COMUNEROS | 3.5 KM | ASFALTADO Y TROCHA |

3.3. CONDICION CLIMATICA

TRES DE DICIEMBRE:

Los veranos son cortos, cómodos y nublados; los inviernos son cortos, fríos y parcialmente nublados y está seco durante todo el año. Durante el transcurso del año, la temperatura generalmente varía de 6 °C a 20 °C y rara vez baja a menos de 3 °C o sube a más de 23 °C.

La temporada templada dura 2,8 meses, del 16 de septiembre al 8 de diciembre, y la temperatura máxima promedio diaria es más de 20 °C. El día más caluroso del año es el 28 de octubre, con una temperatura máxima promedio de 20 °C y una temperatura mínima promedio de 8 °C. La temporada fresca dura 1,5 meses, del 11 de junio al 26 de julio, y la temperatura máxima promedio diaria es menos de 19 °C. El día más frío del año es el 15 de julio, con una temperatura mínima promedio de 6 °C y máxima promedio de 19 °C.

Un día mojado es un día con por lo menos 1 milímetro de líquido o precipitación equivalente a líquido. La probabilidad de días mojados varía durante el año. La temporada más mojada dura 3,8 meses, de 3 de diciembre a 28 de marzo, con una probabilidad de más del 11 % de que cierto día será un día mojado. La probabilidad máxima de un día mojado es del 22 % el 16 de febrero. La temporada más seca dura 8,2 meses, del 28 de marzo al 3 de diciembre. La probabilidad mínima de un día mojado es del 0 % el 23 de julio. Entre los días mojados, distinguimos entre los que tienen solamente lluvia, solamente nieve o una combinación de las dos. En base a esta categorización, el tipo más común de precipitación durante el año es solo lluvia, con una probabilidad máxima del 22 % el 16 de febrero.

El nivel de humedad percibido, medido por el porcentaje de tiempo en el cual el nivel de comodidad de humedad es bochornoso, opresivo o insoportable, no varía considerablemente durante el año, y permanece prácticamente constante en 0 %.



LABORATORIO ESPECIALIZADO EN
GEOTECNIA Y CONCRETO

RUC:20605051961



El tiempo más calmado del año dura 8,4 meses, del 8 de noviembre al 20 de julio. El día más calmado del año es el 29 de mayo, con una velocidad promedio del viento de 8,6 kilómetros por hora.

CHILCA:

Los veranos son cortos, cómodos y nublados; los inviernos son cortos, fríos y parcialmente nublados y está seco durante todo el año. Durante el transcurso del año, la temperatura generalmente varía de 5 °C a 20 °C y rara vez baja a menos de 3 °C o sube a más de 22 °C.

La temporada templada dura 2,7 meses, del 17 de septiembre al 8 de diciembre, y la temperatura máxima promedio diaria es más de 20 °C. El día más caluroso del año es el 28 de octubre, con una temperatura máxima promedio de 20 °C y una temperatura mínima promedio de 8 °C. La parte más nublada del año comienza aproximadamente el 17 de septiembre; dura 7,4 meses y se termina aproximadamente el 29 de abril. El 23 de febrero, el día más nublado del año, el cielo está nublado o mayormente nublado el 90 % del tiempo y despejado, mayormente despejado o parcialmente nublado el 10 % del tiempo.

La temporada más mojada dura 4,0 meses, de 30 de noviembre a 29 de marzo, con una probabilidad de más del 12 % de que cierto día será un día mojado. La probabilidad máxima de un día mojado es del 24 % el 16 de febrero. La temporada más seca dura 8,0 meses, del 29 de marzo al 30 de noviembre. La probabilidad mínima de un día mojado es del 0 % el 23 de julio. Entre los días mojados, distinguimos entre los que tienen solamente lluvia, solamente nieve o una combinación de las dos. En base a esta categorización, el tipo más común de precipitación durante el año es solo lluvia, con una probabilidad máxima del 24 % el 16 de febrero.

El nivel de humedad percibido en Huancayo, medido por el porcentaje de tiempo en el cual el nivel de comodidad de humedad es bochornoso, opresivo o insoportable, no varía considerablemente durante el año, y permanece prácticamente constante en 0 %.





3.4. GEOLOGIA

El Cuadrángulo de Huancayo abarca sectores de las Altas Mesetas Centrales y de la Cordillera Oriental; además, incluye la Depresión de Ingahuasi y la parte sur-oriental de la Depresión de Huancayo-Jauja, que contienen un espeso relleno Cuaternario. Tanto en las Altas Mesetas como en la Cordillera Oriental, (4,000-4,500 m.s.n.m.) se observan restos de la superficie "Puna", la cual fue profundamente erosionada por los glaciares y la escorrentía superficial. La columna estratigráfica se inicia con flyschs Excelsior parcialmente de edad Devónica media. Los flyschs fueron plegados a fines del Devónico y están cubiertos por las capas mayormente continentales del Carbonífero y del Pérmico inferior, las cuales infrayacen con discordancia de erosión a las capas rojas y a los volcánicos del Pérmico superior. A partir del Noriano, cuyos estratos cubren con discordancia de erosión a los del Pérmico superior, se diferenciaron paulatinamente en la región una plataforma sur-occidental y un geanticlinal nor-oriental, disposición paleogeográfica que controló claramente la sedimentación del Liásico superior hasta el Coniaciano. Durante el Triásico y el Liásico, una subsidencia marcada y continua afectó la plataforma y en menor grado el futuro geanticlinal, dando lugar a la deposición de 1,700 m. de calizas en aquella y de una serie calcárea más condensada de 800 m. mínimo en el último. En un mar que ocupaba la parte SW de la hoja se sedimentaron en el lapso Aaleniano-Bajociano las areniscas de la Formación Cercapuquio (750 m. max.) y las calizas de la Formación Chunumayo (250 m. max)-. Después de una gran Laguna deposicional que abarcó el Batoniano y el Malm se depositaron las areniscas, en parte marinas y en parte continentales, del Neocomiano-Aptiano (Grupo Goyllarisquisga, 700 m.) que no se encuentran sobre el geanticlinal. Luego la plataforma fue invadida por un mar somero, en el cual se acumuló la sucesión clástica de estratos calcáreos del Cretáceo medio y superior (formaciones Chulec, Pariatambo y Jumasha); solamente la transgresión Chulec afectó al geanticlinal. La sedimentación marina se interrumpió definitivamente después del Coniaciano, debido a la emersión general que siguió a los movimientos tardicretáceos, y luego depositáronse en un ambiente continental las areniscas y conglomerados rojos llamados Capas Rojas o formación Casapalca, localmente datados del Eoceno medio, sedimentos que no se encuentran sobre el geanticlinal.



LABORATORIO ESPECIALIZADO EN GEOTECNIA Y CONCRETO

RUC:20605051961



Después de un largo período sin sedimentación durante el cual ocurrieron además varias fases de deformación y de erosión, tiene lugar, ya en el Terciario superior (Mioceno a Plioceno), exclusivamente en las Atlas Mesetas, un extenso volcanismo; los productos más antiguos son básicos a intermedios (Volcanicos Astobamba), luego aparecen cuerpos hipabisales de composición intermedia (Volcanicos Heru) y finalmente volcánicos ácidos en su mayor parte redepositados (Tobas Ingahuasi). Los depósitos cuaternarios son particularmente abundantes; se reconocen depósitos lacustres Pleistocénicos y tres conjuntos sedimentarios más recientes (morrenas, escombros y terrazas) que se relacionan con tres etapas de glaciación. En el aspecto tectónico se reconocen en Huancayo los efectos de varias fases tectónicas. La primera es la tectorogénesis eo-hercinica que plegó intensamente los flyschs Excelsior según direcciones E-W. a NE-SW en un primer tiempo, y NW-SE en un segundo. Los pliegues son isoclinales, están acompañados por esquistosidad y a veces por el desarrollo de un epimetamorfismo. Después de un largo período de cuasi-inactividad tectónica tiene lugar la tectorogénesis del Cretáceo tardío que afectó la parte NE de la plataforma y probablemente el geanticlinal. Los movimientos del Terciario inferior fueron intensos en toda la hoja y fueron seguidos por varias fases más débiles en el curso del Terciario medio y superior y hasta el Cuaternario (Neotectónica). Todas las fases mesozoicas y cenozoicas edificaron pliegues. NW-SE bastante abiertos, por lo general acompañadas por fallas inversas de alto ángulo de la misma dirección; en la Cordillera Oriental, una de estas fases dio lugar a un epimetamorfismo. Las fallas normales son frecuentes, en particular las transversales. Las rocas intrusivas ocupan áreas reducidas. En la Cordillera Oriental se encuentran algunos cuerpos hipabisales asociados con los volcánicos del Pérmico superior. En las Altas Mesetas el único intrusivo importante es el stock ácido del C° Huacravilca. Los yacimientos metálicos conocidos son de poca importancia: en la esquina SW del cuadrángulo se encuentra la mina de Cercapuquio con mineralización de zinc con cadmio y el depósito de fierro del C° Huacravilca; en la Cordillera Oriental se hallan pequeños yacimientos de cobre del tipo de relleno de fisuras. Los depósitos no metálicos son numerosos, incluyen carbón y arcillas refractarias, areniscas en lajas, yeso, travertino, etc.





3.5. GEOMORFOLOGIA

En la región de Huancayo la Cordillera Oriental se caracteriza por una gran uniformidad en la altitud de sus cumbres, estas como en el caso de las Altas Mesetas del lado occidental se relacionan con la "Superficie Puna", aquí también la superficie ha sido destruida en gran parte por la erosión de los glaciares y torrentes.

Más al este, ya en el cuadrángulo de Jauja, la cordillera del Huaytapallana se levanta hasta 5,500 m. de altitud, de sus cumbres nevadas descienden glaciares de valle hasta los 4,700 m. Este accidente topográfico remarcable puede ser también un relieve residual, pero, el límite occidental del macizo es una falla y cabe preguntarse, como Dollfus, si "es un horst o un relieve residual?", o es a la vez "un horst y un relieve residual?". Las microformas del relieve están bajo la influencia del hielo y deshielo y en los escasos sinclinales calcáreos se advierten microlenares.

La depresión Jauja-Huancayo es alargada en dirección NW - SE; tiene una longitud aproximada de 70 km. con un ancho que varía entre 3 y 15 km.; en el cuadrángulo de Huancayo su altura varía entre 3,160 y 3,350 m. El río Mantaro la atraviesa a "grosso modo" siguiendo su eje. El fondo de la cuenca está tapizado por espesas formaciones cuaternarias que constituyen un sistema de terrazas escalonadas, localmente interrumpidas por los conos aluviales de los afluentes del Mantaro; las terrazas más antiguas están afectadas por flexuras y pliegues bien caracterizados.

La depresión no parece ser un graben; la hipótesis más verosímil en cuanto a su génesis es la de una gotera de origen tectónico (Dollfus, 1965), formada a consecuencia de un ondulamiento general con gran radio de curvatura en la Superficie Puna contemporáneo o algo posterior al alzamiento de los Andes.

3.6. GEODINAMICA EXTERNA

El área en estudio no presenta ningún riesgo geológico potencial. Según el mapa de geodinámica externa del Perú (INGEMMET 1991), en esta zona no se han producido fenómenos geológicos que pueden poner en peligro la seguridad de obras civiles.



LABORATORIO ESPECIALIZADO EN
GEOTECNIA Y CONCRETO

RUC:20605051961

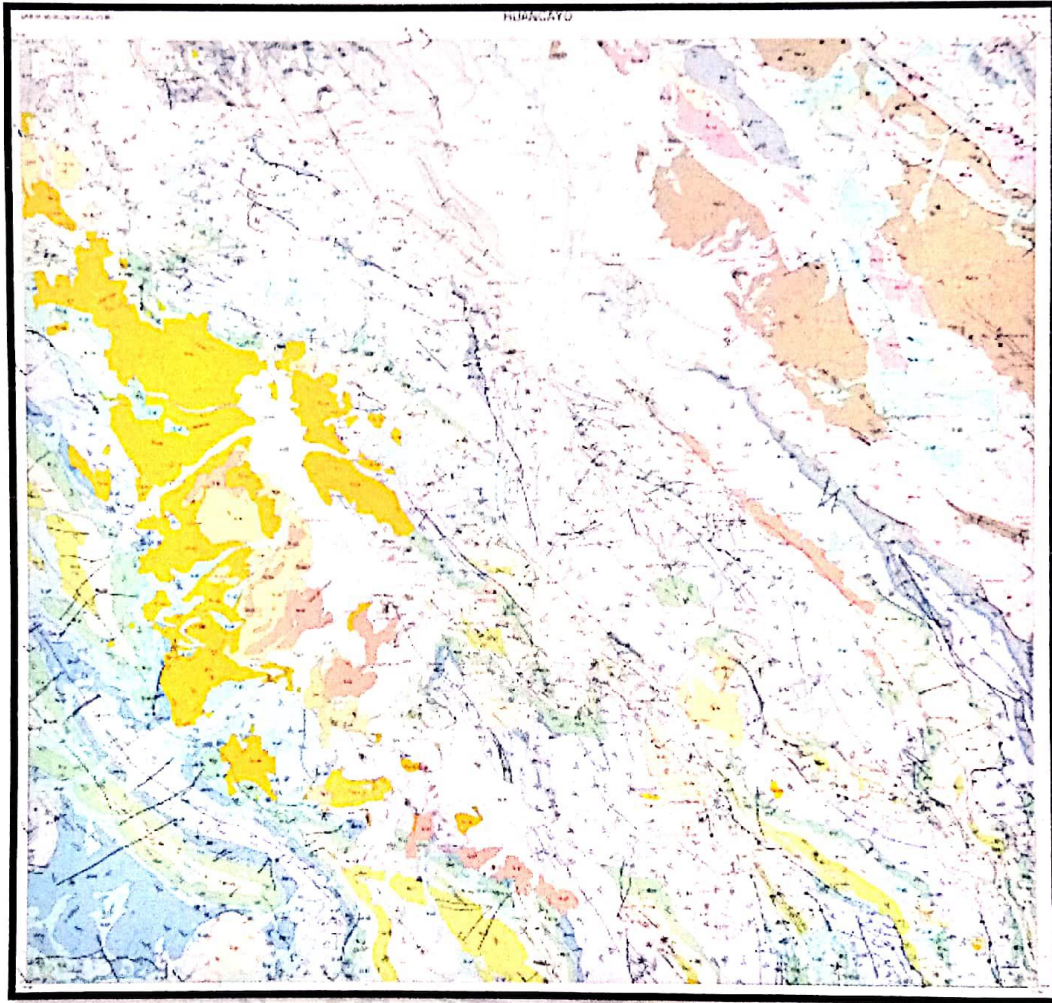


Imagen 3
Mapa de Geodinámica Externa (Fuente INGEMMET)



Jr. Ica N° 590-Of. 305-3er Piso-Huancayo
Pje. Grau N° 223-Chilca-Huancayo
Cel.: 944602608 / 956007638



3.7. SISMICIDAD

El territorio peruano está establecido en diversas zonas sísmicas, que presentan diferentes características de acuerdo a la mayor o menor ocurrencia de los sismos.

Según el Mapa de Zonificación Sísmica propuesto por la Norma de Diseño Sismo resistente E-030-2018 del Reglamento Nacional de Edificaciones (2019), la investigación "COMPORTAMIENTO DINAMICO ESTRUCTURAL EN EDIFICACIONES CON PILOTES PREFABRICADOS ANTE SOLICITACIONES SISMICAS, HUANCAYO - 2019", se encuentra comprendido en la Zona 3, clasificada como zona de sismicidad alta.

La fuente de datos básica de intensidades sísmicas que describe los principales eventos sísmicos ocurridos en el Perú, ha sido presentada por Silgado (1978).

En el mapa de distribuciones de máximas intensidades sísmicas observadas (Alva et al., 1984), de acuerdo a esta información, se concluye que según la historia sísmica del área de estudio (400 años), han ocurrido sismos de intensidades altas como VI – VII en la escala Mercalli Modificado.

En concordancia al Reglamento Nacional de Construcciones, Norma Técnica de Edificación E-30; Diseño Sismo resistente – M.V.C. y S. – (02 de Abril 2018), la zona de estudios se encuentra enmarcado en la "Zona 3, de Sismicidad Alta", donde se espera la ocurrencia de sismos con intensidades de VII Mercalli Modificada (MM), de acuerdo a Deza y Carbonell.

La zonificación propuesta se basa en la distribución espacial de la Sismicidad, las características generales de los movimientos sísmicos y la atenuación de éstas con la distancia epicentral, así como en información neo tectónica.

Para el diseño de las obras se debe considerar en concordancia a la Norma Técnica E.030 Diseño sismo resistente "Capítulo II. Artículo 7. Zonificación", (páginas 9 - 10), una aceleración de 0,35 g, considerar el siguiente parámetro del suelo: Tipo S2 Suelos

intermedios, $TP = 0.6$, $TL=2.0$ y $S = 1,15$



Jr. Ica N° 590-Of. 305-3er Piso-Huancayo
Pje. Grau N° 223-Chilca-Huancayo
Cel.: 944602608 / 956007638

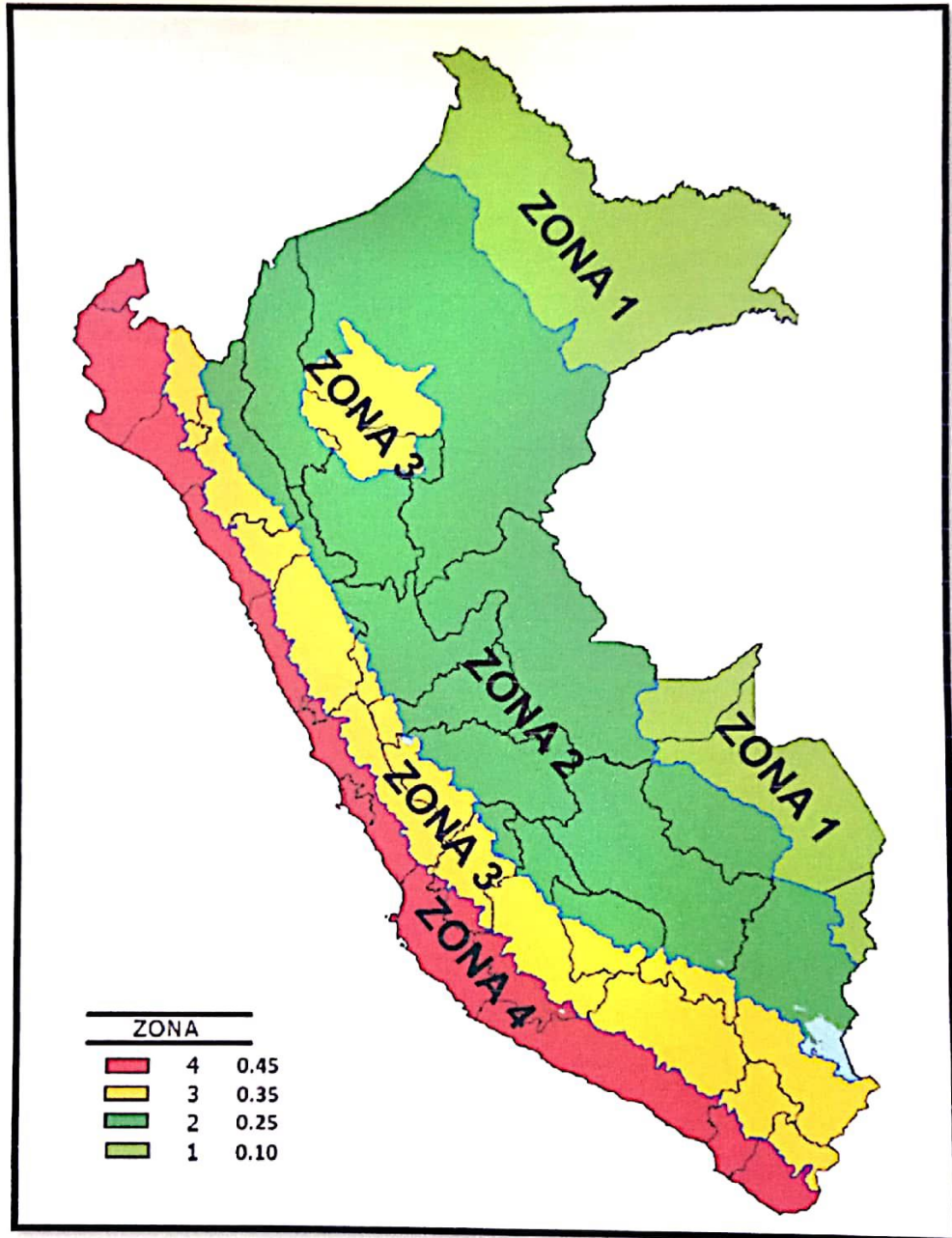


Imagen 4
 Mapa de Zonificación Sísmica



LABORATORIO ESPECIALIZADO EN
GEOTECNIA Y CONCRETO

RUC:20605051961

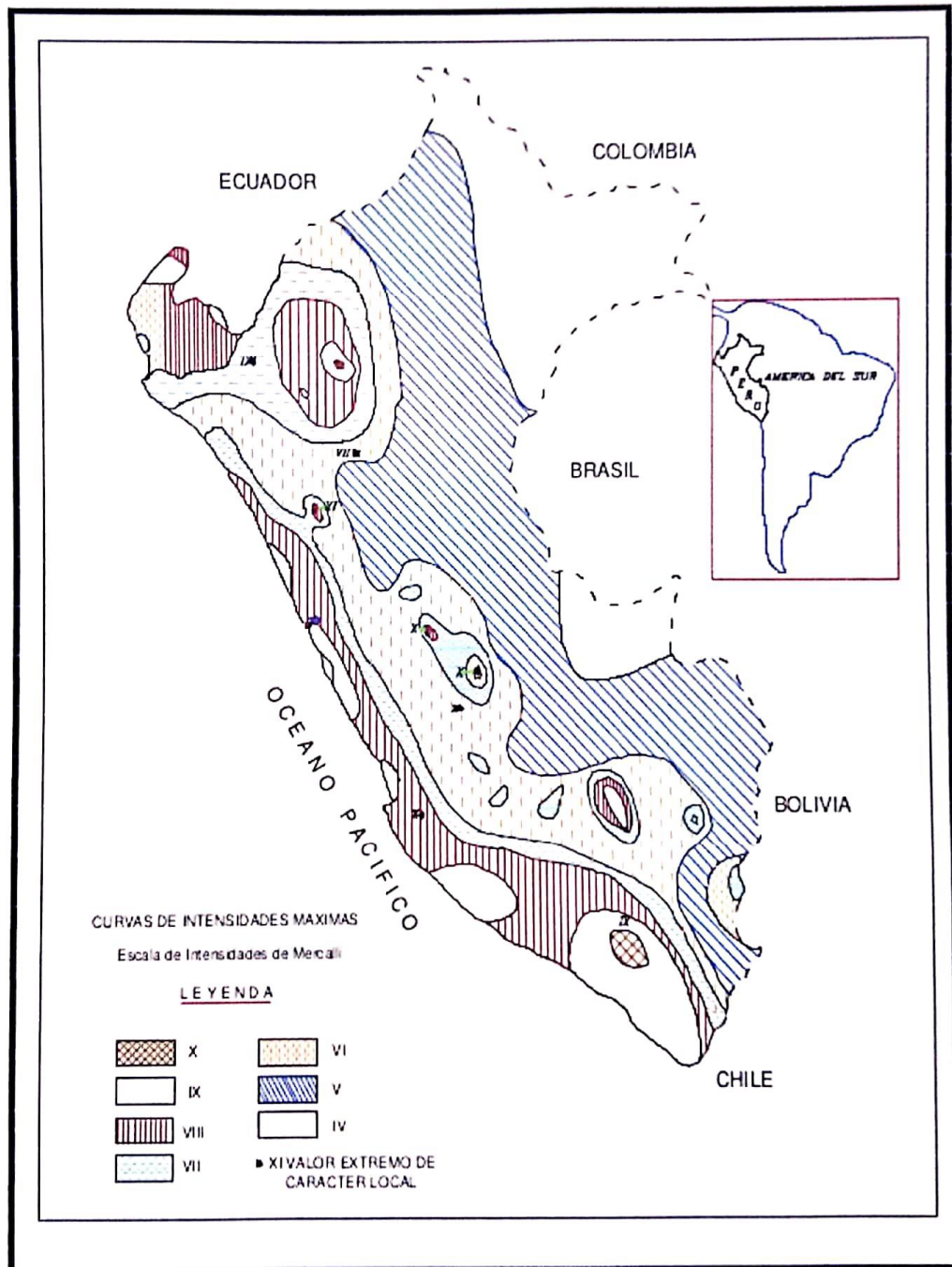


Imagen 5
 Mapa de distribución de máximas Intensidades Sísmicas



LABORATORIO ESPECIALIZADO EN GEOTECNIA Y CONCRETO

RUC:20605051961



3.8. NORMATIVIDAD

El presente estudio está en concordancia con las siguientes Normas:

- E-050 – Suelos y Cimentaciones (Reglamento Nacional de Edificaciones)
- E-030 – Diseño Sísmico Resistente (Reglamento Nacional de Edificaciones)
- E-020 – Cargas (Reglamento Nacional de Edificaciones)

4. PROGRAMA DE INVESTIGACIONES GEOTÉCNICAS EJECUTADAS

Para el presente Estudio de Suelos con fines de investigación, se planteó y ejecutó el siguiente Programa de Investigaciones Geotécnicas de conformidad a lo normado en el reglamento Nacional de Estructuras, TITULO VI : NORMA E 0.50 – SUELOS Y CIMENTACIONES.

De conformidad a la Tabla N° 6, Número de Puntos a investigar para el Tipo de acuerdo al Profesional responsable.

4.1. INVESTIGACION EN CAMPO

El programa de investigaciones ejecutadas en campo son las siguientes:

- 01 Excavación con personal en campo a cielo abierto del tipo Calicata, con secciones de 1.20 x 1.50 m. y profundidad de 3.10 m.
- Ensayos de Suelos In – Situ: Densidad Natural, método Cono de Arena.
- Muestreo de Suelos en condiciones de disturbados o alterados.

4.1.1. EXCAVACION DE CALICATAS

Se programó y ejecutó un total de 01 Calicata con sección de excavación de 1.20 x 1.50 m., y profundidad de C-1=3.10m.

4.1.2. ENSAYOS DE SUELO IN SITU: DENSIDAD NATURAL

La necesidad de conocer cuál es la densidad natural del terreno tal como se encuentra en el campo, obligó a ejecutar Ensayos de Densidad Natural in – situ por el método del Cono de Arena. La relación de los ensayos ejecutados y sus resultados obtenidos es la siguiente:





**CALICATA No. 01.
M-2.**

$P_1 = 1850 \text{ Kg/m}^2.$
 $D_f = 1.80 \text{ m.}$

4.1.3. MUESTREO DE SUELOS DISTURBADOS

La Calicata descubierta se inspeccionó e identificó visualmente los tipos de suelos descubiertos en sus paredes, procediendo al muestreo del suelo representativo a condición de alterado o disturbado, y obtenido de las paredes de la calicata en todo el espesor de la capa identificada

4.2. TRABAJO EN GABINETE

Los trabajos ejecutados en gabinete comprendieron:

- Evaluación de resultados de investigaciones de campo.
- Ensayos de Suelos en Laboratorio.
- Elaboración del Informe del Estudio de Suelos.

4.2.1. EVALUACIÓN DE RESULTADOS DE INVESTIGACIONES DE CAMPO

Toda la data sobre descripción de los suelos descubiertos en las paredes de las Calicatas excavadas, fué evaluada y transcrita a los Registros de Suelos como una información técnica inicial, que posteriormente quedó corregida y mejorada en su presentación de conformidad a los resultados de los ensayos obtenidos en Laboratorio, conforme a las muestras de suelos allí remitidas.

4.2.2. ENSAYOS DE SUELOS EN LABORATORIO

Del total de muestras disturbadas obtenidas en campo, en laboratorio se inspeccionó cada muestra de suelo determinándose la similitud de los suelos muestreados. Se llegó a identificar la existencia de gran similitud granulométrica entre los suelos muestreados en la calicata ejecutada. Ello permitió reducir y seleccionar las muestras que fueron finalmente remitidas al Laboratorio.





4.2.3. ELABORACIÓN DEL INFORME DEL ESTUDIO DE SUELOS

Para este efecto se reunió y evaluó los resultados alcanzados tanto en campo como en Laboratorio, definiendo la correcta descripción de los tipos de suelos así identificados, y proyectando sus características o propiedades físicas, mecánicas y químicas que entregarán al contactar con las futuras estructuras por construir, detallándose las recomendaciones técnicas constructivas que deberán preverse.

4.3. PERFILES DE SUELOS INVESTIGADOS

El perfil de Suelos descubierto en las paredes se entrega en cada Registro de Calicatas ubicados en el Anexo correspondiente del presente Informe. Allí se describen los suelos identificados en campo y corregidos o ratificados con los resultados de los Ensayos de las muestras de suelos enviadas al Laboratorio.

El perfil de suelos dentro del área investigada para la construcción, de la Cimentación, resulta ser bastante uniforme en su continuidad porque presenta un similar tipo de suelo en toda esta extensión investigada.

El perfil promedio de los suelos existentes en toda el área investigada se le define enseguida para los fines de cimentación de las estructuras previstas:





PERFIL PROMEDIO GENERAL:

Estrato 01: (0.00 – 0.15 m) Relleno suelo granular, en estado húmedo, consistencia dura, cementación fuerte, resistencia alta, estructura homogénea, color marrón oscuro, clasificado como Re.

Estrato 02: (0.15 – 0.70 m) Arena con grava mal graduada en estado húmedo, consistencia firme, resistencia media, estructura homogénea, color marrón oscuro con grava de 1" a 1 1/2" en 30%, clasificado como SP

Estrato 03: (0.70 – 1.30 m) Arena con grava en estado húmedo, consistencia firme, cementación fuerte, resistencia media, estructura homogénea, color marrón oscuro con grava 1" en 20% sub angulares chatas con presencia de bolonería en 20% clasificado como SP.

Estrato 04: (1.30 – 2.70 m) Arena con grava mal graduada en estado húmedo, consistencia suave, resistencia media, estructura homogénea, color negrizco con grava de 1 1/2" a 2" en 35%, clasificado como SP.

Estrato 05: (2.70 – 3.10 m) Napa freática.

4.4. NIVEL DE LA NAPA FREÁTICA

Las investigaciones geotécnicas ejecutadas en el presente estudio verifica la presencia de la napa freática a una profundidad de 2.70 m.

4.5. NIVEL DE LA CIMENTACION DE LA ESTRUCTURA

El terreno natural existente del área en estudio corresponde a una superficie llana con presencia de suelo alterado, por lo que el nivel de las cimentaciones deben ubicarse a una profundidad uniforme conforme la topografía natural de terreno lo exija, según la excavación realizada lo recomendable es colocar el nivel de la cimentación a una profundidad mayor al de la napa freática, mayor a 3.10m.





4.6. PARAMETROS GEOTECNICOS

Conforme al objetivo del presente estudio, se pasa a definir los parámetros geotécnicos relativos al ángulo de fricción y cohesión, que intervendrán en los cálculos de la capacidad de carga última y admisible; en tal sentido, los resultados obtenidos en el Laboratorio de Mecánica de Suelos de INSTITUTO GEOTECNICO NACIONAL. Practicado a las muestras de suelos disturbados de la zona en estudio, los parámetros de resistencia obtenidos mediante el ensayo de Corte Directo, conforme a la Norma ASTM D3080 se tiene:

CALICATA No. 01.

M-1.

| | |
|----------------------------|------------------------------|
| Angulo de Fricción interna | $\phi = 29.40^\circ$ |
| Cohesión | $C = 0.0138 \text{ Kg/cm}^2$ |

M-2.

| | |
|----------------------------|------------------------------|
| Angulo de Fricción interna | $\phi = 24.33^\circ$ |
| Cohesión | $C = 0.3349 \text{ Kg/cm}^2$ |

En consecuencia se presentan los parámetros geotécnicos definidos para los cálculos de las capacidades portantes última y admisible.

5. ANÁLISIS DE LA CIMENTACIÓN

5.1. PROFUNDIDAD DE LA CIMENTACION

Considerando el suelo en que deberá cimentar dada la potencia encontrada en las investigaciones, se recomienda emplear una profundidad mayor al de la napa freática encontrada, siempre que el Ingeniero Supervisor y/o el Ing. Responsable de la Obra consideren dicho nivel como el de cimentación competente. Estos criterios son con la finalidad de proporcionar el adecuado confinamiento a la estructura.

Por las características del proyecto, se deberá controlar y homologar los niveles de cada cimentación para lograr conformar toda una base horizontal a un mismo nivel por cada plataforma de trabajo que se genere, conforme a la topografía natural de terreno, lo cual le brindará un mejor comportamiento estructural. Se deberá prever que para cimientos con situaciones de estar sobre excavados, se procederá con relleno de concreto pobre. Además es muy conveniente que el suelo de todo fondo de





cimentación sea compactado adecuadamente para luego acceder al vaciado del concreto de relleno o solado.

5.2. TIPO DE CIMENTACION

Con la aproximación propia de la exploración ejecutada, podemos establecer que para una construcción, se podrá adoptar sistemas de cimentación profunda, por medio de muros pantalla, pilotes, micropilotes, si así lo requiera dentro del proceso de cálculo estructural de la cimentación. Los elementos de cimentación, en todos los casos deberán desplantarse a una profundidad no menor del de la napa freática.

5.3. FACTOR DE SEGURIDAD

Siguiendo las normas y reglamentos respectivos, se considera un factor de seguridad igual o mayor a 3, resultando este valor de la relación de la capacidad de carga resistente del suelo (carga última) entre la capacidad de carga actuante (carga admisible).

Por lo tanto se empleará:

$$FS = q_{ult} / q_{ad} = 3.0$$

6. INFORME FINAL DESCRIPTIVA Y DE CALCULOS

De acuerdo a los datos obtenidos en el laboratorio de Mecánica de Suelos de Corte Directo en los Laboratorios. Se observaron los siguientes datos:

En la Calicata C-1, M-2, es un suelo con $P2=1850 \text{ Kg/m}^2$.



LABORATORIO ESPECIALIZADO EN GEOTECNIA Y CONCRETO

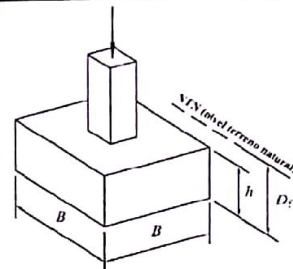
RUC:20605051961



ANALISIS DE LA CAPACIDAD ULTIMA - CIMENTACION SUPERFICIAL

| | | |
|--------------|--|----------------------------------|
| SOLICITANTE: | BRAÑES MELITÓN NIELSSEN DEL ROSARIOS | |
| PROYECTO: | "COMPORTAMIENTO DINAMICO – ESTRUCTURAL EN EDIFICACIONES CON PILOTES PREFABRICADOS ANTE SOLICITACIONES SÍSMICAS EN TERRENOS VULNERABLES, HUANCAYO 2019" | |
| CALICATA: | C-01/M-01 | ESTRATO ENSAYADO : 1.70m - 2.70m |

| DATOS GENERALES | |
|----------------------|---------------|
| Angulo de Friccion | 24.33 ° |
| Cohesion | 0.00 kpa |
| Cohesion | 0.0000 kg/cm2 |
| Peso Especifico | 18.14 kg/cm3 |
| Relacion Ancho Largo | 1 |
| Factor de Seguridad | 3 |
| Carga Concentrada | 20 ton |



| FORMA | FACTORES CAPACIDAD DE CARGA | | | FACTORES DE FORMA | | |
|----------|-----------------------------|------|------|-------------------|------|------|
| | Nc | Ny | Nq | Sc | Sy | Sq |
| CUADRADA | 19.80 | 9.95 | 9.97 | 1.50 | 0.60 | 1.45 |

DETERMINACION DE LA CAPACIDAD PORTANTE

| TIPO DE CIMENTACION | Prof (Df) (m) | Ancho (B) (m) | Qult (Kg/cm2) | Qadm (Kg/cm2) | Qact (Kg/cm2) | Condicion Qadm > Qa |
|---------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------------|
| ZAPATA CUADRADA | 1.60 | 1.50 | 5.11 | 1.70 | 0.89 | Cumple |
| | 1.60 | 1.55 | 5.14 | 1.71 | 0.83 | Cumple |
| | 1.60 | 1.60 | 5.17 | 1.72 | 0.78 | Cumple |
| | 1.60 | 1.65 | 5.20 | 1.73 | 0.73 | Cumple |
| | 1.60 | 1.70 | 5.22 | 1.74 | 0.69 | Cumple |
| | 1.70 | 1.50 | 5.38 | 1.79 | 0.89 | Cumple |
| | 1.70 | 1.55 | 5.41 | 1.80 | 0.83 | Cumple |
| | 1.70 | 1.60 | 5.44 | 1.81 | 0.78 | Cumple |
| | 1.70 | 1.65 | 5.47 | 1.82 | 0.73 | Cumple |
| | 1.70 | 1.70 | 5.49 | 1.83 | 0.69 | Cumple |
| | 1.80 | 1.50 | 5.65 | 1.88 | 0.89 | Cumple |
| | 1.80 | 1.55 | 5.68 | 1.89 | 0.83 | Cumple |
| | 1.80 | 1.60 | 5.71 | 1.90 | 0.78 | Cumple |
| | 1.80 | 1.65 | 5.73 | 1.91 | 0.73 | Cumple |
| | 1.80 | 1.70 | 5.76 | 1.92 | 0.69 | Cumple |
| | 1.90 | 1.50 | 5.92 | 1.97 | 0.89 | Cumple |
| | 1.90 | 1.55 | 5.95 | 1.98 | 0.83 | Cumple |
| | 1.90 | 1.60 | 5.97 | 1.99 | 0.78 | Cumple |
| | 1.90 | 1.65 | 6.00 | 2.00 | 0.73 | Cumple |
| | 1.90 | 1.70 | 6.03 | 2.01 | 0.69 | Cumple |
| 2.00 | 1.50 | 6.19 | 2.06 | 0.89 | Cumple | |
| 2.00 | 1.55 | 6.21 | 2.07 | 0.83 | Cumple | |
| 2.00 | 1.60 | 6.24 | 2.08 | 0.78 | Cumple | |
| 2.00 | 1.65 | 6.27 | 2.09 | 0.73 | Cumple | |
| 2.00 | 1.70 | 6.30 | 2.10 | 0.69 | Cumple | |



LABORATORIO ESPECIALIZADO EN
GEOTECNIA Y CONCRETO

RUC:20605051961



| ANALISIS DE LA CAPACIDAD ULTIMA - CIMENTACION SUPERFICIAL | | | | | | |
|---|---|----------------------------------|---------------|-------------------|---------------|---------------------|
| SOLICITANTE: | BRAÑES MELITÓN NIELSSEN DEL ROSARIOS | | | | | |
| PROYECTO: | "COMPORTAMIENTO DINÁMICO – ESTRUCTURAL EN EDIFICACIONES CON PILOTES PREFABRICADOS ANTE SOLICITACIONES SÍSMICAS EN TERRENOS VULNERABLES, | | | | | |
| CALICATA: | C-01/M-01 | ESTRATO ENSAYADO : 1.70m - 2.70m | | | | |
| DATOS GENERALES | | | | | | |
| Angulo de Friccion | 24.33 ° | | | | | |
| Cohesion | 0.0000 ton/m2 | | | | | |
| Cohesion | 0.1838 kg/cm2 | | | | | |
| Peso Especifico | 18.14 kg/cm3 | | | | | |
| Relacion Ancho Largo | 0.5 | | | | | |
| Factor de Seguridad | 3 | | | | | |
| Carga Concentrada | 20 ton | | | | | |
| | | | | | | |
| FORMA | FACTORES CAPACIDAD DE CARGA | | | FACTORES DE FORMA | | |
| | Nc | Ny | Nq | Sc | Sy | Sq |
| CUADRADA | 19.80 | 9.95 | 9.97 | 1.10 | 0.90 | 1.45 |
| DETERMINACION DE LA CAPACIDAD PORTANTE | | | | | | |
| TIPO DE CIMENTACION | Prof (Df) (m) | Ancho (B) (m) | Qult (Kg/cm2) | Qadm (Kg/cm2) | Qact (Kg/cm2) | Condicion Qadm > Qa |
| ZAPATA RECTANGULAR | 1.60 | 1.50 | 5.53 | 1.84 | 0.89 | Cumple |
| | 1.60 | 1.55 | 5.57 | 1.86 | 0.83 | Cumple |
| | 1.60 | 1.60 | 5.61 | 1.87 | 0.78 | Cumple |
| | 1.60 | 1.65 | 5.65 | 1.88 | 0.73 | Cumple |
| | 1.60 | 1.70 | 5.69 | 1.90 | 0.69 | Cumple |
| | 1.70 | 1.50 | 5.80 | 1.93 | 0.89 | Cumple |
| | 1.70 | 1.55 | 5.84 | 1.95 | 0.83 | Cumple |
| | 1.70 | 1.60 | 5.88 | 1.96 | 0.78 | Cumple |
| | 1.70 | 1.65 | 5.92 | 1.97 | 0.73 | Cumple |
| | 1.70 | 1.70 | 5.96 | 1.99 | 0.69 | Cumple |
| | 1.80 | 1.50 | 6.06 | 2.02 | 0.89 | Cumple |
| | 1.80 | 1.55 | 6.11 | 2.04 | 0.83 | Cumple |
| | 1.80 | 1.60 | 6.15 | 2.05 | 0.78 | Cumple |
| | 1.80 | 1.65 | 6.19 | 2.06 | 0.73 | Cumple |
| | 1.80 | 1.70 | 6.23 | 2.08 | 0.69 | Cumple |
| | 1.90 | 1.50 | 6.33 | 2.11 | 0.89 | Cumple |
| | 1.90 | 1.55 | 6.37 | 2.12 | 0.83 | Cumple |
| | 1.90 | 1.60 | 6.42 | 2.14 | 0.78 | Cumple |
| | 1.90 | 1.65 | 6.46 | 2.15 | 0.73 | Cumple |
| | 1.90 | 1.70 | 6.50 | 2.17 | 0.69 | Cumple |
| 2.00 | 1.50 | 6.60 | 2.20 | 0.89 | Cumple | |
| 2.00 | 1.55 | 6.64 | 2.21 | 0.83 | Cumple | |
| 2.00 | 1.60 | 6.68 | 2.23 | 0.78 | Cumple | |
| 2.00 | 1.65 | 6.72 | 2.24 | 0.73 | Cumple | |
| 2.00 | 1.70 | 6.77 | 2.26 | 0.69 | Cumple | |





| ANÁLISIS DE LA CAPACIDAD ULTIMA - CIMENTACION SUPERFICIAL | | | | | | |
|---|---|----------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|---------------------|
| SOLICITANTE: | BRAÑES MELITÓN NIELSSEN DEL ROSARIOS | | | | | |
| PROYECTO: | "COMPORTAMIENTO DINÁMICO – ESTRUCTURAL EN EDIFICACIONES CON PILOTES PREFABRICADOS ANTE SOLICITACIONES SÍSMICAS EN TERRENOS VULNERABLES, | | | | | |
| CALICATA: | C-01/M-01 | ESTRATO ENSAYADO : 1.70m - 2.70m | | | | |
| DATOS GENERALES | | | | | | |
| Angulo de Friccion | 24.33 ° | | | | | |
| Cohesion | 0.0000 ton/m ² | | | | | |
| Cohesion | 0.1838 kg/cm ² | | | | | |
| Peso Especifico | 18.14 kg/cm ³ | | | | | |
| Relacion Ancho Largo | 0.5 | | | | | |
| Factor de Seguridad | 3 | | | | | |
| Carga Concentrada | 1.5 ton | | | | | |
| | | | | | | |
| FORMA | FACTORES CAPACIDAD DE CARGA | | | FACTORES DE FORMA | | |
| | Nc | Ny | Nq | Sc | Sy | Sq |
| CORRIDO | 19.80 | 9.95 | 9.97 | 1.10 | 0.90 | 1.45 |
| DETERMINACION DE LA CAPACIDAD PORTANTE | | | | | | |
| TIPO DE CIMENTACION | Prof (Df) (m) | Ancho (B) (m) | Qult (Kg/cm ²) | Qadm (Kg/cm ²) | Qact (Kg/cm ²) | Condición Qadm > Qa |
| CORRIDO | 0.80 | 0.50 | 2.56 | 0.85 | 0.60 | Cumple |
| | 0.90 | 0.50 | 2.83 | 0.94 | 0.60 | Cumple |
| | 1.00 | 0.50 | 3.09 | 1.03 | 0.60 | Cumple |
| | 1.10 | 0.50 | 3.36 | 1.12 | 0.60 | Cumple |
| | 1.20 | 0.50 | 3.63 | 1.21 | 0.60 | Cumple |

7. CONSIDERACIONES A TOMAR EN EL DISEÑO

El terreno deberá ser diseñado para cimentaciones que la falla del suelo sea del tipo general cumpliendo las capacidades de cargas debidos a la cohesión, a la sobrecarga y al peso del Suelo, garantizando el estado elástico y plástico, por lo que se deberá diseñarse la cimentación de la estructura tomando en consideración la capacidad menor encontrada de los estudios que es capacidad portante del terreno de 1.88 Kg/cm².

8. CONSIDERACIONES A TOMAR PARA EFECTOS SISMORESISTENTE

Las consideraciones de sismo a tomar en el diseño sismo resistente, se utilizaran tanto el factor de suelo y el periodo predominante de vibración del suelo y es como sigue:





Para el Factor de Suelo (S), según se detalla en la descripción del tipo de suelo se toma como S2, considerando un suelo intermedio con un Factor de $S=1.15$.

Para la determinación del período predominante de vibración del suelo, según se detalla en la descripción del tipo de suelo como un suelo intermedio y para determinar TP se debe tomar el valor de 0.60 y para T_L se debe tomar el valor de 2.00.

9. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- Con la aproximación propia de la exploración ejecutada, podemos establecer que para la edificación del Proyecto en referencia, se podrá adoptar sistemas de cimentación profunda, por medio de muros pantalla, pilotes, micropilotes, etc. En caso de que el cálculo estructural de cimentación lo requiera. Los elementos de cimentación, en todos los casos deberán desplantarse a una profundidad no menor que el de la napa freática.
- Es conveniente que todos los elementos estructurales se apoyen a la misma profundidad y calculados de acuerdo a las normas de Diseño Sismo Resistente.
- Para evitar situaciones de inestabilidad derivados principalmente de la condición suelta en que pueden quedar los suelos de apoyo de las zapatas durante el proceso de construcción que altera totalmente sus propiedades naturales, es necesario densificar convenientemente el fondo de la excavación.
- Por la naturaleza del suelo y la profundidad de la excavación con fines de cimentación, esta se efectuara con maquinaria y/o excavación manual. Se recomienda que el tiempo de permanencia al aire libre de la excavación en forma natural sea menor a 3 días.
- Límite de distorsiones Angulares del orden de 1/300
- La capacidad portante del terreno es de 1.88 Kg/cm².





- Se evidencio Nivel de la Napa Freática: a 2.70 metros de profundidad.
- Se ha encontrado un terreno bastante homogéneo, efectuando la correlación del pozo de exploración se tiene que su composición es de Arena mal graduada con Grava.
- Se uso un valor igual a cero (0), para el calculo de la capacidad admisible, esto en base a la norma E050 Suelos y Cimentaciones donde indica que : En suelos friccionantes (gravas, arenas y gravas-arenosas), se emplea una cohesión (c) igual a cero.
- Parámetros de suelo (suelos Intermedios)
 - Para el análisis dinámico utilizar el factor de $S=1.15$.
 - Para el análisis dinámico utilizar el TP (S) = 0.60.
 - Para el análisis dinámico utilizar el TL (S) = 2.00.
- El Tesista puede considerar otro tipo de cimentaciones profundas a partir del presente informe, lo mismo que de la capacidad de carga admisible; para lo cual deberá ajustar estos valores la cimentación que considere conveniente.
- Se recomienda realizar Ensayos de Corte Directo o Ensayos triaxiales adicionales, para garantizar y tener la certeza de los parámetros de diseño.
- El ensayo de clasificación se realizó en las instalaciones del laboratorio GEO TEST V SAC.





10. ANEXOS

I. PANEL FOTOGRAFICO

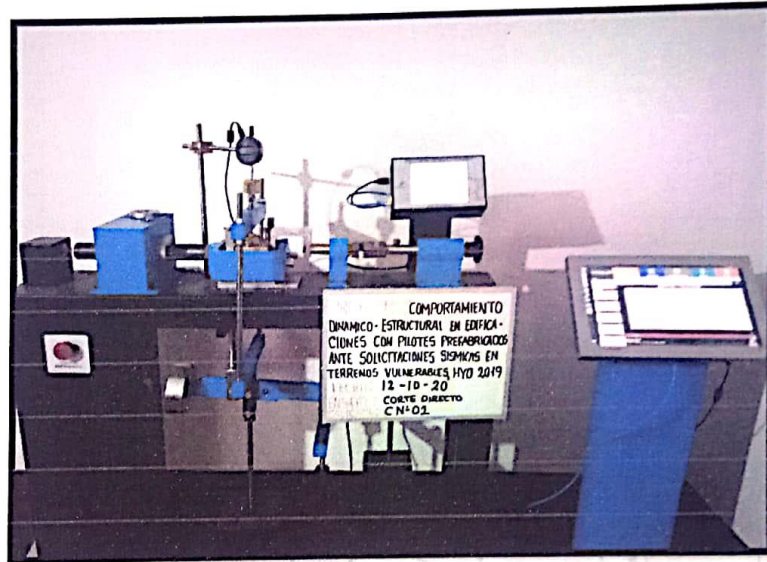


Imagen 6
Corte Directo C-01 / M-01

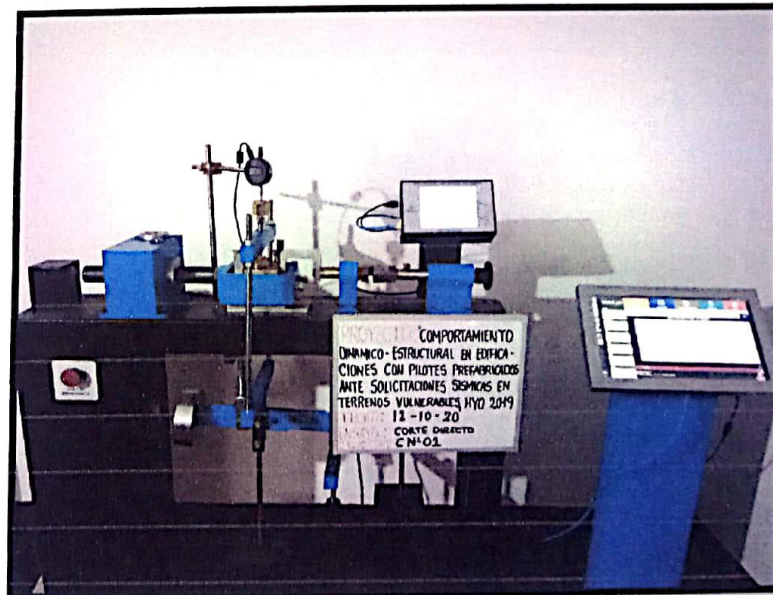

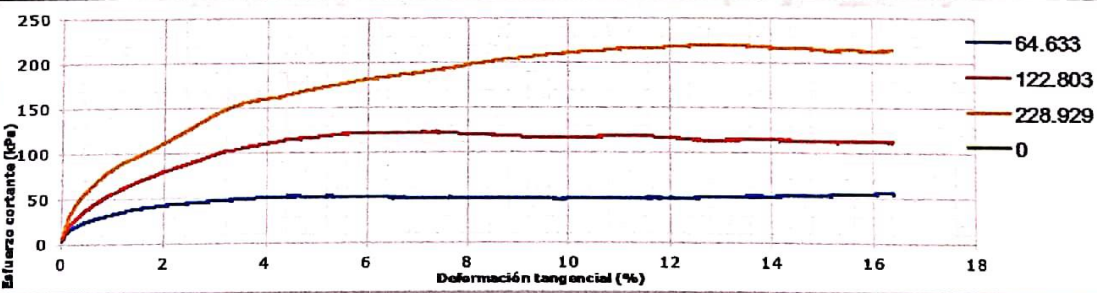
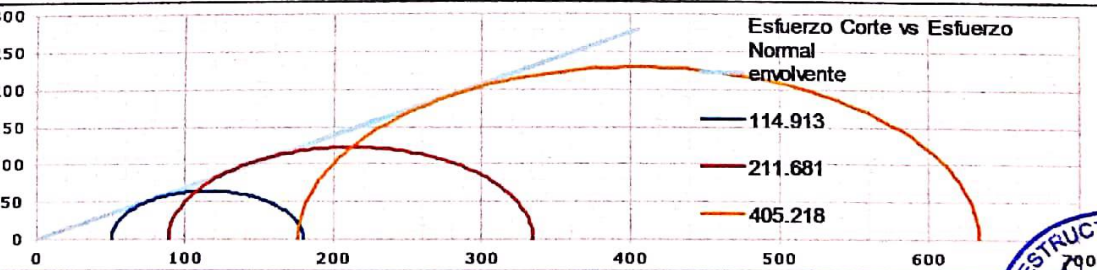


Imagen 7
Corte Directo C-01 / M-02





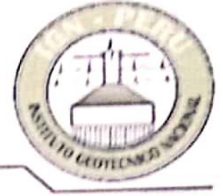
II. RESULTADOS DE ENSAYOS DE LABORATORIO


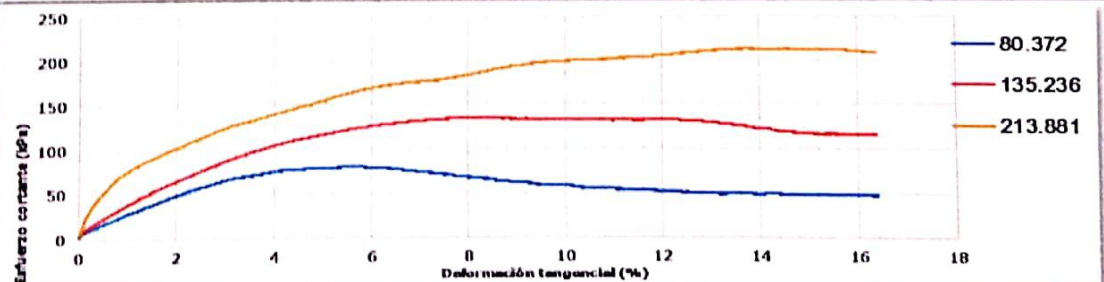
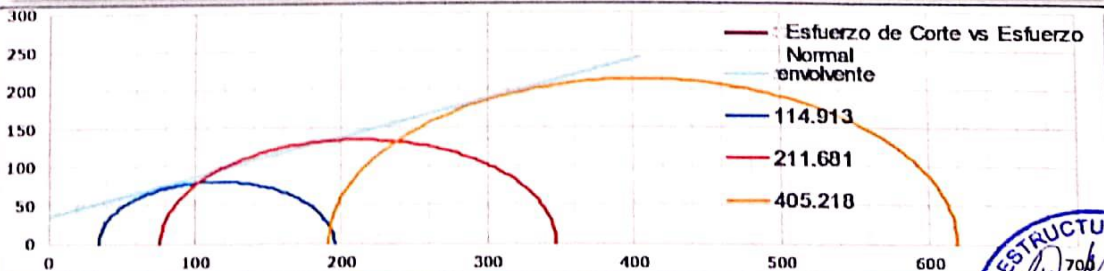
|  | | REGISTRO DE ENSAYOS DE CORTE DIRECTO | | | |
|--|--|---|----------|-----------|----------|
| | | LABORATORIO ESPECIALIZADO EN GEOTECNIA Y CONCRETO | | | |
| | | | | VERSIÓN 1 | PÁGINA 1 |
| FECHA DE IMPRESIÓN | 2020-10-22 | ID. MUESTRA | MATERIAL | | |
| FECHA DE ENSAYO | 2020-10-12 | C-01 / M-01 | SP | | |
| INFORMACIÓN GENERAL | | | | | |
| No. ENSAYO | IGN-021020 | | | | |
| SOLICITANTE | BRAÑES MELITÓN NIELSEN DEL ROSARIO | | | | |
| PROYECTO | "COMPORTAMIENTO DINÁMICO – ESTRUCTURAL EN EDIFICACIONES CON PILOTES PREFABRICADOS ANTE SOLICITACIONES SÍSMICAS EN TERRENOS VULNERABLES, HUANCAYO 2019" | | | | |
| ESTRATO | 1.70 - 2.70 (m) | | | | |
| PROFUNDIDAD | 3.10 m | | | | |
| TIPO MUESTRA | Mib | | | | |
| RESULTADOS DEL ENSAYO | | | | | |
| | ÍTEM 1 | ÍTEM 2 | ÍTEM 3 | ÍTEM 4 | |
| DIÁMETRO ó LADO (mm) | 50.8 | 50.8 | 50.8 | 0 | |
| PESO UNITARIO (g/cm ³) | 0.641 | 0.7 | 0.661 | 0 | |
| ÁREA (mm ²) | 2026.828 | 2026.828 | 2026.828 | 0 | |
| VELOCIDAD (mm/min) | 0.012 | 0.012 | 0.012 | 0 | |
| ESFUERZO NORMAL (kPa) | 114.913 | 211.681 | 405.218 | 0 | |
| ESFUERZO DE CORTE (kPa) | 64.633 | 122.803 | 228.929 | 0 | |
| COHESIÓN (kPa) | 1.35 | OBSERVACIONES | | | |
| ÁNGULO DE FRICCIÓN | 29.40 | | | | |
| COHESIÓN EFECTIVA (kPa) | 0.95 | | | | |
| ÁNGULO DE FRICCIÓN EFECTIVA | 34.41 | | | | |
|  | | | | | |
|  | | | | | |



LABORATORIO ESPECIALIZADO EN GEOTECNIA Y CONCRETO

RUC: 20605051961



|  | | REGISTRO DE ENSAYOS DE CORTE DIRECTO | | |
|--|--|---|----------|--------|
| | | LABORATORIO ESPECIALIZADO EN GEOTECNIA Y CONCRETO | | |
| | | VERSIÓN 1 | PÁGINA 1 | |
| FECHA DE IMPRESIÓN | 2020-10-22 | ID MUESTRA | MATERIAL | |
| FECHA DE ENSAYO | 2020-10-13 | C-01 / M-02 | SP | |
| INFORMACIÓN GENERAL | | | | |
| No. ENSAYO | IGN-021020 | | | |
| SOLICITANTE | BARRALES MELITÓN NIELSEN DEL ROSARIO | | | |
| PROYECTO | "COMPORTAMIENTO DINÁMICO - ESTRUCTURAL EN EDIFICACIONES CON PILOTES PREFABRICADOS ANTE SOLICITACIONES SÍSMICAS EN TERRENOS VULNERABLES, HUANCAYO 2019" | | | |
| ESTRATO | 1.70 - 2.70 (m) | | | |
| PROFUNDIDAD | 3.10 m | | | |
| TIPO MUESTRA | M _{ab} | | | |
| RESULTADOS DEL ENSAYO | | | | |
| | ÍTEM 1 | ÍTEM 2 | ÍTEM 3 | ÍTEM 4 |
| DIÁMETRO ó LADO (mm) | 50.8 | 50.8 | 50.8 | 0 |
| PESO UNITARIO (g/cm ³) | 0.65 | 0.65 | 0.643 | 0 |
| ÁREA (mm ²) | 2026.828 | 2026.828 | 2026.828 | 0 |
| VELOCIDAD (mm/min) | 0.012 | 0.012 | 0.013 | 0 |
| ESFUERZO NORMAL (kPa) | 114.913 | 211.681 | 405.218 | 0 |
| ESFUERZO DE CORTE (kPa) | 80.372 | 135.236 | 213.881 | 0 |
| COHESIÓN (kPa) | 32.84 | OBSERVACIONES | | |
| ÁNGULO DE FRICCIÓN | 24.33 | | | |
| COHESIÓN EFECTIVA (kPa) | 36.64 | | | |
| ÁNGULO DE FRICCIÓN EFECTIVA | 27.16 | | | |
|  | | | | |
|  | | | | |





LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA

GEO TEST V S.A.C.



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA
RUC: 20606529229

PERFIL ESTRATIGRÁFICO DEL SUELO

PROYECTO: Tesis --Comportamiento dinámico estructural en edificaciones con pilotes prefabricados ante solicitaciones sísmicas, Huancayo - 2019
SOLICITA: Bach. Ing. Brañeros Meliton Nielsens del Rosario
TRAMO: Puente Comuneros-Huancayo
UBICACIÓN: 3 de Diciembre- Huancayo - Junín
CANTERA: Isla Pata-Puente Comuneros
MATERIAL: Calicata -N° 01

TÉCNICO: J.H.R
FECHA: 15/10/2020

| EXCAVACIÓN A CIELO ABIERTO | | | | | | |
|----------------------------|------|---------|--------------------------|----------|---|------------------------|
| PROFUNDIDAD (cm) | SUCS | ALTURAS | CONTENIDO DE HUMEDAD (%) | ESTRATOS | DESCRIPCIÓN Y CLASIFICACIÓN DEL MATERIAL | SIMBOLOGÍA DE ESTRATOS |
| 0.00 | | | | | | |
| -0.10 | O | 0.10 m | - | Org | Material Orgánico | |
| -0.20 | GP | 0.60 m | 10.66% | E1 | Grava mal graduada, con mezcla de grava y arena, con poco de finos, tamaños de gravas de 2" a 3". | |
| -0.30 | | | | | | |
| -0.40 | GM | 0.60 m | 10.57% | E2 | Grava Limosa, mezcla de grava, arena y limo, coloración marrón oscuro, presencia de gravas con tamaños de 3". | |
| -0.50 | | | | | | |
| -0.60 | | | | | | |
| -0.70 | | | | | | |
| -0.80 | SP | 0.40 m | 19.2% | E3 | Arena mal graduada, con porcentaje de limos, de coloración gris oscura, presencia de partículas redondas. | |
| -0.90 | | | | | | |
| -1.00 | SP | 1.4 m | 21.07% | E4 | Arena mal graduada, con presencia de finos limosos, presencia de nivel freático de 40 cm con agua de color gris oscura. | |
| -1.10 | | | | | | |
| -1.20 | | | | | | |
| -1.30 | | | | | | |
| -1.40 | | | | | | |
| -1.50 | | | | | | |
| -1.60 | | | | | | |
| -1.70 | | | | | | |
| -1.80 | | | | | | |
| -1.90 | | | | | | |
| -2.00 | | | | | | |
| -2.10 | | | | | | |
| -2.20 | | | | | | |
| -2.30 | | | | | | |
| -2.40 | | | | | | |
| -2.50 | | | | | | |
| -2.60 | | | | | | |
| -2.70 | | | | | | |
| -2.80 | | | | | | |
| -2.90 | | | | | | |
| -3.00 | | | | | | |
| -3.10 | | | | | | |

DETALLE DE LA EXCAVACIÓN :
 PROFUNDIDAD : 3.10m
 LARGO POR ANCHO : 2.50m X 1.20m

GEO TEST V S.A.C.
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA

JOSE S. HUAMAN ROMERO
 TÉCNICO LABORATORISTA

Email: labgeotestv02@gmail.com
 geotest.v@gmail.com

Facebook: Geo Test V S.A.C.

Jr. Grau N°211 Chilca (Ref. a una cuadra frente al Parque Puzo)
 Av. Ferrocarril cruce con Av. Leoncio Prado

☎ 972831911 ☎ 952525151
 ☎ 964737117 ☎ 957523340



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA

GEO TEST V S.A.C.



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA
RUC:20606529229



CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL ASTM D 2216

PROYECTO: Tesis --"Comportamiento dinámico estructural en edificaciones con pilotes prefabricados ante sollicitaciones sísmicas, Huancayo - 2019"
SOLICITA: Bach. Ing. Brañes Meliton Nielssen del Rosario
TRAMO: Puente Comuneros-Huancayo
UBICACIÓN: 3 de Diciembre- Huancayo - Junín
CANTERA: Isla Pata-Puente Comuneros
MATERIAL: Calicata -N° 01-Estrato 01
TÉCNICO: J.H.R
FECHA: 09/10/2020

| CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL | | | | | | |
|---|---------|--|-------|--|--|--|
| Muestra N° | T-08 | | T-11 | | | |
| Recipiente N° | | | | | | |
| Peso del recipiente + suelo húmedo (gr) | 85.6 | | 100.0 | | | |
| Peso del recipiente + suelo seco (gr) | 80.7 | | 92.2 | | | |
| Peso del agua (gr) | 5.9 | | 9.7 | | | |
| Peso del recipiente (gr) | 14.4 | | 14.5 | | | |
| Peso del suelo seco (gr) | 66.3 | | 77.7 | | | |
| Contenido de humedad (%) | 8.90 | | 12.42 | | | |
| Contenido de humedad promedio (%) | 10.66 % | | | | | |

Nota: La muestra fue extraída por el solicitante.



GEO TEST V S.A.C.
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA
JOSE S. HUAMAN ROMERO
TÉCNICO LABORATORISTA

Email: labgeotestV02@gmail.com
geotest.v@gmail.com

Facebook: Geo Test V S.A.C.



Jr. Grau N°211 Chilca (Ref. a una cuadra frente al Parque Puzo)
Av. Ferrocarril cruce con Av. Leoncio Prado)

☎ 972831911

☎ 964737117

☎ 952525151

☎ 957523340

Servicios de Ensayos de Laboratorio, Investigaciones y Cálculo, de Acuerdo a Normativas y Exigencias Técnicas en las Especialidades de Mecánica de Suelos, Concreto, Asfalto e Hidráulica Aplicado en Obras Civiles.



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA

GEO TEST V S.A.C.

"CALIDAD Y CONFIANZA EN EL CONTROL DE MATERIALES"



TECNOLOGÍA DE CONCRETO

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA
RUC:20606529229



CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL ASTM D 2216

PROYECTO: Tesis --"Comportamiento dinámico estructural en edificaciones con pilotes prefabricados ante solicitaciones sísmicas, Huancayo - 2019"
SOLICITA: Bach. Ing. Brañes Meliton Nielssen del Rosario
TRAMO: Puente Comuneros-Huancayo
UBICACIÓN: 3 de Diciembre- Huancayo - Junín
CANTERA: Isla Pata-Puente Comuneros
MATERIAL: Calcata -N° 01- Estrato 02
TÉCNICO: J.H.R
FECHA: 09/10/2020

| CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL | | | | | |
|---|-------|--|-------|--|---------|
| Muestra N° | T-10 | | T-05 | | |
| Recipiente N° | | | | | |
| Peso del recipiente + suelo húmedo (gr) | 103.9 | | 104.8 | | |
| Peso del recipiente + suelo seco (gr) | 96.3 | | 96.7 | | |
| Peso del agua (gr) | 7.6 | | 9.7 | | |
| Peso del recipiente (gr) | 15.3 | | 14.8 | | |
| Peso del suelo seco (gr) | 81.0 | | 81.8 | | |
| Contenido de humedad (%) | 9.36 | | 11.79 | | |
| Contenido de humedad promedio (%) | | | | | 10.57 % |

Nota: La muestra fue extraída por el solicitante.

GEO TEST V S.A.C.
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA
JOSE S. HUAMAN ROMERO
TÉCNICO LABORATORISTA

Email: labgeotestV02@gmail.com

geotest.v@gmail.com

Facebook: Geo Test V S.A.C.



Jr. Grau N°211 Chilca (Ref. a una cuadra frente al Parque Puzo)
Av. Ferrocarril cruce con Av. Leoncio Prado)

© 972831911

© 952525151

© 964737117

© 957523340



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA

GEO TEST V S.A.C.



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA
RUC:20606529229
CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL ASTM D 2216



PROYECTO: Tesis --"Comportamiento dinámico estructural en edificaciones con pilotes prefabricados ante sollicitaciones sísmicas, Huancayo - 2019"
SOLICITA: Bach. Ing. Brañes Meliton Nielssen del Rosario
TRAMO: Puente Comuneros-Huancayo
UBICACIÓN: 3 de Diciembre- Huancayo - Junín
CANTERA: Isla Pata-Puente Comuneros
MATERIAL: Calicata -N° 01-Estrato 03

TÉCNICO: J.H.R
FECHA: 09/10/2020

| CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL | | | | | |
|---|--------|--|-------|--|--|
| Muestra N° | T-04 | | T-07 | | |
| Recipiente N° | | | | | |
| Peso del recipiente + suelo húmedo (gr) | 102.7 | | 97.4 | | |
| Peso del recipiente + suelo seco (gr) | 85.9 | | 80.5 | | |
| Peso del agua (gr) | 16.8 | | 9.7 | | |
| Peso del recipiente (gr) | 15.0 | | 14.6 | | |
| Peso del suelo seco (gr) | 70.8 | | 65.9 | | |
| Contenido de humedad (%) | 23.76 | | 14.64 | | |
| Contenido de humedad promedio (%) | 19.2 % | | | | |

Nota: La muestra fue extraída por el solicitante.



LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA
JOSE S. HUAMAN ROMERO
 TÉCNICO LABORATORISTA

Email: labgeotestV02@gmail.com
 geotest.v@gmail.com

Facebook: Geo Test V S.A.C.



Jr. Grau N°211 Chilca (Ref. a una cuadra frente al Parque Puzo)
 Av. Ferrocarril cruce con Av. Leoncio Prado)

972831911

964737117

952525151

957523340



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA

GEO TEST V S.A.C.



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA
RUC:20606529229



CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL ASTM D 2216

PROYECTO: Tesis --"Comportamiento dinámico estructural en edificaciones con pilotes prefabricados ante solicitaciones sísmicas, Huancayo - 2019"
SOLICITA: Bach. Ing. Brañes Moliton Nielssen del Rosario
TRAMO: Puente Comuneros-Huancayo
UBICACIÓN: 3 de Diciembre- Huancayo - Junín
CANTERA: Isla Pata-Puente Comuneros
MATERIAL: Calicata -N° 01- Estrato 04
TÉCNICO: J.H.R
FECHA: 09/10/2020

| CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL | | | | | |
|---|---------|--|-------|--|--|
| Muestra N° | T-15 | | T-14 | | |
| Recipiente N° | | | | | |
| Peso del recipiente + suelo húmedo (gr) | 94.2 | | 112.8 | | |
| Peso del recipiente + suelo seco (gr) | 76.2 | | 90.3 | | |
| Peso del agua (gr) | 18.0 | | 9.7 | | |
| Peso del recipiente (gr) | 14.8 | | 15.4 | | |
| Peso del suelo seco (gr) | 61.5 | | 74.9 | | |
| Contenido de humedad (%) | 29.26 | | 12.88 | | |
| Contenido de humedad promedio (%) | 21.07 % | | | | |

Nota: La muestra fue extraída por el solicitante.

GEO TEST V S.A.C.
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA
JOSE S. HUAMAN ROMERO
TÉCNICO LABORATORISTA

Email: labgeotestv02@gmail.com
geoteslv@gmail.com

Facebook: Geo Test V S.A.C.

Jr. Grau N°211 Chilca (Ref. a una cuadra frente al Parque Puzo)
Av. Ferrocarril cruce con Av. Leoncio Prado)

972831911

964737117

952525151

957523340

Servicios de Ensayos de Laboratorio, Investigaciones y Camión, de Acuerdo a Normativas y Exigencias Técnicas en las Especialidades de Mecánica de Suelos, Concreto, Asfalto e Hidráulica Aplicado en Obras Civiles.



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA

GEO TEST V S.A.C.



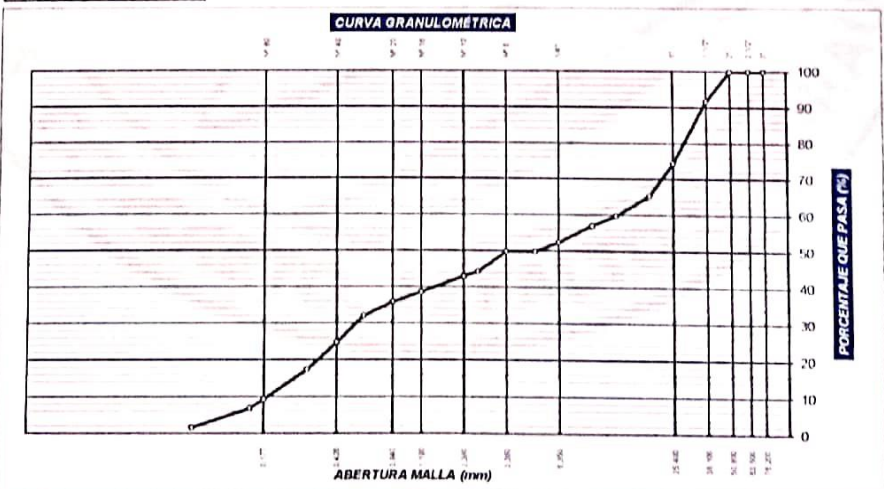
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA
 RUC: 20606529229
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO
NORMA TÉCNICA : MTC E 107, AASHTO T 88, ASTM D 422



PROYECTO: Testis "Comportamiento dinámico estructural en edificaciones con pilotes prefabricados ante sollicitaciones sísmicas: Huancayo 2019"
SOLICITA: Bach. Ing. Drañes Melton Nielsen del Rosario
TRAMO: Puente Comuneros Huancayo
UBICACIÓN: 3 de Diciembre - Huancayo - Junín
CANTERA: Isla Pala Puente Comuneros
MATERIAL: Calicata N° 01 Estrato 01
TÉCNICO: JHR
FECHA: 09/10/2020

| ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO | | | | | | RESULTADOS DE ENSAYOS | | | |
|-------------------------|---------------|----------------|---------|----------|--------------------|-----------------------|------|---------------|-----------|
| MILLAS SERIE AMERICANA | ABERTURA (mm) | Peso Retenidos | RBT (%) | PASA (%) | ESPECIFICACION "A" | LIMITE LIQUIDO | 0.00 | CLASIFICACION | |
| 3" | 76.200 | 0.000 | | 100 | | LIMITE PLASTICO | 0.00 | SUGS | AASHTO |
| 2 1/2" | 63.500 | 0.000 | 0.00 | 100 | | INDICE PLASTICIDAD | 0.00 | GP | A-1-a (0) |
| 2" | 50.800 | 0.00 | 0.00 | 100 | | | | | |
| 1 1/2" | 38.100 | 329.97 | 8.25 | 91.75 | | | | | |
| 1" | 25.400 | 691.52 | 17.29 | 74.46 | | | | | |
| 3/4" | 19.050 | 362.67 | 9.07 | 65.40 | | | | | |
| 1/2" | 12.500 | 225.46 | 5.64 | 59.76 | | | | | |
| 3/8" | 9.525 | 109.45 | 2.74 | 57.02 | | | | | |
| 1/4" | 6.350 | 185.97 | 4.65 | 52.37 | | | | | |
| N° 4 | 4.750 | 101.61 | 2.54 | 49.83 | | | | | |
| N° 6 | 3.360 | 0.00 | 0.00 | 49.83 | | | | | |
| N° 8 | 2.360 | 222.59 | 5.56 | 44.27 | | | | | |
| N° 10 | 2.000 | 51.71 | 1.29 | 42.98 | | | | | |
| N° 16 | 1.190 | 173.41 | 4.34 | 38.64 | | | | | |
| N° 20 | 0.850 | 111.20 | 2.78 | 35.86 | | | | | |
| N° 30 | 0.600 | 151.01 | 3.80 | 32.07 | | | | | |
| N° 40 | 0.425 | 208.98 | 7.22 | 24.84 | | | | | |
| N° 50 | 0.297 | 299.52 | 7.49 | 17.35 | | | | | |
| N° 60 | 0.177 | 317.60 | 7.94 | 9.41 | | | | | |
| N° 100 | 0.149 | 103.30 | 2.58 | 6.83 | | | | | |
| N° 200 | 0.074 | 207.06 | 5.20 | 1.63 | | | | | |
| 200 | | 65.37 | 1.63 | - | | | | | |
| Peso Inicial | | 4000 | | | | | | | |

Nota: (1) El suelo presenta minerales amarillos
 (2) La muestra fue extraída por el solicitante



GEO TEST V S.A.C.
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA
 JOSE S. HUAMAN ROMERO
 TÉCNICO LABORATORISTA

Email: labgeotestV02@gmail.com
 geotest.v@gmail.com
 Facebook: Geo Test V S.A.C.

Jr. Grau N° 211 Chilea (Ref. a una cuadra frente al Parque Puzo
 Av. Ferrocarril cruce con Av. Leoncio Prado)

972831911 952525151
 964737117 957523340



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA

GEO TEST V S.A.C.



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA
RUC:20606529229



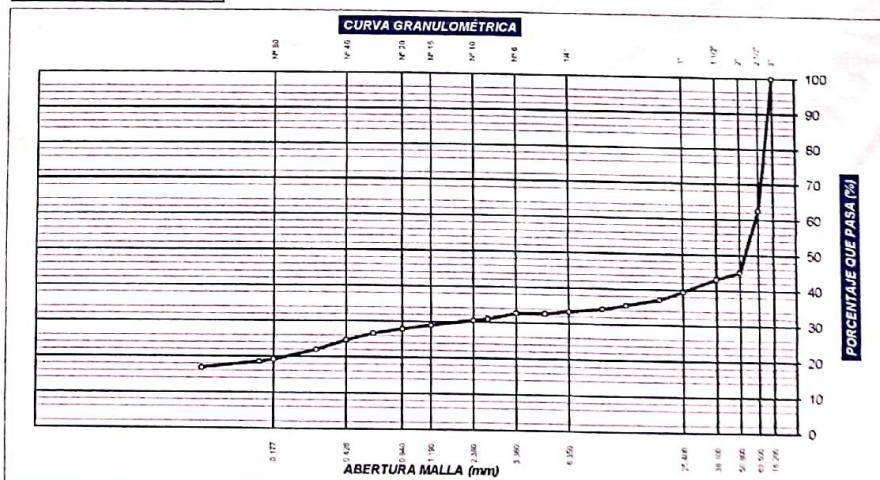
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO
NORMA TÉCNICA : MTC E 107, AASHTO T 88, ASTM D 422

PROYECTO: Tesis --"Comportamiento dinámico estructural en edificaciones con pilotes prefabricados ante solicitaciones sísmicas. Huancayo - 2019"
SOLICITA: Bach Ing Brañes Meliton Niessen del Rosano
TRAMO: Puente Comuneros-Huancayo
UBICACIÓN: 3 de Diciembre- Huancayo - Junín
CANTERA: Isla Pata-Puente Comuneros
MATERIAL: Calicata -N 01-Estrato 02

TÉCNICO: J.H.R
FECHA: 09/10/2020

| ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO | | | | | RESULTADOS DE ENSAYOS | | | |
|-------------------------|---------------|-----------------|---------|----------|-----------------------|----------------|---------------|-----------|
| MALLAS SERIE AMERICANA | ABERTURA (mm) | Pesos Retenidos | RET (%) | PASA (%) | ESPECIFICACION "A" | LIMITE LIQUIDO | CLASIFICACION | |
| | | | | | | 0 00 | SUCS | AASHTO |
| 3" | 76 200 | 1049.000 | | 100 | | 0 00 | GM | A-1-b (0) |
| 2 1/2" | 63 500 | 2483.000 | 37.34 | 62.662 | | 0 00 | | |
| 2" | 50 800 | 1160.84 | 17.46 | 45.205 | | | | |
| 1 1/2" | 38 100 | 136.19 | 2.05 | 43.16 | | | | |
| 1" | 25 400 | 245.30 | 3.69 | 39.47 | | | | |
| 3/4" | 19 050 | 147.58 | 2.22 | 37.25 | | | | |
| 1/2" | 12 700 | 121.20 | 1.82 | 35.43 | | | | |
| 3/8" | 9 525 | 72.48 | 1.09 | 34.34 | | | | |
| 1/4" | 6 350 | 62.42 | 0.94 | 33.40 | | | | |
| N° 4 | 4 760 | 44.63 | 0.67 | 32.73 | | | | |
| N° 6 | 3 360 | 0.00 | 0.00 | 32.73 | | | | |
| N° 8 | 2 380 | 113.94 | 1.71 | 31.01 | | | | |
| N° 10 | 2 000 | 30.93 | 0.47 | 30.55 | | | | |
| N° 16 | 1 190 | 96.89 | 1.46 | 29.09 | | | | |
| N° 20 | 0 840 | 72.84 | 1.10 | 28.00 | | | | |
| N° 30 | 0 590 | 89.07 | 1.34 | 26.66 | | | | |
| N° 40 | 0 425 | 124.52 | 1.87 | 24.78 | | | | |
| N° 50 | 0 297 | 182.83 | 2.75 | 22.04 | | | | |
| N° 80 | 0 177 | 190.17 | 2.86 | 19.18 | | | | |
| N° 100 | 0 149 | 36.37 | 0.55 | 18.63 | | | | |
| N 200 | 0 074 | 119.01 | 1.79 | 16.84 | | | | |
| -200 | | 70.79 | 1.06 | - | | | | |
| Peso Inicial | | 6650 | | | | | | |

Nota (1) El suelo presenta minerales amoníacos
(2) La muestra fue extraída por el solicitante



GEO TEST V S.A.C.
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA
JOSE S. HUAMAN ROMERO
TÉCNICO LABORATORISTA

Email: labgeotestV02@gmail.com
geotest.v@gmail.com
Facebook: Geo Test V S.A.C.

Jr. Grau N°211 Chilca (Ref. a una cuadra frente al Parque Puzo)
Av. Ferrocarril cruce con Av. Leoncio Prado

972831911 952525151
964737117 957523340

Servicios de Ensayos de Laboratorio, Investigaciones y Campo, de Acuerdo a Normativas y Exigencias Técnicas en las Especialidades de Mecánica de Suelos, Concreto, Asfalto e Hidráulica Aplicado en Obras Civiles.



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA

GEO TEST V S.A.C.



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA
RUC:20606529229



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO
NORMA TÉCNICA : MTC E 107, AASHTO T 88, ASTM D 422

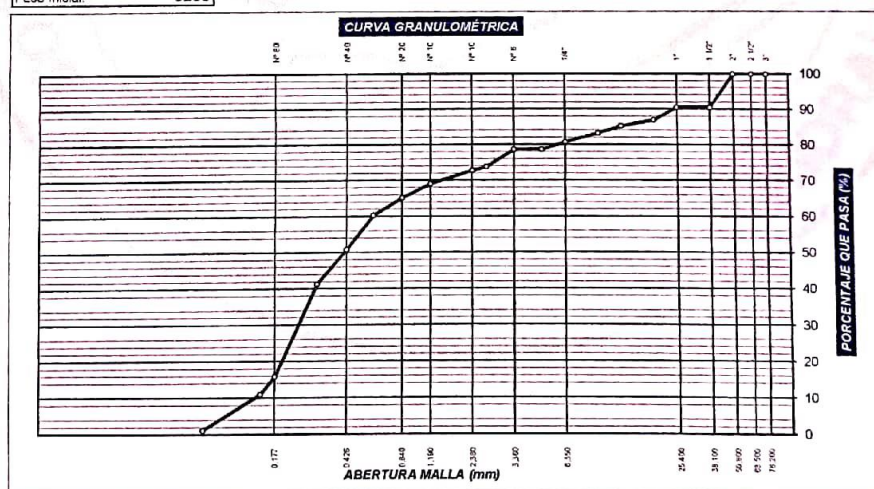
PROYECTO: Tesis --"Comportamiento dinámico estructural en edificaciones con pilotes prefabricados ante sollicitaciones sísmicas, Huancayo - 2019"
SOLICITA: Bach. Ing. Brañes Meliton Nielszen del Rosario
TRAMO: Puente Comuneros-Huancayo
UBICACIÓN: 3 de Diciembre- Huancayo - Junín
CANTERA: Isla Pata-Puente Comuneros
MATERIAL: Calicata -N° 01- Estrato 03

TÉCNICO: J.H.R
FECHA: 09/10/2020

| MALLAS SERIE AMERICANA | ABERTURA (mm) | ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO | | | | ESPECIFICACION "A" |
|------------------------|---------------|-------------------------|---------|----------|--|--------------------|
| | | Pesos Retenidos | RET (%) | PASA (%) | | |
| 3" | 76 200 | 0.000 | | 100 | | |
| 2 1/2" | 63 500 | 0.000 | 0.00 | 100 | | |
| 2" | 50 800 | 0.00 | 0.00 | 100 | | |
| 1 1/2" | 38 100 | 301.35 | 9.42 | 90.58 | | |
| 1" | 25 400 | 0.00 | 0.00 | 90.58 | | |
| 3/4" | 19 050 | 114.99 | 3.59 | 86.99 | | |
| 1/2" | 12 700 | 56.91 | 1.78 | 85.21 | | |
| 3/8" | 9 525 | 61.67 | 1.93 | 83.28 | | |
| 1/4" | 6 350 | 83.16 | 2.60 | 80.69 | | |
| N° 4 | 4 780 | 67.23 | 2.10 | 78.58 | | |
| N° 6 | 3 360 | 0.00 | 0.00 | 78.58 | | |
| N° 8 | 2 380 | 156.07 | 4.88 | 73.71 | | |
| N° 10 | 2 000 | 28.19 | 0.88 | 72.83 | | |
| N° 16 | 1 190 | 119.55 | 3.74 | 69.09 | | |
| N° 20 | 0 840 | 126.42 | 3.95 | 65.14 | | |
| N° 30 | 0 590 | 152.33 | 4.76 | 60.38 | | |
| N° 40 | 0 426 | 305.52 | 9.55 | 50.83 | | |
| N° 50 | 0 297 | 307.27 | 9.60 | 41.23 | | |
| N° 80 | 0 177 | 811.00 | 25.34 | 15.89 | | |
| N° 100 | 0 149 | 157.18 | 4.91 | 10.97 | | |
| N° 200 | 0 074 | 316.06 | 9.88 | 1.10 | | |
| -200 | | 35.10 | 1.10 | - | | |
| Peso Inicial: | | 3200 | | | | |

| RESULTADOS DE ENSAYOS | | | |
|-----------------------|------|---------------|-----------|
| LIMITE LIQUIDO | 0.00 | CLASIFICACION | |
| LIMITE PLASTICO | 0.00 | SUCS | AASHTO |
| INDICE PLASTICIDAD | 0.00 | SP | A-2-4 (0) |

Nota: (1) El suelo presenta coloracion gris oscura
(2) La muestra fue extraida por el solicitante



GEO TEST V S.A.C.
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO ASFALTO E HIDRÁULICA
JOSE S. HUAMAN ROMERO
TÉCNICO LABORATORISTA

Email: labgeotestV02@gmail.com

geotest.v@gmail.com

Facebook: Geo Test V S.A.C.



Jr. Grau N°211 Chilca (Ref. a una cuadra frente al Parque Puzo)
Av. Ferrocarril cruce con Av. Leoncio Prado

972831911

952525151

964737117

957523340

Servicios de Ensayos de Laboratorio, Investigaciones y Campo, de Acuerdo a Normativas y Exigencias Técnicas en las Especialidades de Mecánica de Suelos, Concreto, Asfalto e Hidráulica Aplicado en Obras Civiles.



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA

GEO TEST V S.A.C.



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA
RUC:20606529229



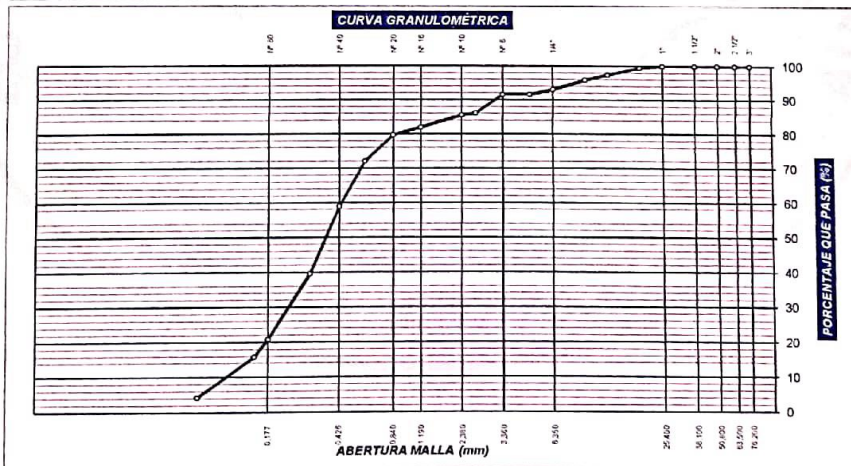
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO
NORMA TÉCNICA : MTC E 107, AASHTO T 88, ASTM D 422

PROYECTO: Tesis - "Comportamiento dinámico estructural en edificaciones con pilotes prefabricados ante sollicitaciones sísmicas, Huancayo - 2019"
SOLICITA: Bach. Ing. Brañes Melton Nielsén del Rosario
TRAMO: Puente Comuneros-Huancayo
UBICACIÓN: 3 de Diciembre- Huancayo - Junín
CANTERA: Isla Pata-Puente Comuneros
MATERIAL: Calicata - N° 01-Estrato 04
TÉCNICO: J.H.R.
FECHA: 09/10/2020

| MALLAS SERIE AMERICANA | ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO | | | | RESULTADOS DE ENSAYOS | | | |
|------------------------|-------------------------|-----------------|---------|----------|-----------------------|----------------|------|---------------|
| | ABERTURA (mm) | Pesos Retenidos | RET (%) | PASA (%) | ESPECIFICACION "A" | LIMITE LIQUIDO | 0.00 | CLASIFICACION |
| 3" | 76.200 | 0.000 | | 100 | | | | |
| 2 1/2" | 63.500 | 0.000 | 0.00 | 100 | | | | |
| 2" | 50.800 | 0.00 | 0.00 | 100 | | | | |
| 1 1/2" | 38.100 | 0.00 | 0.00 | 100.00 | | | | |
| 1" | 25.400 | 0.00 | 0.00 | 100.00 | | | | |
| 3/4" | 19.050 | 18.29 | 0.48 | 99.52 | | | | |
| 1/2" | 12.700 | 80.09 | 2.10 | 97.42 | | | | |
| 3/8" | 9.525 | 58.17 | 1.53 | 95.89 | | | | |
| 1/4" | 6.350 | 106.67 | 2.80 | 93.09 | | | | |
| N° 4 | 4.750 | 58.62 | 1.54 | 91.55 | | | | |
| N° 6 | 3.360 | 0.00 | 0.00 | 91.55 | | | | |
| N° 8 | 2.380 | 208.35 | 5.47 | 86.08 | | | | |
| N° 10 | 2.000 | 19.13 | 0.50 | 85.58 | | | | |
| N° 16 | 1.190 | 139.17 | 3.65 | 81.93 | | | | |
| N° 20 | 0.840 | 84.54 | 2.22 | 79.71 | | | | |
| N° 30 | 0.590 | 290.46 | 7.62 | 72.09 | | | | |
| N° 40 | 0.426 | 496.76 | 13.04 | 59.05 | | | | |
| N° 50 | 0.297 | 741.92 | 19.47 | 39.58 | | | | |
| N° 80 | 0.177 | 713.03 | 18.71 | 20.86 | | | | |
| N° 100 | 0.149 | 193.15 | 5.07 | 15.79 | | | | |
| N° 200 | 0.074 | 439.65 | 11.54 | 4.25 | | | | |
| -200 | | 162.00 | 4.25 | - | | | | |
| Peso Inicial | | 3810 | | | | | | |

| RESULTADOS DE ENSAYOS | | | |
|-----------------------|------|---------------|---------|
| LIMITE LIQUIDO | 0.00 | CLASIFICACION | |
| LIMITE PLASTICO | 0.00 | SUCS | AASHTO |
| INDICE PLASTICIDAD | 0.00 | SP | A.3 (0) |

Nota: (1) El suelo presenta coloración gris oscura
(2) La muestra fue extraída por el solicitante



GEO TEST V S.A.C.
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO ASFALTO E HIDRÁULICA
JOSE S. HUAMAN ROMERO
TÉCNICO LABORATORISTA

Email: labgeotestV02@gmail.com
geotest.v@gmail.com
Facebook: Geo Test V S.A.C.

Jr. Grau N°211 Chilca (Ref. a una cuadra frente al Parque Puzo)
Av. Ferrocarril cruce con Av. Leoncio Prado

972831911 952525151
964737117 957523340

Servicios de Ensayos de Laboratorio, Investigaciones y Campo, de Acuerdo a Normativas y Exigencias Técnicas en las Especialidades de Mecánica de Suelos, Concreto, Asfalto e Hidráulica Aplicado en Obras Civiles.



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA

GEO TEST V S.A.C.



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA
RUC:20606529229

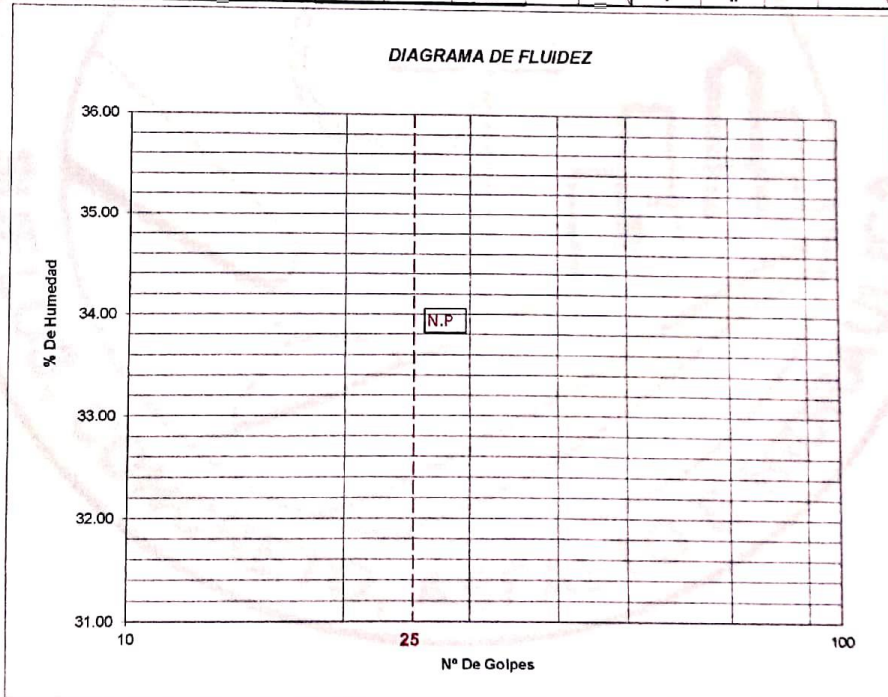


LÍMITES DE ATTERBERG
MÉTODO AASHTO T-89/90 Y ASTM D-423/424

PROYECTO: Tesis –"Comportamiento dinámico estructural en edificaciones con pilotes prefabricados ante sollicitaciones sísmicas, Huancayo - 2019"
SOLICITA: Bach. Ing. Brañes Meliton Nielssen del Rosario
TRAMO: Puente Comuneros-Huancayo
UBICACIÓN: 3 de Diciembre- Huancayo - Junín
CANTERA: Isla Plata-Puente Comuneros
MATERIAL: Calicata -N° 01

TÉCNICO: JHR
FECHA: 10/10/2020

| Nro. DE CAPSULA | LÍMITE LÍQUIDO | | | LÍMITE PLÁSTICO | |
|-------------------------------|----------------|-------|-------|-----------------|------|
| | T-14 | T-13 | T-18 | T-22 | T-23 |
| PESO TARA + SUELO HUMEDO (A) | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| PESO TARA + SUELO SECO (B) | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| PESO DE LA TARA (C) | 14.77 | 15.37 | 15.85 | 0.00 | 0.00 |
| PESO DEL AGUA (A-B) | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| PESO SUELO SECO (B-C) | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| HUMEDAD $[W=(A-B)/(B-C)*100]$ | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Nro. DE GOLPES | 15 | 25 | 35 | I | II |



| LÍMITE LIQUIDO | LÍMITE PLÁSTICO | ÍNDICE PLÁSTICO |
|----------------|-----------------|-----------------|
| LL : 0.00 % | LP : 0.00 % | IP : 0.00 % |

NOTA: El material estudiado no presenta plasticidad, presenta alto contenido de minerales amarillos.



GEO TEST V S.A.C.
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA

JOSE S. HUAMAN ROMERO
INGENIERO LABORATORISTA

972831911 952525151
964737117 957523340

Email: labgeotestv02@gmail.com
geotest.v@gmail.com

Facebook: Geo Test V S.A.C.



Jr. Grau N°211 Chilca (Ref. a una cuadra frente al Parque Puzo)
Av. Ferrocarril cruce con Av. Leoncio Prado)

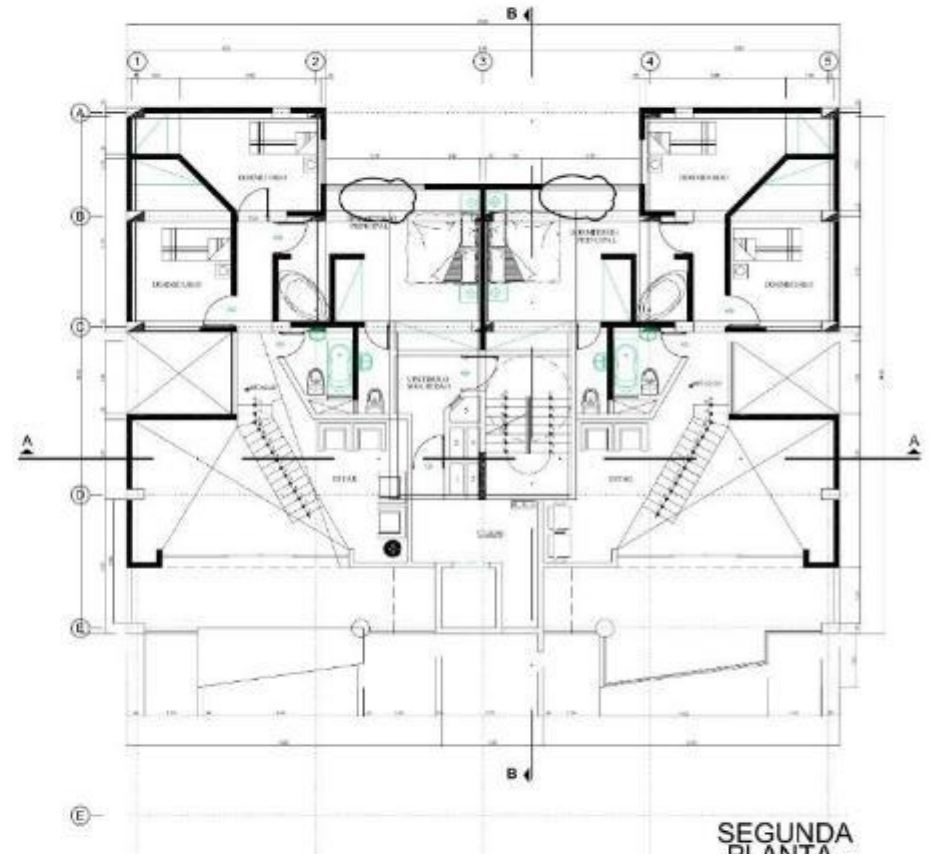
Anexo N°05: Planos

RESIDENCIAL "VARO" PENTHOUSE

10ma PLANTA



PRIMERA PLANTA



SEGUNDA PLANTA

LEGENDARIO DE PLANOS

| NO. | DESCRIPCION | FECHA |
|-----|-----------------|------------|
| 01 | PLANO DE PLANTA | 01/10/2010 |
| 02 | PLANO DE PLANTA | 01/10/2010 |
| 03 | PLANO DE PLANTA | 01/10/2010 |
| 04 | PLANO DE PLANTA | 01/10/2010 |
| 05 | PLANO DE PLANTA | 01/10/2010 |
| 06 | PLANO DE PLANTA | 01/10/2010 |
| 07 | PLANO DE PLANTA | 01/10/2010 |
| 08 | PLANO DE PLANTA | 01/10/2010 |
| 09 | PLANO DE PLANTA | 01/10/2010 |
| 10 | PLANO DE PLANTA | 01/10/2010 |
| 11 | PLANO DE PLANTA | 01/10/2010 |
| 12 | PLANO DE PLANTA | 01/10/2010 |
| 13 | PLANO DE PLANTA | 01/10/2010 |
| 14 | PLANO DE PLANTA | 01/10/2010 |
| 15 | PLANO DE PLANTA | 01/10/2010 |
| 16 | PLANO DE PLANTA | 01/10/2010 |
| 17 | PLANO DE PLANTA | 01/10/2010 |
| 18 | PLANO DE PLANTA | 01/10/2010 |
| 19 | PLANO DE PLANTA | 01/10/2010 |
| 20 | PLANO DE PLANTA | 01/10/2010 |
| 21 | PLANO DE PLANTA | 01/10/2010 |
| 22 | PLANO DE PLANTA | 01/10/2010 |
| 23 | PLANO DE PLANTA | 01/10/2010 |
| 24 | PLANO DE PLANTA | 01/10/2010 |
| 25 | PLANO DE PLANTA | 01/10/2010 |
| 26 | PLANO DE PLANTA | 01/10/2010 |
| 27 | PLANO DE PLANTA | 01/10/2010 |
| 28 | PLANO DE PLANTA | 01/10/2010 |
| 29 | PLANO DE PLANTA | 01/10/2010 |
| 30 | PLANO DE PLANTA | 01/10/2010 |
| 31 | PLANO DE PLANTA | 01/10/2010 |
| 32 | PLANO DE PLANTA | 01/10/2010 |
| 33 | PLANO DE PLANTA | 01/10/2010 |
| 34 | PLANO DE PLANTA | 01/10/2010 |
| 35 | PLANO DE PLANTA | 01/10/2010 |
| 36 | PLANO DE PLANTA | 01/10/2010 |
| 37 | PLANO DE PLANTA | 01/10/2010 |
| 38 | PLANO DE PLANTA | 01/10/2010 |
| 39 | PLANO DE PLANTA | 01/10/2010 |
| 40 | PLANO DE PLANTA | 01/10/2010 |
| 41 | PLANO DE PLANTA | 01/10/2010 |
| 42 | PLANO DE PLANTA | 01/10/2010 |
| 43 | PLANO DE PLANTA | 01/10/2010 |
| 44 | PLANO DE PLANTA | 01/10/2010 |
| 45 | PLANO DE PLANTA | 01/10/2010 |
| 46 | PLANO DE PLANTA | 01/10/2010 |
| 47 | PLANO DE PLANTA | 01/10/2010 |
| 48 | PLANO DE PLANTA | 01/10/2010 |
| 49 | PLANO DE PLANTA | 01/10/2010 |
| 50 | PLANO DE PLANTA | 01/10/2010 |

LEGENDARIO DE PLANOS

| NO. | DESCRIPCION | FECHA |
|-----|-----------------|------------|
| 01 | PLANO DE PLANTA | 01/10/2010 |
| 02 | PLANO DE PLANTA | 01/10/2010 |
| 03 | PLANO DE PLANTA | 01/10/2010 |
| 04 | PLANO DE PLANTA | 01/10/2010 |
| 05 | PLANO DE PLANTA | 01/10/2010 |
| 06 | PLANO DE PLANTA | 01/10/2010 |
| 07 | PLANO DE PLANTA | 01/10/2010 |
| 08 | PLANO DE PLANTA | 01/10/2010 |
| 09 | PLANO DE PLANTA | 01/10/2010 |
| 10 | PLANO DE PLANTA | 01/10/2010 |
| 11 | PLANO DE PLANTA | 01/10/2010 |
| 12 | PLANO DE PLANTA | 01/10/2010 |
| 13 | PLANO DE PLANTA | 01/10/2010 |
| 14 | PLANO DE PLANTA | 01/10/2010 |
| 15 | PLANO DE PLANTA | 01/10/2010 |
| 16 | PLANO DE PLANTA | 01/10/2010 |
| 17 | PLANO DE PLANTA | 01/10/2010 |
| 18 | PLANO DE PLANTA | 01/10/2010 |
| 19 | PLANO DE PLANTA | 01/10/2010 |
| 20 | PLANO DE PLANTA | 01/10/2010 |
| 21 | PLANO DE PLANTA | 01/10/2010 |
| 22 | PLANO DE PLANTA | 01/10/2010 |
| 23 | PLANO DE PLANTA | 01/10/2010 |
| 24 | PLANO DE PLANTA | 01/10/2010 |
| 25 | PLANO DE PLANTA | 01/10/2010 |
| 26 | PLANO DE PLANTA | 01/10/2010 |
| 27 | PLANO DE PLANTA | 01/10/2010 |
| 28 | PLANO DE PLANTA | 01/10/2010 |
| 29 | PLANO DE PLANTA | 01/10/2010 |
| 30 | PLANO DE PLANTA | 01/10/2010 |
| 31 | PLANO DE PLANTA | 01/10/2010 |
| 32 | PLANO DE PLANTA | 01/10/2010 |
| 33 | PLANO DE PLANTA | 01/10/2010 |
| 34 | PLANO DE PLANTA | 01/10/2010 |
| 35 | PLANO DE PLANTA | 01/10/2010 |
| 36 | PLANO DE PLANTA | 01/10/2010 |
| 37 | PLANO DE PLANTA | 01/10/2010 |
| 38 | PLANO DE PLANTA | 01/10/2010 |
| 39 | PLANO DE PLANTA | 01/10/2010 |
| 40 | PLANO DE PLANTA | 01/10/2010 |
| 41 | PLANO DE PLANTA | 01/10/2010 |
| 42 | PLANO DE PLANTA | 01/10/2010 |
| 43 | PLANO DE PLANTA | 01/10/2010 |
| 44 | PLANO DE PLANTA | 01/10/2010 |
| 45 | PLANO DE PLANTA | 01/10/2010 |
| 46 | PLANO DE PLANTA | 01/10/2010 |
| 47 | PLANO DE PLANTA | 01/10/2010 |
| 48 | PLANO DE PLANTA | 01/10/2010 |
| 49 | PLANO DE PLANTA | 01/10/2010 |
| 50 | PLANO DE PLANTA | 01/10/2010 |

- 1 DUCTO DE MONTANTE INST. SANITARIAS
- 2 DUCTO DE BASURA
- 3 DUCTO DE MONTANTE INST. ELECTRICAS
- 4 DUCTO DE MONTANTE INST. AUXILIARES
- 5 DUCTO DE VENTILACION CON ESTRATOR

FERNANDO
MIGUEL
DRELLANA
CANALES
ARQUITECTO
CAP 4431

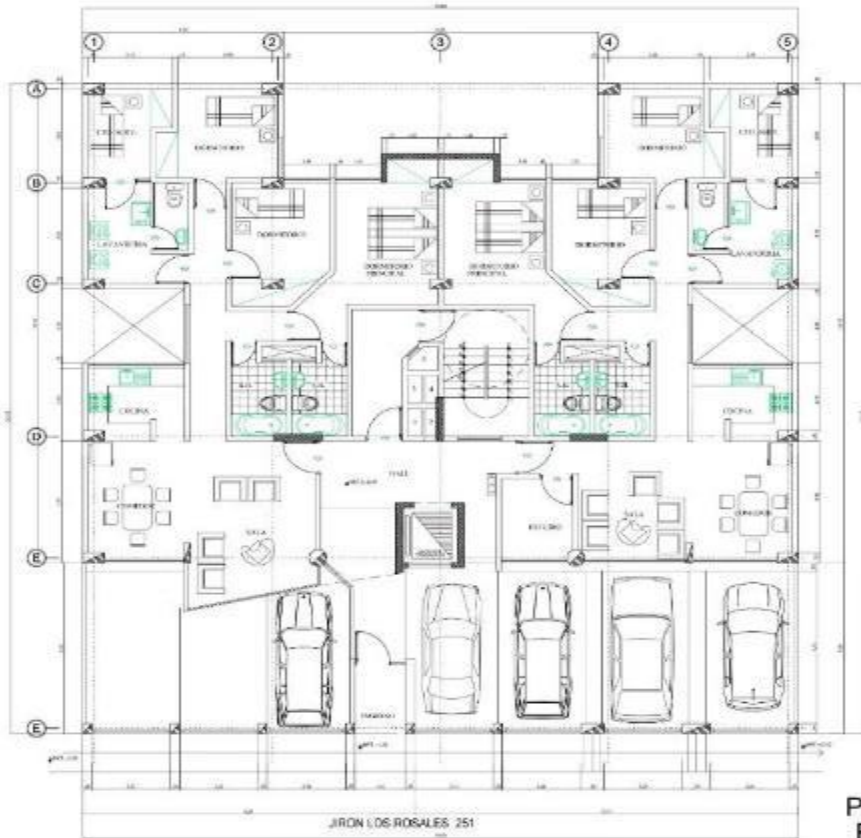


PROYECTO: EDIFICIO MULTIFAMILIAR
 TITULO: DISTRIBUCION GENERAL
 PROYECTADO POR: FAMILIA HUAYLLANI HERNANDEZ
 UBICACION: JIRON LOS ROSALES No. 251 EL TAMBO

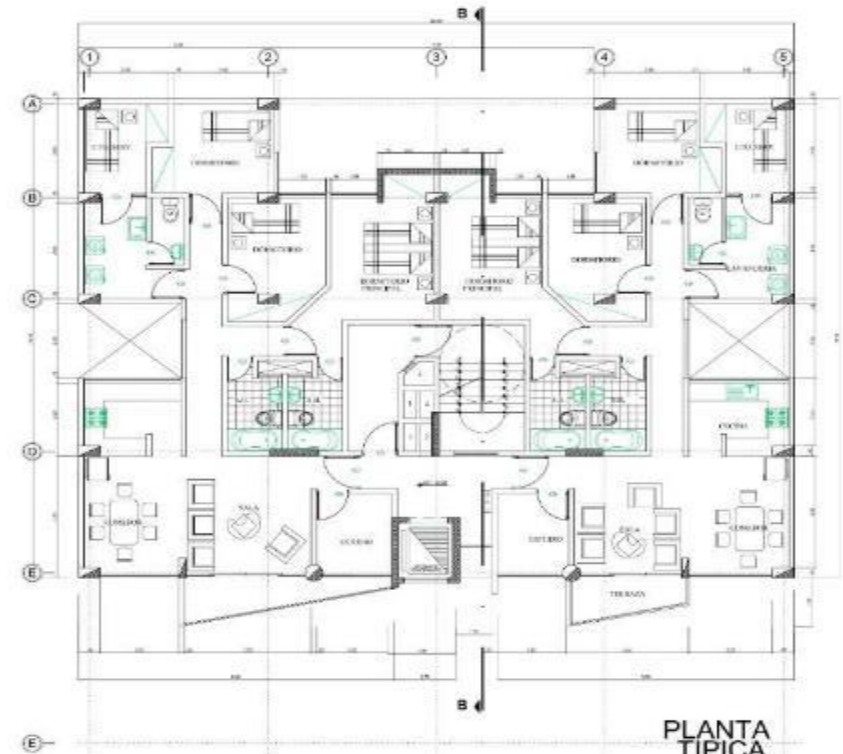
FECHA: 01/10/2010
 ESCALA: 1 / 100
 FECHA: OCTUBRE 2010

LAMINA: A-3

EDIFICIO MULTIFAMILIAR RESIDENCIAL "VARO"



PRIMERA
PLANTA



PLANTA
TIPICA

- 1 DUCTO DE MONTANTE INST. SANITARIAS
- 2 DUCTO DE BASURA
- 3 DUCTO DE MONTANTE INST. ELECTRICAS
- 4 DUCTO DE MONTANTE INST. AUXILIARES
- 5 DUCTO DE VENTILACION CON ESTRACTOR

FERNANDO
MIGUEL
ORELLANA
CANALES

ARQUITECTO
CAP: 4431



C/INCUYO LOS HERPES 140 541 PISO PATA, EL TAMBO - CEL. 964922046 18747 9207100

PROYECTO

EDIFICIO MULTIFAMILIAR
DISTRIBUCION GENERAL

PROPIETARIO

FAMILIA HUAYLLANI HERNANDEZ

DIRECCION

JIRON LOS ROSALES No. 251 EL TAMBO

OBRA

No. 184631/0004/0004

PROYECTISTA

ORCA - OJO

ESCALA

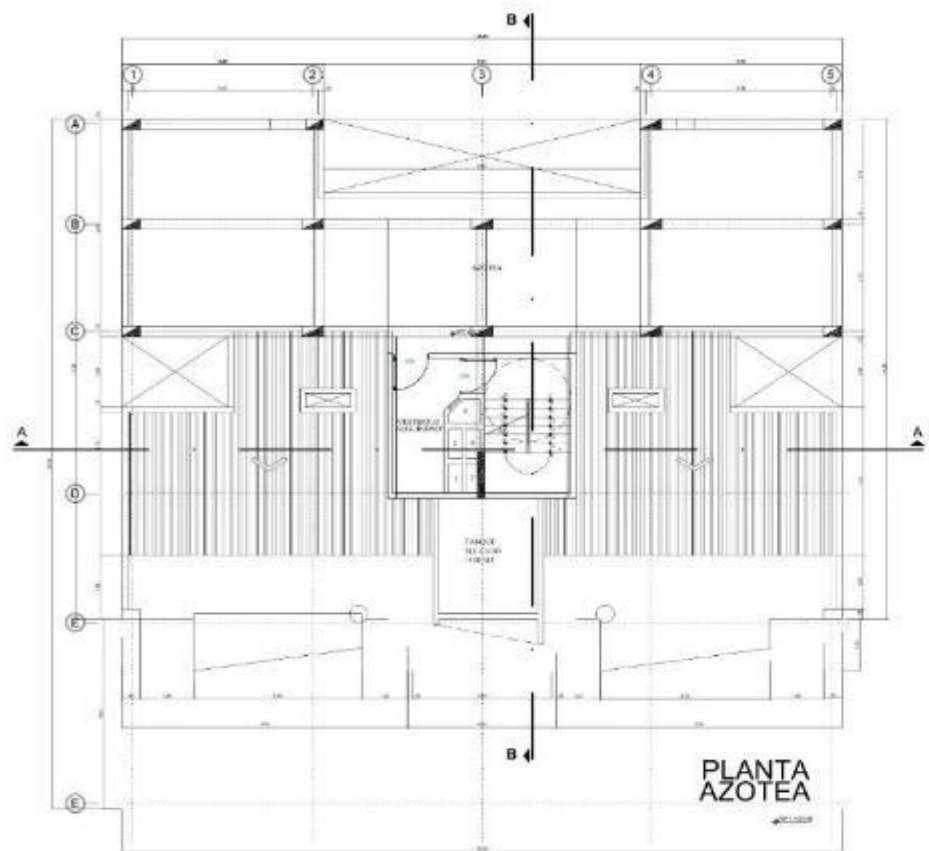
1 / 100

FECHA

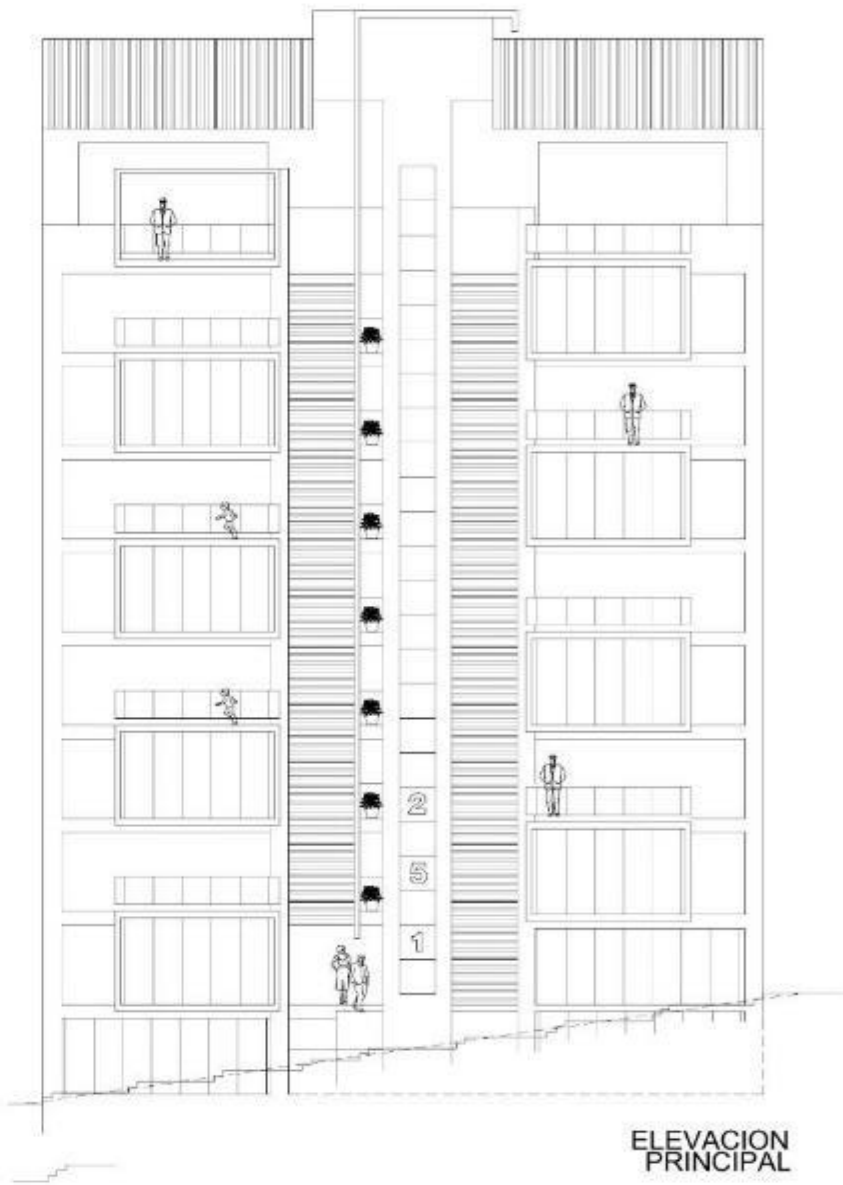
OCTUBRE 2010

Lugar

A-2



PLANTA AZOTEA



ELEVACION PRINCIPAL

OPERA
A-5

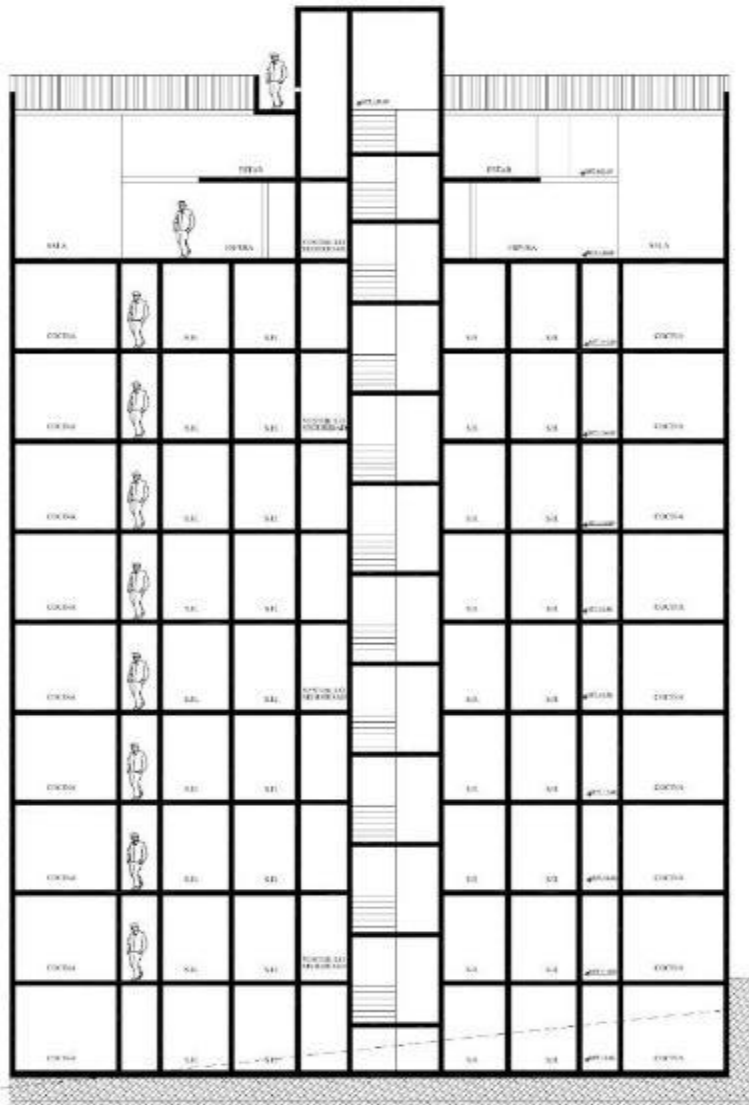
PROYECTO: 14.700.000.000
 CLIENTE: ORCA, C.A.
 ESCALA: 1:100
 FECHA: OCTUBRE 2010

PROYECTO: **EDIFICIO MULTIFAMILIAR**
DISTRIBUCION AZOTEA Y ELEVACION PRINCIPAL
 PROYECTADO POR: FAMILIA HUAYLLANI HERNANDEZ
 PROYECTADO EN: JIRON LOS ROSALES No. 251 - EL TAMBO

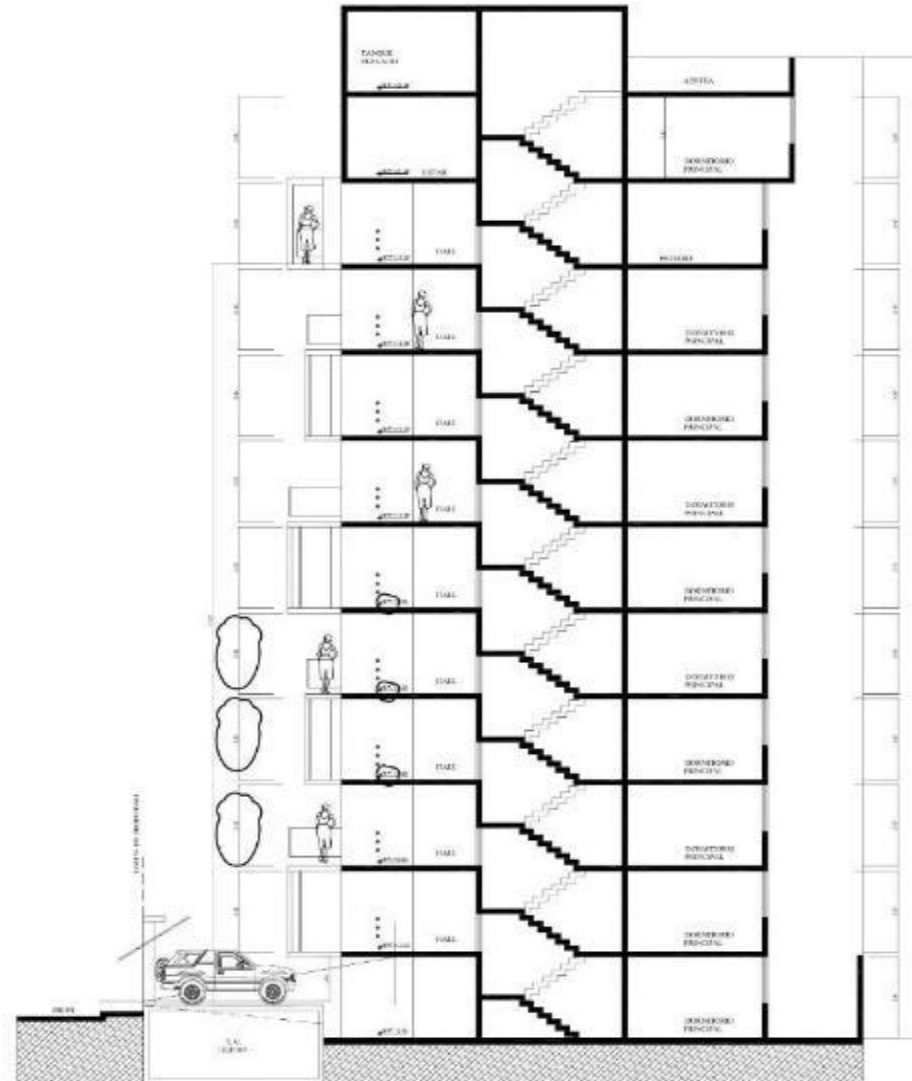


PROYECTADO POR: **FERNANDO MIGUEL ORELLANA CANALES**
 ARQUITECTO CAP 4431

CORTE A - A"
LONGITUDINAL



CORTE B - B"
TRANSVERSAL



A-4

PROYECTO: Edificio Multifamiliar
 DISEÑO: OFICINA EDC
 ESCALA: 1:100
 FECHA: OCTUBRE 2010

EDIFICIO MULTIFAMILIAR
 CORTE LONGITUDINAL Y TRANSVERSAL
 FAMILIA HUAYLLANI HERNANDEZ
 JIRÓN LOS ROSALES No. 201 EL TAMBO



FERNANDO MIGUEL ORELLANA CANALES
 ARQUITECTO
 CAP. 4421

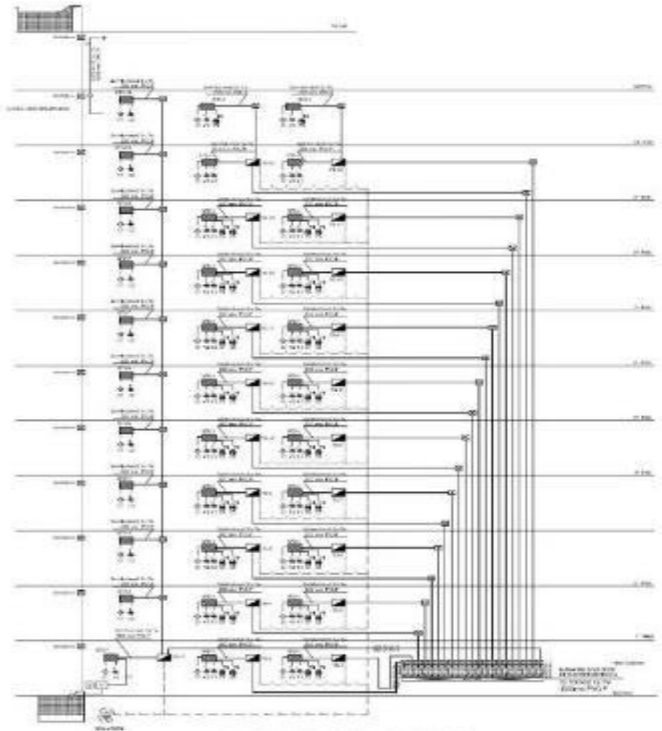
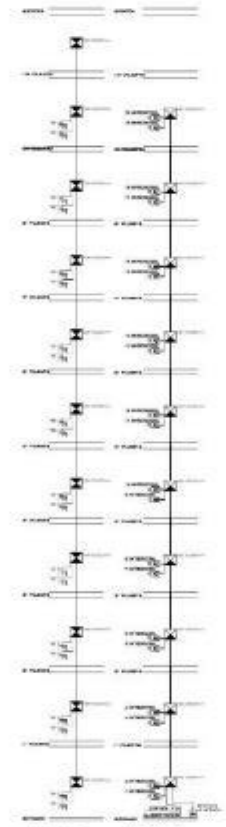


DIAGRAMA DE MONTANTE ELECTRICO



MONTANTE TELEFONICO MONTANTE INTERCOMUNICADOR

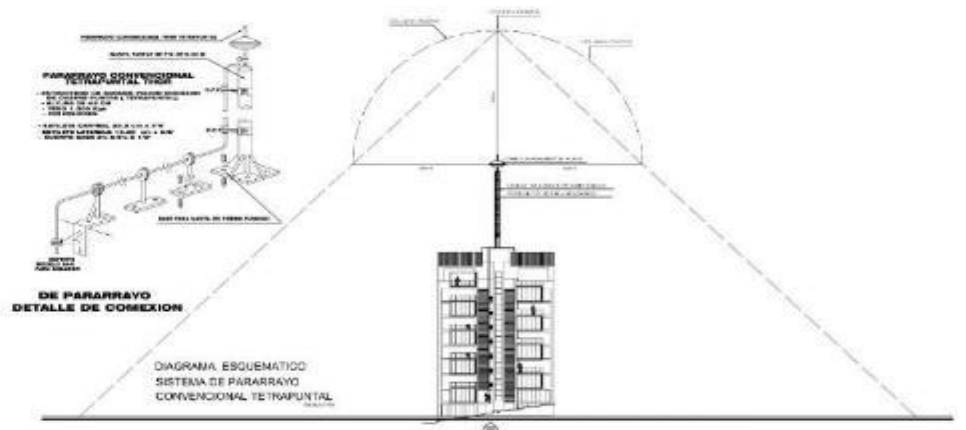


DIAGRAMA ESQUEMATICO SISTEMA DE PARARRAYO CONVENCIONAL TETRAPUNTAL

NOTAS GENERALES

ALIMENTADORES CAJAS TIERRAS

Para las cajas alimentadoras que se instalen en las habitaciones se debe utilizar como tierra el sistema de tuberías de agua fría, siempre que este sistema sea de metal y esté conectado a tierra en el punto de ingreso al edificio. Si no se cumple con estas condiciones, se debe instalar una tierra independiente para cada una de las cajas alimentadoras.

TABLEROS ELECTRICOS

Los tableros eléctricos deben instalarse en lugares secos, ventilados y protegidos de la humedad y el polvo. Deben estar protegidos contra impactos mecánicos y fuego. La instalación de los tableros debe seguir las normas técnicas vigentes.

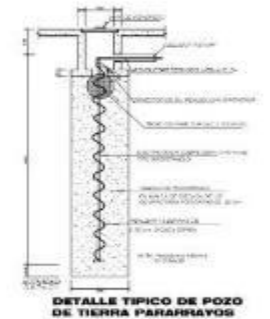
SISTEMA DE TIERRA

El sistema de tierra debe ser de metal y estar conectado a tierra en el punto de ingreso al edificio. Debe tener una resistencia de tierra menor a 10 ohmios. Se debe utilizar como tierra el sistema de tuberías de agua fría, siempre que este sistema sea de metal y esté conectado a tierra en el punto de ingreso al edificio. Si no se cumple con estas condiciones, se debe instalar una tierra independiente para cada una de las cajas alimentadoras.

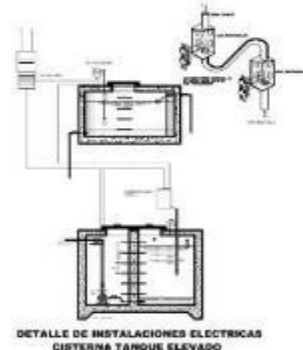
IMPACTOS DE ALIBRADO

Los impactos de alibrado deben instalarse en los puntos de ingreso al edificio y en los puntos de salida de las tuberías de agua fría. Deben estar protegidos contra impactos mecánicos y fuego.

| ITEM | DESCRIPCION | CANTIDAD | UNIDAD | VALOR UNITARIO | VALOR TOTAL |
|------|---|----------|--------|----------------|-------------|
| 1 | ALIMENTADOR CAJA TIERRA | 10 | UNIDAD | 1.50 | 15.00 |
| 2 | TABLERO ELECTRICO | 10 | UNIDAD | 2.00 | 20.00 |
| 3 | SISTEMA DE TIERRA | 10 | UNIDAD | 1.00 | 10.00 |
| 4 | IMPACTOS DE ALIBRADO | 10 | UNIDAD | 1.00 | 10.00 |
| 5 | PARARRAYO CONVENCIONAL TETRAPUNTAL | 1 | UNIDAD | 100.00 | 100.00 |
| 6 | DETALLE TYPICO DE POZO DE TIERRA PARARRAYOS | 1 | UNIDAD | 50.00 | 50.00 |
| 7 | DETALLE DE INSTALACIONES ELECTRICAS CISTERNA TANQUE ELEVADO | 1 | UNIDAD | 10.00 | 10.00 |
| 8 | DETALLE DE AGUJETA | 1 | UNIDAD | 5.00 | 5.00 |
| 9 | PLANTA | 1 | UNIDAD | 10.00 | 10.00 |
| 10 | CAREZA DE PARARRAYO DISIPADOR AERODINAMICO IONIZANTE THOR | 1 | UNIDAD | 10.00 | 10.00 |



DETALLE TYPICO DE POZO DE TIERRA PARARRAYOS

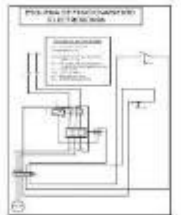


DETALLE DE INSTALACIONES ELECTRICAS CISTERNA TANQUE ELEVADO



INTERRUPTOR TERMOMAGNETICO (Valores en Diagrama Unitario)

TABLERO DE DISTRIBUCION (Datos segun diagrama unitario)



CUADRO DE CARGAS

VALORES CARGAS

| | |
|--------------|---------|
| 100% - 1000W | 1.00 KW |
| 200% - 2000W | 2.00 KW |
| 300% - 3000W | 3.00 KW |
| 400% - 4000W | 4.00 KW |
| 500% - 5000W | 5.00 KW |

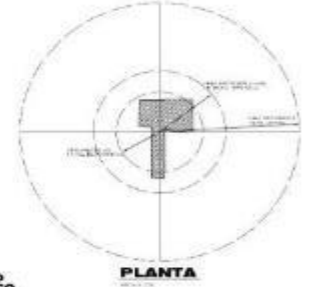
NOTA: * VALOR ESTIMADO ESTADISTICO

LEYENDA

| TIPO | DESCRIPCION | VALOR |
|------|---|--------|
| 1 | ALIMENTADOR CAJA TIERRA | 1.50 |
| 2 | TABLERO ELECTRICO | 2.00 |
| 3 | SISTEMA DE TIERRA | 1.00 |
| 4 | IMPACTOS DE ALIBRADO | 1.00 |
| 5 | PARARRAYO CONVENCIONAL TETRAPUNTAL | 100.00 |
| 6 | DETALLE TYPICO DE POZO DE TIERRA PARARRAYOS | 50.00 |
| 7 | DETALLE DE INSTALACIONES ELECTRICAS CISTERNA TANQUE ELEVADO | 10.00 |
| 8 | DETALLE DE AGUJETA | 5.00 |
| 9 | PLANTA | 10.00 |
| 10 | CAREZA DE PARARRAYO DISIPADOR AERODINAMICO IONIZANTE THOR | 10.00 |



CAREZA DE PARARRAYO DISIPADOR AERODINAMICO IONIZANTE THOR



PLANTA



DETALLE DE AGUJETA

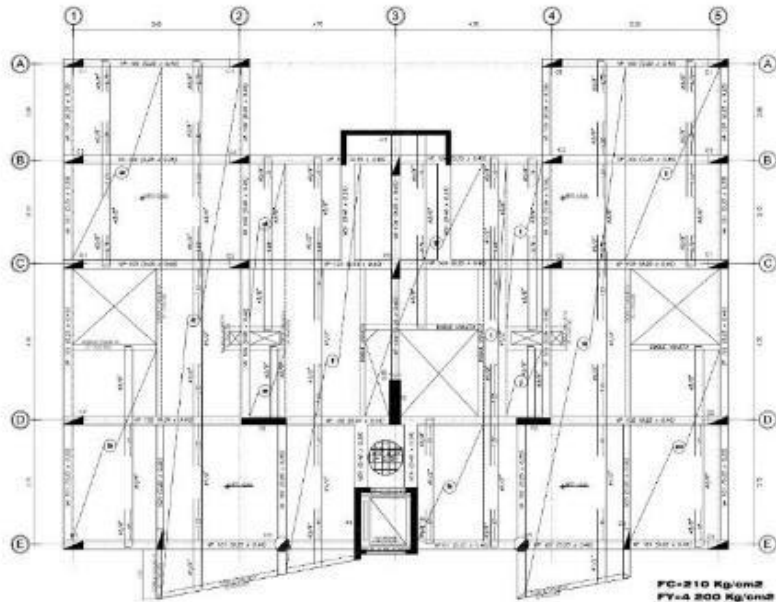
FERNANDO MIGUEL ORELLANA CANALES
 ARQUITECTO
 GAP 4421

ORCA CONSULTORA CONSTRUCTORA
 GRUPO LOS HEREDEROS S.A. P.O. BOX EL TAMBO TEL: 091 240 240 240 FAX: 091 240 240 240

PROYECTO: **EDIFICIO MULTIFAMILIAR**
 ALIADO: **INSTALACIONES ELECTRICAS**
 PROYECTISTA: **GUMERCINDA HUAYLLANI HERNANDEZ**
 UBICACION: **JIRON LOS ROSALES No. 251 EL TAMBO**

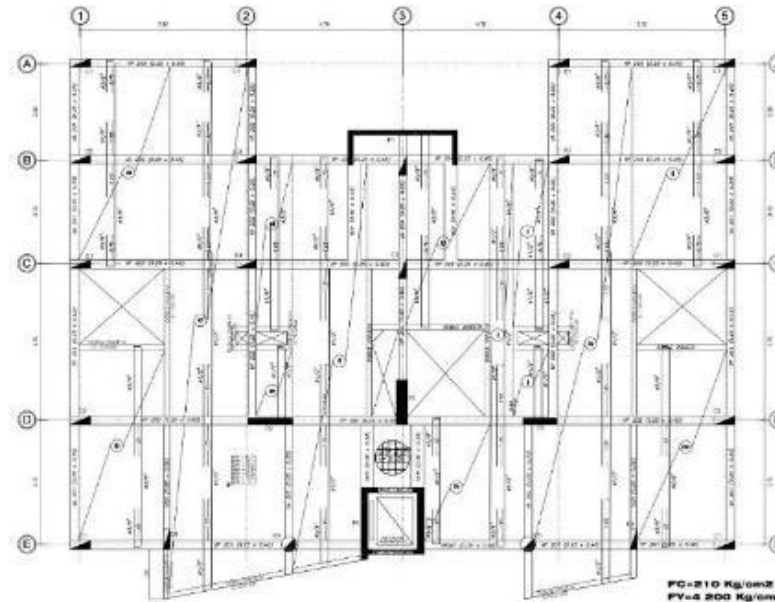
FECHA: **01 de Noviembre del 2010**
 CLIENTE: **ORCA CC**
 ESCALA: **1 / 75**
 FECHA: **01 de Noviembre del 2010**

IE-4



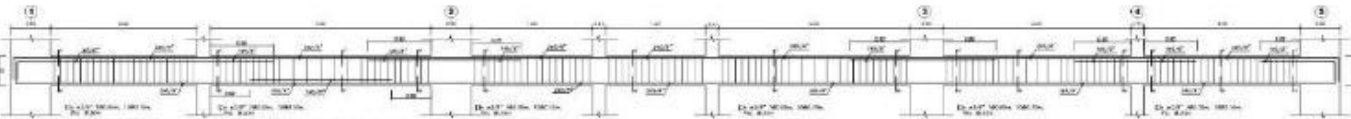
PRIMERA LOSA

FC=210 Kg/cm²
 FY=2 200 Kg/cm²
 S/C=200 Kg/m²
 e=0.20m

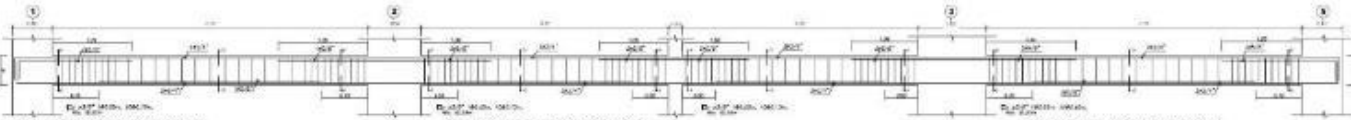


2°, 3°, 4°, 5°, 6°, 7°, 8° LOSA

FC=210 Kg/cm²
 FY=2 200 Kg/cm²
 S/C=200 Kg/m²
 e=0.20m



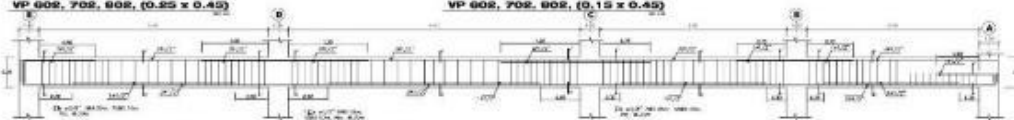
VP 101, 201, 301, 401, 501, 601, 701, 801, (0.25 x 0.45)



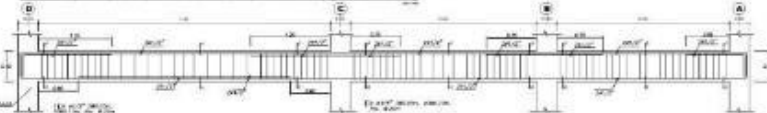
VP 102, 202, 302, 402, 502
 VP 602, 702, 802, (0.25 x 0.45)

VP 102, 202, 302, 402, 502
 VP 602, 702, 802, (0.15 x 0.45)

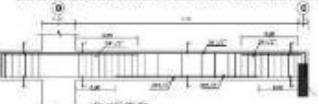
VP 102, 202, 302, 402, 502
 VP 602, 702, 802, (0.25 x 0.45)



VA 101, 201, 301, 401, 501, 601, 701, 801, (0.25 x 0.25)



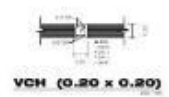
VA 102, 202, 302, 402, 502, 602, 702, 802, (0.25 x 0.25)



VA 103, 203, 303, 403, 503, 603, 703, 803, (0.25 x 0.25)



SECCIONES



VCH (0.20 x 0.20)

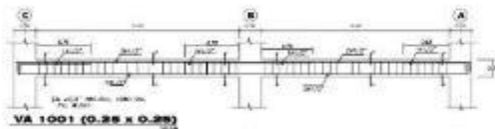
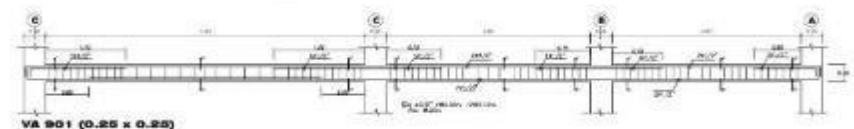
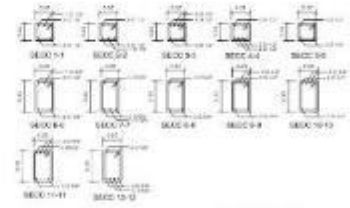
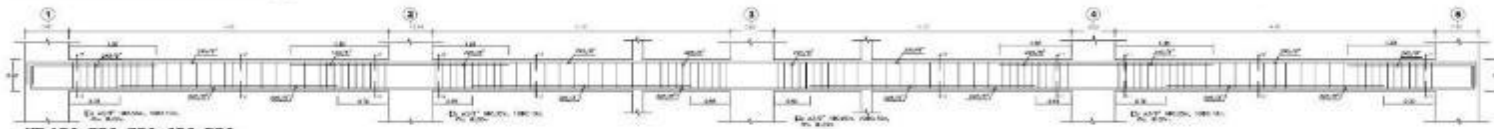
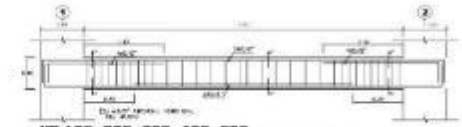
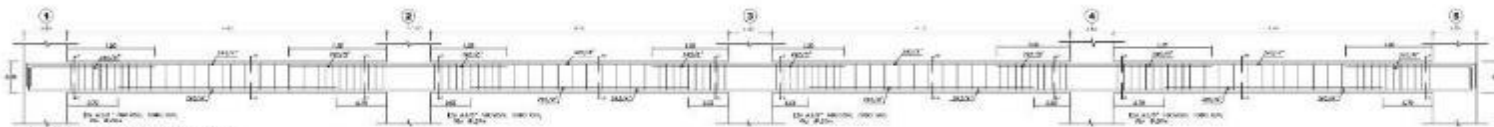
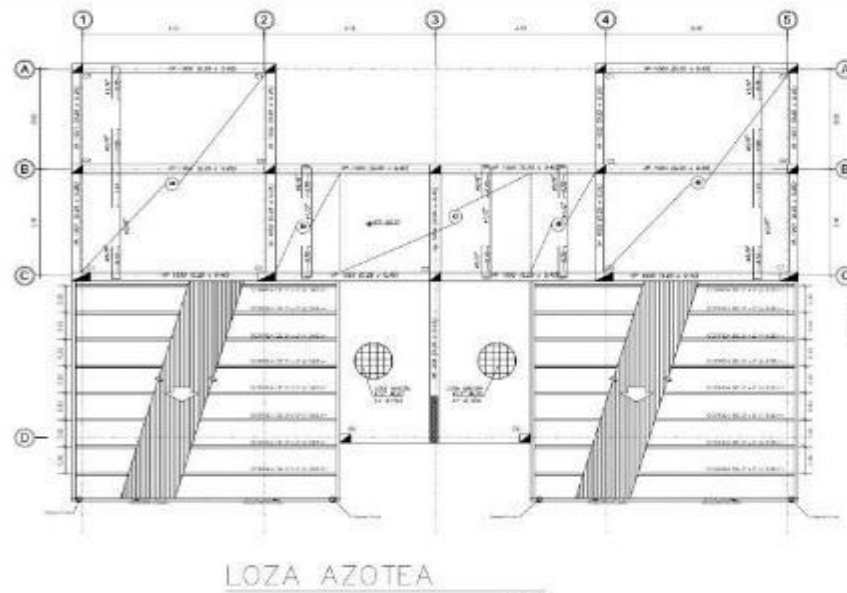
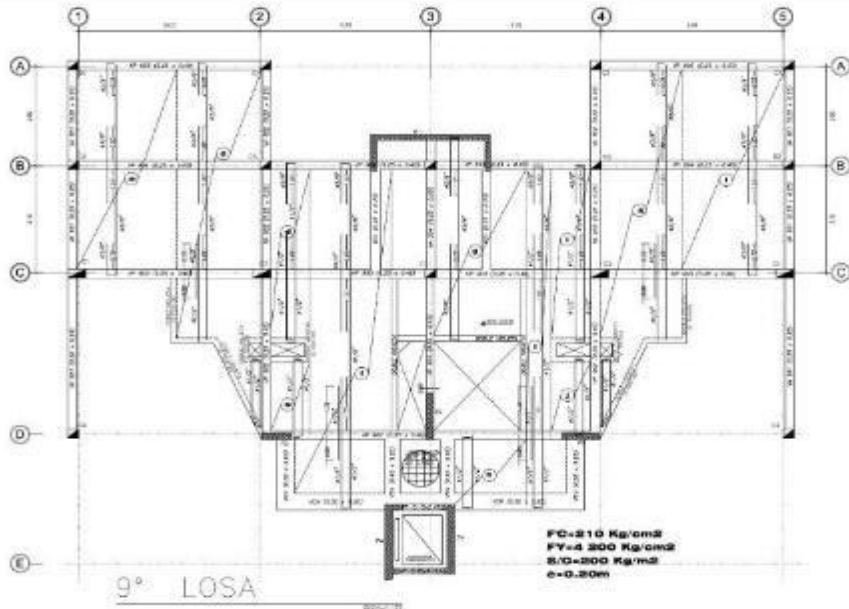


DOBLE VIGETA

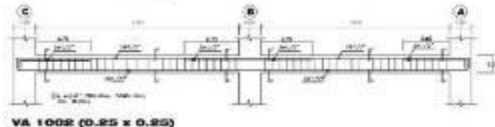
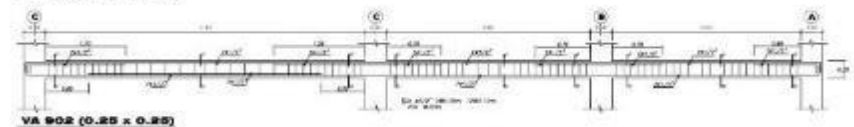


| | | | |
|----------------|-------------------------------|-------------------------|------------------------------------|
| PROYECTO | | EDIFICIO MULTIFAMILIAR | |
| OBJETO | | ESTRUCTURAS-LOSAS-VIGAS | |
| PROYECTADO POR | GLMERONDA HUAYLLANI HERNANDEZ | UBICACION | JIRON LOS ROSALES No. 251 EL TAMBO |

| | | | |
|----------------|-------------------------------|-----------|------------------------------------|
| FECHA | 02/12/2010 | HOJA | E-2 |
| PROYECTADO POR | GLMERONDA HUAYLLANI HERNANDEZ | UBICACION | JIRON LOS ROSALES No. 251 EL TAMBO |
| PROYECTADO POR | GLMERONDA HUAYLLANI HERNANDEZ | UBICACION | JIRON LOS ROSALES No. 251 EL TAMBO |
| PROYECTADO POR | GLMERONDA HUAYLLANI HERNANDEZ | UBICACION | JIRON LOS ROSALES No. 251 EL TAMBO |



SECCIONES



GROM
 CONSULTORA CONSTRUCTORA

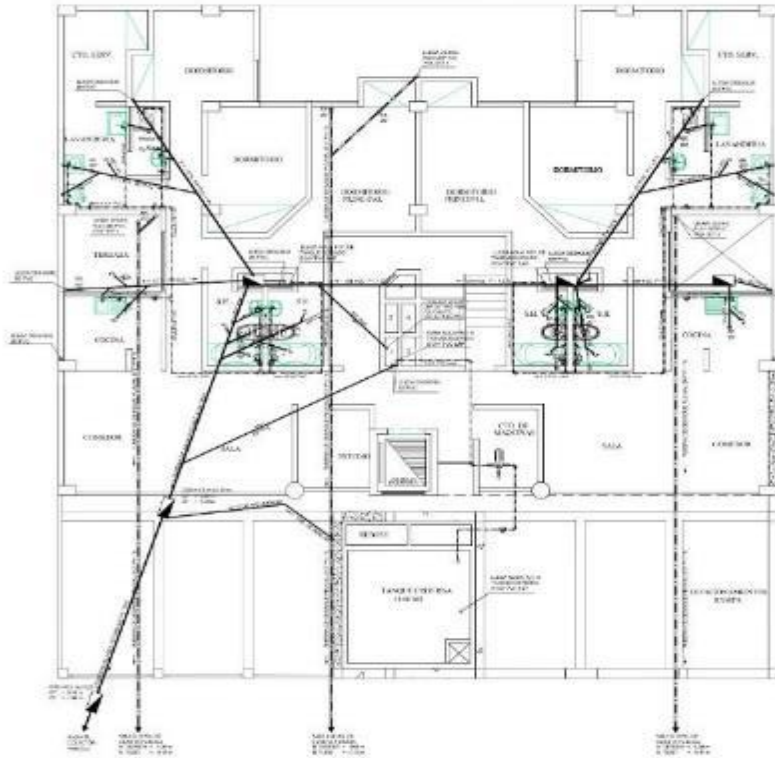
CRIVITO LOS HEROS 541 P.O. BOX 517800 TELÉFONO 8430314 8430304 84348110

PROYECTO: EDIFICIO MULTIFAMILIAR
 ESTRUCTURAS-LOSAS-VIGAS

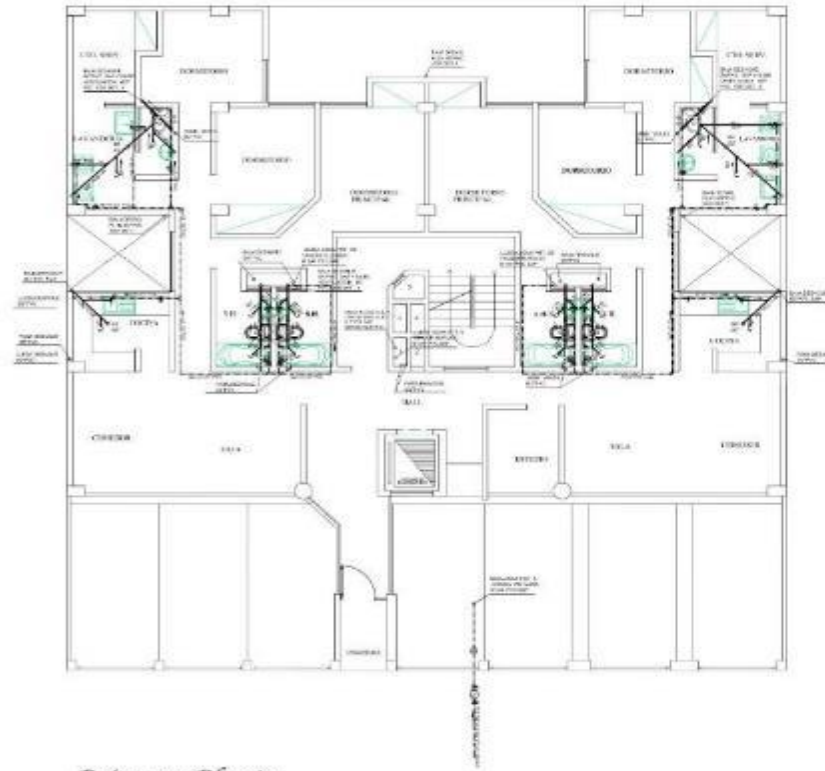
PROYECTISTA: GUMERCINDA HUAYLLANI HERNANDEZ
 REVISOR: JIRON LOS ROSALES No. 251 EL TAMBO

FECHA: 01/08/2010
 ESCALA: DINA CC
 HOJA: 1 / 25
 DISEÑADO: GUMERCINDA HUAYLLANI HERNANDEZ
 APROBADO: 01/08/2010

E-3



Primera Planta
Sotano



Primera Planta

LEYENDA

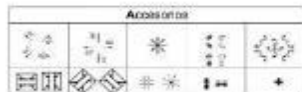
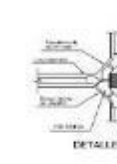
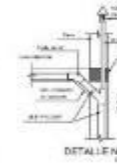
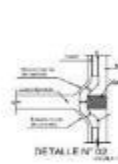
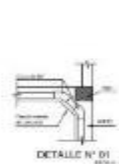
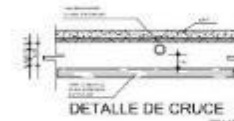
| EMBLEMA | DESIGNACION |
|----------|---|
| [Symbol] | RESERVOIRIO DE AGUA |
| [Symbol] | TUBERIA DE AGUA FRÍA |
| [Symbol] | TUBERIA DE AGUA CALIENTE |
| [Symbol] | CAJILLA DE COLECTORES |
| [Symbol] | EMPALME DE AGUA FRÍA |
| [Symbol] | CAJILLA DE RESERVOIRIO DE AGUA FRÍA |
| [Symbol] | TUBERIA DE RESERVOIRIO DE AGUA FRÍA |
| [Symbol] | TUBERIA DE RESERVOIRIO DE AGUA CALIENTE |

LEYENDA

| EMBLEMA | DESIGNACION |
|----------|----------------------------------|
| [Symbol] | TUBERIA DE RECOLECCION |
| [Symbol] | TUBERIA DE RECOLECCION PRINCIPAL |
| [Symbol] | RESEPTO BOMBEO DE BARRIO |
| [Symbol] | BARRIDO CON TRAMPA 1" |
| [Symbol] | TR. SANITARIA |
| [Symbol] | TR. SANITARIA |
| [Symbol] | TUBERIA DE AGUA CALIENTE |

1. Verificar que todas las tuberías estén correctamente instaladas.
2. Verificar que todas las tuberías estén correctamente instaladas.
3. Verificar que todas las tuberías estén correctamente instaladas.
4. Verificar que todas las tuberías estén correctamente instaladas.

NOTAS:
1. Verificar que todas las tuberías estén correctamente instaladas.
2. Verificar que todas las tuberías estén correctamente instaladas.
3. Verificar que todas las tuberías estén correctamente instaladas.
4. Verificar que todas las tuberías estén correctamente instaladas.



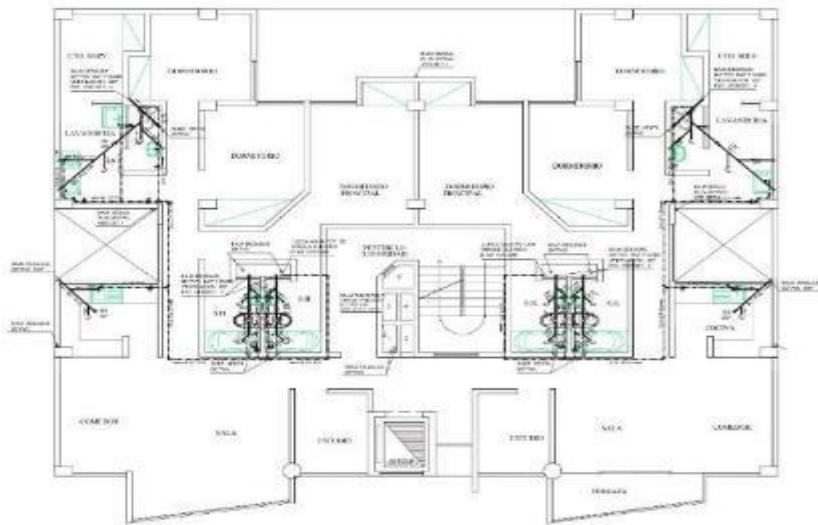
FERNANDO ORELLANA CANALES
ARQUITECTO
CAP 4431



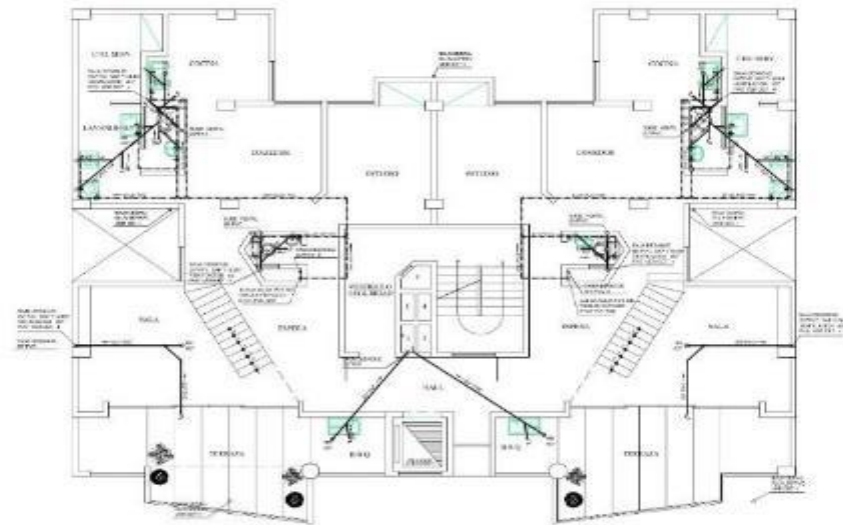
EDIFICIO MULTIFAMILIAR
INSTALACIONES SANITARIAS
PROYECTISTA: GUMERCINDA HUAYLLAN HERNANDEZ
DISEÑADA: JIRON LOS ROSALES No. 251 EL TAMBO

PROYECTO: OCA
FECHA: 1/2/2010
DISEÑADO: OCA

IS-1



2º, 3º, 4º, 5º, 6º y 7º Piso



8º Piso

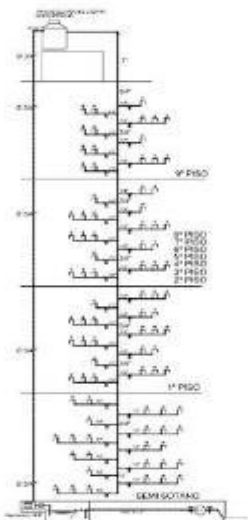


DIAGRAMA ALIMENTACION DE AGUA

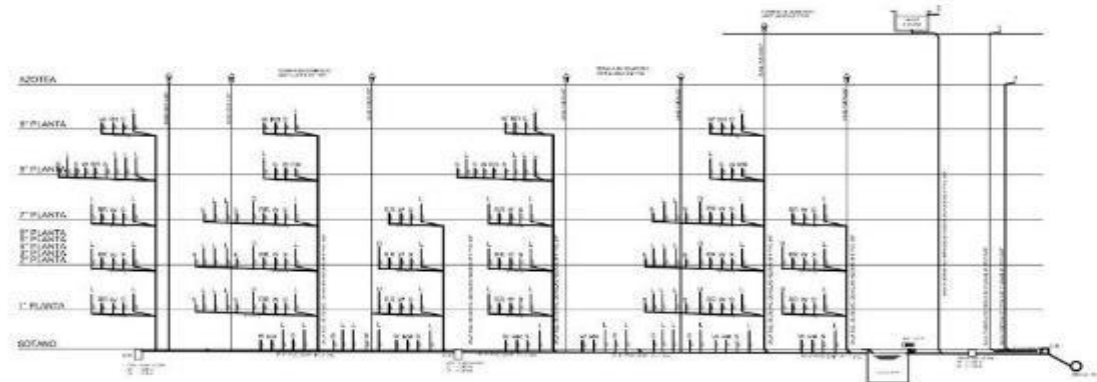


DIAGRAMA DE MONTANTE DE DESAGUE DE AGUAS NEGROAS

FERNANDO MIGUEL ORELLANA CANALES
 ARQUITECTO
 CAP 4421



GRC
 CONSULTORA CONSTRUCTORA
 DROPTTELLOS-HEROES No. 511 P.O. BOX EL TAMBO - TELEFONO: 3063204 - 3062845 - 37481743

EDIFICIO MULTIFAMILIAR
INSTALACIONES SANITARIAS

PROYECTO: GUMERCINDA HUAYLLANI HERNANDEZ
 DISEÑO: JIRON LOS ROSALES No. 251 EL TAMBO

PLAN: OMCIA-CC
 ESCALA: 1:75
 FECHA: DICIEMBRE 2010

IS-2

Anexo N°06: Ficha de recolección de datos

INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS

ENSAYO DE SUELOS: CORTE DIRECTO

ANÁLISIS DE CAPACIDAD ÚLTIMA

| | | | |
|--|-------------------------------|---------------------------|-----------|
| | Angulo de fricción (ϕ) | 24.33° | Anexo 3.1 |
| | Cohesión C | 0.0138 kg/cm ² | |
| | Capacidad portante | 1.88 kg/cm ² | |
| | Tipo de suelo | GP | |
| | Profundidad | 3.1 | |
| | Nivel Freático | 2.70 m. | |

TIPO DE SUELO

| | | | |
|--|-----------------|------|---------------|
| | Factor de suelo | 1.15 | Anexo 3.2 - A |
| | Factor Tp | 0.6 | |
| | Factor TL | 2 | |

ACELERACIÓN ESPECTRAL

| | | | |
|--|------------------------------------|-----|---------------|
| | Factor de uso | 1 | Anexo 3.2 - B |
| | Factor de Zona (Z) | 3 | |
| | Factor de amplificación sísmica | 1.2 | |
| | Coeficiente básico de reducción Ro | 7 | |
| | Factor de irregularidad en altura | 1 | |
| | factor de irregularidad en planta | 1 | |
| | Factor de reducción | 7 | |

CAPACIDAD DE DEFORMACIÓN

FLEXOCOMPRESIÓN

| | | | |
|--|--------------------------|---------------|-----------|
| | Pu | 6.1385 | Anexo 3.3 |
| | Mu | 3.3466 | |
| | ϕ flexo compresión | 0.9 | |
| | COMPRESIÓN | | |
| | Pu | 206.6278 | |
| | Momento Máximo | 40.88 kNm | |
| | Momento Mínimo | 22.68 kNm (-) | |
| | ϕ compresión | 0.9 | |
| | CORTE | | |
| | ϕ compresión | 0.85 | |
| | Cortante en el pilote Vu | 41.0903 | |
| | Cortante Máximo | 14.56 kN | |
| | Cortante Mínimo | 13.15 kN (-) | |

Fuerzas en los pilotes

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

| | | | |
|--|---|------------------------|-----------|
| | Angulo de fricción en la punta del pilote | 33.0° | Anexo 3.4 |
| | Peso volumen del Terreno | 1.8 ton/m ³ | |
| | Cohesión | 0 ton/m ² | |
| | Diámetro del Pilote | 0.6 m | |
| | Longitud | 10 m. | |
| | Presión atmosférica | 10 ton/m ² | |
| | Coeficiente de Poisson del suelo | 0.3 | |
| | Capacidad por punta según Meyerhof | 88.1357 ton. | |
| | Capacidad por fricción a lo largo del f | 203.576 ton. | |
| | Capacidad admisible | 82.82 | |

CARGAS SOMETIDAS EN PILOTES ESQUINADOS

| | | | |
|--|---------------------|----------|-----------|
| | Fuerzas en el Eje X | 13.1526 | Anexo 3.5 |
| | Fuerzas en el Eje Y | 6.2556 | |
| | Fuerzas en el Eje Z | 206.6278 | |
| | Momento en el Eje X | 33.4932 | |
| | Momento en el Eje Y | 22.6825 | |
| | Fuerzas en el Eje X | 3.0404 | |
| | Fuerzas en el Eje Y | 77.1386 | |
| | Fuerzas en el Eje Z | 432.7781 | |
| | Momento en el Eje X | 3.1058 | |
| | Momento en el Eje Y | 3.5053 | |

Anexo N°07: Metrado de cargas

CARGAS DE DISEÑO EDIFICACIÓN RESIDENCIAL VARO

Carga Muerta:

Carga muerta Edificación Residencial Varo

| Carga Muerta | Peso (Kg/m2) |
|--|---------------------|
| Acabados | 100 |
| Peso ladrillo hueco-aligerado | 90 |
| Σ = Carga Muerta (CM) | 190 |

Carga Viva:

Carga viva Edificación Residencial Varo

| Ocupación | Carga Viva(Kg/m2) |
|-----------------------|--------------------------|
| VIVIENDA | 200 |
| Corredores- Escaleras | 200 |
| AZOTEA | 100 |
| Corredores- Escaleras | 200 |

ESPECTRO SISMICO SEGÚN LA NORMA E.030-2021

01. Zonificación , Según E030.2021

| | |
|--------------|----------|
| Departamento | Junin |
| Provincia | Huancayo |
| Distrito | Huancayo |
| Zona Sismica | 3 |

$$Z = 0.35$$

02. Parametros de sitio , según E.030-2021

| | |
|----------------------|----|
| Perfil de Suelo Tipo | S3 |
|----------------------|----|

$$S = 1.15$$

$$T_p = 0.6$$

$$T_L = 2$$

03. Categoría del edificio , Según E.030-2021

| | |
|-----------------------|---|
| Categoría de edificio | A |
|-----------------------|---|

$$U = 1.000$$

04. Restricciones de irregularidad , Según E.030-2021

No se permiten irregularidades extremas

05. Coeficiente Básico de Reduccion de Fuerzas Sísmicas , Según E.030-2021

Sistema estructural

$$R_0 = 7$$

06. Factor de Irregularidad , Según E.030-2021

Irregularidad en Altura

$$I_a = 1.00$$

Irregularidad en planta

$$I_p = 1.00$$

07. Coeficiente de reduccion de Fuerzas Sísmicas , Según E.030-2021

$$R = R_0 \cdot I_a \cdot I_p = 7$$

08. Calculo y grafico del espectro de Diseño , Según E.030-2021

$$S_a = \frac{Z U C S}{R} * g$$

| | |
|----|-------|
| Z | 0.35 |
| U | 1.000 |
| S | 1.15 |
| R | 7 |
| g | 9.81 |
| TP | 0.6 |
| TL | 2 |
| C | 2.5 |

Artículo 14.- Factor de Amplificación Sísmica (C)

De acuerdo a las características de sitio, se define el factor de amplificación sísmica (C) por las siguientes expresiones:

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

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

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



| | Perfil de suelo | | | |
|--------------------|-----------------|----------------|----------------|----------------|
| | S _e | S ₁ | S ₂ | S ₃ |
| T _p (s) | 0,3 | 0,4 | 0,6 | 1,0 |
| T _L (s) | 3,0 | 2,5 | 2,0 | 1,6 |

| Periodo fundamental de vibración (T) | Factor de amplificación sísmica (C) | espectro inelastico de pseudo-aceleración (Sa) |
|---|--|---|
| 0 | 2.5000 | 1.4102 |
| 0.1 | 2.5000 | 1.4102 |
| 0.2 | 2.5000 | 1.4102 |
| 0.3 | 2.5000 | 1.4102 |
| 0.4 | 2.5000 | 1.4102 |
| 0.5 | 2.5000 | 1.4102 |
| 0.6 | 2.5000 | 1.4102 |
| 0.7 | 2.1429 | 1.2087 |
| 0.8 | 1.8750 | 1.0576 |
| 0.9 | 1.6667 | 0.9401 |
| 1 | 1.5000 | 0.8461 |
| 1.1 | 1.3636 | 0.7692 |
| 1.2 | 1.2500 | 0.7051 |
| 1.3 | 1.1538 | 0.6509 |
| 1.4 | 1.0714 | 0.6044 |
| 1.5 | 1.0000 | 0.5641 |
| 1.6 | 0.9375 | 0.5288 |
| 1.7 | 0.8824 | 0.4977 |
| 1.8 | 0.8333 | 0.4701 |
| 1.9 | 0.7895 | 0.4453 |
| 2 | 0.7500 | 0.4231 |
| 2.1 | 0.6803 | 0.3837 |
| 2.2 | 0.6198 | 0.3496 |
| 2.3 | 0.5671 | 0.3199 |
| 2.4 | 0.5208 | 0.2938 |
| 2.5 | 0.4800 | 0.2708 |
| 2.6 | 0.4438 | 0.2503 |
| 2.7 | 0.4115 | 0.2321 |
| 2.8 | 0.3827 | 0.2158 |
| 2.9 | 0.3567 | 0.2012 |
| 3 | 0.3333 | 0.1880 |
| 3.1 | 0.3122 | 0.1761 |
| 3.2 | 0.2930 | 0.1653 |
| 3.3 | 0.2755 | 0.1554 |
| 3.4 | 0.2595 | 0.1464 |

