



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

“Evaluación del comportamiento sísmico de un muro de tapial con refuerzo de carrizo en viviendas, Huaylas – Áncash, 2018”

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

AUTOR:

Miranda Rucoba, Richard Alexis

ASESOR:

Dr. Ing. Tello Malpartida, Omart Demetrio

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño sísmico y estructural

Lima - Perú

2018

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

..... Miranda Rucoba, Richard Alexis

cuyo título es:

..... "Evaluación del comportamiento sísmico de un
muro de tapial con refuerzo de carrizo en vivien
das, Huaylas - Ancash, 2018

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

..... 15 (número) Quince (letras).

Lugar y fecha..... 06/12/2017



PRESIDENTE
Mr. Felino César Salcedo
 Grado y nombre



SECRETARIO
Mrs. Cecilia Arriola Morcoso
 Grado y nombre



VOCAL
Dr. In. Daniel Malyorita
 Grado y nombre

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

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

DEDICATORIA

A Dios por guiar mis pasos y protegerme en todo momento.

A La mejor, Mi mama por siempre confiar en mí y darme
mucho amor en cada día

Al Mejor, Mi papa por siempre consentirme y hacerme reír y
darme mucho amor en mis derrotas y triunfos.

Esta tesis que será sólo una puerta a nuevos retos se lo dedico
con todo mi amor y sacrificio a ustedes los mejores, mis
padres, mis mejores amigos. Por Siempre los tres

A toda mi familia que siempre los llevaré en mi corazón.

A un ángel que está observando mis pasos desde el cielo mi
abuela Isabel.

AGRADECIMIENTO

A mi asesor de tesis el Dr. Omart Demetrio Tello Malpartida, por su gran labor en la revisión de cada párrafo de mi tesis, por sus destacables experiencias y lecciones impartidas en el salón de clases y en el asesoramiento individual, por ser una gran guía para conseguir la primera gran meta en mi etapa profesional.

A los ingenieros que me apoyaron en el juicio de expertos: el ing. John Nelinho Taca Zevallos, el ing. Augusto Samir Arévalo Vidal y el ing. Álvaro Ramos Suarez; por su paciencia a las preguntas formuladas por su tesis y por su valioso tiempo de aportar su experiencia y conocimiento a mi tesis.

A los ingenieros que han sido mis maestros en mi etapa universitaria: Mg3 Ing José Luis Benites Zuñiga y el Ing Ricardo Padilla Pichen

A mis amigos por el apoyo incondicional y mi enamorada.

DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD

Yo, Richard Alexis Miranda Rucoba con DNI N°77529831, a efecto de cumplir con las disposiciones vigentes consideradas en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo, Facultad de Ingeniería, Escuela Académico profesional de Ingeniería Civil, declaro bajo juramento que toda la documentación que acompaño es veraz y auténtica.

Así mismo, declaro también bajo juramento que todos los datos e información que se muestra en la presente tesis son auténticos y veraces.

En tal sentido asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento y omisión tanto de los documentos como la información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas de la Universidad César Vallejo.

Lima, 06 de diciembre del 2018



Miranda Rucoba, Richard Alexis

PRESENTACIÓN

Señor miembros del jurado:

De conformidad y en cumplimiento de los requisitos estipulados en el reglamento de grados y títulos de la universidad César Vallejo es grato poner a vuestra consideración, el presente trabajo de investigación titulado: “Evaluación del comportamiento sísmico de un muro de tapial con refuerzo de carrizo en viviendas, Huaylas – Áncash, 2018”. Con el propósito de obtener el título profesional de ingeniero civil.

El contenido de la presente tesis ha sido desarrollado considerando las normas establecidas en el reglamento nacional de edificaciones, normas técnicas según la línea de investigación, aplicación de conocimiento adquirido durante la formación profesional en la universidad, consulta de fuentes bibliográficas especializadas y con la experiencia del asesor.

ÍNDICE

| | |
|--|-------------------------------|
| PÁGINA DEL JURADO | ¡Error! Marcador no definido. |
| DEDICATORIA | iii |
| AGRADECIMIENTO | iv |
| DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD | ¡Error! Marcador no definido. |
| PRESENTACIÓN | vi |
| I. INTRODUCCIÓN | 22 |
| 1.1 Realidad Problemática | 23 |
| 1.2 Trabajos Previos | 25 |
| 1.2.1 Antecedentes Internacionales | 25 |
| 1.2.2 Antecedentes Nacionales | 30 |
| 1.3 Teorías Relacionadas | 34 |
| 1.3.1 Comportamiento sísmico en muros | 34 |
| 1.3.1.1 Características de la acción sísmica..... | 34 |
| 1.3.1.2 Respuesta de los edificios a la acción sísmica..... | 34 |
| 1.3.1.3 Comportamiento sísmico de las construcciones de adobe..... | 35 |
| 1.3.1.4 Resistencia a la compresión de la albañilería | 35 |
| 1.3.1.5 Resistencia al corte de la albañilería..... | 35 |
| 1.3.1.6 Ensayo del Comportamiento del tapial..... | 36 |
| 1.3.1.7 Cálculo de las fuerzas sísmicas horizontales..... | 37 |
| 1.3.1.8 Cimentación..... | 39 |
| 1.3.1.9. Sobrecimiento..... | 39 |
| 1.3.1.10 Suelos adecuados para construir con tapial | 40 |
| 1.3.1.11 Posibilidades de estabilización de suelos: | 40 |
| 1.3.1.12 Proceso constructivo del tapial | 40 |
| 1.3.1.13 Comportamiento estructural del tapial | 40 |
| 1.3.1.14 Muros..... | 41 |
| 1.3.1.15 Mazón o Pisón | 41 |
| 1.3.1.16 Unidades de tapial y encofrado | 42 |
| 1.3.1.17 Fuerza Axial | 42 |
| 1.3.1.18 Fuerza cortante: | 42 |
| 1.3.1.19 Esfuerzos de compresión | 42 |
| 1.3.1.20 Esfuerzo a corte: | 42 |
| 1.3.1.21 Desplazamiento lateral | 42 |
| 1.3.1.22 Diafragma flexible..... | 43 |

| | |
|---|-----------|
| 1.3.1.23 Rigidez lateral..... | 43 |
| 1.3.1.24 Determinación de la rigidez de un muro de albañilería..... | 43 |
| 1.3.1.22 Posibilidades de Estabilización de suelos..... | 43 |
| 1.3.1.21 Deformación de muretes de tapial comparado con el adobe..... | 44 |
| 1.3.2 Las propiedades y uso del carrizo en muros..... | 44 |
| 1.3.2.1 La técnica del tapial..... | 44 |
| 1.3.2.2 Edificación de tierra reforzada..... | 44 |
| 1.3.2.3 Refuerzos..... | 45 |
| 1.4 Formulación del problema..... | 46 |
| 1.4.1 Problema General..... | 46 |
| 1.4.2 Problemas específicos:..... | 46 |
| 1.5 Justificación del estudio..... | 46 |
| 1.5.1 Justificación Práctica..... | 46 |
| 1.5.2 Justificación económica..... | 47 |
| 1.5.3 Justificación social..... | 48 |
| 1.6 Hipótesis..... | 49 |
| 1.6.1 Hipótesis general..... | 49 |
| 1.6.2 Hipótesis Específicos..... | 49 |
| 1.7 Objetivos..... | 50 |
| 1.7.1 Objetivo General:..... | 50 |
| 1.7.2 Objetivos Específicos:..... | 50 |
| II. MÉTODO..... | 51 |
| 2.1 Diseño de investigación..... | 52 |
| 2.2 Variables y Operacionalización..... | 53 |
| 2.2.1 Variables..... | 53 |
| 2.2.1.1 Variable Independiente..... | 53 |
| 2.2.1.2 Variable Dependiente..... | 54 |
| 2.2.2 Operacionalización de la Variable..... | 54 |
| 2.3 Población y muestra..... | 57 |
| 2.3.1 Población..... | 57 |
| 2.3.2 Muestra..... | 57 |
| 2.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos..... | 59 |
| 2.4.1. Técnicas de recolección de datos..... | 59 |
| 2.4.2. Instrumentos de recolección de datos..... | 59 |
| 2.4.1 Proceso de recolección de datos..... | 60 |

| | |
|---|-----------|
| 2.4.3 Validez..... | 67 |
| 2.4.2 La Confiabilidad | 68 |
| 2.5 Métodos de análisis de datos..... | 68 |
| 2.6 Aspectos éticos | 71 |
| III. RESULTADOS..... | 72 |
| 3.1 Ubicación | 73 |
| 3.1.1 Ubicación del lugar..... | 73 |
| 3.1.2 Ubicación de cantera para material de laboratorio | 74 |
| 3.2 Descripción del caso | 75 |
| 3.2.1 Materiales | 75 |
| 3.2.1.1 Tierra | 75 |
| 3.2.1.1 Traslado de material de cantera | 75 |
| 3.2.1.2 Carrizo | 76 |
| 3.2.1.2.1 Proceso de secado..... | 77 |
| 3.2.3 Herramientas..... | 78 |
| 3.2.3.1 Masones | 78 |
| 3.2.3.2 Encofrados | 79 |
| 3.3 Desarrollo del caso..... | 80 |
| 3.3.1 Ensayo a tracción del carrizo de ¾” | 80 |
| 3.3.1.1 Prueba 1 carrizo con epóxico..... | 80 |
| 3.3.1.2 Elaboración de los carrizos con epóxico | 82 |
| 3.3.1.3 Ensayo a tracción..... | 85 |
| 3.2.1.4 Láminas de carrizo..... | 89 |
| 3.3.2 Pruebas de campo | 92 |
| 3.3.2.1 Reconocimiento de tierra..... | 92 |
| 3.3.2.2 Prueba del rollito | 93 |
| 3.3.2.3 Prueba de la bolita | 93 |
| 3.3.2.4 Prueba de Sedimentación..... | 94 |
| 3.3.3 Ensayos de mecánica de suelos | 95 |
| 3.3.3.1 Ensayo de granulometría | 95 |
| 3.3.3.2 Ensayo de límite líquido y plástico..... | 96 |
| 3.3.3.3 Ensayo de proctor modificado | 97 |
| 3.3.4 Prueba en muretes de tapial | 98 |
| 3.3.4.1 Prueba 1 en murete | 98 |
| 3.3.4.2 Prueba 2 en murete | 101 |

| | |
|--|-----|
| 3.3.4.3 Prueba 3 (murete de tapial)..... | 105 |
| 3.3.4.4 Comparación de muestras N°2 y N°3 | 107 |
| 3.3.5 Ensayo de Compresión en pila (Laboratorio)..... | 108 |
| 3.3.5.1 Preparación del Carrizo | 108 |
| 3.3.5.2 Amarrado del carrizo | 109 |
| 3.3.5.3 Etapa de suelo dormido | 111 |
| 3.3.5.4 Etapa de encofrado en muestras de laboratorio | 111 |
| 3.3.5.1 Aditivos | 112 |
| 3.3.5.6 Preparación de la mezcla | 113 |
| 3.3.5.7 Muestra 1 en laboratorio..... | 114 |
| 3.3.5.8 Muestra 2 en laboratorio..... | 115 |
| 3.3.5.9 Muestra 3 en laboratorio..... | 117 |
| 3.3.5.10 Muestra 4 en laboratorio..... | 119 |
| 3.3.5.11 Desencofrado de muestras e=0.20 m..... | 121 |
| 3.3.5.12 Puliendo pilas de e=0.20 m | 124 |
| 3.3.5.12 Ensayo de Primera pila de e=0.20 m | 125 |
| 3.7.2.12 Ensayo de segunda pila de e=0.20 m..... | 126 |
| 3.7.2.12 Ensayo de tercera pila de e=0.20 m..... | 127 |
| 3.7.2.12 Ensayo de Cuarta pila de e=0.20 m | 128 |
| 3.7.2.12 Eliminación de pilas de e=0.20 | 129 |
| 3.3.6 Ensayo de tracción diagonal en muretes (laboratorio) | 130 |
| 3.3.6.1 Proceso de dormido de la tierra | 130 |
| 3.3.6.2 Elaboración del encofrado para tapial e=0.25m | 131 |
| 3.3.6.3 Perfilando Varillas del carrizo para Tapial e=0.25m..... | 132 |
| 3.3.6.4 Amarrado doble en uniones de carrizo | 133 |
| 3.3.6.5 Preparación de mezcla | 135 |
| 3.3.6.6 Introducción de la malla de carrizo en el muro de tapial e=0.25m | 136 |
| 3.3.6.7 Adaptadores de tacos de madera en el muro de tapial e=0.25m | 136 |
| 3.3.6.8 Murete 1 (e=0.25m)..... | 138 |
| 3.3.6.9 Murete 2 (e=0.25m)..... | 139 |
| 3.3.6.10 Murete 3 (e=0.25m)..... | 141 |
| 3.3.6.11 Murete 4 (e=0.25m)..... | 142 |
| 3.3.6.12 Desencofrado de muestras en laboratorio..... | 144 |
| 3.3.6.13 Puliendo muretes de e=0.25m | 146 |
| 3.3.6.14 Traslado y preparación de muretes de e=0.25m | 147 |

| | |
|--|------------|
| 3.3.6.15 Ensayo del primer murete de $e=0.25m$ | 149 |
| 3.3.6.16 Ensayo del segundo murete de $e=0.25m$ | 151 |
| 3.3.6.17 Ensayo del tercer murete de $e=0.25m$ | 153 |
| 3.3.6.18 Ensayo del cuarto murete de $e=0.25m$ | 155 |
| 3.3.7 Análisis de un muro de tapial y una vivienda multifamiliar..... | 157 |
| 3.3.7.1 Análisis a flexión de un muro de tapial..... | 158 |
| 3.3.7.2 Análisis de flexión en el refuerzo de carrizo..... | 163 |
| 3.3.7.3 Análisis sísmico de un muro de tapial..... | 165 |
| 3.3.7.4 Análisis sísmico de la vivienda de tapial..... | 169 |
| 3.3.8.3 Creación del espectro de respuesta:..... | 188 |
| 3.3.8.6 Desplazamiento lateral en un muro de tapial sin refuerzo..... | 201 |
| 3.3.8.7 Desplazamiento Lateral en un muro de tapial con refuerzo..... | 202 |
| 3.3.9 Desarrollo de la Rigidez Lateral..... | 203 |
| 3.3.9.1 Rigidez lateral en un muro sin refuerzo..... | 205 |
| 3.3.9.3 Rigidez lateral en un muro con refuerzo y separación a 7 cm..... | 208 |
| 3.3.9.4 Rigidez lateral en un muro con refuerzo y separación a 5 cm..... | 210 |
| 3.4 Resultados | 212 |
| 3.4.1 Resultados del ensayo a tracción del carrizo diámetro $\frac{3}{4}$ "..... | 212 |
| 3.4.1.1 Resultado de Probeta 1 de carrizo diámetro $\frac{3}{4}$ | 212 |
| 3.4.1.2 Resultados de Probeta 2 de carrizo diámetro $\frac{3}{4}$ | 213 |
| 3.4.1.3 Resultados de Probeta 3 de carrizo diámetro $\frac{3}{4}$ | 214 |
| 3.4.1.4 Resultados de Probeta 4 de carrizo diámetro $\frac{3}{4}$ | 215 |
| 3.4.1.5 Cuadro de resumen de las probetas de carrizo diámetro $\frac{3}{4}$ "..... | 216 |
| 3.4.2 Resultados del ensayo a tracción de láminas de carrizo..... | 217 |
| 3.4.2.1 Resultados de Lámina 1 y 2 de carrizo..... | 217 |
| 3.4.2.2 Resultados de Lámina 3 y 4 de carrizo..... | 218 |
| 3.4.2.3 Cuadro de resumen de las láminas de carrizo diámetro $\frac{3}{4}$ "..... | 219 |
| 3.4.3 Resultados del ensayo a compresión axial de pilas..... | 220 |
| 3.4.3.1 Resultados de los esfuerzos a compresión axial de pilas..... | 220 |
| 3.4.3.2 Gráficos estadísticos a compresión axial de pilas en KN Y KPA..... | 221 |
| 3.4.4 Resultado del Ensayo de tracción diagonal..... | 223 |
| 3.4.4.1 Resultados de los esfuerzos a compresión diagonal de muretes..... | 223 |
| 3.4.5 Resultados del Desplazamiento Lateral..... | 226 |
| 3.4.6 Resultados Rigidez Lateral..... | 228 |
| 3.4.6.1 Resultado de Rigidez Lateral en Dirección de Y..... | 228 |

| | |
|--|------------|
| 3.4.6.2 Resultado de Rigidez Lateral en Dirección de X | 229 |
| 3.5 Contratación de Hipótesis | 231 |
| IV. DISCUSIÓN | 233 |
| V. CONCLUSIONES | 237 |
| VI. RECOMENDACIONES..... | 240 |
| REFERENCIAS | 243 |
| ANEXOS | |
| Anexo 01: Matriz de consistencia | |
| Anexo 02: Juicio de Expertos | |
| Anexo 03: Fichas técnicas | |
| Anexo 04: Resultados de ensayos | |
| Anexo 05: Certificados de calibración | |
| Anexo 06: Planos | |
| Anexo 07: Documentos | |

Índice de tablas

| | |
|--|-----|
| Tabla 1. Factor de Suelo | 37 |
| Tabla 2. Factor de uso..... | 37 |
| Tabla 3. Coeficiente sísmico | 38 |
| Tabla 4. Viviendas de Áncash con el material predominante en paredes exteriores..... | 47 |
| Tabla 5. Viviendas particulares con ocupantes presentes de Áncash..... | 48 |
| Tabla 6. Viviendas en zona rural del distrito de Huata (Huaylas)..... | 57 |
| Tabla 7. Muestra no probabilística - Muestreo estratificado | 58 |
| Tabla 8. Validación..... | 67 |
| Tabla 9. Juicio de expertos | 68 |
| Tabla 10. Porcentaje retenido en cada tamiz | 95 |
| Tabla 11. Límites de consistencia..... | 96 |
| Tabla 12: Factor de Suelo | 160 |
| Tabla 13: Factor de uso | 160 |
| Tabla 14: Coeficiente sísmico | 161 |
| Tabla 15: Modulo de rotura a flexión del refuerzo carrizo | 164 |
| Tabla 16: El sistema de albañilería posee un coeficiente de reducción de 3..... | 191 |
| Tabla 17. Límites para la distorsión del entrepiso..... | 198 |
| Tabla 18. Distorsión en dirección Y | 199 |
| Tabla 19. Distorsión en dirección X..... | 199 |
| Tabla 20. Distorsión en dirección Y | 200 |
| Tabla 21. Distorsión en dirección X..... | 200 |
| Tabla 22. Tracción en Segunda probeta de carrizo | 216 |
| Tabla 23. Características de las láminas de carrizo | 219 |
| Tabla 24. Descripción y toma de datos de compresión axial | 220 |
| Tabla 25. Resultados del esfuerzo a compresión en unidades de Kg/cm ² | 220 |
| Tabla 26. Resultados del esfuerzo a compresión en unidades de KPA..... | 221 |
| Tabla 27. Cuantía horizontal y vertical de pilas e=0.20m | 222 |
| Tabla 28. Descripción y toma de datos de tracción diagonal | 223 |
| Tabla 29. Esfuerzo a tracción diagonal | 223 |
| Tabla 30. Esfuerzo a corte KPA | 224 |
| Tabla 31. Cuantía en los muretes de tapial..... | 225 |
| Tabla 32. Desplazamiento lateral en dirección X..... | 226 |
| Tabla 33. Desplazamiento lateral en dirección Y..... | 226 |
| Tabla 34. Rigidez lateral en dirección Y | 228 |
| Tabla 35. Rigidez lateral en dirección X | 229 |

Índice de Figuras

| | |
|--|----|
| Figura 1: Construcciones de tierra en el mundo | 23 |
| Figura 2: Fuerza de inercia generado por la vibración de la estructura..... | 34 |
| Figura 3. Sistemas con distinto periodo fundamental de vibración..... | 34 |
| Figura 4. Ensayo a compresión axial..... | 35 |
| Figura 5. Ensayo a compresión diagonal..... | 36 |
| Figura 6: Ensayo estático en muros de tapial | 36 |
| Figura 7: Mapa de Zonificación Sísmica,..... | 38 |
| Figura 8: Partes del cimiento y sobrecimiento de muro de tierra | 39 |
| Figura 9. Un muro resistiendo cargas actuantes | 41 |
| Figura 10. Tipos de mazonos para compactación manual | 41 |
| Figura 11. Determinación de la rigidez de un muro | 43 |
| Figura 12. Deformación del adobe y el tapial | 44 |
| Figura 13. Estructura de tierra reforzada | 45 |
| Figura 14. Refuerzo de caña o similar | 45 |
| Figura 15. Material predominante de viviendas de Áncash | 48 |
| Figura 16. Gráfico de carrizo de 3/4” | 61 |
| Figura 17: Características del tapial para compresión..... | 63 |
| Figura 18. Características del murete a tracción diagonal..... | 64 |
| Figura 19. Definiendo el material del muro | 65 |
| Figura 20. Definiendo la sección del muro de tapial..... | 66 |
| Figura 21. Definiendo la sección del muro de tapial..... | 66 |
| Figura 22. Muro de tapial en ETABS mediante elementos finito | 67 |
| Figura 23. 2 pilas de tapial con refuerzo de 4 varillas de carrizo de 3/4” y sin refuerzo | 69 |
| Figura 24. 2 pilas de tapial con refuerzo de 6 y 8 varillas de carrizo de 3/4” | 70 |
| Figura 25. 2 muretes de tapial con refuerzo de 4 varillas de carrizo de 3/4” y sin refuerzo | 70 |
| Figura 26. 2 muretes de tapial con refuerzo de 6 y 8 varillas de carrizo de 3/4”” | 71 |
| Figura 27. Distrito de Huata | 73 |
| Figura 28. 70% de viviendas de adobe y tapial | 73 |
| Figura 29. Lugar de Cantera | 74 |
| Figura 30. Extracción de muestra para el ensayo de mecánica de suelos | 74 |
| Figura 31. Tierra apta de cantera | 75 |
| Figura 32. Llenado de material de cantera en baldes de volumen de 0.042 m ³ | 75 |
| Figura 33. Material en 16 costalillos | 76 |
| Figura 34. Lugar de ubicación del carrizo | 76 |
| Figura 35. Secado de carrizo | 77 |
| Figura 36. Carrizo color amarillento | 77 |
| Figura 37. Lugar de la cantera, y ubicación de las pruebas de campo | 78 |
| Figura 38. Mazón de 10 kg para la zona céntrica del murete de tapial | 78 |
| Figura 39. Mazón de 9,5 kg para la zona perimetral del murete de tapial | 79 |
| Figura 40. Proceso de armado de encofrado..... | 79 |
| Figura 41. Epóxico Sikadur-31HMG | 80 |
| Figura 42. Preparación del diablo (cemento más yeso)..... | 80 |
| Figura 43. Introducción del epóxido en el interior del carrizo | 81 |
| Figura 44. Introducción del cemento más yeso en el interior del carrizo..... | 81 |
| Figura 45. Preparación de la mezcla cemento más yeso | 82 |

| | |
|--|-----|
| Figura 46. Preparación de la mezcla del epóxico | 82 |
| Figura 47. Introducción del cemento más yeso en el interior del carrizo..... | 83 |
| Figura 48. Introducción del epóxico en el interior del carrizo | 83 |
| Figura 49. Proceso de secado del carrizo con epóxico y el diablo | 84 |
| Figura 50. Verificación del secado de los carrizos después de las 48 horas. | 84 |
| Figura 51. Ensayo a tracción en la prensa hidráulica con dial | 85 |
| Figura 52. Ensayo a tracción en prensa con sistema virtual..... | 85 |
| Figura 53. Toma de medidas al carrizo antes del ensayo a tracción | 86 |
| Figura 54. Ensayo a tracción en probeta 1 de carrizo..... | 86 |
| Figura 55. Ensayo a tracción en 2° probeta de carrizo | 87 |
| Figura 56. Ensayo a tracción en 3° probeta de carrizo | 87 |
| Figura 57. Ensayo a tracción en 4° probeta de carrizo | 88 |
| Figura 58. Ensayo a tracción en la maquina universal, ZWICK ROELL | 88 |
| Figura 59. Corte del carrizo en láminas..... | 89 |
| Figura 60. Se aprecia las láminas 1 y 2 de carrizo | 89 |
| Figura 61. Se aprecia las láminas 3 y 4 de carrizo | 90 |
| Figura 62. Toma de medidas en láminas de carrizo | 90 |
| Figura 63. Ensayo a tracción en láminas de carrizo 1 y 2 | 91 |
| Figura 64. Ensayo a tracción en láminas de carrizo 3 y 4 | 91 |
| Figura 65. Lugar de la cantera, y ubicación de las pruebas de campo | 92 |
| Figura 66. Lugar de la cantera, y ubicación de las pruebas de campo | 92 |
| Figura 67. Prueba del rollito en campo..... | 93 |
| Figura 68. Prueba de la bolita E-0.80 | 93 |
| Figura 69. Prueba de la bolita después de las 48 horas | 94 |
| Figura 70. Prueba de sedimentación..... | 94 |
| Figura 71. Ensayo de granulometría, Tamizando..... | 95 |
| Figura 72. Curva granulométrica..... | 96 |
| Figura 73. 25 golpes con la copa de Casagrande..... | 96 |
| Figura 74. Golpes en molde de proctor modificado | 97 |
| Figura 75. Curva densidad seca vs humedad..... | 97 |
| Figura 76. Encofrado de primera prueba | 98 |
| Figura 77. Apisonamiento de primera prueba | 98 |
| Figura 78. Falla en encofrado de 1 prueba | 99 |
| Figura 79. Apisonamiento de última camada | 99 |
| Figura 80. Retiro de encofrado de 1 prueba | 100 |
| Figura 81. Tapial de Primera prueba | 100 |
| Figura 82. Golpes en el tapial..... | 101 |
| Figura 83. Encofrado mejorado | 101 |
| Figura 84. Mezcla de agregados en un triplay de 1.5 x 1.5 m2..... | 102 |
| Figura 85. Vaciado de cal con un 5% en la mezcla..... | 102 |
| Figura 86. Elaboración de la malla de carrizo para la prueba 2 | 103 |
| Figura 87. Compactación de tapial con malla de carrizo | 104 |
| Figura 88. Tapial con ancho de 20 cm con malla de #4 carrizos | 104 |
| Figura 89. Tapial con ancho de 20 cm con malla de #2 carrizos | 105 |
| Figura 90. El carrizo horizontal llega hasta el final del encofrado..... | 105 |
| Figura 91. Introducción de malla carrizo en tercera prueba | 106 |

| | |
|--|-----|
| Figura 92. Tercera prueba de tapial | 106 |
| Figura 93. Desencofrado de tercera prueba | 107 |
| Figura 94. Falla presentada en la prueba 3 | 107 |
| Figura 95. Corte y nivelación en las varillas de carrizo de 3/4" de diámetro..... | 108 |
| Figura 96. Corrugando las varillas de carrizo de 3/4" de diámetro | 108 |
| Figura 97. Ajustes con alicata en las intersecciones de la malla de carrizo | 109 |
| Figura 98. Amarre con alambre número 16 para murete 2..... | 109 |
| Figura 99. Amarre con alambre número 16 para murete 3..... | 110 |
| Figura 100. Amarre con alambre número 16 para murete 4..... | 110 |
| Figura 101. Dormido de tierra | 111 |
| Figura 102. Corte y unión de amarres | 111 |
| Figura 103. Uniones de caras laterales y frontales de encofrado | 112 |
| Figura 104. Corte en pedazos de paja de 50 a 100 mm | 112 |
| Figura 105. Mezcla de la tierra con el aditivo de cal..... | 113 |
| Figura 106. Amasando la mezcla de tierra | 113 |
| Figura 107. Vaciado de mezcla en el primer encofrado | 114 |
| Figura 108. Apisonamiento en la primera muestra de tapial..... | 114 |
| Figura 109. Colocación de acero de 3/8 para presionar el encofrado | 115 |
| Figura 110. Colocación del carrizo en la segunda muestra de tapial | 115 |
| Figura 111. Apisonamiento en la segunda muestra de tapial | 116 |
| Figura 112. Caída del mazo en 80 cm de la segunda muestra de tapial | 116 |
| Figura 113. Colocación de acero de 3/8 para presionar el encofrado | 117 |
| Figura 114. Caída del mazo en 80 cm de la tercera muestra de tapial | 117 |
| Figura 115. Mazón de 10 kg en la última camada de la 3 muestra de tapial..... | 118 |
| Figura 116. Colocación de acero de 3/8 para presionar el encofrado | 118 |
| Figura 117. Vaciado de mezcla en el cuarto encofrado..... | 119 |
| Figura 118. Introducción de la malla de carrizo en la muestra 4..... | 119 |
| Figura 119. Apisonamiento en la cuarta muestra de tapial..... | 120 |
| Figura 120. Se respeta el mínimo de espacios entre carrizos para el apisonamiento | 120 |
| Figura 121. Colocación de acero de 3/8 para presionar el encofrado muestra 4..... | 121 |
| Figura 122. Desencofrado de muestras de tapial | 121 |
| Figura 123. Retiro de las caras laterales del encofrado | 122 |
| Figura 124. Se aprecia el tapial después del encofrado..... | 122 |
| Figura 125. Se aprecia las camadas del apisonamiento..... | 123 |
| Figura 126. Desencofrado de muestras de tapial | 123 |
| Figura 127. Nivelando el tapial sin refuerzo | 124 |
| Figura 128. Nivelando el tapial con refuerzo de carrizo | 124 |
| Figura 129. Muestra 1 sin refuerzo de carrizo antes de la compresión axial | 125 |
| Figura 130. Muestra 1 sin refuerzo de carrizo después de la rotura a compresión axial... | 125 |
| Figura 131. Muestra 2 con refuerzo de carrizo antes de la compresión axial | 126 |
| Figura 132. Muestra 2 con refuerzo de carrizo después de la rotura a compresión axial.. | 126 |
| Figura 133. Muestra 3 con refuerzo de carrizo antes de la compresión axial | 127 |
| Figura 134. Muestra 3 con refuerzo de carrizo después de la rotura a compresión axial.. | 127 |
| Figura 135. Muestra 4 con refuerzo de carrizo antes de la compresión axial | 128 |
| Figura 136. Muestra 4 con refuerzo de carrizo después de la rotura a compresión axial.. | 128 |
| Figura 137. No colapso la muestra 3 de tapial por compresión axial..... | 129 |

| | |
|--|-----|
| Figura 138. No colapso la muestra 2 de tapial por compresión axial..... | 129 |
| Figura 139. Proceso de dormido de la tierra..... | 130 |
| Figura 140. Proceso de mezclado para el dormido de la tierra..... | 130 |
| Figura 141. Uniones de caras en el encofrado de $e=0.25m$ | 131 |
| Figura 142. Señalización de las capas a compactar de cada $0.10m$ cada uno. | 131 |
| Figura 143. Carrizos de trozos de $0.42m$ | 132 |
| Figura 144. Trazando el corrugado en el carrizo ensayo de laboratorio | 132 |
| Figura 145. Amarrado doble con alambre N°16 en uniones de carrizo | 133 |
| Figura 146. Malla de carrizo corrugada con doble amarre en uniones..... | 133 |
| Figura 147. Malla de carrizo corrugada con doble amarre en uniones..... | 134 |
| Figura 148. Malla de carrizo corrugada con doble amarre en uniones..... | 134 |
| Figura 149. Aplicación del aditivo de cal un 5% | 135 |
| Figura 150. Preparación de la mezcla..... | 135 |
| Figura 151. Introducción del carrizo | 136 |
| Figura 152. Malla de carrizo doble con tacones de madera | 136 |
| Figura 153. Malla de carrizo triple con tacones de madera..... | 137 |
| Figura 154. Malla de carrizo cuádruple con tacones de madera | 137 |
| Figura 155. Vaciado de mezcla en la primera muestra de tapial | 138 |
| Figura 156. Apisonamiento en la primera muestra de tapial..... | 138 |
| Figura 157. Muestra 1 sin carrizo | 139 |
| Figura 158. Introducción de la primera malla y mezcla | 139 |
| Figura 159. Apisonamiento en la muestra 2 $e=0.25m$ | 140 |
| Figura 160. Se aprecia los tacones de madera de $20mm$ en la parte final del carrizo | 140 |
| Figura 161. Introducción de malla N°3 en murete de $e=0.25m$ | 141 |
| Figura 162. Apisonamiento en la última capa del 3° murete de $e=0.25m$ | 141 |
| Figura 163. Se aprecia los tacones de madera de $20mm$ en la parte final del carrizo | 142 |
| Figura 164. Apisonamiento en la última camada del 4 murete de $e=0.25m$ | 142 |
| Figura 165. Se observa el mínimo de espaciamiento que debe tener en base al Mazón ... | 143 |
| Figura 166. Se aprecia los tacones de madera de $20mm$ en la parte final del carrizo | 143 |
| Figura 167. Se aprecia los tacones de madera de $20mm$ en la parte final del carrizo | 144 |
| Figura 168. Desencofrado de las caras frontales con martillo de carpintería..... | 144 |
| Figura 169. Se aprecia los tacones de madera de $20mm$ en la parte final del carrizo | 145 |
| Figura 170. Se aprecia los tacones de madera de $20mm$ en la parte final del carrizo | 145 |
| Figura 171. Nivelación con sierra a la altura del tapial | 146 |
| Figura 172. Verificando la nivelación del tapial | 146 |
| Figura 173. Nivelación con sierra a la altura del tapial | 147 |
| Figura 174. Nivelación con sierra a la altura del tapial | 147 |
| Figura 175. Ángulos de apoyos para muretes en forma diagonal | 148 |
| Figura 176. Elaboración de piezas de triplay para los apoyos del murete..... | 148 |
| Figura 177. Colocación del murete en los ángulos con las piezas de triplay | 149 |
| Figura 178. Alineación del murete y colocación de ángulos adicionales..... | 149 |
| Figura 179. Primera muestra de tapial de $e=0.25m$ antes de la rotura por corte | 150 |
| Figura 180. Primera muestra de tapial de $e=0.25m$ después de la rotura por corte..... | 150 |
| Figura 181. Colocación del murete en los ángulos con las piezas de triplay | 151 |
| Figura 182. Alineación del murete y colocación de ángulos adicionales..... | 151 |
| Figura 183. Segunda muestra de tapial de $e=0.25m$ antes de la rotura por corte | 152 |

| | |
|---|-----|
| Figura 184. Segunda muestra de tapial de $e=0.25m$ después de la rotura por corte | 152 |
| Figura 185. Colocación del murete en los ángulos con las piezas de triplay | 153 |
| Figura 186. Alineación del murete y colocación de ángulos adicionales..... | 153 |
| Figura 187. Tercera muestra de tapial de $e=0.25m$ antes de la rotura por corte | 154 |
| Figura 188. Tercera muestra de tapial de $e=0.25m$ después de la rotura por corte | 154 |
| Figura 189. Colocación del murete en los ángulos con las piezas de triplay | 155 |
| Figura 190. Alineación del murete y colocación de ángulos adicionales..... | 155 |
| Figura 191. Cuarta muestra de tapial de $e=0.25m$ antes de la rotura por corte | 156 |
| Figura 192. Cuarta muestra de tapial de $e=0.25m$ después de la rotura por corte..... | 156 |
| Figura 193. Plano de una vivienda multifamiliar | 157 |
| Figura 194. Vista de perfil del plano vivienda multifamiliar | 158 |
| Figura 195. Fórmula del esfuerzo..... | 159 |
| Figura 196. Fórmula del SUCP | 160 |
| Figura 197. Peso del techo (kg) en muro de tapial | 161 |
| Figura 198. Momento máximo (kg-m) en un muro de tapial..... | 162 |
| Figura 199. Esfuerzo a compresión y tracción (diagramas) | 162 |
| Figura 200. DCL del muro de tapial y el refuerzo de carrizo..... | 163 |
| Figura 201. F_x en muro de tapial..... | 166 |
| Figura 202. F_y en muro de tapial..... | 167 |
| Figura 203. F_x en vivienda multifamiliar | 170 |
| Figura 204. F_y en vivienda multifamiliar | 173 |
| Figura 205. Ingreso de valores en los ejes “X” y “Y” | 176 |
| Figura 206. Ingreso de valores en el eje “Z” | 176 |
| Figura 207. Ingreso de valores en la definición del material sin carrizo..... | 177 |
| Figura 208. Se ingresa el valor esfuerzo a compresión axial en el Etabs según RNE | 178 |
| Figura 209. Fórmula del módulo de elasticidad de la albañilería..... | 178 |
| Figura 210: Ingreso de valores en el material con carrizo..... | 179 |
| Figura 211: Valor del laboratorio del ensayo a compresión..... | 180 |
| Figura 212. Fórmula módulo de elasticidad de la albañilería..... | 180 |
| Figura 213. Ingreso de valores en la definición del barro con paja (relleno) | 181 |
| Figura 214. Definición de la sección como la placa muro de tapial..... | 182 |
| Figura 215. Definición de la sección como la placa muro de barro | 182 |
| Figura 216. Plano en planta y se aprecia el muro a estudiar | 183 |
| Figura 217. Vista de alzada muro ubicado en el eje 3..... | 183 |
| Figura 218. Vista en 3D del plano de una vivienda multifamiliar de tapial..... | 184 |
| Figura 219. Elementos finitos de 250mmx250mm | 184 |
| Figura 220. Creación de cargas por gravedad y sismo | 185 |
| Figura 221. Eje X más la excentricidad..... | 185 |
| Figura 222. Eje Y más la excentricidad..... | 186 |
| Figura 223. Se da click en define, y por consiguiente en la opción mass source | 186 |
| Figura 224. Se en mass sources se crea un peso sísmico | 187 |
| Figura 225. Las cargas creadas en load pattern más sus multiplicadores | 187 |
| Figura 226. Se aprecia el artículo 26, que indica la categoría C de vivienda..... | 188 |
| Figura 227. Darle click en define, luego en función para la espectro de respuesta..... | 188 |
| Figura 228. Espectro de respuesta, en donde se coloca la norma del 2014..... | 188 |
| Figura 229. Espectro de respuesta | 189 |

| | |
|---|-----|
| Figura 230. Cuadro de espectro de respuesta | 190 |
| Figura 231. Cuadro de tipo de edificación | 190 |
| Figura 232. Tipo de suelo 2 por ser suelo intermedio | 190 |
| Figura 233. Regularidad en vivienda de tapial | 191 |
| Figura 234. Se da click en define, y por consiguiente se define el diafragma | 192 |
| Figura 235. En la combinación se coloca la Norma E-0.60 | 192 |
| Figura 236. En la combinación se coloca la Norma E-0.60 | 193 |
| Figura 237. Resistencia requerida en una combinación | 193 |
| Figura 238. Resistencia requerida en una combinación | 194 |
| Figura 239. En la función se aprecia la E-0.30 que se creó en los pasos anteriores..... | 194 |
| Figura 240. En la función se aprecia la E-0.30 que se creó en los pasos anteriores..... | 195 |
| Figura 241. Seleccionando la losa como un diafragma flexible..... | 196 |
| Figura 242: Dar click en asignar, y luego en Shell load, y luego en cargas distribuidas. . | 196 |
| Figura 243: Aplicación de la carga de 30 kg/m ² en la losa de tejas de barro. | 197 |
| Figura 244: Se aprecia la carga en el la losa de teja serrana | 197 |
| Figura 245. Factor de multiplicación en sistemas de estructuras regulares..... | 198 |
| Figura 246. Se aprecia el desplazamiento en el nodo izquierdo del muro analizado | 201 |
| Figura 247. Se aprecia el desplazamiento en el nodo derecho del muro analizado | 201 |
| Figura 248. Se aprecia el desplazamiento en el nodo izquierdo del muro analizado | 202 |
| Figura 249. Se aprecia el desplazamiento en el nodo derecho del muro analizado | 202 |
| Figura 250. Rigidez lateral en un muro | 203 |
| Figura 251. Fórmula de la rigidez lateral de un muro | 203 |
| Figura 252. Muro de tapial con espesor de 0. 40 m | 204 |
| Figura 253. Muro de tapial sin refuerzo | 205 |
| Figura 254. Muro de tapial con refuerzo de carrizo espaciamiento a 24 cm..... | 206 |
| Figura 255. Muro de tapial con refuerzo con espaciamiento a 11 cm..... | 208 |
| Figura 256. Muro de tapial con refuerzo con espaciamiento a 5,5 cm..... | 210 |
| Figura 257. Curva de deformación de probeta 1 de carrizo de 3/4” de diámetro..... | 212 |
| Figura 258. Curva de deformación de probeta 2 de carrizo de 3/4” de diámetro..... | 213 |
| Figura 259. Curva de deformación de probeta 3 de carrizo de 3/4” de diámetro..... | 214 |
| Figura 260. Curva de deformación de probeta 4 de carrizo de 3/4” de diámetro..... | 215 |
| Figura 261. Probetas de carrizo en el módulo de rotura | 216 |
| Figura 262. Curva de deformación de la lámina 1 y 2 de carrizo..... | 217 |
| Figura 263. Curva de deformación de la lámina 3 y 4 de carrizo..... | 218 |
| Figura 264. Esfuerzo a tracción de las láminas de carrizo | 219 |
| Figura 265. Carga máxima en Kilogramos..... | 221 |
| Figura 266. Esfuerzo a compresión axial | 222 |
| Figura 267: Carga máxima en Kilogramos | 224 |
| Figura 268. Esfuerzo a corte en KPA | 225 |
| Figura 269. Gráfico de los módulos de elasticidad en las muestras de laboratorio..... | 227 |
| Figura 270. Desplazamientos laterales en muro con refuerzo y sin refuerzo..... | 227 |
| Figura 271. La rigidez lateral en unidades de t/m | 228 |
| Figura 272. La rigidez lateral en unidades t/cm | 229 |
| Figura 273. Comparación de rigidez lateral entre muro con refuerzo y sin refuerzo..... | 230 |
| Figura 274. Muro de tapial con refuerzo, su desplazamiento y rigidez..... | 230 |
| Figura 275: Esfuerzo a compresión en pilas con refuerzo y sin refuerzo..... | 234 |

RESUMEN

La presente tesis titulada Evaluación del comportamiento sísmico de un muro de tapial con refuerzo de carrizo en viviendas, Huaylas – Áncash, 2018 tiene como objetivo principal evaluar si favorece la utilización del refuerzo de carrizo como malla en el interior de un muro de tapial el tipo de método empleado fue cuantitativo, su nivel fue aplicado por basarnos en resultados e hipótesis, su diseño es experimental ya que se manipularon variables. Los resultados que se obtuvieron del laboratorio fueron favorable en la muestra n°2 con refuerzo de carrizo (la muestra de carrizo con menor cuantía) con un esfuerzo a compresión de 1,26 KPA); el esfuerzo a corte de la misma muestra obtuvo un 0,21 KPA y con respecto a los desplazamientos laterales fueron menores que el muro sin refuerzo al igual que la rigidez lateral. Se concluye que el esfuerzo a compresión que se obtuvo un valor aceptable por estar dentro de los 12 kg/cm² que plantea la norma 0.80 de tierra reforzada (RNE-adobe) y el esfuerzo a corte mucho mayor que el parámetro de mampostería de adobe en el intervalo 0,025 KPA y 0,040 KPA. Además las derivas de una vivienda multifamiliar plasmada con refuerzo y sin refuerzo las distorsiones fueron favorables según el rango 0,005 de derivas del RNE; con respecto a la rigidez lateral se afirma que hay un índice alto en la dirección X pero aun así el muro con refuerzo fueron menores que el muro sin refuerzo.

Palabras Claves: Tapial, refuerzo de carrizo, comportamiento sísmico

ABSTRACT

This thesis entitled Evaluation of the seismic behavior of a rammed wall with reed reinforcement in homes, Huaylas – Ancash, 2018 has as main objective to evaluate if it favors the use of reed reinforcement as a mesh inside a mud wall the type of The method used was quantitative, its level was applied based on results and hypotheses, its design is experimental since variables were manipulated. The results that were obtained from the laboratory were favorable in the sample n°2 with reinforcement of reed (the sample of reed with smaller amount) with a compression effort of 1.26 KPA); the shear stress of the same sample obtained a 0.21 KPA and with respect to the lateral displacements were less than the wall without reinforcement as well as the lateral rigidity. It is concluded that the compressive stress obtained an acceptable value for being within the 12 kg / cm² raised by the 0.80 reinforced earth standard (RNE-adobe) and the cutting effort much higher than the parameter of adobe masonry in the interval 0.025 KPA and 0.040 KPA. In addition, the drifts of a multi-family dwelling with reinforcement and without reinforcement, the distortions were favorable according to the 0.005 range of RNE drifts; with respect to lateral stiffness it is stated that there is a high index in the X direction but even so the reinforced wall was smaller than the wall without reinforcement.

Key words: Tapial, reed reinforcement, seismic behavior

I. INTRODUCCIÓN

1.1 Realidad Problemática

En lo contemporáneo se vienen dando fenómenos naturales repentinos que amenazan la calidad y seguridad de vida de las personas. En el Perú se tiene un gran porcentaje de pobladores que poseen casas de material de tapial y estas viviendas incluso son construidas de manera empírica y sin ningún reforzamiento ante una carga lateral, este gran porcentaje según el último censo hace referencia a los pobladores con un 34.8% del total que poseen viviendas con tierra, en la sierra se concentra la mayor cantidad de viviendas de tierras por que los pobladores poseen escasos recursos para el diseño y el reforzamiento de sus viviendas.

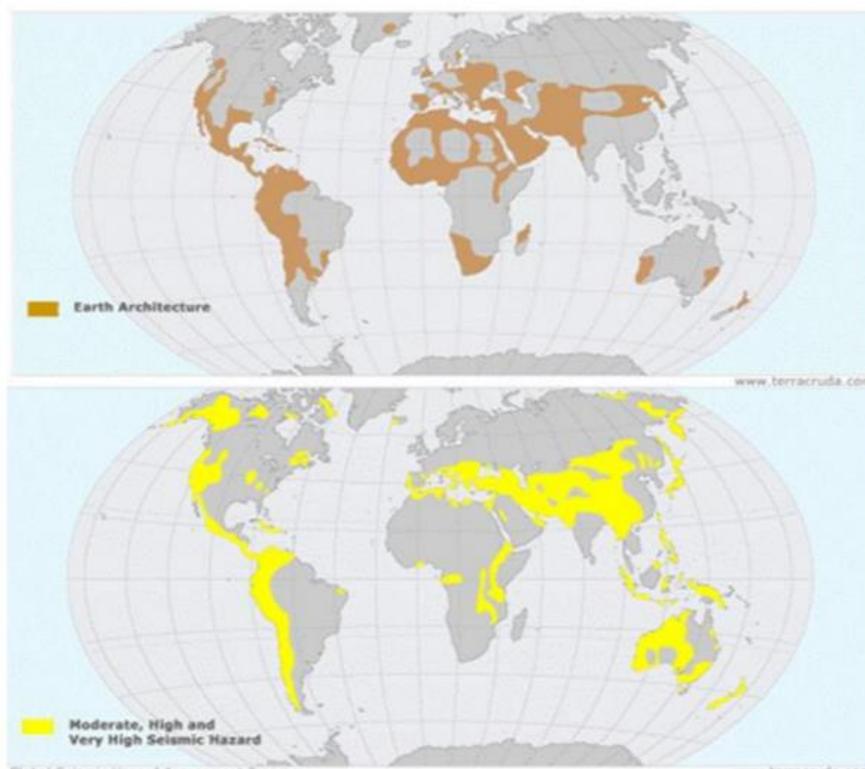


Figura 1. Construcciones de tierra en el mundo

En esta figura 1 se aprecia las construcciones de tierra ubicadas en todo el mundo y también se aprecia el índice de vulnerabilidad sísmica, y si por ende se relacionan esta dos informaciones se deduce que debe tomar una medida para el reforzamiento de las viviendas de tapial para que estas tengan un buen desempeño ante una fuerza sísmica

En Áncash hay diferentes mecanismos de construcción de viviendas desde las sismoresistentes hasta las que construye un maestro de obra un hombre con conocimientos empíricos en la construcción, pero aún más abajo nos encontramos con un sector de bajo recursos que no solo sus viviendas lo construyen empíricamente que sumándole a eso el material para su elaboración es de tierra y nos referimos a muros de tapial sin ningún refuerzo y mucho menos un diseño por lo que estadísticamente se cree que estos sectores serán los primeros en ser afectados ante un sismo de gran magnitud.

Hay que destacar que en 1970 el CISMID (Centro peruano japonés de investigaciones sísmicas y mitigación de desastres) registro un sismo de magnitud de 7.9 a la escala de Richter en el departamento de Huaraz, en lo cual colapsaron un gran número de viviendas y las más perjudicadas fueron las construcciones con tierra (construcciones de adobe y las construcciones de tapial)

En el sector andino según los últimos censos del 2017, se obtuvieron datos estadísticos en los cuales hay un alto porcentaje de pobladores de escasos recursos por consiguiente estos buscan materiales para la construcción de sus viviendas accesibles a sus bajos recursos económicos por lo cual toman la decisión de construir con tierra, en este caso uno de las principales técnicas es el tapial apisonada o adobón, por lo que se buscará el bienestar de los ciudadanos de la región andina del Perú mediante un refuerzo abundante en la sierra que sería el carrizo, claro esto se va a demostrar mediante ensayos que demostraron su funcionamiento estructural del muro de tapial y como mejora su resistencia.

En el distrito de Huata (Huaylas) se presentan una gran cantidad de pobladores que construyen sus hogares con adobe y tapial, estas construcciones con tapial en su mayoría son construidas por los mismos pobladores sin orientación de un profesional responsable, en algunos casos estos muros de tapial se le coloca paja como si fuera un aditivo a este tipo de muro; pero lo más recomendable es que a estas construcciones se le aplique un refuerzo ya sea horizontal o vertical, para cuando se produzca un sismo de leve, mediana o grave intensidad se esté preparado.

1.2 Trabajos Previos

1.2.1 Antecedentes Internacionales

En Ecuador, González (2015) en su investigación titulada *Tapiales para la construcción en Paute* su objetivo principal es resaltar la construcción de tierra con sus altos beneficios y disminuir los prejuicios erróneos que se tiene de retroceder ante el modernismo, su metodología para que de nuevo se empleará el tapial y sea un mecanismo o técnica de más confianza se contrató a un personal calificado para que de ello las estructuras no vuelvan a colapsarse, por tal motivo al encofrado le colocaron más puntales de madera y etc., adicionalmente se aplicó una mezcla de cemento y cal para que así se adhiriera con el tapial después de haber este estar apisonado. En los resultados se obtuvieron casas acústicas y a su vez un clima agradable tanto en un fuerte calor como en un frío extremo a su vez se obtuvo también estructuras para culto y definitivamente estas construcciones de tapial demostraron seguridad y protección. En conclusión en Paute todavía se mantiene recuerdos de los 2 desastres que afectaron hace décadas sus viviendas de tapial y adobes mal construidas esa falta de confianza genera que aún no se adopten a las nuevas construcciones echas de tapial, sin embargo hay que valorar el vivir en casas de material cercano a la naturaleza y valorar lo que genera cada uno de los países a sus habitantes.

Este antecedente nos sirve para demostrar cómo está la situación en el aspecto social en un país cercano a nosotros en el que pese a 2 fuertes desastres aun así tienen la ideología de seguir haciendo construcciones de tapial y a su vez mejorando su diseño tanto en el encofrado como en su reforzamiento.

En Portugal, Rute y Aires (2014) en su investigación titulada *Técnicas paramelhorar a durabilidade da construção em terra* su objetivo principal se pretende identificar y evaluar estrategias para la protección frente a la acción del agua que se han utilizado desde la antigüedad hasta nuestros días. En sus hallazgos se han desarrollado nuevas tecnologías para la compactación, la estabilización e impermeabilización de suelos para mejorar la durabilidad de la construcción en tierra. Sin embargo, la sostenibilidad de la solución constructiva puede verse comprometida por el uso excesivo de cemento o materiales excesivamente impermeabilizantes. En conclusión será posible percibir como numerosos

edificios construidos en tierra han sido preservados a lo largo de siglos, resistiendo a las condiciones climáticas grave.

Este antecedente nos aporte en el aspecto climático a la resistencia y durabilidad que los muros de tapial podrían generarse patologías en ellas, por lo cual se deben aplicar técnicas para su mejoramiento o para prever futuras fallas estructurales en ellas.

En Colombia, Afanador, Carrascal y Bayona (2013) en su investigación titulada Experimentación, comportamiento y modelación de la tapia pisada en el objetivo general fue determinar propiedades físico-mecánicas y sismo resistentes en la construcción del tapial con estos datos se validó un modelo matemático para posteriormente hallar su nivel de vulnerabilidad. La metodología que emplearon fueron técnicas de modelación matemática mediante elementos finitos y estos se llevaron al software. En sus hallazgos con respecto al ensayo a comprensión axial y el ensayo a corte los datos obtenidos demuestran que el tapial tiene resistencia a fuerzas gravitatorias por lo contrario al sismo, para efectos del cálculo de fuerza sísmica en la base es indiferente al periodo aproximado puesto estos se encuentran en la meseta del espectro elástico de diseño donde la aceleración espectral es la misma para todos los periodos hallados. En conclusión el monumento histórico de Colombia que se está evaluando no es vulnerable por acciones de gravitacionalidad pero si es vulnerable por un movimiento sísmico, por ello es que la normativa de Colombia no considera al tapial resistente al sismo.

Este antecedente aporta con respecto a la metodología que se busca emplear usando ensayos de comprensión axial y de corte en muretes de tapial tomando las dimensiones del RNE E-0.80 de adobe para ver el funcionamiento del muro real ante fuerzas de gravedad, además también nos sirve de referencia para el análisis sísmico y obteniendo s desplazamiento lateral mediante un software en este caso el SAP, y en esta tesis se cambiaría por el software Etabs.

En Colombia, Rivera (2012) en su investigación titulada *El Adobe y otros materiales de sistemas constructivos en tierra cruda: caracterización con fines estructurales de manera general* el objetivo principal es evaluar los sistemas constructivos en base de adobe presentes en bienes inmuebles de interés cultural de Colombia, básicamente templos ceremoniales y

capillas. En la parte del método se aplicó fichas de técnicas y una guía para la parte metodológica para obtener las características de sismo y sistemas estructurales de las edificaciones patrimoniales de Colombia. En sus hallazgos se compararon los resultados conseguidos con los de otros autores de la evaluación analítica se aplica en los materiales de sistemas constructivos de tierra, en Colombia y también en los otros países de América. En conclusión es indeclinable examinar el procedimiento de la rehabilitación con métodos y materiales y que desarrollen un mejor comportamiento estructural y reduzcan su propio deterioro de vida útil.

Este antecedente rescatamos las características del material de adobe en construcciones antiguas y patrimoniales que desde ese tiempo han perdurado y han resistido cargas laterales, además estas estructuras de tierra cruda han tenido características de las cuales se puede obtener una data, como la comprensión de viviendas de tierra cruda o como se han deformado, así como otras propiedades o características de la tierra cruda.

En Argentina, Rauch (2011), en su investigación titulada *Paredes de tapial y su industrialización* en su objetivo principal nos menciona que la industrialización en la fabricación de construcciones de tapial aprobará una justificación de precios en mano de obra y la duración en la ejecución de estos y a su vez mejorar la dosificación del agua con la tierra. La metodología de aplicación consistió que en la prefabricación con tierra se pudieran instalar dentro de los muros instalaciones eléctricas y de climatización para no afectar el muro de tapial. En sus resultados se obtuvieron construcciones en entramado de madera que se combinó con 160 piezas de tapial prefabricados de tamaños siguientes: 1.70 x 1.30 x 0.40, las piezas fabricadas tienen unas aberturas por las que se posibilita una regeneración de aire refrigeración de las oficinas y espacios de trabajo. El estudio concluyó en el que la prefabricación está a punto de abrir camino a las estructuras con tierra y presentando así alternativas de sostenibilidad de viviendas de bajo recurso.

Este antecedente nos sirvió para observar la industrialización de las paredes de tapial en Sudamérica y su mejoramiento en las estructuras de tierra. Y que mediante un apropiada medida de refuerzo ya sea natural o industrial (accesible a la economía de los pobladores) se puede acceder a una vivienda ya sea unifamiliar o multifamiliar dependiendo de la necesidad del espacio que demande la familia.

En España, Rodríguez (2011) en su investigación titulada *Aproximación a la patología presentada en las construcciones de tierra. Algunas recomendaciones de intervención* en el objetivo general son de contribuir con conocimientos para la conservación de patrimonios y estructuras de tierras. En la metodología es plantear una lista de recomendaciones para así puedan contribuir en el diagnóstico de las patologías que se produzcan en las estructuras de tierra, y para lo cual posteriormente se identifican las lesiones más críticas en ellas. En sus hallazgos se puede notar que en las tablas de comparación de deterioros con la intervención recomendada se presentan todos los aspectos que definen las patologías en estructuras de tierra, es decir el nivel de deterioro de estas, además también su indicador macroscópico y su agente de alteración, por consiguiente es lo que se aprecia la intervención en función de cada tipo de patología. En conclusión se ha desarrollado una clasificación de los indicadores macroscópicos de alteración, que nos permite identificar las patologías que se produce en la superficie de la estructura de tierra a su vez también nos permite medir la magnitud de daño, por tal motivo es importante determinar el tipo de intervención respecto a la patología que se presenta en las estructuras de tierra.

Este antecedente aporta con respecto a las fallas que se pueden producir tras la construcción de estructuras con tierra que sería el caso del tapial y el adobe que son los más conocidos y plantea una serie de intervención respecto al nivel de amenaza que puede presentar la patología, y en el que debemos tener bien claro y identificar mediante un ensayo o una prueba el índice de severidad de la patología.

En Portugal, Torgal (2010) en su investigación titulada *Ensaaios de avaliação da durabilidade das construções em terra* su objetivo principal es plantear nuevas y más sostenibles formas de habitar mediante las actuales tecnologías constructivas. En su metodología del comportamiento de aquellas construcciones en ensayos de envejecimiento acelerado. En sus resultados de la evaluación de la durabilidad de las construcciones en tierra, puede efectuarse de forma indirecta a través del análisis de la resistencia a la compresión o de su permeabilidad, también con ensayos de desgaste o de impacto mecánico o incluso de caída de agua gota a gota. Otro conjunto de ensayos que permiten una simulación de la erosión en modo acelerado, se refieren a la utilización de chorros de agua. En conclusión durante los últimos 50 años, varios investigadores han desarrollado y utilizado diversas variantes de ensayo de caracterización de la durabilidad de la construcción en tierra,

Este antecedente nos aporte la medida de un hogar sostenible mediante estructuras de tierra, previamente evaluando su durabilidad mediante ensayos ya sea a flexión, compresión o incluso pudiendo obtener su desplazamiento máximo mediante el ensayo de corte.

En Argentina, Viñuales (2007) en su investigación titulada *Tecnología y construcción con tierra* su objetivo principal es evaluar las ventajas e inconvenientes que pueden tener los materiales con los que se realizan las construcciones de tierra y con la comparación de la albañilería. La metodología que emplean es analizando los tres sistemas que serían tierra apisonada, tierra entramado y la albañilería de tal manera los clasifiquen mediante el estudio de sus características propias de cada una. En sus resultados si bien el material básico en los tres casos es similar, la forma en las que se combinan con otros agregados, la diferencia de amasado de la mezcla y el contenido de humedad por parte del agua pueden determinar factores perturbadores y a su vez estos factores también pueden ocasionar formas de respuesta frente a los sismos o el clima del sector en los que se aplican combinaciones de sistemas constructivos, por tal motivo hay que prever estas posibles fallas. En conclusión la construcción con tierra se ha utilizado desde tiempo pasado y en el que el hombre puede interactuar con la naturaleza mediante estructuras de tierra añadiendo a esto las diferentes combinaciones que se pueden realizar e innovar.

Este antecedente aporta el conocimiento sobre las características de las estructuras de tierra, además de los beneficios e inconvenientes que estos pueden tener en su vida útil que se prevé ante sismos fuertes o aspectos climáticos del sector.

Colombia, Rivero (2007), en su investigación titulada *El uso masivo de la tierra material de construcción* en su objetivo principal es otorgar un material de tierra capaz de ofrecer una buena condición de vida a un precio aceptable de elección de casas de interés social para la población con ingresos y recursos mínimos. La metodología a emplear ha generado proyecto desde lo social y económico empiezan a observar la necesidad de un marco legal para la construcción con tierra. En sus hallazgos desde hace dos años de trabajo han comprobado que en un gran sector del país de Colombia las soluciones a la problemática habitacional no deben desvincularse de la estimación y la conservación del patrimonio

arquitectónico y de la restauración de la cultura constructiva ancestral, se desea por consiguiente acrecentar un proceso sostenible que figure una alternativa real para fortalecer la calidad de vida de los pobladores. En conclusión el proceso para el uso masivo de la tierra como material se cierra y se convierte en sistema cuando exista un marco legal que garantice activar el mercado, cuando se constituyan profesionales y técnicos especialistas en construcciones con tierra en especial técnicas de adobe o tapial, cuando el estado como contratante mayor active la demanda de construcciones en tierra.

Este antecedente aporte sobre el uso masivo de la tierra como material de construcción de manera permanente y que debe ser aprobada por el gobierno correspondiente, y como la gente debe adoptar estos mecanismos que comprenden accesibilidad a sus recursos económicos, además se destaca por las técnicas de construcción por los mismos pobladores y el material al alcance de cualquiera, con previa capacitación en construcciones de tierra.

1.2.2 Antecedentes Nacionales

Montoya (2017) en su tesis titulada *Construcción con tierra Revisión y sustento de los ensayos de campo: presencia de arcilla o resistencia seca y control de fisuración con arena gruesa* en su objetivo principal es determinar la factibilidad del suelo sin herramientas ni laboratorios que consigan tener la seguridad de señalar o eliminar las posibles canteras locales. La metodología a emplear ensayos fueron propuestos dentro de las conclusiones de la investigación científica innovativa de adobe en áreas sísmicas realizada por la PUCP y también incluidos en los manuales de construcción con tierra. En sus resultados se obtuvieron en primera instancia si la tierra de una cantera si posee la cantidad apropiada de arcilla para la construcción, por lo cual se modelan esfera de 20mm de diámetro se deja secar por dos días procediendo al ensayo de comprensión mediante los dedos hasta romperlas, además a estos moldes se le puede agregar paja o arena gruesa con las especificaciones determinadas con el fin de evitar el agrietamiento y en el segundo ensayo se le echa arena gruesa para evitar desde un comienzo el fisuramiento. En conclusión los dos ensayos con complementarios para tener certeza de que la cantera y la mezcla son las óptimas para la construcción en un mínimo tiempo con lo que se quiere llegar a generar economía, eficiencia y seguridad.

Este antecedente aporta en el sentido de realizar ensayos a comprensión para determinar si el suelo en el que se va a construir o emplear la tierra para el tapial sea óptimo, ya que las estructuras de tierra dependen mucho de ellos, y estos ensayos simples modelando bolitas de tierra son accesibles en la investigación que se plantea y en el sector que se pretende aplicar.

Sarmiento (2016) En su tesis titulada *Propuesta de método de diseño para reforzamiento sísmico de muros de adobe con mallas de cuerdas* en su objetivo general plantea el obtener un modelo de elementos finitos cuyo comportamiento sea similar al experimento del prototipo lineal. En su metodología se realizó un modelo numérico lineal fue sometido a una aceleración igual a la registrada en la mesa vibradora durante la primera simulación del ensayo experimental. La similitud entre periodo de vibración, respuesta de aceleración y cortante basal validan la calibración realizada. En sus Hallazgos se identificó la coincidencia entre esfuerzos máximos de tracción del modelo con las zonas agrietadas del prototipo sometido a una mayor fase en la tercera fase. Se concluye que el modelo numérico representa numéricamente el comportamiento elástico del prototipo de adobe y predice las zonas potenciales de agrietamiento.

Este antecedente nos sirvió para demostrar el cómo se trabaja al reforzar un muro de una estructura de tierra y que efectos desarrollará y resaltar que con ello lo primordial que se busca es que eleve la resistencia del muro de tierra.

Vilo y Castillo (2013) en su tesis titulada *Comportamiento sísmico de muros contruidos con bloques de tierra* el objetivo principal que se planteará es determinar los resultados experimentales y a partir de estos, las conclusiones pertinentes. En su metodología a través del uso de moldes metálicos que permitan fabricar semi artesanalmente bloques de tierra húmeda prensada, con cavidades y reforzamientos que integren los bloques en una sola unidad. En sus hallazgos la investigación arrojó conclusiones para implementarse en el mediano plazo. Además corrigiendo pequeñas deficiencias encontradas durante el proceso de investigación, hacer posible proyectos de la vivienda propia económica y de calidad de un solo piso, para los sectores sociales más empobrecidos de nuestro país. Se concluye que esta investigación contribuya al bienestar y desarrollo de la vivienda popular económica y segura, con estándares de calidad tan buscada por la mayoría de la población rural de nuestro país.

Este antecedente se aprecia bloques de tierra con refuerzos verticales u horizontales en el cual nos aporta el diseño y la evaluación similar en la que la investigación reforzará muros de tierra mediante el carrizo en las mismas direcciones y realizando ensayos a flexión y comprensión para obtener cómo se comporta estructuralmente. Y además nos muestra la rigidez lateral si es mayor el desplazamiento lateral por ende es mayor y también depende de la dirección en base al punto de colisión con la carga lateral (carga de sismo ya sea de ondas superficiales o internas).

Gutiérrez y Manco (2006) en su tesis titulada *Características sísmicas de las construcciones de tierra en el Perú. Contribución a la enciclopedia mundial de vivienda* en su objetivo principal nos plantea elaborar una categorización global de métodos constructivos utilizados en el mundo, visualizando un particular énfasis de sus propiedades sísmicas (características arquitectónicas, estructurales y vulnerabilidad sísmica). El método propone recomendaciones basados en la Norma Técnica Peruana (MVCS 2003) para el análisis elástico de estructuras de tierra). La resistencia de los elementos estructurales de la vivienda analizada es comparada con las demandas sísmicas, para obtener una matriz de desempeño sísmico con la cual se determinará el grado de vulnerabilidad sísmica de la vivienda. En los resultados en primera instancia se trabajaron técnicas para la elaboración de adobe o el adobón, albañilería simple, albañilería confinada y concreto armado de la ciudad de lima. En segunda etapa se estudiaron las técnicas constructivas de tierra de adobe contemporánea y tapial empleadas en varios departamentos. Finalmente se concluye con los hallazgos obtenidos que las casas actuales de adobe y tapial son las más vulnerables y las viviendas de quincha y republicana tendrían un comportamiento aceptable.

Este antecedente nos aportó en que si se produce un evento sísmico los más propensos a colapsar de diferentes técnicas constructivas serían el adobe y el tapial para lo cual se plantearía un refuerzo que se posea adherencia con las estructuras de tierra y aumenten su resistencia, ya que lo que se busca con esta medida del refuerzo es que los muros de tapial fallen (deformaciones leves o medianas) pero que jamás colapsen ya que con ello afectarían el bienestar de los pobladores que habitan en estas casas accesibles a su economía o incluso accesibles en los lugares remotos que habitan. Además la información recolectada en la investigación justifica el refuerzo de una caña o incluso de una geomalla.

Torrealva Dávila (2016) en el expediente técnico *titulado tapial mejorado* del libro uso del tapial en la construcción tiene como objetivo principal presentar el eucalipto como refuerzo al tradicional tapial utilizado en el Perú el nivel de metodología es explicativa ya que se basa en resultados además es de tipo cuantitativo por que posee resultados numérico y porcentuales. Entre los resultados de laboratorio en el ensayo a compresión axial se presentó 3 pilas con un área semejante a la que la resistencia fue de 1,19 KPA; 0,81 KPA y el ultimo un 1,21KPA demostrando que el promedio de las tres es 1,07KPA casi cercano al valor que solicita la norma de adobe E- 0.80; de la misma forma se obtuvieron resultados del ensayo a compresión diagonal de muretes con áreas semejantes obteniendo de las 3 el promedio de esfuerzo de corte de 0,166 KPA, estos resultados también sirven para el rango de nivel que no debe superar el análisis sísmico también formulado en esta investigación por lo cual también se aplica un factor de seguridad de 0,5, y el análisis a flexión que se toma es de una caña de 5 pulgadas de diámetro y otra de 4 pulgadas y en base a ello se realiza los cálculos obteniendo un esfuerzo de 155 kg/cm² y el otro esfuerzo de 303 kg/cm² En conclusión los resultados obtenidos demuestran la cercanía del esfuerzo a compresión axial a la del parámetro de 12 kg/cm² y el esfuerzo a corte mucho mayor al rango del adobe que sería 0,025 KPA y 0,04KPA; siguiendo con la conclusión del análisis a flexión de la caña propuesta se obtuvo un factor de seguridad de 4,37 y 2,23 respectivamente a cada diámetro de las cañas presentadas(eucalipto)

Este antecedente tiene aporte en la tesis ya que se emplea los ensayos a esfuerzo a compresión y esfuerzo a corte y en base a estos parámetros ver las diferencias de los esfuerzos con los muretes y pilas ensayados con los que se propone sumándole a ello el refuerzo de carrizo tanto vertical como horizontal amarrándolos en sus uniones con alambre n° 16 para que funcione este refuerzo en el eje central de los muretes.

1.3. Teorías Relacionadas

1.3.1 Comportamiento sísmico en muros

1.3.1.1 Características de la acción sísmica

“El movimiento sísmico del suelo se transmite a los edificios que se apoyan sobre éste. La base del edificio tiende a seguir el movimiento del suelo, mientras que por inercia, la masa del edificio se opone a ser desplazada dinámicamente y a seguir el movimiento de su base”

Según (Bazán, 2010, p. 25)

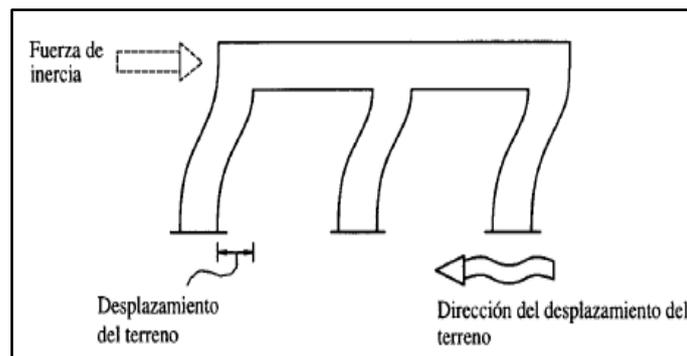


Figura 2. Fuerza de inercia generado por la vibración de la estructura

1.3.1.2 Respuesta de los edificios a la acción sísmica

Para definir la teoría de la investigación, Bazan y Meli sostienen al respecto:

Las características de la respuesta se llegan a estimar con aceptable precisión al moldear la estructura mediante un sistema de un grado de libertad con periodo igual al fundamental de la estructura. Si se someten varios sistemas de un grado de libertad con diferentes periodos a cierta ley de movimientos del terreno, cada uno responde de manera distinta; la amplitud de respuesta depende esencialmente de la relación entre el periodo del sistema y el periodo dominante del movimiento del suelo (T_e/T_s) Según (Bazan y Meli, 2010, p.26)

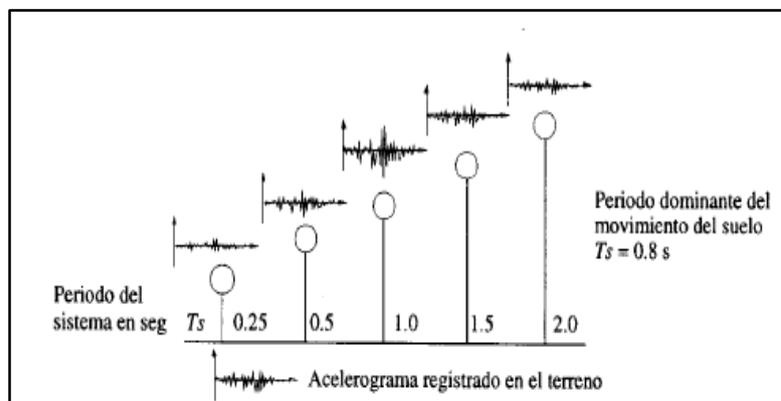


Figura 3. Sistemas con distinto periodo fundamental de vibración

1.3.1.3 Comportamiento sísmico de las construcciones de adobe

Las fallas de las estructuras de adobe no reforzadas, debidas a sismos son frágiles. Usualmente la poca resistencia a tracción de la albañilería produce la falle del amarre de los muros en las esquinas, empezando por la parte superior; esto a su vez aísla los muros unos de otros y conduce a una pérdida de estabilidad lateral, produciendo el desplome del mismo fuera de su plano. Según (RNE, 2016, p.445)

1.3.1.4 Resistencia a la compresión de la albañilería

La resistencia a compresión de la albañilería podrá hallarse mediante el ensayo a compresión axial véstase en la figura 4. Por consiguiente el esfuerzo admisible a compresión del muro o murete (f_m) se obtendrá con la siguiente expresión: $f_m = 0,25f'_m$ concluye Según (RNE, 2010, p.13)

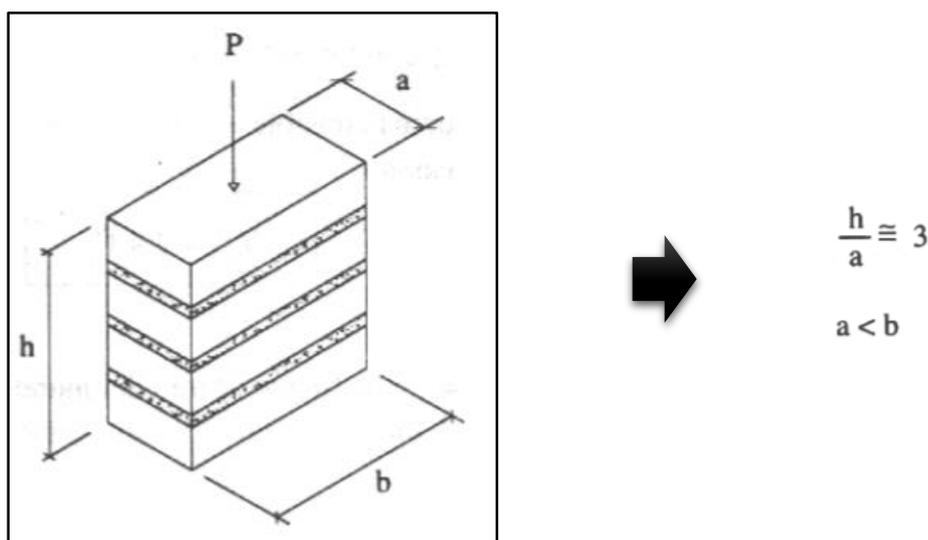


Figura 4. Ensayo a compresión axial

1.3.1.5 Resistencia al corte de la albañilería

El esfuerzo a corte en el siguiente murete o pila se obtendrá mediante el ensayo a compresión diagonal. La disposición del ensayo será mostrada en la figura 4. Se ensayarán un mínimo de tres muestras. El esfuerzo admisible al corte del muro (V_m) se obtendrá con la expresión: $V_m = 0,4f'_t$ (RNE, 2010, p.13)

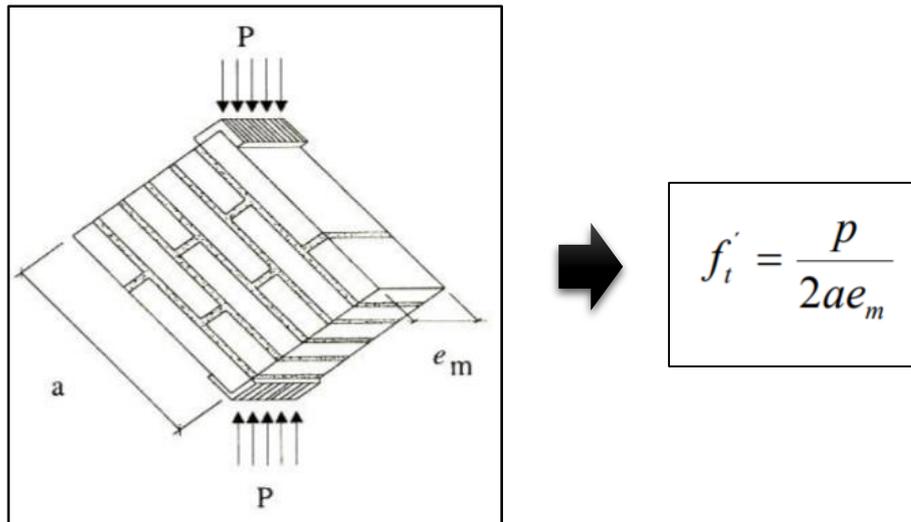


Figura 5. Ensayo a compresión diagonal

1.3.1.6 Ensayo del Comportamiento del tapial

El muro de tapial es un sistema de masa repartida, por lo que ante un sismo las fuerzas de inercia deben actuar en el plano del muro en forma repartida y creciente con la altura. Para simular este hecho, se recurrió a un sistema de tirantes horizontales conectados en un extremo al muro, y en el otro a celdas de carga que apoyaban sobre un perfil rígido rotulado en su base, de modo que al jalar monotónicamente al perfil (con actuador dinámico), se logró un sistema de desplazamientos de variación triangular sobre el muro, véase en la figura 5 (ININVI, 1989, p. 11)

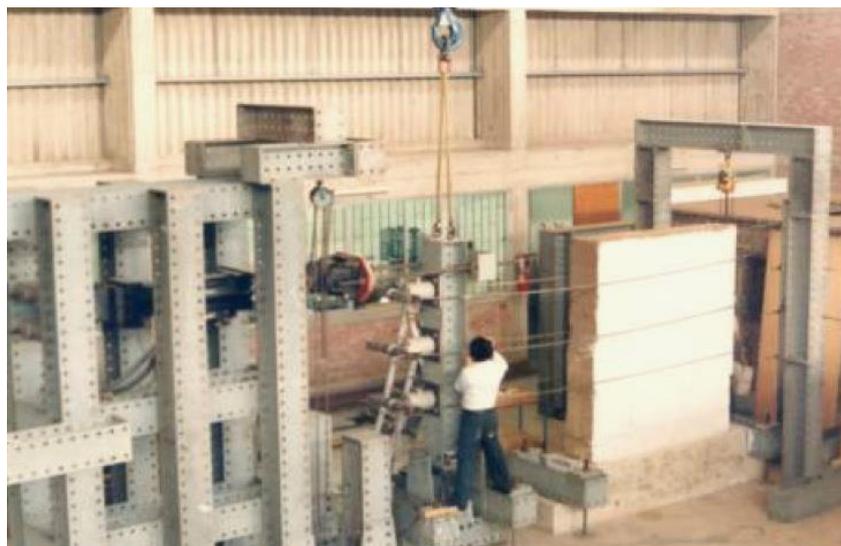


Figura 6. Ensayo estático en muros de tapial

1.3.1.7 Cálculo de las fuerzas sísmicas horizontales

En las estructuras de tierra la fuerza sísmica en su base se halla:

$$H = S U C P$$

Sabiendo que:

S: Factor de suelo (se visualiza en tabla 1)

U: Factor de uso (se visualiza en tabla 2)

C: Coeficiente sísmico (se visualiza tabla 3)

P: Peso total de la estructura, carga muerta y el 50% de la carga viva.

Tabla 1. Factor de Suelo

| Tipo | Descripción | Factor de suelo (S) |
|------|--|---------------------|
| I | Rocas o suelos muy resistentes con capacidad portante admisible > 0.3 MPa ó 3.06 kg.f/cm ² | 1,0 |
| II | Suelos intermedios o blandos con capacidad portante admisible > 0.1 Mpa ó 1.02kg.f/cm ² | 1,4 |

Fuente: Diseño y construcción con tierra reforzada (2017, p.8)

Tabla 2. Factor de uso

| Tipo de Edificaciones | Factor de Uso (U) | Densidad |
|--|-------------------|----------|
| NTA.030 Hospedaje NTA.040 Educación NTA.050 Salud NTA.090 Servicios comunales NTA.100 Recreación y deportes NTA.110 Transporte y Comunicaciones | 1,4 | 15% |
| NTA.060 Industria NTA.070 Comercio NTA.080 Oficinas | 1.2 | 12% |
| Vivienda: Unifamiliar y Multifamiliar Tipo Quinta | 1,0 | 8% |

Fuente: Diseño y construcción con tierra reforzada (2017, p.8)

Tabla 3. Coeficiente sísmico

| Zona Sísmica | Coeficiente Sísmico (C) |
|--------------|-------------------------|
| 4 | 0,25 |
| 3 | 0,20 |
| 2 | 0,15 |
| 1 | 0,10 |

Fuente: Diseño y construcción con tierra reforzada (2017, p.8)



Figura 7. Mapa de Zonificación Sísmica,

1.3.1.8 Cimentación

El cimiento se encarga de evitar que la humedad llegue a los muros de tapial así como transmitir las cargas hasta el suelo de fundación. Hay que tener en cuenta que estos cimientos para muros de tierra deben tener un mínimo de 60 cm tanto para su profundidad como en su ancho. Las cimentaciones para muros tierra básicamente son de tres tipos: Cimiento de pirca compuesto por piedras grandes y adheridas con barro, cimiento de concreto ciclópeo compuesto de piedras grandes con concreto simple y por último cimiento de albañilería de piedra con mortero de cemento y arena gruesa (Tejada, Mendoza y Torrealva, 2017, p.14)

1.3.1.9. Sobrecimiento

El sobrecimiento se encargará de salvaguardar el muro ante la acción capilar, la erosión y también de transmitir las cargas al cimiento. Debe cumplir con un ancho mínimo de 40 cm y desde el NTN hacia arriba tener 30 cm de alto. Los sobrecimientos para muros de tierra se dividen en dos: de concreto ciclópeo compuesto de piedras grandes con concreto simple y el sobrecimiento de albañilería de piedra con mortero de cemento y arena gruesa (Tejada, Mendoza y Torrealva, 2017, p.15).

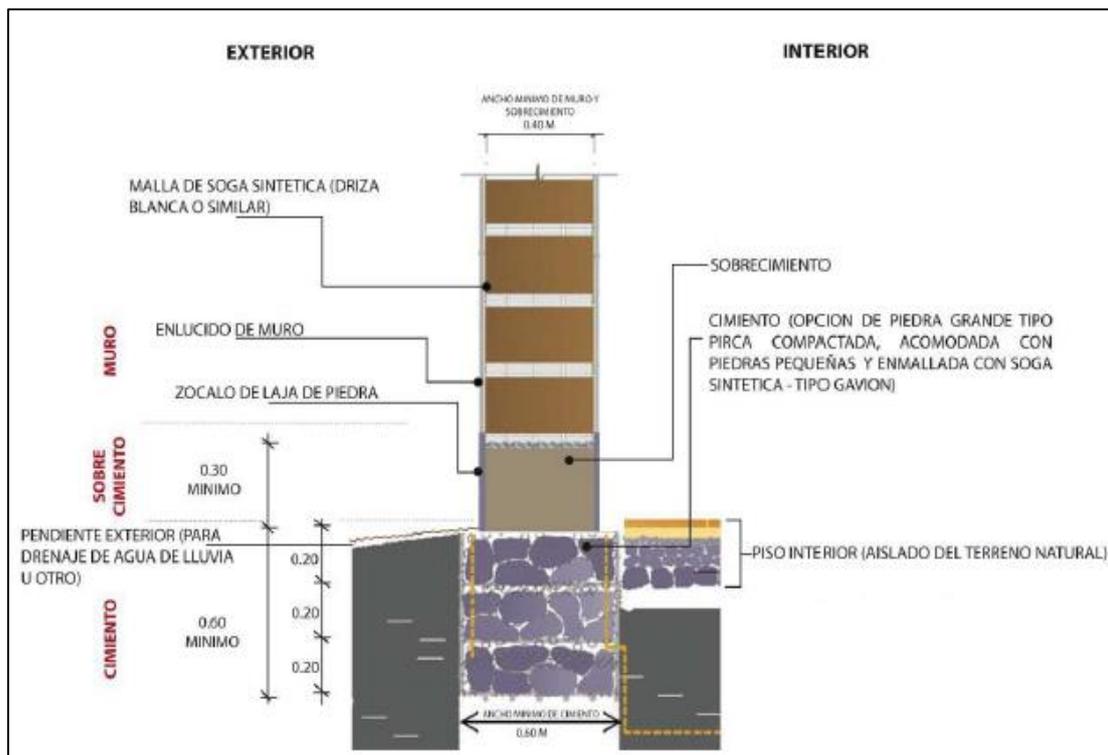


Figura 8. Partes del cimiento y sobrecimiento de muro de tierra

1.3.1.10 Suelos adecuados para construir con tapial

La selección de la tierra o suelo adecuado para la construcción de elementos estructurales como muros de tapial, usualmente es realizada por métodos propios de la mecánica de suelos, considerando la granulometría del suelo, que influye mucho en su comportamiento como material de construcción. Entre los textos que tratan la temática de la selección de suelos, su clasificación y ensayos, tanto de campo como de laboratorio según (Tejada, Mendoza y Torrealva, 2016, p. 9).

1.3.1.11 Posibilidades de estabilización de suelos:

Una práctica creciente para mejorar las condiciones técnicas del suelo como material de construcción, es la denominada estabilización de suelos que, además o alternativamente a la paja, utiliza productos industriales como asfalto, cal o cemento como estabilizadores, en proporciones que varían entre el 5% y el 10%. La utilización de materiales estabilizantes en proporciones correctas y suficientemente bajas, no significa riesgos para el entorno natural según (Tejada, Mendoza y Torrealva 2016).

1.3.1.12 Proceso constructivo del tapial

Los muros de tapial debido a su peso requieren de una cimentación competente que transmita adecuadamente las cargas al terreno. En las construcciones realizadas sin apoyo técnico en muchas ocasiones las cimentaciones son insuficientes o no existen, causando asentamientos diferenciales que, a su vez, producen rajaduras o grietas en los muros, debilitándolos y disminuyendo sensiblemente su capacidad resistente frente a sismos. (Tejada, Mendoza y Torrealva, 2016, 12).

1.3.1.13 Comportamiento estructural del tapial

Los muros de tapial, en forma similar a los adobe, disponen de una adecuada resistencia a la comprensión, lo que les permite soportar cargas de gravedad sin problemas. Las dificultades se presentan cuando los muros deben soportar cargas horizontales de sismo. Cuando estas cargas actúan en el plano del muro, su resistencia depende principalmente de su capacidad de absorber esfuerzos de corte fricción. Cuando las solicitaciones son perpendiculares al muro su resistencia depende de su capacidad de tracción por flexión que, definitivamente, es muy baja. Por lo tanto existe consenso en considerar que, para reducir la vulnerabilidad

de las edificaciones de tierra, éstas deben llevar refuerzos que suplan sus limitaciones mecánicas (Tejada, Mendoza y Torrealva, 2016, p. 21).

1.3.1.14 Muros

Los muros en el momento de su diseño deben estar presentes los criterios fundamentales de resistencia (ensayos de compresión, corte, etc.), estabilidad y desempeño. Estos elementos son importantes en el momento del sismo, y en la elaboración de construcciones de tierra con refuerzo (carrizo, caña, bambú, etc.) estos elementos son los que van a soportar la carga lateral en cualquier dirección según (Tejada, Mendoza y Torrealva 2017, p. 13).

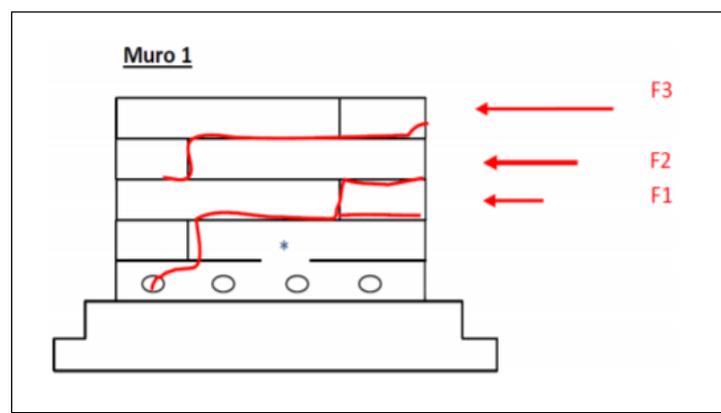


Figura 9. Un muro resistiendo cargas actuantes

1.3.1.15 Mazón o Pisón

Su peso es de alrededor de 10 kg, sirve para compactar una capa de un material determinado. Es un elemento de material de madera en su gran mayoría para la elaboración de viviendas de tapial, estos mazones hay de tres tipos los más usuales para compactar los bordes del tapial, para compactar el centro del tapial, y para compactar la capa final del muro de tapial que estas construyendo (Tejada, Mendoza y Torrealva, 2017, p. 5).

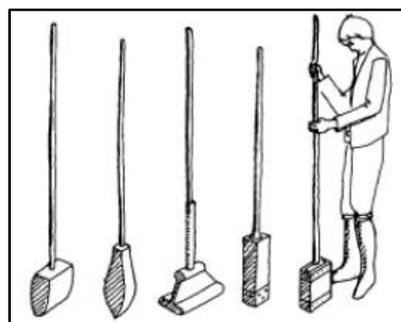


Figura 10. Tipos de mazones para compactación manual

1.3.1.16 Unidades de tapial y encofrado

El encofrado de tapial se mantiene con las siguientes restricciones en sus medidas que son, una altura máxima de 1,50 metros, ancho mínimo de 0.40 metros, y un espesor mínimo de madera de 0,20 metros, con puntales (refuerzos) exteriores que son verticales y también horizontales para que el material de tierra no tenga deformaciones altas (Tejada, Mendoza y Torrealva, 2017, p. 18).

1.3.1.17 Fuerza Axial

Esta fuerza axial se maneja en 2 fases, cuando se tira se produce la tracción o tensión las partículas del elemento se estiran, y cuando se comprime se produce la compresión las partículas se contraen entre sí. Se simboliza por la letra P (Delgado, 2016, p. 24).

1.3.1.18 Fuerza cortante:

“Son componentes de la resistencia total al deslizamiento de la porción sólida a un lado de la sección de exploración respecto a la otra porción. La fuerza cortante total se suele representar por V y sus componentes, V_x y V_z identifican sus direcciones” concluye Delgado (Contreras, 2016, p. 24) en su estudio.

1.3.1.19 Esfuerzos de compresión

“Las fuerzas que actúan en un elemento estudiado tratan de aplastar o comprimir dicho elemento. Produce que las partículas del elemento se aproximen cada vez más cerca entre sí” concluye (Abanto, 2017, p.102) en su estudio.

1.3.1.20 Esfuerzo a corte:

Las fuerzas que actúan sobre elementos tienden estos a cortarlos en contra de la fuerza axial. Esto se produce cuando las fuerzas que actúan se encuentran perpendicularmente al elemento que está analizando produciendo que las partículas del elemento tiendan a resbalarse unas en otras (Abanto, 2017, p. 103).

1.3.1.21 Desplazamiento lateral

Distancia entre el plano medio de la cimentación y el plano vertical que pasa por los puntos más alejados. Se requiere conocer el movimiento de la losa cuando su cimentación es

sometida a movimiento sísmico, para ello se determina la variación del desplazamiento en el tiempo durante el movimiento sísmico (Abanto, 2017, p. 116).

1.3.1.22 Diafragma flexible

“Un diafragma es flexible para el propósito de distribuir el corte de piso y momento torsional., un diafragma flexible puede ser de material de reducido peso” según (Código internacional de construcción, 2006, p. 2).

1.3.1.23 Rigidez lateral

Tiene como definición la de que es una propiedad sísmica y en el que resistencia de un elemento a la deformación. Se utilizará el método del análisis por rigideces, el cual considera a los muros como placas rectangulares homogéneas (Abanto, 2017, p.232).

1.3.1.24 Determinación de la rigidez de un muro de albañilería

La rigidez de un muro de ladrillo se expresa como relación que existe entre la fuerza aplicada y la deformación generada por esta fuerza (Abanto, 2017, p.233).

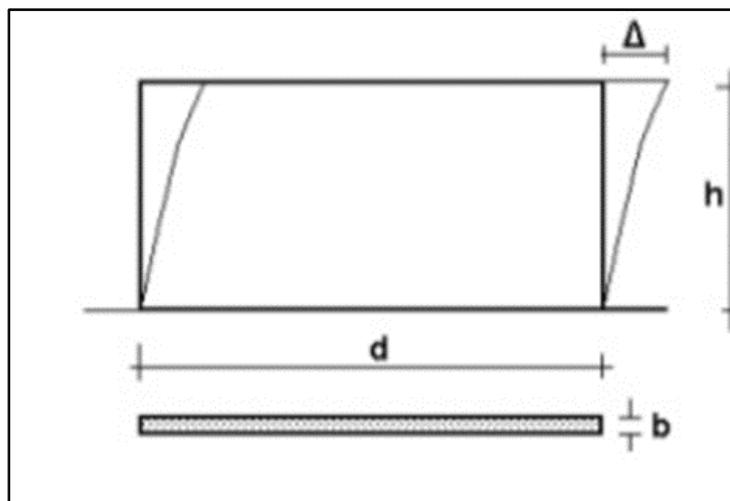


Figura 11. Determinación de la rigidez de un muro

1.3.1.22 Posibilidades de Estabilización de suelos

Una práctica que está generando desarrollo en los materia prima, son las estabilizaciones de suelos, en lo cual para el tapial la tierra que se utilizará se puede establecer con paja, es uno de los más usados en la sierra, pero siempre se debe manejar en cantidades de 5% y 10%. El emplear materiales que estabilizan el suelo no presentan futuros riesgos en el ambiente natural (Tejada, Mendoza y Torrealva 2016, p. 10)

1.3.1.21 Deformación de muretes de tapial comparado con el adobe

La comparación entre el adobe y el tapial mostrado en la figura 12, hace referencia de que el tapial tiene más resistencia a compresión que el adobe, por tener mayor ángulo que el adobe en la curva esfuerzo por deformación estos estudios nos sirven para resaltar la utilización eficaz que tiene el tapial sobre el adobe ante el esfuerzo de corte (Tejada, Mendoza y Torrealva 2016, p. 24)

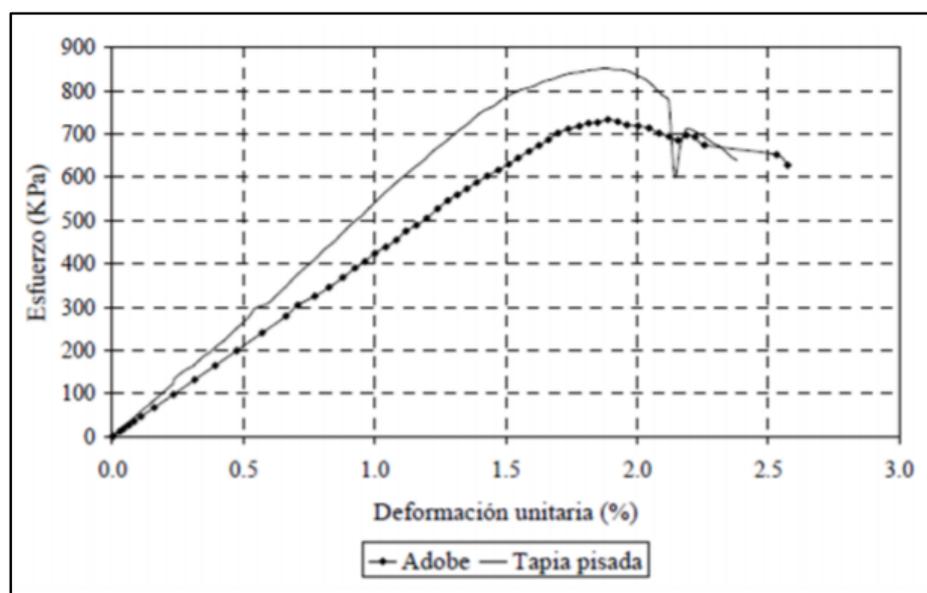


Figura 12. Deformación del adobe y el tapial

1.3.2 Las propiedades y uso del carrizo en muros

1.3.2.1 La técnica del tapial

La técnica del tapial es colocar la tierra en unos encofrados en forma rectangular respetando los parámetros mínimos y máximos del encofrado, y siguiendo con la compactación de cada una de las capas en cada muro de tierra mediante diferentes mazones. La técnica en otros países también es llamado rammen earth, terre pisé, etc (Minke, 2001, p.14)

1.3.2.2 Edificación de tierra reforzada

La edificación de tierra reforzada compuesto de partes estructurales: cimentaciones, muros, refuerzos, etc. Estos elementos cumplen con los parámetros de la normativa de la E-0.80 del Diseño y construcción de tierra reforzada, para evitar cualquier futura fisura o incluso poder llegar a colapsar, para llegar al objetivo de salvaguardar las vidas de los propietarios de las

viviendas de tierra reforzada que en su mayoría utilizan el tapial o el adobe con algún elemento interno que resista la tracción (Tejada, Mendoza y Torrealva, 2017, p. 5)



Figura 13. Estructura de tierra reforzada

1.3.2.3 Refuerzos

Estos refuerzos que se van a combinar con estructuras de tierra deben ser compatibles con la tierra, que mantengan propiedades de baja dureza y que posean flexibilidad para no dañar la estructura de tierra, y soportar el movimiento sísmico (carga lateral). Estos materiales deben poseer una alta capacidad de tensión (Tejada, Mendoza y Torrealva, 2017, p. 5)



Figura 14. Refuerzo de caña o similar

1.4 Formulación del problema

1.4.1 Problema General

- ¿En qué medida favorece el refuerzo de carrizo al comportamiento sísmico de un muro de tapial en viviendas del distrito de Huata, Huaylas?

1.4.2 Problemas específicos:

- ¿Qué efecto produce el refuerzo de carrizo en el esfuerzo a compresión de un muro de tapial en viviendas del distrito de Huata, Huaylas?
- ¿De qué manera influye el refuerzo de carrizo en el esfuerzo a corte de un muro de tapial en viviendas del distrito de Huata, Huaylas?
- ¿Cuáles son los resultados del refuerzo de carrizo en el desplazamiento lateral de un muro de tapial en viviendas del distrito de Huata, Huaylas?
- ¿En qué grado favorece el refuerzo de carrizo en la rigidez lateral de un muro de tapial en viviendas del distrito de Huata, Huaylas?

1.5 Justificación del estudio

1.5.1 Justificación Práctica

El presente informe aporta muros de tapial mediante el refuerzo de carrizo, un refuerzo que abunda en Huata (Huaylas) así como la paja, pero a comparación de este último mencionado el carrizo reforzará de forma vertical y horizontal y será sometido a ensayos para apreciar cómo se comporta con el tapial y si este mejora su resistencia a la compresión y corte, por consiguiente mantiene estable los muros de tapial apisonado ante un sismo a escala de Richter.

1.5.2 Justificación económica

La finalidad de la construcción de viviendas de tapial (viviendas de tierra o adobón) con refuerzo de carrizo es un beneficio para los pobladores del sector rural del distrito de Huata de la provincia de Huaylas (Áncash), ya que estos sectores del altiplano la accesibilidad de camiones es muy dificultoso o sí en el caso la movilización o el transporte de un material constructivo de viviendas accedería sobrepasaría el costo económico estándar de un poblador común por tal motivo ellos construyen con lo que tienen a sus alrededores, en este caso la tierra; por consiguiente se le planteará el carrizo de manera que mejore la resistencia estructural y de sismo para salvaguardar su seguridad.

Tabla 4. Viviendas de Áncash con el material predominante en paredes exteriores

| CUADRO Nº 4.13 DEPARTAMENTO DE ANCASH: VIVENDAS PARTICULARES CON OCUPANTES PRESENTES, POR MATERIAL PREDOMINANTE EN LAS PAREDES EXTERIORES DE LA VIVIENDA, SEGÚN PROVINCIA, 2007 | | | | | | | | | |
|--|--|------------------------------|---------------|------------------------------|--------------------------|--------|------------------|-----------------------------------|------------------|
| Provincia | Material predominante en las paredes exteriores de la vivienda | | | | | | | | |
| | Total | Ladrillo o bloque de cemento | Adobe o tapia | Madera (pona, tornillo, etc) | Quincha (caña con barro) | Estera | Piedra con barro | Piedra o sillar con cal o cemento | Otro material 1/ |
| Total | 248 398 | 81 643 | 142 584 | 3 150 | 2 613 | 15 150 | 1 587 | 201 | 1 470 |
| Huaraz | 34 943 | 10 869 | 23 319 | 153 | 74 | 205 | 175 | 31 | 117 |
| Aija | 2 110 | 16 | 1 974 | 2 | 11 | 13 | 74 | 6 | 14 |
| A.Raymondi | 3 951 | 43 | 3 895 | - | 5 | 1 | 4 | - | 3 |
| Asunción | 2 290 | 109 | 2 166 | 2 | 1 | 1 | 9 | 1 | 1 |
| Bolognesi | 7 480 | 308 | 6 664 | 18 | 35 | 30 | 355 | 23 | 47 |
| Carhuaz | 11 012 | 850 | 10 084 | 10 | 6 | 6 | 41 | 5 | 10 |
| C.F. Fitzcarrald | 5 304 | 42 | 5 224 | 1 | 3 | 2 | 25 | 1 | 6 |
| Casma | 10 377 | 3 251 | 4 078 | 142 | 1 035 | 1 834 | 6 | 4 | 27 |
| Corongo | 1 904 | 35 | 1 849 | 1 | 6 | - | 13 | - | - |
| Huari | 14 421 | 228 | 13 867 | 17 | 45 | 9 | 157 | 2 | 96 |
| Huarmey | 6 602 | 3 154 | 1 906 | 74 | 409 | 1 018 | 5 | 11 | 25 |
| Huaylas | 12 729 | 1 180 | 11 368 | 17 | 6 | 6 | 133 | 3 | 16 |
| M.Luzuriga | 5 380 | 36 | 5 318 | 2 | - | - | 24 | - | - |
| Ocros | 2 513 | 169 | 2 061 | 7 | 112 | 85 | 35 | 16 | 28 |
| Pallasca | 7 103 | 219 | 6 534 | 61 | 14 | 6 | 197 | 1 | 71 |
| Pomabamba | 6 425 | 69 | 6 289 | 5 | 3 | 4 | 48 | 3 | 4 |
| Recuay | 4 906 | 243 | 4 329 | 23 | 32 | 54 | 128 | 5 | 92 |
| Santa | 89 198 | 60 060 | 12 939 | 2 541 | 780 | 11 852 | 53 | 83 | 890 |
| Sihuas | 6 966 | 133 | 6 728 | 11 | 4 | 5 | 75 | 2 | 8 |
| Yungay | 12 784 | 629 | 11 992 | 63 | 32 | 19 | 30 | 4 | 15 |

1/ Incluye quincha, piedra con barro, sillar con cal y cemento
Fuente: INEI - Censos Nacionales 2007 : XI de Población y VI de Vivienda.

Fuente: (INEI, 2007, p.39)

1.5.3 Justificación social

El tapial tiene también presencia significativa en otros países de Sudamérica, en los Estados Unidos, en el norte del África, en países europeos como Francia, Alemania, etc. Aproximadamente un tercio de la población del planeta vive en construcciones de tierra (Célia Neves, 2011). Hay que destacar que en Huaylas (Ancash) es una provincia en un sector andino con habitantes en su gran mayoría de bajos recursos económicos por lo cual utilizan el tapial o el adobe, esta tesis aporta la evaluación de muros de tapial reforzados y garantizar seguridad en el sector andino de esta provincia.

Tabla 5. Viviendas particulares con ocupantes presentes de Ancash

| CUADRO N° 4.11 DEPARTAMENTO DE ANCASH: VIVIENDAS PARTICULARES CON OCUPANTES PRESENTES, SEGÚN MATERIAL PREDOMINANTE EN LAS PAREDES EXTERIORES DE LA VIVIENDA, 1993 Y 2007 | | | | | | | | |
|---|----------------|--------------|----------------|--------------|------------------------|-------------|------------------|------------------------------------|
| Material predominante en las paredes exteriores | 1993 | | 2007 | | Incremento intercensal | | Incremento anual | Tasa de crecimiento promedio anual |
| | Absoluto | % | Absoluto | % | Absoluto | % | | |
| Total | 198 857 | 100,0 | 248 398 | 100,0 | 49 541 | 24,9 | 3 539 | 1,6 |
| Ladrillo o bloque de cemento | 47 383 | 23,8 | 81 643 | 32,9 | 34 260 | 72,3 | 2 447 | 3,9 |
| Adobe o tapia | 130 199 | 65,5 | 142 584 | 57,4 | 12 385 | 9,5 | 885 | 0,6 |
| Madera | 2 064 | 1,0 | 3 150 | 1,3 | 1 086 | 52,6 | 78 | 3,0 |
| Quincha | 4 144 | 2,1 | 2 613 | 1,1 | -1 531 | -36,9 | -109 | -3,2 |
| Estera | 9 648 | 4,9 | 15 150 | 6,1 | 5 502 | 57,0 | 393 | 3,2 |
| Piedra o barro | 3 124 | 1,6 | 1 587 | 0,6 | -1 537 | -49,2 | -110 | -4,6 |
| Piedra, sillar con cal o cemento | 870 | 0,4 | 201 | 0,1 | -669 | -76,9 | -48 | -9,8 |
| Otro material 1/ | 1 425 | 0,7 | 1 470 | 0,6 | 45 | 3,2 | 3 | 0,2 |

1/ Incluye quincha, piedra con barro, sillar con cal y cemento
Fuente: INEI - Censos Nacionales de Población y Vivienda, 1993 y 2007

Fuente: Elaboración propia

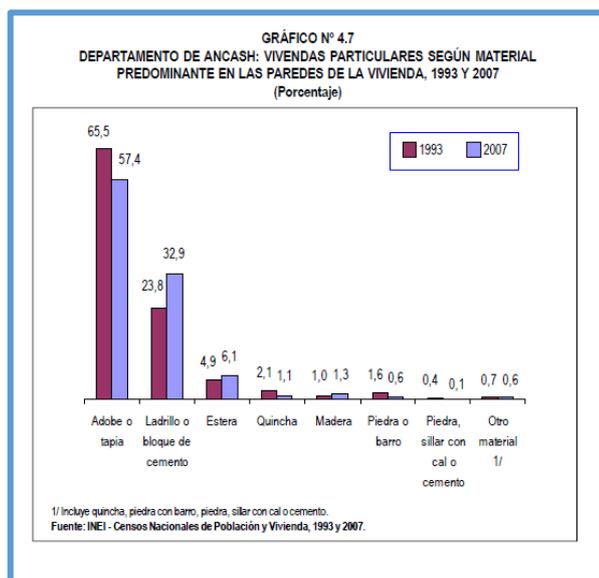


Figura 15. Material predominante de viviendas de Ancash

1.6 Hipótesis

1.6.1 Hipótesis general

- El refuerzo de carrizo favorece significativamente en el comportamiento estructural de un muro de tapial en viviendas del distrito de Huata, Huaylas

1.6.2 Hipótesis Específicos

- El refuerzo de carrizo produce efecto significativo en el esfuerzo a compresión de un muro de tapial en viviendas del distrito de Huata, Huaylas
- El refuerzo carrizo influye significativamente en el esfuerzo a corte de un muro de tapial en viviendas del distrito de Huata, Huaylas
- El refuerzo de carrizo genera resultados en el desplazamiento lateral de un muro de tapial en viviendas del distrito de Huata, Huaylas
- El refuerzo de carrizo favorece significativamente en la rigidez lateral de un muro de tapial en viviendas del distrito de Huata, Huaylas

1.7 Objetivos

1.7.1 Objetivo General:

- Evaluar la influencia del refuerzo de carrizo en el comportamiento sísmico de un muro de tapial en viviendas del distrito de Huata, Huaylas

1.7.2 Objetivos Específicos:

- Determinar el efecto del refuerzo de carrizo en el esfuerzo a compresión de un muro de tapial en viviendas del distrito de Huata, Huaylas
- Determinar la influencia del refuerzo de carrizo en el esfuerzo a corte de un muro de tapial en viviendas de Huata, Huaylas
- Determinar los resultados del refuerzo de carrizo en el desplazamiento lateral de un muro de tapial en viviendas de Huata, Huaylas
- Determinar la influencia del refuerzo de carrizo en la rigidez lateral de un muro de tapial en viviendas de Huata, Huaylas

II. MÉTODO

2.1 Diseño de investigación

Para definir el diseño de investigación, Gómez sostiene al respecto:

“En conclusión, el diseño de la investigación es un planeamiento en el que se trazan una serie de tareas bien estructuradas, consecutivas y organizadas, para estar metidos de forma aceptable en el problema de investigación; por lo tanto en el diseño, se indicarán los pasos, técnicas, para la recolección de datos. El diseño de la investigación es la mejor maniobra que puede realizar el investigador” concluye Gómez Bastar (2012, p. 40)

El diseño de investigación es experimental ya que se manipularon las variables habiendo una causa y un efecto entre variables, mediante el instrumento de un software en este caso el Etabs, pero hay que destacar que también se realizó ensayos de laboratorio en pilas y muretes de tapial que serán el ensayo a comprensión(esfuerzo a compresión) y el ensayo a tracción diagonal(para el esfuerzo de corte), y además ensayos de caracterización para definir y sustentar que las pruebas de campo afirman que la tierra es apta para la elaboración de tapias tanto y por último el ensayo a tracción del carrizo.

2.1.1 Enfoque de investigación

“Con frecuencia los investigadores obtienen datos cuantitativos para expresar numéricamente el resultado de la medición de sus variables y mediante procedimientos estadísticos describir fenómenos o evaluar la magnitud y confiabilidad de las relaciones entre ellos” concluye Monje Álvarez (2012, p.133)

El enfoque de la investigación es cuantitativa ya que da resultados numéricos y porcentuales en base a los resultados obtenidos de laboratorio y el software Etabs, hay que destacar que todas las fichas técnicas eran también de enfoque cuantitativo por las anotaciones numéricas que se tomaron.

2.1.2 Nivel de investigación

Para definir el nivel de investigación, Hernández sostiene al respecto:

“Los estudios explicativos van más allá de la descripción de conceptos o fenómenos o del establecimiento de relaciones entre conceptos; es decir, están dirigidos a responder por las causas de los eventos y fenómenos físicos o sociales. Como su nombre lo indica, su interés se centra en explicar por qué ocurre un fenómeno y en qué condiciones se manifiesta o por qué se relacionan dos o más variables” concluye Hernández Sampieri (2014, p. 95)

El nivel de la presente investigación es explicativa ya que se interpreta los resultados y las hipótesis se constatan, en ello se resalta la interpretación de cada figura (barras estadísticas) del capítulo de resultados.

2.1.3 Tipos de investigación

“A la investigación aplicada se le denomina también activa o dinámica, y se encuentra íntimamente ligada a la anterior, ya que depende de sus descubrimientos y aportes teóricos. Busca confrontar la teoría con la realidad” concluye Tamayo y Tamayo (2003, p. 43)

La presente investigación es de tipo aplicada ya que se basa en las teorías relacionadas al tema presentado en el capítulo 1, en las que definimos las variables, dimensiones e indicadores, destacando también fórmulas que sirvieron para el desarrollo de la investigación.

2.2 Variables y Operacionalización

2.2.1 Variables

Para definir las variables de la investigación, Monje sostiene al respecto:

La variable es una característica o propiedad de la realidad que puede variar entre individuos o conjuntos. Cualquier aspecto o propiedad de la realidad que sea susceptible de asumir valores, esto es, de variar de una unidad de observación a otra, de un tiempo a otro, en una misma unidad de observación concluye Monje Álvarez (2011, p. 84)

Las variables deben guardar sentido entre ambas y tener una manipulación una entre otra para posteriormente llegar a elaborar el problema, los objetivos, y la hipótesis de la investigación; mi título de investigación consta de dos variables una independiente y la otra la dependiente, su finalidad principal de ambas es determinar cómo favorece el refuerzo de carrizo en el comportamiento sísmico de un muro de tapial.

2.2.1.1 Variable Independiente

“Las supuestas causas, es la característica que se supone la causa del fenómeno estudiado. Cuando es manipulada por el investigador también se llama variable experimental, es esta variable la que se debe manipular tanto sus dimensiones como sus indicadores” concluye Monje Álvarez (2011, p. 85)

La variable independiente es el “Refuerzo de carrizo” ya que esta variable es la causa que va a generar el efecto en la otra variable, además esta variable es la que se va a manipular, por ejemplo cuando manipulo mi primera variable de número de cuantía de carrizo al aumentar o disminuir todos mis indicadores de mi variable dependiente son afectados y se generan en ellos un efecto inmediato.

2.2.1.2 Variable Dependiente

“El efecto es la reacción de la causa (causas y cambios esperados) de la variable dependiente, el resultado depende de la manipulación de la variable independiente o de la manipulación de los indicadores o dimensiones de él mismo” concluye Monje Álvarez (2011, p.85)

Por consiguiente mi variable dependiente sería “Comportamiento sísmico de un muro de tapial” ya que esta variable es la que depende de la otra y es afectada por los indicadores de la variable independiente ya sea el indicador del esfuerzo a comprensión o el esfuerzo a corte o los otros indicadores restantes.

2.2.2 Operacionalización de la Variable

“Para operativizar variables, se requiere precisar su valor, traduciéndolas a conceptos susceptibles de medir, por tanto, conviene considerar su definición normal, real, operativa: lo que significa el término, la realidad y la práctica” concluye Berar Rivero (2008, p. 53)

La operacionalización consiste en saber cómo vas a manipular y relacionar una variable con la otra y que efecto va a generar esta relación.

Indicador

“Es un referente empírico directo, observable y medible que simboliza y sustituye a un concepto o variable no observable o medible directamente” concluye Monje Álvarez (2011, p. 88)

Los indicadores son fundamentales ya que son los que miden a mis dimensiones y así posteriormente a mi variable, mis indicadores de la variable independientes serían los principales en esta investigación ya que son los que voy a manipular y dependerá mucho de los resultados que se obtendrán.

a. **Variable independiente:** Refuerzo de carrizo

| Variable | Definición conceptual | Definición Operacional | Dimensión | Indicadores | Instrumentos |
|-----------------------------------|---|---|-----------------------------------|--|--|
| <p>Refuerzo de carrizo</p> | <p>“Son elementos que poseen una alta capacidad a la tracción o llamada también tensión y para posteriormente controlar y resistir la carga lateral originada por un sismo, hay que resaltar que este elemento de refuerzo debe poseer compatibilidad con la estructura de tierra(muro de tapial)” concluye especialistas del ministerio de vivienda (2016, p. 5)</p> | <p>El refuerzo carrizo debido a su flexibilidad lo hace un material sismo resistente, en lo cual se desarrollará el ensayo a tracción para tener sus propiedades y posteriormente evaluar la cantidad de cuantía que se utilizará tanto vertical, horizontal o como malla en esto nos basaremos en la norma E-0.80 del diseño y construcción con tierra reforzada y en el ININVI.</p> | <p>Propiedades físicas</p> | <p>Módulo de elasticidad</p> | <p>Ensayo a tracción</p> |
| | | | | <p># Cuantía (ℓ) vertical</p> | <p>E-0.80 Diseño y construcción con tierra reforzada ININVI</p> |
| | | | | <p># Cuantía (ℓ) horizontal</p> | <p>E-0.80 Diseño y construcción con tierra reforzada ININVI</p> |
| | | | | <p># Cuantía (ℓ) vertical y horizontal</p> | <p>E-0.80 Diseño y construcción con tierra ININVI</p> |

b. Variable dependiente: Comportamiento sísmico de un muro de tapial

| Variable | Definición conceptual | Definición Operacional | Dimensión | Indicadores | Instrumentos |
|--|---|---|--|-------------------------------|--|
| <p align="center">Comportamiento Sísmico de un muro de tapial</p> | <p>“Es la evaluación de elementos que van a resistir cargas, y en conjunto van a tratar de colaborar entre todos para resistir cargas tanto de gravedad como de sismo, manteniendo siempre el equilibrio en toda la estructura en la que se evalúa” concluye Delgado Contreras (2016, p.22)</p> | <p>El comportamiento estructural de un muro de tapial se evaluará con ensayos a compresión , de corte con respecto a su estructuración basándose en la norma E-080 de adobe y E-0.80 de construcción de tierra y respecto a su desplazamiento y rigidez lateral se evaluará mediante el Etabs y teniendo en cuenta la E-0.30 de sismo</p> | <p align="center">Propiedades Mecánicas</p> | <p>Esfuerzo a compresión</p> | <p>Ensayo a compresión E-0.80 Diseño y construcción con tierra reforzada</p> |
| | | | | <p>Esfuerzo a corte</p> | <p>Ensayo a corte E-0.80 Diseño y construcción con tierra reforzada</p> |
| | | | <p align="center">Propiedades Sísmicas</p> | <p>Desplazamiento Lateral</p> | <p>Software ETABS E-0.30Diseño sísmoresistente</p> |
| | | | | <p>Rigidez Lateral</p> | <p>Software ETABS E-0.30Diseño sísmoresistente</p> |

2.3 Población y muestra

2.3.1 Población

Según Hernández, Fernández y Baptista (2014, p. 174), [...] una población es un grupo de todos los casos que concuerdan con una serie de especificaciones. [...] Las poblaciones deben situarse claramente por sus características de contenido, lugar y tiempo.

Se tomó como población a las viviendas de zona rural del distrito de Huata ubicado en la provincia de Huaylas del departamento de Áncash elaboradas de tapial, es decir; se empleó material de tierra ya que en el sector rural la medida de solución de los pobladores en el ahorro es construir con un material al alcance de sus manos, se tomó este sector andino ya que de toda la provincia de Huaylas se presenta una gran cantidad de viviendas echas de tapial. Además con respecto a la variable independiente se eligió el material de refuerzo carrizo ya que este material si es accesible en el distrito de Huata y mediante a ensayos de laboratorio y aplicación del Etabs se determinó que el refuerzo si mejora su resistencia del muro ante cargas por gravedad y por sismo

Tabla 6. *Viviendas en zona rural del distrito de Huata (Huaylas)*

| Tipo de Vivienda | Medidas | Numero de Viviendas | | |
|----------------------|---------|---------------------|--------|-------|
| | Área | Total | Urbana | Rural |
| Total | | 658 | 155 | 503 |
| Casa independiente | | 657 | 154 | 503 |
| Vivienda improvisada | | 1 | 1 | - |

Fuente: (INEI, 2007, p.39)

2.3.2 Muestra

Para definir la muestra de la investigación, Hernández sostiene al respecto:

“En cuanto a la muestra no probabilística (llamada también muestra dirigida), se menciona que la elección de los elementos no depende de la probabilidad, sino de causas relacionadas con las características del investigador o del que hace la muestra. Por lo tanto, el procedimiento a seguir no es mecánico, ni se basa en fórmulas de probabilidad, ya que depende del proceso de toma de decisiones de un habitante o de un conjunto de habitantes. Una ventaja de este tipo de muestra, se refleja en la utilidad para un determinado diseño de estudio que más que requerir una representatividad de los elementos de una población, se enfoca más en una cuidadosa y

controlada selección de sujetos con ciertas características especificadas previamente” concluye (Hernández, 2014, p. 190)

La muestra que se desarrollo fue no probabilística ya que no se aplicó fórmulas de probabilidades, encuestas, etc. La muestra que se aplicó fue en total 10 que se parten en 3 estratos diferentes como se aprecia en la tabla 7.

En primer lugar se evaluó en Etabs muros de tapial, por su complejidad ya que según los antecedentes son escasos los estudios realizados con muros de tapial que hayan reforzado con carrizo o un refuerzo similar y por la complejidad en escalar el muro de tapial ya que se aplicaría las teorías de similitud (investigación de tesis).

Finalmente se justifica la muestra del muro de tapial con refuerzo de carrizo porque un muro sin arriostre trabaja sólo, es en ese momento que se produce la situación más crítica en su funcionalidad contra un sismo ya que cuando hay una vivienda de tapial los muros entre sí están amarrados y al provocarse un sismo estos tienen más resistencia por ser un elemento ortogonal a comparación de un muro que está en punto crítico y tendría que soportar el sismo con un refuerzo adicional pero de igual forma se deforma pero no colapsa.

2.3.3 Muestreo estratificado

“En este tipo de muestreo, se divide a la población en diferentes grupos, con el único fin de darle representatividad a los diversos grupos que son parte de la población en cuestión” concluye Gómez Bastar (2012, p. 34)

Tabla 7. *Muestra no probabilística - Muestreo estratificado*

| Descripción | Tipo | Refuerzo | Cantidad de carrizo | Cantidad de muestras |
|------------------|--------|--------------|---------------------|----------------------|
| Pilas | Tapial | sin refuerzo | sin carrizo | 4 |
| | | con refuerzo | 4 varillas | |
| | | con refuerzo | 6 varillas | |
| | | con refuerzo | 8 varillas | |
| Muretes | Tapial | sin refuerzo | sin varillas | 4 |
| | | con refuerzo | 4 varillas | |
| | | con refuerzo | 6 varillas | |
| | | con refuerzo | 8 varillas | |
| Muros | Tapial | sin refuerzo | sin varillas | 2 |
| | | con refuerzo | 4 varillas | |
| Total de muestra | | | | 10 |

Fuente: Elaboración propia

2.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

2.4.1. Técnicas de recolección de datos

“Recolectar datos implica elaborar un plan detallado de procedimientos que nos conduzcan a reunir datos con un propósito específico” según (Hernández, Fernández y Baptista, 2010, p. 198).

Se empleó la observación como una de las técnicas de recolección de datos, en base a los ensayos que se realizará de las propiedades mecánicas del comportamiento del muro de tapial, y se observará hasta el punto de rotura del murete y de la misma forma el punto de rotura que sufrirá el carrizo para obtener el módulo de elasticidad.

2.4.2. Instrumentos de recolección de datos

Para la presente investigación se empleó:

- Fichas técnicas para la recolección de datos es decir una planilla elaborada con los datos que pertenecen a cada ensayo tanto de tracción, comprensión y comprensión diagonal; así como también las fichas técnicas pertinentes para la modelamiento del muro en Etabs y los datos que este necesitará definir tanto en los materiales como en la sección.
- Registro de figuras para la recolección de datos del proceso de la elaboración de los muretes y los respectivos ensayos como evidencias de su ejecución.
- Instrumentos principales para la recolección de datos:
 - Maquina a tracción
 - Prensa Hidráulica
 - Mazos
 - Madera para encofrado
 - Cinta métrica
 - Máquina a comprensión axial y tracción diagonal
 - Ángulos de acero para la tracción diagonal
 - Sensores de transmisión de datos
 - Software: Etabs

2.4.1 Proceso de recolección de datos

Para definir el proceso de recolección de datos de la investigación, Monje sostiene al respecto:

“El proceso de recolección de datos para una investigación se lleva a cabo mediante el manejo de técnicas e instrumentos, los cuales se seleccionan según la información cualitativa o cuantitativa. Algunos procedimientos son directos como la observación y la entrevista, otros indirectos como los cuestionarios y formatos. El método seleccionado depende de los objetivos y el diseño de estudio, así como de la disponibilidad de personal, tiempo y recursos económicos [...]” concluye Monje Álvarez (2011, p. 133)

Selección y preparación del suelo para tapial: el 100% de suelo utilizado para la elaboración del tapial deberá pasar la malla N° 3 (3”). La grava podrá ser como máximo el 40% del total del suelo.

La mezcla estará compuesta por material fino (20-25%), arena (40-50%), agua (humedad aproximada de la mezcla de 14%) y paja. Hay que tener en cuenta que se realizará un ensayo de mecánica de suelos, para que la muestra de suelo que se está utilizando para las muestras del muro de tapial son aptos o si se requiere estabilizar con paja, u algún otro material estabilizante.

Consideraciones de un muro de tapial real:

- Espesor de muro: mínimo 0,4 metros
- Altura de muro: 3,75 metros
- Largo de muro: 4,00 metros

Consideraciones de un murete de tapial:

- Espesor de murete: 0,25 metros
- Altura de murete: 0,40 metros
- Largo de murete: 0,40 metros

La aplicación de este método es fundamental en la respectiva tesis, ya que aquí se manipulo las 2 variables tanto los indicadores de la independiente con la variable dependiente y en base a ellos demostrar los objetivos mediante está técnica de recolección de datos.

Consideraciones para el ensayo a tracción:

Se tomó el carrizo para ver su esfuerzo a la tracción

- Su diámetro del carrizo que se tomará será: $d = 1.98 \text{ cm}$ ($3/4''$)
- Su largo del carrizo de muestra será: $L = 0.52 \text{ metros}$

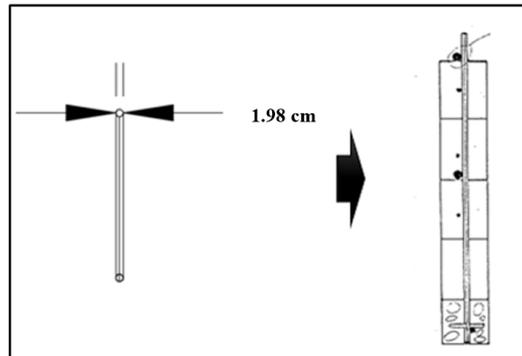


Figura 16. Gráfico de carrizo de $3/4''$

Se realizó con los siguientes instrumentos:

- La unidad de control (computadora interconectada con la máquina tracción)
- Batería
- La máquina a tracción
- El sensor de interface
- Alicates (ajustar la muestra a la máquina de tracción)

El procedimiento fue el siguiente:

- Se coloca la muestra de carrizo con un diámetro de $1/2''$ y se ajusta en la máquina de tracción.
- Se toma los datos de deformación (con ello se hallará su módulo de elasticidad) del carrizo hasta su rotura en la computadora interconectada
- Por ultimo con ayuda de los alicates se retira la muestra de carrizo partido en dos partes.

Consideraciones para el ensayo a compresión del tapial:

Se tomó una pila de material de tapial con las siguientes dimensiones:

- Espesor de pila: 0,20 metros
- Altura de pila: 0.40 metros
- Largo de la pila: 0,40 metros

Se realizó con los siguientes instrumentos:

- Prensa Hidráulica
- Dial
- Dispositivo de sujeción de probetas
- Mazo para los golpes correspondientes

El procedimiento fue el siguiente:

- Primero se realizó la mezcla de tapial (tierra apisonada), se encofra y luego se apisona con un mazo asignado previamente.
- En segundo lugar se calibro sus medidas de la probeta, esto se verifica dos veces en cada muestra a ensayar
- En tercer lugar se sometió la probeta de tapial con carrizo en la prensa hidráulica, y se espera hasta su rotura (hasta que falle la pila)
- Se tomó los datos hasta el punto de rotura para posteriormente hallar sus características del tapial por sí solo y en especialidad su módulo de elasticidad.

Consideraciones para el ensayo a compresión axial:

Se elaboró una pila de tapial con las siguientes dimensiones

- Espesor de murete: 0.20 metros
- Altura de murete: 0.40 metros
- Largo de murete: 0.30 metros

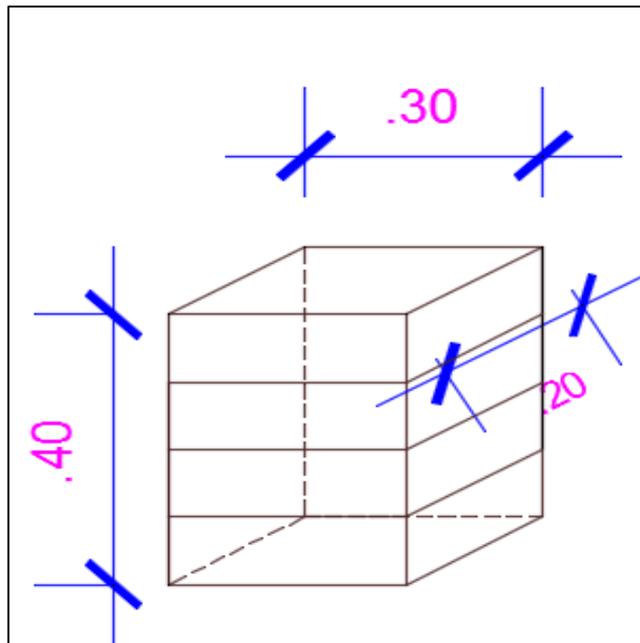


Figura 17. Características del tapial para compresión

Se realizó con los siguientes instrumentos:

- Prensa hidráulica estándar
- Calibrador vernier
- Plato de compresión para aplicación de carga
- Computadora interconectada a la máquina universal
- Wincha de mano

El procedimiento será el siguiente:

- Se elaboró un tapial con la primera cantidad de cuantía del refuerzo de carrizo determinado y se tomó los apuntes de las dimensiones mediante el calibrador.
- Se colocó el primer murete de tapial incorporado la primera cuantía de carrizo en la prensa hidráulica y este le aplicará una fuerza axial hasta que se produzca la rotura necesaria en el murete.
- Luego se procedió a retirar la primera muestra y a tomar los datos obtenidos de la computadora interconectada a la prensa hidráulica

- Finalmente se repitió este procedimiento con las siguientes muestras con diferentes cuantías de carrizo para ver qué efectos produce en ella si es suficiente con la primer muestra o si se necesita aumentar o disminuir la cuantía de carrizo

Nota: Se elaboró una muestra de tapial simple (sin refuerzo) para observa y tomar dato de su compresión por si solo del tapial.

Consideraciones para el ensayo de corte

Se tomó un murete de tapial con las siguientes dimensiones:

- Ancho de murete: 0.25 metros
- Altura de murete: 0.40 metros
- Largo de murete: 0.40 metros

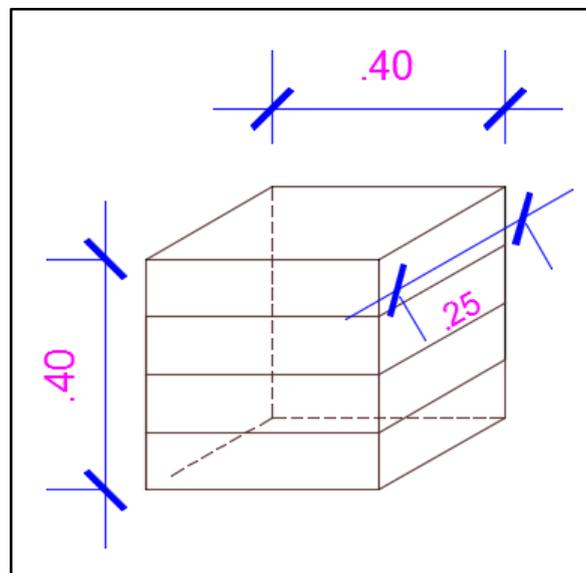


Figura 18. Características del murete a tracción diagonal

Se realizó con los siguientes instrumentos

- Varillas roscadas con un diámetro de 20 mm para el transporte del murete
- sensores
- Caja de conexiones para los sensores
- Pórtico de carga principal con una célula de carga de capacidad máxima de 100 toneladas y un recorrido de 300mm de carrera
- Computadora interconectada al pórtico de carga principal
- Abrazaderas metálicas
- Pletinas en forma de L de aluminio

- Pegamento de unión
- Hilos nylon (protección de los sensores)
- Angulares de acero (esquinas del murete)

Consideraciones de los ensayos con respuesta sísmica:

Se tomó un muro de tapial con las siguientes dimensiones:

- Espesor de muro: 0,4 metros
- Altura de muro: 3.75 metros
- Largo de muro: 4.0 metros

Se realizó con los siguientes instrumentos:

- Software: ETABS

Tener en cuenta que para modelar el muro en Etabs se tuvo que obtener primero los valores de módulo de elasticidad del carrizo y del tapial, y posteriormente introducirlos al software que se visualiza en la figura 19 y la figura 20.

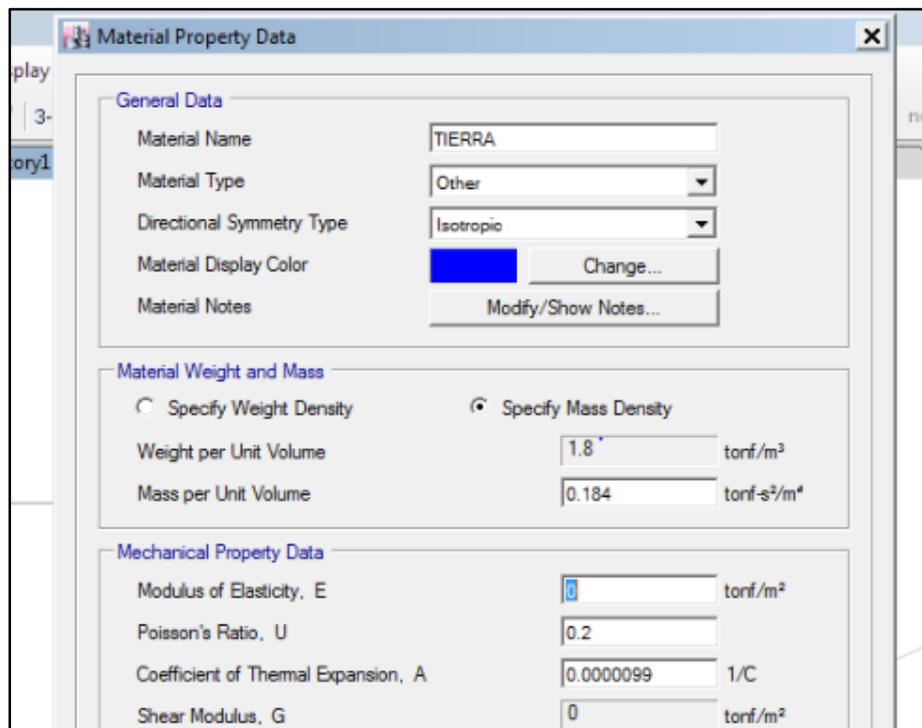


Figura 19. Definiendo el material del muro

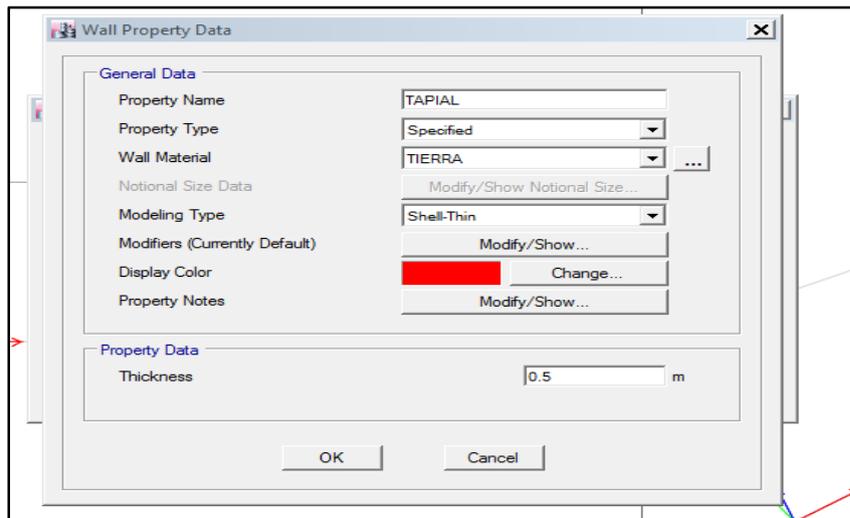


Figura 20. Definiendo la sección del muro de tapial

En el cuál estos indicadores de desplazamiento y rigidez lateral se hallarán mediante el programa Etabs, en base a un modelamiento de un muro mediante elementos finitos.

Esto dado que la Universidad Cesar Vallejo en sus 4 campus en Lima no posee una mesa vibratoria, adicionando en la búsqueda de la mesa vibratoria el CISMID en el presente mes (junio) mantiene una mesa vibratoria a escala con un peso máximo de 500 kg en lo cual no soporta el peso del muro mencionado, y por último se destaca el último factor por la cual se utilizará en estos indicadores el ETABS para la realización real de este ensayo a sismo el alquiler particular de una mesa vibratoria a escala real para vibrar un muro de 3,75 metros de altura que se visualiza en la figura 21, como las que se presenta en mis antecedentes con referencia de la PUCP son muy elevados.

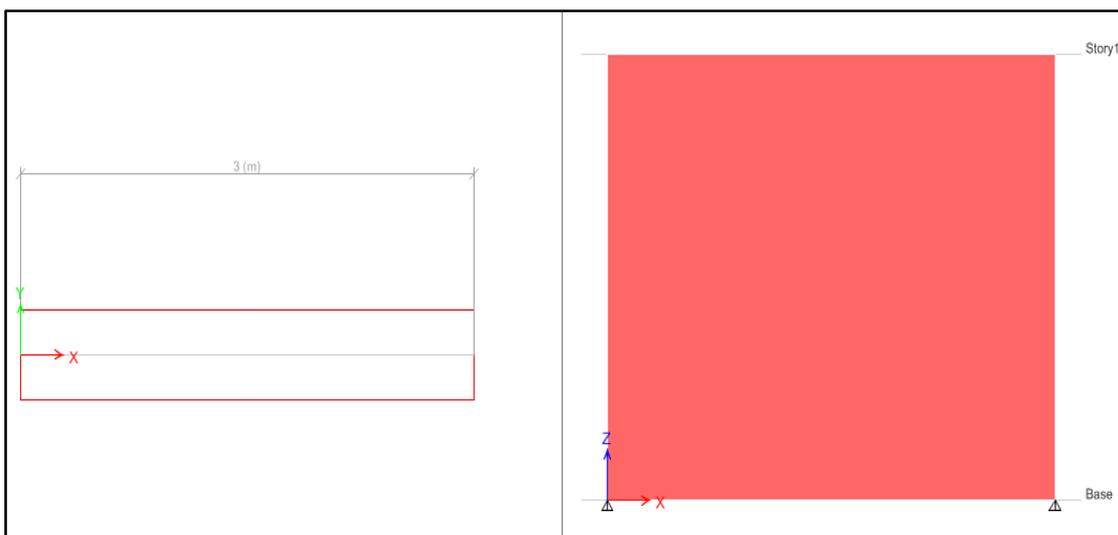


Figura 21. Definiendo la sección del muro de tapial

Se elaboró un muro de tapial con el software de Etabs mediante elementos finitos como se visualiza en la figura 22.

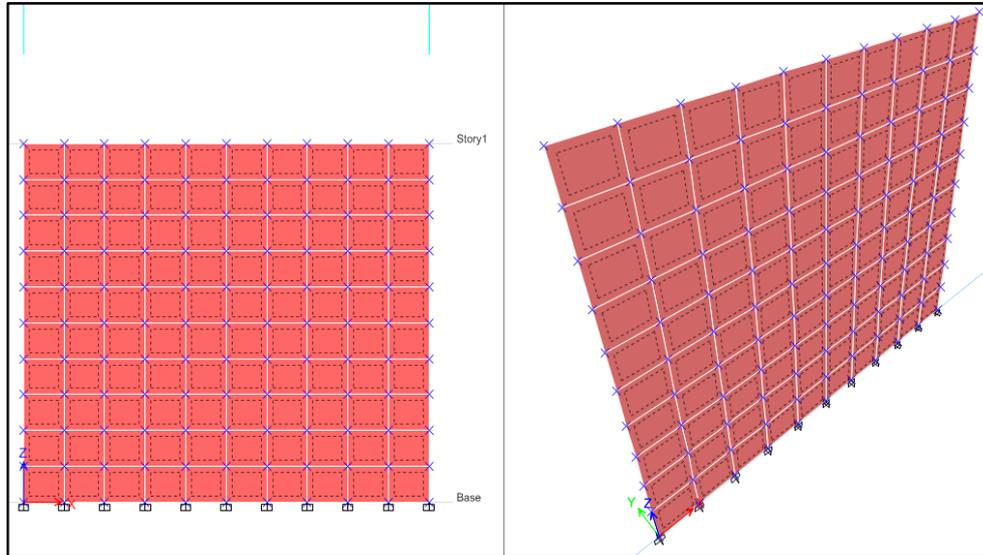


Figura 22. Muro de tapial en ETABS mediante elementos finito

2.4.3 Validez

“Hace mención al grado de validez que posea el instrumento, la calibración de ellos, y del lugar en el que se está desarrollando los ensayos, y que estén a cargos de laboratorios certificados para nuestra conformidad” concluye Monje Álvarez (2011, p. 165)

La validez consiste en calificar de 0 a 1 las fichas técnicas que se emplea en la recolección de datos, en este caso las fichas técnicas para los ensayos de las propiedades mecánicas y para la toma de datos para introducir al Etabs, esta calificación lo colocan tres expertos que sean especializados en el tema de investigación que se presenta.

Tabla 8. Validación

| Puntaje | Aceptación |
|-------------|------------|
| 0.81 - 1.00 | Muy alta |
| 0.61 - 0.80 | Alta |
| 0.41 - 0.60 | Moderada |
| 0.21 - 0.40 | Baja |
| 0.01 - 0.20 | Muy baja |

Fuente: Ruiz Bolívar (2002, p. 12)

Tabla 9. *Juicio de expertos*

| Validez | Tacza Zevallos, John Nelinho | Arévalo Vidal, Augusto Samir | Ramos Suarez, Álvaro | Promedio |
|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|-------------------------|----------|
| D1: Propiedades mecánicas | 0.9 | 0.95 | 0.929 | 0.93 |
| D2: Propiedades sísmicas | 0.9 | 0.95 | 0.929 | 0.93 |
| Índice de validez | | | | 0.93 |

Fuente: Elaboración propia

2.4.2 La Confiabilidad

“Hace mención a la capacidad de los instrumentos para medir datos que correspondan a los ensayos reales y que se busca conocer, si hay mayor confiabilidad en los equipos que se utiliza menor es el error en los resultados de la tesis” concluye Monje Álvarez (2011, p. 165)

Los instrumentos de recolección de datos son confiables según los siguientes certificados de calibración de los equipos utilizados en los ensayos de laboratorio:

Certificado de calibración LFP – 399 – 2018

Certificado de calibración LFP – CELDA EIRL

Certificado de calibración N° LB – 741 – 2017

Certificado de calibración N° LL 734 - 2017

2.5 Métodos de análisis de datos

Objetivo del análisis de datos

“Definir las características y contenido del plan para la tabulación y análisis de la información” concluye Monje Álvarez (2011, p.172)

Al obtener los siguientes datos del ensayo de tracción indirecta realizada en una probeta de tapial con incorporación del refuerzo de carrizo podremos determinar el tipo de tapial y el diámetro requerido para los siguientes ensayos a los que se someterá esta estructura de tierra reforzada. Al obtener los resultados de las tres muestras del ensayo a compresión de un murete de tapial con carrizo se visualiza en la figura número 23 se sumaran los esfuerzos para generar un total, esto se realizará en el ensayo a corte de igual manera en su análisis de datos correspondiente que se visualiza de la misma forma en la figura número 24. Por consiguiente se aplicarán 3 muestras más en la que se presentará el carrizo de forma vertical y horizontal realizándose los mismos dos ensayos para ver cómo se comporta estructuralmente véstase en la figura número 26.

Hay que destacar que en este presente trabajo también se aplicó un software que será el Etabs para constatar los datos, en este caso se modelará un muro en Etabs mediante elementos finitos y en base al ensayo de tracción de caracterización del carrizo se tendrán datos de su módulo de elasticidad de la misma forma que se desarrollará con el tapial, estos datos serán metidos al software en el cual se evaluará en pocas palabras se calibrará con un modelo virtual lo que se hizo en los ensayos reales con muretes, por consiguiente si los datos son similares, esto también hará válido nuestros resultados del desplazamiento lateral aplicado con fuerzas de sismo en el Etabs, ya que en el presente trabajo no se evaluará un muro en la mesa vibratoria por motivos de recursos económicos muy altos.

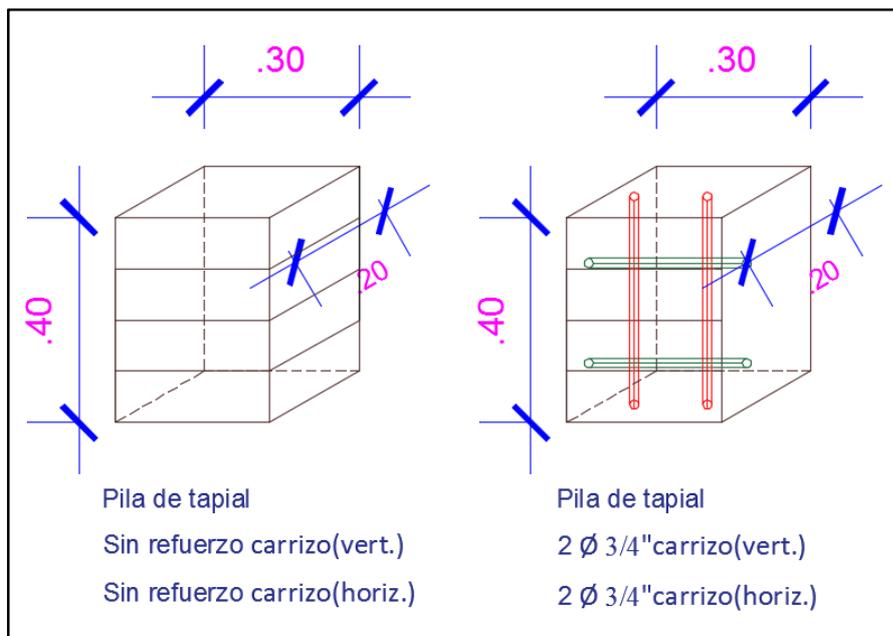


Figura 23. 2 pilas de tapial con refuerzo de 4 varillas de carrizo de 3/4" y sin refuerzo

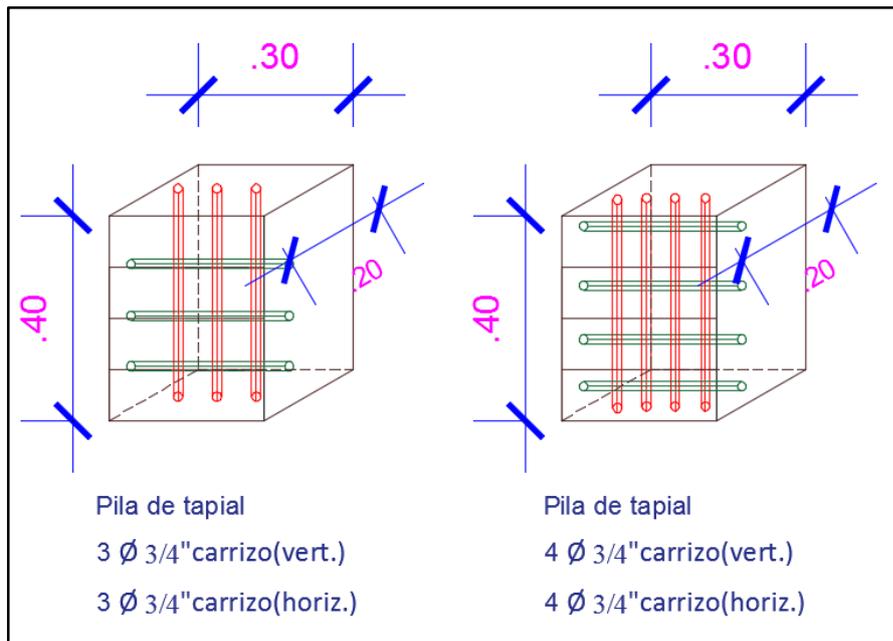


Figura 24. 2 pilas de tapial con refuerzo de 6 y 8 varillas de carrizo de 3/4"

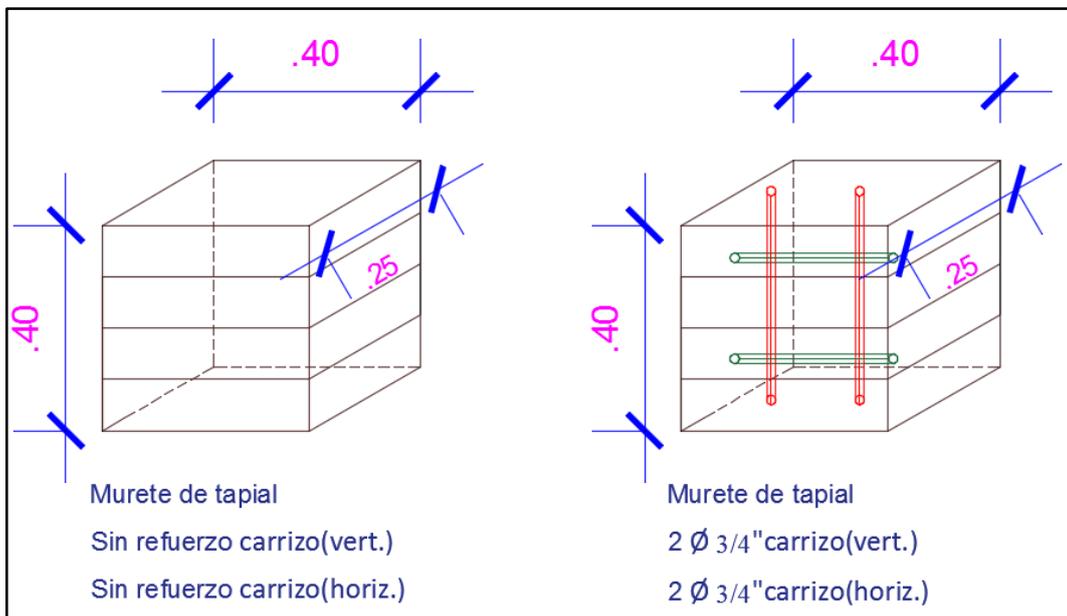


Figura 25. 2 muretes de tapial con refuerzo de 4 varillas de carrizo de 3/4" y sin refuerzo

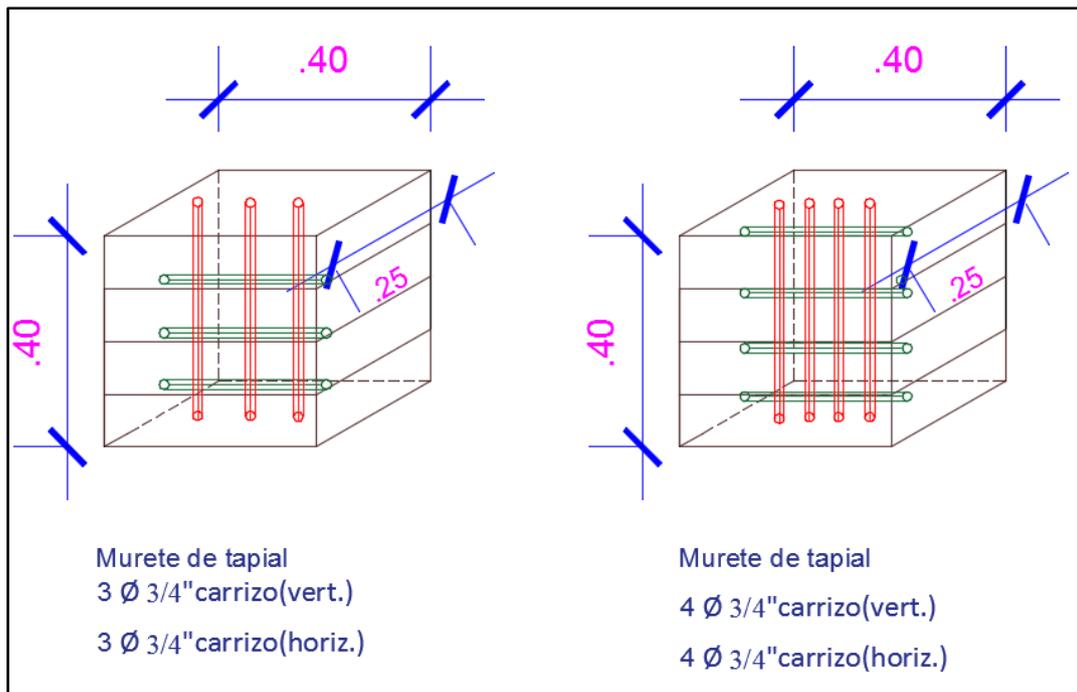


Figura 26. 2 muretes de tapial con refuerzo de 6 y 8 varillas de carrizo de 3/4"

2.6 Aspectos éticos

Nosotros como ingenieros civiles debemos poseer una moral de ejemplo para los proyectos en el cual nos desenvolveremos, ya que siempre se trabaja con la comunidad y el aspecto social uno debe tener una imagen de ética sobresaliente y admirable para lo cual esto sirva de imagen al mismo proyecto que se está ejecutando, la transparencia y honestidad en un ingeniero es invaluable ya que si no fuera así este podría tener problemas de repercusión con la justicia y por consiguiente estar en una calabozo por muchos años sea este un talentoso ingeniero o no lo sea. Además hay que resaltar que la ética profesional se va a resaltar en esta investigación con la ayuda del turnitin que en ello aparecerá el nivel de plagio o copia que está realizando el autor, este programa evaluará si se merece que esta investigación continúe o sea considerado un completo plagio

III. RESULTADOS

3.1 Ubicación

3.1.1 Ubicación del lugar

El lugar a investigar está ubicado en el departamento de Áncash, en la provincia de Huaylas en el distrito de Huata, donde un 70% por ciento de los pobladores elabora su casa de tapial o adobe (construcciones con tierra).



Figura 27. Distrito de Huata (Huaylas)



Figura 28. 70% de viviendas de adobe y tapial

3.1.2 Ubicación de cantera para material de laboratorio

Está ubicada en el departamento de Lima del distrito de Carabayllo AA.HH. de san Pedro, mi desarrollo de investigación consta de la utilización de una buena tierra con un porcentaje adecuado de arcilla y arena para lo cual al ensayarlo en el laboratorio de la UNI no hayan repercusiones, por tal motivo se utilizó material de cantera.

Coordenadas de la cantera de san pedro de Carabayllo:

Oeste: 77°01'31.40"

Sur: 11°50'59.33"



Figura 29. Lugar de Cantera



Figura 30. Extracción de muestra para el ensayo de mecánica de suelos

3.2 Descripción del caso

3.2.1 Materiales

3.2.1.1 Tierra

La tierra para la utilización debe contener entre un 20 a un 30 % de arcilla y un 70 a 80 % de arena, para lo cual se deben realizar pruebas de campo y posterior a eso pruebas de laboratorio, los límites, líquido, límite plástico y la granulometría.



Figura 31. Tierra apta de cantera

3.2.1.1 Traslado de material de cantera

Se trasladó el material de cantera en baldes de un volumen de 60 cm de altura con un radio de 15 cm y luego se procedió a llenarlos en costalillos. Cada balde tenía un peso específico de, y cada costalillo tenía un peso de entre 25 kg a 30 kg, llegando a llenarse 16 costalillos en su totalidad.



Figura 32. Llenado de material de cantera en baldes de volumen de 0.042 m³



Figura 33. Material en 16 costalillos

3.2.1.2 Carrizo

EL carrizo es un material con un vacío en su interior y con nodos en secciones, es un material que trabajará a tracción para lo cual se realizaran ensayos a tracción, se tomó carrizo con un diámetro de $\frac{3}{4}$ ".

El carrizo es un material que trabajará a tracción en contacto con una vibración ya sea armónica o forzada.



Figura 34. Lugar de ubicación del carrizo

3.2.1.2.1 Proceso de secado

El proceso de secado del carrizo se debe dar en un plazo de 30 días colocados en un lugar que le dé el sol y cambiando de posición por sus dos caras.



Figura 35. Secado de carrizo



Figura 36. Carrizo color amarillento

3.2.3 Herramientas

3.2.3.1 Masones

También llamados pisones, estos son utilizados para apisonar cada camada de 10 cm del tapial con una caída de 80 cm de altura al contacto con la tierra.

- Mazón 1 con un peso de 10 kg
- Mazón 2 con un peso de 9,5 kg



Figura 37. Lugar de la cantera, y ubicación de las pruebas de campo



Figura 38. Mazón de 10 kg para la zona céntrica del murete de tapial



Figura 39. Mazón de 9,5 kg para la zona perimetral del murete de tapial

3.2.3.2 Encofrados

El material de encofrado toma un papel importante en el proceso constructivo de los tapiales por lo cual el grosor mínimo que se requiere es de 20 mm, los listones de 4.5 cm de grosor.

El encofrado tendrá dimensiones de:

- tablones de 45 cm x 40 cm
- tablones 31 cm x 45 cm
- 12 listones de altura de 45 cm



Figura 40. Proceso de armado de encofrado

3.3 Desarrollo del caso

3.3.1 Ensayo a tracción del carrizo de ¾"

3.3.1.1 Prueba 1 carrizo con epóxico

El epóxico (aditivo) que se empleó para pegar concreto (diablo) con la parte interna del carrizo fue el 31 HMG, el objetivo de utilizar el epóxido fue en que el diablo y la parte interna del carrizo tengan una excelente adherencia y trabajen como si fuera un elemento mismo y posean una sola rigidez.



Figura 41. Epóxico Sikadur-31HMG



Figura 42. Preparación del diablo (cemento más yeso)



Figura 43. Introducción del epóxido en el interior del carrizo



Figura 44. Introducción del cemento más yeso en el interior del carrizo

3.3.1.2 Elaboración de los carrizos con epóxico

Después de la primera prueba que se hizo de una varilla de carrizo con epóxico Sikadur-31HMG se concluyó que si trabaja bien el epoxico con el carrizo y los extremos lo vuelve elemento rígido. Para lo cual se elaborarán 4 muestras de carrizo con epoxico en el interior de sus extremos.

✚ Preparación de las mezclas



Figura 45. Preparación de la mezcla cemento más yeso



Figura 46. Preparación de la mezcla del epóxico

✚ Introducción de las mezclas

En este proceso se introduce primero la mezcla del epóxico como la ayuda de una varilla de acero de 3/8", e inmediatamente se introduce la mezcla del yeso con cemento tanto en el extremo derecho como en el izquierdo del carrizo.

Se aprecia en las imágenes 47 y 48 las medidas de seguridad en el aspecto respiratorio por los altos niveles de toxicidad del epóxico.



Figura 47. Introducción del cemento más yeso en el interior del carrizo



Figura 48. Introducción del epóxico en el interior del carrizo

✚ Proceso de secado

En este proceso se deja reposar por 48 horas el carrizo con el epóxico y el diablo en el interior de sus extremos para que ambas mezclas obtengan una adherencia sólida y resistente para el posterior ensayo a tracción.



Figura 49. Proceso de secado del carrizo con epóxico y el diablo



Figura 50. Verificación del secado de los carrizos después de las 48 horas.

3.3.1.3 Ensayo a tracción

✚ Preparación del ensayo a tracción

Se colocó el carrizo en la maquina hidráulica pero al momento de ensayarlo el dial no lo reconocía, se probó dos veces con diferentes carrizos, pero el resultado fue el mismo, por lo que se propuso el cambio a una maquina más moderna.

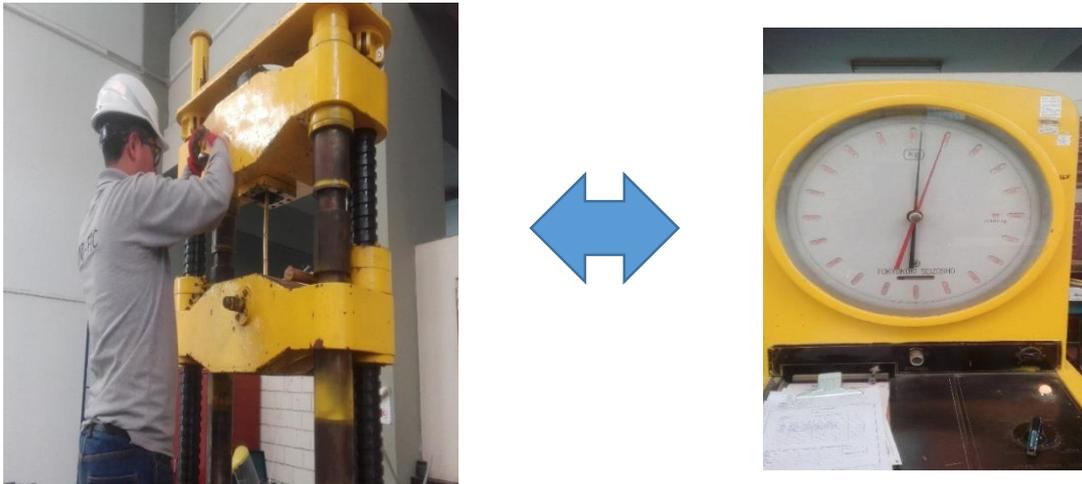


Figura 51. Ensayo a tracción en la prensa hidráulica con dial



Figura 52. Ensayo a tracción en prensa con sistema virtual

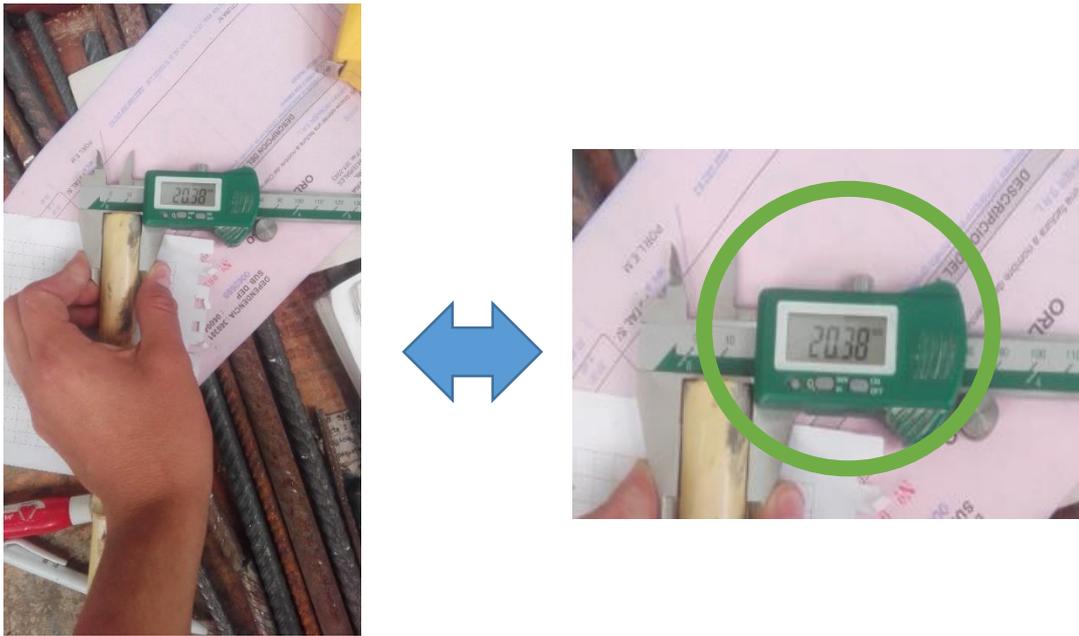


Figura 53. Toma de medidas al carrizo antes del ensayo a tracción

✚ Ensayo a tracción de probeta 1 (carrizo $\varnothing = 3/4''$)

Se colocó la primera probeta de carrizo de $3/4''$ con mucho cuidado al presionarlo tanto en la parte superior como inferior.

Se aplicó un desplazamiento continuo al estirarlo el carrizo, en lo cual la primera probeta resistió una carga máxima de 859 kg.

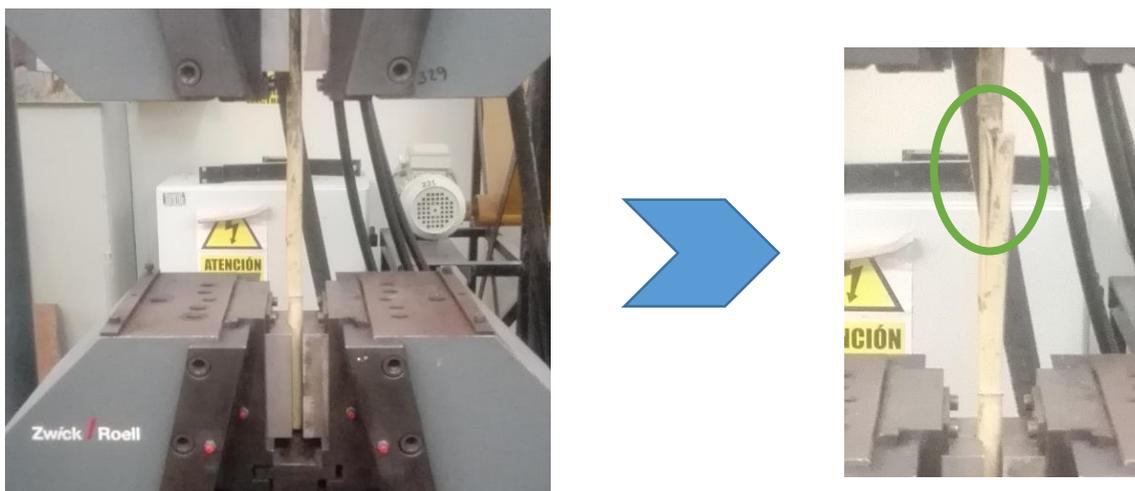


Figura 54. Ensayo a tracción en probeta 1 de carrizo

✚ **Ensayo a tracción de probeta 2 (carrizo $\varnothing = 3/4''$)**

De la misma forma que la anterior probeta de carrizo se coloca con cautela en la máquina a tracción, se aplicó un movimiento continuo al estirarlo el carrizo en lo cual la segunda probeta resistió una carga máxima de 639 kg.

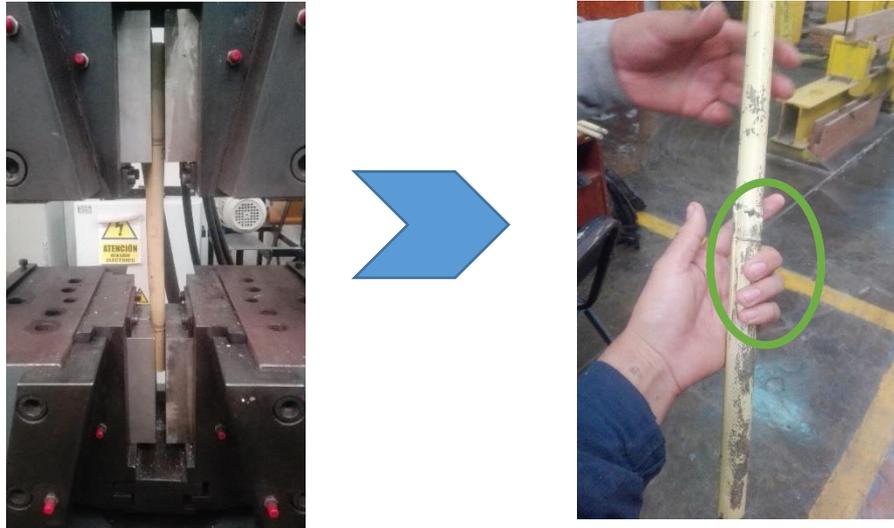


Figura 55. Ensayo a tracción en 2° probeta de carrizo

✚ **Ensayo a tracción probeta 3 (carrizo $\varnothing = 3/4''$)**

De la misma forma que la anterior probeta de carrizo se coloca con cautela en la máquina a tracción, se aplicó un movimiento continuo al estirarlo el carrizo en lo cual la tercera probeta resistió una carga máxima de 390 kg.

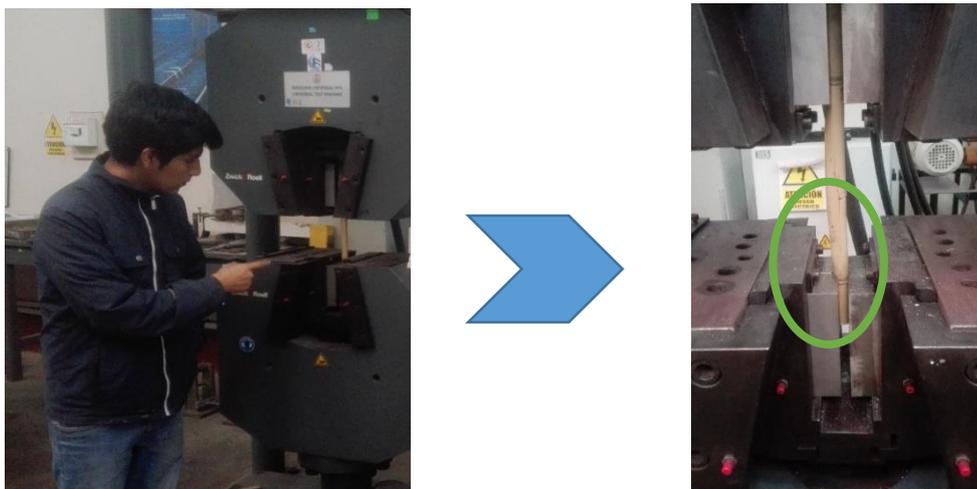


Figura 56. Ensayo a tracción en 3° probeta de carrizo

✚ Ensayo a tracción probeta 4 (carrizo $\varnothing = 3/4''$)

De la misma forma que la anterior probeta de carrizo se coloca con cautela en la máquina a tracción, se aplicó un movimiento continuo al estirarlo el carrizo en lo cual la tercera probeta resistió una carga máxima de 390 kg.

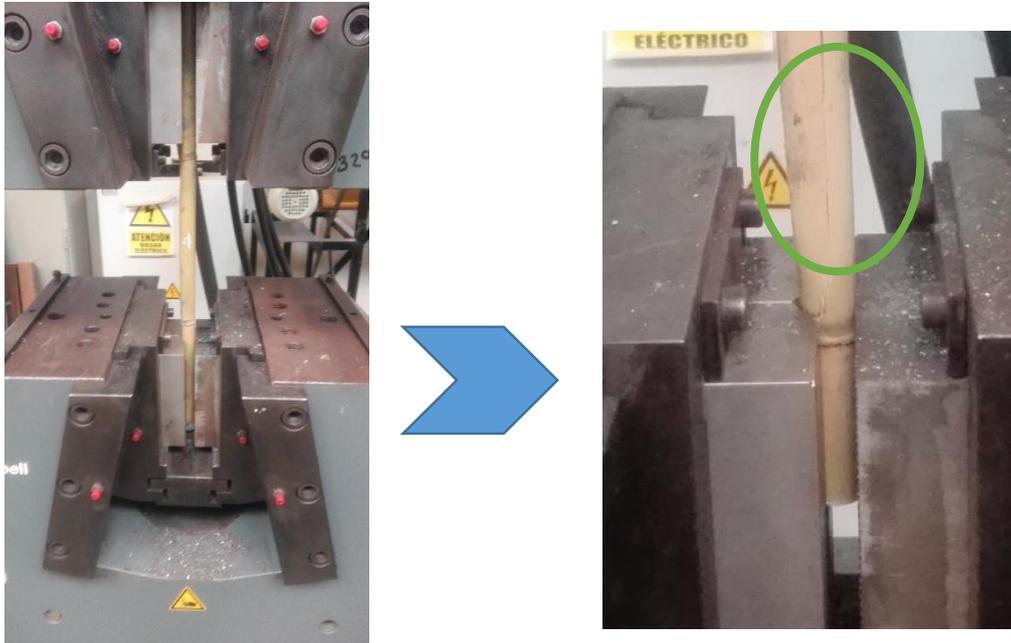


Figura 57. Ensayo a tracción en 4° probeta de carrizo



Figura 58. Ensayo a tracción en la maquina universal, ZWICK ROELL

3.2.1.4 Láminas de carrizo

En primera instancia se planteó solo ensayar carrizos de diámetro de $\frac{3}{4}$ " con epóxico y diablo en los extremos, pero para la verificación de su resistencia a la tracción se propuso ensayar láminas de carrizo de la misma forma que el anterior en 4 muestras.

✚ Preparación de las Láminas de carrizo



Figura 59. Corte del carrizo en láminas



Figura 60. Se aprecia las láminas 1 y 2 de carrizo



Figura 61. Se aprecia las láminas 3 y 4 de carrizo



Figura 62. Toma de medidas en láminas de carrizo

✚ Ensayo a tracción lámina 1 y 2 de carrizo

En este ensayo a tracción se realizó cada 2 láminas de carrizo como se aprecia en la figura 63, el movimiento que se aplicó fue de carga y descarga en simultánea por la razón del que el carrizo es más débil que el acero y estas máquinas ejercen alta fuerza y más aún en un movimiento continuo. La lámina 1 tuvo una resistencia de carga máxima de 120 kg y por otro lado la lámina 2 tuvo una resistencia de carga máxima de 170 kg.

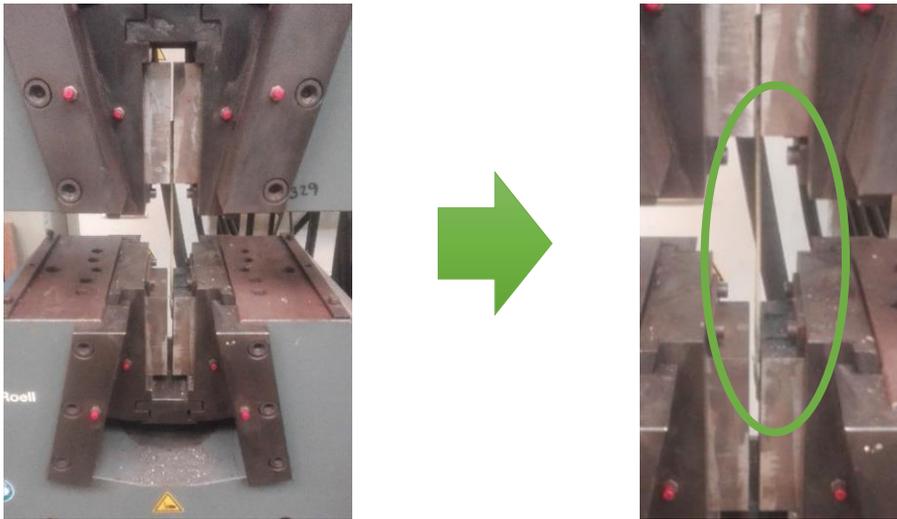


Figura 63. Ensayo a tracción en láminas de carrizo 1 y 2

✚ Ensayo a tracción lámina 3 y 4 de carrizo

Se aplicó el mismo movimiento de carga y descarga en lo que la lámina 3 tuvo una resistencia de carga máxima de 310 kg y por otro lado la lámina 4 tuvo una resistencia de carga máxima de 253 kg.

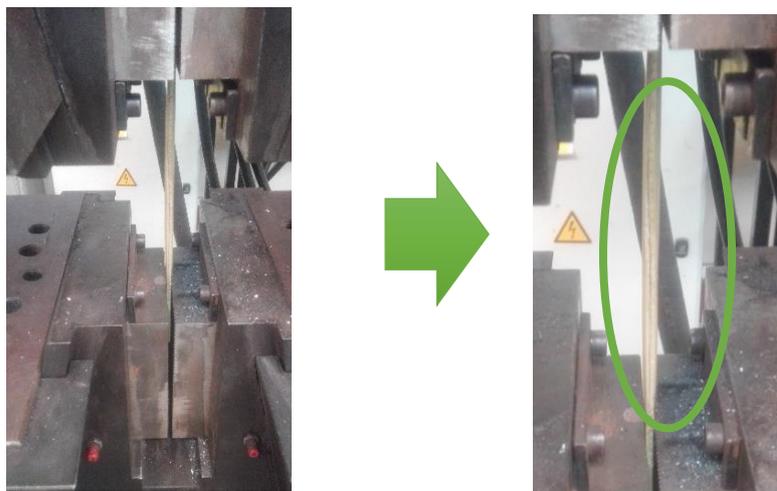


Figura 64. Ensayo a tracción en láminas de carrizo 3 y 4

3.3.2 Pruebas de campo

Las pruebas se hicieron en la misma cantera para determinar si tenía el porcentaje de arcilla correspondiente a lo requerido.

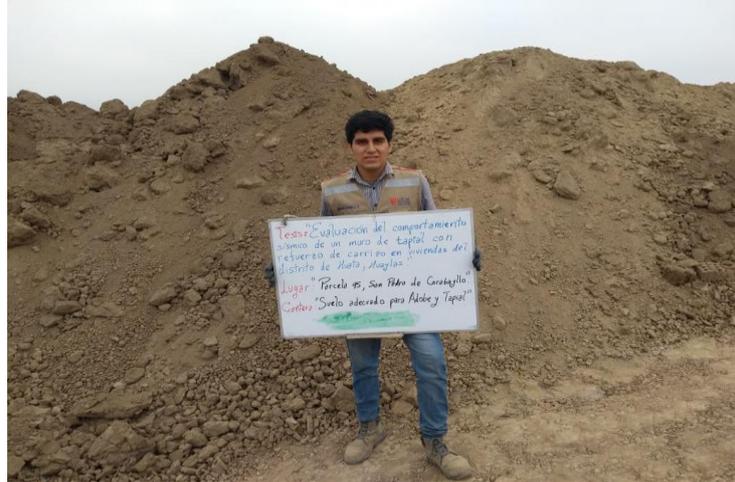


Figura 65. Lugar de la cantera, y ubicación de las pruebas de campo

3.3.2.1 Reconocimiento de tierra

Para reconocer si la tierra es apta para la construcción de tapiales o adobe, se coge un puñado de tierra y se la aplasta si esta se desmorona en su totalidad la tierra no es apta, si esta se mantiene unida sus partículas esta tierra si es apta para la fabricación de tapiales.



Figura 66. Lugar de la cantera, y ubicación de las pruebas de campo

3.3.2.2 Prueba del rollito

La prueba del rollito se elabora de la siguiente manera mostrada en la figura 67, y al estar en el rango de 5 a 15 cm tiene el porcentaje de arcilla apto para elaborar tapias.

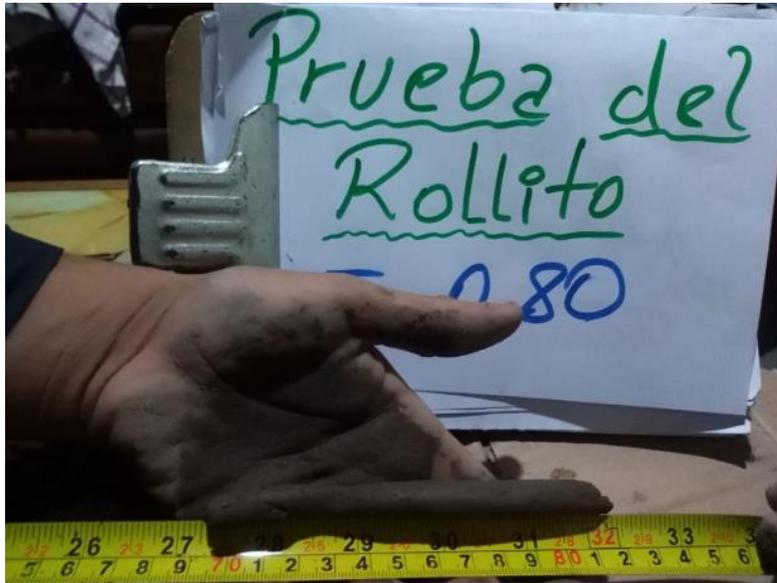


Figura 67. Prueba del rollito en campo

3.3.2.3 Prueba de la bolita

Se elabora una bolita y se deja secar por 48 horas, y luego se evalúa si tiene arcilla o no tiene, y por consiguiente si es apto para construir.

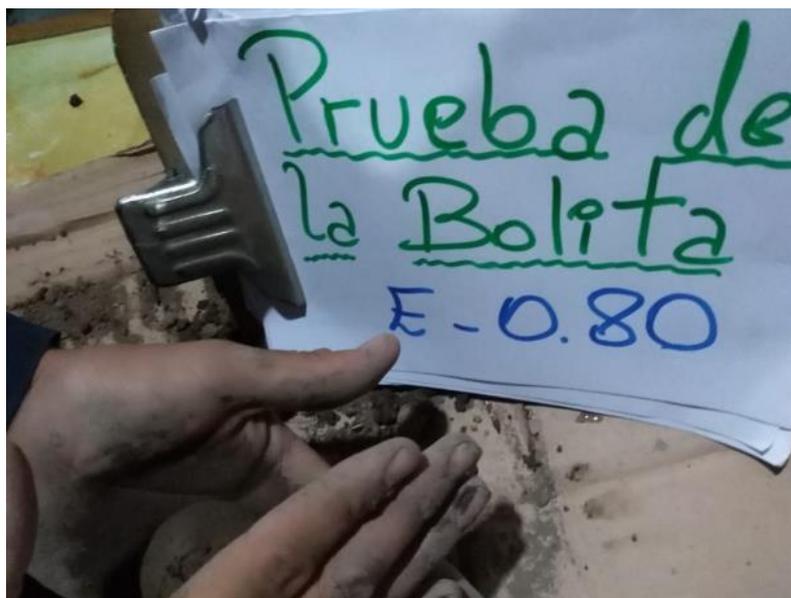


Figura 68. Prueba de la bolita E-0.80

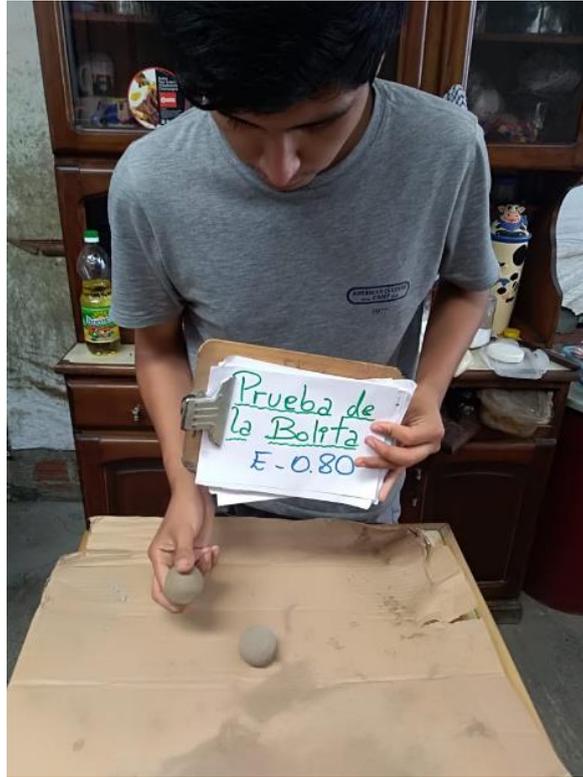


Figura 69. Prueba de la bolita después de las 48 horas

3.3.2.4 Prueba de Sedimentación

Se utiliza una botella de un litro y se llena 1/4 de la tierra de cantera y 3/4 de agua, y luego se deja 6 horas reposar, y se observó por consiguiente el porcentaje de finos tanto de arena, arcilla y limos.

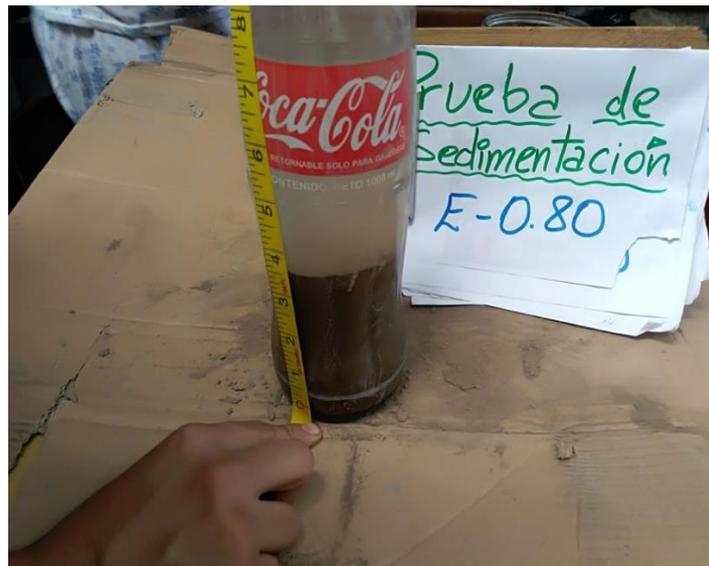


Figura 70. Prueba de sedimentación

3.3.3 Ensayos de mecánica de suelos

Los ensayos de mecánica de suelos son esenciales para colaborar los ensayos de campo hechos a la tierra y a la vez hallar el porcentaje de humedad que esta tendrá.

3.3.3.1 Ensayo de granulometría



Figura 71. Ensayo de granulometría, Tamizando

Tabla 10. Porcentaje retenido en cada tamiz

| Tamiz | Abertura (mm) | (%) Parcial Retenido | (%) Acumulado | |
|--------|---------------|----------------------------|---------------|-------|
| | | | Retenido | Pasa |
| 3" | 75.000 | - | - | |
| 2" | 50.000 | - | - | |
| 1 1/2" | 37.500 | - | - | |
| 1" | 25.000 | - | - | |
| 3/4" | 19.000 | - | - | |
| 1/2" | 12.500 | - | - | |
| 3/8" | 9.500 | - | - | |
| 1/4" | 6.300 | - | - | |
| Nº4 | 4.750 | - | - | 100.0 |
| Nº10 | 2.000 | 2.4 | 2.4 | 97.6 |
| Nº20 | 0.850 | 9.5 | 11.9 | 88.1 |
| Nº30 | 0.600 | 3.4 | 15.3 | 84.7 |
| Nº40 | 0.425 | 3.0 | 18.3 | 81.7 |
| Nº60 | 0.250 | 5.6 | 23.8 | 76.2 |
| Nº100 | 0.150 | 7.6 | 31.4 | 68.6 |
| Nº200 | 0.075 | 11.6 | 43.0 | 57.0 |
| FONDO | | 57.0 | | |

Fuente: Laboratorio LEM - UNI

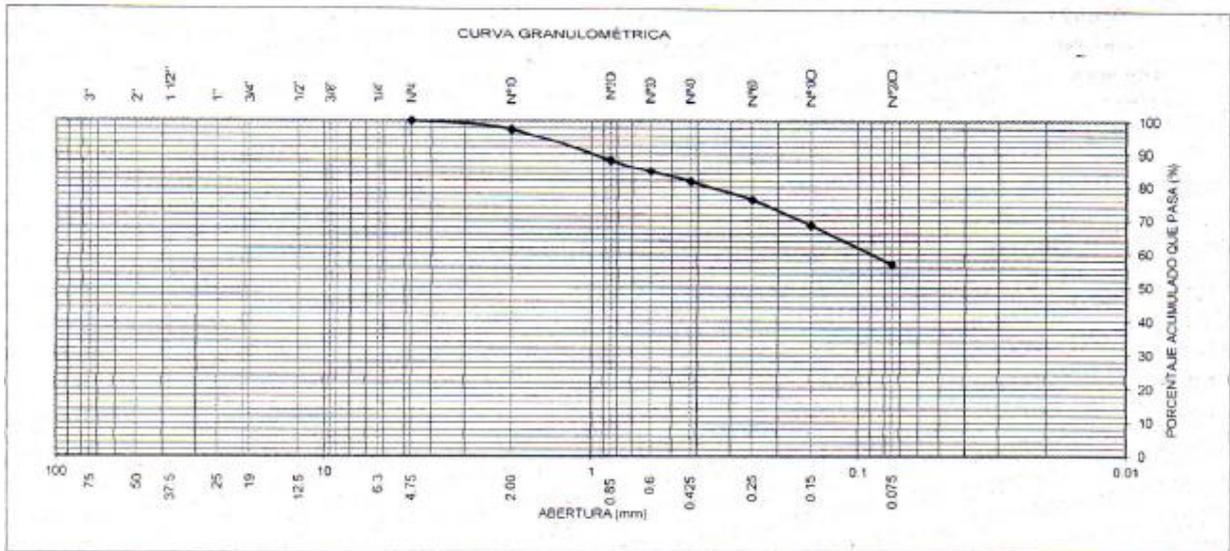


Figura 72. Curva granulométrica

3.3.3.2 Ensayo de límite líquido y plástico



Figura 73. 25 golpes con la copa de Casagrande

Tabla 11. Límites de consistencia

| LÍMITES DE CONSISTENCIA ASTM D4318 | |
|---------------------------------------|------|
| Límite Líquido (%) | 27.4 |
| Límite Plástico (%) | 19.2 |
| Índice Plástico (%) | 8.2 |

Fuente: Laboratorio del LEM - UNI

3.3.3.3 Ensayo de proctor modificado

El ensayo de proctor modificado se ensayó para hallar el contenido de humedad óptima que posee la tierra de la cantera de Carabayllo.

A comparación del proctor estándar, el modificado es el más utilizado en lo últimos años para hallar el punto más crítico, ya que el peso es el doble de 2.55 kg a 5 kg, y la caída es mayor.



Figura 74. Golpes en molde de proctor modificado

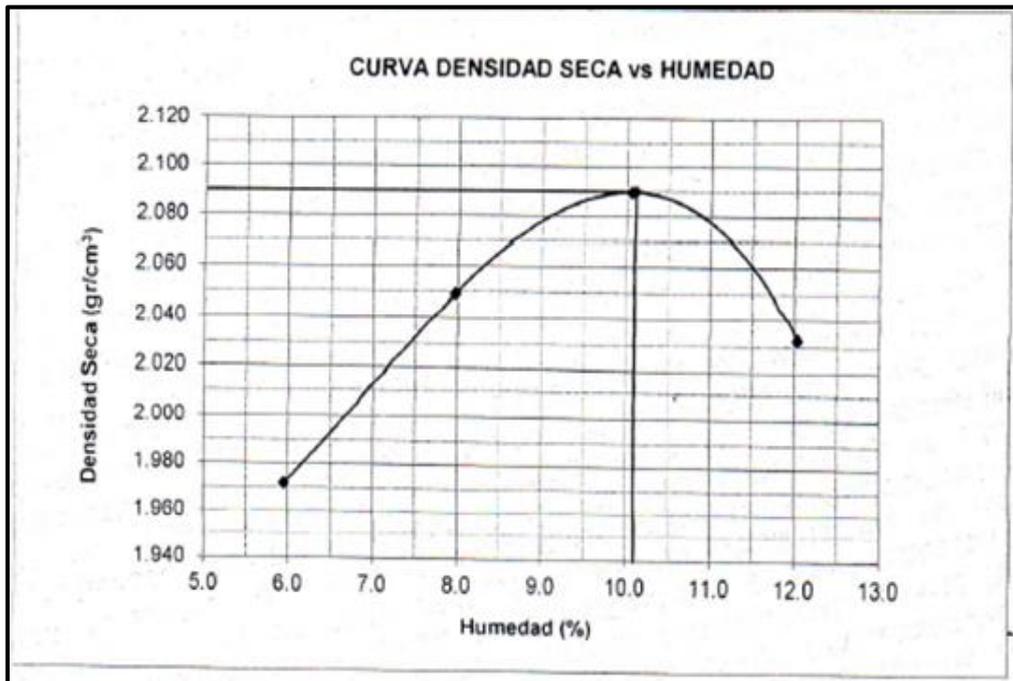


Figura 75. Curva densidad seca vs humedad

3.3.4 Prueba en muretes de tapial

3.3.4.1 Prueba 1 en murete

✚ Elaboración del encofrado

Con madera de encofrado de grosor de 20 mm y amarres transversales se elaboró el encofrado para el primer tapial



Figura 76. Encofrado de primera prueba

✚ Técnica de apisonamiento

Se apisona el tapial con 40 golpes con una caída de 80 cm en cada camada, el tapial tenía una altura de 40 cm, ancho de 15 cm y un largo de 40 cm.



Figura 77. Apisonamiento de primera prueba

Se produce una falla en el encofrado, y por la fuerza del apisonamiento, este llega a reventar en la cara lateral.



Figura 78. Falla en encofrado de 1 prueba

Se arregló el encofrado colocándole una tapa lateral, y luego se dejó que repose con el encofrado 24 horas, se le dejó con 4 capas de 10 cm cada una.



Figura 79. Apisonamiento de última camada

✚ Desencofrado del molde de tapial

Se empieza a retirar el desencofrado con minuciosamente cuidado comenzando de las caras lateral, y continuando con las otras caras.



Figura 80. Retiro de encofrado de 1 prueba

En este primer molde de tapial se utilizó dos tipos de materiales para su elaboración uno con un porcentaje de entre 20 a 30 de arcilla y el otro sin arcilla, la que poseía arcilla se ve reflejado en la primera camada como se observa en la figura 81 y las otras camadas se nota su colapso por la falta de cohesión entre partículas que es una propiedad única de la arcilla.



Figura 81. Tapial de Primera prueba

Se aprecia en la figura 82 al aplicarle 5 golpes con un martillo de 1.5 kg en las capas superiores que no poseían arcilla estas colapsaron, y por lo contrario en la primera camada que contenía entre 20 a 30 % de arcilla al aplicarse 20 golpes con el martillo se mantuvo intacto (se deformato pero no colapso).



Figura 82. Golpes en el tapial

3.3.4.2 Prueba 2 en murete

✚ Encofrado de prueba 2

En base al encofrado anterior, se tomaron ciertas correcciones con respecto a colocación de amarres tanto verticales como horizontales con un espesor de 4.5 cm.



Figura 83. Encofrado mejorado

✚ Mezcla de agregados de la Prueba 2

Los agregados que fueron utilizados son: tierra con un intervalo de arcilla de 20 a 30%, arena con un máximo de 80%, agua con un porcentaje de 10 % en base a los resultados de su contenido de humedad óptima, y un 5% de cal del volumen del tapial; por consiguiente se unen todos los agregados para obtener una mezcla homogénea medio secón y luego verterlo en el encofrado de tapial.



Figura 84. Mezcla de agregados en un triplay de 1.5 x 1.5 m2



Figura 85. Vaciado de cal con un 5% en la mezcla

✚ Fabricación de la malla de carrizo para la prueba 2

La fabricación de la malla que se ubicará dentro del tapial (40x40x20) será de 3 diferentes cuantías de carrizo con diámetro de $\frac{3}{4}$ " (1.98 cm) y que tanto los carrizos verticales y horizontales en sus puntos de uniones serán amarrados con pábilo por ser un material artesanal accesible al alcance económico de los pobladores, además las mallas tienen un espacio de separación entre ejes determinado.



Figura 86. Elaboración de la malla de carrizo para la prueba 2

✚ Compactación de tapial con carrizo en prueba 2

Se compactará en todo el perímetro del tapial con la misma cantidad de golpes y altura de caída que en la primera muestra que se realizó, al compactar todo el contorno esta vibración hace que se compacte y se presiona la parte central de tierra que esta con carrizo.

La tierra será de cantera en su totalidad, ya que en la anterior prueba se demostró en la primera camada la importancia de la propiedad de cohesión de las partículas de arcillas en la resistencia del tapial.

Sabiendo que tanto en esta prueba como en la prueba siguiente la tierra no se dejó dormir, en el que al preparar la mezcla se le hizo ingresar al nuevo encofrado y por consiguiente se apisono con la misma cantidad de golpes.



Figura 87. Compactación de tapial con malla de carrizo



Figura 88. Tapial con ancho de 20 cm con malla de #4 carrizos

3.3.4.3 Prueba 3 (murete de tapial)

🔧 Proceso de elaboración

En esta tercera muestra el encofrado se va utilizar las mismas dimensiones y la mezcla será la misma utilizada en la prueba 2, con respecto a los cambios se verán apreciados en la malla de carrizo que constará de 2 tanto vertical como horizontal y en la utilización de pequeños tacones de madera de un grosor de 20 mm para que presionen en cada punto del extremo de cada carrizo ubicado dentro del tapial.



Figura 89. Tapial con ancho de 20 cm con malla de #2 carrizos



Figura 90. El carrizo horizontal llega hasta el final del encofrado



Figura 91. Introducción de malla carrizo en tercera prueba

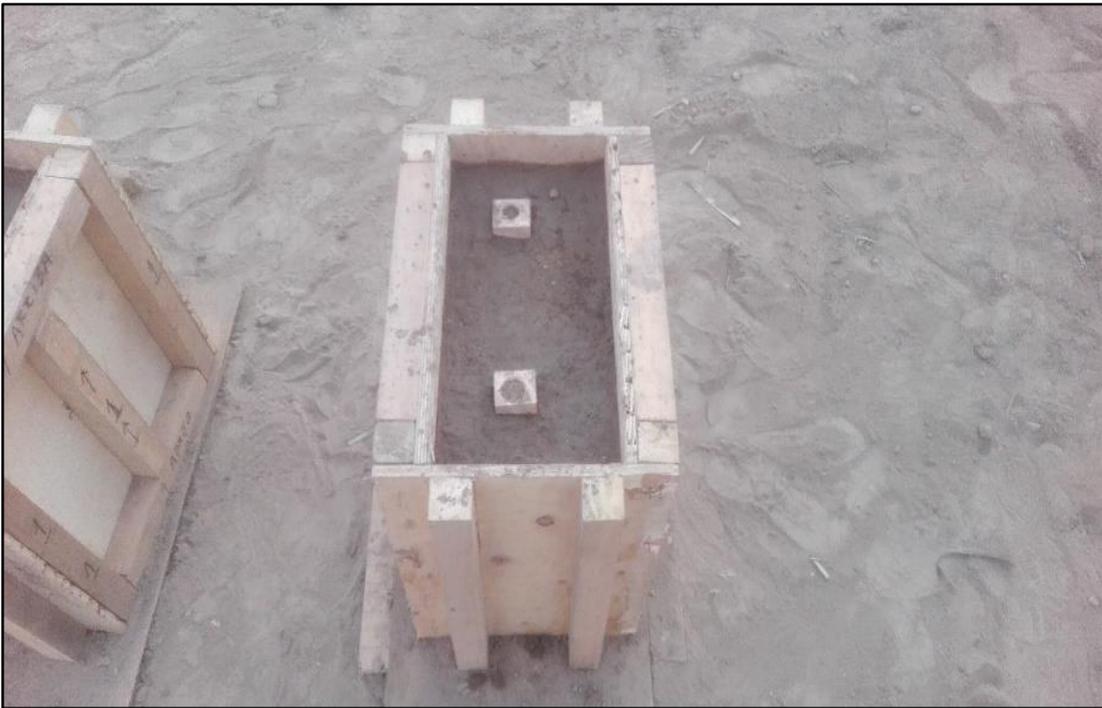


Figura 92. Tercera prueba de tapial

Desencofrado de prueba 3

Se retira el desencofrado de la prueba de murete 3 y se aprecia los tacones de madera muy bien adaptados esto para que funcioné el mecanismo ante el posterior ensayo de laboratorio a tracción diagonal.



Figura 93. Desencofrado de tercera prueba

3.3.4.4 Comparación de muestras N°2 y N°3

En la imagen 94 se puede apreciar que hay una notable diferencia ya que si recordamos la prueba 2 se apisono en todo su contorno y este hizo presión y vibración a la parte central, por lo contrario en la prueba 3 se apisono solo los lados lateral y por consiguiente se produjo una falla notable un gran vacío entre carrizo a carrizo horizontal y tener también en cuenta que el tapial se caracteriza por la técnica de apisonado, a menos espacio apisonado este fallará.



Figura 94. Falla presentada en la prueba 3

3.3.5 Ensayo de Compresión en pila (Laboratorio)

3.3.5.1 Preparación del Carrizo

En primera instancia se corta los carrizos con un largo de 40 cm, obteniendo 9 varillas de esa distancia, y otras 9 de 27 cm de largo.



Figura 95. Corte y nivelación en las varillas de carrizo de 3/4" de diámetro

Posteriormente se le hace a los carrizos unas pequeñas líneas de corte con la sierra para que estos trabajen como el acero corrugado, en pocas palabras para que el carrizo que tiene una forma lisa, con estas líneas marcadas agarre con la tierra y trabajen juntos ante una vibración



Figura 96. Corrugando las varillas de carrizo de 3/4" de diámetro

3.3.5.2 Amarrado del carrizo

En base a la anterior muestra 2 y muestra 3 que se realizaba con pabilo, se decide cambiar de material, ya que al mezclarse las propiedades del pabilo con la humedad de la mezcla, este por consiguiente paso del tiempo se puede deteriorar por la humedad; por consiguiente se planteó utilizar alambre N°16 por su resistencia.



Figura 97. Ajustes con alicate en las intersecciones de la malla de carrizo

a) Malla de carrizo doble

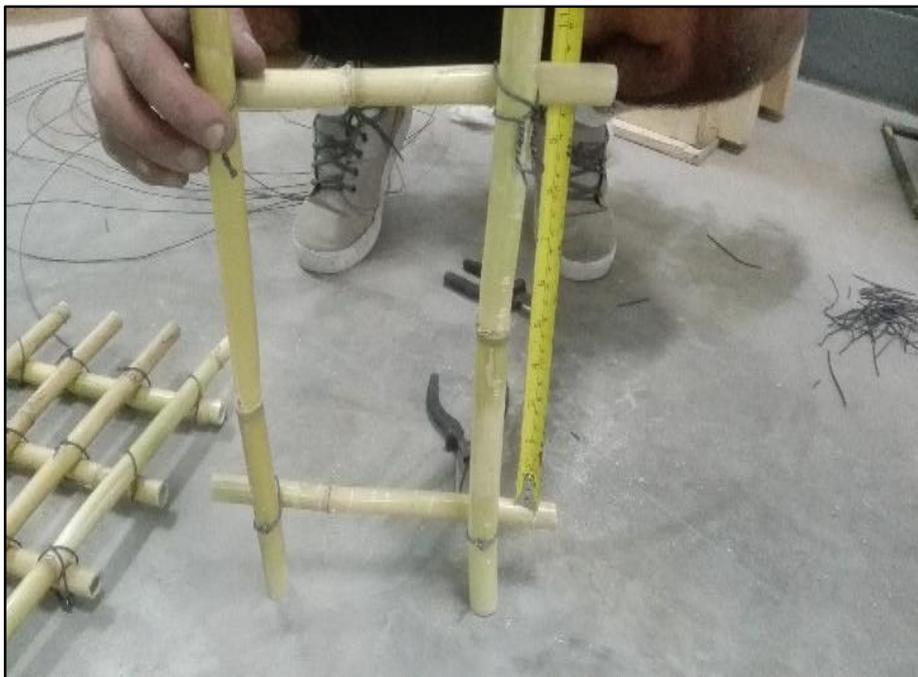


Figura 98. Amarre con alambre número 16 para murete 2

b) Malla de carrizo triple



Figura 99. Amarre con alambre número 16 para murete 3

c) Malla de carrizo cuádruple



Figura 100. Amarre con alambre número 16 para murete 4

3.3.5.3 Etapa de suelo dormido

Este proceso de dormir la tierra es importante, ya que sirve para que las partículas de agua penetren en las partículas de arcilla, esto se realiza entre un periodo de 24 horas.



Figura 101. Dormido de tierra

3.3.5.4 Etapa de encofrado en muestras de laboratorio



Figura 102. Corte y unión de amarres



Figura 103. Uniones de caras laterales y frontales de encofrado

3.3.5.1 Aditivos

✚ Paja o ichu

El ichu es un aditivo que abunda en la localidad de Huata “Huaylas” en el departamento de Áncash, por eso se plantea su uso como aditivo en los tapiales de esta localidad, además se debe tener en cuenta que se debe cortar la paja entre un rango de 50mm a 100mm.



Figura 104. Corte en pedazos de paja de 50 a 100 mm

✚ Cal

La cal es un aditivo también accesible por su bajo costo económico a comparación de otros aditivos industriales como el asfalto, o incluso el cemento. La utilización que se dio de cal con respecto a la dosificación es de 5%.



Figura 105. Mezcla de la tierra con el aditivo de cal

3.3.5.6 Preparación de la mezcla

La preparación de la mezcla se realiza homogéneamente con la paja y el porcentaje de cal determinado y con el porcentaje de agua determinado por el proctor modificado, se amasa con las manos o los pies según la conveniencia.



Figura 106. Amasando la mezcla de tierra

3.3.5.7 Muestra 1 en laboratorio

En la primera muestra de laboratorio, se elaborará el tapial sin malla de carrizo para luego en la rotura ver la diferencia que se produce ante una fuerza aplicada con el tapial con carrizo. Además en esta muestra el apisonamiento será con el Mazón de 10 kg con 4 capas correspondientes a la igual forma en las otras muestras de altura de 10 cm.



Figura 107. Vaciado de mezcla en el primer encofrado



Figura 108. Apisonamiento en la primera muestra de tapial



Figura 109. Colocación de acero de 3/8 para presionar el encofrado

3.3.5.8 Muestra 2 en laboratorio

En esta segunda muestra se introdujo la primera malla con 2 carrizos tanto vertical como horizontal con el espaciamiento en lo vertical de 16 cm y un recubrimiento de 6.0 cm esto se basó a las dimensiones de los masones para obtener espacio en la compactación lateral de los tapiales.



Figura 110. Colocación del carrizo en la segunda muestra de tapial



Figura 111. Apisonamiento en la segunda muestra de tapial



Figura 112. Caída del mazo en 80 cm de la segunda muestra de tapial



Figura 113. Colocación de acero de 3/8 para presionar el encofrado

3.3.5.9 Muestra 3 en laboratorio

En esta tercera muestra se introdujo la segunda malla con 3 carrizos tanto vertical como horizontal con el espaciamiento en lo vertical de 13 cm y en su recubrimiento de 6.0 cm esto se basó en las dimensiones de los masones; además tener en cuenta la caída de los golpes de los masones en el tapial.

Tener en cuenta que en la última camada de la tercera muestra del tapial se apisono con el mazo de 9.5 kg para cerrar los vacíos con un peso más elevado en la técnica del apisonamiento.



Figura 114. Caída del mazo en 80 cm de la tercera muestra de tapial



Figura 115. Mazón de 10 kg en la última camada de la 3 muestra de tapial



Figura 116. Colocación de acero de 3/8 para presionar el encofrado

3.3.5.10 Muestra 4 en laboratorio

En esta cuarta muestra se introdujo la tercera malla con 4 carrizos tanto vertical como horizontal con el espaciamiento en lo vertical de 5.00 cm y en su recubrimiento de 6.0 cm esto se basó en las dimensiones de los masones; además tener en cuenta la caída de los golpes de los masones en el tapial.

Tener en cuenta que en la última camada de la cuarta muestra del tapial se apisono con el mazo de 9.5 kg para cerrar los vacíos con un peso más elevado en la técnica del apisonamiento.



Figura 117. Vaciado de mezcla en el cuarto encofrado

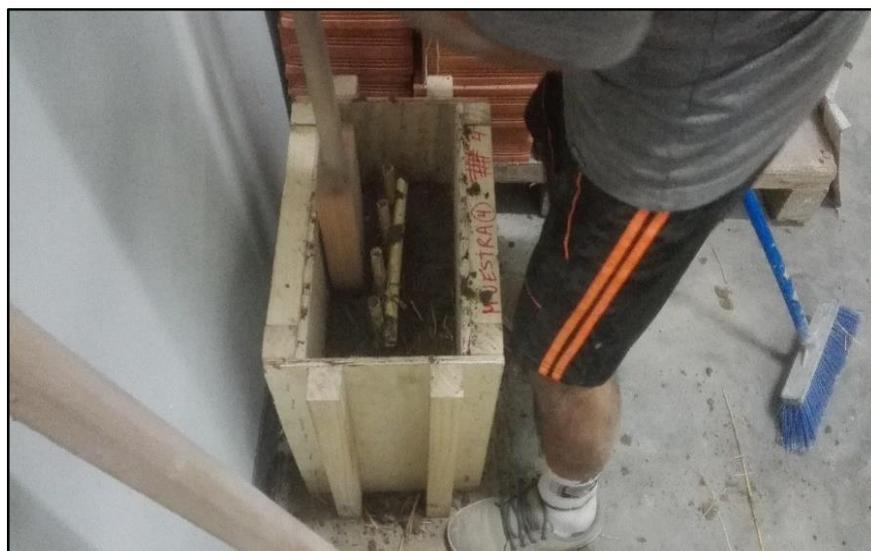


Figura 118. Introducción de la malla de carrizo en la muestra 4



Figura 119. Apisonamiento en la cuarta muestra de tapial



Figura 120. Se respeta el mínimo de espaciamento entre carrizos para el apisonamiento



Figura 121. Colocación de acero de 3/8 para presionar el encofrado muestra 4

3.3.5.11 Desencofrado de muestras $e=0.20$ m

La elaboración de las pilas de un ancho de 20 cm culminaron el día 13 de octubre del 2018 a las 13 horas y 30 minutos, por consiguiente el encofrado se retiró a las 48 horas, con el delicado cuidado al retirar tanto las tapas laterales como frontales con un martillo de carpintería.



Figura 122. Desencofrado de muestras de tapial



Figura 123. Retiro de las caras laterales del encofrado



Figura 124. Se aprecia el tapial después del encofrado



Figura 125. Se aprecia las capas del apisonamiento



Figura 126. Desencofrado de muestras de tapial

3.3.5.12 Puliendo pilas de $e=0.20$ m

Se debe tener en cuenta que al colocar los muretes en la maquina hidráulica que generará la carga máxima, se debe antes nivelar la altura de los muretes de $e=0.20$ m mediante una sierra asimismo con los carrizos que sobresalgan se debe realizar el mismo procedimiento y con una regla verificar la nivelación.

Este proceso es importante para que posteriormente se coloque tapas de triplay y posteriormente se realiza el ensayo a compresión axial.



Figura 127. Nivelando el tapial sin refuerzo



Figura 128. Nivelando el tapial con refuerzo de carrizo

3.3.5.12 Ensayo de Primera pila de $e=0.20$ m

Se coloca las pilas de tapial con una tabla de triplay tanto en la parte inferior y superior, y encima del triplay superior una tabla de acero, en ella se aplica la carga como se aprecia en la figura 129.

En la figura 130 se aprecia el punto en el que fallo la pila por compresión, la carga máxima que resistió a compresión axial es de 3 280 kg teniendo en cuenta que esta primera pila es sin refuerzo.



Figura 129. Muestra 1 sin refuerzo de carrizo antes de la compresión axial



Figura 130. Muestra 1 sin refuerzo de carrizo después de la rotura a compresión axial

3.7.2.12 Ensayo de segunda pila de $e=0.20$ m

En la figura 131 se aprecia que en la muestra 2 con malla de carrizo en doble sentido se ha colocado triplay tanto en la parte superior como inferior, y además se puede apreciar que la pila está intacto sin falla por compresión.

En la figura 132 se aprecia el momento en el que fallo la pila por compresión, la carga máxima que resistió a compresión axial es de 5 580 kg teniendo en cuenta que esta segunda muestra es con refuerzo de carrizo.



Figura 131. Muestra 2 con refuerzo de carrizo antes de la compresión axial



Figura 132. Muestra 2 con refuerzo de carrizo después de la rotura a compresión axial

3.7.2.12 Ensayo de tercera pila de $e=0.20$ m

En la figura 133 se aprecia que en la muestra 3 con malla de carrizo en triple sentido se ha colocado triplay tanto en la parte superior como inferior, y además se puede apreciar que la pila está intacto sin falla por compresión.

En la figura 134 se aprecia el momento en el que fallo la pila por compresión, la carga máxima que resistió a compresión axial es de 4 620 kg teniendo en cuenta que esta tercera muestra es con refuerzo de carrizo.



Figura 133. Muestra 3 con refuerzo de carrizo antes de la compresión axial



Figura 134. Muestra 3 con refuerzo de carrizo después de la rotura a compresión axial

3.7.2.12 Ensayo de Cuarta pila de $e=0.20$ m

En la figura 135 se aprecia que en la muestra 4 con malla de carrizo en triple sentido se ha colocado triplay tanto en la parte superior como inferior, y además se puede apreciar que la pila está intacto sin falla por compresión.

En la figura 136 se aprecia el momento en el que fallo la pila por compresión, la carga máxima que resistió a compresión axial es de 4 620 kg teniendo en cuenta que esta tercera muestra es con refuerzo de carrizo.



Figura 135. Muestra 4 con refuerzo de carrizo antes de la compresión axial



Figura 136. Muestra 4 con refuerzo de carrizo después de la rotura a compresión axial

3.7.2.12 Eliminación de pilas de e=0.20

Se eliminan de las pilas de tierra de e=0.20 metros así mismo con las mallas de carrizo que resistieron la compresión axial ejercida en ellas como se muestra en la figura 137.

Se aprecia en la figura 138 que los muretes de tapial fallaron por corte, pero se destaca que la pila no colapso, y eso es lo que se busca en las viviendas de tierra reforzada que aparezcan deformaciones, pero que no colapsen en el momento.



Figura 137. No colapso la muestra 3 de tapial por compresión axial



Figura 138. No colapso la muestra 2 de tapial por compresión axial

3.3.6 Ensayo de tracción diagonal en muretes (laboratorio)

3.3.6.1 Proceso de dormido de la tierra

El proceso de dormido de tierra es la misma que se utilizó para los muretes que se ensayaron a compresión axial, el proceso transcurre en 24 horas.



Figura 139. Proceso de dormido de la tierra



Figura 140. Proceso de mezclado para el dormido de la tierra

3.3.6.2 Elaboración del encofrado para tapial $e=0.25m$

El encofrado de utilización en las caras laterales fueron reutilizados del encofrado anterior de ancho de 0.40m, y con respecto a las otras caras del encofrado hubo un incremento de 0.05m, según el antecedente en el que se está basando.



Figura 141. Uniones de caras en el encofrado de $e=0.25m$.



Figura 142. Señalización de las capas a compactar de cada 0.10m cada uno.

3.3.6.3 Perfilando Varillas del carrizo para Tapial $e=0.25m$

Con una sierra se empezó a realizar el corrugado del carrizo para que posteriormente se adhieran a las partículas de arcilla. Se debe tener en cuenta que para las 4 muestras que se presentan en las posteriores fotografías el carrizo debe tener una altura de 0.42m.



Figura 143. Carrizos de trozos de 0.42m



Figura 144. Trazando el corrugado en el carrizo ensayo de laboratorio

3.3.6.4 Amarrado doble en uniones de carrizo

En los tapiales de ancho de $e=0.25\text{m}$, se consideró en las uniones de los carrizos amarrarlos con doble alambre de número 16 para darle más estabilidad y ver su comportamiento a tracción diagonal del carrizo en base a su rigidez.



Figura 145. Amarrado doble con alambre N°16 en uniones de carrizo

a) Malla de carrizo doble ($h=0.42\text{m}$)



Figura 146. Malla de carrizo corrugada con doble amarre en uniones.

b) Malla de carrizo triple (h=0.42m)



Figura 147. Malla de carrizo corrugada con doble amarre en uniones.

c) Malla de carrizo 4 (h=0.42m)



Figura 148. Malla de carrizo corrugada con doble amarre en uniones.

3.3.6.5 Preparación de mezcla

En la preparación de la mezcla se destaca que en primer aspecto la tierra debió reposar con agua, y paja por 24 horas, se le echa un 5 % de arcilla y se combina, también se aplasta los gránulos para una uniformidad en la mezcla mostrada en la figura 150.



Figura 149. Aplicación del aditivo de cal un 5%



Figura 150. Preparación de la mezcla

3.3.6.6 Introducción de la malla de carrizo en el muro de tapial e=0.25m

Introducción de la malla de carrizo en el eje central del murete de e=0.25m y posteriormente se le aplica el final de las varillas de carrizo unos tacones de madera.



Figura 151. Introducción del carrizo

3.3.6.7 Adaptadores de tacos de madera en el muro de tapial e=0.25m

La utilización de los tacos de madera según la E-0.80 del ministerio de vivienda debe tener un mínimo de grosor de 20mm. La función de los tacos de madera que se pueden apreciar en las figuras 152, 153, 154 son para que el carrizo al estar en contacto con el ensayo a tracción diagonal se pueda desarrollar su capacidad de resistencia, sino por lo contrario solo sería un relleno en el tapial.

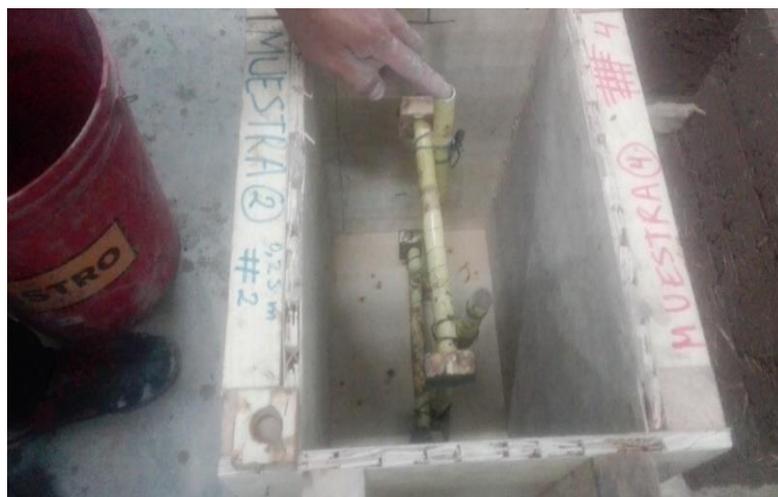


Figura 152. Malla de carrizo doble con tacones de madera



Figura 153. Malla de carrizo triple con tacones de madera



Figura 154. Malla de carrizo cuádruple con tacones de madera

3.3.6.8 Murete 1 ($e=0.25m$)

En la primera muestra de $e=0.25m$, se elaborará sin malla de carrizo para ver la resistencia del tapial por sí sola, y por consiguiente ver en cuenta se diferencia el esfuerzo de corte con o sin malla de carrizo. La muestra tendrá 4 capas de 10 cm cada una y será apisonada con un mazo de 10 kg y con una caída de 80 cm.



Figura 155. Vaciado de mezcla en la primera muestra de tapial



Figura 156. Apisonamiento en la primera muestra de tapial



Figura 157. *Muestra 1 sin carrizo*

3.3.6.9 Murete 2 (e=0.25m)

En la segunda muestra de ancho de 0.25m se introduce la primera malla de 2 carrizos vertical y horizontal con un espaciado entre carrizos de 16 cm, con un recubrimiento mínimo de 6,0 cm para que los lados perimetrales se tenga un espacio mínimo para los mazones reglamentados ante la funcionalidad de los golpes.



Figura 158. *Introducción de la primera malla y mezcla*



Figura 159. Apisonamiento en la muestra 2 e=0.25m



Figura 160. Se aprecia los tacones de madera de 20mm en la parte final del carrizo

3.3.6.10 Murete 3 (e=0.25m)

En esta tercera muestra de $e=0.25\text{m}$ se introdujo la segunda malla con 3 carrizos tanto vertical como horizontal con el espaciamiento en lo vertical de 7.00 cm y en su recubrimiento de 6.00 cm esto se basó en las dimensiones de los masones; además tener en cuenta la caída de los golpes de los masones en el tapial.

Tener en cuenta que en la última camada de la tercera muestra del tapial se apisono con el mazo de 9.5 kg para cerrar los vacíos con un peso más elevado en la técnica del apisonamiento.



Figura 161. Introducción de malla N°3 en murete de $e=0.25\text{m}$



Figura 162. Apisonamiento en la última capa del 3° murete de $e=0.25\text{m}$



Figura 163. Se aprecia los tacones de madera de 20mm en la parte final del carrizo

3.3.6.11 Murete 4 (e=0.25m)

En esta cuarta muestra de $e=0.25\text{m}$ se introdujo la tercera malla con 4 carrizos tanto vertical como horizontal con el espaciamiento en lo vertical de 5.00 cm y en su recubrimiento de 6.00 cm esto se basó en las dimensiones de los masones; además tener en cuenta la caída de los golpes de los masones en el tapial.



Figura 164. Apisonamiento en la última camada del 4 murete de $e=0.25\text{m}$



Figura 165. Se observa el mínimo de espaciamento que debe tener en base al Mazón



Figura 166. Se aprecia los tacones de madera de 20mm en la parte final del carrizo

3.3.6.12 Desencofrado de muestras en laboratorio

Después de 24 horas de estar encofrado los muretes de tierra, se pasa a desencofrar murete por murete con debido cuidado mediante un martillo o una pata de cabra.

En la figura 169 se aprecia las 4 camadas dadas por el apisonamiento y en la parte superior los tacones de madera que se colocaron en el carrizo.



Figura 167. Se aprecia los tacones de madera de 20mm en la parte final del carrizo



Figura 168. Desencofrado de las caras frontales con martillo de carpintería



Figura 169. Se aprecia los tacones de madera de 20mm en la parte final del carrizo



Figura 170. Se aprecia los tacones de madera de 20mm en la parte final del carrizo

3.3.6.13 Puliendo muretes de $e=0.25\text{m}$

Se debe tener en cuenta que al colocar los muretes en la maquina hidráulica que generará la carga máxima, se debe antes nivelar la altura de los muretes de $e=0.25\text{ m}$ mediante una sierra asimismo con los carrizos que sobresalgan se debe realizar el mismo procedimiento y con una regla verificar la nivelación.

Este proceso es importante para que posteriormente se coloque tapas de triplay y posteriormente se realiza el ensayo a tracción diagonal.



Figura 171. Nivelación con sierra a la altura del triplay



Figura 172. Verificando la nivelación del triplay

3.3.6.14 Traslado y preparación de muretes de $e=0.25\text{m}$

La traslación de los muretes de $e = 0.25\text{m}$ se realizó con el pato mecánica del laboratorio, y para la elevación de los muretes se utilizó la gata mecánica y con el técnico responsable en la utilización de estos aparatos esto se muestra en la figura 173.

En la figura 174 se aprecia la medida de la diagonal del murete para verificar la altura junto a las diagonales, teniendo en cuenta que la maquina hidráulica a compresión tiene un máximo de 1.20 m para ensayos de muretes.



Figura 173. Nivelación con sierra a la altura del tapial



Figura 174. Nivelación con sierra a la altura del tapial

- Se tomaron las dimensiones de los ángulos pequeños así como de los ángulos de 13 cm de ancho en ambas alas y al tener un murete de tierra de 0.4m x 0.4m x 0.25m y un diagonal de 0.55m se tuvo la necesidad de utilizar los ángulos mayores, y a su vez se tomó su altura de ambos para calcular la altura total con el murete de tierra.
- En la figura 176 se puede apreciar la elaboración de tablas de triplay de 13x 15 para apoyarlas entre los ángulos y el murete de tierra estos ubicados en la inferior y en la parte superior del tapial.



Figura 175. Ángulos de apoyos para muretes en forma diagonal



Figura 176. Elaboración de piezas de triplay para los apoyos del murete

3.3.6.15 Ensayo del primer murete de $e=0.25m$

La primera muestra del murete de tapial fue sin carrizo se colocó dos ángulos de concreto y por medidas de seguridad se colocó ángulos adicionales mostrado en la figura 179 y una varilla que permitía unir los ángulos adicionales.

El primer murete de tapial de $e = 0.25m$ resistió una carga máxima de 2 100 kg, teniendo en cuenta que fallo por corte pero no colapso esto se aprecia en la figura 180.



Figura 177. Colocación del murete en los ángulos con las piezas de triplay



Figura 178. Alineación del murete y colocación de ángulos adicionales



Figura 179. Primera muestra de tapial de $e=0.25m$ antes de la rotura por corte



Figura 180. Primera muestra de tapial de $e=0.25m$ después de la rotura por corte

3.3.6.16 Ensayo del segundo murete de $e=0.25m$

La segunda muestra del murete de tapial fue con carrizo se colocó dos ángulos de concreto y por medidas de seguridad se colocó ángulos adicionales mostrado en la figura 183 y una varilla que permitía unir los ángulos adicionales.

El segundo murete de tapial de $e = 0.25m$ resistió una carga máxima de 3 150 kg, teniendo en cuenta que fallo por corte pero no colapso esto se aprecia en la figura 184.



Figura 181. Colocación del murete en los ángulos con las piezas de triplay



Figura 182. Alineación del murete y colocación de ángulos adicionales



Figura 183. Segunda muestra de tapial de $e=0.25m$ antes de la rotura por corte



Figura 184. Segunda muestra de tapial de $e=0.25m$ después de la rotura por corte

3.3.6.17 Ensayo del tercer murete de $e=0.25m$

La tercera muestra del murete de tapial fue con carrizo se colocó dos ángulos de concreto y por medidas de seguridad se colocó ángulos adicionales mostrado en la figura 187 y una varilla que permitía unir los ángulos adicionales.

El tercer murete de tapial de $e = 0.25m$ resistió una carga máxima de 2 820 kg, teniendo en cuenta que fallo por corte pero no colapso esto se aprecia en la figura 188.



Figura 185. Colocación del murete en los ángulos con las piezas de triplay



Figura 186. Alineación del murete y colocación de ángulos adicionales



Figura 187. Tercera muestra de tapial de $e=0.25m$ antes de la rotura por corte



Figura 188. Tercera muestra de tapial de $e=0.25m$ después de la rotura por corte

3.3.6.18 Ensayo del cuarto murete de $e=0.25m$

La cuarta muestra del murete de tapial fue con carrizo se colocó dos ángulos de concreto y por medidas de seguridad se colocó ángulos adicionales mostrado en la figura 191 y una varilla que permitía unir los ángulos adicionales.

El cuarto murete de tapial de $e = 0.25m$ resistió una carga máxima de 2 320 kg, teniendo en cuenta que fallo por corte pero no colapso esto se aprecia en la figura 192.



Figura 189. Colocación del murete en los ángulos con las piezas de triplay



Figura 190. Alineación del murete y colocación de ángulos adicionales



Figura 191. Cuarta muestra de tapial de $e=0.25m$ antes de la rotura por corte



Figura 192. Cuarta muestra de tapial de $e=0.25m$ después de la rotura por corte

3.3.7 Análisis de un muro de tapial y una vivienda multifamiliar

➤Se tiene la siguiente distribución arquitectónica:

Se tiene en la figura 45, la distribución arquitectónica de una vivienda de tapial de un solo piso con un área de 70.55 m², se tiene en cuenta que la vivienda posee un alero de 1 metro en todo el perímetro. El techo que se presenta en la vivienda es de dos aguas por lo que el muro central es más alto que los perimetrales por el tema de fuertes lluvias en la provincia de Huaylas (Ancash) se consideró el techo de esta manera. El techo posee una cobertura de teja asentada sobre torta de barro con un peso total de 200 kg/m².

Esta vivienda multifamiliar posee dos dormitorios en los cuales se pueden ubicar dos camas por cada cuarto, una sala, comedor, cocina, y un baño compartido, la ventilación ha sido considerada 4 vanos bien distribuidos.4

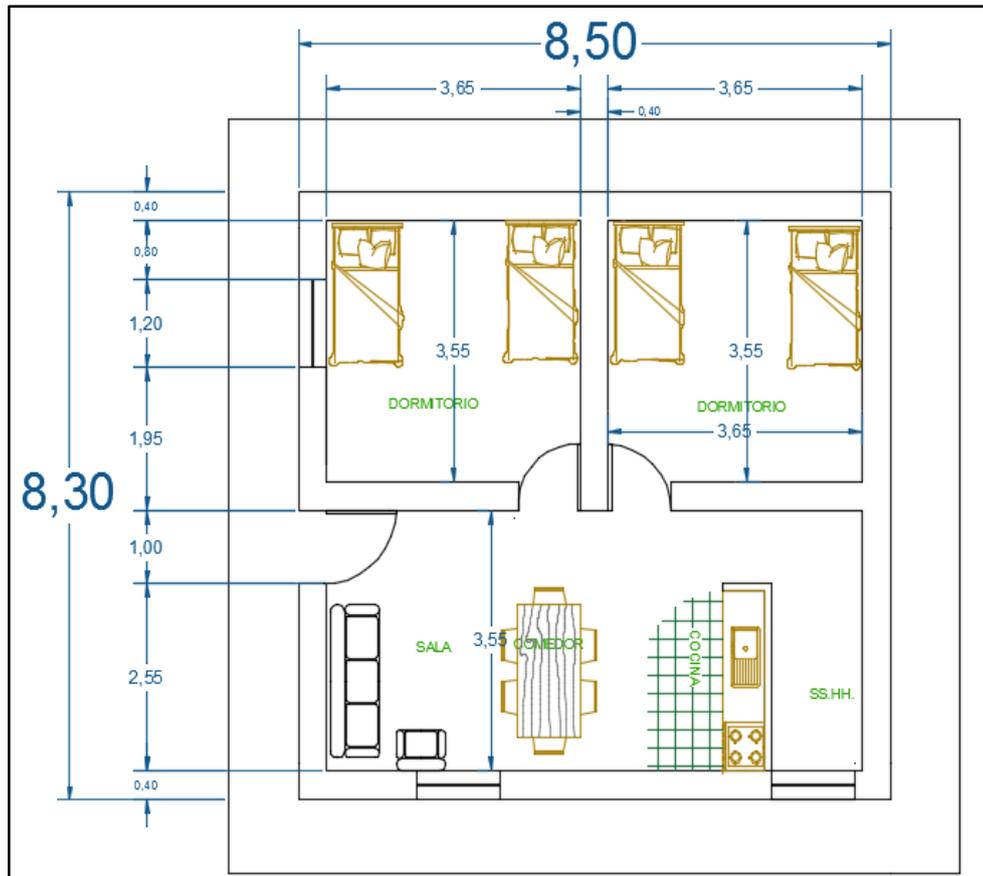


Figura 193. Plano de una vivienda multifamiliar

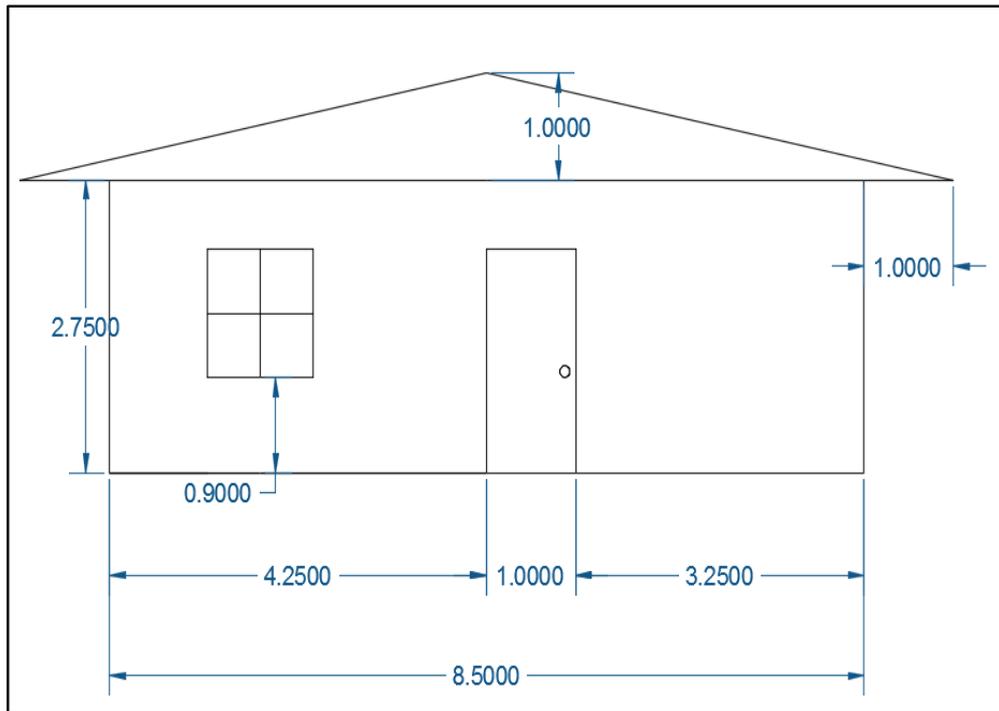


Figura 194. Vista de perfil del plano vivienda multifamiliar

Esfuerzos por cargas verticales en Muro $e=0.40\text{m}$

Datos:

- Peso específico del Tapial = 1800 kg/cm^2
- Peso del techo de teja serrana asentada sobre mortero de barro más paja (Según Tejada) = 200 kg/cm^2
- Sobrecarga del techo = 30 kg/cm^2
- Altura del muro = $3,75 \text{ m}$
- Espesor del muro = 0.40m
- Ancho de la unidad del tapial = 1.00m
- Refuerzo de carrizo de un diámetro de $\frac{3}{4}$ "
- Ensayo de compresión axial (laboratorio)
- Ensayo de tracción diagonal en laboratorio

3.3.7.1 Análisis a flexión de un muro de tapial

Se toma el muro central ubicado en el eje B ya que es el muro más alto y el que resiste más cargas, en conclusión posee mayor área tributaria que otros de los muros, que tienen un ancho de 0.40m , largo de 4.00m y un alto de 3.75m .

a. Se calculara el esfuerzo a compresión en la base del muro (altura del sobrecimiento)

$$\text{Peso propio del muro} = 0,40 \text{ m} \times 1,00 \text{ m} \times 3,45 \text{ m} \times 1800 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Peso propio del muro} = 2\,484 \text{ kg}$$

b. Cálculo del Peso del techo incluyendo sobrecarga

$$\text{CM} + \text{CV} = 200 \text{ kg/m}^2 + 30 \text{ kg/m}^2$$

$$\text{CM} + \text{CV} = 230 \text{ kg/m}^2$$

c. Cálculo del peso total del techo

$$\text{Peso total del techo} = (3,55 \text{ m} + 3,55 \text{ m}) \times 1 \text{ m} / 2 \times 230 \text{ kg/m}^2$$

$$\text{Peso total del techo} = 816,5 \text{ kg}$$

d. Hallando el peso total sobre el muro

$$\text{Peso total sobre el muro} = 2\,484 \text{ kg} + 816,5 \text{ kg}$$

$$\text{Peso total sobre el muro} = 3\,300,5 \text{ kg}$$

e. Hallando el esfuerzo a compresión

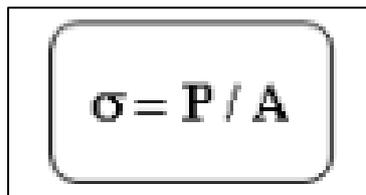

$$\sigma = P / A$$

Figura 195. Fórmula del esfuerzo

$$\text{Esfuerzo a compresión} = 3\,300,5 \text{ kg} / 40 \times 100 \text{ cm}^2$$

$$\text{Esfuerzo a compresión} = 0,825 \text{ kg/cm}^2 \text{ cumple, ok}$$

f. Cálculo de la fuerza sísmica Horizontal

Se aplicará la fórmula mostrada en a continuación:

$$H = S U C P$$

Figura 196. Fórmula del SUCP

Tabla 12: Factor de Suelo

| Tipo | Descripción | Factor de suelo (S) |
|------|---|---------------------|
| I | Rocas o suelos muy resistentes con capacidad portante admisible > 0.3 MPa ó 3.06 kg.f/cm ² | 1,0 |
| II | Suelos intermedios o blandos con capacidad portante admisible > 0.1 Mpa ó 1.02kg.f/cm ² | 1,4 |

Fuente: Diseño y construcción con tierra reforzada (2017, p.8)

Tabla 13: Factor de uso

| Tipo de Edificaciones | Factor de Uso (U) | Densidad |
|--|-------------------|----------|
| NT A.030 Hospedaje NT A.040 Educación NT A.050 Salud NT A.090 Servicios comunales NT A.100 Recreación y deportes NT A.110 Transporte y Comunicaciones | 1,4 | 15% |
| NT A.060 Industria NT A.070 Comercio NT A.080 Oficinas | 1,2 | 12% |
| Vivienda: Unifamiliar y Multifamiliar Tipo Quinta | 1,0 | 8% |

Fuente: Diseño y construcción con tierra reforzada (2017, p.8)

Tabla 14: *Coficiente sísmico*

| Zona Sísmica | Coficiente Sísmico (C) |
|--------------|------------------------|
| 4 | 0,25 |
| 3 | 0,20 |
| 2 | 0,15 |
| 1 | 0,10 |

Fuente: Diseño y construcción con tierra reforzada (2017, p.8)

- Reemplazando valores en la fórmula se obtiene lo siguiente:

$$H = 1,2 \times 1,0 \times 0,2 \times P$$

$$H = 0,24 P$$

Diseño del muro $e = 0.40\text{m}$ a flexión transversal

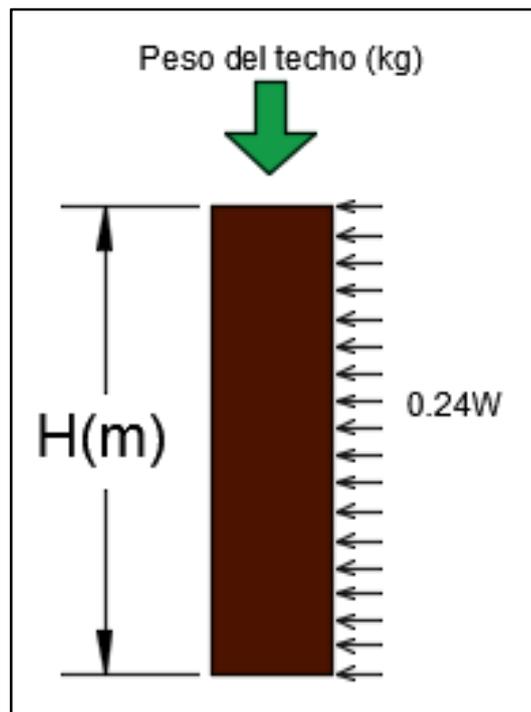


Figura 197. Peso del techo (kg) en muro de tapial

g. Cálculo de la fuerza de inercia distribuida:

$$0,24 W = 0,24 \times (0,4 \text{ m} \times 1,0 \text{ m} \times 1800 \text{ kg/m}^3)$$

$$0,24 W = 172,8 \text{ kg/m}$$

h. Calculando el Momento máximo en el muro de tapial

Momento máximo = $0,24W \times H^2 / 8$

Momento máximo = $172,8 \text{ kg/m} \times (3,45\text{m})^2 / 8$

Momento máximo = $257,094 \text{ kg-m}$

Análisis de esfuerzos en la sección al centro del muro

Peso del techo + peso de porción de muro (kg)

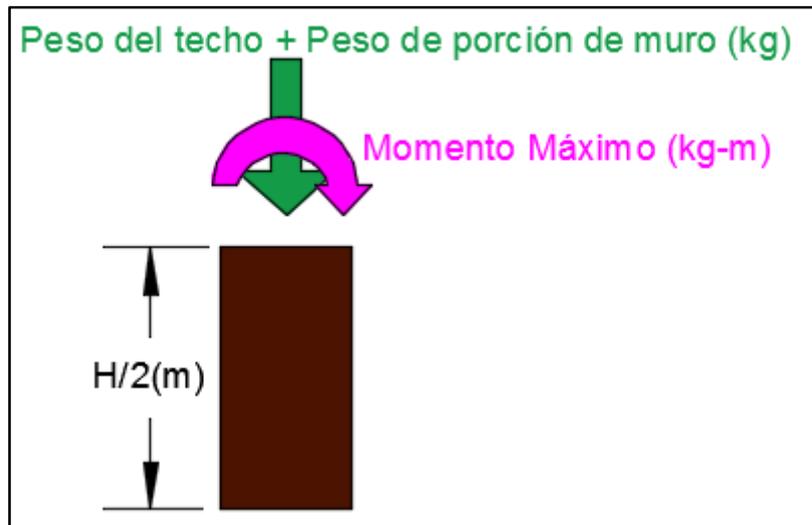


Figura 198. Momento máximo (kg-m) en un muro de tapial.

Peso del techo + peso de porción de muro = $816,5 \text{ kg} + 3,45 \text{ m} \times 0,4 \text{ m} \times 1800 \text{ kg/m}^3 / 2$

Peso del techo + peso de porción de muro = $2\ 058,5 \text{ kg}$

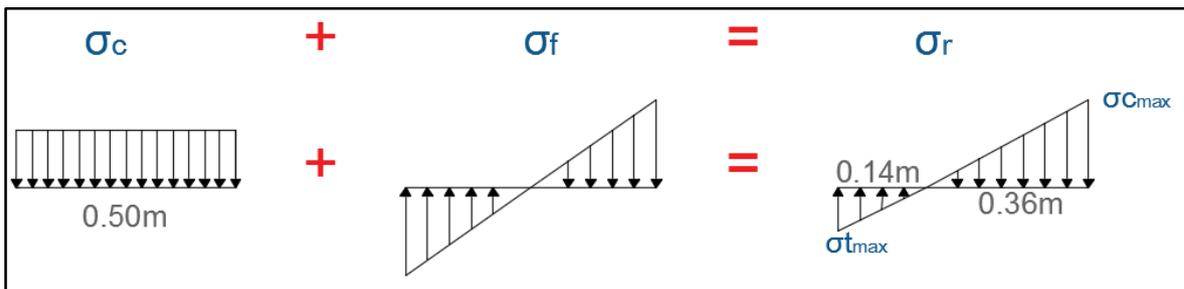


Figura 199. Esfuerzo a compresión y tracción (diagramas)

$\sigma_{c\max} = -2\ 058,5 / (40\text{cm} \times 100\text{cm})$

$\sigma_c = -0,515$

$$\sigma_f \max = (M \times y) / I = M / z$$

$$\sigma_f \max = 25\,709,4 \text{ kg-cm} / (100\text{cm} \times (40\text{cm})^2 / 6)$$

$$\sigma_f \max = \pm 0,964$$

$$\rightarrow \sigma_t \max = +0,964 - 0,515$$

$$\sigma_t \max = 0,449$$

$$\rightarrow \sigma_c \max = -0,964 - 0,515$$

$$\sigma_c \max = -1,479$$

➤ Se concluye según el análisis que en la parte central del muro de tapial aparecen tracciones por efecto de la flexión transversal. Por consiguiente para contrarrestar este fenómeno físico se diseñará una malla de carrizo con un diámetro de 3/4" amarrados con alambre n°16.

3.3.7.2 Análisis de flexión en el refuerzo de carrizo

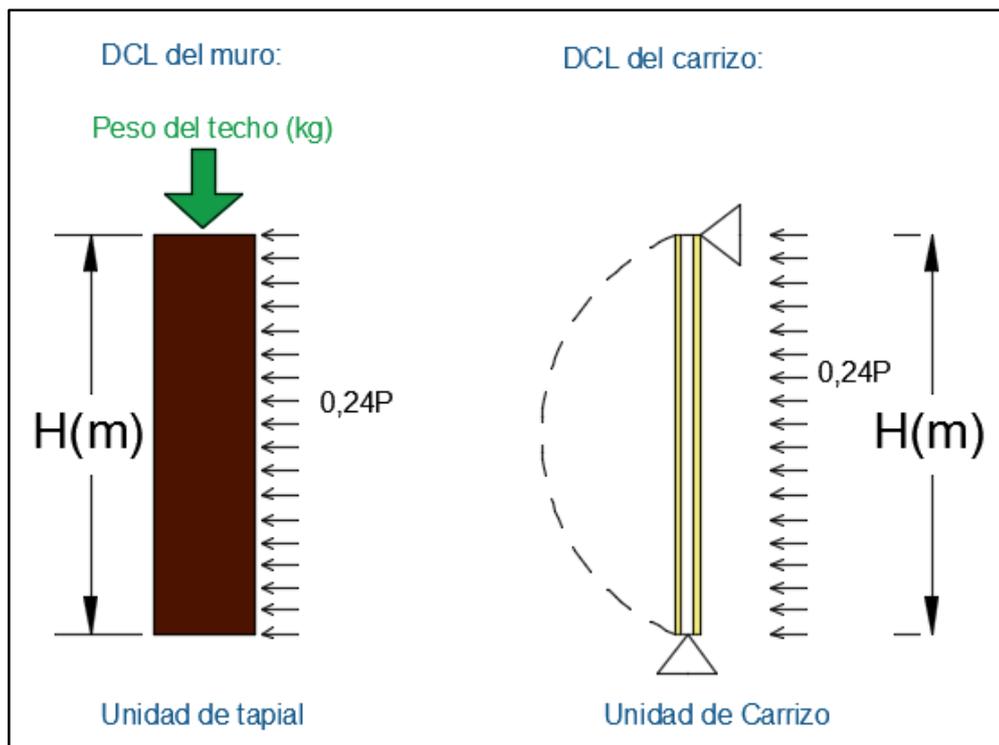


Figura 200. DCL del muro de tapial y el refuerzo de carrizo

Tabla 15: Modulo de rotura a flexión del refuerzo carrizo

| MUESTRA | MOMENTO | ESFUERZO | MODULO DE | MODULO DE |
|---------|------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| | Lím. Prop. | Lím. Prop. | ELASTICIDAD | ROTURA |
| | Kg-cm | Kg/cm ² | Kg/cm ² | kg/cm ² |
| I | 180.00 | 172.73 | 25,087.28 | 343.05 |
| II | 137.50 | 142.31 | 21,093.95 | 289.81 |
| III | 97.50 | 122.31 | 21,971.07 | 250.50 |
| IV | 140.00 | 196.95 | 37,470.02 | 490.92 |
| V | 125.00 | 148.13 | 23,445.91 | 295.20 |
| VI | 62.50 | 98.08 | 13,724.02 | 198.13 |
| VII | 105.30 | 142.57 | 36,335.70 | 204.18 |
| VIII | 185.00 | 155.63 | 19,487.14 | 307.04 |
| IX | 190.00 | 214.12 | 44,325.68 | 433.88 |
| X | 147.50 | 146.17 | 28,325.79 | 302.59 |

Fuente: Elaboración propia

Teniendo en cuenta la muestra VII se obtienen dos datos esenciales, uno el momento de 105 kg-cm y el módulo de rotura de 204,18 el diámetro que se considera es de 2,18 cm teniendo en cuenta el diámetro de estudio de 3/4”

Momento máximo = 105,30 kg-m

$$I = \pi/4 \times (R_1^4 - R_2^4) = \pi/4 \times (1.09^4 - 0.79^4)$$

$$I = 0,803 \text{ cm}^4$$

$$Z = I / y_{\text{max}} = 0,803 / 0,3$$

$$Z = 2.676$$

$$\rightarrow \sigma_u = M / z = 105.30 \text{ kg-cm} / 2.676$$

$$\sigma_u = 39.350 \text{ kg/cm}^2$$

Teniendo en cuenta un antecedente de Rivera Núñez, México del Instituto Tecnología de la construcción en los estudios mecánicos del carrizo se obtuvo el dato del módulo de rotura de 204,18 kg/cm², por lo que en el carrizo de 3/4” , los esfuerzos por flexión están alejados del valor del esfuerzo ultimo y son aceptables.

Por consiguiente se pueden hallar el factor de seguridad:

$$\text{Para el carrizo de } 3/4'' \text{ de diámetro: F.S.} = (204,18 \text{ kg/cm}^2) : (39,350 \text{ kg/cm}^2) = 5,19$$

3.3.7.3 Análisis sísmico de un muro de tapial

Se deben tener en cuenta los siguientes criterios:

- El techo que se encuentra encima de la vivienda de tapial es de madera con paja por lo que se le va a considerar un diafragma flexible por lo que la distribución de fuerzas sísmicas en muros será según la masa tributaria.
- Se tendrá que considerar tanto la masa del techo y muro sobre el 1,20m del piso.
- El área de corte se hallara quitando el área de los vanos y puertas.

Datos anteriores:

Peso del techo = 200 kg/m^2

Peso específico del tapial = 1800 kg/m^3

Sobrecarga de techo = 30 kg/m^2

Resultados de laboratorio:

Esfuerzo último en compresión = $9,50 \text{ kg/cm}^2$ (muestra sin refuerzo)

Esfuerzo último en corte = $1,47 \text{ kg/cm}^2$ (muestra sin refuerzo)

Según la NTE 0.80 se considerara un factor de reducción de 0,5 para aumentar el factor de seguridad, por lo que se tendrían los siguientes nuevos valores:

Esfuerzo último en compresión = $9,50 \text{ kg/cm}^2 \times 0,5 = 4,75 \text{ kg/cm}^2$

Esfuerzo último en corte = $1,47 \text{ kg/cm}^2 \times 0,5 = 0,74 \text{ kg/cm}^2$

Según un suelo intermedio $\rightarrow 1,2$

Según la edificación común $\rightarrow 1,0$

Según la zona sísmica $\rightarrow 0,2$

H= SUCP

H = 0,24 P

✚ Análisis sísmico en un muro de tapial dirección X

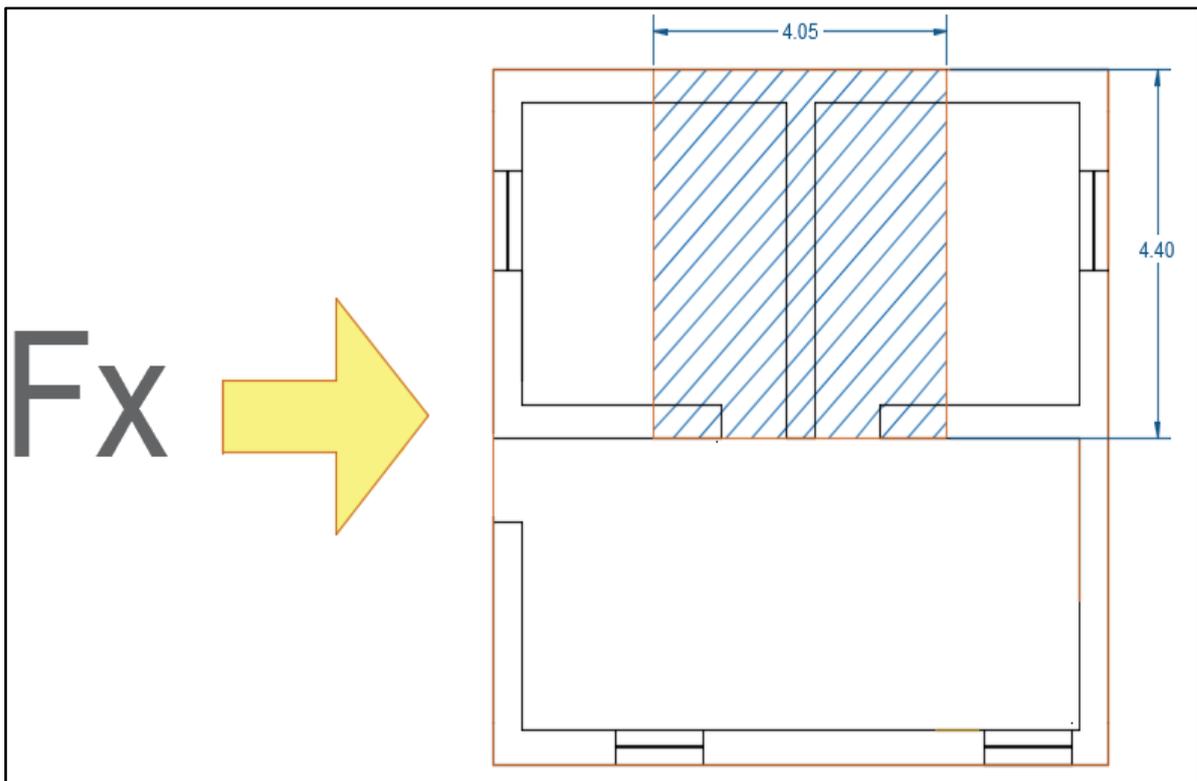


Figura 201. F_x en muro de tapial

Pesos del techo en Área tributaria:

Peso de Techo = 4.05 m x 4.40 m x 200 kg/m²

Peso de Techo = 3 564 kg

Peso del Muro en Área tributaria:

Se evaluara desde una altura de 0,3 m sobre el sobrecimiento + 0,90 del muro del tapial en conclusión de un sobre nivel de +1.20m

Peso de muro = Volumen del muro de tapial x 1800 kg/m³

Peso de muro = 0.40 x 4.00 x (3.75-1.20) x 1800 kg/m³

Peso de muro = 4.08 m³ x 1800 kg/m³

Peso de muro = 7 344 kg

Áreas de corte en el muro de tapial con respecto a X-X

Zona A = 0

Esfuerzos de corte:

Esfuerzos = (peso de techo + peso de muro) x 0,24 / (área de corte)

Esfuerzos = 0

✚ Análisis sísmico en un muro de tapial dirección Y

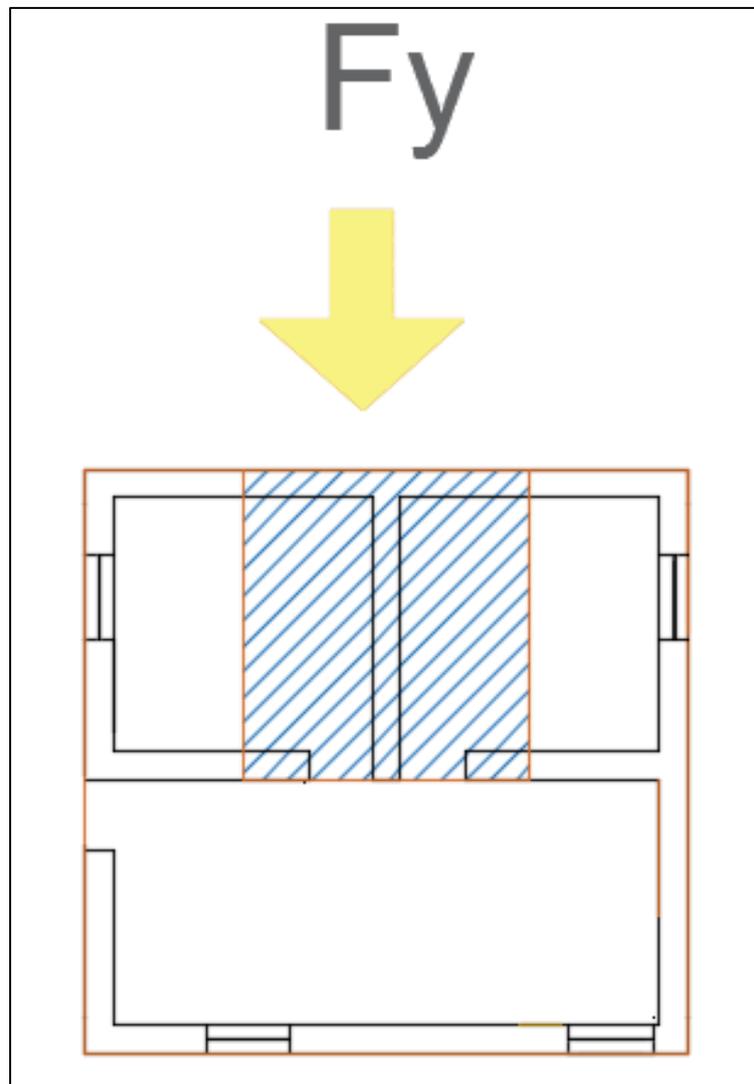


Figura 202. Fy en muro de tapial

Pesos del techo en Área tributaria:

$$\text{Peso de Techo} = 4.05 \text{ m} \times 4.40 \text{ m} \times 200 \text{ kg/m}^2$$

$$\text{Peso de Techo} = 3\,564 \text{ kg}$$

Peso del Muro en Área tributaria:

Se evaluara desde una altura de 0,+0.00 m sobre el sobrecimiento + 0,90 del muro del tapial en conclusión de un sobre nivel de +0.90m

$$\text{Peso de muro} = \text{Volumen del muro de tapial} \times 1800 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Peso de muro} = 0.40 \times 4.00 \times (3.75-0.90) \times 1800 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Peso de muro} = 4.56 \text{ m}^3 \times 1800 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Peso de muro} = 8\,208 \text{ kg}$$

Áreas de corte en el muro de tapial con respecto a Y-Y

$$\text{Zona A} = 4.40 \text{ m} \times 0.4 \text{ m}$$

$$\text{Zona A} = 1.76 \text{ m}^2 = 17\,600 \text{ cm}^2$$

Esfuerzos de corte:

$$\text{Esfuerzos} = (\text{peso de techo} + \text{peso de muro}) \times 0.24 / (\text{área de corte})$$

$$\text{Zona A} = (3\,564 \text{ kg} + 8\,208 \text{ kg}) \times 0.24 / (17\,600 \text{ cm}^2)$$

$$\text{Zona A} = 0.16 \text{ kg/cm}^2 < \sigma_{\text{corte}} = 0.74$$

→ Al ser menor al esfuerzo de corte (valor hallado en laboratorio) Cumple.

→ En base a este resultado positivo sin refuerzo del muro de tapial se modelara en el software Etabs con y sin refuerzo.

3.3.7.4 Análisis sísmico de la vivienda de tapial

- El techo de madera se considera un diafragma flexible por lo tanto la distribución de fuerzas sísmicas en los muros será según la masa tributaria en la que se aplica la carga de sismo.
- Se tendrá que considerar tanto la masa del techo y la masa del muro sobre el 1,20m del piso.
- El área de corte resistente se hallara quitando el área de los vanos y puertas.

Datos anteriores:

Peso del techo = 200 kg/m^2

Peso específico del tapial = 1800 kg/m^3

Sobrecarga de techo = 30 kg/m^2

Resultados de laboratorio:

Esfuerzo último en compresión = $9,50 \text{ kg/cm}^2$

Esfuerzo último en corte = $1,47 \text{ kg/cm}^2$

Según la NTE 0.80 se considerara un factor de reducción de 0,5 para aumentar el factor de seguridad:

Esfuerzo último en Compresión = $9,50 \text{ kg/cm}^2 \times 0,5$

Esfuerzo último en compresión = $4,75 \text{ kg/cm}^2$

Esfuerzo último en Corte = $1,47 \text{ kg/cm}^2 \times 0,5$

Esfuerzo último de corte = $0,74 \text{ kg/cm}^2$

Hallando el SUCP

Según un suelo intermedio $\rightarrow 1,2$

Según la edificación común $\rightarrow 1,0$

Según la zona sísmica $\rightarrow 0,2$

$H = \text{SUCP} = H = 0,24 P$

✚ Análisis sísmico en una vivienda de tapial en dirección X

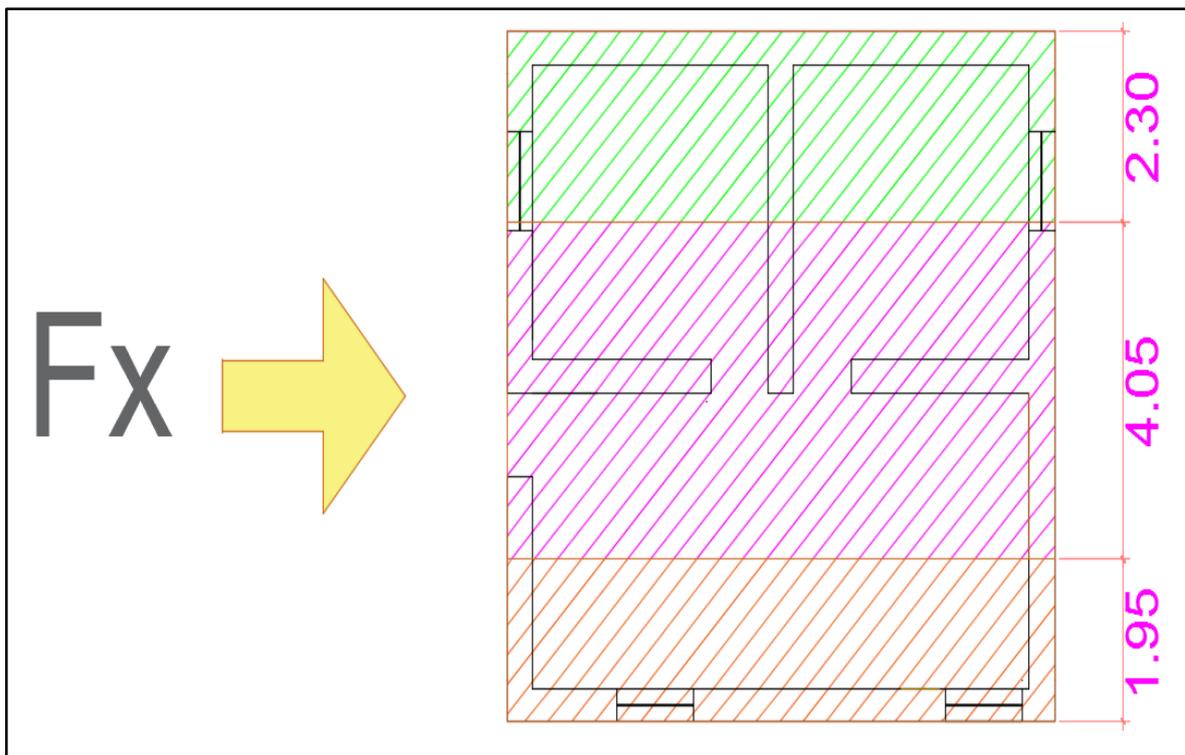


Figura 203. Fx en vivienda multifamiliar

Pesos del techo en Área tributaria:

➤ Peso de Techo en zona A = 2,3 m x 8,5 m x 200 kg/m²

Peso de Techo en zona A = 3 910 kg

➤ Peso del Techo en zona B = 4,05 m x 8,5m x 200 kg/m²

Peso del Techo en zona B = 6 885kg

➤ Peso del techo en zona C = 1,95 m x 8,5 m x 200 kg/m²

Peso del techo en zona C = 3 315kg

Peso del Muro en Área tributaria:

Se evaluara desde una altura de 0,3 m sobre el sobrecimiento + 0,90 del muro del tapial en conclusión de un sobre nivel de +1.20m

$$\text{Peso de muro en zona A} = \text{Volumen del muro de tapial} \times 1800 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Peso de muro en zona A} = [(0.4 \times 8.50 \times 1.5) + (1.9 \times 0.4 \times 1.8 \times 3) - (1.1 \times 1.2 \times 0.4)] \times 1800 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Peso de muro en zona A} = 7.992 \text{ m}^3 \times 1800 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Peso de muro en zona A} = 14\,385.6 \text{ kg}$$

$$\text{Peso de muro en zona B} = \text{Volumen del muro de tapial} \times 1800 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Peso de muro en zona B} = [(0.4 \times 4.05 \times 1.8 \times 2) - (1.0 \times 2.1 \times 0.4) + (2.05 \times 1.8 \times 0.4) + (2.55 \times 0.4 \times 2.75 \times 2)] \times 1800 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Peso de muro en zona B} = 12.402 \text{ m}^3 \times 1800 \text{ kg/m}^3 = 22\,323.6 \text{ kg}$$

$$\text{Peso de muro en zona C} = \text{Volumen del muro de tapial} \times 1800 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Peso de muro en zona C} = [(8.50 \times 0.40 \times 1.8) - (0.30 \times 1.20 \times 0.40) - (1.2 \times 1.2 \times 0.4) + (1.55 \times 0.4 \times 1.8 \times 2)] \times 1800 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Peso de muro en zona C} = 7.632 \text{ m}^3 \times 1800 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Peso de muro en zona C} = 13\,737.6 \text{ kg}$$

Áreas de corte en el muro de tapial con respecto a X-X

$$\text{Área de corte en zona A} = 8.5 \text{ m} \times 0.4 \text{ m}$$

$$\text{Área de corte en zona A} = 3.4 \text{ m}^2 = 34\,000 \text{ cm}^2$$

$$\text{Área de corte en zona B} = 3.16 \times 0.4 + 3.15 \times 0.4$$

$$\text{Área de corte en zona B} = 2.524 \text{ m}^2 = 25\,240 \text{ cm}^2$$

Área de corte en zona C = 8.5×0.4

Área de corte en zona C = $3.4 \text{ m}^2 = 34\,000 \text{ cm}^2$

Esfuerzos de corte:

Esfuerzo de corte en zona A = (peso de techo + peso de muro) x 0,24 / (área de corte)

Esfuerzo de corte en Zona A = $(3\,910 \text{ kg} + 14\,385.6 \text{ kg}) \times 0.24 / (34\,000 \text{ cm}^2)$

Esfuerzo de corte en Zona A = $0.13 \text{ kg/cm}^2 < \sigma_{\text{corte}} = 0.74$

→ Al ser menor al esfuerzo de corte (valor hallado en laboratorio) Cumple.

Esfuerzo de corte en zona B = (peso de techo + peso de muro) x 0,24 / (área de corte)

Esfuerzo de corte en Zona B = $(6\,885 \text{ kg} + 22\,323.6 \text{ kg}) \times 0.24 / (25\,240 \text{ cm}^2)$

Esfuerzo de corte en Zona B = $0.28 \text{ kg/cm}^2 < \sigma_{\text{corte}} = 0.74$

→ Al ser menor al esfuerzo de corte (valor hallado en laboratorio) Cumple.

Esfuerzo de corte en zona C = (peso de techo + peso de muro) x 0,24 / (área de corte)

Esfuerzo de corte en Zona C = $(3\,315 \text{ kg} + 13\,251.6 \text{ kg}) \times 0.24 / (34\,000 \text{ cm}^2)$

Esfuerzo de corte en Zona C = $0.12 \text{ kg/cm}^2 < \sigma_{\text{corte}} = 0.74$

→ Al ser menor al esfuerzo de corte (valor hallado en laboratorio) Cumple.

✚ Análisis sísmico en una vivienda de tapial en dirección Y

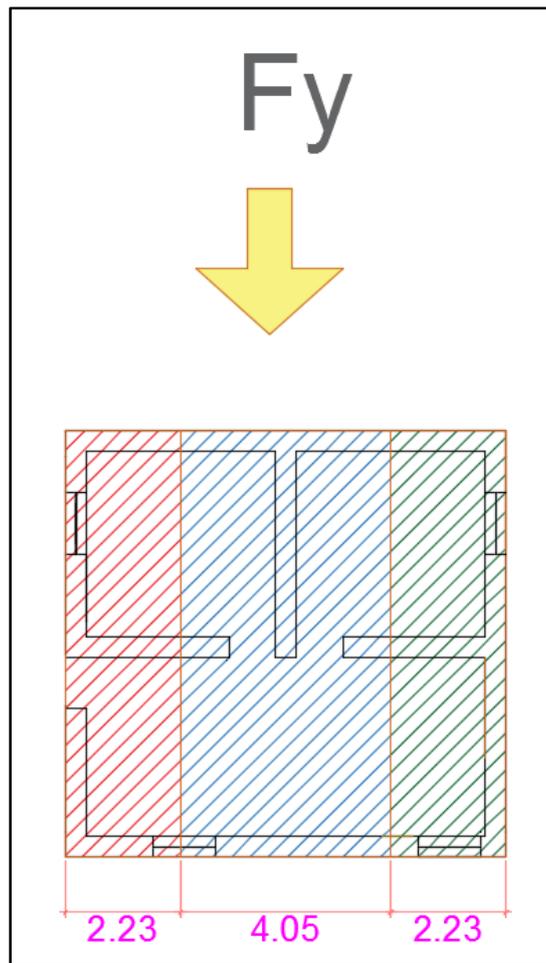


Figura 204. F_y en vivienda multifamiliar

Pesos del techo en Área tributaria:

Peso de Techo en zona A = $2.23 \text{ m} \times 8.30 \text{ m} \times 200 \text{ kg/m}^2$

Peso de Techo en zona A = 3 701.8 kg

Peso del muro en zona B = $4.05 \text{ m} \times 8.30 \text{ m} \times 200 \text{ kg/m}^2$

Peso del muro en zona B = 6 723 kg

Peso del muro en zona C = $2.23 \text{ m} \times 8.30 \text{ m} \times 200 \text{ kg/m}^2$

Peso del muro en zona C = 3 701.8 kg

Peso del Muro en Área tributaria:

Se evaluara desde una altura de 0 + 0.00 m sobre el sobrecimiento + 0,90 del muro del tapial en conclusión de un sobre nivel de +0.90m

Peso de muro en zona A= Volumen del muro de tapial x 1800 kg/m³

Peso de muro en zona A = [(2,23x0.40x1,8x2) + (2.23x0.4x2.85) + (2.5 x 0.4x1.8) + (3.60x0.4x1.8) – (1.2x1.2x0.4) – (0.53x1.2x0.4)] x 1800 kg/m³

Peso de muro en zona A = 9.315 m³ x 1800 kg/m³

Peso de muro en zona A= 16 767 kg

Peso de muro en zona B = Volumen del muro de tapial x 1800 kg/m³

Peso de muro en zona B = [(4.05x0.4x1.8x2)+(0.94x0.4x2.85x2)+(4.0x2.85x0.4)-(0.68x1.2x0.4)] x 1800 kg/m³

Peso de muro en zona B = 12.201 m³ x 1800 kg/m³

Peso de muro en zona B = 21 961.8 kg

Peso de muro en zona C = Volumen del muro de tapial x 1800 kg/m³

Peso de muro en zona C = [(1.83x0.4x1.8x2) + (1.83x0.4x2.85) – (0.30x1.20x0.40) + (8.30x0.4x1.8) – (1.2x1.2x0.4)] x 1800 kg/m³

Peso de muro en zona C = 9.977 m³ x 1800 kg/m³

Peso de muro en zona C = 17 959 kg

Áreas de corte en el muro de tapial con respecto a Y-Y

Área de corte en zona A = 2.9 m x 0.4 m + 4.40 m x 0.4 m

Área de corte en zona A = 2.92 m² = 29 200 cm²

Área de corte en zona B = 4.40 m x 0.4 m

Área de corte en zona B = 1.76 m² = 17 600 cm²

Área de corte en zona C = 8.30 m x 0.4 m

Área de corte en zona C = 3.32 m² = 33 200 cm²

Esfuerzos de corte:

Esfuerzo de corte en zona A = (peso de techo + peso de muro) x 0,24 / (área de corte)

Esfuerzo de corte en Zona A = (3 701.8 kg + 16 767 kg) x 0.24/ (29 200 cm²)

Esfuerzo de corte en Zona A = 0.17 kg/cm² < $\sigma_{u_{corte}} = 0.74$

→ Al ser menor al esfuerzo de corte (valor hallado en laboratorio) Cumple.

Esfuerzo de corte en zona B = (peso de techo + peso de muro) x 0,24 / (área de corte)

Esfuerzo de corte en Zona B = (6 723 kg + 21 961.8 kg) x 0.24/ (17 600 cm²)

Esfuerzo de corte en Zona B = 0.39 kg/cm² < $\sigma_{u_{corte}} = 0.74$

→ Al ser menor al esfuerzo de corte (valor hallado en laboratorio) Cumple.

Esfuerzo de corte en zona C = (peso de techo + peso de muro) x 0,24 / (área de corte)

Esfuerzo de corte en Zona C = (3 701.8 kg + 17 959 kg) x 0.24/ (33 200 cm²)

Esfuerzo de corte en Zona C = 0.16 kg/cm² < $\sigma_{u_{corte}} = 0.74$

→ Al ser menor al esfuerzo de corte (valor hallado en laboratorio) Cumple

3.3.8 Aplicación del Etabs en un muro de tapial y una vivienda multifamiliar

3.3.8.1 Modelamiento en Etabs vivienda multifamiliar

El muro a modelar será de material de tierra con refuerzo de carrizo, en lo cual se procederá a elaborar los ejes mediante la cuadrícula de espaciamiento para el sistema de coordenadas globales.

Grid System Name
G1

System Origin
Global X: 0 cm
Global Y: 0 cm
Rotation: 0 deg

Story Range Option
 Default - All Stories
 User Specified
 Top Story: PISO 2
 Bottom Story: Base

Click to Modify/Show:
 Reference Points...
 Reference Planes...

Options
 Bubble Size: 100 cm
 Grid Color: [Grey]

Rectangular Grids
 Display Grid Data as Ordinates
 Display Grid Data as Spacing

X Grid Data

| Grid ID | X Ordinate (cm) | Visible | Bubble Loc |
|---------|-----------------|---------|------------|
| A | 0 | Yes | End |
| B | 425 | Yes | End |
| C | 850 | Yes | End |

Y Grid Data

| Grid ID | Y Ordinate (cm) | Visible | Bubble Loc |
|---------|-----------------|---------|------------|
| 1 | 0 | Yes | Start |
| 2 | 415 | Yes | Start |
| 3 | 830 | Yes | Start |

Figura 205. Ingreso de valores en los ejes “X” y “Y”

| | Story | Height cm | Elevation cm | Master Story | Similar To | Splice Story | Splice Height cm | Story Color |
|---|--------|-----------|--------------|--------------|------------|--------------|------------------|-------------|
| ▶ | PISO 2 | 100 | 435 | No | None | No | 0 | [Cyan] |
| | PISO 1 | 335 | 335 | No | None | No | 0 | [Magenta] |
| | Base | | 0 | | | | | [Grey] |

Figura 206. Ingreso de valores en el eje “Z”

➤ En este cuadro se aprecia la introducción de los principales valores para la definición del material entre ellos tenemos el tipo de material que será tomado como si fuera de albañilería (masonry), el peso específico del tapial es de 1.8 t/m^3 y el coeficiente térmico se desprecia en 0.000001 y el poisson se toma de albañilería de 0.25 . Este material se definirá con el nombre de tapial sin carrizo.

Material Property Data

General Data

Material Name: TAPIAL SIN CARRIZO

Material Type: Masonry

Directional Symmetry Type: Isotropic

Material Display Color: █ Change...

Material Notes: Modify/Show Notes...

Material Weight and Mass

Specify Weight Density Specify Mass Density

Weight per Unit Volume: 0.0018 kgf/cm³

Mass per Unit Volume: 0.000002 kgf-s²/cm⁴

Mechanical Property Data

Modulus of Elasticity, E: 4750 kgf/cm²

Poisson's Ratio, U: 0.25

Coefficient of Thermal Expansion, A: 0.0000045 1/F

Shear Modulus, G: 1900 kgf/cm²

Design Property Data

Modify/Show Material Property Design Data...

Advanced Material Property Data

Nonlinear Material Data... Material Damping Properties...

Time Dependent Properties...

OK Cancel

Figura 207. Ingreso de valores en la definición del material sin carrizo

En esta imagen se aprecia la introducción de la fórmula del RNE E-0.30, dónde el esfuerzo por compresión axial de la muestra sin refuerzo de carrizo obtenido del laboratorio de ensayos el LEM es el que se aplica.

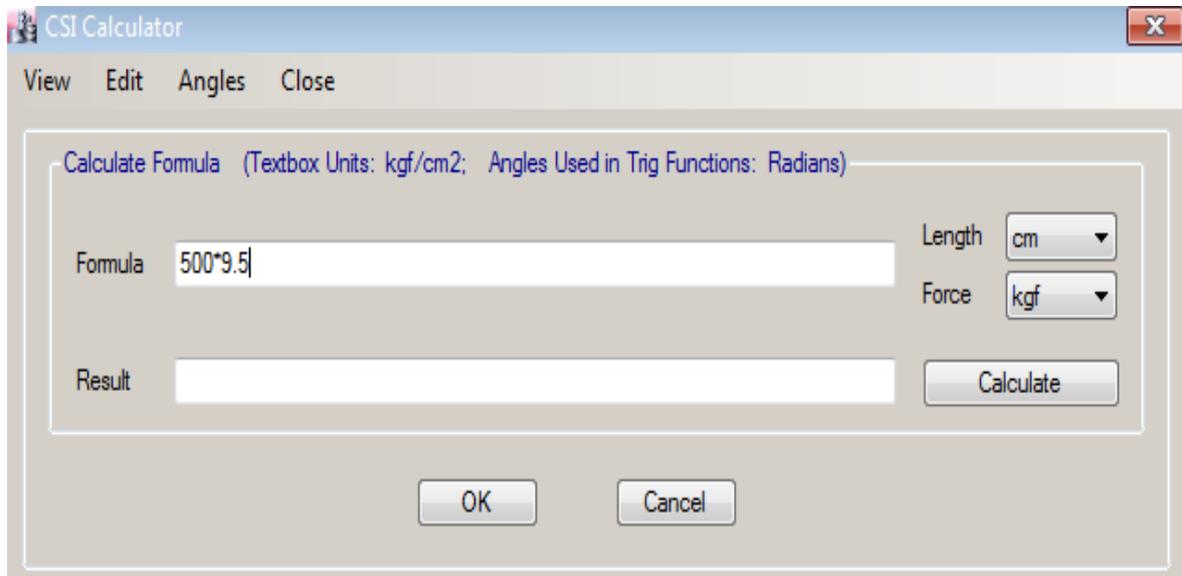


Figura 208. Se ingresa el valor esfuerzo a compresión axial en el Etabs según RNE E-0.30

24.7. El módulo de elasticidad (E_m) y el módulo de corte (G_m) para la albañilería se considerará como sigue:

- Unidades de arcilla: $E_m = 500 f_m$
- Unidades Silico-calceas: $E_m = 600 f_m$
- Unidades de concreto vibrado: $E_m = 700 f_m$
- Para todo tipo de unidad de albañilería: $G_m = 0,4 E_m$

Figura 209. Fórmula del módulo de elasticidad de la albañilería

$$E = 500 \times F'm$$

$$E = 500 \times (9.5 \text{ kg/cm}^2)$$

$$E = 4750 \text{ kg / cm}^2 = 4,750 \text{ t/cm}^2$$

➤ En este cuadro se aprecia la introducción de los principales valores para la definición del material entre ellos tenemos el tipo de material que será tomado como si fuera de albañilería (masonry), el peso específico del tapial es de 1.8 t/m^3 y el coeficiente térmico se desprecia en 0.000001 y el poisson se toma de albañilería de 0.25 Este material se definirá con el nombre de tapial sin carrizo.

The image shows a software dialog box titled "Material Property Data" with a close button (X) in the top right corner. The dialog is organized into several sections:

- General Data:** Material Name: TAPIAL CON CARRIZO; Material Type: Masonry; Directional Symmetry Type: Isotropic; Material Display Color: Red; Material Notes: Modify/Show Notes...
- Material Weight and Mass:** Specify Weight Density (selected) and Specify Mass Density (unselected). Weight per Unit Volume: 0.0018 kgf/cm³; Mass per Unit Volume: 0.000002 kgf-s²/cm⁴.
- Mechanical Property Data:** Modulus of Elasticity, E: 6435 kgf/cm²; Poisson's Ratio, U: 0.25; Coefficient of Thermal Expansion, A: 0.0000045 1/F; Shear Modulus, G: 2574 kgf/cm².
- Design Property Data:** Modify/Show Material Property Design Data...
- Advanced Material Property Data:** Nonlinear Material Data..., Material Damping Properties..., Time Dependent Properties...

At the bottom of the dialog are "OK" and "Cancel" buttons.

Figura 210: Ingreso de valores en el material con carrizo

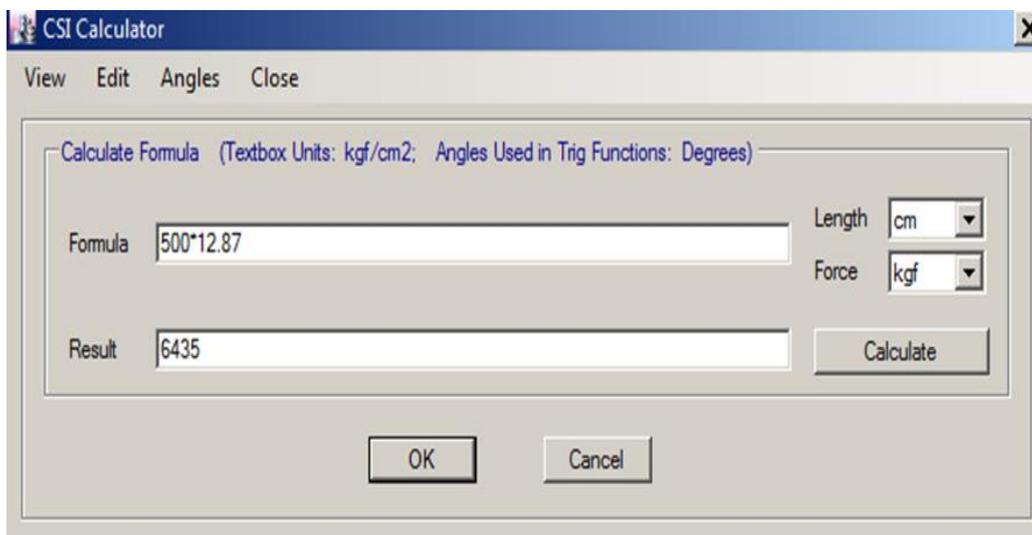


Figura 211: Valor del laboratorio del ensayo a compresión

En esta imagen 211 se aprecia la introducción de la fórmula del RNE E-0.30, dónde el esfuerzo por compresión axial de la muestra con refuerzo de carrizo obtenido del laboratorio de ensayos el LEM es el que se aplica.

24.7. El módulo de elasticidad (E_m) y el módulo de corte (G_m) para la albañilería se considerará como sigue:

- Unidades de arcilla: $E_m = 500 f_m$
- Unidades Sílico-calcáreas: $E_m = 600 f_m$
- Unidades de concreto vibrado: $E_m = 700 f_m$
- Para todo tipo de unidad de albañilería: $G_m = 0,4 E_m$

Figura 212. Fórmula módulo de elasticidad de la albañilería

$$E = 500 \times F'm$$

$$E = 500 \times (12.87 \text{ kg/cm}^2)$$

$$E = 6435 \text{ kg / cm}^2 = 6,435 \text{ t/cm}^2$$

➤ En este cuadro se aprecia la introducción de los principales valores para la definición del material entre ellos el tipo de material el mismo que el anterior de albañilería (masonry), el peso específico del barro sin compactar 1.3 t/m³ y el coeficiente de poisson y el térmico de 0.25 y 0.0000001 respectivamente y el valor del módulo de elasticidad será el mismo que el del tapial sin refuerzo. Este material se definirá con el nombre de barro con paja.

Material Property Data

General Data

Material Name: BARRO MAS PAJA

Material Type: Masonry

Directional Symmetry Type: Isotropic

Material Display Color: Change...

Material Notes: Modify/Show Notes...

Material Weight and Mass

Specify Weight Density Specify Mass Density

Weight per Unit Volume: 0.0013 kgf/cm³

Mass per Unit Volume: 0.000001 kgf-s²/cm⁴

Mechanical Property Data

Modulus of Elasticity, E: 4750 kgf/cm²

Poisson's Ratio, U: 0.2

Coefficient of Thermal Expansion, A: 0.0000001 1/F

Shear Modulus, G: 1979.17 kgf/cm²

Design Property Data

Modify/Show Material Property Design Data...

Advanced Material Property Data

Nonlinear Material Data... Material Damping Properties... Time Dependent Properties...

OK Cancel

Figura 213. Ingreso de valores en la definición del barro con paja (relleno)

➤Luego de haber definido los materiales, se procede con la inserción de los valores para la elaboración de la sección del muro

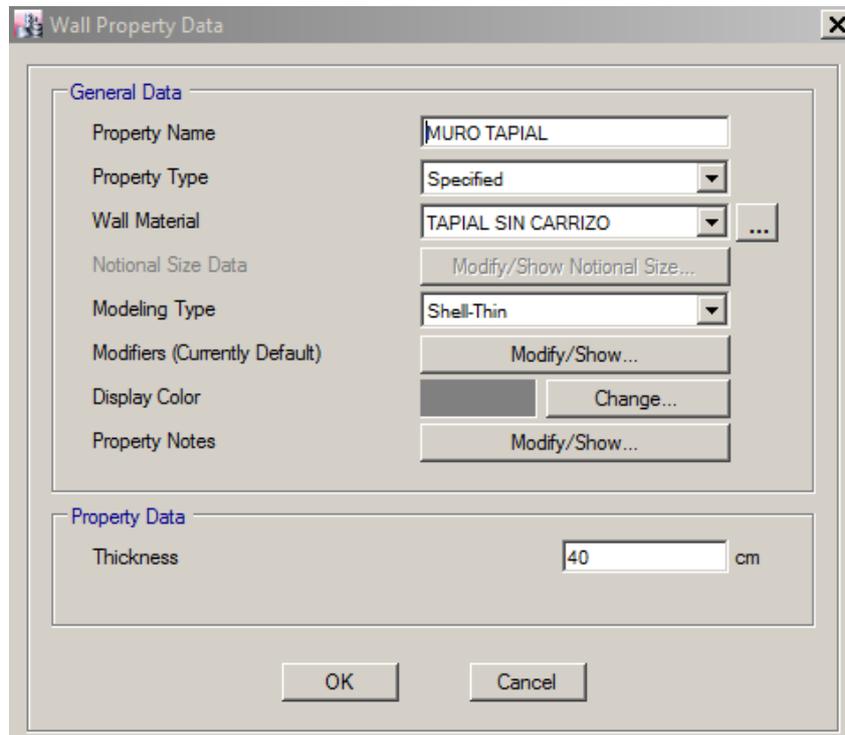


Figura 214. Definición de la sección como la placa muro de tapial

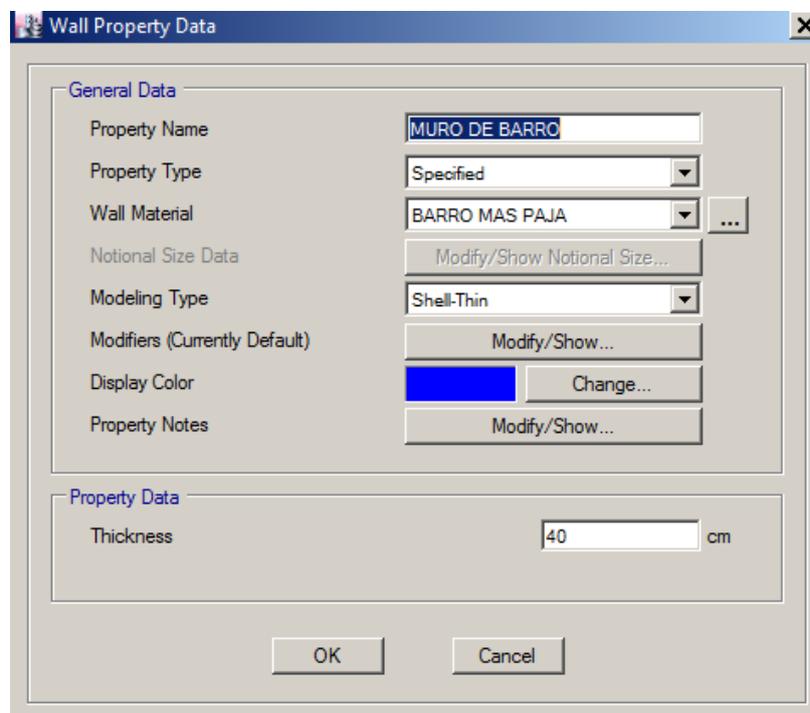


Figura 215. Definición de la sección como la placa muro de barro

- Una vez definida las secciones de los elementos estructurales se procederá al modelamiento del plano presentado con muros de tapial (Wall)

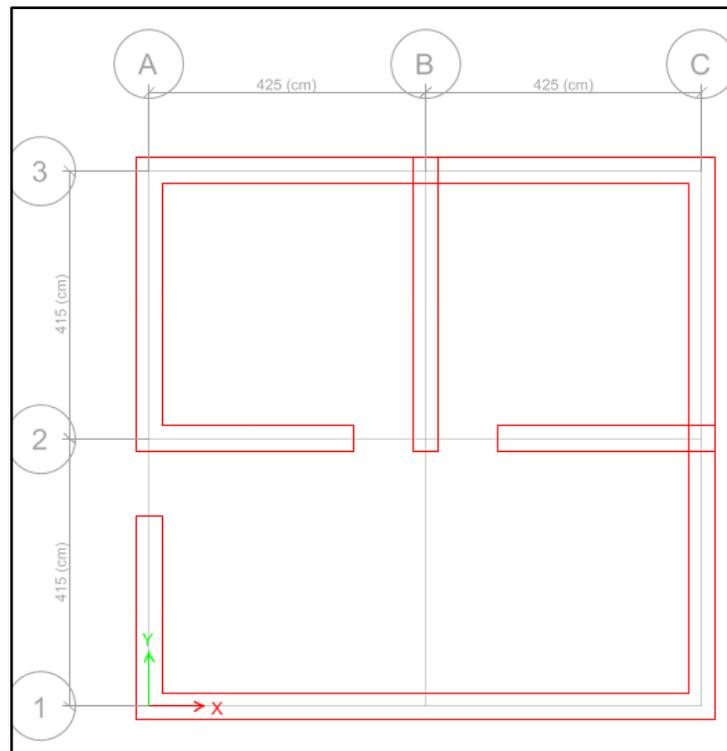


Figura 216. Plano en planta y se aprecia el muro a estudiar

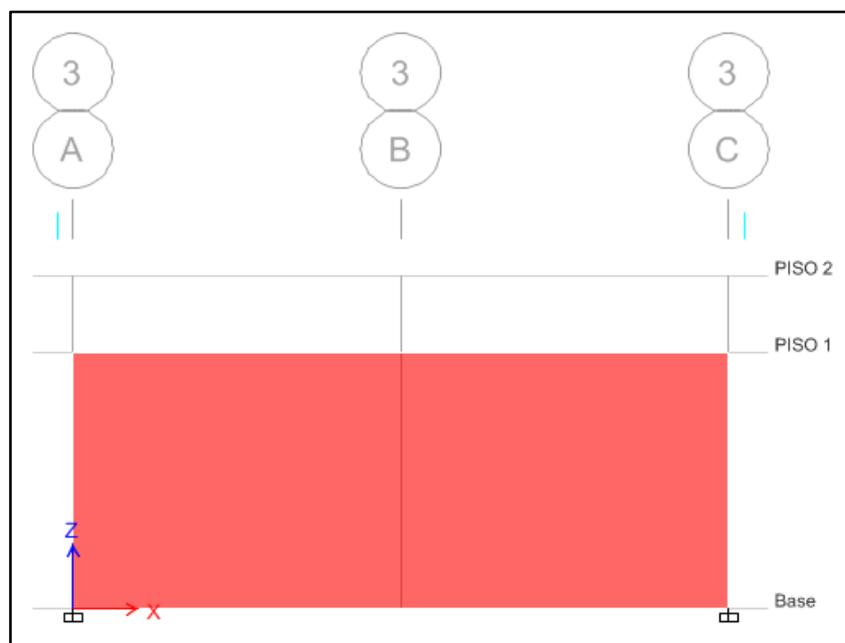


Figura 217. Vista de alzada muro ubicado en el eje 3

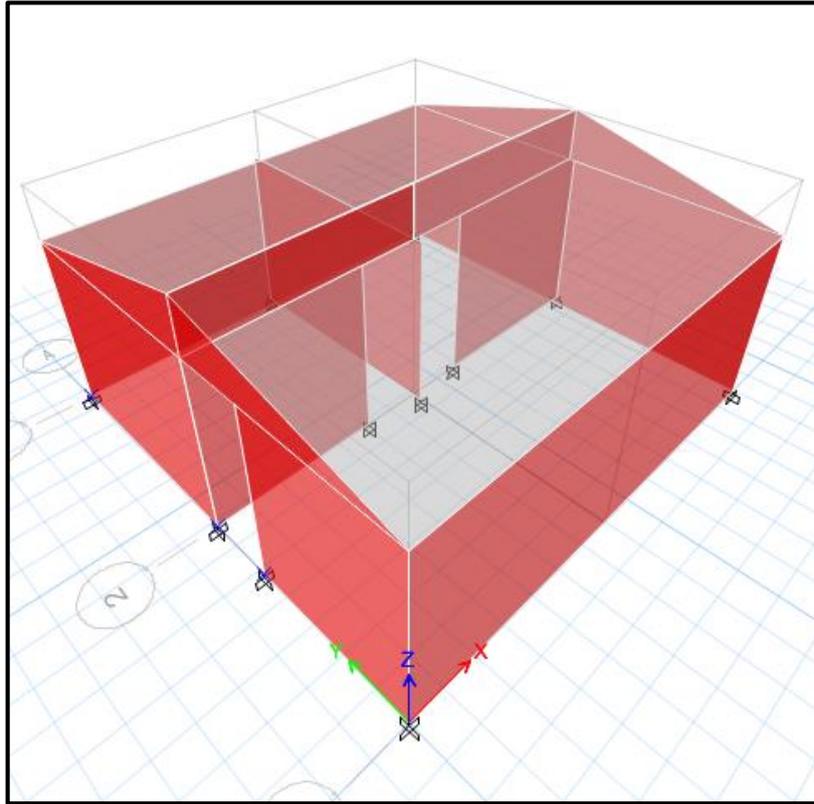


Figura 218. Vista en 3D del plano de una vivienda multifamiliar de tapial

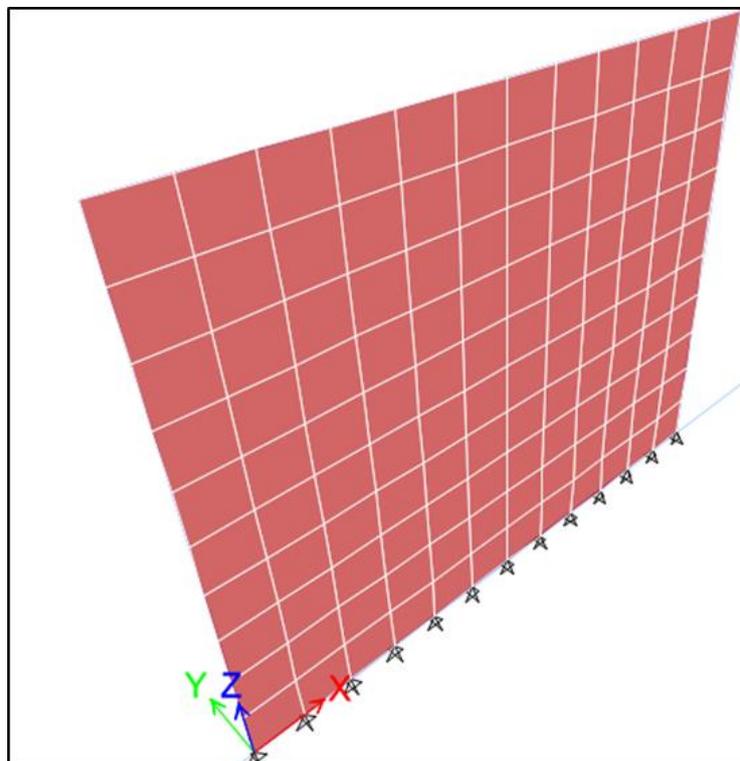


Figura 219. Elementos finitos de 250mmx250mm

3.3.8.2 Creación de las cargas

Se empieza a crear tanto la dead (carga muerta del mismo peso de la estructura), la super dead (carga muerta de tabiquería y contrapiso), live (la carga viva) en este caso la carga viva es en el techo por ser de un solo piso y se indica que es reducible ya que el diafragma es flexible. Y por último los sismos tanto en el eje X como en el eje Y.

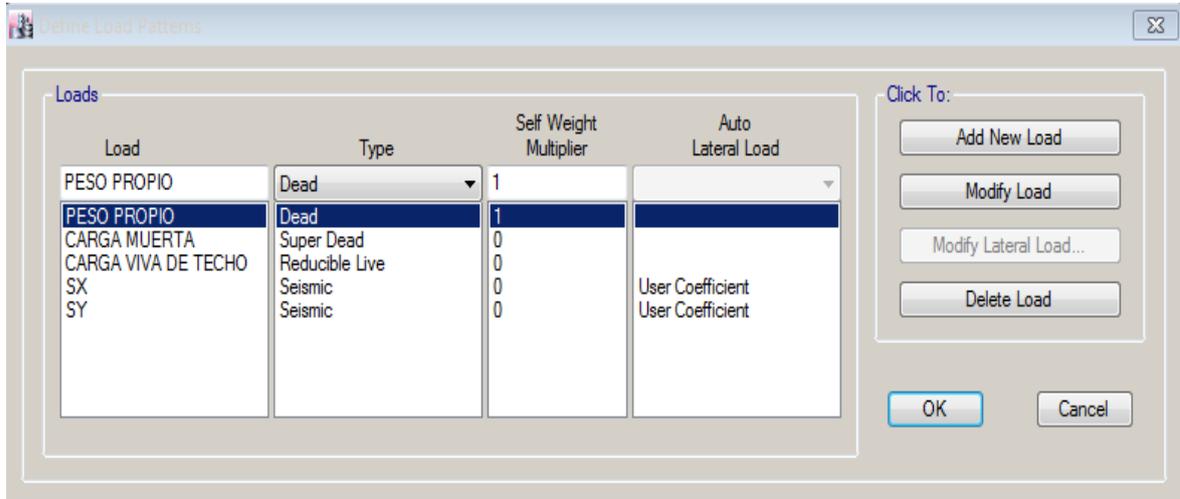


Figura 220. Creación de cargas por gravedad y sismo

En esta tabla se observa que se toma sólo en el eje X como la dirección más la excentricidad que se está considerando con 5 cm según el RNE

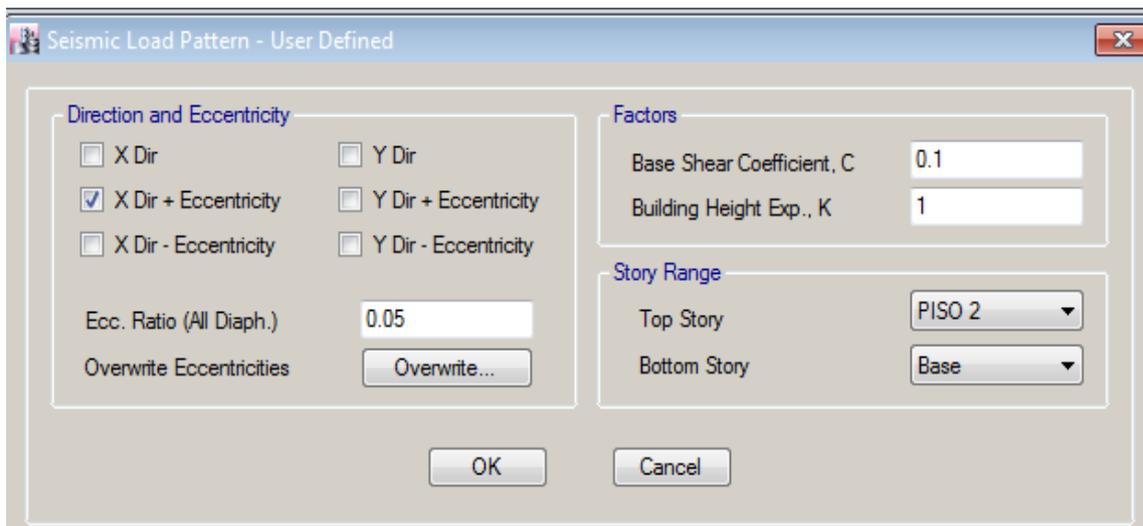


Figura 221. Eje X más la excentricidad

En esta tabla se observa que se toma sólo en el eje Y como la dirección más la excentricidad que se está considerando con 5 cm según el RNE

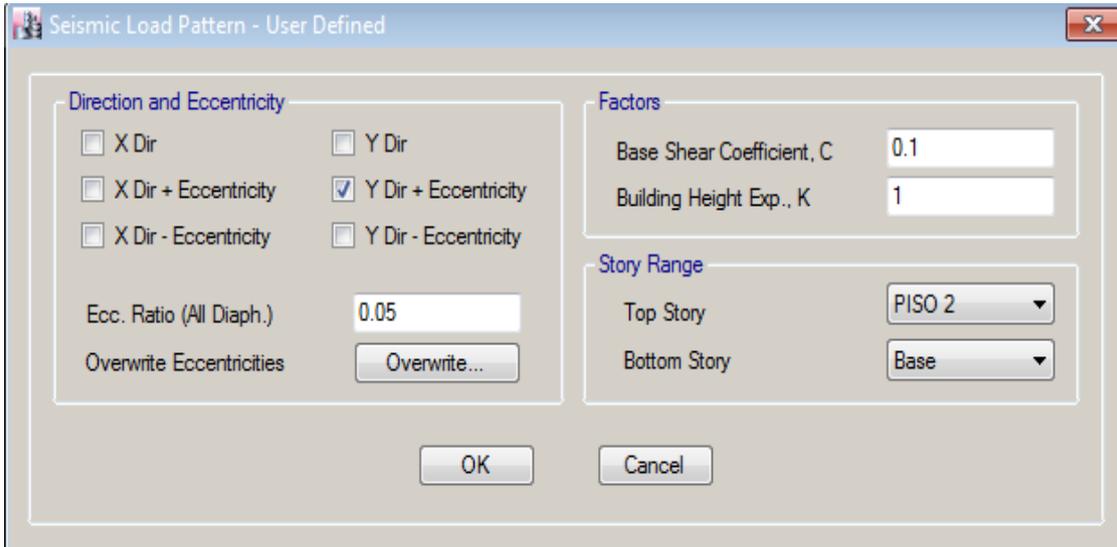


Figura 222. Eje Y más la excentricidad

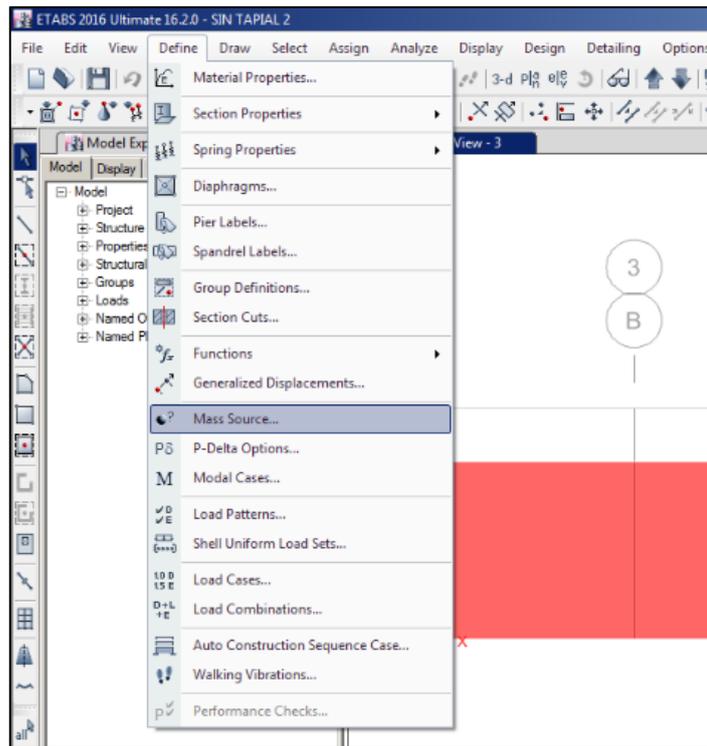


Figura 223. Se da click en define, y por consiguiente en la opción mass source

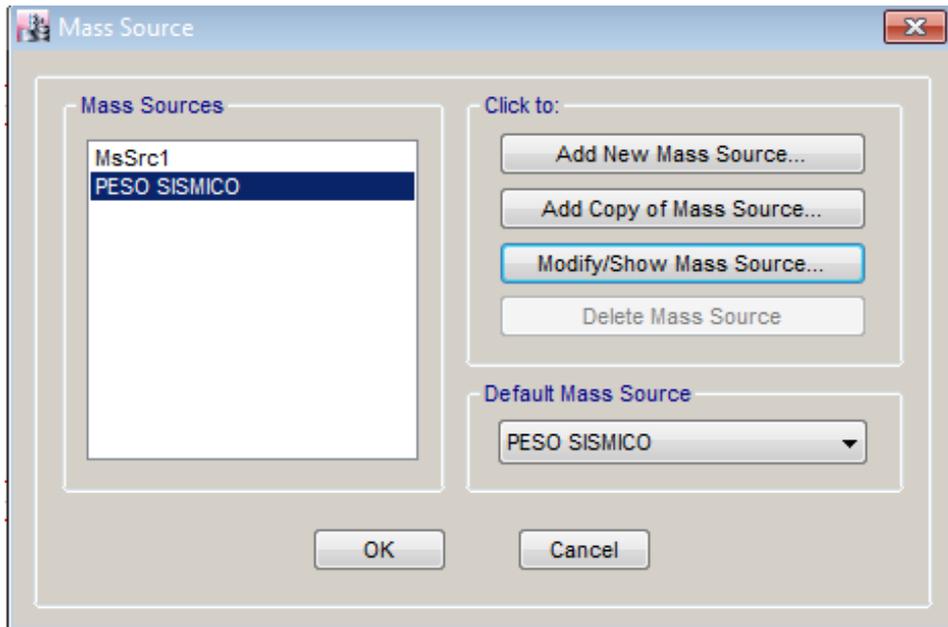


Figura 224. Se en mass sources se crea un peso sísmico

➤ En esta tabla creada de mass source las cargas previamente creadas en la opción load pattern, se les coloca el multiplicador en este caso se debe tener presente la norma la e-0.30 de sismo en el que indica que la carga muerta es un 100% y la carga viva (viva de techo) es un 25% por ser de categoría C (vivienda), y posteriormente se le da el nombre de peso mismo a lo creado.

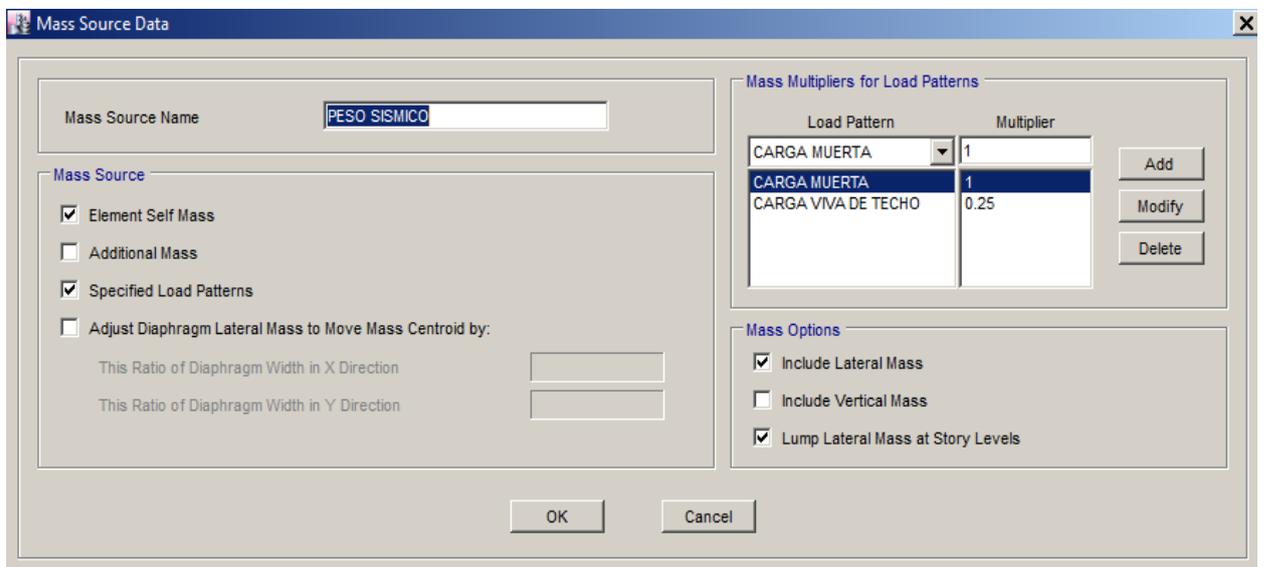


Figura 225. Las cargas creadas en load pattern más sus multiplicadores

Artículo 26.- Estimación del Peso (P)

El peso (P) se calcula adicionando a la carga permanente y total de la edificación un porcentaje de la carga viva o sobrecarga que se determina de la siguiente manera:

- a) En edificaciones de las categorías A y B, se toma el 50% de la carga viva.
- b) En edificaciones de la categoría C, se toma el 25% de la carga viva.
- c) En depósitos, se toma el 80% del peso total que es posible almacenar.
- d) En azoteas y techos en general se toma el 25% de la carga viva.

Figura 226. Se aprecia el artículo 26, que indica la categoría C de vivienda

3.3.8.3 Creación del espectro de respuesta:

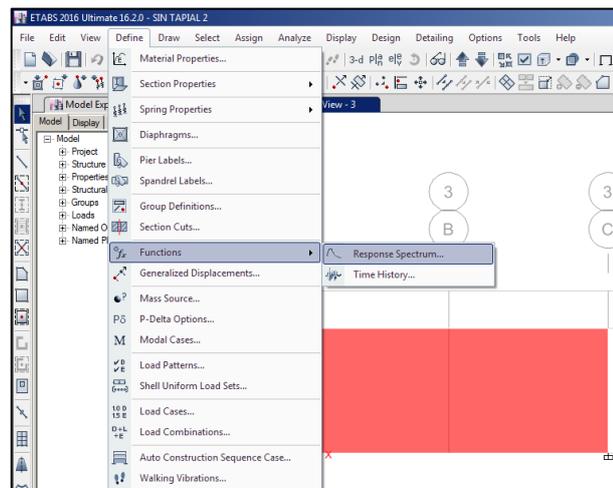


Figura 227. Darle click en define, luego en función para la espectro de respuesta

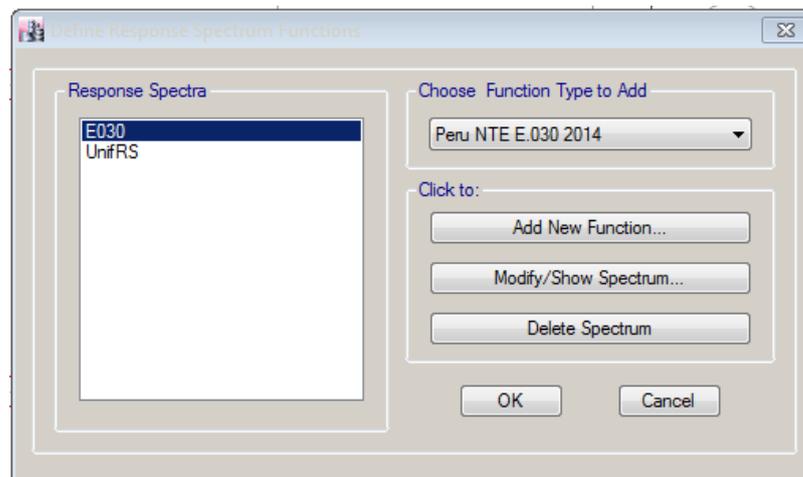


Figura 228. Espectro de respuesta, en donde se coloca la norma del 2014

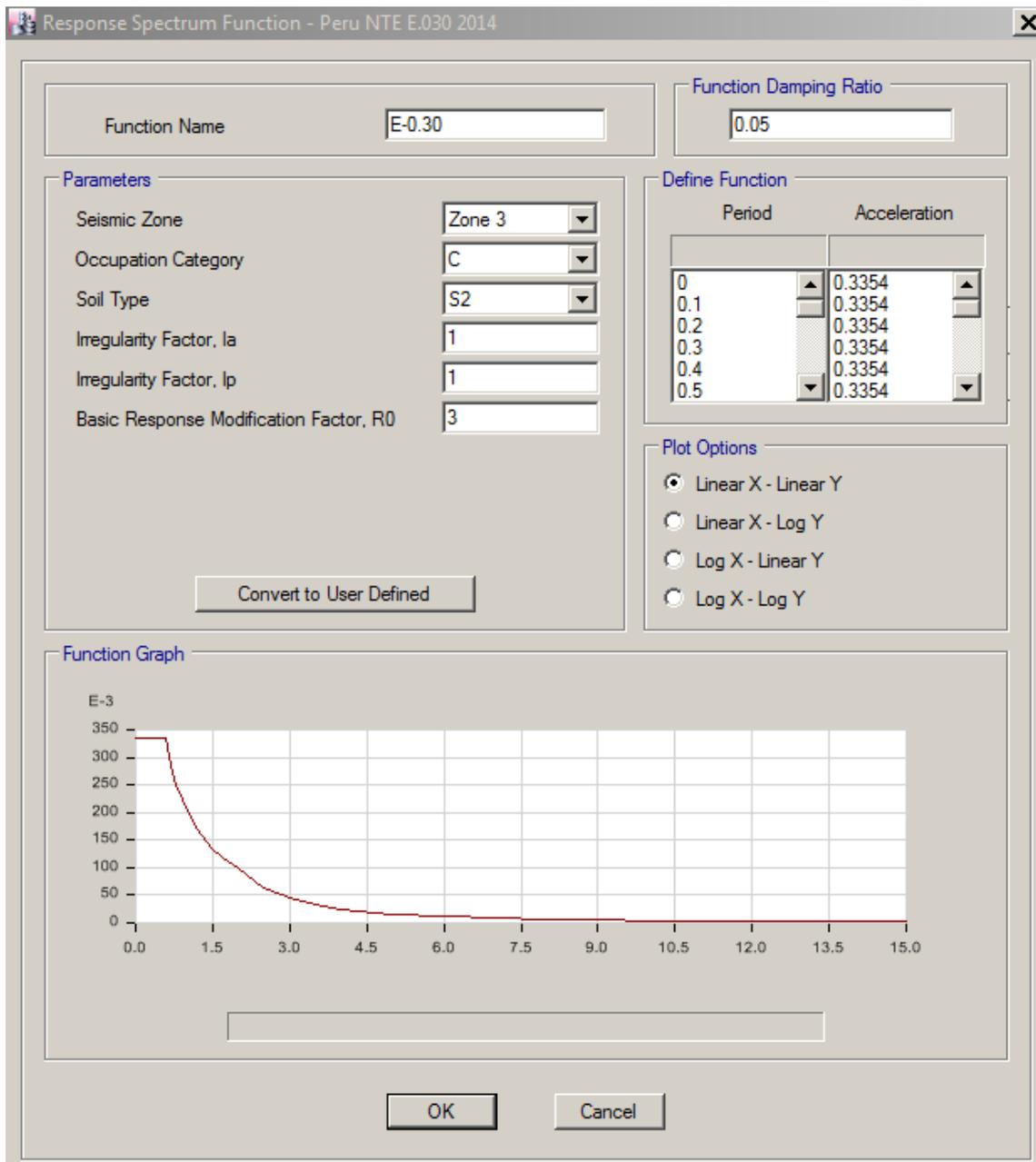


Figura 229. Espectro de respuesta

➤ En la figura anterior 89 se aprecian datos en los cuales se debe introducir teniendo bien claro la RNE E-0.30 que se presentarán a continuación

a) Valor de Z

| | | | | |
|---------------|----------------|---------------|----------|----------------------------|
| ÁNCASH | HUAYLAS | SIHUAS | 3 | TODOS LOS DISTRITOS |
| | | CARAZ | | |
| | | HUALLANCA | | |
| | | HUATA | | |
| | | HUAYLAS | | |
| | | MATO | | |
| | | PAMPAROMAS | | |
| | | PUEBLO LIBRE | | |
| | | SANTA CRUZ | | |
| | | SANTO TORIBIO | | |
| | | YURACMARCA | | |
| | | CASCAPARA | | |

Figura 230. Cuadro de espectro de respuesta

EL valor del Z según su ubicación en el mapa se deduce que el valor de Z será de 3.

b) Categoría de la edificación

| | | |
|-----------------------------------|--|-----|
| C Edificaciones Comunes | Edificaciones comunes tales como: viviendas, oficinas, hoteles, restaurantes, depósitos e instalaciones industriales cuya falla no acarree peligros adicionales de incendios o fugas de contaminantes. | 1,0 |
|-----------------------------------|--|-----|

Figura 231. Cuadro de tipo de edificación

c) Tipo de suelo (S)

| |
|---|
| <p>c) Perfil Tipo S2: Suelos Intermedios</p> <p>A este tipo corresponden los suelos medianamente rígidos, con velocidades de propagación de onda de corte \bar{V}_s, entre 180 m/s y 500 m/s, incluyéndose los casos en los que se cimienta sobre:</p> <p>c.1) Arena densa, gruesa a media, o grava arenosa medianamente densa, con valores del SPT \bar{N}_{60}, entre 15 y 50.</p> <p>c.2) Suelo cohesivo compacto, con una resistencia al corte en condiciones no drenada $\bar{S}_{u,}$ entre 50 kPa (0,5 kg/cm²) y 100 kPa (1 kg/cm²) y con un incremento gradual de las propiedades mecánicas con la profundidad.</p> |
|---|

Figura 232. Tipo de suelo 2 por ser suelo intermedio

d) Regularidad en edificación

| |
|--|
| <p>19.2. Estructuras Regulares son las que, en su configuración resistente a cargas laterales, no presentan las irregularidades indicadas en las Tablas N° 8 y N° 9. En estos casos, el factor I_a e I_p es igual a 1,0.</p> <p>19.3. Estructuras Irregulares son aquellas que presentan una o más de las irregularidades indicadas en las Tablas N° 8 y N° 9.</p> |
|--|

Figura 233. Regularidad en vivienda de tapial

Se debe tener en cuenta que existen dos tipos de irregularidades tanto por planta como por altura estos se generan a través de las altas áreas libres, que el centro de masa este muy alejado del centro de gravedad, etc. Hay que tener en cuenta siempre verificar la tabla 8 y 9 y verificar la irregular.

e) Tipo de sistema estructural

Tabla 16: El sistema de albañilería posee un coeficiente de reducción de 3

| Tabla N° 7 SISTEMAS ESTRUCTURALES | |
|--|--|
| Sistema Estructural | Coefficiente Básico de Reducción R_d (*) |
| Acero: | |
| Pórticos Especiales Resistentes a Momentos (SMF) | 8 |
| Pórticos Intermedios Resistentes a Momentos (IMF) | 5 |
| Pórticos Ordinarios Resistentes a Momentos (OMF) | 4 |
| Pórticos Especiales Concéntricamente Arriostrados (SCBF) | 7 |
| Pórticos Ordinarios Concéntricamente Arriostrados (OCBF) | 4 |
| Pórticos Excéntricamente Arriostrados (EBF) | 8 |
| Concreto Armado: | |
| Pórticos | 8 |
| Dual | 7 |
| De muros estructurales | 6 |
| Muros de ductilidad limitada | 4 |
| Albañilería Armada o Confinada | 3 |
| Madera | 1 (**) |

Fuente: RNE, E-0.30 Sismoresistente

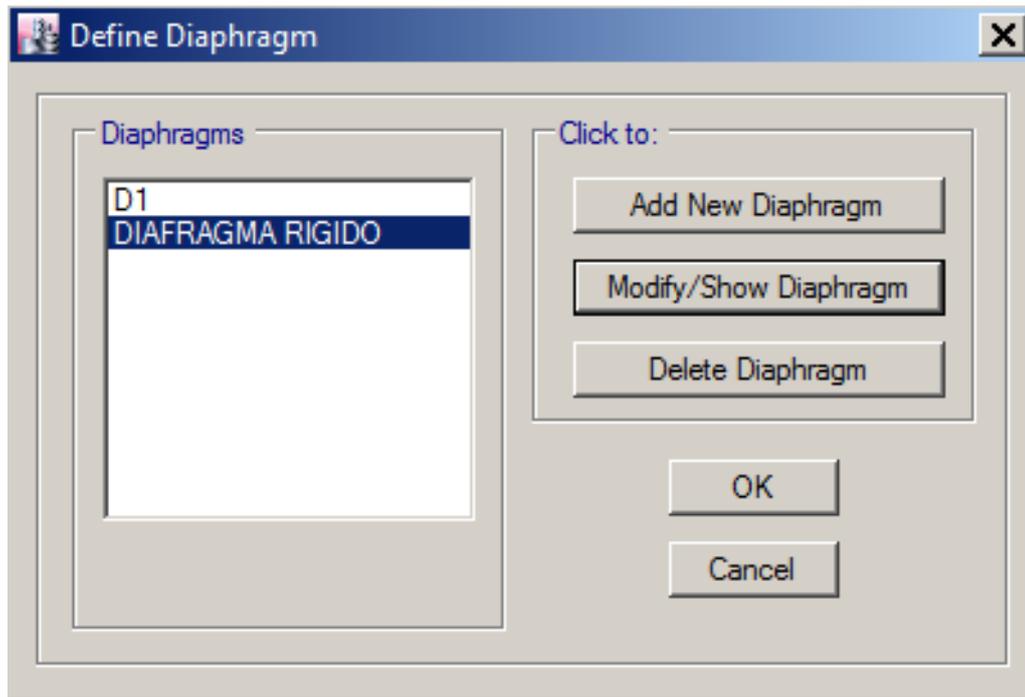


Figura 234. Se da click en define, y por consiguiente se define el diafragma

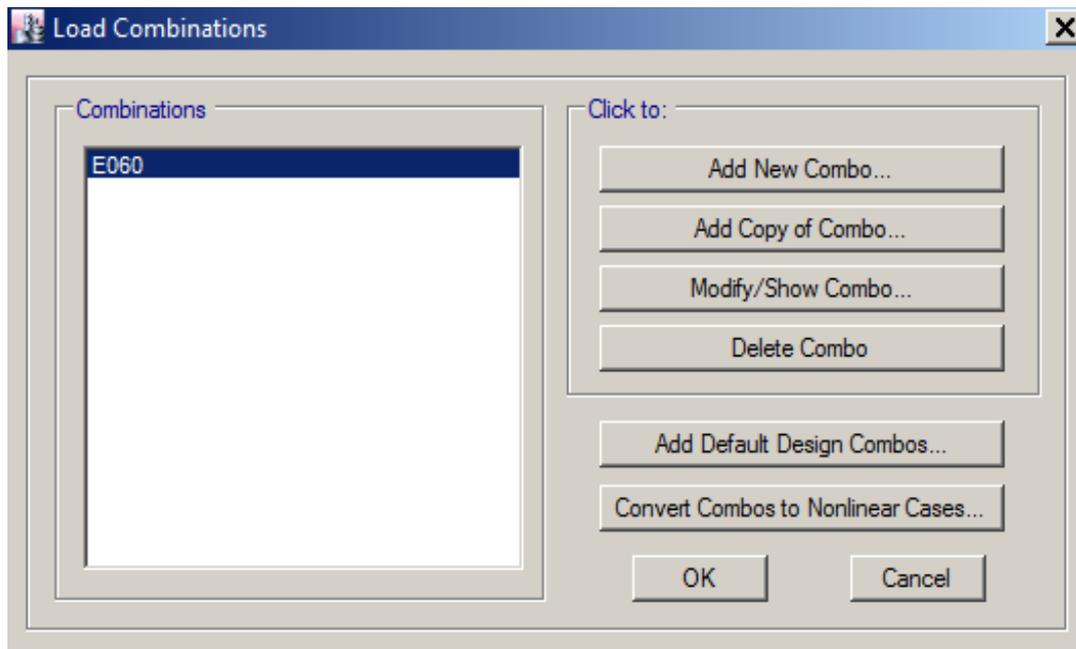


Figura 235. En la combinación se coloca la Norma E-0.60

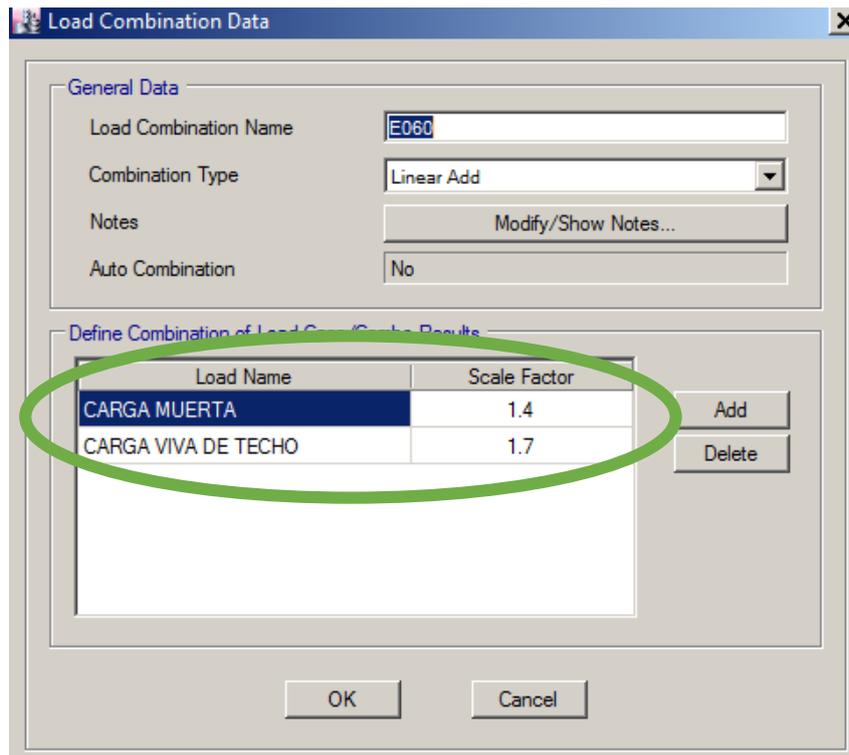


Figura 236. En la combinación se coloca la Norma E-0.60

Se considera para la carga muerta un 40% y en la carga viva un 70% más, estos factores de ampliación se deben a que uno debe diseñar siempre en lo más crítico y estar preparados ante una carga dinámica o estática.

| | |
|--------------|---|
| 9.2 | RESISTENCIA REQUERIDA |
| 9.2.1 | La resistencia requerida para cargas muertas (CM) y cargas vivas (CV) será como mínimo: |
| | $U = 1,4 CM + 1,7 CV$ (9-1) |

Figura 237. Resistencia requerida en una combinación

Las cargas aplicadas son:

- Carga muerta = tabiquería 100 kg/cm² + contrapiso 100 kg/cm²
Carga muerta = 200 kg/cm²
- Carga viva de techo (c): 30 kg/cm² según antecedente.
- Peso propio: metrado de la estructura (software etabs)

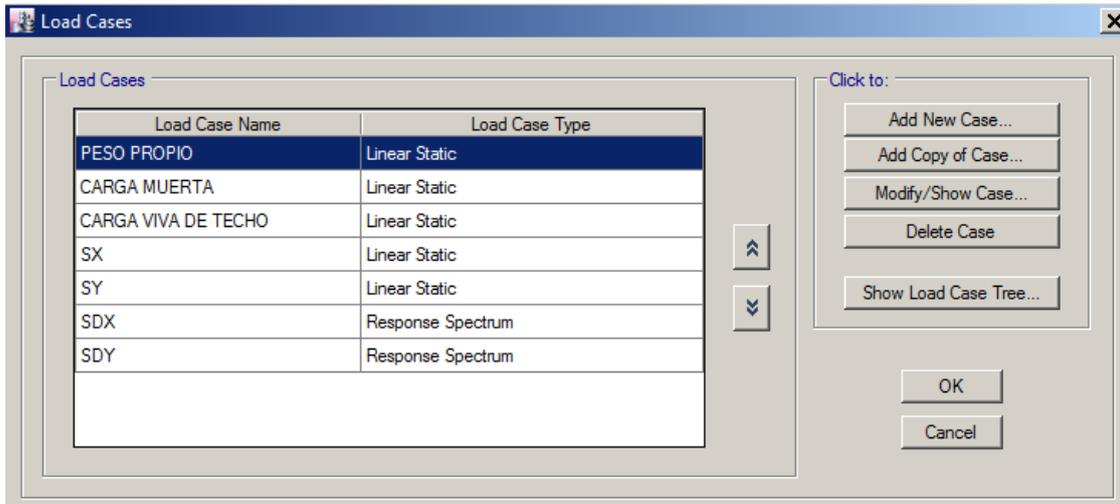


Figura 238. Resistencia requerida en una combinación

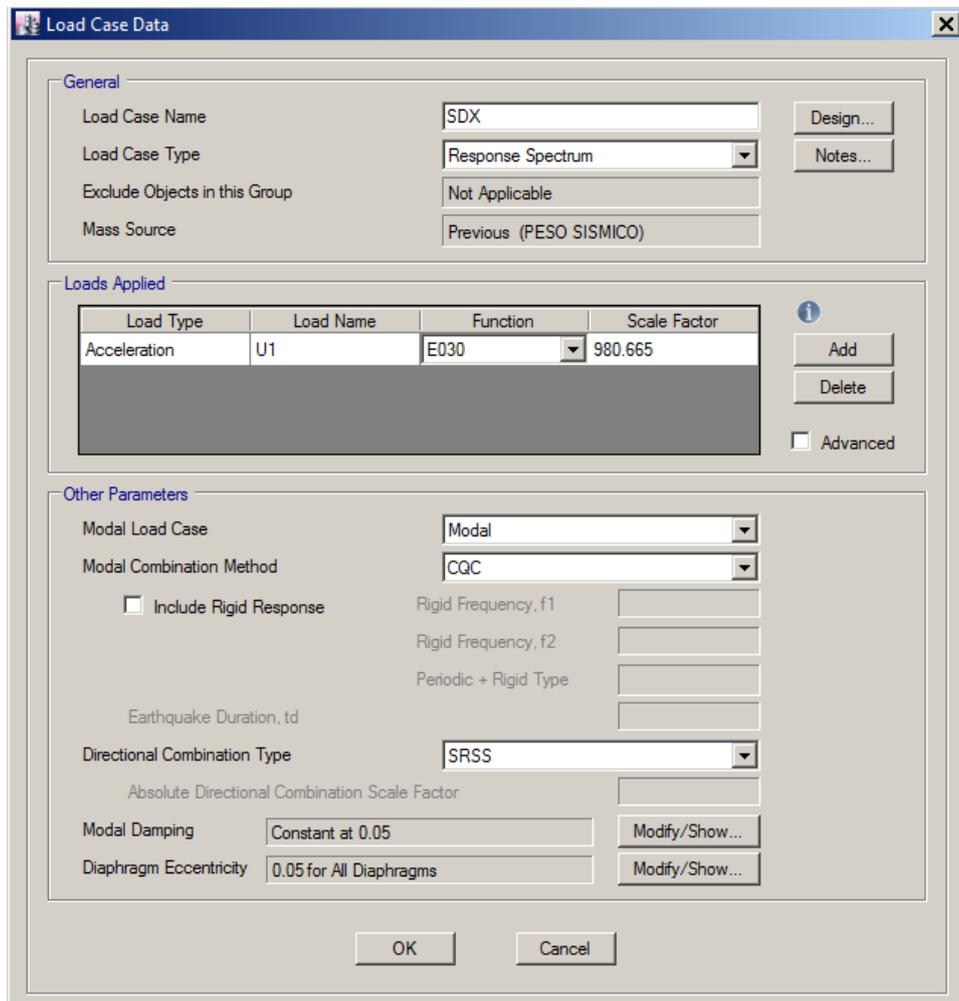


Figura 239. En la función se aprecia la E-0.30 que se creó en los pasos anteriores

Load Case Data

General

Load Case Name: Design...

Load Case Type: Notes...

Exclude Objects in this Group:

Mass Source:

Loads Applied

| Load Type | Load Name | Function | Scale Factor |
|--------------|-----------|----------|--------------|
| Acceleration | U2 | E030 | 980.665 |

Add

Delete

Advanced

Other Parameters

Modal Load Case:

Modal Combination Method:

Include Rigid Response

Rigid Frequency, f1:

Rigid Frequency, f2:

Periodic + Rigid Type:

Earthquake Duration, td:

Directional Combination Type:

Absolute Directional Combination Scale Factor:

Modal Damping: Modify/Show...

Diaphragm Eccentricity: Modify/Show...

OK Cancel

Figura 240. En la función se aprecia la E-0.30 que se creó en los pasos anteriores

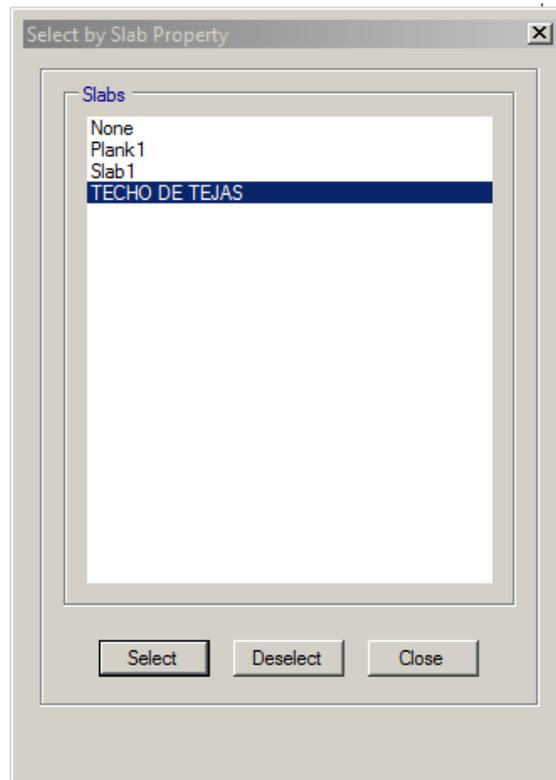


Figura 241. Seleccionando la losa como un diafragma flexible.

Fuente: Elaboración propia

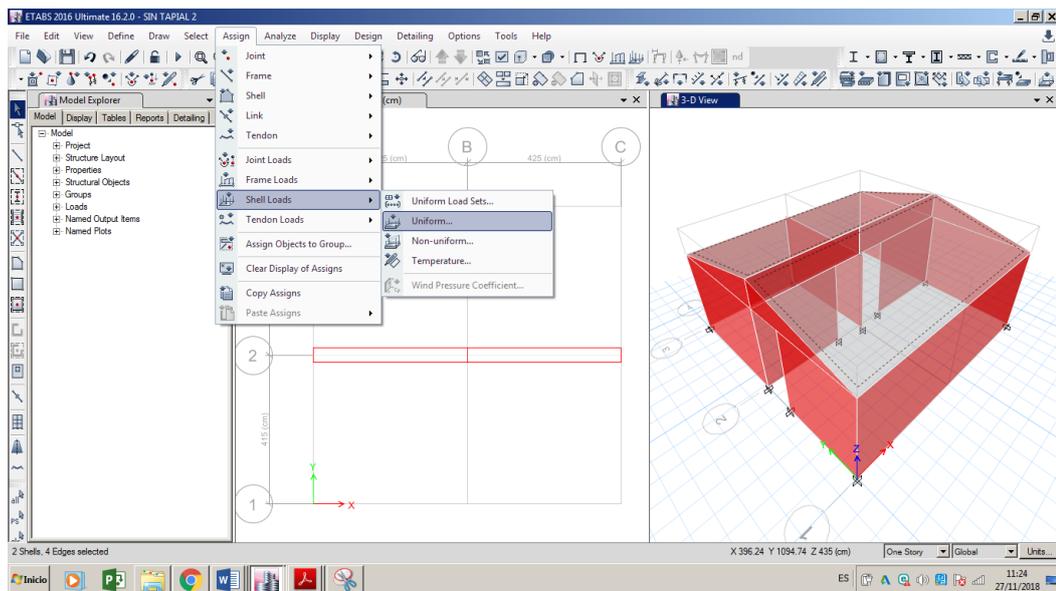


Figura 242: Dar click en asignar, y luego en Shell load, y luego en cargas distribuidas.

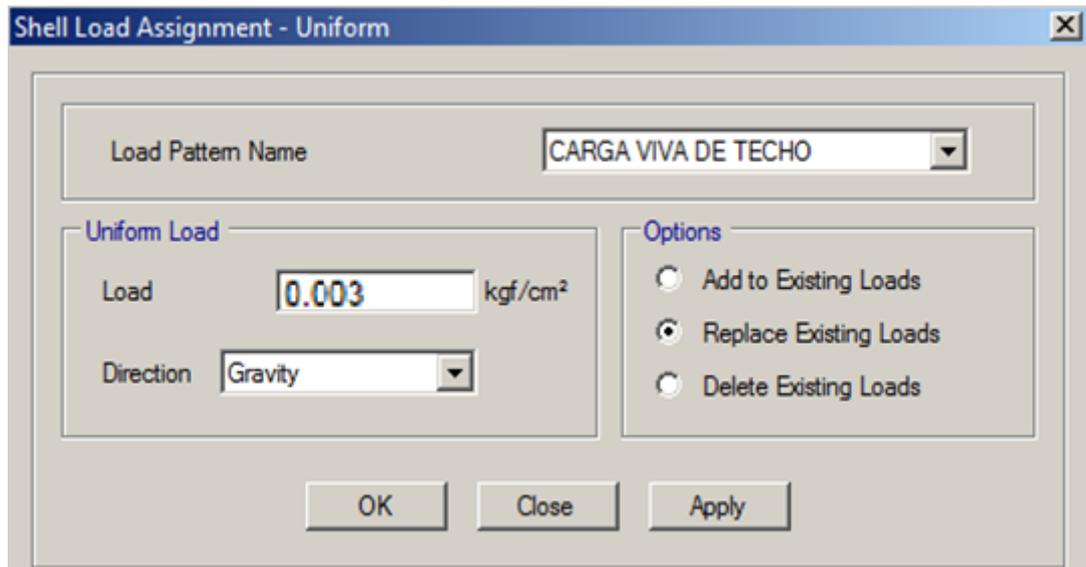


Figura 243: Aplicación de la carga de 30 kg/m² (0.003 kg/cm²) en losa de tejas de barro.

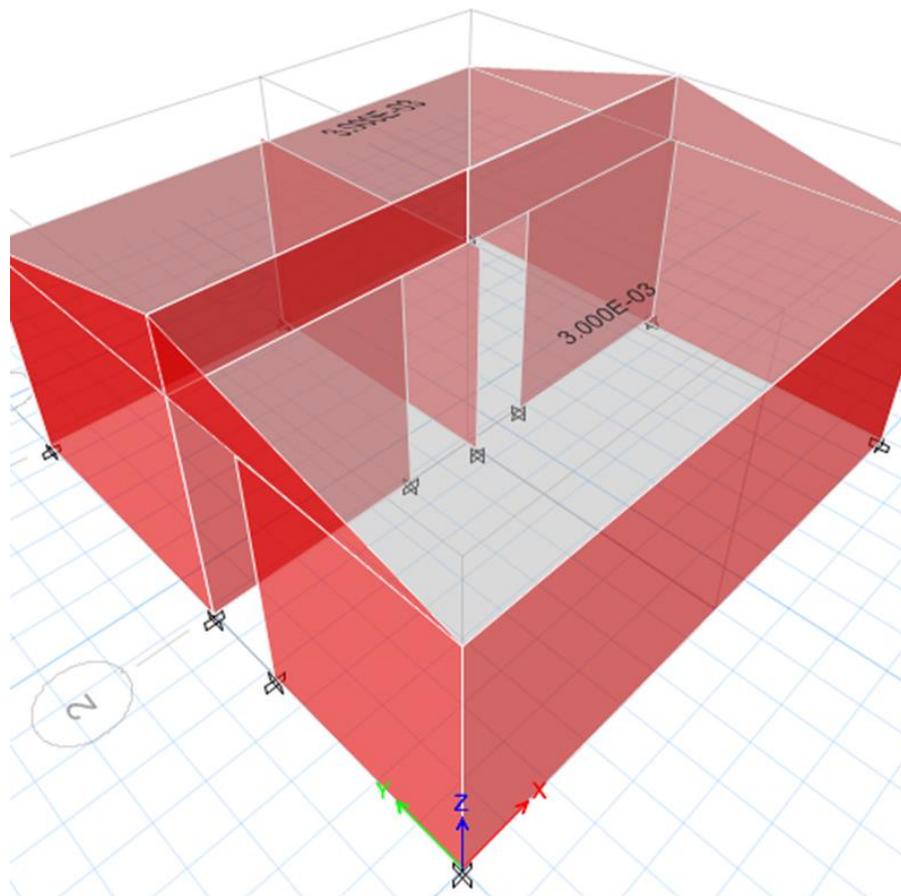


Figura 244: Se aprecia la carga en el la losa de teja serrana

3.3.8.4 Criterio y normativa de las distorsiones

Tabla 17. Límites para la distorsión del entrepiso

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

Fuente: Elaboración propia

31.1. Para estructuras regulares, los desplazamientos laterales se calculan multiplicando por 0,75 R los resultados obtenidos del análisis lineal y elástico con las solicitaciones sísmicas reducidas. Para estructuras irregulares, los desplazamientos laterales se calculan multiplicando por 0,85 R los resultados obtenidos del análisis lineal elástico.

Figura 245. Factor de multiplicación en sistemas de estructuras regulares

➤ Al desplazamiento lateral promedio del entre piso se le multiplicará por 0,75 y por 3 (sistema de albañilería) y por consiguiente el límite de distorsión que debe poseer para que cumpla la vivienda multifamiliar de tapial (considerado como sistema de mampostería) es ser menor a 0,005. Cabe destacar que ambas viviendas con o sin refuerzo cumplieron la normativa de la e-0.30.

3.3.8.5 Distorsión en la vivienda multifamiliar sin refuerzo

Tabla 18. *Distorsión en dirección Y*

| TABLE: Story Drifts | | | | | | | |
|---------------------|-----------------|------------|----------|-------|-----|-----|-----|
| Story | Load Case/Combo | Direction | Drift | Label | X | Y | Z |
| | | | | | cm | cm | cm |
| PISO 2 | SDY Max | Y | 0.000926 | 10 | 425 | 415 | 435 |
| PISO 1 | SDY Max | Y | 0.00261 | 16 | 315 | 415 | 335 |
| EN DIRECCION X | | | | | | | |
| NIVELES | ELASTICA(DRIF) | INELASTICA | E030 | | | | |
| PISO 1 | 0.001768 | 0.22% | 0.50% | | | | |

Fuente: Elaboración propia

→ En dirección Y: $0.001768 \times 0.75 \times 3 = 0.0022$

→ En dirección Y: $0.22\% < 0.50\%$, por lo que cumple la normativa e-0.30

Tabla 19. *Distorsión en dirección X*

| TABLE: Story Drifts | | | | | | | |
|---------------------|-----------------|------------|---------|-------|-----|-----|-----|
| Story | Load Case/Combo | Direction | Drift | Label | X | Y | Z |
| | | | | | cm | cm | cm |
| PISO 2 | SDX Max | X | 0.00133 | 1 | 0 | 415 | 435 |
| PISO 1 | SDX Max | X | 0.00199 | 22 | 425 | 395 | 335 |
| EN DIRECCION Y | | | | | | | |
| NIVELES | ELASTICA(DRIF) | INELASTICA | E030 | | | | |
| PISO 1 | 0.00166 | 0.37% | 0.50% | | | | |

Fuente: Elaboración propia

→ En dirección Y: $0.00166 \times 0.75 \times 3 = 0.003735$

→ En dirección X: $0.37\% < 0.50\%$, por lo que cumple la normativa e-0.30

3.3.8.6 Distorsión en la vivienda multifamiliar con refuerzo

Tabla 20. Distorsión en dirección Y

| TABLE: Story Drifts | | | | | | | |
|---------------------|-----------------|------------|----------|-------|---------|---------|---------|
| Story | Load Case/Combo | Direction | Drift | Label | X cm | Y cm | Z cm |
| PISO 2 | SDY Max | Y | 0.000079 | 10 | 425 | 415 | 435 |
| PISO 1 | SDY Max | Y | 0.000207 | 16 | 315 | 415 | 335 |
| EN DIRECCION X | | | | | | | |
| NIVELES | ELASTICA(DRIF) | INELASTICA | E030 | | | | |
| PISO 1 | 0.000143 | 0.032% | 0.50% | | | | |

Fuente: Elaboración propia

→ En dirección Y: $0.000143 \times 0.75 \times 3 = 0.00032175$

→ En dirección Y: $0.032\% < 0.50\%$, por lo que cumple la normativa e-0.30

Tabla 21. Distorsión en dirección X

| TABLE: Story Drifts | | | | | | | |
|---------------------|-----------------|------------|----------|-------|---------|---------|---------|
| Story | Load Case/Combo | Direction | Drift | Label | X cm | Y cm | Z cm |
| PISO 2 | SDX Max | X | 0.000132 | 12 | 850 | 415 | 435 |
| PISO 1 | SDX Max | X | 0.000226 | 22 | 425 | 395 | 335 |
| EN DIRECCION X | | | | | | | |
| NIVELES | ELASTICA(DRIF) | INELASTICA | E030 | | | | |
| PISO 1 | 0.000179 | 0.040% | 0.50% | | | | |

Fuente: Elaboración propia

→ En dirección Y: $0.00179 \times 0.75 \times 3 = 0.00040275$

→ En dirección Y: $0.040\% < 0.50\%$, por lo que cumple la normativa e-0.30

3.3.8.6 Desplazamiento lateral en un muro de tapial sin refuerzo

✚ Análisis en dirección “X” y “Y”

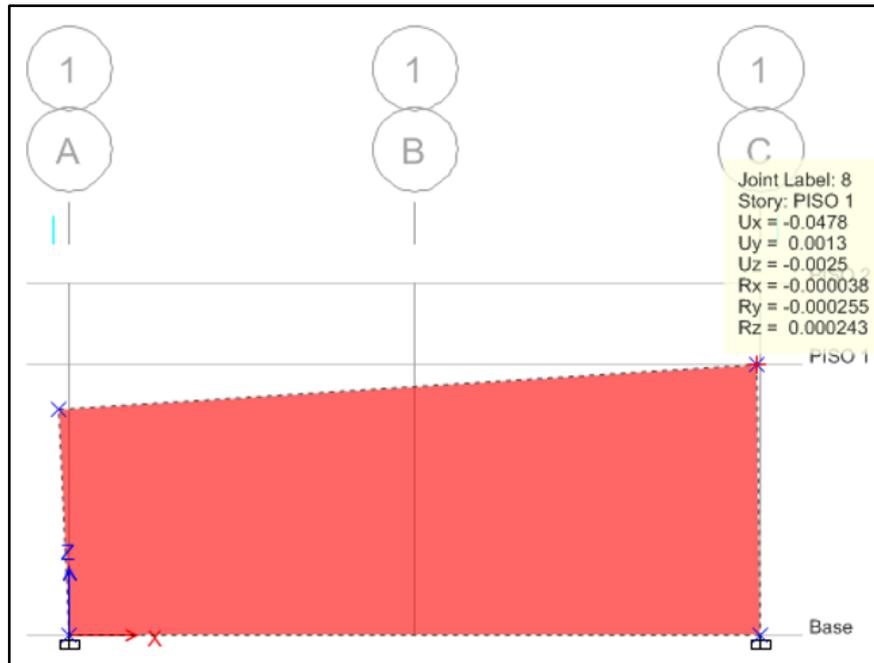


Figura 246. Se aprecia el desplazamiento en el nodo izquierdo del muro analizado

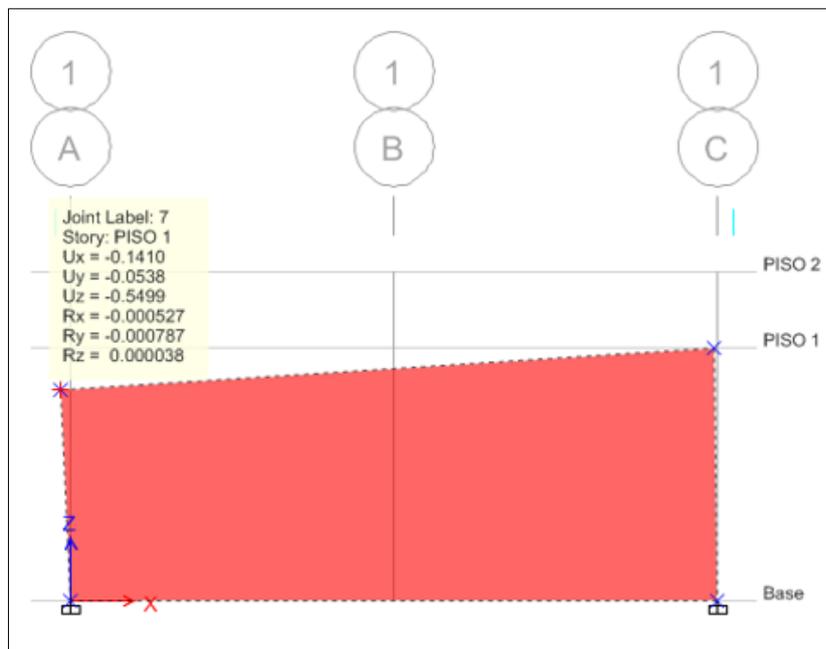


Figura 247. Se aprecia el desplazamiento en el nodo derecho del muro analizado

3.3.8.7 Desplazamiento Lateral en un muro de tapial con refuerzo

✚ Análisis en dirección “X” y “Y”

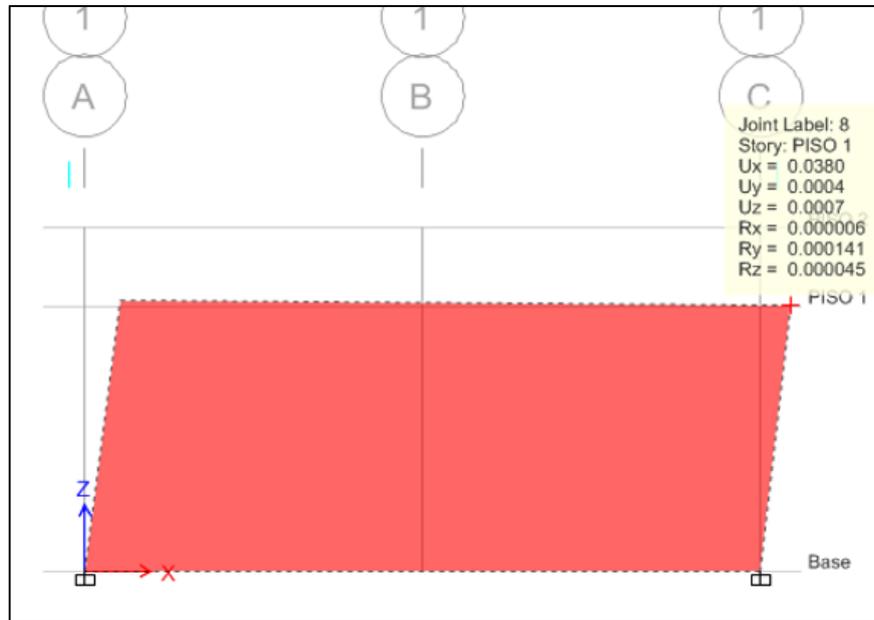


Figura 248. Se aprecia el desplazamiento en el nodo izquierdo del muro analizado

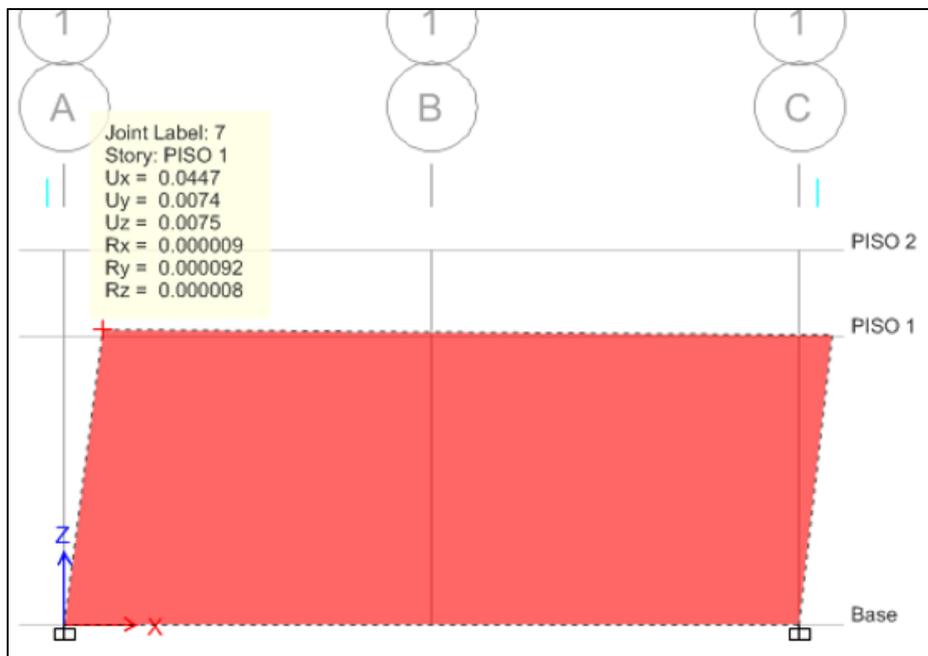


Figura 249. Se aprecia el desplazamiento en el nodo derecho del muro analizado

3.3.9 Desarrollo de la Rigidez Lateral

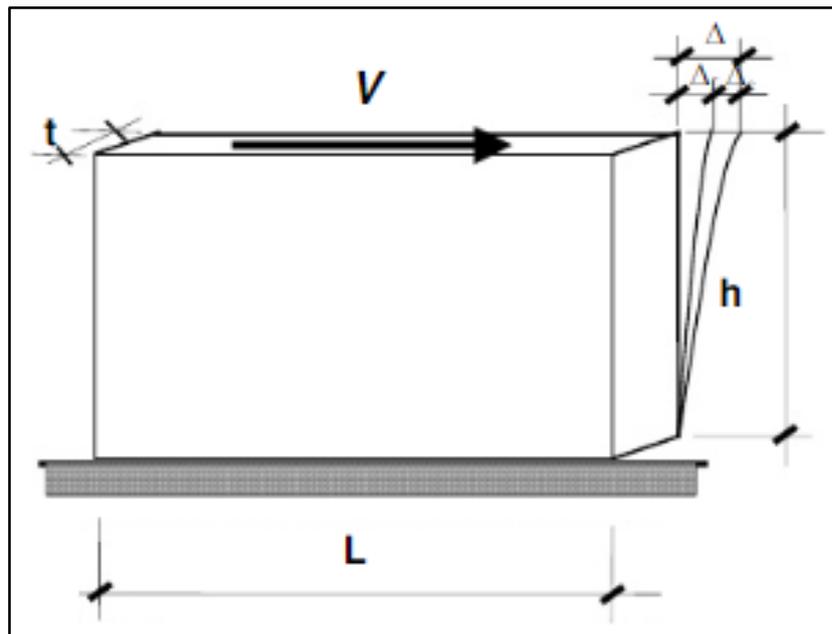


Figura 250. Rigidez lateral en un muro

$$k_{muro} = \frac{Et}{4\left(\frac{h}{L}\right)^3 + 3\left(\frac{h}{L}\right)}$$

k = rigidez lateral del muro
 E = Módulo de elasticidad del material
 t = espesor del muro
 h = altura del muro
 L = longitud del muro

Figura 251. Fórmula de la rigidez lateral de un muro

Datos obtenidos:

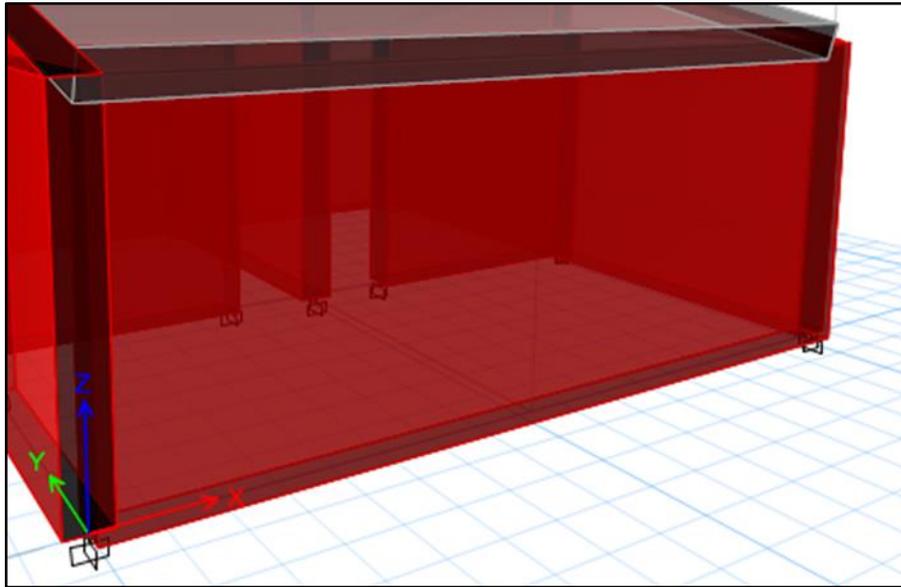


Figura 252. Muro de tapial con espesor de 0.40 m

$t = 0.40\text{m}$ (espesor del muro)

$h = 2.4\text{ m}$ (no se considera ni altura de cimiento ni sobrecimiento)

$L = 8.5\text{ m}$ (largo total de muro portante)

E = módulo de elasticidad con refuerzo y sin refuerzo

$F'm$ = resistencia a compresión axial (kg/cm^2)

Resultados de laboratorio

Rotura de muretes de tapial con refuerzo y sin refuerzo de carrizo:

$F'm$ con carrizo (malla de 2) = $12,87\text{ kg/cm}^2$

$F'm$ con carrizo (malla de 2) = $10,95$

$F'm$ con carrizo (malla de 2) = $8,03$

$F'm$ sin carrizo = $9,5\text{ kg/cm}^2$

3.3.9.1 Rigidez lateral en un muro sin refuerzo

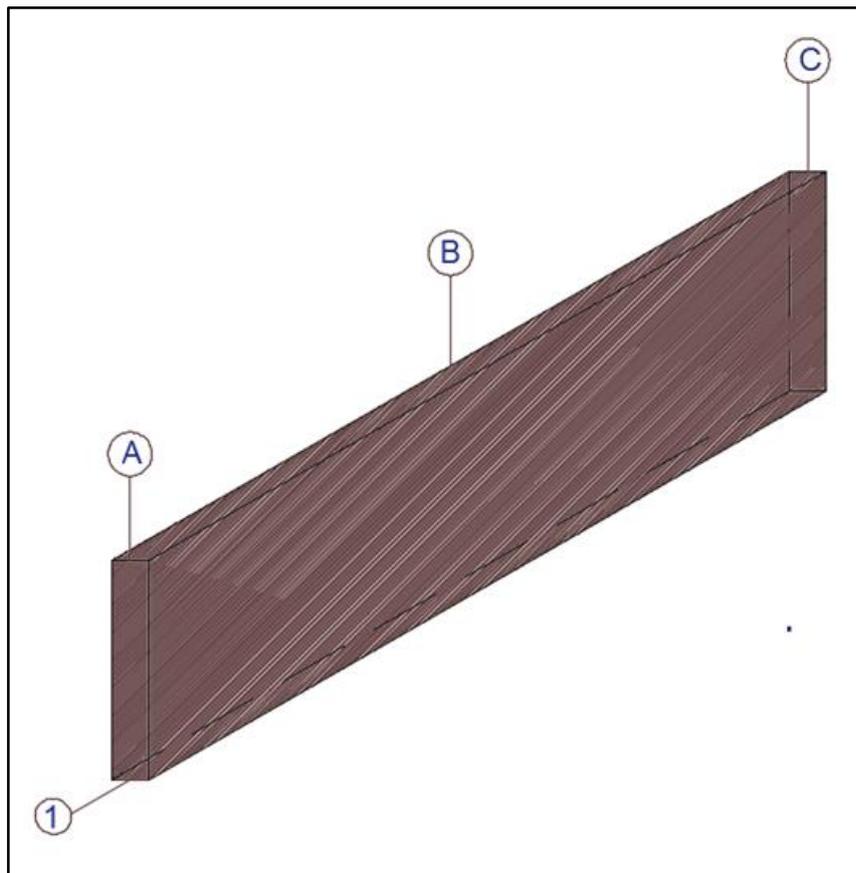


Figura 253. Muro de tapial sin refuerzo

Datos para muro sin refuerzo:

$t = 0.40\text{m}$ (espesor del muro)

$h = 2.4\text{ m}$ (no se considera ni altura de cimiento ni sobrecimiento)

$L = 8.5\text{ m}$ (largo total de muro portante)

$F'm = 9,5$ (resistencia a compresión axial kg/cm^2)

➤ Hallando el Módulo de elasticidad

$E = 500 \times F'm = 500 \times 9,5\text{ kg/cm}^2$

$E = 4\,750\text{ kg/cm}^2$

✚ **Rigidez lateral en dirección Y**

$$K_{\text{lateral } y} = \left[\frac{E_m \times t}{4x \left(\frac{h}{L}\right)^3 + 3x \left(\frac{h}{L}\right)} \right] = E_m \left[\frac{0,4\text{m} \times 100}{4x \left(\frac{2,40\text{m}}{8,50\text{m}}\right)^3 + 3x \left(\frac{2,40\text{m}}{8,50\text{m}}\right)} \right]$$

$K_{\text{lateral } y} = 42,68 \text{ cm} \times E_m = 42,68 \text{ cm} \times (4\,750 \text{ kg/cm}^2)$

$K_{\text{lateral } y} = 216\,980 \text{ kg/cm}$

$K_{\text{lateral } y} = 216,980 \text{ t/cm}$

✚ **Rigidez lateral en dirección X**

$$K_{\text{lateral } x} = \left[\frac{E_m \times t}{4x \left(\frac{h}{L}\right)^3 + 3x \left(\frac{h}{L}\right)} \right] = E_m \left[\frac{8,50\text{m} \times 100}{4x \left(\frac{2,40\text{m}}{0,40\text{m}}\right)^3 + 3x \left(\frac{2,40\text{m}}{0,40\text{m}}\right)} \right]$$

$K_{\text{lateral } x} = 0,964 \text{ cm} \times E_m = 0,964 \text{ cm} \times (4\,750 \text{ kg/cm}^2)$

$K_{\text{lateral } x} = 4\,579 \text{ kg/cm}$

$K_{\text{lateral } x} = 4,579 \text{ t/cm}$

3.3.9.2 Rigidez lateral en un muro con refuerzo y separación de 16 cm

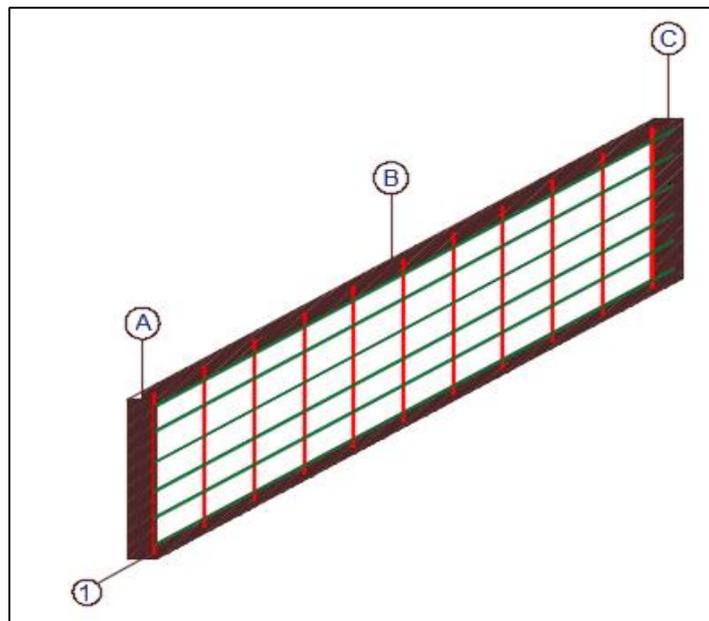


Figura 254. Muro de tapial con refuerzo de carrizo espaciado a 24 cm

Datos para muro sin refuerzo:

$t = 0.40\text{m}$ (espesor del muro)

$h = 2.4\text{ m}$ (no se considera ni altura de cimiento ni sobrecimiento)

$L = 8.5\text{ m}$ (largo total de muro portante)

$F'm = 12,87$ (resistencia a compresión axial kg/cm^2)

➤ Hallando el Módulo de elasticidad

$E = 500 \times F'm = 500 \times 12,87\text{ kg/cm}^2$

$E = 6\,435\text{ kg/cm}^2$

✚ Rigidez lateral en dirección Y

$$K_{\text{lateral y}} = \left[\frac{E_m \times t}{4x \left(\frac{h}{L}\right)^3 + 3x \left(\frac{h}{L}\right)} \right] = E_m \left[\frac{0,4\text{m} \times 100}{4x \left(\frac{2,40\text{m}}{8,50\text{m}}\right)^3 + 3x \left(\frac{2,40\text{m}}{8,50\text{m}}\right)} \right]$$

$K_{\text{lateral x}} = 42,68\text{ cm} \times E_m = 42,68\text{ cm} \times (6\,435\text{ kg/cm}^2)$

$K_{\text{lateral x}} = 274\,645\text{ kg/cm}$

$K_{\text{lateral x}} = 274,645\text{ t/cm}$

✚ Rigidez lateral en dirección X

$$K_{\text{lateral x}} = \left[\frac{E_m \times t}{4x \left(\frac{h}{L}\right)^3 + 3x \left(\frac{h}{L}\right)} \right] = E_m \left[\frac{8,5\text{m} \times 100}{4x \left(\frac{2,40\text{m}}{0,40\text{m}}\right)^3 + 3x \left(\frac{2,40\text{m}}{0,40\text{m}}\right)} \right]$$

$K_{\text{lateral x}} = 0,964\text{ cm} \times E_m = 0,964\text{ cm} \times (6\,435\text{ kg/cm}^2)$

$K_{\text{lateral x}} = 6\,203,34\text{ kg/cm}$

$K_{\text{lateral x}} = 6,203\text{ t/cm}$

3.3.9.3 Rigidez lateral en un muro con refuerzo y separación a 7 cm

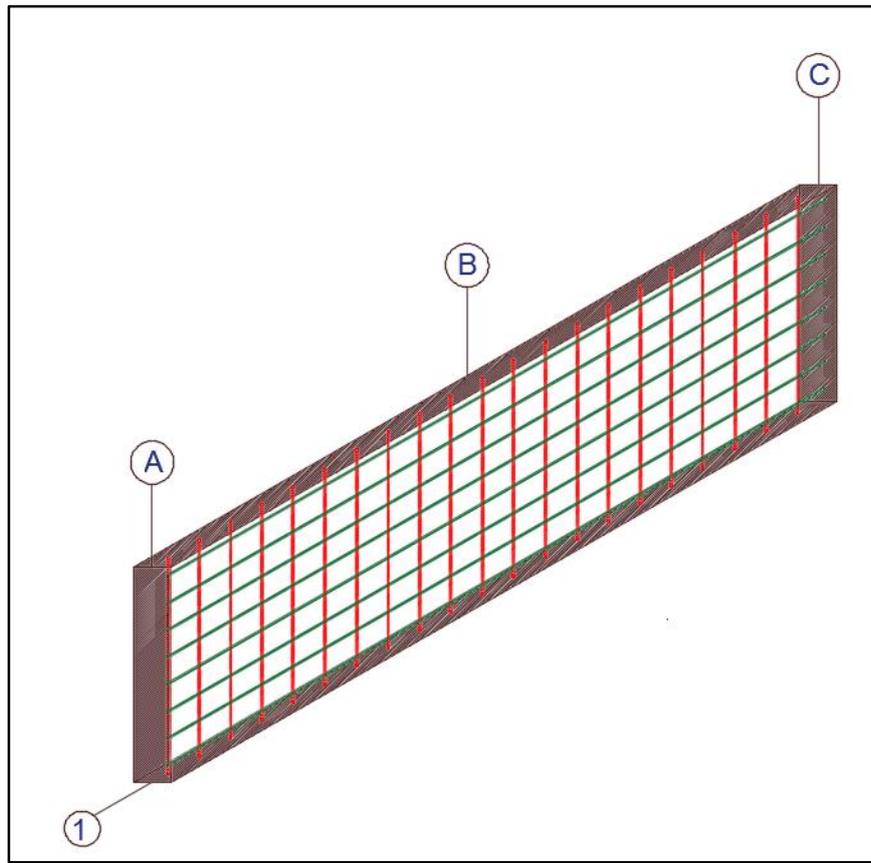


Figura 255. Muro de tapial con refuerzo con espaciamiento a 11 cm

Datos para muro sin refuerzo:

$t = 0.40\text{m}$ (espesor del muro)

$h = 2.4\text{ m}$ (no se considera ni altura de cimiento ni sobrecimiento)

$L = 8.5\text{ m}$ (largo total de muro portante)

$F'm = 12,87$ (resistencia a compresión axial kg/cm^2)

➤ Hallando el Módulo de elasticidad

$E = 500 \times F'm = 500 \times 10,95\text{ kg/cm}^2$

$E = 5\,475\text{ kg/cm}^2$

✚ Rigidez lateral en dirección Y

$$K_{lateral y} = \left[\frac{E_m \times t}{4x \left(\frac{h}{L}\right)^3 + 3x \left(\frac{h}{L}\right)} \right] = E_m \left[\frac{0,4m \times 100}{4x \left(\frac{2,40m}{8,50m}\right)^3 + 3x \left(\frac{2,40m}{8,50m}\right)} \right]$$

$$K_{lateral y} = 42,68 \text{ cm} \times E_m = 42,68 \text{ cm} \times (5\,475 \text{ kg/cm}^2)$$

$$K_{lateral y} = 233\,673 \text{ kg/cm}$$

$$K_{lateral y} = 233,673 \text{ t/cm}$$

✚ Rigidez lateral en dirección X

$$K_{lateral x} = \left[\frac{E_m \times t}{4x \left(\frac{h}{L}\right)^3 + 3x \left(\frac{h}{L}\right)} \right] = E_m \left[\frac{8,5m \times 100}{4x \left(\frac{2,40m}{0,40m}\right)^3 + 3x \left(\frac{2,40m}{0,40m}\right)} \right]$$

$$K_{lateral x} = 0,964 \text{ cm} \times E_m = 0,964 \text{ cm} \times (5\,475 \text{ kg/cm}^2)$$

$$K_{lateral x} = 5\,277,9 \text{ kg/cm}$$

$$K_{lateral x} = 5,278 \text{ t/cm}$$

→ Con esto se llega a determinar que hay mayor rigidez en la dirección x por lo que habría menos desplazamiento en esta dirección, y de la misma forma menos rigidez en la dirección y por lo que habría mayor desplazamiento en la dirección última mencionada.

3.3.9.4 Rigidez lateral en un muro con refuerzo y separación a 5 cm

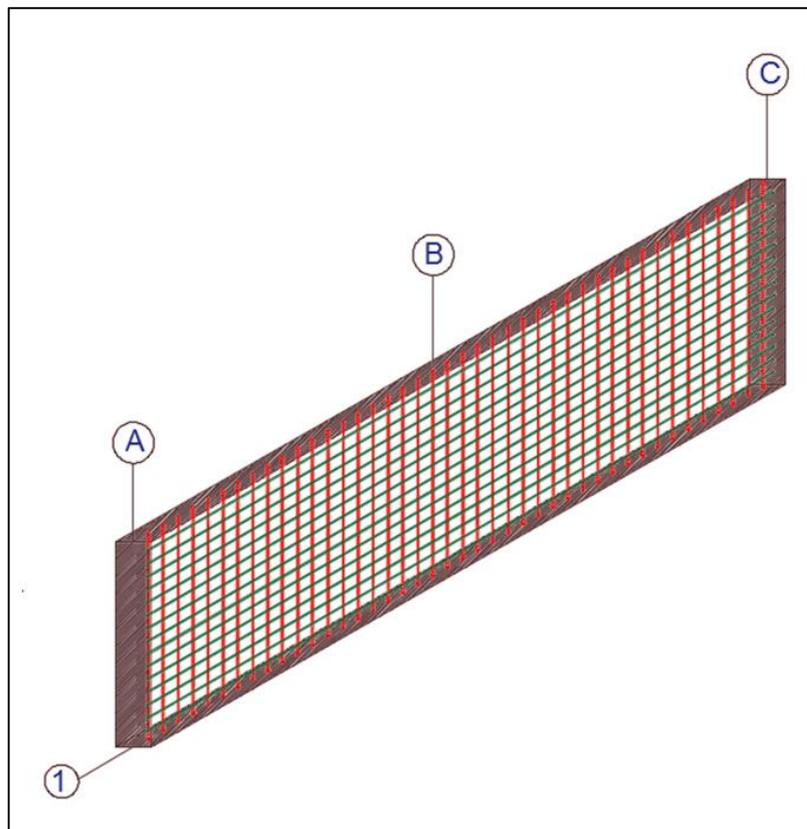


Figura 256. Muro de tapial con refuerzo con espaciamiento a 5,5 cm

Datos para muro sin refuerzo:

$t = 0.40\text{m}$ (espesor del muro)

$h = 2.4\text{ m}$ (no se considera ni altura de cimiento ni sobrecimiento)

$L = 8.5\text{ m}$ (largo total de muro portante)

$F'm = 8,03\text{ kg/cm}^2$ (resistencia a compresión axial kg/cm^2)

➤ Hallando el Módulo de elasticidad

$E = 500 \times F'm = 500 \times 8,03\text{ kg/cm}^2$

$E = 4\,015\text{ kg/cm}^2$

✚ **Rigidez lateral en dirección Y**

$$K_{\text{lateral y}} = \left[\frac{E_m \times t}{4x \left(\frac{h}{L}\right)^3 + 3x \left(\frac{h}{L}\right)} \right] = E_m \left[\frac{0,4\text{m} \times 100}{4x \left(\frac{2,40\text{m}}{8,50\text{m}}\right)^3 + 3x \left(\frac{2,40\text{m}}{8,50\text{m}}\right)} \right]$$

$$K_{\text{lateral y}} = 42,68 \text{ cm} \times E_m = 42,68 \text{ cm} \times (4\,015 \text{ kg/cm}^2)$$

$$K_{\text{lateral y}} = 171\,360 \text{ kg/cm}$$

$$K_{\text{lateral y}} = 171,360 \text{ t/cm}$$

✚ **Rigidez lateral en dirección X**

$$K_{\text{lateral x}} = \left[\frac{E_m \times t}{4x \left(\frac{h}{L}\right)^3 + 3x \left(\frac{h}{L}\right)} \right] = E_m \left[\frac{8,50\text{m} \times 100}{4x \left(\frac{2,40\text{m}}{0,40\text{m}}\right)^3 + 3x \left(\frac{2,40\text{m}}{0,40\text{m}}\right)} \right]$$

$$K_{\text{lateral x}} = 0,964 \text{ cm} \times E_m = 0,964 \text{ cm} \times (4\,015 \text{ kg/cm}^2)$$

$$K_{\text{lateral x}} = 3\,957 \text{ kg/cm}$$

$$K_{\text{lateral x}} = 3,957 \text{ t/cm}$$

3.4 Resultados

3.4.1 Resultados del ensayo a tracción del carrizo diámetro 3/4"

Estos resultados de la máxima fuerza en la que puede resistir un carrizo 3/4" es para verificar y argumentar mediante ensayos de laboratorio lo que indica mis antecedentes en los que me estoy basando tanto el esfuerzo a tracción como el módulo de elasticidad del refuerzo que se está planteando para muros de tapial.

3.4.1.1 Resultado de Probeta 1 de carrizo diámetro 3/4"

En la siguiente tabla se presenta la curvatura de deformación de la primera muestra que se realizó en el laboratorio del LEM.

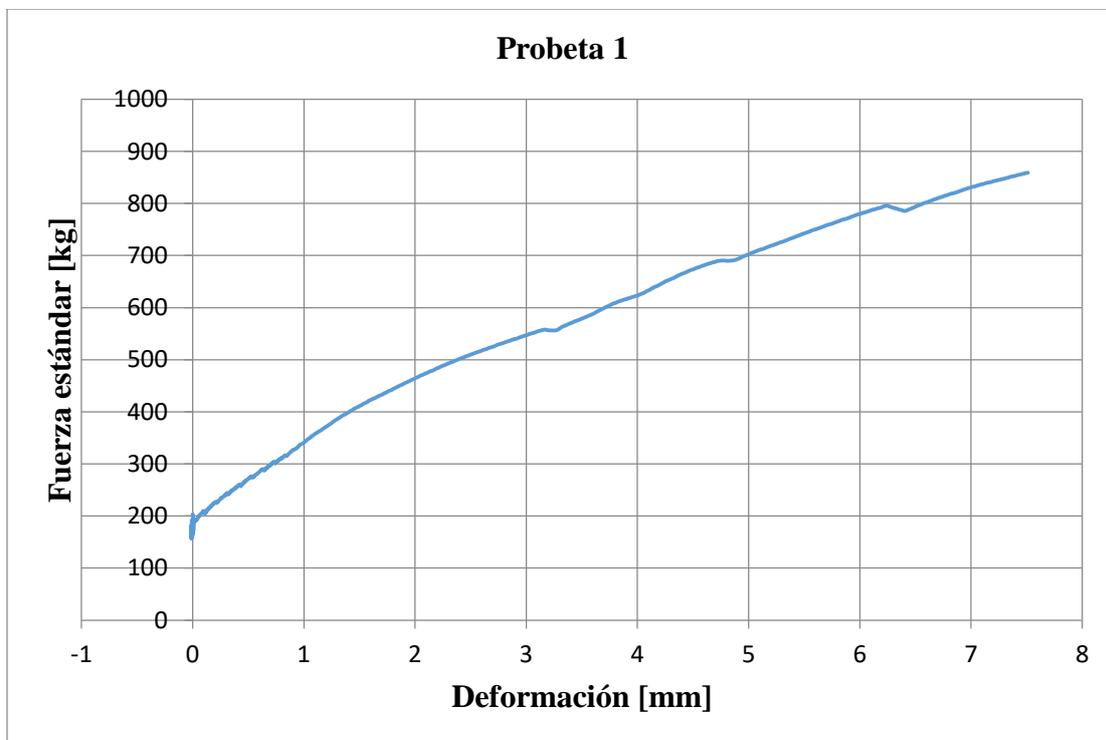


Figura 257. Curva de deformación de probeta 1 de carrizo de 3/4" de diámetro

➤ En esta figura 257 se puede apreciar la fuerza máxima en el que resistió la primera muestra de carrizo de 3/4" de diámetro, el movimiento que se generó al tensar el carrizo fue progresivo, destacando que los extremos del carrizo estaban llenos de epóxido, yeso y cemento.

3.4.1.2 Resultados de Probeta 2 de carrizo diámetro 3/4

En la siguiente tabla se presenta la curvatura de deformación de la primera muestra que se realizó en el laboratorio del LEM.

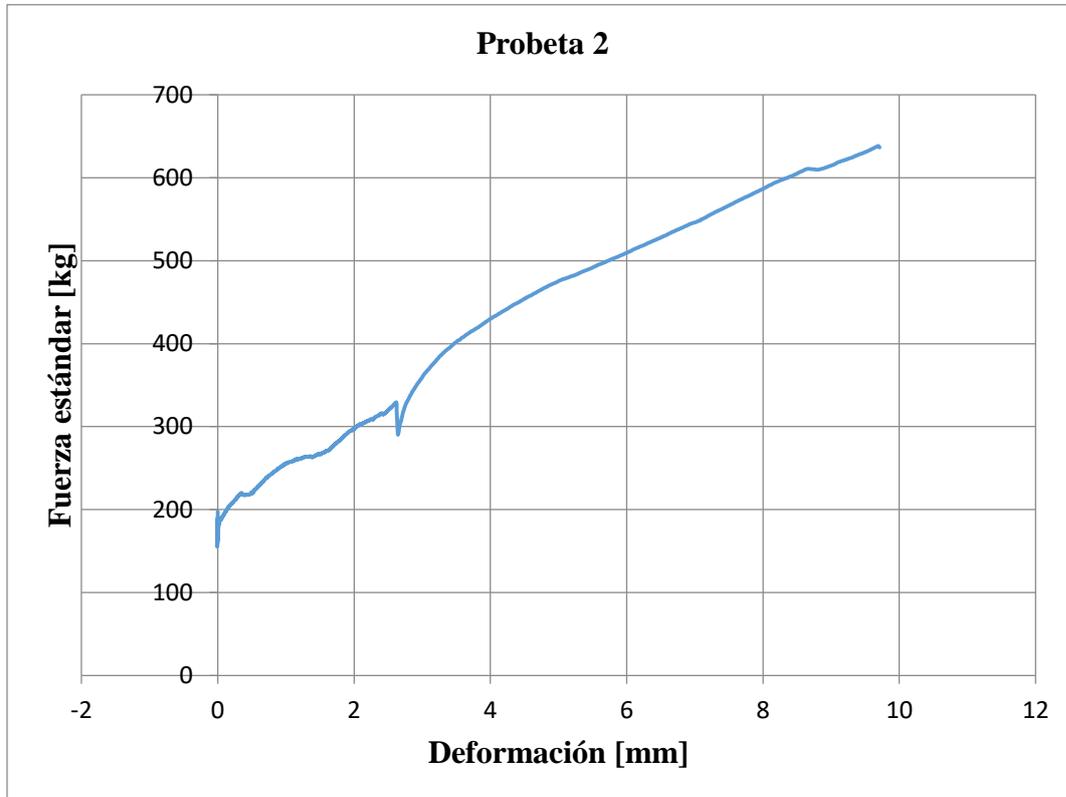


Figura 258. Curva de deformación de probeta 2 de carrizo de 3/4" de diámetro

➤ En esta figura 258 se aprecia que la probeta 2 de carrizo con un diámetro de 3/4" y con epóxido, yeso y cemento en los extremos para ser sujetos de ahí tuvo una resistencia de carga máxima de 639 kg, por consiguiente un esfuerzo a tracción de 566,80 kg/cm²; esto lo generó un desplazamiento continuo al tensarlo.

➤ Hay que destacar que a comparación de la figura 257 hay una diferencia considerable de más de 200 kg de carga máxima en las características del ensayo a tracción y de la misma forma en el esfuerzo a tracción hay una diferencia notable.

3.4.1.3 Resultados de Probeta 3 de carrizo diámetro $\frac{3}{4}$

En la siguiente tabla se presenta la curvatura de deformación de la primera muestra que se realizó en el laboratorio del LEM

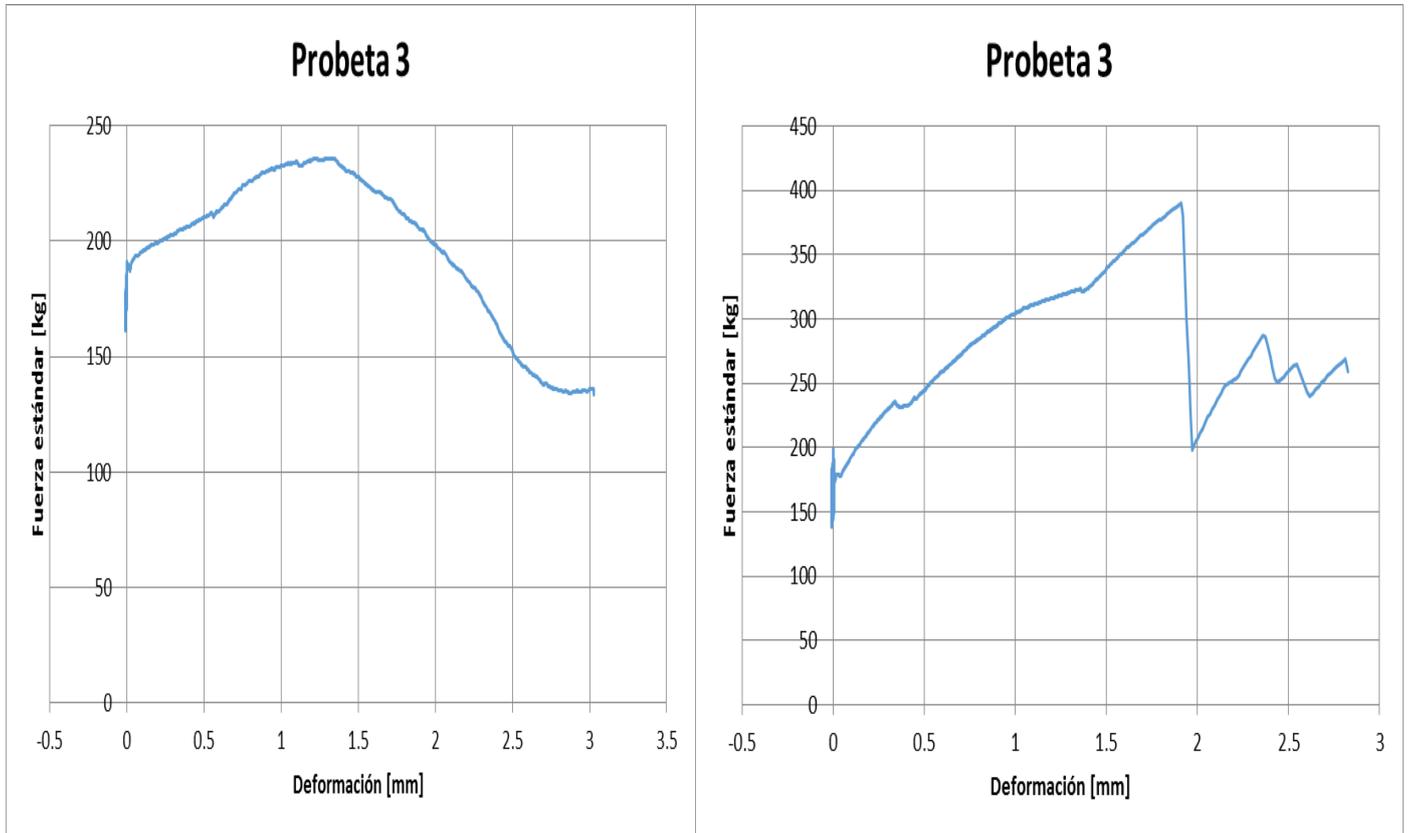


Figura 259. Curva de deformación de probeta 3 de carrizo de $\frac{3}{4}$ " de diámetro

➤En esta figura 259 se aprecia que la probeta 3 de carrizo con un diámetro de $\frac{3}{4}$ " alcanzó dos puntos máximos de resistencia esto se debe a que en primera instancia no se tensó hasta que falla por tal motivo la misma probeta 3 de carrizo se volvió a ensayar y medir su resistencia. La probeta 3 en su primera instancia resiste una carga máxima de 230 kg y el esfuerzo a tracción fue de 184 kg/cm²; posteriormente la instancia 2 la probeta 3 resistió 390 kg y a su vez el esfuerzo a la tracción fue de 1116,72 kg/cm²; y se destaca que en esta probeta el desplazamiento también fue continuo.

3.4.1.4 Resultados de Probeta 4 de carrizo diámetro 3/4

En la siguiente tabla se presenta la curvatura de deformación de la cuarta muestra que se realizó en el laboratorio del LEM.

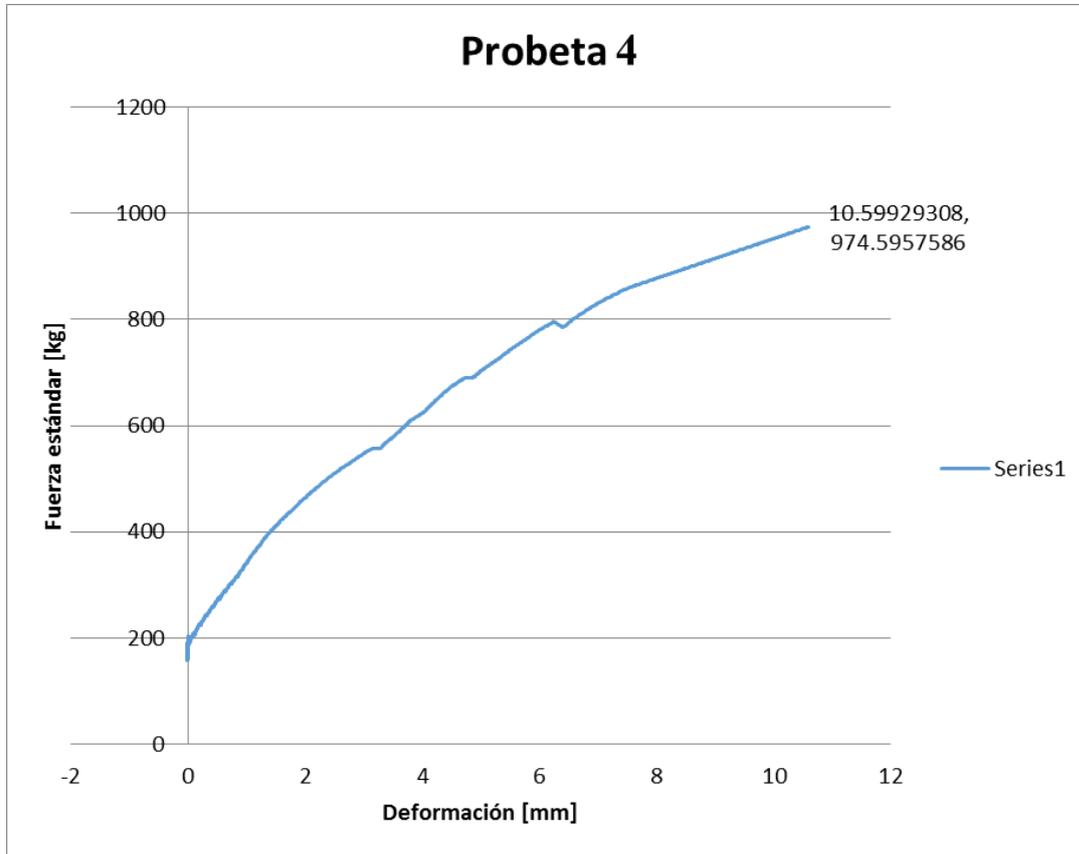


Figura 260. Curva de deformación de probeta 4 de carrizo de 3/4" de diámetro

➤ En esta figura 260 se aprecia que la probeta 4 de carrizo con un diámetro de 3/4" y con epóxido, yeso y cemento en los extremos para ser sujetos de ahí, tuvo una resistencia de carga máxima de 974 kg, por consiguiente un esfuerzo a tracción de 1116, 972 kg/cm²; esto lo generó un desplazamiento continuo al tensarlo.

➤ Hay que destacar que a comparación de la figura anterior hay una notable diferencia de más de 400 kg de carga máxima de resistencia en el ensayo a tracción así como en el esfuerzo que se genera.

3.4.1.5 Cuadro de resumen de las probetas de carrizo diámetro 3/4”

Tabla 22. Tracción en Segunda probeta de carrizo

| Probetas | Altura (cm) | Radio 1 (cm) | Radio 2 (cm) | Área (cm ²) | Fuerza Aplicada (Km) | Esfuerzo a tracción (km/cm ²) |
|----------|-------------|--------------|--------------|-------------------------|----------------------|---|
| P-1 | 60 | 1 | 0.85 | 0.872 | 859 | 985.092 |
| P-2 | 54 | 0.96 | 0.75 | 1.128 | 639 | 566.489 |
| P-3 | 54 | 0.98 | 0.75 | 1.25 | 390 | 312 |
| P-4 | 52 | 1 | 0.85 | 0.872 | 974 | 1116.972 |

Fuente: Elaboración propia

➤En esta tabla de resumen se puede apreciar las características de cada probeta de carrizo de 3/4” de diámetro, el área donde se aplica la fuerza al tensarlo y el esfuerzo a tracción (módulo de rotura) de cada carrizo.

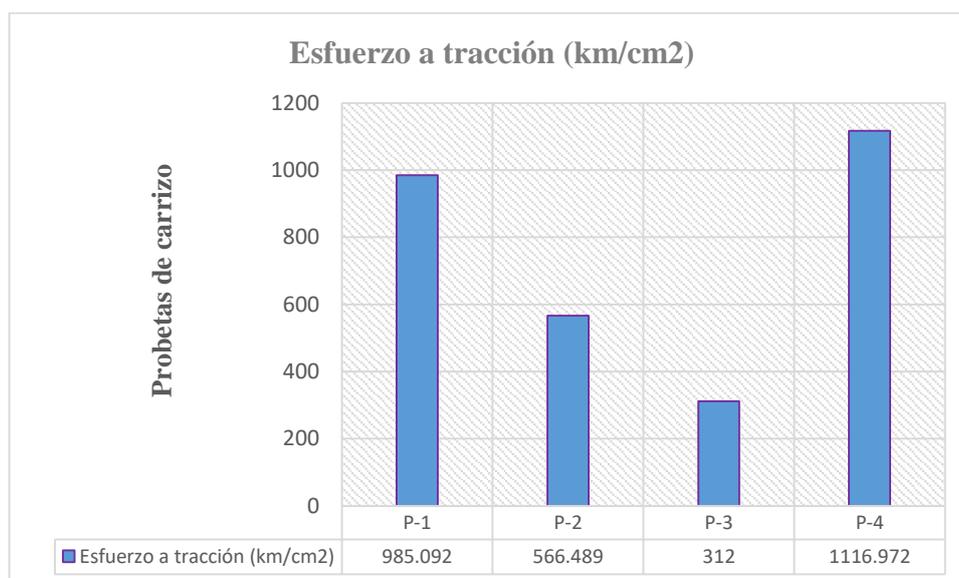


Figura 261. Probetas de carrizo en el módulo de rotura

En esta figura 261 se puede apreciar la diferencia entre esfuerzos a tracción de cada probeta de carrizo, en la que básicamente la probeta 1 y 4 posee un esfuerzo a tracción aceptable, por lo que las probetas 2 y 3 de carrizo se desprecian al tener un esfuerzo muy bajo de 1 100 kg/cm².

3.4.2 Resultados del ensayo a tracción de láminas de carrizo

El ensayo a tracción en láminas de carrizo se propuso para la verificación del anterior ensayo que es el mismo a tracción pero con la diferencia que se aplica en varillas de carrizo de $\frac{3}{4}$ " de diámetro, además se destaca que en las láminas de carrizo se cambia la aplicación del desplazamiento continuo por el desplazamiento de carga y descarga.

3.4.2.1 Resultados de Lámina 1 y 2 de carrizo

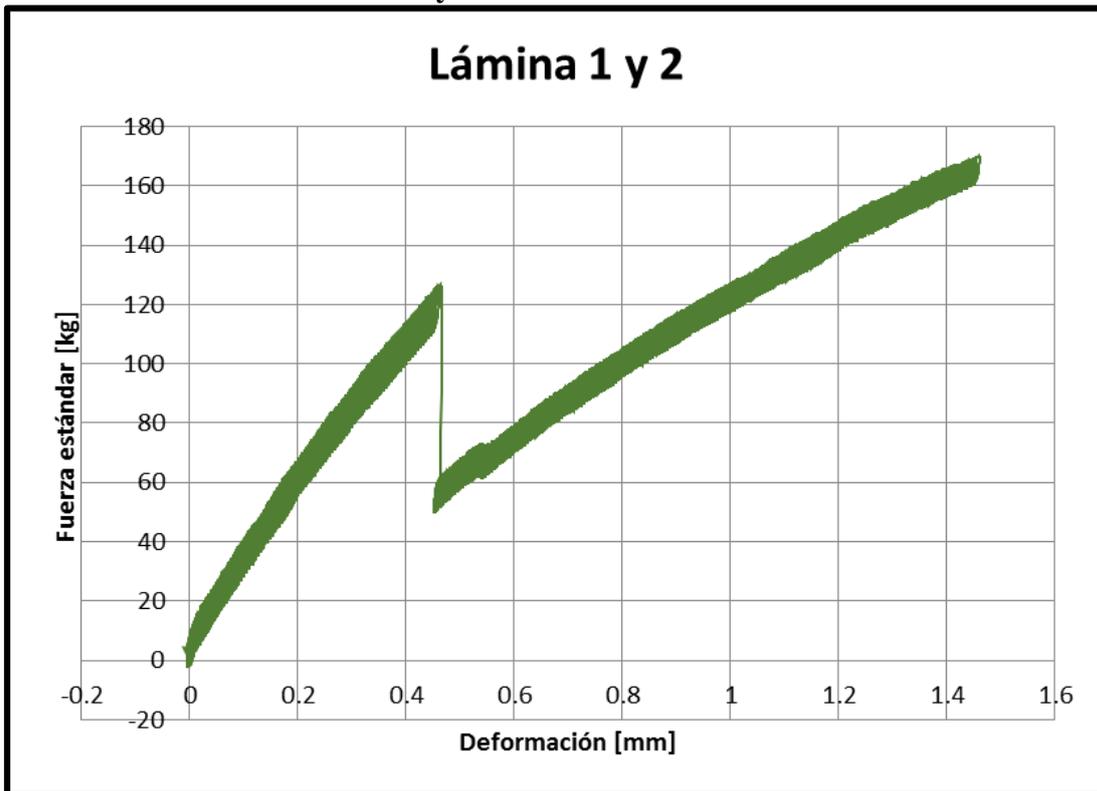


Figura 262. Curva de deformación de la lámina 1 y 2 de carrizo

➤ En esta figura 262 se aprecia la deformación y la fuerza estándar aplicada a las láminas de carrizo 1 y 2 aplicadas al mismo tiempo en la máquina a tracción pero la rotura fue individual para cada lámina

➤ En la figura 262 se aprecia dos puntos altos que alcanza cada lámina de carrizo. El primer punto alto lo alcanzó la lámina 1 de carrizo que resistió una fuerza estándar de 120 kg, el segundo punto alto que se aprecia en la curva de deformación es de la lámina 2 de carrizo que resistió una fuerza estándar de 170 kg, en ambos se aplicó un desplazamiento de carga y descarga.

3.4.2.2 Resultados de Lámina 3 y 4 de carrizo

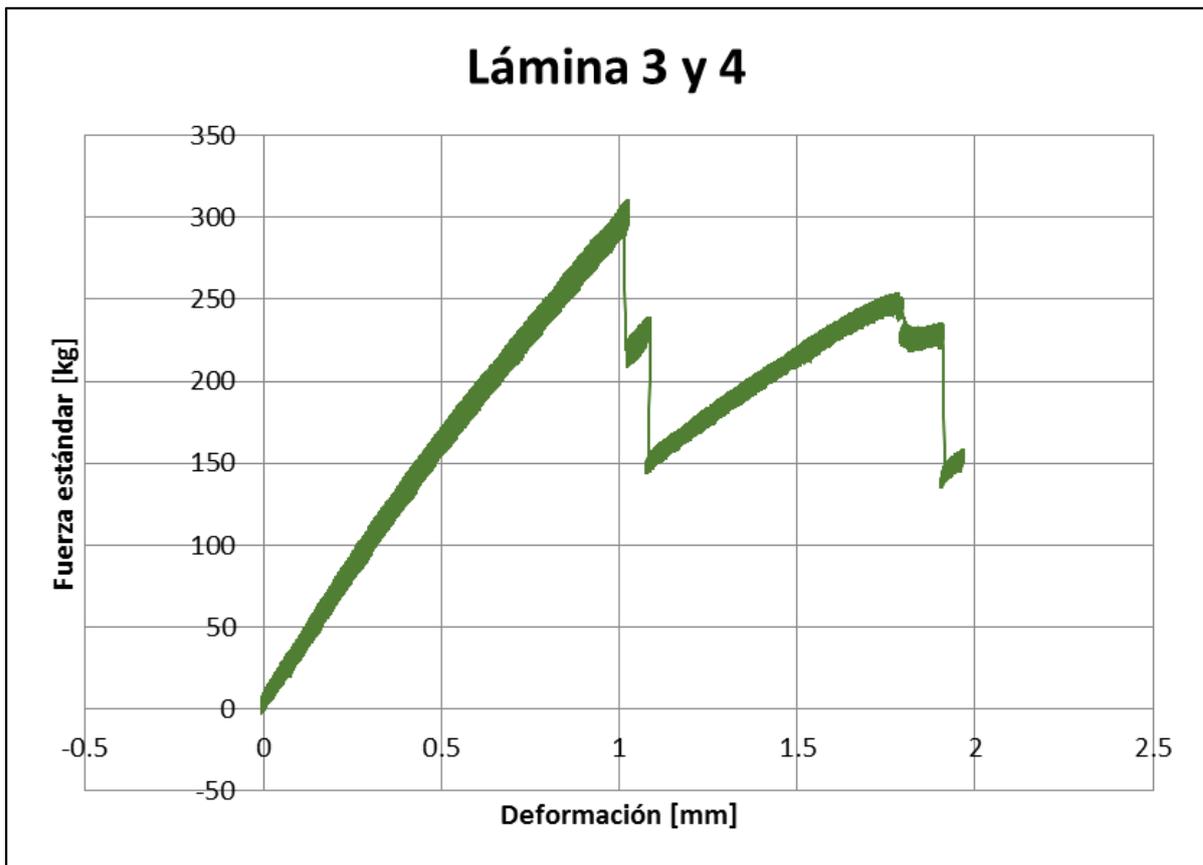


Figura 263. Curva de deformación de la lámina 3 y 4 de carrizo

En esta figura 263 se aprecia la deformación y la fuerza estándar aplicada a las láminas de carrizo 3 y 4 aplicadas al mismo tiempo en la máquina a tracción pero la rotura fue individual para cada lámina.

En la figura 263 se aprecia dos puntos altos que alcanza cada lámina de carrizo. El primer punto alto lo alcanzó la lámina 3 de carrizo que resistió una fuerza estándar de 310 kg, el segundo punto alto que se aprecia en la curva de deformación es de la lámina 4 de carrizo que resistió una fuerza estándar de 253 kg, en ambos se aplicó un desplazamiento de carga y descarga esto se aprecia por el grosor de la curva y por la lentitud en el que se tensa las láminas de carrizo

3.4.2.3 Cuadro de resumen de las láminas de carrizo diámetro 3/4"

Tabla 23. Características de las láminas de carrizo

| Láminas | Altura (cm) | Largo (cm) | Ancho (cm) | Área (cm ²) | Fuerza Aplicada (Kg) | Esfuerzo a tracción (kg/cm ²) |
|---------|-------------|------------|------------|-------------------------|----------------------|---|
| L-1 | 22 | 0.88 | 0.17 | 0.15 | 120 | 802.1 |
| L-2 | 22 | 0.90 | 0.17 | 0.15 | 170 | 1111.1 |
| L-3 | 23 | 1.30 | 0.21 | 0.27 | 310 | 1135.5 |
| L-4 | 23 | 1.13 | 0.20 | 0.23 | 253 | 1119.5 |

Fuente: Elaboración propia

➤En esta tabla 23 se aprecia las características de las láminas y el resumen de las cuatro fuerzas aplicadas a las láminas del carrizo y por consiguiente los esfuerzos a tracción de las mismas en unidades de kg/m².

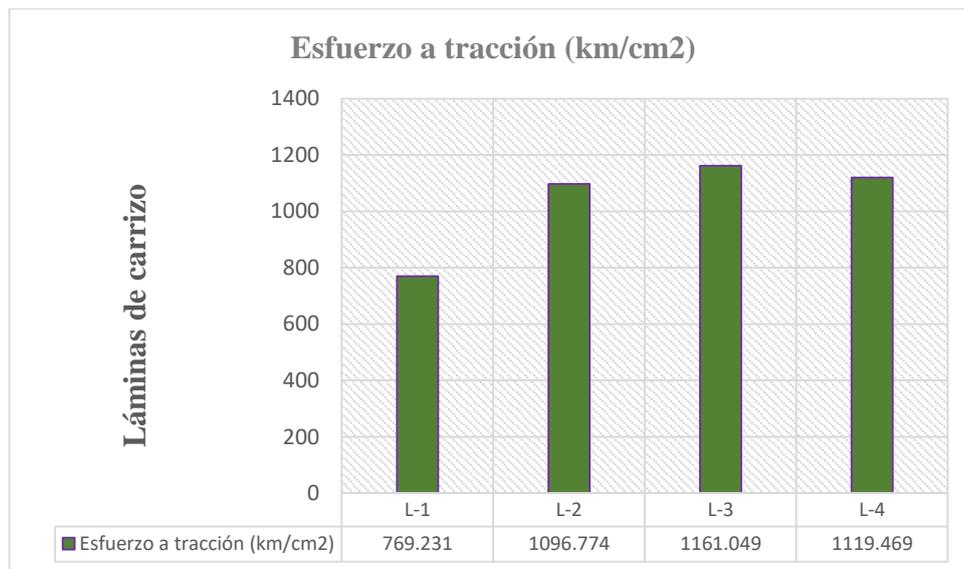


Figura 264. Esfuerzo a tracción de las láminas de carrizo

➤En esta figura 264 se puede apreciar el esfuerzo a tracción de cada lámina de carrizo y que tres de ellas cumplen el rango de 1100 kg/cm²; con estos resultados favorables se verifica que el carrizo es un material que trabaja excelente a tracción.

3.4.3 Resultados del ensayo a compresión axial de pilas

Tabla 24. Descripción y toma de datos de compresión axial

| Pilas | Fecha de elaboración | Fecha de Rotura | Edad | Largo (cm) | Ancho (cm) | Altura (cm) |
|-------|----------------------|-----------------|------|------------|------------|-------------|
| P-1 | 13/10/2018 | 12/11/2018 | 28 | 30 | 20 | 40 |
| P-2 | 13/10/2018 | 12/11/2018 | 28 | 30 | 20 | 40 |
| P-3 | 13/10/2018 | 12/11/2018 | 28 | 30 | 20 | 40 |
| P-4 | 13/10/2018 | 12/11/2018 | 28 | 30 | 20 | 40 |

Fuente: Elaboración propia

➤ En la tabla 24 se aprecia los datos que te genera el ensayo a compresión axial, y se observa el dato principal que sería la carga máxima que resiste cada murete, teniendo en cuenta que la primera pila es sin refuerzo.

3.4.3.1 Resultados de los esfuerzos a compresión axial de pilas

Tabla 25. Resultados del esfuerzo a compresión en unidades de Kg/cm²

| Pilas | Descripción | Cantidad de refuerzo | Área (cm ²) | Carga Máxima (Kg) | Esfuerzo a compresión axial (kg/cm ²) |
|-------|-------------|----------------------|-------------------------|-------------------|---|
| P-1 | Sin carrizo | 0 | 600 | 5700 | 9.5 |
| P-2 | Con carrizo | 2 | 600 | 7720 | 12.867 |
| P-3 | Con carrizo | 3 | 600 | 6570 | 10.95 |
| P-4 | Con carrizo | 4 | 600 | 4820 | 8.033 |

Fuente: Elaboración propia

En esta tabla 25 se puede apreciar los esfuerzos a compresión en unidades de Kg/cm², obtenido de la división entre la carga y el área. Se aprecia una variación entre la pila sin refuerzo y con refuerzo y a su vez también entre los muretes con refuerzo.

El área que se aprecia es la parte superficial donde se aplicó la carga por compresión axial.

Tabla 26. Resultados del esfuerzo a compresión en unidades de KPA

| Pilas | Descripción | Cantidad de refuerzo | Área (cm ²) | Carga máxima (KN) | Esfuerzo a compresión axial (KPA) |
|-------|-------------|----------------------|-------------------------|-------------------|-----------------------------------|
| P-1 | Sin carrizo | 0 | 600 | 55.86 | 0.931 |
| P-2 | Con carrizo | 2 | 600 | 75.656 | 1.261 |
| P-3 | Con carrizo | 3 | 600 | 64.386 | 1.073 |
| P-4 | Con carrizo | 4 | 600 | 47.236 | 0.787 |
| | | | | | 1.261 |

Fuente: Elaboración propia

En esta tabla se aprecia los esfuerzos a compresión axial en KPA y en este caso solo se considerará el valor del máximo de las 3 muestras de tapial con refuerzo de carrizo 1.261KPA superando el valor de la norma del adobe la E-0.80 para las unidades de 1.2 KPA (12kg/cm²). Teniendo en cuenta que el espesor del tapial es mayor que las paredes de adobe.

3.4.3.2 Gráficos estadísticos a compresión axial de pilas en KN Y KPA

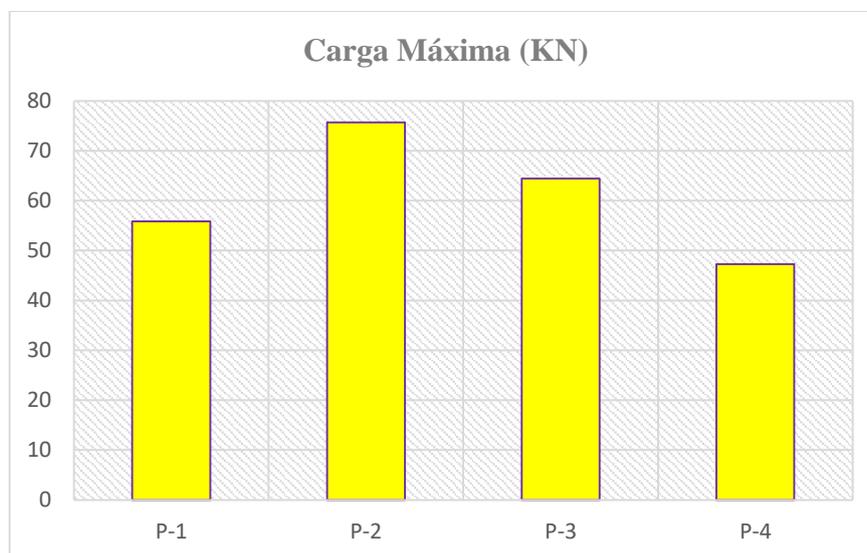


Figura 265. Carga máxima en Kilogramos

En esta figura 265 se aprecia la carga máxima más baja en la pila 4 destacando también que era la pila con más refuerzo de carrizo (vertical y horizontal). Se aprecia que la pila 2 con el refuerzo de menos cantidad ha resistido la más alta carga máxima.

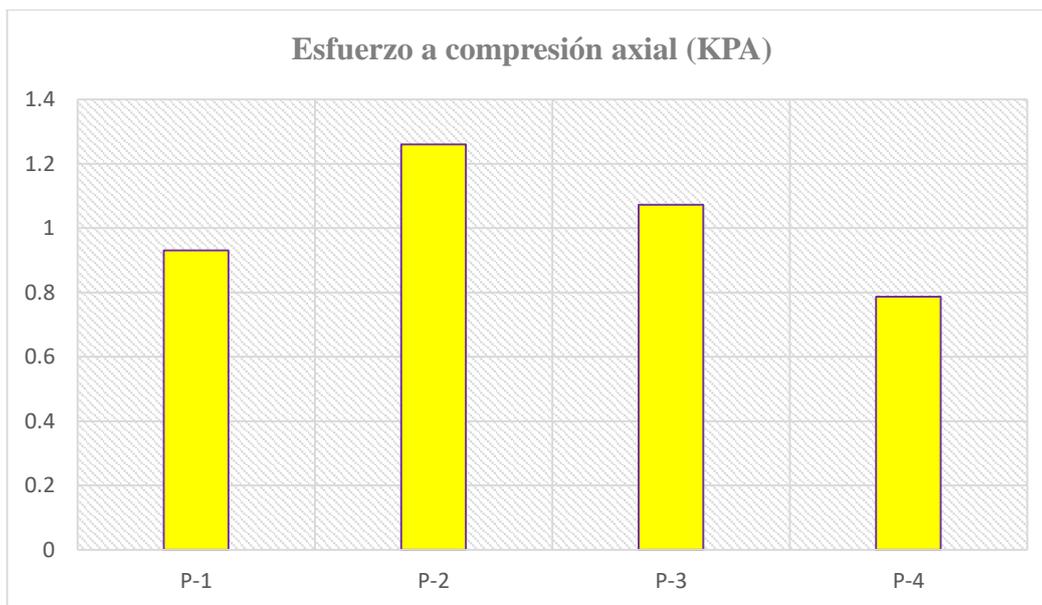


Figura 266. Esfuerzo a compresión axial

En la figura 266 al igual que en la figura anterior se aprecia que la pila 4 es el punto más bajo y la pila 2 el más alto según los resultados obtenidos de laboratorio destacando que este gráfico es de esfuerzo a compresión axial.

Tabla 27. Cuantía horizontal y vertical de pilas $e=0.20m$

| Pilas | Descripción | Cantidad de refuerzo | Área de carrizo (cm ²) | Área del tapial Horizontal (cm ²) | Área del tapial vertical (cm ²) | Cuantía Horizontal (%) | Cuantía Vertical (%) |
|-------|-------------|----------------------|------------------------------------|---|---|------------------------|----------------------|
| P-1 | Sin carrizo | 0 | 0 | 600 | 800 | 0 | 0 |
| P-2 | Con carrizo | 4 | 0.85 | 600 | 800 | 5.667 | 4.25 |
| P-3 | Con carrizo | 6 | 0.85 | 600 | 800 | 8.50 | 6.375 |
| P-4 | Con carrizo | 8 | 0.85 | 600 | 800 | 11.333 | 8.5 |

Fuente: Elaboración propia

En esta tabla se puede apreciar el área del tapial tanto vertical como horizontal en cm² y sus características del refuerzo de carrizo. En lo fundamental se hace notar el porcentaje de cuantías tanto vertical como horizontal, por consiguiente se afirma que en colocación del carrizo no se debe ser menor al 6% tanto en la cuantía horizontal como en la cuantía vertical.

3.4.4 Resultado del Ensayo de tracción diagonal

Tabla 28. Descripción y toma de datos de tracción diagonal

| Muretes | Fecha de elaboración | Fecha de Rotura | Edad | Largo (cm) | Ancho (cm) | Diagonal (cm) | Altura (cm) |
|---------|----------------------|-----------------|------|------------|------------|---------------|-------------|
| M-1 | 19/10/2018 | 16/11/2018 | 28 | 40 | 25 | 55.7 | 2050 |
| M-2 | 19/10/2018 | 17/11/2018 | 28 | 40 | 25 | 55.7 | 2980 |
| M-3 | 19/10/2018 | 18/11/2018 | 28 | 40 | 25 | 55.7 | 2660 |
| M-4 | 19/10/2018 | 19/11/2018 | 28 | 40 | 25 | 55.7 | 1900 |

Fuente: Elaboración propia

En la primera tabla del ensayo a tracción diagonal se aprecia los datos principales de laboratorio, a comparación de la tabla del ensayo a tracción diagonal en esta tabla 28 se caracteriza por el dato de la diagonal ya que en ella se aplicará el esfuerzo a corte.

3.4.4.1 Resultados de los esfuerzos a compresión diagonal de muretes

Tabla 29. Esfuerzo a tracción diagonal

| Muretes | Descripción | Cantidad de refuerzo | Área Diagonal (cm ²) | Carga Máxima (Kg) | Esfuerzo a corte (kg/cm ²) |
|---------|-------------|----------------------|----------------------------------|-------------------|--|
| M-1 | Sin carrizo | 0 | 1392.5 | 2050 | 1.47217235 |
| M-2 | Con carrizo | 2 | 1392.5 | 2980 | 2.14003591 |
| M-3 | Con carrizo | 3 | 1392.5 | 2660 | 1.91 |
| M-4 | Con carrizo | 4 | 1392.5 | 1900 | 1.36445242 |

Fuente: Elaboración propia

En esta tabla 29 se puede apreciar los esfuerzos a tracción diagonal en unidades de Kg/cm², obtenido de la división entre la carga y el área. Se aprecia una variación entre el murete sin refuerzo con los muretes que tienen incorporado refuerzo de carrizo, además se señala que hay una variación considerable entre el murete 2 y murete ambos con carrizo.

El área diagonal es dónde se aplica la carga máxima por tracción diagonal, y el esfuerzo se da por corte.

Tabla 30. Esfuerzo a corte KPA

| Muretes | Descripción | Cantidad de refuerzo | Área Diagonal (cm ²) | Carga máxima (KN) | Esfuerzo a corte (KPA) |
|---------|-------------|----------------------|----------------------------------|-------------------|------------------------|
| M-1 | Sin carrizo | 0 | 1392.5 | 20.09 | 0.144 |
| M-2 | Con carrizo | 2 | 1392.5 | 29.204 | 0.210 |
| M-3 | Con carrizo | 3 | 1392.5 | 26.068 | 0.187 |
| M-4 | Con carrizo | 4 | 1392.5 | 18.62 | 0.134 |
| | | | | | 0.210 |

Fuente: Elaboración propia

En esta tabla 30 se aprecia los esfuerzos a corte en KPA generados por la tracción diagonal, en este caso se considerará el valor máximo de las 3 muestras de tapial con refuerzo de carrizo de 0.21 KPA que viene a hacer mayor que el de mampostería de adobe que esta entre el intervalo de 0,025 KPA y 0,040 KPA.

3.4.4.2 Gráficos estadísticos a tracción diagonal de muretes

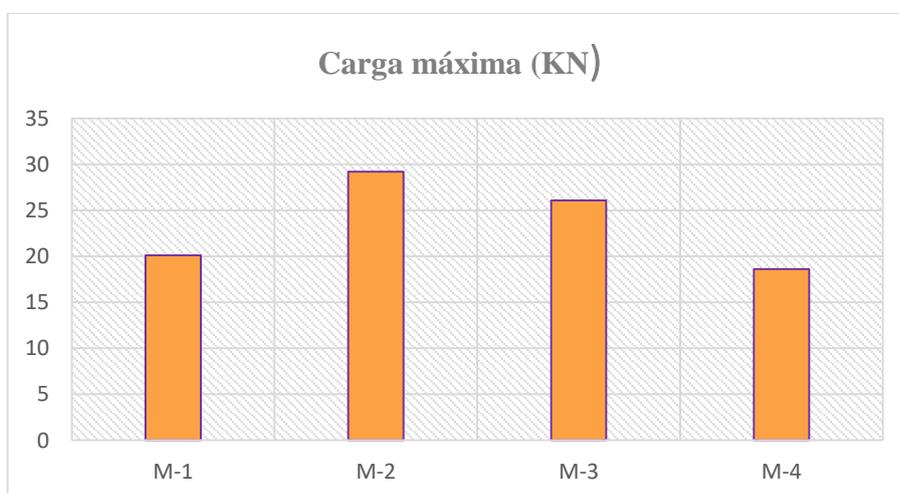


Figura 267: Carga máxima en Kilogramos

En esta figura 267 se aprecia las cargas máximas de cada murete, el murete sin refuerzo de carrizo es menor a la muestra 2 con refuerzo de carrizo y el de menor cuantía, además se aprecia que la muestra con la mayor cantidad de refuerzo de carrizo es menor a la muestra sin refuerzo de carrizo.

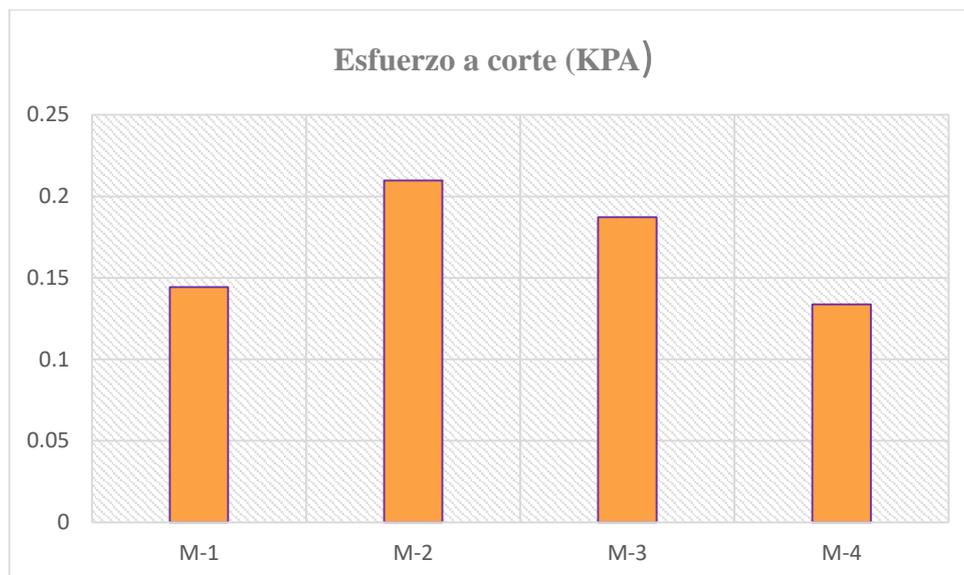


Figura 268: Esfuerzo a corte en KPA

En este gráfico 268 se aprecia el esfuerzo a corte más alto que es el del murete del refuerzo de carrizo con menor cuantía con 0.21 KPA superando el murete sin refuerzo, y también se aprecia la muestra más baja que es la 4 que posee refuerzo de carrizo y la cuantía más alta con 0.13 KPA.

Tabla 31. Cuantía en los muretes de tapial

| Muretes | Descripción | Cantidad de refuerzo | Área de carrizo (cm ²) | Área del tapial Horizontal (cm ²) | Área del tapial Vertical (cm ²) | Cuantía Horizontal (%) | Cuantía Vertical (%) |
|---------|-------------|----------------------|------------------------------------|---|---|------------------------|----------------------|
| M-1 | Sin carrizo | 0 | 0 | 1000 | 1000 | 0 | 0 |
| M-2 | Con carrizo | 4 | 0.85 | 1000 | 1000 | 3.4 | 3.4 |
| M-3 | Con carrizo | 6 | 0.85 | 1000 | 1000 | 5.1 | 5.1 |
| M-4 | Con carrizo | 8 | 0.85 | 1000 | 1000 | 6.8 | 6.8 |

Fuente: Elaboración propia

En esta tabla 31 se puede apreciar el área del tapial tanto vertical como horizontal en cm² y sus características del refuerzo de carrizo. Con respecto al dato de la cuantía en porcentaje tanto vertical como horizontal se afirma que en muretes de tapial con refuerzo de caña de carrizo debe ser menor del 4% tanto en la cuantía horizontal como en la cuantía vertical esto teniendo en cuenta el volumen que se presenta en la tabla.

3.4.5 Resultados del Desplazamiento Lateral

Tabla 32. *Desplazamiento lateral en dirección X*

| Dirección | Módulo de elasticidad (kg/cm ²) | Desplazamiento lateral en x (cm) nodo izq | Desplazamiento lateral en x (cm) nodo der | Desplazamiento lateral en x (cm) |
|-----------|---|---|---|----------------------------------|
| Muro-1 | 4750 | -0.141 | -0.0478 | 0.094 |
| Muro-2 | 6435 | 0.0447 | 0.038 | 0.041 |

Fuente: Elaboración propia

En esta tabla 32 se aprecia la primera muestra sin refuerzo de carrizo y la muestra con refuerzo de carrizo destacando el murete con refuerzo que obtuvo más resistencia a la compresión (ensayo de laboratorio) y por consiguiente se manejó fórmula de albañilería para el módulo de elasticidad en base al mismo dato de laboratorio. Además se aprecian los desplazamientos laterales en el eje X de los nodos el izquierdo y el derecho en cm.

Tabla 33. *Desplazamiento lateral en dirección Y*

| Dirección | Módulo de elasticidad (cm) | Desplazamiento lateral en y (cm) nodo izq | Desplazamiento lateral en y (cm) nodo der | Desplazamiento lateral en y (cm) |
|-----------|----------------------------|---|---|----------------------------------|
| Muro-1 | 4750 | -0.0538 | 0.0013 | 0.026 |
| Muro-2 | 6435 | 0.0074 | 0.0004 | 0.004 |

Fuente: Elaboración propia

En esta tabla 33 se aprecia la primera muestra sin refuerzo de carrizo y la muestra con refuerzo de carrizo destacando el murete con refuerzo que obtuvo más resistencia a la compresión (ensayo de laboratorio) y por consiguiente se manejó fórmula de albañilería para el módulo de elasticidad en base al mismo dato de laboratorio. Además se aprecian los desplazamientos laterales en dirección del eje Y de los nodos el izquierdo y el derecho en t/m.

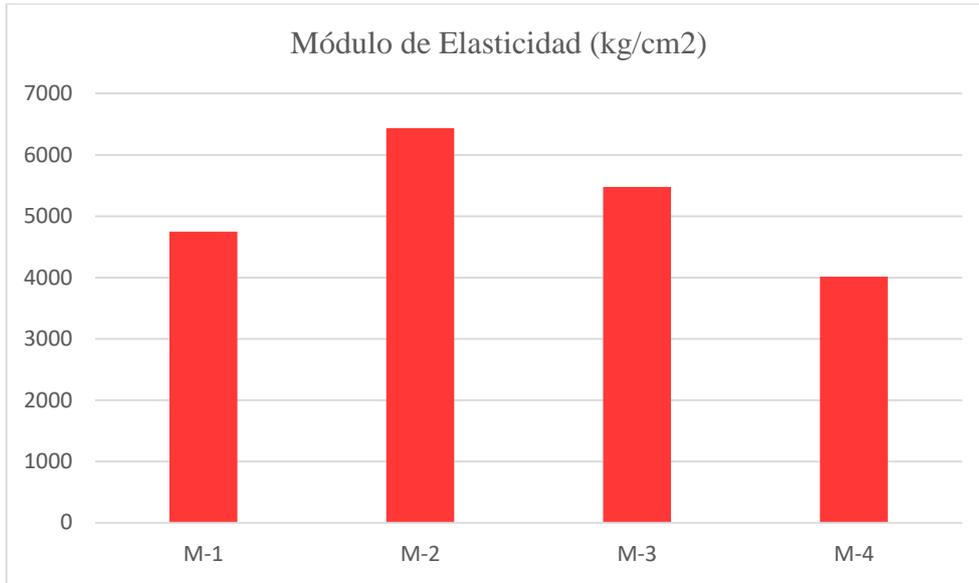


Figura 269. Gráfico de los módulos de elasticidad en las muestras de laboratorio

En esta figura 261 se aprecia el nivel de módulo elasticidad que alcanzaron los muretes. Se destaca que el murete 2 con refuerzo de carrizo y el de menor cuantía tuvo mayor módulo sobrepasando el murete que no poseía refuerzo y el módulo de menos valor el murete que poseía alta cuantía.

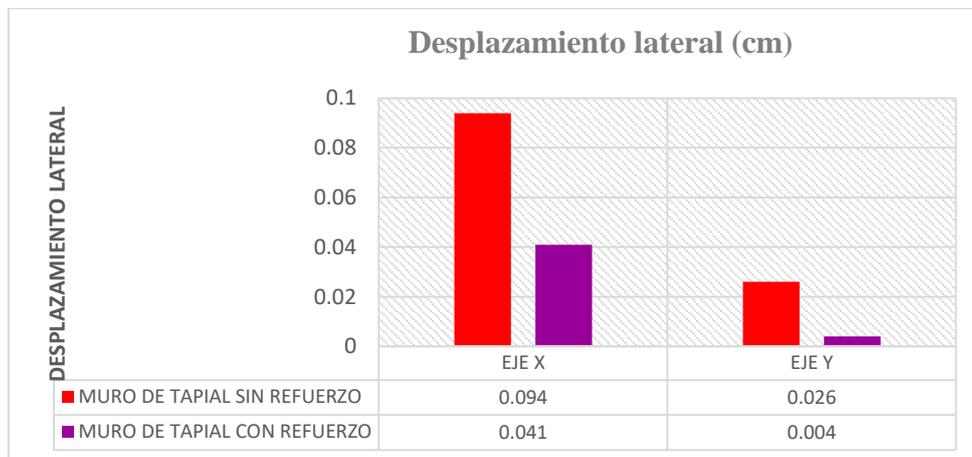


Figura 270. Desplazamientos laterales en muro con refuerzo y sin refuerzo

En esta figura 270 se refleja dos principales muretes el que no posee refuerzo y el que posee refuerzo pero tiene el módulo más alto que las otras muestras con refuerzo, aquí se refleja que en la dirección X hay mayor desplazamiento y en el eje Y hay menor desplazamiento, en ambos se destaca que el murete con refuerzo es menor al murete sin refuerzo.

3.4.6 Resultados Rigidez Lateral

3.4.6.1 Resultado de Rigidez Lateral en Dirección de Y

Tabla 34. Rigidez lateral en dirección Y

| Muros | Descripción | Cantidad de refuerzo | Esfuerzo a compresión axial (kg/cm ²) | Módulo de Elasticidad (kg/cm ²) | Rigidez lateral en Y (t/cm) |
|--------|-------------|----------------------|---|---|-----------------------------|
| Muro-1 | Sin carrizo | 0 | 9.5 | 4750 | 216.98 |
| Muro-2 | Con carrizo | 2 | 12.867 | 6435 | 274.645 |
| Muro-3 | Con carrizo | 3 | 10.95 | 5475 | 233.673 |
| Muro-4 | Con carrizo | 4 | 8.033 | 4015 | 171.36 |

Fuente: Elaboración propia

En este cuadro se aprecia las características de las muestras el esfuerzo a compresión (valor del laboratorio) el módulo de elasticidad obtenido del esfuerzo ya mencionado, por consiguiente se aprecia la rigidez lateral en dirección Y en unidades t/m.

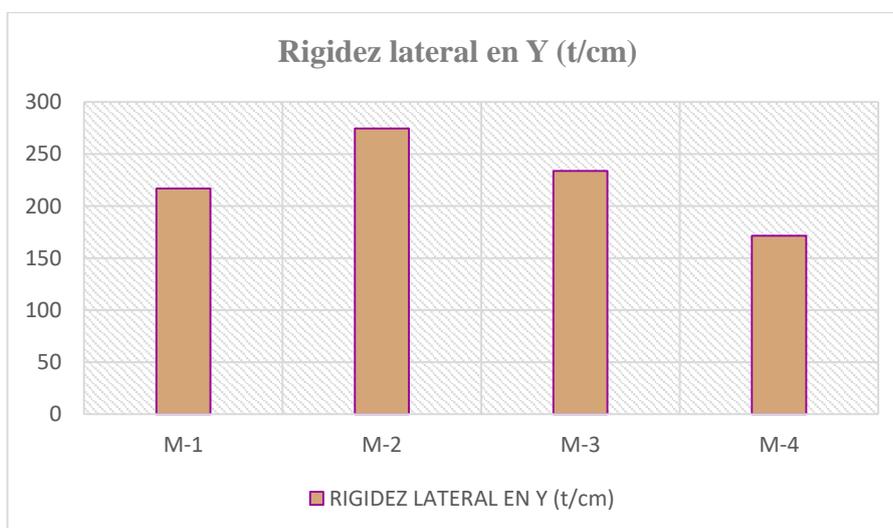


Figura 271. La rigidez lateral en unidades de t/m

En esta figura 271 se aprecia la variación entre las rigideces laterales de las 4 muestras presentadas, se destaca del gráfico que la muestra 2 con refuerzo de carrizo y con la menor cuantía posee la mayor rigidez en la dirección de Y, superando la rigidez de la muestra 1 sin refuerzo.

3.4.6.2 Resultado de Rigidez Lateral en Dirección de X

Tabla 35. Rigidez lateral en dirección X

| Muros | Descripción | Cantidad de refuerzo | Esfuerzo a compresión axial (kg/cm ²) | Módulo de Elasticidad (kg/cm ²) | Rigidez lateral en X (t/cm) |
|--------|-------------|----------------------|---|---|-----------------------------|
| Muro-1 | Sin carrizo | 0 | 9.5 | 4750 | 4.579 |
| Muro-2 | Con carrizo | 2 | 12.867 | 6435 | 6.203 |
| Muro-3 | Con carrizo | 3 | 10.95 | 5475 | 5.278 |
| Muro-4 | Con carrizo | 4 | 8.033 | 4015 | 3.957 |

Fuente: Elaboración propia

En este cuadro se aprecia las características de las muestras el esfuerzo a compresión (valor del laboratorio) el módulo de elasticidad obtenido del esfuerzo ya mencionado, por consiguiente se aprecia la rigidez lateral en dirección X en unidades t/m.

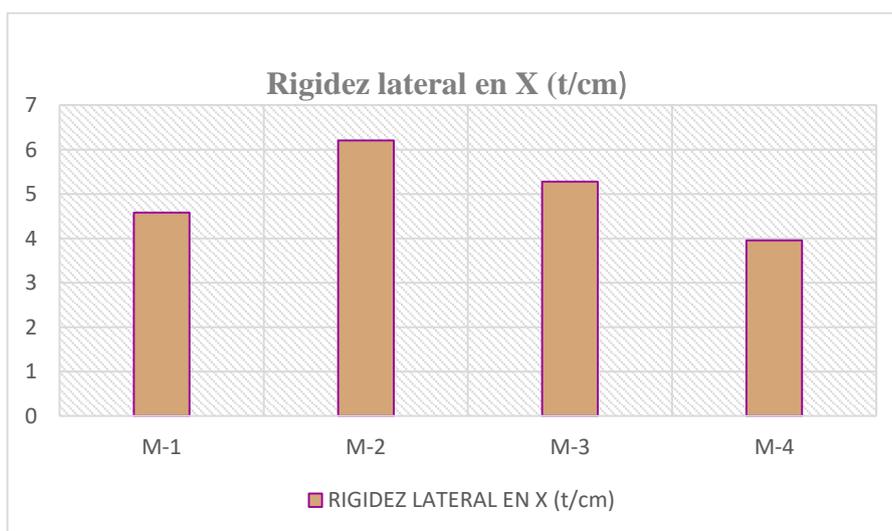


Figura 272. La rigidez lateral en unidades t/cm

En esta figura 272 se aprecia la variación entre las rigideces laterales de las 4 muestras presentadas, se destaca del gráfico que la muestra 2 con refuerzo de carrizo y con la menor cuantía posee la mayor rigidez en la dirección de X, superando la rigidez de la muestra 1 sin refuerzo.

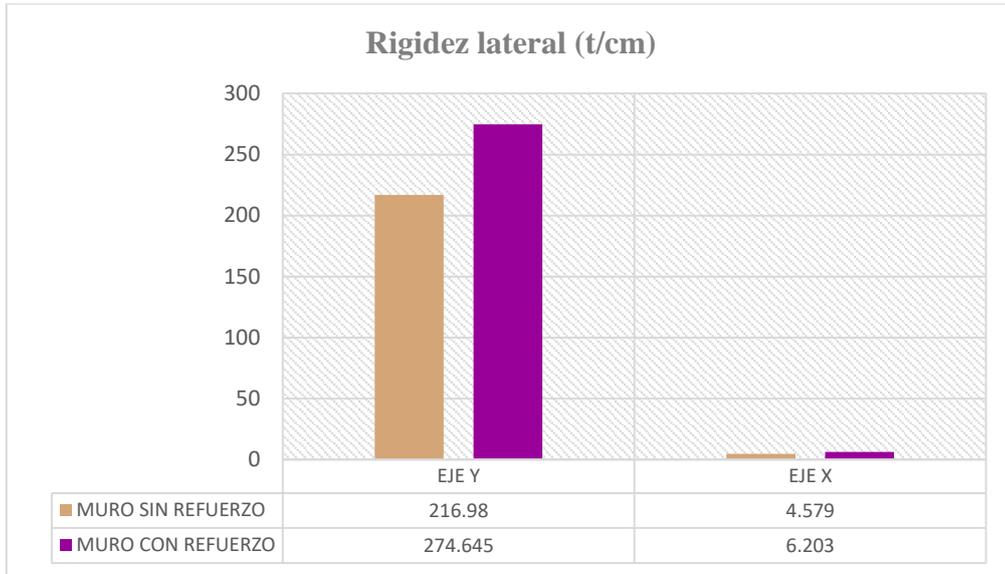


Figura 273. Comparación de rigidez lateral entre muro con refuerzo y sin refuerzo

En esta figura 273 se refleja los dos principales muretes el que no posee refuerzo y el que posee refuerzo pero tiene el módulo más alto que las otras muestras con refuerzo, aquí se refleja que en la dirección X hay mayor desplazamiento y en el eje Y hay menor desplazamiento, pero en ambos se destaca que el murete con refuerzo es menor al murete sin refuerzo.

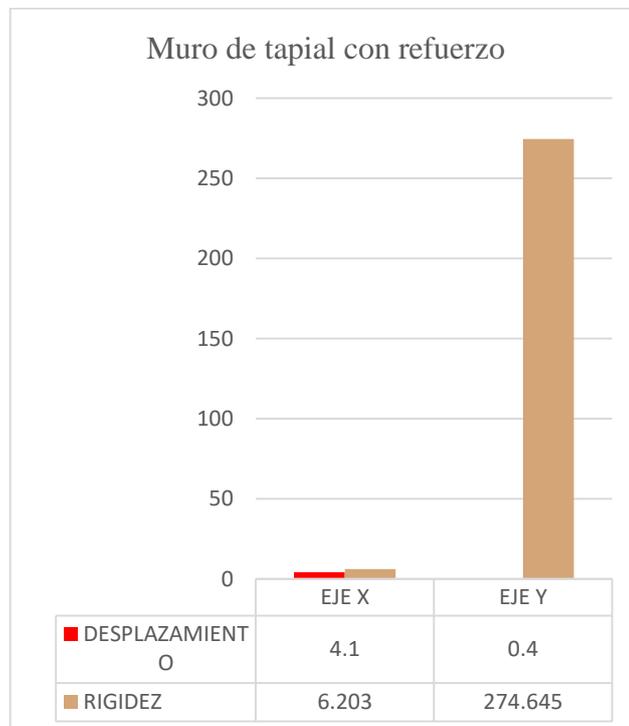


Figura 274. Muro de tapial con refuerzo, su desplazamiento y rigidez

3.5 Contrastación de Hipótesis

H0: El refuerzo de carrizo favorece significativamente en el comportamiento sísmico de un muro de tapial en viviendas, Huaylas - Áncash, 2018

H1: El refuerzo de carrizo no favorece significativamente en el comportamiento sísmico de un muro de tapial en viviendas, Huaylas - Áncash, 2018

He1: El refuerzo de carrizo produce efecto significativo en el esfuerzo a compresión axial de un muro de tapial en viviendas, Huaylas - Áncash, 2018

➤ El refuerzo de carrizo si produce efecto significativo en el esfuerzo a compresión axial de un muro de tapial esto se ve reflejado en la tabla 26 donde en la muestra n°2 con refuerzo de carrizo posee una resistencia de 1.26 KPA en esfuerzo de compresión axial superando a la muestra sin refuerzo de carrizo con un esfuerzo de 0.931 KPA por lo que si aumenta la resistencia a la compresión axial del murete de tapial que posee la cuantía más baja tanto en horizontal como en vertical.

He2: El refuerzo de carrizo influye significativamente en el esfuerzo a corte de un muro de tapial en viviendas, Huaylas - Áncash, 2018

➤ El refuerzo de carrizo si influye significativamente en el esfuerzo de corte de un muro de tapial esto se refleja en la tabla 30 donde la muestra n°2 con refuerzo de carrizo y el de menor cuantía posee una resistencia al corte de 0.21 KPA mucho más que el murete de tierra sin refuerzo que se ensayó con un resistencia al corte de 0.144 KPA por lo que si aumenta la resistencia al corte del tapial.

He3: El refuerzo de carrizo genera resultados en el desplazamiento lateral de un muro de tapial en viviendas, Huaylas - Áncash, 2018

➤ El refuerzo de carrizo si genera resultados en el desplazamiento lateral de un muro de tapial esto se constata en la tabla 32 donde se aprecia el muro con carrizo representado con color morado su desplazamiento en la dirección X (eje con mayor vulnerabilidad) son menores con un 0,041 t/cm al desplazamiento lateral del muro sin refuerzo 0,094 t/cm con por lo que se denota que es favorable el refuerzo de carrizo como malla en el interior de los muros portantes de tapial.

He4: El refuerzo de carrizo genera resultados en la rigidez lateral de un muro de tapial en viviendas, Huaylas - Áncash, 2018

➤ El refuerzo de carrizo si genera resultados en la rigidez lateral de un muro de tapial esto se constata en la tabla 34 donde se destaca la muestra n°2 con la menor cuantía de todos los muretes con refuerzo con un 274,645 t/cm superando además al murete que no posee refuerzo (muestra n°1) con una rigidez lateral de 216,98 t/cm.

→ En base a las hipótesis específicas 1, 2, 3, y 4 que se justifican a base de ensayos realizados en laboratorio (ensayo compresión axial y tracción diagonal de muretes) y el modelamiento del muro en software (desplazamiento lateral y rigidez lateral) se constata que la hipótesis general será alterna (positiva) por tales argumentos el enunciado sería así: El refuerzo de carrizo favorece significativamente en el comportamiento sísmico de un muro de tapial en viviendas, Huaylas - Áncash, 2018.

IV. DISCUSIÓN

➤ Según Torrealva Dávila, Daniel en el expediente técnico tapial mejorado presenta 3 pilas en la figura 5.8 del expediente ya mencionado, la pila 1 con un esfuerzo a compresión de 1,19 KPA, la pila 2 con un esfuerzo a compresión de 0,81 KPA y por último la pila 3 con un esfuerzo a compresión de 1,21 KPA se destaca que en las tres pilas que menciona el autor ninguno posee refuerzo, por lo contrario de la investigación de tesis si se presenta un refuerzo vertical y horizontal con diferente cuantía en las tres pilas elaboradas esto se demuestra en la tabla 26 con la muestra 2 con un esfuerzo a compresión de 1,26 KPA destacando que es el valor representativo de los tres muestras con refuerzo ya que fue el que posee mayor resistencia a compresión por lo que si comparamos con las pilas de Torrealva la muestra con refuerzo de carrizo presentada supera al promedio de sus 3 pilas que es de 1,07KPA. Esto se ve reflejado en la siguiente figura 275

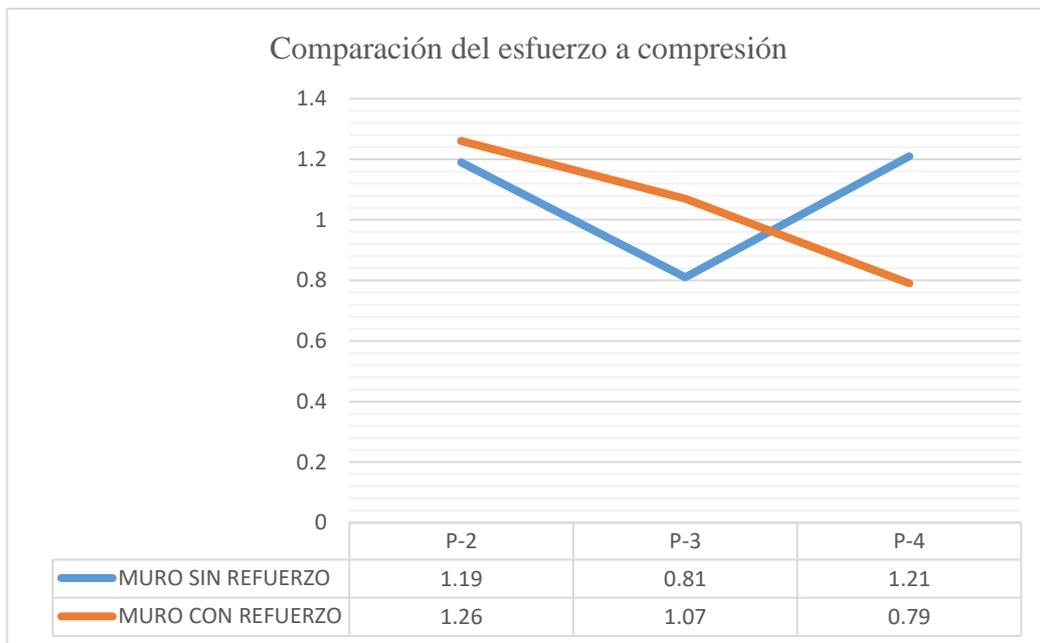


Figura 275: Esfuerzo a compresión en pilas con refuerzo y sin refuerzo

➤Según Torrealva Dávila, Daniel en el expediente técnico de tapial mejorado presenta 3 muretes en la figura 5.6 del expediente mencionado, el murete 1 con un esfuerzo a corte de 0,18 KPA, el murete 2 con un esfuerzo a corte de 0,1 KPA, y por último el murete 3 con un esfuerzo a corte de 0,18 KPA se debe tener presente que Torrealba ensayo estos tres muretes en el ensayo a tracción diagonal sin ningún refuerzo en su interior sólo paja y cal como aditivos en el proceso constructivo de sus muretes, por lo contrario en esta tesis presentada si se aplica el refuerzo de carrizo con un diámetro de 3/4” tanto en lo horizontal como en lo vertical (malla de carrizo en el eje del murete) y se realizaron de la misma forma para comparar 1 muestra sin carrizo y las 3 siguientes con carrizo y se obtuvieron los siguientes datos según lo presenta la tabla 30; el murete 2 con un esfuerzo a corte de 0,21 KPA, y el murete 3 con un esfuerzo a corte de 0,19 KPA y el murete final con un esfuerzo a corte de 0,13 KPA el valor representativo del análisis de los muretes con refuerzo es tomar el que tenga mayor resistencia al corte en este caso el murete 2 con un esfuerzo de corte de 0,21KPA y si bien se hace la comparación con el promedio de las muestras que ensayo Torrealva se destaca que el murete que tiene las mismas dimensiones con refuerzo supera al promedio de muretes sin refuerzos de Torrealba. Esto se puede apreciar en la siguiente figura 276.

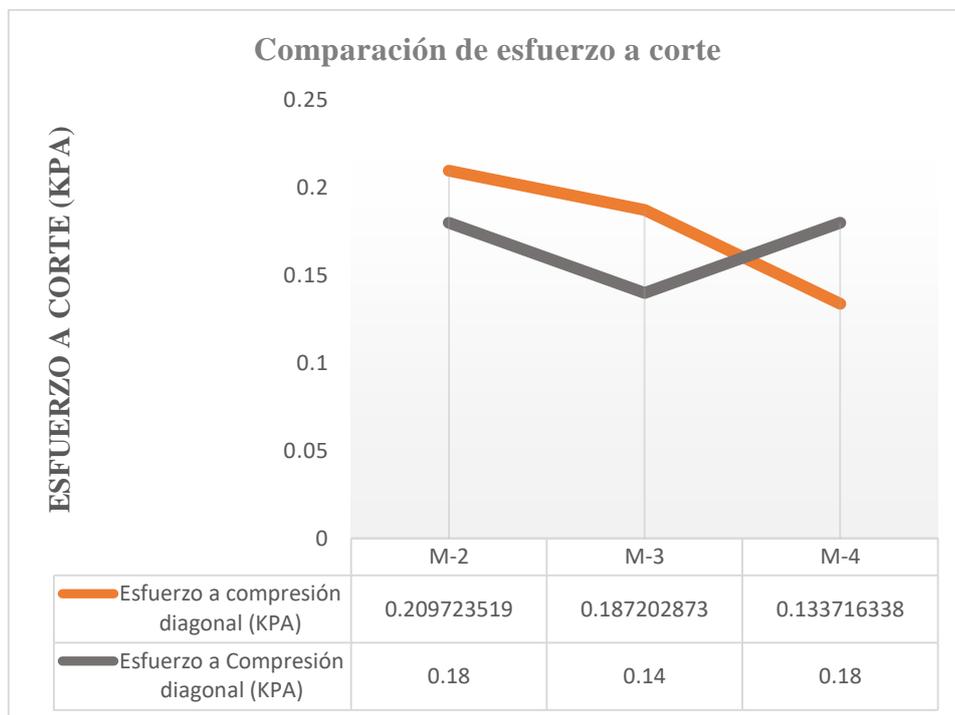


Figura 276: Esfuerzo a corte en muestras con refuerzo y sin refuerzo

➤ Según la investigación experimentación, comportamiento y modelación de la tapia apisada por Afanador, Carrascal y Bayona se presenta en figura 8 el edificio monumental histórico en Colombia modela en el SAP 2000 obteniendo por consiguiente los siguientes desplazamientos en las dos direcciones, en la dirección X se obtuvo un 0,028 en dirección Y se tiene un 0,027 s por lo contrario en esta presenta investigación se utilizó el programa Etabs para la evaluación de las derivas considerando un 0,005 según la norma con respecto a la albañilería y la vivienda reforzado cumplió el parámetro, y con respecto al desplazamiento lateral del muro con refuerzo se obtuvieron los siguientes desplazamientos 0,026 en dirección X y 0,004 con respecto a la dirección Y; con esto se puede afirmar que el refuerzo de carrizo es factible en ambas direcciones y mucho menor sus desplazamientos que el presentado por el autor afanador, carrascal y bayona ya que sus módulo de elasticidad fueron menor por sus esfuerzos a compresión.

➤ Según la tesis de la pucp titulada Comportamiento sísmico de muros construidos con bloques de tierra nos presenta el cálculo de módulo de elasticidad en base a la fórmula de albañilería de 500f'm donde se coloca el esfuerzo a compresión del ensayo de laboratorio de rotura de pilas por lo que se presenta en la investigación del antecedente de la tabla 7.6 donde se obtiene un k experimental de 3050 kg/cm por lo contrario del muro con refuerzo en la dirección X más crítica por menor rigidez que tiene con un valor de 274 65 kg/cm siendo mayor este muro con refuerzo por lo que se afirma que el refuerzo aumenta la rigidez del muro esto se aprecia en la figura 273.

V. CONCLUSIONES

➤ De los resultados obtenidos se ha determinado los efectos del refuerzo carrizo en el esfuerzo a compresión de las siguientes muestras: la segunda muestra con carrizo de doble malla con un 12.87 kg/cm², la tercera muestra con carrizo de triple malla con un 10.95 kg/cm², y la cuarta muestra con cuádruple malla con un 8,03 kg/cm² según lo menciona la tabla 25, por ende la muestra n°2 con menor cuantía es la que posee mayor resistencia por un 1,00 kg/cm² a la muestra sin carrizo. Así mismo es en la figura 265 donde la carga máxima que resisten todas las pilas, el que posee mayor resistencia es la muestra 2 con una carga de 75,656 KN (7 720 kg).

➤ De los resultados obtenidos se determinó la influencia del refuerzo de carrizo en el esfuerzo a corte esto se sustenta en la tabla 30 donde indica que el primer murete sin refuerzo obtuvo una resistencia al corte de 0,14 KPA, el segundo murete con refuerzo (doble malla) obtuvo en el ensayo a tracción diagonal de 0,21KPA, el murete 3 con refuerzo (triple malla) obtuvo un 0,19 KPA y por último el murete con refuerzo (cuádruple malla) obtuvo un 0,13 KPA; por lo que se concluye que el murete n°2 con refuerzo de doble malla tuvo una resistencia superior con las demás que también tenían refuerzo incluso con mayor cuantía y sobre todo mayor al murete sin refuerzo de carrizo.

➤ De los hallazgos obtenidos por desplazamiento lateral se determinó que el refuerzo carrizo en un muro si genera resultados mínimos de desplazamientos con dirección en X un 0,02 cm con dirección en Y un 0,01cm modelado en Etabs si lo comparamos con los resultados del muro que también se modelo sin refuerzo en Etabs con dirección en X de 0.5 cm y dirección en Y de 0,6 cm con estos datos obtenidos del software mediante el análisis dinámico esto está plasmado en las tablas 32 y 33, se concluye que el muro portante si disminuye el desplazamiento lateral por el refuerzo de carrizo que se aplicó en su interior (eje central del muro) para su mejoramiento ante una fuerza sísmica (dinámica) o una fuerza estática esto se constata en la figura 270.

➤ De los hallazgos obtenidos se determinó la influencia del refuerzo de carrizo en la rigidez lateral de un muro de tapial con refuerzo y sin refuerzo, así mismo en las tablas 34 y 35 se presentan los resultados de las rigideces laterales en base al módulo de elasticidad resuelto por el ensayo a laboratorio de la compresión axial, los valores que se tiene del muro con refuerzo con dirección en X un 0,02 cm con dirección en Y un 0,01cm modelado en Etabs si lo comparamos con los resultados del muro que también se modelo sin refuerzo en Etabs con dirección en X de 0.5 cm y dirección en Y de 0,6 cm con estos datos obtenidos del software mediante el análisis dinámico esto está plasmado en la figura 273, se concluye que el muro portante si disminuye el desplazamiento lateral por el refuerzo de carrizo que se aplicó en su interior (eje central del muro) para su mejoramiento ante una fuerza sísmica (dinámica) o una fuerza estática.

VI. RECOMENDACIONES

- Se recomienda utilizar una cuantía mayor a 5 % tanto en el eje vertical como horizontal con respecto de los muros de tapial ya que con ello tendrá un desempeño positivo ante un sismo, y este no colapse.

- Se debe tener en cuenta que el esfuerzo a corte de un muro de tierra reforzada debe tener mínimo un 12 kg/cm² como esfuerzo a compresión y debe estar en un rango de 0,025 KPA y 0,040KPA con respecto al esfuerzo de corte estas medidas que se basan al RNE e-0.70 para que no colapsen ante un sismo severo.

- Se recomienda con respecto al refuerzo que el factor de seguridad sea como mínimo de 5 adelante esto se base en el factor de las maderas por lo que se hace la comparación y se respeta este parámetro.

- Se recomienda en los muretes con refuerzo utilizar más de 10 cm de separación para que el Mazón tenga más espacio al compactar, ya que hay que tener presente que el tapial es una técnica de apisonamiento esto se ve reflejado en la tabla 23 donde los esfuerzos a compresión axial son muy bajos en las dos últimas muestras que poseían las cuantías más elevada.

- Se recomienda que al aplicar al tensar el carrizo en el ensayo a tracción del laboratorio estos no sean varillas circulares, si bien las láminas de carrizo fueron comprobantes de la tensión, estas láminas de carrizo trabajan muy bien en el ensayo estas ser colocadas de dos en dos. Además se precisa que el desplazamiento en las láminas de carrizo debe ser de carga y descarga porque este refuerzo es de menor elasticidad que el acero comúnmente utilizados.

- Con respecto al proceso constructivo de los tapiales se recomienda utilizar un encofrado bien elaborado de grosor mínimo 20 mm, ya que el encofrado juega una gran función en el tapial ya que es el encargado de mantener su forma geométrica y resistir los golpes que se le dan al murete en la compactación y que este encofrado no sea propenso a la humedad.

De esta investigación de tapial reforzado se puede recomendar alguna posible investigación, teniendo como posible título:

“Evaluación del comportamiento sísmico de una vivienda unifamiliar de tapial con incorporación de geomallas”

Se evaluará el comportamiento sísmico de la vivienda unifamiliar de tapial, en base al ensayo de mesa vibratorio a escala real, incorporando a todos los muros portantes geomallas de característica de nylon (utilizado en la pesca) con un nudo de doble oreja, además se evaluará el esfuerzo corte sometiendo la vivienda al ensayo a tracción diagonal (inclinando 45°).

El objetivo principal de esta futura investigación será determinar los desplazamientos máximos en la dirección X y Y de la vivienda unifamiliar incorporado con geomalla de nylon

La relación de esta futura investigación sería evaluar el mismo comportamiento sísmico destacando la diferencia que será en un ensayo a mesa vibratorio y con la aplicación de los resultados y tener un informe de tiempo historia, y con los ensayos a corte saber la diferencia de los esfuerzos a corte de los muros portante con refuerzo de carrizo y la nueva investigación de muros portantes con geomallas.

Logrando complementar la presenta investigación.

REFERENCIAS

AFANADOR, Nelson, CARRASCAL, Mayyerly, BAYONA, Marvin. Experimentación, comportamiento y modelación de la tapia pisada. Revista facultad de ingeniería UTC, (22): 47 – 59, 2013

Aproximación a la patología presentada en las construcciones de tierra Por Rodríguez, M. [et al.]. *Revista: Informes de Construcción*, (63): 97-106, 2011

BADILLO, Juarez y RODRIGUEZ, Rico. Mecánica de suelos tomo1: Fundamentos de la mecánica de suelos. 2ª ed. Lima: México: Limusa, 1976. 642 pp.

BLONDET, Marcial, VARGAS, Julio y TARQUE, Nicola. Casas sismorresistentes y saludables de adobe reforzado con cuerda. 2ª ed. Lima: PUCP, 2015. 55 pp.

ISBN: 978-9972-42-940-8

CODIGO INTERNACIONAL DE LA EDIFICACIÓN. Diseño estructural. En: Lima: Code Council, Inc. Estados Unidos, 2006. 7 pp.

ISBN: 978 – 1 – 58001 – 668 – 1

DELGADO, Genaro. Diseño de estructuras aporricadas de concreto armado. 11.º ed. Lima: EDICIVIL, 2011. 225pp.

DELGADO, Genaro. Dinámica estructural. Lima (Perú) : EDICIVIL, 2011. 122 pp.

INSTITUTO Nacional de investigación y normalización de la vivienda (Perú). Norma Técnica: Construcción con tapial. Lima: INN, 1989. 65 pp.

GUTIERREZ, Lourdes. Características sísmicas de las construcciones de tierra en el Perú. Contribución a la enciclopedia mundial de vivienda. Tesis (Título en Ingeniería civil). Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú, 2006. 226 pp.

MINISTERIO DE VIVIENDA, Construcción y Vivienda. Norma E-0.80: Diseño y Construcción con Tierra. Perú: El Peruano, 2016. 29 pp.

MINKE, Gernot. Manual de construcción para viviendas antisísmicas de tierra. 2º ed. Alemania: Universidad de Kassel, 2001. 51 pp.

MONTOYA, José. Construcción con tierra revisión y sustento de los ensayos de campo: presencia de arcilla o resistencia seca y control de fisuración con arena gruesa. Tesis (Título en Ingeniería civil). Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú, 2017. 67 pp.

NEVES, Celia y BORGES, Obede. Técnicas de construcción con tierra. Bauru (Brasil): PROTERRA, 2011. 79 pp.

RAUCH, M. Paredes de tapial y su industrialización. Revista: Informes de la construcción, (63), 35-40, 2011

ISSN: 1988-3234

REGLAMENTO NACIONAL DE EDIFICACIONES (Perú). Norma E-0.20:Cargas. Lima: 2018. 654 pp.

ISSN: 0020-0883

REGLAMENTO NACIONAL DE EDIFICACIONES (Perú). Norma E-0.30: Diseño Sismoresistente. Lima: 2018. 654 pp.

ISSN: 0020-0883

REGLAMENTO NACIONAL DE EDIFICACIONES (Perú). Norma E-0.50: Suelos y cimentaciones. Lima: 2018. 654 pp.

ISSN: 0020-0883

REGLAMENTO NACIONAL DE EDIFICACIONES (Perú). Norma E-0.70: Albañiler. Lima: 2018. 654 pp.

ISSN: 0020-0883

REGLAMENTO NACIONAL DE EDIFICACIONES (Perú). Norma E-0.80: Diseño y construcción con tierra reforzada. Lima: 2018. 654 pp.

ISSN: 0020-0883

RIVERA, Juan. El adobe y otros materiales de sistemas constructivos en tierra cruda: caracterización con fines estructurales. Revista: Apuntes, (25): 164-181, 2012

ISSN: 1657-9763

RIVERO, Santiago. El uso masivo de la tierra como material de construcción en Colombia. Revista: Apuntes, (20), 354-363, 2007

SARMIENTO, Javier. Propuesta de método de diseño para reforzamiento sísmico de muros de adobe con malla de cuerdas. Tesis (Magister en ingeniería civil). Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú, 2016. 56 pp.

TAPIALES PARA LA CONSTRUCCIÓN [Seminario iberoamericano de arquitectura y construcción con tierra]. Ecuador: Gonzales, I. (9 de noviembre del 2015). [13 de noviembre 2015]. Recuperado de: <https://www.cosasdearquitectos.com/2017/08/tapiales-para-la-reconstruccion-de-paute/>

TEJADA, Urbano, MENDOZA, Alan y TORREALVA, Daniel. Uso del tapial en la construcción. Perú: SENCICO, 2016. 175 pp.

ISBN: Depósito legal

VILLARREAL, Genner. Diseño Sísmico de edificaciones. Trujillo (Perù): Gráfica Norte S.R.L., 2015. 96 PP.

ISBN: 978 – 612 – 00 2001 - 2

VILLON, Flavia y CASTILLO, Diego. Comportamiento sísmico de muros construidos con bloques de tierra prensada. Tesis (Título de ingeniería civil). Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú, 2013. 78 pp.

VIÑUALES, Graciela. Tecnología y construcción con tierra. Revista: Apuntes, (20): 369-383, 2007

ISSN: 220-231

Caña común arundo donax [link] [en línea]. Madrid: Hibernaturañ

Disponible: http://www.hipernatural.com/es/pltcana_comun.html

Caña-Carrizo [link]. Lima (Perú): Universidad Alas Peruanas

Disponible: https://www.academia.edu/27985847/Ca%C3%B1a_Carrizo

Plano de vivienda multifamiliar de tapial. Escala 1:50. Lima (Perú): SENCICO y Ministerio de vivienda, construcción y saneamiento, 2016. 1 plano color marron.

ANEXOS

ANEXO 01: Matriz de consistencia

Matriz de consistencia: Evaluación del comportamiento sísmico de un muro de tapial con refuerzo de carrizo en viviendas, Huaylas - Áncash, 2018

| PROBLEMAS | OBJETIVOS | HIPOTESIS | VARIABLE | DIMENSIONES | INDICADORES |
|---|--|---|--|------------------------------|--|
| General | General | General | Variable Independiente | | |
| ¿En qué medida favorece el refuerzo de carrizo al comportamiento sísmico de un muro de tapial en viviendas, Huaylas - Áncash, 2018? | Evaluar la influencia del refuerzo de carrizo en el comportamiento sísmico de un muro de tapial en viviendas, Huaylas - Áncash, 2018 | El refuerzo de carrizo favorece significativamente en el comportamiento sísmico de un muro de tapial en viviendas, Huaylas - Áncash, 2018 | REFUERZO DE CARRIZO | PROPIEDADES FÍSICAS | MÓDULO DE ELASTICIDAD |
| | | | | | #CUANTÍA VERTICAL (ℓ_v) |
| | | | | | #CUANTÍA HORIZONTAL (ℓ_H) |
| | | | | | #CUANTÍA VERTICAL Y HORIZONTAL (ℓ_v y ℓ_H) |
| Específicos | Específicos | Específicos | Variable dependiente | | |
| ¿Qué efecto produce el refuerzo de carrizo en el esfuerzo a compresión de un muro de tapial en viviendas, Huaylas - Áncash, 2018? | Determinar el efecto del refuerzo de carrizo en el esfuerzo a compresión de un muro de tapial en viviendas, Huaylas - Áncash, 2018 | El refuerzo de carrizo produce efecto significativo en el esfuerzo a compresión de un muro de tapial en viviendas, Huaylas - Áncash, 2018 | COMPORTAMIENTO SÍSMICO DE UN MURO DE TAPIAL | PROPIEDADES MECÁNICAS | ESFUERZO A COMPRESIÓN |
| | | | | | ESFUERZO A CORTE |
| ¿De qué manera influye el refuerzo de carrizo en el esfuerzo a corte de un muro de tapial en viviendas, Huaylas - Áncash, 2018? | Determinar la influencia del refuerzo de carrizo en el esfuerzo a corte de un muro de tapial en viviendas, Huaylas - Áncash, 2018 | El refuerzo de carrizo influye significativamente en el esfuerzo a corte de un muro de tapial en viviendas, Huaylas - Áncash, 2018 | | PROPIEDADES SÍSMICAS | DESPLAZAMIENTO LATERAL |
| ¿Cuáles son los resultados del refuerzo de carrizo en el desplazamiento lateral de un muro de tapial en viviendas, Huaylas - Áncash, 2018 | Determinar los resultados del refuerzo de carrizo en el desplazamiento lateral de un muro de tapial en viviendas, Huaylas - Áncash, 2018 | El refuerzo de carrizo genera resultados en el desplazamiento lateral de un muro de tapial en viviendas, Huaylas - Áncash, 2018 | | | RIGIDEZ LATERAL |
| ¿En qué grado favorece el refuerzo de carrizo en la rigidez lateral de un muro de tapial en viviendas, Huaylas - Áncash, 2018 | Determinar la influencia del refuerzo de carrizo en la rigidez lateral de un muro de tapial en viviendas, Huaylas - Áncash, 2018 | El refuerzo de carrizo genera resultados en la rigidez lateral de un muro de tapial en viviendas, Huaylas - Áncash, 2018 | | | |

ANEXO 02: Juicio de expertos

Carta de Presentación

Asunto: Validación de instrumentos

Ingeniero: John Nelinho Tacza Zevallos, CIP: 121 824

Yo **Richard Alexis Miranda Rucoba**, con DNI: 77529831, estudiante del décimo ciclo, de la carrera de Ingeniería civil con código de estudiante N° 6500043636 en la Universidad Cesar Vallejo sede Lima Norte. Me es grato comunicarme con usted para expresarle mis saludos y agradecimiento desde ya, por su aporte como experto, así mismo, hacer de su conocimiento, que siendo estudiante de la asignatura de Desarrollo de Proyecto de Investigación (DPI), siguiendo con la metodología de investigación, se requiere la validación de los instrumentos con los cuales se hará la recolección de datos necesarios para el desarrollo del proyecto de investigación.

El título del proyecto de investigación es **Evaluación del comportamiento sísmico de un muro de tapial con refuerzo de carrizo en viviendas de Huata, Huaylas** siendo requisito indispensable contar con la aprobación de profesionales especializados para poder hacer el uso de los instrumentos en mención, se ha considerado conveniente recurrir a su usted ante su connotada experiencia.

Expresando mi sentimiento de respeto y consideración me despido, no sin antes agradecerle por la atención que usted dispone a la presente.

Lima, 27 de setiembre del 2018



Richard Alexis Miranda Rucoba

Tesista



JOHN NELINHO
TACZA ZEVALLOS
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 121824

John Nelinho Tacza Zevallos

Ingeniero Especialista

| UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO | | FICHA TÉCNICA | | FACULTAD DE INGENIERÍA |
|--------------------------------|--|---------------------------|----------------------|------------------------|
| PROYECTO | EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO SÍSMICO DE UN MURO DE TAPIAL CON REFUERZO DE CARRIZO EN VIVIENDAS DEL DISTRITO DE HUATA, HUAYLAS | | | |
| TESISTA | MIRANDA RUCOBA, RICHARD ALEXIS | | | |
| ASESOR | TELLO MALPARTIDA, OMAR DEMETRIO | | | |
| INFORMACIÓN GENERAL | | | | |
| UBICACIÓN | DEPARTAMENTO | ÁNCASH | | |
| | DISTRITO | HUATA | | |
| | PROVINCIA | HUAYLAS | | |
| Dimensión | Indicadores | Características | Datos | |
| PROPIEDADES MECÁNICAS | ESFUERZO A COMPRESIÓN | PESO DEL SUELO COMPACTADO | 1,8 T/m ³ | 0.9 |
| | | VOLUMEN DEL MURETE | 0,024 m ³ | 0.9 |
| | | CANTIDAD DE MUESTRAS | 4 | 0.9 |
| | | CUANTÍA | 8.5% | 0.9 |
| | ESFUERZO A CORTE | PESO DEL SUELO COMPACTADO | 1,8 T/m ³ | 0.9 |
| | | VOLUMEN DEL MURETE | 0,04 m ³ | 0.9 |
| | | CANTIDAD DE MUESTRAS | 4 | 0.9 |
| | | CUANTIA | 6,8 % | 0.9 |
| IDENTIFICACIÓN DEL PROFESIONAL | | | | |
| OBSERVACIONES | | | | |
| CARRERA PROFESIONAL | Ingeniero Civil | | | |
| INSTITUCIÓN | UCV - Lima ate | | | |
| CARGO | catedrático | | | |
| CIP | 121824 | | | |
| FECHA | 14/09/18 | | | |
| TELÉFONO | | | | |
| CORREO | taczaingenieros@gmail.com | | | |
| PROMEDIO DE VALIDACIÓN | | | | 0.9 |



JOHN NELINHO
TACZA ZEVALLOS
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 121824

John Nelinho Tacza Zevallos
Ingeniero Especialista

| UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO | | FICHA TÉCNICA | | FACULTAD DE INGENIERÍA |
|--------------------------------|--|------------------------------|----------------------------------|------------------------|
| PROYECTO | EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO SÍSMICO DE UN MURO DE TAPIAL CON REFUERZO DE CARRIZO EN VIVIENDAS DEL DISTRITO DE HUATA, HUAYLAS | | | |
| TESISTA | MIRANDA RUCOBA, RICHARD ALEXIS | | | |
| ASESOR | TELLO MALPARTIDA, OMART DEMETRIO | | | |
| INFORMACIÓN GENERAL | | | | |
| UBICACIÓN | DEPARTAMENTO | ÁNCASH | | |
| | DISTRITO | HUATA | | |
| | PROVINCIA | HUAYLAS | | |
| Dimensión | Indicadores | Características | Datos | |
| PROPIEDADES SÍSMICAS | DESPLAZAMIENTO LATERAL | PESO DEL SUELO COMPACTADO | 1,8 T/m ³ | 0,9 |
| | | MÓDULO DE ELAST. DEL CARRIZO | $1,3 \times 10^8 \text{ kg/m}^2$ | 0,9 |
| | | CARGA MUERTA | 8,16 m ³ | 0,9 |
| | | CARGA VIVA | 30 kg/m ² | 0,9 |
| | RIGIDEZ LATERAL | LONGITUD DEL MURO | 8,5 m | 0,9 |
| | | ALTURA DEL MURO | 2,4 m | 0,9 |
| | | DEFORMACIÓN | | 0,9 |
| | | INERCIA DEL ELEMENTO | 0,045 m ⁴ | 0,9 |
| IDENTIFICACIÓN DEL PROFESIONAL | | | | |
| OBSERVACIONES | | | | |
| CARRERA PROFESIONAL | Ingeniero Civil | | | |
| INSTITUCIÓN | UCV - Lima ate | | | |
| CARGO | catedrático | | | |
| CIP | 121 824 | | | |
| FECHA | 19/09/18 | | | |
| TELÉFONO | | | | |
| CORREO | taczaingenieros@gmail.com | | | |
| | | | PROMEDIO DE VALIDACIÓN | 0,9 |



JOHN NELINHO
TACZA ZEVALLOS
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 121824

John Nelinho Tacza Zevallos
Ingeniero Especialista

Carta de Presentación

Asunto: Validación de instrumentos

Ingeniero: Samir Augusto Arévalo Vidal, CIP: 177 295

Yo **Richard Alexis Miranda Rucoba**, con DNI: 77529831, estudiante del décimo ciclo, de la carrera de Ingeniería civil con código de estudiante N° 6500043636 en la Universidad Cesar Vallejo sede Lima Norte. Me es grato comunicarme con usted para expresarle mis saludos y agradecimiento desde ya, por su aporte como experto, así mismo, hacer de su conocimiento, que siendo estudiante de la asignatura de Desarrollo de Proyecto de Investigación (DPI), siguiendo con la metodología de investigación, se requiere la validación de los instrumentos con los cuales se hará la recolección de datos necesarios para el desarrollo del proyecto de investigación.

El título del proyecto de investigación es **Evaluación del comportamiento sísmico de un muro de tapial con refuerzo de carrizo en viviendas de Huata, Huaylas** siendo requisito indispensable contar con la aprobación de profesionales especializados para poder hacer el uso de los instrumentos en mención, se ha considerado conveniente recurrir a su usted ante su connotada experiencia.

Expresando mi sentimiento de respeto y consideración me despido, no sin antes agradecerle por la atención que usted dispone a la presente.

Lima, 18 de setiembre del 2018



Richard Alexis Miranda Rucoba
Tesista



Samir Augusto Arévalo Vidal
INGENIERO CIVIL
REG. CIP N° 177295

Samir Augusto Arévalo Vidal
Ingeniero Especialista

| UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO | | FICHA TÉCNICA | | FACULTAD DE INGENIERÍA |
|--------------------------------|--|---------------------------|----------------------|------------------------|
| PROYECTO | EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO SÍSMICO DE UN MURO DE TAPIAL CON REFUERZO DE CARREZO EN VIVIENDAS DEL DISTRITO DE HUATA, HUAYLAS | | | |
| TESISTA | MIRANDA RUCOBA, RICHARD ALEXIS | | | |
| ASESOR | TELLO MALPARTIDA, OMAR DEMETRIO | | | |
| INFORMACIÓN GENERAL | | | | |
| UBICACIÓN | DEPARTAMENTO | ÁNCASH | | |
| | DISTRITO | HUATA | | |
| | PROVINCIA | HUAYLAS | | |
| Dimensión | Indicadores | Características | Datos | |
| PROPIEDADES MECÁNICAS | ESFUERZO A COMPRESIÓN | PESO DEL SUELO COMPACTADO | 1,87/m ³ | 0.90 |
| | | VOLUMEN DEL MURETE | 0,024 m ³ | 1.00 |
| | | CANTIDAD DE MUESTRAS | 4 | 0.95 |
| | | CUANTÍA | 8,5% | 0.95 |
| | ESFUERZO A CORTE | PESO DEL SUELO COMPACTADO | 1,87/m ³ | 0.90 |
| | | VOLUMEN DEL MURETE | 0,04 m ³ | 0.90 |
| | | CANTIDAD DE MUESTRAS | 4 | 1.00 |
| | | CUANTÍA | 6,8% | 1.00 |
| IDENTIFICACIÓN DEL PROFESIONAL | | | | |
| OBSERVACIONES | | | | |
| CARRERA PROFESIONAL | Ingeniero Civil | | | |
| INSTITUCIÓN | UCV - Lima Norte | | | |
| CARGO | catedrático | | | |
| CIP | 177295 | | | |
| FECHA | 15-09-18 | | | |
| TELÉFONO | 961 821 545 | | | |
| CORREO | sam-fic-unfv@hotmail.com | | | |
| PROMEDIO DE VALIDACIÓN | | | | 0.95 |




 Ing. Samir Augusto Vidal
 INGENIERO CIVIL
 REG. CIP N° 177295

Samir Augusto Arévalo Vidal
Ingeniero Especialista

| UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO | | FICHA TÉCNICA | | FACULTAD DE INGENIERÍA |
|--------------------------------|--|------------------------------|--|------------------------|
| PROYECTO | EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO SÍSMICO DE UN MURO DE TAPIAL CON REFUERZO DE CARRIZO EN VIVIENDAS DEL DISTRITO DE HUATA, HUAYLAS | | | |
| TESISTA | MIRANDA RUCOBA, RICHARD ALEXIS | | | |
| ASESOR | TELLO MALPARTIDA, OMART DEMETRIO | | | |
| INFORMACIÓN GENERAL | | | | |
| UBICACIÓN | DEPARTAMENTO | ÁNCASH | | |
| | DISTRITO | HUATA | | |
| | PROVINCIA | HUAYLAS | | |
| Dimensión | Indicadores | Características | Datos | |
| PROPIEDADES SÍSMICAS | DESPLAZAMIENTO LATERAL | PESO DEL SUELO COMPACTADO | 1,27 m ³ | 0.90 |
| | | MÓDULO DE ELAST. DEL CARRIZO | 1,3 x 10 ⁶ kg/cm ² | 1.00 |
| | | CARGA MUERTA | 8,16 m ³ | 0.95 |
| | | CARGA VIVA | 30 kg/m ² | 0.95 |
| | RIGIDEZ LATERAL | LONGITUD DEL MURO | 2,5 m | 0.90 |
| | | ALTURA DEL MURO | 2,4 m | 0.90 |
| | | DEFORMACIÓN | | 1.00 |
| | | INERCIA DEL ELEMENTO | 0,045 m ⁴ | 1.00 |
| IDENTIFICACIÓN DEL PROFESIONAL | | | | |
| OBSERVACIONES | | | | |
| CARRERA PROFESIONAL | Ingeniero Civil | | | |
| INSTITUCIÓN | UCV - Lima Norte | | | |
| CARGO | catedrático | | | |
| CIP | 177 295 | | | |
| FECHA | 15-09-18 | | | |
| TELEFONO | 961 821 545 | | | |
| CORREO | sam-fic-unfv@hotmail.com | | | |
| PROMEDIO DE VALIDACIÓN | | | | 0.95 |




 Ing. Samir Arévalo Vidal
 INGENIERO CIVIL
 REG. CP N° 177295

Samir Augusto Arévalo Vidal
Ingeniero Especialista

Carta de Presentación

Asunto: Validación de instrumentos

Ingeniero: Álvaro Ramos Suarez, CIP: 160 465

Yo **Richard Alexis Miranda Rucoba**, con DNI: 77529831, estudiante del décimo ciclo, de la carrera de Ingeniería civil con código de estudiante N° 6500043636 en la Universidad Cesar Vallejo sede Lima Norte. Me es grato comunicarme con usted para expresarle mis saludos y agradecimiento desde ya, por su aporte como experto, así mismo, hacer de su conocimiento, que siendo estudiante de la asignatura de Desarrollo de Proyecto de Investigación (DPI), siguiendo con la metodología de investigación, se requiere la validación de los instrumentos con los cuales se hará la recolección de datos necesarios para el desarrollo del proyecto de investigación.

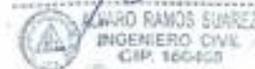
El título del proyecto de investigación es **Evaluación del comportamiento sísmico de un muro de tapial con refuerzo de carrizo en viviendas de Huata, Huaylas** siendo requisito indispensable contar con la aprobación de profesionales especializados para poder hacer el uso de los instrumentos en mención, se ha considerado conveniente recurrir a su usted ante su connotada experiencia.

Expresando mi sentimiento de respeto y consideración me despido, no sin antes agradecerle por la atención que usted dispone a la presente.

Lima, 13 de setiembre del 2018



Richard Alexis Miranda Rucoba
Tesista

Álvaro Ramos Suarez
Ingeniero Especialista

| UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO | | FICHA TÉCNICA | | FACULTAD DE INGENIERÍA |
|--------------------------------|--|---------------------------|----------------------|------------------------|
| PROYECTO | EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO SÍSMICO DE UN MURO DE TAPIAL CON REFUERZO DE CARRIZO EN VIVIENDAS DEL DISTRITO DE HUATA, HUAYLAS | | | |
| TESISTA | MIRANDA RUCOBA, RICHARD ALEXIS | | | |
| ASESOR | TELLO MALPARTIDA, OMAR DEMETRIO | | | |
| INFORMACIÓN GENERAL | | | | |
| UBICACIÓN | DEPARTAMENTO | ÁNCASH | | |
| | DISTRITO | HUATA | | |
| | PROVINCIA | HUAYLAS | | |
| Dimensión | Indicadores | Características | Datos | |
| PROPIEDADES MECÁNICAS | ESFUERZO A COMPRESIÓN | PESO DEL SUELO COMPACTADO | 1,8 T/m ³ | 0,90 |
| | | VOLUMEN DEL MURETE | 0,24 m ³ | 0,88 |
| | | CANTIDAD DE MUESTRAS | 4 | 0,90 |
| | | CUANTÍA | 8,5% | 0,85 |
| | ESFUERZO A CORTE | PESO DEL SUELO COMPACTADO | 1,8 T/m ³ | 0,95 |
| | | VOLUMEN DEL MURETE | 0,24 m ³ | 0,95 |
| | | CANTIDAD DE MUESTRAS | 4 | 1,00 |
| | | CUANTÍA | 6,8% | 1,00 |
| IDENTIFICACIÓN DEL PROFESIONAL | | | | |
| OBSERVACIONES | | | | |
| CARRERA PROFESIONAL | Ingeniero Civil | | | |
| INSTITUCIÓN | UCV - Lima este | | | |
| CARGO | catedrático | | | |
| CIP | 160465 | | | |
| FECHA | 13-09-18 | | | |
| TELÉFONO | 945104807 | | | |
| CORREO | aramos@ucv.edu.pe | | | |
| PROMEDIO DE VALIDACIÓN | | | | 0,929 |



Álvaro Ramos Suarez
Ingeniero Especialista

| UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO | | FICHA TÉCNICA | | FACULTAD DE INGENIERÍA |
|--------------------------------|--|------------------------------|---|------------------------|
| PROYECTO | EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO SÍSMICO DE UN MURO DE TAPIAL CON REFUERZO DE CARRIZO EN VIVIENDAS DEL DISTRITO DE HUATA, HUAYLAS | | | |
| TESISTA | MIRANDA RUCOBA, RICHARD ALEXIS | | | |
| ASESOR | TELO MALPARTIDA, OMAR DEMETRIO | | | |
| INFORMACIÓN GENERAL | | | | |
| UBICACIÓN | DEPARTAMENTO | ÁNCASH | | |
| | DISTRITO | HUATA | | |
| | PROVINCIA | HUAYLAS | | |
| Dimensión | Indicadores | Características | Datos | |
| PROPIEDADES SÍSMICAS | DESPLAZAMIENTO LATERAL | PESO DEL SUELO COMPACTADO | 1,87/m ³ | 0,90 |
| | | MÓDULO DE ELAST. DEL CARRIZO | 1,3 × 10 ⁵ Kg/m ² | 0,88 |
| | | CARGA MUERTA | 8,16 m ³ | 0,90 |
| | | CARGA VIVA | 30 Kg/m ² | 0,85 |
| | RIGIDEZ LATERAL | LONGITUD DEL MURO | 8,5 m | 0,95 |
| | | ALTURA DEL MURO | 2,4 m | 0,95 |
| | | DEFORMACIÓN | | 1,00 |
| | | INERCIA DEL ELEMENTO | 0,045 m ⁴ | 1,00 |
| IDENTIFICACIÓN DEL PROFESIONAL | | | | |
| OBSERVACIONES | | | | |
| CARRERA PROFESIONAL | Ingeniero Civil | | | |
| INSTITUCIÓN | UCV - Lima este | | | |
| CARGO | catedrático | | | |
| CIP | 160 465 | | | |
| FECHA | 13-09-18 | | | |
| TELÉFONO | 945104807 | | | |
| CORREO | aramos@ucv.edu.pe | | | |
| PROMEDIO DE VALIDACIÓN | | | | 0,929 |



ALVARO RAMOS SUAREZ
INGENIERO CIVIL
CIP. 160465

Álvaro Ramos Suarez
Ingeniero Especialista

ANEXO 03: Fichas técnicas



LEM - FIC - UNI

Codigo SIC

ENSAYOS VARIOS

Versión 01

Página 1 de 1

Fecha 10-03-18

Expediente N°: 118-3674

FECHA 19/11/18

| | |
|-------------------|---|
| EMPRESA | RICHARD ALEXIS MIRANDA RUCOBA |
| TIPO DE ENSAYO | COMPRESION DIAGONAL EN MURETES DE ALBAJILERIA |
| IDENT. DE MUESTRA | MURO DE TAPIAL (TIERRA APISONADA) SIN REFUERZO CON CARRIZO |
| MÁQUINA/EQUIPO | TOKYOKOKI SEIZOSHO. CMC-053-2018 |

COMPRESION DIAGONAL EN MURETES.SIN REFUERZO CON CARRIZO

FECHA DE ELABORACION : 19.10.18

FECHA DE ENSAYO : 16.11.18 (28d)

T=21.4°C ; HR = 79.2%

21.4 °C 79.2 %

| | DIMENSIONES (cm) | | | AREA BRUTA (cm ²) | CARGA APLICADA (Kg) | ESFUERZO CORTANTE (Kg/cm ²) V _m |
|-----|------------------|------------|-------------|-------------------------------|---------------------|---|
| | LARGO (L) | ALTURA (h) | ESPESOR (t) | | | |
| M-1 | 40 | 40 | 25 | 1000 | 2050 | 1.4 |
| M-2 | _____ | | | | | |
| M-3 | _____ | | | | | |

Ing. Responsable : CJMObservaciones del ensayo : RVPTécnico : R.V. P. u. >



LEM - FIC - UNI

Código SIC

ENSAYOS VARIOS

Versión 01

Página 1 de 1

Fecha 10-09-18

Expediente N°: 18-3674

FECHA 19/11/18

| | |
|-------------------|--|
| EMPRESA | RICHARD ALEXIS MIRANDA PUCOBA |
| TIPO DE ENSAYO | COMPRESION DIAGONAL EN MURETES DE ALBAÑILERIA |
| IDENT. DE MUESTRA | MURO DE TAPIAL (TIERRA APISONADA) CON REFUERZO DE CARRIZO |
| MÁQUINA/EQUIPO | TOKYOKUKI SEIZOHO. CMC-053-2018 |

COMPRESION DIAGONAL EN MURETESREFUERZO CON CARRIZO

FECHA DE ELABORACION: 19.10.18

FECHA DE ENSAYO: 16.11.18 (28d)

T = 21.2°C ; HR = 74.2%

| | DIMENSIONES (cm) | | | AREA BRUTA (cm ²) | CARGA APLICADA (KG) | ESFUERZO CORTANTE (Kg/cm ²) V _m |
|-----|------------------|------------|-------------|-------------------------------|---------------------|---|
| | LARGO (L) | ALTURA (h) | ESPESOR (t) | | | |
| M-1 | 40 | 40 | 25 | 1000 | 2980 | 2.1 |
| M-2 | 40 | 40 | 25 | 1000 | 2660 | 1.9 |
| M-3 | 40 | 40 | 25 | 1000 | 1900 | 1.3 |

Ing. Responsable :

Observaciones del ensayo :

Técnico :

R.V. Pecos



LEM - FIC - UNI

ENSAYOS VARIOS

| | |
|---------|----------|
| Código | S/C |
| Versión | 01 |
| Página | 1 de 1 |
| Fecha | 10-03-18 |

Expediente N°: 18-3674

FECHA 1/1

3

| | |
|-------------------|-------------------------------|
| EMPRESA | RICHARD ALEXIS MIRANDA RUCOBA |
| TIPO DE ENSAYO | DE TRACCION |
| IDENT. DE MUESTRA | LAMINAS DE CARRIZO |
| MÁQUINA/EQUIPO | |

ENSAYO DE TRACCION
LAMINAS DE CARRIZO

| | FECHA DE ENSAYO | SECCION | | AREA (CM ²) | CARGA APLICADA (KG) | RESISTENCIA (KG/CM ²) |
|----|-----------------|------------|------------|-------------------------|---------------------|-----------------------------------|
| | | LARGO (CM) | ANCHO (CM) | | | |
| L1 | 05.11.18 | 0.88 | 0.17 | 0.15 | 120 | 800.0 |
| L2 | 05.11.18 | 0.90 | 0.17 | 0.15 | 170 | 1133.3 |
| L3 | 05.11.18 | 1.30 | 0.21 | 0.27 | 310 | 1148.1 |
| L4 | 05.11.18 | 1.13 | 0.20 | 0.23 | 253 | 1100.0 |

MARCA

802.1
1148.1
1133.3
1119.8

MAD. DE ENSAYO: ZWICK ROELL
LPP-333-D18

UV

Ing. Responsable : CUM
Técnico :

Observaciones del ensayo : CP

LEM-FIC-UNI

COMPRESIÓN EN PILAS

Código: F01-AT-PR-08
 Versión: 02
 Página: 01
 Fecha: 16/10/2013




EXPEDIENTE: 18-3674

EMPRESA: RICHARD ALEXIS MIRANDA RUCOBA

IDENTIFICACIÓN MUESTRA: MUÑO DE TAPIAL (TIERRA APISQUANA) SIN REFUERZO DE CARRIZO

| B) LABORATORIO - PILAS DE ALBAÑILERÍA: | | CURADO Y CAPEADO | | HORA: | |
|--|------------------------------------|------------------|--------------|--------|--|
| | | FECHA: | | FECHA: | |
| CURADO (Inicio): | <u>F. 26.10.18</u> | <u>13.10.18</u> | <u>10:30</u> | | |
| CAPEADO: | <u>"Aproximadamente 10 Días"</u> | <u>06.10.18</u> | <u>10:30</u> | | |
| CURADO (Final): | <u>"No menor de 28 Días (30d)"</u> | <u>12.11.18</u> | <u>10:30</u> | | |

| N° | DIMENSIONAMIENTO DE PILAS (04 TOMA DE MEDIDAS) | | | ALTURA (cm.) | | | | | |
|----|--|-------------|----|--------------|----|----|----|------|------|
| | LARGO (cm.) | ANCHO (cm.) | | | | | | | |
| 1 | 30 | 29.9 | 30 | 29.9 | 20 | 40 | 40 | 39.9 | 40.1 |
| 2 | | | | | | | | | |
| 3 | | | | | | | | | |
| 4 | | | | | | | | | |
| 5 | | | | | | | | | |

B) RESULTADOS - DIMENSIONAMIENTO - ENSAYO DE COMPRESIÓN:

NORMAS: N.T.P. 331.696, RNE N° 011 (E-070 ALBAÑILERÍA)

FECHA ENSAYO FINAL - ENTREGA INGENIERO: 14.11.18

TABLA N° 10: FACTORES DE CORRECCION DE (f' m) POR ESBELTEZ

| ESBELTEZ (ALTIMO-ANCHO) vs. ESPESOR DEL LABELO (d) | 2.00 | 2.50 | 3.00 | 4.00 | 4.50 | 5.00 |
|--|------|------|------|------|------|------|
| FACTOR | 0.73 | 0.80 | 0.91 | 0.95 | 0.98 | 1.00 |

| N° | PROMEDIO DE PILAS | | CORRECCIÓN POR ESBELTEZ (FACTOR) | CARGA (W) (kg.) | RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (kg/cm ²) | RESISTENCIA (f' m) RESISTENCIA COMPRESIÓN CORREGIDA (kg/cm ²) |
|----|-------------------|-------------|----------------------------------|-----------------|---|---|
| | LARGO (cm.) | ANCHO (cm.) | | | | |
| 1 | 30 | 20 | 1.0 | 5700 | 600 | 9.5 |
| 2 | | | | | | |
| 3 | | | | | | |
| 4 | | | | | | |
| 5 | | | | | | |

OBSERVACIONES:

MAR. DE ENSAYO: TOKYOKOKI SEIZOSHO CMC-053-2018


 R.V. Paredes
 TÉCNICO
 ING. RESPONSABLE



LEM-FIC-UNI

Código: F01-AT-PR-08

Versión: 02

Página: 01

Fecha: 18/10/2013

COMPRESIÓN EN PILAS



EXPEDIENTE:

18-3674

EMPRESA:

RICHARD ALEXS MIRANDA RUCOBA

IDENTIFICACIÓN

MUESTRA:

MURO DE TAPIAL (TIERRA APISONADA)
CON REFUERZO DE CARRIZO



BI LABORATORIO - PILAS DE ALBAÑILERÍA:

| CURADO y CAPEADO | FECHA: | HORA: |
|------------------|----------|-------|
| Curado (Inicio) | 13.10.18 | 10:30 |
| CAPEADO: | 06.10.18 | 10:30 |
| Curado (Final) | 12.11.18 | 10:30 |

DIMENSIONAMIENTO DE PILAS (M TOMA DE MEDIDAS)

| N° | LARGO (cm.) | | | ANCHO (cm.) | | | ALTURA (cm.) | | |
|----|-------------|------|----|-------------|------|------|--------------|----|------|
| | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 |
| 1 | 30 | 29.9 | 30 | 20 | 19.9 | 20 | 40 | 40 | 39.9 |
| 2 | 30 | 29.9 | 30 | 20 | 19.9 | 20 | 40.1 | 40 | 40 |
| 3 | 30 | 29.9 | 30 | 20.1 | 20 | 19.9 | 39.9 | 40 | 40.1 |
| 4 | | | | | | | | | |
| 5 | | | | | | | | | |

BI RESULTADOS - DIMENSIONAMIENTO - ENSAYO DE COMPRESIÓN:

NORMAS: N.T.P. 331.636, RNE N° 011 (E-070 ALBAÑILERÍA)

FECHA ENSAYO FINAL - ENTREGA INGENIERO:

14.11.18

TABLA N° 16: FACTORES DE CORRECCIÓN DE (f' m) POR ESBELTEZ

| ESBELTEZ | 2.00 | 2.50 | 3.00 | 4.00 | 4.50 | 5.00 |
|----------|------|------|------|------|------|------|
| FACTOR | 0.73 | 0.80 | 0.91 | 0.95 | 0.98 | 1.00 |

| N° | PROMEDIO DE PILAS | | CORRECCIÓN POR ESBELTEZ (FACTOR) | CARGA (W) (kg.) | RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (kg./cm.²) | RESISTENCIA COMPRESIÓN CORREGIDA (kg./cm.²) |
|----|-------------------|-------------|----------------------------------|-----------------|--|---|
| | LARGO (cm.) | ANCHO (cm.) | | | | |
| 1 | 30 | 20 | 1.0 | 7720 | 12.9 | 12.9 |
| 2 | 30 | 20 | 1.0 | 6570 | 11.0 | 11.0 |
| 3 | 30 | 20 | 1.0 | 4820 | 8.0 | 8.0 |
| 4 | | | | | | |
| 5 | | | | | | |

OBSERVACIONES:

MAB. DE ENSAYO: TOKYOKOKI SEIZOSHO CMC-053-2018

R.V. Paus
TÉCNICO

ING. RESPONSABLE

ANEXO 04: Ensayos de resultados



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
Facultad de Ingeniería Civil

LABORATORIO N° 1 DE ENSAYO DE MATERIALES "ING. MANUEL GONZÁLES DE LA COTERA"

Carrera de Ingeniería Civil Acreditada por



Accreditation Board for engineering and Technology



Engineering
Technology
Accreditation
Commission

INFORME

Del A Obra : Laboratorio N°1 Ensayo de Materiales
 : RICHARD ALEXIS MIRANDA RUCOBA
 : "EVALUACION DEL COMPORTAMIENTO SISMICO DE UN MURO DE TAPIAL CON REFUERZO DE CARRIZO"
Ubicación : UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO
Asunto : Ensayo de Tracción en Laminas de Carrizo
Expediente N° : 18-3674
Recibo N° : 62589
Fecha de emisión : 26/11/2018

- 1.0. DEL MATERIAL** : Laminas de carrizo, marca no indica.
- 2.0. CONDICIONES AMBIENTALES** : Temperatura ambiente = 21,2 °C H.R. = 74.2%
- 3.0. DEL EQUIPO** : Máquina de ensayo universal, ZWICK ROELL
 Certificado de Calibración: LFP-399-2018
 Se utilizó las escuadras de acero de acuerdo a la NTP 399.621.
- 4.0. MÉTODO DE ENSAYO** : Normas de referencia NTP 399.621:2004 y E-070 del RNE.
 Procedimiento interno AT-PR-08.
- 5.0. RESULTADOS** :

| MUESTRA | FECHA DE ENSAYO | DÍAS | SECCION (cmxcm) | | ÁREA BRUTA (cm²) | CARGA MÁXIMA (Kg) | RESISTENCIA (Kg/cm²) |
|---------|-----------------|------|-----------------|------------|------------------|-------------------|----------------------|
| | | | LARGO (cm) | ANCHO (cm) | | | |
| L - 1 | 05/11/2018 | 28 | 0.88 | 0.17 | 0.15 | 120 | 802.1 |
| L - 2 | 05/11/2018 | 28 | 0.90 | 0.17 | 0.15 | 170 | 1111.1 |
| L - 3 | 05/11/2018 | 28 | 1.30 | 0.21 | 0.27 | 310 | 1135.5 |
| L - 4 | 05/11/2018 | 28 | 1.13 | 0.20 | 0.23 | 253 | 1119.5 |

7.0. OBSERVACIONES: 1) La información referente al muestreo, procedencia, cantidad, fecha de obtención e identificación han sido proporcionadas por el solicitante.

Hecho por Técnico : Mag. Ing. C. Villegas M.
 : Sr. R. V. M.



Ms. Ing. Ana Torre Carrillo
 Jefe (e) del laboratorio

NOTAS:

- 1) Está prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorización del laboratorio.
- 2) Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.



UNI-LEM
 La Calidad es nuestro compromiso
 Laboratorio Certificado ISO 9001



Av. Tupac Amaru N° 210, Lima 25
 apartado 1301 - Perú
 (511) 381-3343
 (511) 481-1070 Anexo: 4058 / 4046



www.lem.uni.edu.pe
 lem@uni.edu.pe
 Laboratorio de Ensayo de Materiales - UNI





UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

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

N° 000088

INFORME N° S18 - 804-1

SOLICITANTE : RICHARD ALEXIS MIRANDA RUCOBA
 PROYECTO : EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO SÍSMICO DE UN MURO DE TAPIAL
 CON REFUERZO DE CARRIZO
 UBICACIÓN : PARCELA 45, SAN PEDRO DE CARABAYLLO
 FECHA : 04 DE OCTUBRE 2018

REPORTE DE ENSAYOS DE LABORATORIO

Muestra : Única

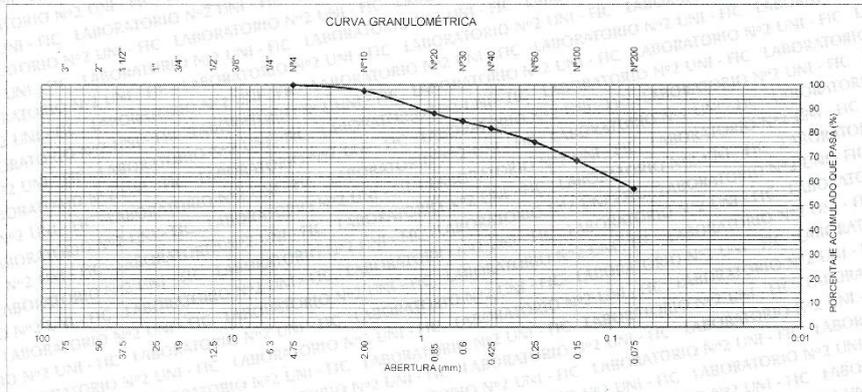
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO - ASTM D422

| Tamiz | Abertura (mm) | Parcial Retenido (%) | Acumulado (%) | |
|--------|---------------|----------------------|---------------|-------|
| | | | Retenido | Pasa |
| 3" | 75.000 | - | - | - |
| 2" | 50.000 | - | - | - |
| 1 1/2" | 37.500 | - | - | - |
| 1" | 25.000 | - | - | - |
| 3/4" | 19.000 | - | - | - |
| 1/2" | 12.500 | - | - | - |
| 3/8" | 9.500 | - | - | - |
| 1/4" | 6.300 | - | - | - |
| N°4 | 4.750 | - | - | 100.0 |
| N°10 | 2.000 | 2.4 | 2.4 | 97.6 |
| N°20 | 0.850 | 9.5 | 11.9 | 88.1 |
| N°30 | 0.600 | 3.4 | 15.3 | 84.7 |
| N°40 | 0.425 | 3.0 | 18.3 | 81.7 |
| N°60 | 0.250 | 5.6 | 23.8 | 76.2 |
| N°100 | 0.150 | 7.6 | 31.4 | 68.6 |
| N°200 | 0.075 | 11.6 | 43.0 | 57.0 |
| FONDO | | 57.0 | | |

| | |
|---------|--------|
| % Grava | : ---- |
| % Arena | : 43.0 |
| % Finos | : 57.0 |

| LÍMITES DE CONSISTENCIA ASTM D4318 | |
|---------------------------------------|--------|
| Límite Líquido (%) | : 27.4 |
| Límite Plástico (%) | : 19.2 |
| Índice Plástico (%) | : 8.2 |

Clasificación SUCS ASTM D2487 : CL



Nota: La muestra fue remitida e identificada por el Solicitante
 Ejecutado por : Téc. R. Puchun P.
 Revisado por : Ing. L.S.L. / Ing. B.R.P.



Jefe Laboratorio Mecánica de Suelos

Msc. Ing. LUISA E. SHUAN LUCAS
 Jefa (e) Laboratorio N°2-Mecánica de Suelos
 Facultad de Ingeniería Civil - UNI

Av. Túpac Amaru 210, Lima 25 - Perú
 Teléfono: (511) 381-3842
 e-mail: lms.servicios@uni.edu.pe, lms_fic@uni.edu.pe, www.lms.uni.edu.pe



Engineering
 Technology
 Accreditation
 Commission



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

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

N° 000089

INFORME N° S18 - 804-2

SOLICITANTE : RICHARD ALEXIS MIRANDA RUCOBA
 PROYECTO : EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO SÍSMICO DE UN MURO DE TAPIAL
 CON REFUERZO DE CARRIZO
 UBICACIÓN : PARCELA 45, SAN PEDRO DE CARABAYLLO
 FECHA : 04 DE OCTUBRE 2018

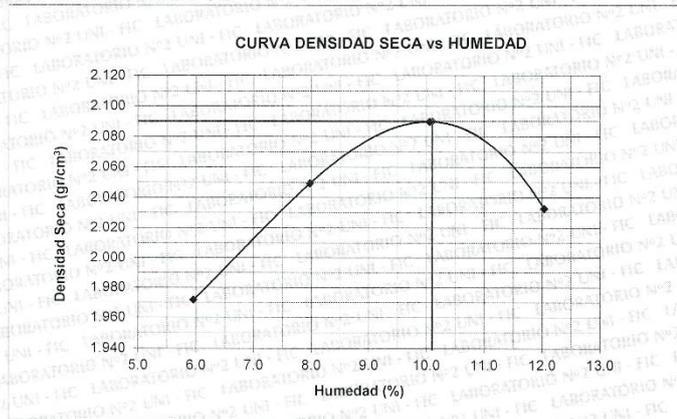
REPORTE DE ENSAYOS DE LABORATORIO

Muestra : Única

ENSAYO PROCTOR MODIFICADO ASTM D 1557

I. RESULTADOS OBTENIDOS EN LA COMPACTACIÓN DE LA FRACCIÓN FINA < N°4

MÉTODO DE ENSAYO : A
 Máxima Densidad Seca (gr/cm³) : 2.090
 Óptimo Contenido de Humec (%) : 10.10



Nota: Muestra remitida e identificada por el Solicitante.

Ejecución : Téc. R. Puchuri P.
 Revisión : Ing. L.S.L. / Ing. B.R.P.



Msc. Ing. LUISA E. SHUAN LUCAS
 Jefa (e) Laboratorio N°2-Mecánica de Suelos
 Facultad de Ingeniería Civil - UNI

Av. Túpac Amaru 210, Lima 25 - Perú
 Teléfono: (511) 381-3842
 e-mail: lms.servicios@uni.edu.pe, lms_fic@uni.edu.pe, www.lms.uni.edu.pe



Carrera de Ingeniería Civil Acreditada por
 Engineering Technology Accreditation Commission



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
Facultad de Ingeniería Civil
LABORATORIO N° 1 DE ENSAYO DE MATERIALES "ING. MANUEL GONZÁLES DE LA COTERA"



INFORME

Del A : Laboratorio N°1 Ensayo de Materiales
Obra : RICHARD ALEXIS MIRANDA RUCOBA
Ubicación : "EVALUACION DEL COMPORTAMIENTO SISMICO DE UN MURO DE TAPIAL CON REFUERZO DE CARRIZO"
Asunto : UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO
Expediente N° : Ensayo de Resistencia a la Compresión en Pilas de Unidades de Albañilería
Recibo N° : 18-3674
Fecha de emisión : 62589
Fecha de emisión : 29/11/2018

1.0. DE LAS UNIDADES : Tapial de tierra apisonada, elaborada por el solicitante, marca no indica.

2.0. DEL TAPIAL : El refrentado del tapial para el ensayo se realizó según la NTP 399.635.
 El tapial de tierra apisonada se encuentra sin carrizo como refuerzo.

3.0. CONDICIONES AMBIENTALES : Temperatura de almacenamiento = 18.5 C° H.R. = 74 %

4.0. DEL EQUIPO : Máquina de ensayo uniaxial, TOKYOKOKI SEIZOSHO
 Certificado de calibración: CMC-053-2018

Dimensiones de las placas de ensayo de compresión; 30 x 30 x 2.5 cm.

5.0. MÉTODO DE ENSAYO : Normas de referencia NTP 399.605.2013.
 Procedimiento interno AT-PR-08.

6.0. RESULTADOS

| MUESTRA | FECHA DE ELABORACIÓN | FECHA DE ENSAYO | DÍAS | DIMENSIONES DE LA PILA (mm) | | | RELACION (ALTURA/ANCHO) | F) ÁREA BRUTA (mm²) | CARGA MÁXIMA (Kg) | CARGA MÁXIMA (N) | FACTOR DE CORRECCIÓN | RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN ÁREA NETA (Kg/cm²) | |
|---------|----------------------|-----------------|------|-----------------------------|-------|--------|-------------------------|---------------------|-------------------|------------------|----------------------|--|-------|
| | | | | LARGO | ANCHO | ALTURA | | | | | | (kg/cm²) | (Mpa) |
| M - 1 | 13/10/2018 | 12/11/2018 | 30 | 300.0 | 200.0 | 400.0 | 2.00 | 600000 | 5700 | 55917 | 1.00 | 9.5 | 1.0 |

(*) El método para determinar el área neta es la NTP 399.605.2013

7.0. OBSERVACIONES: 1) La información referente al muestreo, procedencia, cantidad, fecha de obtención e identificación han sido proporcionadas por el solicitante. El esquema de modo de falla se aprecia en el anexo, está de acuerdo a la N.T.P. 399.605.

Hecho por Técnico : Mag. Ing. C. Villegas M.
 Sr. R. V. M.



NOTAS:
 1) Está prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorización del laboratorio.
 2) Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.



Av. Tupac Amaru N° 210, Lima 25
 apartado 1301 - Perú
 (511) 381-3343
 (511) 481-1070 Anexo: 4058 / 4046



www.lem.uni.edu.pe



lem@uni.edu.pe



Laboratorio de Ensayo de Materiales - UNI





UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
Facultad de Ingeniería Civil
LABORATORIO N° 1 DE ENSAYO DE MATERIALES "ING. MANUEL GONZÁLES DE LA COTERA"



INFORME

Del A : Laboratorio N°1 Ensayo de Materiales
Obra : RICHARD ALEXIS MIRANDA RUCOBA
Ubicación : "EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO SÍSMICO DE UN MURO DE TAPIAL CON REFUERZO DE CARRIZO"
Asunto : UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO
Expediente N° : Ensayo de Resistencia a la Compresión en Pilas de Unidades de Albañilería
Recibo N° : 18-3674
Fecha de emisión : 62589
Fecha de emisión : 29/11/2018

1.0. DE LAS UNIDADES : Tapijal de tierra apisonada, elaborada por el solicitante, marca no indica.

2.0. DEL TAPIAL : El refrentado del tapijal para el ensayo se realizó según la NTP 399.635.
 El tapijal de tierra apisonada se encuentra con carrizo como refuerzo.

3.0. CONDICIONES AMBIENTALES : Temperatura de almacenamiento = 18.5 C° H.R. = 74 %

4.0. DEL EQUIPO : Máquina de ensayo uniaxial, TOKYOKOKI SEIZOSHO
 Certificado de calibración: CMC-053-2018
 Dimensiones de las placas de ensayo de compresión: 30 x 30 x 2.5 cm.

5.0. MÉTODO DE ENSAYO : Normas de referencia NTP 399.605.2013.
 Procedimiento interno AT-PR-08.

6.0. RESULTADOS

| MUESTRA | FECHA DE ELABORACIÓN | FECHA DE ENSAYO | DÍAS | DIMENSIONES DE LA PILA (mm) | | | | RELACION (ALTURA/ANCHO) | (*) ÁREA BRUTA (mm²) | CARGA MÁXIMA (Kg) | CARGA MÁXIMA (N) | FACTOR DE CORRECCIÓN | RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN ÁREA NETA (Kg/cm²) | |
|---------|----------------------|-----------------|------|-----------------------------|-------|--------|-------------------------|-------------------------|----------------------|-------------------|------------------|----------------------|--|-------|
| | | | | LARGO | ANCHO | ALTURA | RELACION (ALTURA/ANCHO) | | | | | | (kg/cm²) | (Mpa) |
| M - 1 | 13/10/2018 | 12/11/2018 | 30 | 300.0 | 200.0 | 400.0 | 2.00 | 600000 | 7720 | 75733 | 1.00 | 12.9 | 1.3 | |
| M - 2 | 13/10/2018 | 12/11/2018 | 30 | 300.0 | 200.0 | 400.0 | 2.00 | 600000 | 6570 | 64452 | 1.00 | 11.0 | 1.1 | |
| M - 3 | 13/10/2018 | 12/11/2018 | 30 | 300.0 | 200.0 | 400.0 | 2.00 | 600000 | 4820 | 47284 | 1.00 | 8.0 | 0.8 | |

(*) El método para determinar el área neta es la NTP 399.605.2013

7.0. OBSERVACIONES: 1) La información referente al muestreo, procedencia, cantidad, fecha de obtención e identificación han sido proporcionadas por el solicitante. El esquema de modo de falla se aprecia en el anexo, está de acuerdo a la N.T.P. 399.605.

Hecho por : Mag. Ing. C. Villegas M.
 Técnico : Sr. R. V. M.

Ms. Ing. Ana Torja Carrillo
 Jefe (e) del laboratorio

NOTAS:
 1) Está prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorización del laboratorio.
 2) Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.



Av. Tupac Amaru N° 210, Lima 25
 apartado 1301 - Perú
 (511) 381-3343
 (511) 481-1070 Anexo: 4058 / 4046

www.lem.uni.edu.pe
 lem@uni.edu.pe
 Laboratorio de Ensayo de Materiales - UNI





UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
Facultad de Ingeniería Civil
LABORATORIO N° 1 DE ENSAYO DE MATERIALES "ING. MANUEL GONZÁLES DE LA COTERA"



INFORME

Del A : Laboratorio N°1 Ensayo de Materiales
Obra : RICHARD ALEXIS MIRANDA RUCOBA
 : "EVALUACION DEL COMPORTAMIENTO SISMICO DE UN MURO DE TAPIAL CON REFUERZO DE CARRIZO"
Ubicación : UNIVERSIDAD GESAR VALLEJO
Asunto : Ensayo de Compresión Diagonal en muretes de Albañilería
Expediente N° : 18-3674
Recibo N° : 62589
Fecha de emisión : 26/11/2018

- 1.0. DEL MATERIAL** : Tapial de material de tierra apisonada, marca no indica.
2.0. DEL TAPIAL : El tapial fue elaborado por el solicitante, sin el uso de carrizo como refuerzo.
3.0. CONDICIONES AMBIENTALES : Temperatura ambiente = 21.4 °C H.R. = 72.2%
4.0. DEL EQUIPO : Máquina de ensayo universal, TOKYOKOKI SEIZOSHO
 Certificado de Calibración: CMC-053-2018
 Se utilizó las escuadras de acero de acuerdo a la NTP 399.621.
5.0. MÉTODO DE ENSAYO : Normas de referencia NTP 399.621:2004 y E-070 del RNE.
 Procedimiento interno AT-PR-08.
6.0. RESULTADOS :

| MUESTRA | FECHA DE OBTENCIÓN | FECHA DE ENSAYO | DÍAS | DIMENSIONES DEL MURETE (cm) | | | ÁREA BRUTA (cm²) | CARGA MÁXIMA (Kg) | COMPRESIÓN DIAGONAL (Kg/cm²) |
|---------|--------------------|-----------------|------|-----------------------------|-----------|-------------|------------------|-------------------|------------------------------|
| | | | | LARGO (l) | ANCHO (h) | ESPESOR (t) | | | |
| M - 1 | 19/10/2018 | 16/11/2018 | 28 | 40.0 | 40.0 | 25.0 | 1000.0 | 2050 | 1.4 |

7.0. OBSERVACIONES: 1) La información referente al muestreo, procedencia, cantidad, fecha de obtención e identificación han sido proporcionadas por el solicitante.

Hecho por Técnico : Mag. Ing. C. Villegas M.
 : Sr. R. V. M.

[Handwritten signature]



[Handwritten signature]
 Ms. Ing. Ana Torre Carrillo
 Jefe (e) del laboratorio

NOTAS:
 1) Está prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorización del laboratorio.
 2) Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.



UNI-LEM
 La Calidad es nuestro compromiso
 Laboratorio Certificado ISO 9001

Av. Tupac Amaru N° 210, Lima 25
 apartado 1301 - Perú
 (511) 381-3343
 (511) 481-1070 Anexo: 4058 / 4046

www.lem.uni.edu.pe
 lem@uni.edu.pe
 Laboratorio de Ensayo de Materiales - UNI





UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
Facultad de Ingeniería Civil
LABORATORIO N° 1 DE ENSAYO DE MATERIALES "ING. MANUEL GONZÁLES DE LA COTERA"

Carrera de Ingeniería Civil Acreditada por



Accreditation Board for engineering and Technology



Engineering
Technology
Accreditation
Commission

INFORME

Del A Obra : Laboratorio N°1 Ensayo de Materiales
RICHARD ALEXIS MIRANDA RUCOBA
"EVALUACION DEL COMPORTAMIENTO SISMICO DE UN MURO DE TAPIAL CON REFUERZO DE CARRIZO"

Ubicación : UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO
Asunto : Ensayo de Compresión Diagonal en muretes de Albañilería
Expediente N° : 18-3674
Recibo N° : 62589
Fecha de emisión : 26/11/2018

- 1.0. DEL TAPIAL** : Tapial de material de tierra, marca no indica.
- 2.0. DE LOS TAPIALES** : Los tapiales fueron elaborados por el solicitante, colocando carrizo como refuerzo.
- 3.0. CONDICIONES AMBIENTALES** : Temperatura ambiente = 21.2 °C H.R. = 74.2%
- 4.0. DEL EQUIPO** : Máquina de ensayo universal, TOKYOKOKI SEIZOSHO
 Certificado de Calibración: CMC-053-2018
 Se utilizó las escuadras de acero de acuerdo a la NTP 399.621.
- 5.0. MÉTODO DE ENSAYO** : Normas de referencia NTP 399.621:2004 y E-070 del RNE.
 Procedimiento interno AT-PR-08.
- 6.0. RESULTADOS** :

| MUESTRA | FECHA DE OBTENCIÓN | FECHA DE ENSAYO | DÍAS | DIMENSIONES DEL MURETE (cm) | | | ÁREA BRUTA (cm ²) | CARGA MÁXIMA (Kg) | COMPRESIÓN DIAGONAL (Kg/cm ²) |
|---------|--------------------|-----------------|------|-----------------------------|-----------|-------------|-------------------------------|-------------------|---|
| | | | | LARGO (l) | ANCHO (h) | ESPESOR (t) | | | |
| M - 1 | 19/10/2018 | 16/11/2018 | 28 | 40.0 | 40.0 | 25.0 | 1000.0 | 2980 | 2.1 |
| M - 2 | 19/10/2018 | 16/11/2018 | 28 | 40.0 | 40.0 | 25.0 | 1000.0 | 2660 | 1.9 |
| M - 3 | 19/10/2018 | 16/11/2018 | 28 | 40.0 | 40.0 | 25.0 | 1000.0 | 1900 | 1.3 |

7.0. OBSERVACIONES: 1) La información referente al muestreo, procedencia, cantidad, fecha de obtención e identificación han sido proporcionadas por el solicitante.

Hecho por Técnico : Mag. Ing. C. Villegas M.
 : Sr. R. V. M.



Ms. Ing. Ana Torre Carrillo
 Jefe (e) del laboratorio

NOTAS:

- 1) Está prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorización del laboratorio.
 2) Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.



Av. Tupac Amaru N° 210, Lima 25
 apartado 1301 - Perú
 (511) 381-3343
 (511) 481-1070 Anexo: 4058 / 4046

www.lem.uni.edu.pe
 lem@uni.edu.pe
 Laboratorio de Ensayo de Materiales - UNI



ANEXO 05: Certificados De calibración



Punto de Precisión SAC

PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C. LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LL - 719 - 2017

Página : 1 de 1

Expediente : T 378-2017
Fecha de Emisión : 2017-10-05

1. Solicitante : UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
Dirección : AV. TUPAC AMARU NRO. 210 - RIMAC - LIMA

El Equipo de medición con el modelo y número de serie abajo indicados ha sido calibrado probado y verificado usando patrones certificados con trazabilidad a la Dirección de Metrología del INACAL y otros.

2. Instrumento de Medición : TAMIZ
Tamiz N° : 10
Diámetro de Tamiz : 8 pulg.
Marca : ELE INTERNATIONAL
Serie : 144129584
Código de Identificación : TM 10-1

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

Punto de Precisión S.A.C no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

3. Lugar y fecha de Calibración
LABORATORIO N° 2 MECÁNICA DE SUELOS FIC - UNI
03 - OCTUBRE - 2017

4. Método de Calibración
Calibración efectuada tomando como referencia la norma ASTM E 11

| INSTRUMENTO | MARCA | CERTIFICADO | TRAZABILIDAD |
|-------------|--------|-----------------|--------------|
| MICROSCOPIO | INSIZE | LA - 017 - 2017 | INACAL - DM |

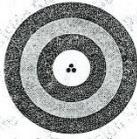
| Condiciones Ambientales: | |
|--------------------------|---------------|
| | INICIAL FINAL |
| Temperatura °C | 20,2 20,2 |
| Humedad % | 58 58 |

7. Observaciones
Con fines de identificación se ha colocado una etiqueta autoadhesiva de color verde con el número de certificado y fecha de calibración de la empresa PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

| MEDIDAS TOMADAS | | | | | | | | | | PROMEDIO | ESTÁNDAR | ERROR |
|-----------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|----------|----------|-------|
| mm | | | | | | | | | | | | |
| 2,051 | 2,023 | 2,015 | 2,035 | 2,015 | 2,035 | 2,015 | 2,016 | 2,041 | 2,015 | 2,025 | 2,000 | 0,025 |
| 2,034 | 2,014 | 2,023 | 2,043 | 2,011 | 2,006 | 2,035 | 2,045 | 2,025 | 2,035 | | | |
| 2,031 | 2,025 | 2,013 | 2,014 | 2,025 | 2,013 | 2,046 | 2,035 | 2,012 | 2,016 | | | |



Jefe de Laboratorio
ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N° 152631



Punto de Precisión SAC

PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C. LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LL - 718 - 2017

Página : 1 de 1

Expediente : T 378-2017
Fecha de Emisión : 2017-10-05

1. Solicitante : UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
Dirección : AV. TUPAC AMARU NRO. 210 - RIMAC - LIMA

El Equipo de medición con el modelo y número de serie abajo. Indicado ha sido calibrado probado y verificado usando patrones certificados con trazabilidad a la Dirección de Metrología del INACAL y otros.

2. Instrumento de Medición : TAMIZ
Tamiz N° : 20
Diametro de Tamiz : 8 pulg.
Marca : ELE INTERNATIONAL
Serie : 143623741
Código de Identificación : TM 20-2

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

Punto de Precisión S.A.C no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

3. Lugar y fecha de Calibración
LABORATORIO N° 2 MECANICA DE SUELOS FIC - UNI
03 - OCTUBRE - 2017

4. Método de Calibración
Calibración efectuada tomando como referencia la norma ASTM E 11

| INSTRUMENTO | MARCA | CERTIFICADO | TRAZABILIDAD |
|-------------|--------|------------------|--------------|
| MICROSCOPIO | INSIZE | LLA - 017 - 2017 | INACAL - DM |

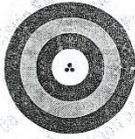
| 6. Condiciones Ambientales | | |
|----------------------------|---------|-------|
| | INICIAL | FINAL |
| Temperatura °C | 20,2 | 20,2 |
| Humedad % | 58 | 56 |

7. Observaciones
Con fines de identificación se ha colocado una etiqueta autoadhesiva de color verde con el número de certificado y fecha de calibración de la empresa PUNTO DE PRECISIÓN, S.A.C.

| 8. Resultados | | | | | | | | | | PROMEDIO µm | ESTANDAR µm | ERROR µm |
|-----------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|----------------|----------------|-------------|
| MEDIDAS TOMADAS µm | | | | | | | | | | | | |
| 852,362 | 851,245 | 850,365 | 853,214 | 851,274 | 849,652 | 851,324 | 852,314 | 851,225 | 850,223 | 851,428 | 850,000 | 1,428 |
| 851,336 | 851,246 | 852,175 | 850,326 | 851,326 | 848,521 | 853,625 | 851,246 | 852,317 | 853,149 | | | |
| 850,217 | 852,369 | 851,472 | 850,268 | 850,725 | 852,316 | 850,298 | 853,249 | 851,116 | 852,347 | | | |



Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N° 152631



Punto de Precisión SAC

PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C. LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LL - 731 - 2017

Página : de 1

Expediente : T 318-2017
Fecha de Emisión : 2017-10-05

1. Solicitante : UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
Dirección : AV. TUPAC AMARU NRO. 210 - RIMAC - LIMA

El Equipo de medición con el modelo y número de serie abajo. Indicados ha sido calibrado probado y verificado usando patrones certificados con trazabilidad a la Dirección de Metrología del INACAL y otros.

2. Instrumento de Medición : TAMIZ
Tamiz N° : 40
Diámetro de Tamiz : 8 pulg.
Marca : ELE INTERNATIONAL
Serie : 144129393
Código de Identificación : TM 40-4

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

Punto de Precisión S.A.C no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

3. Lugar y fecha de Calibración
LABORATORIO N° 2 MECANICA DE SUELOS FIC - UNI
03 - OCTUBRE - 2017

4. Método de Calibración
Calibración efectuada tomando como referencia la norma ASTM E 11

| INSTRUMENTO | MARCA | CERTIFICADO | TRAZABILIDAD |
|-------------|--------|------------------|--------------|
| MICROSCOPIO | INSITE | LLA - 017 - 2017 | INACAL - DM |

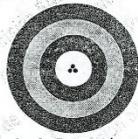
| 6. Condiciones Ambientales | | |
|----------------------------|---------|-------|
| | INICIAL | FINAL |
| Temperatura °C | 20,5 | 20,5 |
| Humedad % | 58 | 58 |

7. Observaciones
Con fines de identificación se ha colocado una etiqueta autoadhesiva de color verde con el número de certificado y fecha de calibración de la empresa PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

| 8. Resultados | | | | | | | | | | PROMEDIO | ESTÁNDAR | ERROR |
|-----------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|----------|----------|-------|
| MEDIDAS TOMADAS | | | | | | | | | | μm | μm | μm |
| μm | | | | | | | | | | | | |
| 423,362 | 425,214 | 426,426 | 428,241 | 428,265 | 426,258 | 425,624 | 427,824 | 423,128 | 424,923 | 426,398 | 425,000 | 1,398 |
| 428,624 | 427,218 | 425,312 | 426,625 | 428,248 | 427,124 | 426,216 | 425,825 | 426,455 | 425,329 | | | |
| 426,724 | 428,629 | 426,418 | 427,627 | 425,128 | 428,624 | 426,525 | 425,624 | 423,223 | 424,178 | | | |



Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N° 152631



Punto de Precisión SAC

PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C. LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LL - 728 - 2017

Página : 1 de 1

Expediente : T 378-2017
Fecha de Emisión : 2017-10-05

1. Solicitante : UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
Dirección : AV. TUPAC AMARU NRO. 210 - F. MAC - LIMA

El Equipo de medición con el modelo y número de serie abajo, Indicado ha sido calibrado probado y verificado usando patrones certificados con trazabilidad a la Dirección de Metrología del INACAL y otros.

2. Instrumento de Medición : TAMIZ
Tamiz N° : 200
Diámetro de Tamiz : 8 pulg.
Marca : EL E INTERNATIONAL
Serie : 132329537
Código de Identificación : TM 200-3

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

Punto de Precisión S.A.C no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

3. Lugar y fecha de Calibración
LABORATORIO N° 2 MECÁNICA DE SUELOS FIC - UNI
03 - OCTUBRE - 2017

4. Método de Calibración
Calibración efectuada tomando como referencia la norma ASTM E 11

5. Trazabilidad

| INSTRUMENTO | MARCA | CERTIFICADO | TRAZABILIDAD |
|-------------|--------|------------------|--------------|
| MICROSCOPIO | INSIZE | LLA - 017 - 2017 | INACAL - DM |

6. Condiciones Ambientales

| | INICIAL | FINAL |
|----------------|---------|-------|
| Temperatura °C | 20,5 | 20,5 |
| Humedad % | 58 | 58 |

7. Observaciones

Con fines de identificación se ha colocado una etiqueta autoadhesiva de color verde con el número de certificado y fecha de calibración de la empresa PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

8. Resultados

| MEDIDAS TOMADAS | | | | | | | | | | PROMEDIO | ESTÁNDAR | ERROR |
|-----------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|----------|----------|--------|
| µm | | | | | | | | | | | | |
| 73,352 | 72,245 | 74,325 | 75,145 | 76,263 | 73,324 | 71,125 | 72,125 | 75,235 | 71,314 | 74,236 | 75,000 | -0,764 |
| 74,325 | 76,325 | 74,148 | 75,458 | 74,657 | 74,438 | 75,258 | 74,347 | 72,783 | 78,125 | | | |
| 76,178 | 75,328 | 78,275 | 75,251 | 75,958 | 72,852 | 76,453 | 72,153 | 71,387 | 72,239 | | | |
| 73,365 | 76,127 | 75,531 | 74,327 | 72,821 | 75,427 | 71,326 | 74,152 | 72,823 | 73,427 | | | |
| 74,212 | 75,360 | 76,425 | 75,412 | 74,113 | 71,682 | 72,425 | 74,632 | 75,724 | 72,126 | | | |



Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N° 152631



Punto de Precisión SAC

PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C. LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LL - 714 - 2017

Página 1 de 1

Expediente : T 378-2017
Fecha de Emisión : 2017-10-05

1. Solicitante : UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
Dirección : AV. TUPAC AMARU NRO. 210 - RIMAC - LIMA

2. Instrumento de Medición : TAMIZ
Tamiz N° : 30
Diámetro de Tamiz : 8 pulg.
Marca : ELE INTERNATIONAL
Serie : 144129669
Código de Identificación : TM 30-4

3. Lugar y fecha de Calibración
LABORATORIO N° 2 MECANICA DE SUELOS FIC - UNI
03 - OCTUBRE - 2017

4. Método de Calibración
Calibración efectuada tomando como referencia la norma ASTM E 11

5. Trazabilidad

| INSTRUMENTO | MARCA | CERTIFICADO | TRAZABILIDAD |
|-------------|--------|--------------|--------------|
| MICROSCOPIO | INSIZE | LLA-017-2017 | INACAL - DM |

6. Condiciones Ambientales

| | INICIAL | FINAL |
|----------------|---------|-------|
| Temperatura °C | 20,1 | 20,1 |
| Humedad % | 58 | 58 |

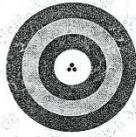
7. Observaciones
Con fines de identificación se ha colocado una etiqueta autoadhesiva de color verde con el número de certificado y fecha de calibración de la empresa PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

8. Resultados

| MEDIDAS TOMADAS | | | | | | | | | | PROMEDIO | ESTÁNDAR | ERROR |
|-----------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|----------|----------|-------|
| µm | | | | | | | | | | µm | µm | µm |
| 602,285 | 603,327 | 601,147 | 602,285 | 603,314 | 600,289 | 601,627 | 600,326 | 602,338 | 601,124 | 601,637 | 600,000 | 1,637 |
| 600,136 | 600,624 | 601,321 | 602,127 | 603,327 | 601,629 | 601,338 | 600,628 | 601,629 | 602,321 | | | |
| 601,216 | 603,329 | 602,824 | 601,674 | 602,521 | 601,726 | 600,284 | 600,624 | 601,329 | 600,421 | | | |



Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N° 152631



Punto de Precisión SAC

PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C. LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LL - 726 - 2017

Página : 1 de 1

Expediente : T 376-2017
Fecha de Emisión : 2017-10-05

1. Solicitante : UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
Dirección : AV. TUPAC AMARU NRO. 210 - RIMAC - LIMA

El Equipo de medición con el modelo y número de serie abajo. Indicados ha sido calibrado probado y verificado usando patrones certificados con trazabilidad a la Dirección de Metrología del INACAL y otros.

2. Instrumento de Medición : TAMIZ
Tamiz N° : 2 pulg
Diámetro de Tamiz : 8 pulg.
Marca : ELE INTERNATIONAL
Serie : 134226567
Código de Identificación : TM 2-4

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

Punto de Precisión S.A.C no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

3. Lugar y fecha de Calibración
LABORATORIO N° 2 MECANICA DE SUELOS FIC - UNI
03 - OCTUBRE - 2017

4. Método de Calibración
Calibración efectuada tomando como referencia la norma ASTM E 11

5. Trazabilidad

| INSTRUMENTO | MARCA | CERTIFICADO | TRAZABILIDAD |
|-------------|--------|-----------------|--------------|
| PIE DE REY | INSIZE | L - 0756 - 2017 | INACAL - DM |

6. Condiciones Ambientales

| | INICIAL | FINAL |
|----------------|---------|-------|
| Temperatura °C | 20,5 | 20,5 |
| Humedad % | 58 | 58 |

7. Observaciones

Con fines de identificación se ha colocado una etiqueta autoadhesiva de color verde con el número de certificado y fecha de calibración de la empresa PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

8. Resultados

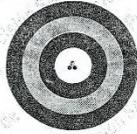
| MEDIDAS TOMADAS | | | | | PROMEDIO | ESTÁNDAR | ERROR |
|-----------------|-------|-------|-------|-------|----------|----------|-------|
| mm | | | | | mm | mm | mm |
| 50,40 | 49,87 | 50,32 | 49,95 | 49,35 | 49,98 | 50,00 | -0,02 |



Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106 292-2095

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com



Punto de Precisión SAC

PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C. LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LL - 725 - 2017

Página : 1 de 1

Expediente : T 376-2017
Fecha de Emisión : 2017-10-05

1. Solicitante : UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
Dirección : AV. TUPAC AMARU NRO. 210 - RIMAC - LIMA

2. Instrumento de Medición : TAMIZ
Tamiz N° : 1 1/2 pulg
Diámetro de Tamiz : 8 pulg.
Marca : ELE INTERNATIONAL
Serie : 141324549
Código de Identificación : TM 1 1/2-4

3. Lugar y fecha de Calibración
LABORATORIO N° 2 MECANICA DE SUELOS FIC - UNI
03 - OCTUBRE - 2017

4. Método de Calibración
Calibración efectuada tomando como referencia la norma ASTM E 11

5. Trazabilidad

| INSTRUMENTO | MARCA | CERTIFICADO | TRAZABILIDAD |
|-------------|--------|-----------------|--------------|
| PIE DE REY | INSIZE | L - 0756 - 2017 | INACAL - DM |

6. Condiciones Ambientales

| | INICIAL | FINAL |
|----------------|---------|-------|
| Temperatura °C | 20,3 | 20,3 |
| Humedad % | 58 | 58 |

7. Observaciones
Con fines de identificación se ha colocado una etiqueta autoadhesiva de color verde con el número de certificado y fecha de calibración de la empresa PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

8. Resultados

| MEDIDAS TOMADAS | | | | | | PROMEDIO | ESTANDAR | ERROR |
|-----------------|-------|-------|-------|-------|-------|----------|----------|-------|
| mm | | | | | | mm | mm | mm |
| 37,85 | 37,98 | 37,65 | 37,87 | 37,75 | 38,05 | 37,9 | 37,5 | 0,36 |

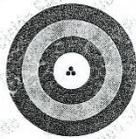
El Equipo de medición con el modelo y número de serie abajo. Indicado ha sido calibrado probado y verificado usando patrones certificados con trazabilidad a la Dirección de Metrología del INACAL y otros.

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

Punto de Precisión S.A.C no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.



Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N° 152631



Punto de Precisión S.A.C.

PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C. LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LL - 727 - 2017

Página : 1 de 1

Expediente : T 378-2017
Fecha de Emisión : 2017-10-05

1. Solicitante : UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
Dirección : AV. TUPAC AMARU NRO. 210 - RIMAC - LIMA

2. Instrumento de Medición : TAMIZ
Tamiz N° : 3 pulg
Diámetro de Tamiz : 8 pulg.
Marca : ELE INTERNATIONAL
Serie : 141223577
Código de Identificación : TM 3-2

El Equipo de medición con el modelo y número de serie abajo Indicados ha sido calibrado probado y verificado usando patrones certificados con trazabilidad a la Dirección de Metrología del INACAL y otros.

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

Punto de Precisión S.A.C no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

3. Lugar y fecha de Calibración
LABORATORIO N° 2 MECANICA DE SUELOS FIC - UNI
03 - OCTUBRE - 2017

4. Método de Calibración
Calibración efectuada tomando como referencia la norma ASTM E 11

5. Trazabilidad

| INSTRUMENTO | MARCA | CERTIFICADO | TRAZABILIDAD |
|-------------|--------|-----------------|--------------|
| PIE DE REY | INSIZE | L - 0756 - 2017 | INACAL - DM |

6. Condiciones Ambientales

| | INICIAL | FINAL |
|----------------|---------|-------|
| Temperatura °C | 20,5 | 20,5 |
| Humedad % | 58 | 58 |

7. Observaciones

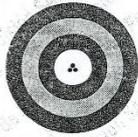
Con fines de identificación se ha colocado una etiqueta autoadhesiva de color verde con el número de certificado y fecha de calibración de la empresa PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

8. Resultados

| MEDIDAS TOMADAS | | | | | | PROMEDIO | ESTÁNDAR | ERROR |
|-----------------|-------|--|--|--|--|----------|----------|-------|
| mm | | | | | | mm | mm | mm |
| 75,30 | 75,33 | | | | | 75,82 | 75,00 | 0,81 |



Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Céspedes
Reg. CIP N° 152631



Punto de Precisión SAC

PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C. LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LL - 715 - 2017

Página : 1 de 1

Expediente : T 378-2017
Fecha de Emisión : 2017-10-05

1. Solicitante : UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
Dirección : AV. TUPAC AMARU NRO. 210 - FIMAC - LIMA

El Equipo de medición con el modelo y número de serie abajo indicados ha sido calibrado probado y verificado usando patrones certificados con trazabilidad a la Dirección de Metrología del INACAL y otros.

2. Instrumento de Medición : TAMIZ
Tamiz N° : 3/8 puig
Diámetro de Tamiz : 8 pulg.
Marca : E.I.E. INTERNACIONAL
Serie : 144129341
Código de Identificación : TM 3/8-4

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

Punto de Precisión S.A.C no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

3. Lugar y fecha de Calibración
LABORATORIO N° 2 MECÁNICA DE SUELOS FIC - UNI
03 - OCTUBRE - 2017

4. Método de Calibración
Calibración efectuada tomando como referencia la norma ASTM E 11

5. Trazabilidad

| INSTRUMENTO | MARCA | CERTIFICADO | TRAZABILIDAD |
|-------------|--------|-----------------|--------------|
| PIE DE REY | INSIZE | L - 0756 - 2017 | INACAL - DM |

6. Condiciones Ambientales

| | INICIAL | FINAL |
|----------------|---------|-------|
| Temperatura °C | 20,1 | 20,1 |
| Humedad % | 58 | 58 |

7. Observaciones

Con fines de identificación se ha colocado una etiqueta autoadhesiva de color verde con el número de certificado y fecha de calibración de la empresa PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

8. Resultados

| MEDIDAS TOMADAS | | | | | | | | | | PROMEDIO | ESTÁNDAR | ERROR |
|-----------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|----------|----------|-------|
| mm | | | | | | | | | | mm | mm | mm |
| 9,34 | 9,40 | 9,35 | 9,42 | 9,46 | 9,42 | 9,36 | 9,45 | 9,46 | 9,47 | 9,41 | 9,50 | -0,09 |



Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N° 152631





Punto de Precisión SAC

PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C. LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LL - 716 - 2017

Página : 1 de 1

Expediente : T 378-2017
Fecha de Emisión: 2017-10-05

1. Solicitante : UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
Dirección : AV. TUPAC AMARU NRO. 210 - RIMAC - LIMA

El Equipo de medición con el modelo y número de serie abajo indicados ha sido calibrado probado y verificado usando patrones certificados con trazabilidad a la Dirección de Metrología del INACAL y otros.

2. Instrumento de Medición : TAMIZ
Tamiz N° : 4
Diámetro de Tamiz : 8 pulg.
Marca : ELE INTERNATIONAL
Serie : 144129357
Código de identificación : TM 4-2

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

Punto de Precisión S.A.C no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

3. Lugar y fecha de Calibración
LABORATORIO N° 2 MECANICA DE SUELOS FIC - UNI
03 - OCTUBRE - 2017

4. Método de Calibración
Calibración efectuada tomando como referencia la norma ASTM E 11

5. Trazabilidad

| INSTRUMENTO | MARCA | CERTIFICADO | TRAZABILIDAD |
|-------------|--------|-----------------|--------------|
| PIÉ DE REY | INSIZE | L - 0756 - 2017 | INACAL - DM |

6. Condiciones Ambientales

| | INICIAL | FINAL |
|----------------|---------|-------|
| Temperatura °C | 20,1 | 20,1 |
| Humedad % | 58 | 58 |

7. Observaciones

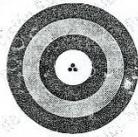
Con fines de identificación se ha colocado una etiqueta autoadhesiva de color verde con el número de certificado y fecha de calibración de la empresa PUNTO DE PRECISION S.A.C.

8. Resultados

| MEDIDAS TOMADAS | | | | | | | | | | PROMEDIO | ESTANDAR | ERROR |
|-----------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|----------|----------|--------|
| mm | | | | | | | | | | | | |
| 4,795 | 4,765 | 4,754 | 4,742 | 4,754 | 4,781 | 4,720 | 4,690 | 4,747 | 4,722 | 4,730 | 4,750 | -0,020 |
| 4,728 | 4,762 | 4,721 | 4,690 | 4,714 | 4,743 | 4,637 | 4,702 | 4,698 | 4,691 | | | |



Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Lcayza Capcha
Reg. CIP N° 152631



Punto de Precisión SAC

PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C. LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LL - 729 - 2017

Página : 1 de 1

Expediente : T 378-2017
Fecha de Emisión : 2017-10-05

1. Solicitante : UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
Dirección : AV. TUPAC AMARU NRO. 210 - RIMAC - LIMA

El Equipo de medición con el modelo y número de serie abajo. Indicado ha sido calibrado, probado y verificado usando patrones certificados con trazabilidad a la Dirección de Metrología del INACAL y otros.

2. Instrumento de Medición : TAMIZ

Tamiz N° : 100

Diametro de Tamiz : 5 p.p.g.

Marca : ELE INTERNATIONAL

Serie : 143827662

Código de identificación : TM 100-2

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

Punto de Precisión S.A.C no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

3. Lugar y fecha de Calibración
LABORATORIO N° 2. MECANICA DE SUELOS FIC - UN
03 - OCTUBRE - 2017

4. Método de Calibración
Calibración efectuada: tomando como referencia la norma ASTM E 11

| INSTRUMENTO | MARCA | CERTIFICADO | TRAZABILIDAD |
|-------------|--------|------------------|--------------|
| MICROSCOPIO | INSIZE | LLA - 017 - 2017 | INACAL - DM |

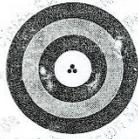
| | INICIAL | FINAL |
|----------------|---------|-------|
| Temperatura °C | 20,5 | 20,6 |
| Humedad: % | 58 | 58 |

7. Observaciones
Con fines de identificación se ha colocado una etiqueta autoadhesiva de color verde con el número de certificado y fecha de calibración de la empresa PUNTO DE PRECISION S.A.C.

| MEDIDAS TOMADAS | | | | | | | | | | PROMEDIO | ESTÁNDAR | ERROR |
|-----------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|----------|----------|-------|
| µm | | | | | | | | | | | | |
| 146,251 | 154,625 | 151,256 | 152,265 | 156,826 | 148,246 | 149,825 | 151,625 | 152,925 | 148,621 | 151,192 | 150,00J | 1,192 |
| 152,635 | 153,285 | 151,625 | 148,138 | 151,826 | 149,627 | 153,624 | 149,623 | 147,281 | 152,311 | | | |
| 150,625 | 148,629 | 149,168 | 153,287 | 149,623 | 147,726 | 151,382 | 152,625 | 152,628 | 149,314 | | | |
| 151,328 | 149,627 | 150,628 | 152,128 | 148,214 | 150,356 | 150,629 | 147,621 | 154,328 | 156,925 | | | |
| 155,627 | 151,226 | 152,324 | 152,324 | 151,635 | 152,824 | 150,358 | 150,628 | 149,214 | 151,328 | | | |



Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N° 152631



Punto de Precisión SAC

PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C. LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LL - 736 - 2017

Página : 1 de 2

Expediente : T 373-2017
Fecha de emisión : 2017-10-05

1. Solicitante : UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
Dirección : AV. TUPAC AMARU NRO. 210 - RIMAC - LIMA

El Equipo de medición con el modelo y número de serie abajo. Indicado ha sido calibrado probado y verificado usando patrones certificados con trazabilidad a la Dirección de Metrología del INACAL y otros.

2. Instrumento de Medición : MOLDE PROCTOR

Diámetro : 2 pulg
Marca : NO INDICA
Materia: : FIERRO
Color : PLATEADO
Código de Identificación : MPS-4

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

Punto de Precisión S.A.C no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

3. Lugar y fecha de Calibración
LABORATORIO N° 2 MECANICA DE SUELOS FIC - UNI
03 - OCTUBRE - 2017

4. Método de Calibración
Por Comparación, tomando como referencia la Norma MTC E 115 y ASTM D - 1557.

5. Trazabilidad

| INSTRUMENTO | MARCA | CERTIFICADO | TRAZABILIDAD |
|-------------|--------|-----------------|--------------|
| PIE DE REY | INSIZE | L - 0756 - 2017 | INACAL - DM |

6. Condiciones Ambientales

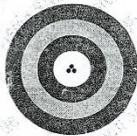
| | INICIAL | FINAL |
|----------------|---------|-------|
| Temperatura °C | 20,7 | 20,7 |
| Humedad % | 67 | 68 |

7. Observaciones

Los resultados de las mediciones efectuadas se muestran en la página 02 del presente documento.



Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N° 152631



PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.
LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LL - 734 - 2017

Punto de Precisión SAC

Página : 1 de 2

Expediente : T 378-2017
Fecha de emisión : 2017-10-05

1. Solicitante : UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
Dirección : AV. TUPAC AMARU NRO. 210 - RIMAC - LIMA

2. Instrumento de Medición : COPA CASAGRANDE

Marca de Copa : HUMBOLDT

Modelo de Copa : NO INDICA

Procedencia : USA

Código de Identificación : CC-7

El Equipo de medición con el modelo y número de serie abajo. Indicados ha sido calibrado probado y verificado usando patrones certificados con trazabilidad a la Dirección de Metrología del INACAL y otros.

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

Punto de Precisión S.A.C no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

3. Lugar y fecha de Calibración
LABORATORIO N° 2. MECANICA DE SUELOS FIC - UNI
03 - OCTUBRE - 2017

4. Método de Calibración
Por Comparación con instrumentos Certificados por el INACAL - DM.
Tomando como referencia la Norma ASTM D-4318.

5. Trazabilidad

| INSTRUMENTO | MARCA | CERTIFICADO | TRAZABILIDAD |
|-------------|--------|-------------|--------------|
| PIE DE REY | INSIZE | L-0756-2017 | INACAL - DM |

6. Condiciones Ambientales

| | INICIAL | FINAL |
|----------------|---------|-------|
| Temperatura °C | 20,5 | 20,6 |
| Humedad % | 69 | 69 |

7. Observaciones

Los resultados de las mediciones efectuadas se muestran en la página 02 del presente documento.
Para las medidas del ranurador, se realizó las medidas de tres piezas.



Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N° 152631



Punto de Precisión SAC

PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C. LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LL - 724 - 2017

Página : 1 de 1

Expediente : T 378-2017
Fecha de Emisión : 2017-10-05

1. Solicitante : UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
Dirección : AV. TUPAC AMARU NRO. 210 - RIMAC - LIMA

El Equipo de medición con el modelo y número de serie abajo Indicados ha sido calibrado probado y verificado usando patrones certificados con trazabilidad a la Dirección de Metrología del INACAL y otros.

2. Instrumento de Medición : TAMIZ
Tamiz N° : 1 pulg
Diámetro de Tamiz : 5 pulg.
Marca : ELE INTERNATIONAL
Serie : 143827618
Código de Identificación : TM 1-3

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

Punto de Precisión S.A.C no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

3. Lugar y fecha de Calibración
LABORATORIO N° 2 MECANICA DE SUELOS FIC - UNI
03 - OCTUBRE - 2017

4. Método de Calibración
Calibración efectuada tomando como referencia la norma ASTM E 11

5. Trazabilidad

| INSTRUMENTO | MARCA | CERTIFICADO | TRAZABILIDAD |
|-------------|--------|-----------------|--------------|
| PIE DE REY | INSIZE | L - 0756 - 2017 | INACAL - DM |

6. Condiciones Ambientales

| | INICIAL | FINAL |
|----------------|---------|-------|
| Temperatura °C | 20,3 | 20,3 |
| Humedad % | 58 | 58 |

7. Observaciones

Con fines de identificación se ha colocado una etiqueta autoadhesiva de color verde con el número de certificado y fecha de calibración de la empresa PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

8. Resultados

| MEDIDAS TOMADAS | | | | | | | PROMEDIO | ESTÁNDAR | ERROR |
|-----------------|-------|-------|-------|--|--|--|----------|----------|-------|
| mm | | | | | | | mm | mm | mm |
| 24,98 | 24,79 | 24,90 | 24,81 | | | | 24,38 | 25,00 | -0,12 |



Jere del Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N° 152631



Punto de Precisión SAC

PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C. LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LL - 730 - 2017

Página : 1 de 1

Expediente : T 374-2017
 Fecha de Emisión : 2017-10-05

1. Solicitante : UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
 FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
 Dirección : AV. TUPAC AMARU NRO. 210 - RIMAC - LIMA

El Equipo de medición con el modelo y número de serie abajo. Indicado ha sido calibrado probado y verificado usando patrones certificados con trazabilidad a la Dirección de Metrología del INACAL y otros.

2. Instrumento de Medición : TAMIZ

Tamiz N° : 60

Diámetro del Tamiz : 8 pulg.

Marca : ELE INTERNATIONAL

Serie : 141323889

Código de Identificación : TM 60-2

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

Punto de Precisión S.A.C no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

3. Lugar y fecha de Calibración
 LABORATORIO N° 3 MECÁNICA DE SUELOS FIC - UNI
 03 - OCTUBRE - 2017

4. Método de Calibración
 Calibración efectuada tomando como referencia la norma ASTM E 11

5. Trazabilidad

| INSTRUMENTO | MARCA | CERTIFICADO | TRAZABILIDAD |
|-------------|--------|------------------|--------------|
| MICROSCOPIO | INSIZE | LLA - 017 - 2017 | INACAL - DM |

6. Condiciones Ambientales

| | INICIAL | FINAL |
|------------------|---------|-------|
| Temperatura (°C) | 20,5 | 20,5 |
| Humedad (%) | 58 | 58 |

7. Observaciones

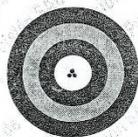
Con fines de identificación se ha colocado una etiqueta autoadhesiva de color verde con el número de certificado y fecha de calibración de la empresa PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

8. Resultados

| MEDIDAS TOMADAS | | | | | | | | | | PROMEDIO | ESTÁNDAR | ERROR |
|-----------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|----------|----------|-------|
| µm | | | | | | | | | | | | |
| 253,231 | 251,426 | 250,365 | 251,140 | 249,652 | 253,247 | 252,365 | 251,347 | 250,688 | 251,348 | 251,422 | 250,000 | 1,422 |
| 252,346 | 253,226 | 254,826 | 251,367 | 252,149 | 249,621 | 251,386 | 248,325 | 252,368 | 253,416 | | | |
| 251,322 | 250,689 | 252,346 | 251,724 | 249,685 | 251,342 | 250,645 | 251,384 | 248,215 | 251,470 | | | |



Jefe de Laboratorio
 Ing. Luis Loayza Capcha
 Reg. CIP N° 152631



Punto de Precisión SAC

PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C. LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LL - 717 - 2017

Página : 1 de 1

Expediente : T 378-2017
Fecha de Emisión : 2017-10-05

1. Solicitante : UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
Dirección : AV. TUPAC AMARU NRO. 210 - RIMAC - LIMA.

El Equipo de medición con el modelo y número de serie abajo, Indicado ha sido calibrado probado y verificado usando patrones certificados con trazabilidad a la Dirección de Metrología del INACAL y otros.

2. Instrumento de Medición : TAMIZ
Tamiz N° : 1/4 pulg
Diámetro de Tamiz : 8 pulg.
Marca : ELE INTERNATIONAL
Serie : 143229859
Código de Identificación : TM 1/4-4

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes

Punto de Precisión S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

3. Lugar y fecha de Calibración
LABORATORIO N° 2 MECANICA DE SUELOS FIC - UNI
03 - OCTUBRE - 2017

4. Método de Calibración
Calibración efectuada tomando como referencia la norma ASTM E 11

5. Trazabilidad

| INSTRUMENTO | MARCA | CERTIFICADO | TRAZABILIDAD |
|-------------|--------|-----------------|--------------|
| PIE DE PLY | INSIZE | L - 0756 - 2017 | INACAL - PM |

6. Condiciones Ambientales

| | INICIAL | FINAL |
|----------------|---------|-------|
| Temperatura °C | 20,1 | 20,2 |
| Humedad % | 58 | 58 |

7. Observaciones

Con fines de identificación se ha colocado una etiqueta autoadhesiva de color verde con el número de certificado y fecha de calibración de la empresa PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

8. Resultados

| MEDIDAS TOMADAS | | | | | | | | | | PROMEDIO | ESTÁNDAR | ERROR |
|-----------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|----------|----------|-------|
| mm | | | | | | | | | | mm | mm | mm |
| 5,75 | 6,98 | 6,25 | 6,10 | 6,25 | 6,64 | 6,87 | 6,84 | 6,94 | 6,35 | 6,60 | 6,30 | 0,30 |



Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CiR N° 152631





Punto de Precisión SAC

PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C. LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LL - 741 - 2017

Página : 1 de 2

Expediente : T 378-2017
 Fecha de emisión : 2017-10-05

1. Solicitante : UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
 FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
 Dirección : AV. TUPAC AMARU NRO. 210 - RIMAC - LIMA

El Equipo de medición con el modelo y número de serie abajo. Indicados ha sido calibrado probado y verificado usando patrones certificados con trazabilidad a la Dirección de Metrología del INACAL y otros.

2. Instrumento de Medición : MARTILLO PROCTOR

Capacidad : 10 lb

Marca : NO INDICA

Código de Identificación : MPM-01

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

3. Lugar y fecha de Calibración
 LABORATORIO N° 2 MECANICA DE SUELOS FIC - UNI
 03 - OCTUBRE - 2017

Punto de Precisión S.A.C no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

4. Método de Calibración
 Por Comparación, tomando como referencia la Norma ASTM D-558 , ASTM D-698.

5. Trazabilidad

| INSTRUMENTO | MARCA | CERTIFICADO | TRAZABILIDAD |
|----------------|----------|------------------|------------------------|
| PIE DE REY | INSIZE | L - 0758 - 2017 | INACAL - DM |
| REGLA METÁLICA | MITUTOYO | LLA - 444 - 2016 | INACAL - DM |
| BALANZA | KE'RN | LM-001-2017 | PUNTO DE PRECISIÓN SAC |

6. Condiciones Ambientales

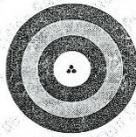
| | INICIAL | FINAL |
|----------------|---------|-------|
| Temperatura °C | 20,9 | 21,0 |
| Humedad % | 68 | 68 |

7. Observaciones

Los resultados de las mediciones efectuadas se muestran en la pagina 02 del presente documento.



Jefe de Laboratorio
 Ing. Luis Loayza Capcha
 Reg. CIP N° 152531



Punto de Precisión SAC

PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C. LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LB - 869 - 2017

Página: 1 de 3

Expediente : T 378-2017
Fecha de Emisión : 2017-10-05

1. Solicitante : UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
Dirección : AV. TUPAC AMARU NRO. 210 - RIMAC - LIMA

2. Instrumento de Medición : BALANZA

Marca : AND

Modelo : FX-3000i

Número de Serie : 15604451

Alcance de Indicación : 3200 g

División de Escala de Verificación (e) : 0,1 g

División de Escala Real (d) : 0,01 g

Procedencia : JAPON

Identificación : BL-5

Tipo : ELECTRÓNICA

Ubicación : LABORATORIO N° 2 MECANICA DE SUELOS
FIC - UNI

Fecha de Calibración : 2017-10-03

3. Método de Calibración

La calibración se realizó mediante el método de comparación según el PC-011 4ta Edición, 2010; Procedimiento para la Calibración de Balanzas de Funcionamiento no Automático Clase I y II del SNM-INDECOPI.

4. Lugar de Calibración

LABORATORIO N° 2 MECANICA DE SUELOS FIC - UNI de UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
AV. TUPAC AMARU NRO. 210 - RIMAC - LIMA

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura $k=2$. La incertidumbre fue determinada según la "Guía para la Expresión de la incertidumbre en la medición". Generalmente, el valor de la magnitud está dentro del intervalo de los valores determinados con la incertidumbre expandida con una probabilidad de aproximadamente 95 %.

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

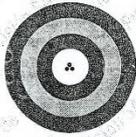


Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N° 152631

PT-06.F06 / Diciembre 2016 / Rev 02

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106 292-2095

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com



Punto de Precisión SAC

PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C. LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LB - 866 - 2017

Página: 1 de 3

Expediente : T 378-2017
Fecha de Emisión : 2017-10-05

1. Solicitante : UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
Dirección : AV. TUPAC AMARU NRO. 210 - RIMAC - LIMA

2. Instrumento de Medición : BALANZA

Marca : OHAUS

Modelo : SE3301F

Número de Serie : B149285341

Alcance de Indicación : 3000 g

División de Escala de Verificación (e) : 1 g

División de Escala Real (t) : 0,1 g

Procedencia : USA

Identificación : BL-1

Tipo : ELECTRÓNICA

Ubicación : LABORATORIO N° 2 MECANICA DE SUELOS
FIC - UNI

Fecha de Calibración : 2017-10-03

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura $k=2$. La incertidumbre fue determinada según la "Guía para la Expresión de la incertidumbre en la medición". Generalmente, el valor de la magnitud está dentro del intervalo de los valores determinados con la incertidumbre expandida con una probabilidad de aproximadamente 95 %.

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

3. Método de Calibración

La calibración se realizó mediante el método de comparación según el PC-001 3ra Edición, 2009, Procedimiento para la Calibración de Balanzas de Funcionamiento no Automático Clase III y IIII del SNM-INDECOPI.

4. Lugar de Calibración

LABORATORIO N° 2 MECANICA DE SUELOS FIC - UNI de UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
AV. TUPAC AMARU NRO. 210 - RIMAC - LIMA



Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N° 152631

PT-06.F06 / Diciembre 2016 / Rev 02

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106 292-2095

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com



INACAL
Instituto Nacional
de Calidad
Metrología

Certificado de Calibración

LFP - 399 - 2018

Laboratorio de Fuerza y Presión

Página 1 de 4

| | | |
|---------------------------|---|---|
| Expediente | 99772 | <p>Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI)</p> <p>La Dirección de Metrología custodia, conserva y mantiene los patrones nacionales de las unidades de medida, calibra patrones secundarios, realiza mediciones y certificaciones metrologías a solicitud de los interesados, promueve el desarrollo de la metrología en el país y contribuye a la difusión del Sistema Legal de Unidades de Medida del Perú. (SLUMP).</p> <p>La Dirección de Metrología es miembro del Sistema Interamericano de Metrología (SIM) y participa activamente en las Intercomparaciones que éste realiza en la región.</p> <p>Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones el usuario está obligado a recalibrar sus instrumentos a intervalos apropiados.</p> |
| Solicitante | UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA | |
| Dirección | Av. Tupac Amaru 210 - Rimac | |
| Instrumento de Medición | MAQUINA DE ENSAYO UNIAXIAL | |
| Intervalo de Indicaciones | 0 kgf a 101 972 kgf (0 kN a 1 000 kN) (*) | |
| Resolución | 1 kgf | |
| Marca | ZWICK ROELL | |
| Modelo | SP 1000 | |
| Número de Serie | 57940 | |
| Procedencia | ALEMANIA | |
| Clase de Exactitud | NO INDICA | |
| Fecha de Calibración | 2018-09-14 | |

Este certificado de calibración sólo puede ser difundido completamente y sin modificaciones. Los extractos o modificaciones requieren la autorización de la Dirección de Metrología del INACAL.
Certificados sin firma y sello carecen de validez.

| Fecha | Area de Mecánica | Laboratorio de Fuerza y Presión |
|---|--|--|
|  2018-09-19 |  ALDO QUIROGA ROJAS Dirección de Metrología |  LEONARDO DE LA CRUZ GARCIA Dirección de Metrología |

Instituto Nacional de Calidad - INACAL
Dirección de Metrología
Calle Las Camelias Nº 817, San Isidro, Lima - Perú
Tel.: (01) 840-8800 Anexo 1501
Email: metrologia@inacal.gob.pe
Web: www.inacal.gob.pe

Puede verificar el número de certificado en la página:
<https://aplicaciones.inacal.gob.pe/dm/verificar/>



INACAL
Instituto Nacional
de Calidad

Metrología

Laboratorio de Fuerza y Presión

Certificado de Calibración LFP – 399 – 2018

Página 2 de 4

Método de Calibración

Método de comparación tomando como referencia la Norma ISO 7500-1 "Metallic materials-Verification of static uniaxial testing machines"

Lugar de Calibración

Laboratorio N°1 - Laboratorio de Ensayo de Materiales - LEM
Av. Tupac Amaru 210 Rimac

Condiciones Ambientales

| | Inicial | Final |
|-------------|---------|--------|
| Temperatura | 21,5°C | 22,0°C |

Patrones de referencia

| Trazabilidad | Patrón utilizado | Certificado de calibración |
|---|--|--|
| Patrón de Referencia de Laboratorio Acreditado DAKKS D-K-12029-01-00 | Transductor de Fuerza LFP 02 036 Clase 0,5 | 63657 / D-K-12029-01-00 DE : 2017-08-07 |

Observaciones

Con fines de identificación se ha colocado una etiqueta autoadhesiva de color verde INACAL-DM.
Utilizar el newton como unidad de medida de fuerza dentro del Sistema Legal de Unidades de Medida del Perú (SLUMP)

(*) La máquina de ensayo fue calibrada en el intervalo de indicaciones de 15 000 kgf a 50 000 kgf .



INACAL
Instituto Nacional
de Calidad

Metrología

Laboratorio de Fuerza y Presión

Certificado de Calibración LFP – 399 – 2018

Página 3 de 4

Resultados de Medición

Dirección de Carga : Tracción

| Indicación de Fuerza de la Máquina de Ensayo | | | Indicación en el transductor de fuerza patrón | | | | | Promedio | Error |
|--|--------|---------|---|---------------------|----------------------|-----------------------------------|--------|----------|-------|
| (%) | (kgf) | (kN) | 1ª Serie Ascenso | 2ª Serie Ascenso | 3ª Serie Descenso | 4ª Serie - Ascensos Ascenso | | | |
| 15 | 15 000 | 147,100 | 14 591 | 14 557 | 14 590 | ---- | 14 579 | 421 | |
| 20 | 20 000 | 196,133 | 19 588 | 19 553 | 19 558 | ---- | 19 558 | 442 | |
| 25 | 25 000 | 245,166 | 24 551 | 24 534 | 24 551 | ---- | 24 545 | 455 | |
| 30 | 30 000 | 294,200 | 29 552 | 29 498 | 29 488 | ---- | 29 498 | 502 | |
| 33 | 32 500 | 318,718 | 32 011 | 31 983 | 31 987 | ---- | 31 994 | 508 | |
| 35 | 35 000 | 343,233 | 34 471 | 34 510 | 34 488 | ---- | 34 490 | 510 | |
| 38 | 37 500 | 367,749 | 38 998 | 37 002 | 38 991 | ---- | 38 997 | 503 | |
| 40 | 40 000 | 392,266 | 39 525 | 39 493 | 39 493 | ---- | 39 504 | 496 | |
| 45 | 45 000 | 441,299 | 44 309 | 44 479 | 44 441 | ---- | 44 410 | 590 | |
| 50 | 50 000 | 490,333 | 49 295 | 49 363 | 49 338 | ---- | 49 332 | 668 | |

Errores Encontrados del Sistema de Medición de Fuerza

| Valor Nominal | | | Errores Relativos encontrados en % | | | | | Incertidumbre del error de exactitud U (%) $k=2$ |
|------------------------------|--------|---------|------------------------------------|--------------------|---------------------|--------------------------|-----------------------|--|
| (%) | (kgf) | (kN) | Exactitud a | Repetibilidad b | Reversibilidad v | Resolución Relativa d | Error con Ascensos | |
| 15 | 15 000 | 147,100 | 2,89 | 0,23 | ---- | 0,01 | ---- | 0,18 |
| 20 | 20 000 | 196,133 | 2,26 | 0,07 | ---- | 0,01 | ---- | 0,07 |
| 25 | 25 000 | 245,166 | 1,85 | 0,07 | ---- | 0,00 | ---- | 0,07 |
| 30 | 30 000 | 294,200 | 1,70 | 0,33 | ---- | 0,00 | ---- | 0,19 |
| 33 | 32 500 | 318,718 | 1,58 | 0,09 | ---- | 0,00 | ---- | 0,07 |
| 35 | 35 000 | 343,233 | 1,48 | 0,11 | ---- | 0,00 | ---- | 0,07 |
| 38 | 37 500 | 367,749 | 1,36 | 0,03 | ---- | 0,00 | ---- | 0,07 |
| 40 | 40 000 | 392,266 | 1,26 | 0,06 | ---- | 0,00 | ---- | 0,07 |
| 45 | 45 000 | 441,299 | 1,33 | 0,38 | ---- | 0,00 | ---- | 0,23 |
| 50 | 50 000 | 490,333 | 1,35 | 0,14 | ---- | 0,00 | ---- | 0,09 |
| Error relativo de cero f_0 | | | 0,00 | | | | | |

| Clase de la escala de la máquina | Valor máximo permitido % según la Norma ISO 7500 - 1 | | | | |
|----------------------------------|--|--------------------|---------------------|--------------------------|------------|
| | Exactitud a | Repetibilidad b | Reversibilidad v | Resolución Relativa d | Cero f_0 |
| 0,5 | +0,5 | 0,5 | +0,75 | 0,25 | +0,05 |
| 1 | +1,0 | 1,0 | +1,5 | 0,5 | +0,1 |
| 2 | +2,0 | 2,0 | +3,0 | 1,0 | +0,2 |
| 3 | +3,0 | 3,0 | +4,5 | 1,5 | +0,3 |

kgf = kilogramo fuerza

Instituto Nacional de Calidad - INACAL
Dirección de Metrología
Calle Las Camelias N° 817, San Isidro, Lima - Perú
Tel: (01) 640-8620 Anexo 1501
email: metrologia@inacal.gob.pe
WEB: www.inacal.gob.pe



INACAL
Instituto Nacional
de Calidad

Metrología

Laboratorio de Fuerza y Presión

Certificado de Calibración LFP – 399 – 2018

Página 4 de 4

Incertidumbre

La Incertidumbre reportada en el presente certificado es la Incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la Incertidumbre estándar combinada por el factor de cobertura $k=2$. La Incertidumbre fue determinada según la "Guía para la Expresión de la Incertidumbre en la Medición", segunda edición, julio del 2001 (Traducción al castellano efectuada por Indecopi, con autorización de ISO, de la GUM, "Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement", corrected and reprinted in 1995, equivalente a la publicación del BIPM JCGM:100 2008, GUM 1995 with minor corrections "Evaluation of Measurement Data - Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement").

La Incertidumbre expandida de medición fue calculada a partir de los componentes de Incertidumbre de los factores de influencia en la calibración. La Incertidumbre indicada no incluye una estimación de variaciones a largo plazo.

Recalibración

Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

DIRECCION DE METROLOGIA

El Servicio Nacional de Metrología (actualmente la Dirección de Metrología del INACAL), fue creado mediante Ley N° 23560 el 6 enero de 1983 y fue encomendado al INDECOPi mediante Decreto Supremo DS-024-93 ITINCI.

El 11 de julio 2014 fue aprobada la Ley N° 30224 la cual crea el Sistema Nacional de Calidad, y tiene como objetivo promover y garantizar el cumplimiento de la Política Nacional de Calidad para el desarrollo y la competitividad de las actividades económicas y la protección del consumidor.

El Instituto Nacional de Calidad (INACAL) es un organismo público técnico especializado adscrito al Ministerio de Producción, es el cuerpo rector y autoridad técnica máxima en la normativa del Sistema Nacional de la Calidad y el responsable de la operación del sistema bajo las disposiciones de la ley, y tiene en el ámbito de sus competencias: Metrología, Normalización y Acreditación.

La Dirección de Metrología del INACAL cuenta con diversos Laboratorios Metroológicos debidamente acondicionados, Instrumentos de medición de alta exactitud y personal calificado. Cuenta con un Sistema de Gestión de la Calidad basado en las Normas Guía ISO 34 e ISO/IEC 17025 con lo cual se constituye en una entidad capaz de brindar un servicio integral, confiable y eficaz de aseguramiento metroológico para la industria, la ciencia y el comercio.

La Dirección de Metrología del INACAL cuenta con la cooperación técnica de organismos metroológicos internacionales de alto prestigio tales como: el Physikalisch-Technische Bundesanstalt (PTB) de Alemania; el Centro Nacional de Metrología (CENAM) de México; el National Institute of Standards and Technology (NIST) de USA; el Centro Español de Metrología (CEM) de España; el Instituto Nacional de Tecnología Industrial (INTI) de Argentina; el Instituto Nacional de Metrología (INMETRO) de Brasil; entre otros.

SISTEMA INTERAMERICANO DE METROLOGIA- SIM

El Sistema Interamericano de Metrología (SIM) es una organización regional auspiciado por la Organización de Estados Americanos (OEA), cuya finalidad es promover y fomentar el desarrollo de la metrología en los países americanos. La Dirección de Metrología del INACAL es miembro del SIM a través de la subregión ANDIMET (Bolivia, Colombia, Ecuador, Perú y Venezuela) y participa activamente en las intercomparaciones realizadas por el SIM.

Instituto Nacional de Calidad - INACAL
Dirección de Metrología
Calle Las Camelias N° 817, San Isidro, Lima - Perú
Telf.: (01) 840-8820 Anexo 1501
email: metrologia@inacal.gob.pe
WEB: www.inacal.gob.pe

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
CMC-053-2018**

Peticionario : Universidad Nacional de Ingeniería

Atención : LEM - FIC - Universidad Nacional de Ingeniería

Lugar de calibración : Laboratorio N° 1 de Ensayo de Materiales " Ing. Manuel Gonzales de la Cotera " FIC - UNI Av. Túpac Amaru N° 210 Rimac - Lima.

Tipo de equipo : Máquina Universal N° 2

Capacidad del equipo : 20,000 kgf ; 50,000 kgf ; 10,000 kgf ; 5,000 kgf ; 100,000 kgf.

División de escalas : 20 kgf; 100 kgf; 10 kgf ; 10 kgf ; 100 kgf.

Marca : TOKYOKOKI SEIZOSHO

N° de serie del equipo : 177 T 128

Código Interno UNI : MUNV-2

Panel digital : Analógico.

Número serie panel digital : N.I.

Procedencia : JAPAN.

Método de calibración : ASTM E-4 "Standard Practices for Force Verification of Testing machines"

Temp.(°C) y H.R.(%) inicial : 20,9°C / 67%

Temp.(°C) y H.R.(%) final : 22,3°C / 69%

Patrón de referencia : Trazabilidad NIST (United States National Institute of Standards & Technology), patrón utilizado Morehouse, N° de serie C-8294, clase A, calibrado de acuerdo a la norma ASTM E74-13a, certificado de calibración reporte N° C-829411216

Número de páginas : 3

Fecha de calibración : 2018-05-18

Este certificado de calibración sólo puede ser difundido sin modificaciones y en su totalidad.
Las modificaciones y extractos del certificado necesitan autorización de CELDA EIRL.
El presente certificado sin firmas y sellos carece de validez.

| Sello | Fecha | Hecho por | Revisado por |
|---|------------|--|--|
|  | 2018-05-19 |  Vladimir Tello Torre TECNICO DE LABORATORIO |  FRANCISCO FARREL JARAMA INGENIERO CIVIL Reg. del CIP N° 84286 |

Resultados de medición

Dirección de carga : Compresión Escala : 20000 kg

| Indicación de fuerza de la máquina de ensayo | | Indicación de fuerza en la celda patrón | | | Promedio | Error | Incertidumbre K=2 |
|--|-------|---|------------|------------|----------|-------|-------------------|
| (%) | (kgf) | 1º ascenso | 2º ascenso | 3º ascenso | | | |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,0 | 0,1 |
| 10 | 2000 | 2026 | 2042 | 2034 | 2034 | -1,7 | 0,2 |
| 20 | 4000 | 4037 | 4044 | 3973 | 4018 | -0,4 | 0,1 |
| 30 | 6000 | 5959 | 5955 | 6024 | 5979 | 0,3 | 0,1 |
| 40 | 8000 | 8015 | 7986 | 7940 | 7980 | 0,2 | 0,1 |
| 50 | 10000 | 9927 | 10033 | 9972 | 9977 | 0,2 | 0,1 |
| 60 | 12000 | 11922 | 11971 | 11998 | 11964 | 0,3 | 0,1 |
| 70 | 14000 | 14006 | 13983 | 13944 | 13978 | 0,2 | 0,1 |
| 80 | 16000 | 15993 | 15870 | 15930 | 15898 | 0,6 | 0,1 |

Dirección de carga : Compresión Escala : 50000 kg

| Indicación de fuerza de la máquina de ensayo | | Indicación de fuerza en la celda patrón | | | Promedio | Error | Incertidumbre K=2 |
|--|-------|---|------------|------------|----------|-------|-------------------|
| (%) | (kgf) | 1º ascenso | 2º ascenso | 3º ascenso | | | |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,0 | 0,1 |
| 10 | 5000 | 5177 | 5137 | 5096 | 5137 | -2,7 | 0,2 |
| 20 | 10000 | 10129 | 10167 | 10117 | 10138 | -1,4 | 0,2 |
| 30 | 15000 | 15162 | 15132 | 15121 | 15138 | -0,9 | 0,1 |
| 40 | 20000 | 20213 | 20182 | 20169 | 20188 | -0,9 | 0,1 |
| 50 | 25000 | 25197 | 25182 | 25141 | 25167 | -0,7 | 0,1 |
| 60 | 30000 | 30251 | 30276 | 30189 | 30239 | -0,8 | 0,1 |
| 70 | 35000 | 35348 | 35370 | 35265 | 35328 | -0,9 | 0,1 |
| 80 | 40000 | 40349 | 40282 | 40296 | 40309 | -0,8 | 0,1 |
| 90 | 45000 | 45345 | 45275 | 45239 | 45286 | -0,6 | 0,1 |



Resultados de medición

 Dirección de carga : Compresión **Escala : 10000 kg**

| Indicación de fuerza de la máquina de ensayo | | Indicación de fuerza en la celda patrón | | | Promedio | Error | Incertidumbre K=2 |
|--|-------|---|------------|------------|----------|-------|-------------------|
| (%) | (kgf) | 1º ascenso | 2º ascenso | 3º ascenso | | | |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,0 | 0,1 |
| 10 | 1000 | 993 | 1038 | 1009 | 1013 | -1,3 | 0,2 |
| 20 | 2000 | 2020 | 1998 | 1961 | 1993 | 0,4 | 0,1 |
| 30 | 3000 | 2984 | 3029 | 3005 | 3006 | -0,2 | 0,1 |
| 40 | 4000 | 3981 | 3992 | 3966 | 3980 | 0,5 | 0,1 |
| 50 | 5000 | 4978 | 4951 | 4962 | 4954 | 0,7 | 0,1 |
| 60 | 6000 | 5970 | 5988 | 5926 | 5961 | 0,6 | 0,1 |
| 70 | 7000 | 6946 | 6947 | 6957 | 6950 | 0,7 | 0,1 |
| 80 | 8000 | 7987 | 7965 | 7944 | 7965 | 0,4 | 0,1 |


 Dirección de carga : Compresión **Escala : 5000 kg**

| Indicación de fuerza de la máquina de ensayo | | Indicación de fuerza en la celda patrón | | | Promedio | Error | Incertidumbre K=2 |
|--|-------|---|------------|------------|----------|-------|-------------------|
| (%) | (kgf) | 1º ascenso | 2º ascenso | 3º ascenso | | | |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,0 | 0,1 |
| 10 | 500 | 457 | 480 | 480 | 472 | 5,9 | 0,2 |
| 20 | 1000 | 1007 | 1011 | 945 | 988 | 1,2 | 0,2 |
| 30 | 1500 | 1460 | 1464 | 1503 | 1476 | 1,6 | 0,2 |
| 40 | 2000 | 1963 | 1982 | 1973 | 1973 | 1,4 | 0,2 |
| 50 | 2500 | 2494 | 2487 | 2462 | 2481 | 0,8 | 0,1 |
| 60 | 3000 | 2967 | 2974 | 2990 | 2977 | 0,8 | 0,1 |
| 70 | 3500 | 3486 | 3469 | 3454 | 3470 | 0,9 | 0,1 |
| 80 | 4000 | 3937 | 3974 | 3980 | 3964 | 0,9 | 0,1 |



Resultados de medición

Dirección de carga : Compresión Escala : 100000 kg

| Indicación de fuerza de la máquina de ensayo | | Indicación de fuerza en la celda patrón | | | Promedio | Error | Incertidumbre K=2 |
|--|-------|---|------------|------------|----------|-------|-------------------|
| (%) | (kgf) | 1º ascenso | 2º ascenso | 3º ascenso | | | |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,0 | 0,1 |
| 10 | 10000 | 10459 | 10478 | 10472 | 10470 | -4,5 | 0,4 |
| 20 | 20000 | 20263 | 20255 | 20163 | 20227 | -1,1 | 0,2 |
| 30 | 30000 | 30201 | 30062 | 30179 | 30147 | -0,5 | 0,1 |
| 40 | 40000 | 39992 | 39965 | 40022 | 39993 | 0,0 | 0,1 |
| 50 | 50000 | 49882 | 49918 | 49859 | 49870 | 0,2 | 0,1 |
| 60 | 60000 | 59955 | 59719 | 59739 | 59804 | 0,3 | 0,1 |
| 70 | 70000 | 69790 | 69776 | 69675 | 69747 | 0,4 | 0,1 |
| 80 | 80000 | 79516 | 79626 | 79507 | 79550 | 0,6 | 0,1 |
| 90 | 90000 | 89356 | 89486 | 89256 | 89366 | 0,7 | 0,1 |

Incertidumbre

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la Incertidumbre Expandida de medición, que resulta de multiplicar la Incertidumbre estándar por el factor de cobertura $k=2$ y ha sido determinada de acuerdo a la "Guía para la expresión de la Incertidumbre en la medición".

Notas

El usuario está obligado a tener el equipo verificado en intervalos apropiados de tiempo de acuerdo al uso, mantenimiento y conservación que este expuesto.

El equipo se encuentra calibrado





Certificate PE13/175222
The management system of

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO N° 1

DE ENSAYO DE MATERIALES
"ING. MANUEL GONZÁLES DE LA COTERA"

Av. Túpac Amaru 210 - Rimac
Lima - Perú

has been assessed and certified as meeting the requirements of

ISO 9001:2015

For the following activities

"Ensayos de Materiales de Construcción en Agregados, Concreto, Albañilería, Madera, Acero y Cemento, desde la Solicitud de Servicio hasta la emisión de los Informes de Ensayo de muestras proporcionadas por los clientes externos"

"Building material's Tests in Aggregates, Concrete prisms, Masonry units, Wood, Steel rebars and Cement from the service request to the emission of reports of samples provided by external customers"

This certificate is valid from June 08, 2018 until July 23, 2019

Following a certification audit on April 12, 2018

and remains valid subject to satisfactory surveillance audits.

Re certification audit due before April 23, 2019

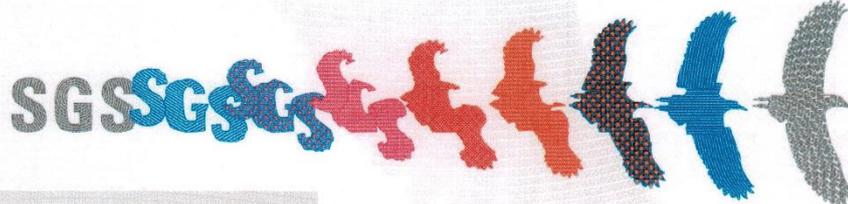
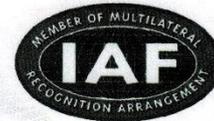
Issue 3. Certified since July 25, 2013

Authorised by

SGS United Kingdom Ltd
Rossmore Business Park Ellesmere Port Cheshire CH65 3EN UK
t +44 (0)151 350-6666 f +44 (0)151 350-6600 www.sgs.com

HC SGS 9001 2015 0118

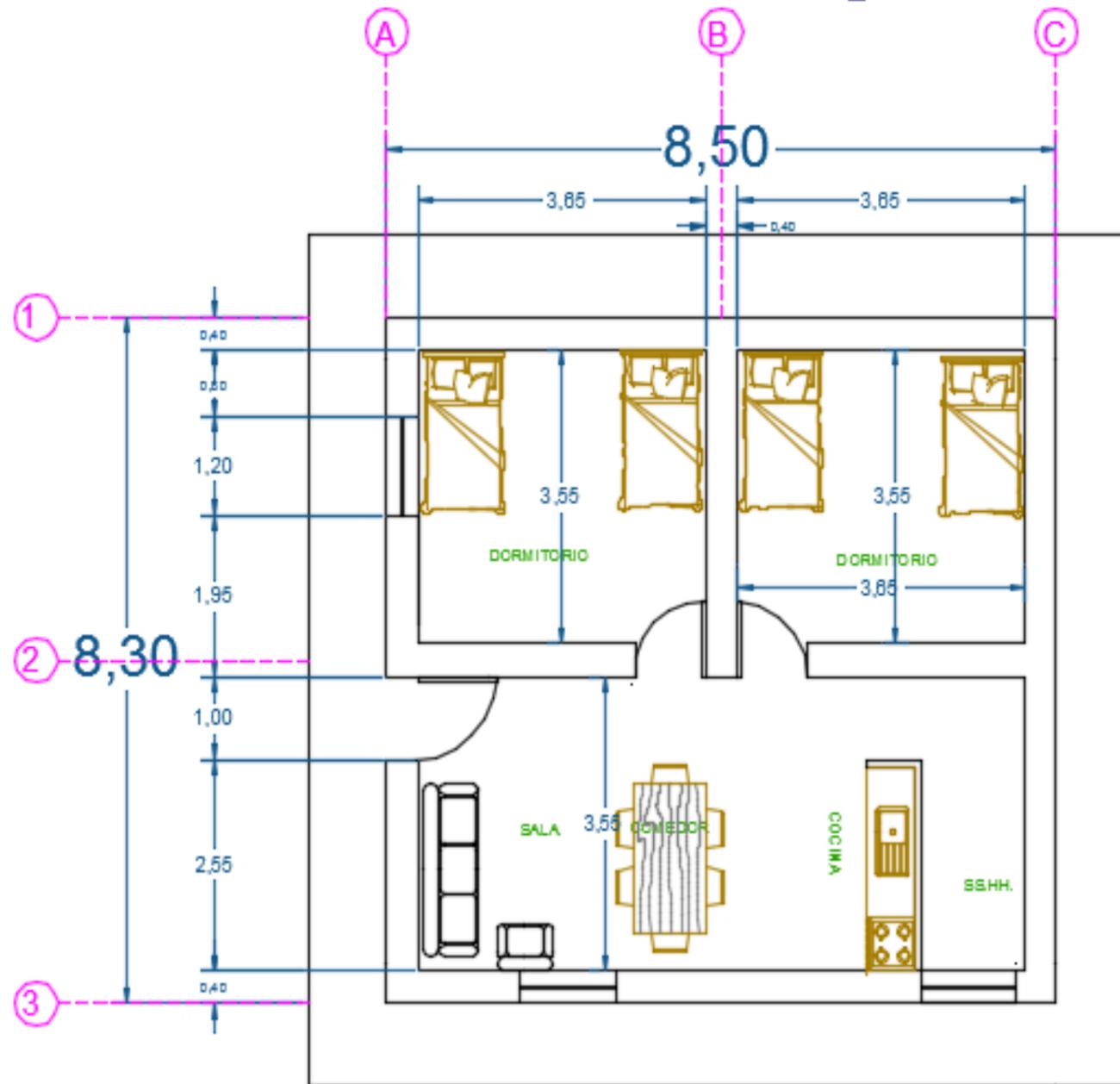
Page 1 of 1



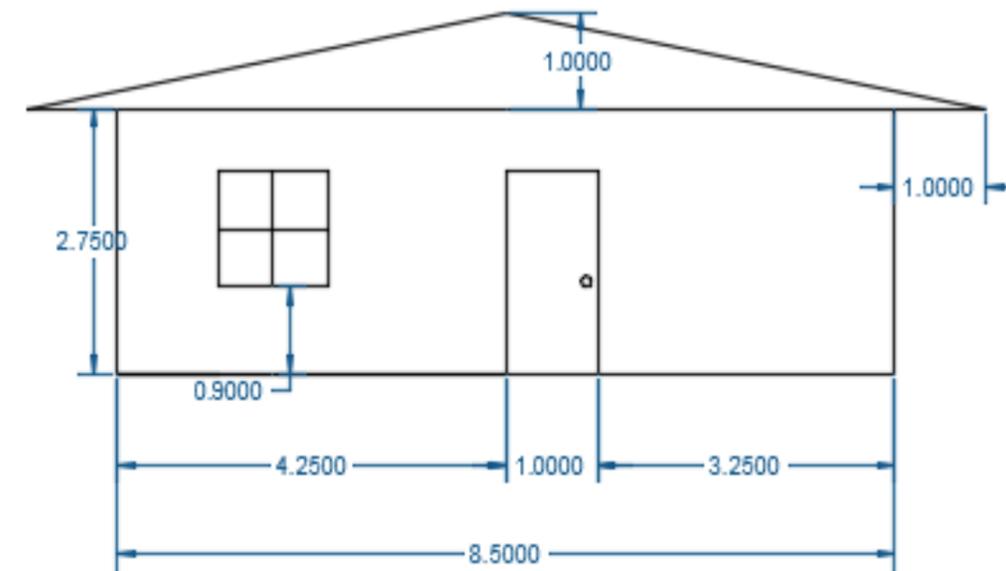
This document is issued by the Company subject to its General Conditions of Certification Services accessible at www.sgs.com/terms_and_conditions.htm. Attention is drawn to the limitations of liability, indemnification and jurisdictional issues established therein. The authenticity of this document may be verified at <http://www.sgs.com/en/Our-Company/Certified-Client-Directories/Certified-Client-Directories.aspx>. Any unauthorized alteration, forgery or falsification of the content or appearance of this document is unlawful and offenders may be prosecuted to the fullest extent of the law.

ANEXO 06: Planos

VIVIENDA MULTIFAMILIAR DE TAPIAL

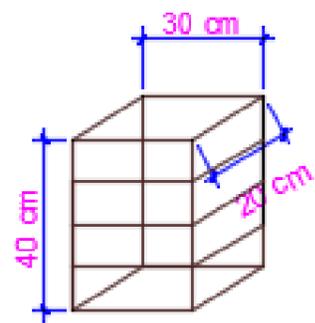


Vista en planta

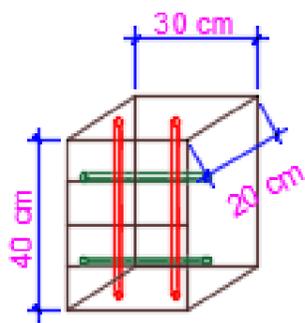


Vista en perfil

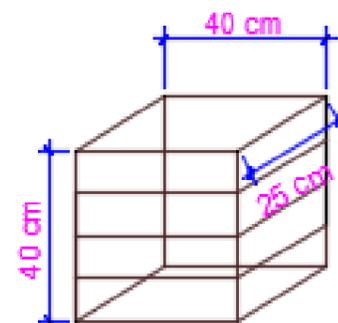
| | | |
|---|---|--------------------------|
| UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO | | |
| Proyecto: Evaluación del comportamiento sísmico de un muro de tapial con refuerzo de carrizo | | Plano N°: P-01 |
|  | Descripción: Plano de Vivienda Multifamiliar de tapial | P-01 |
| | Autor: Richard Alexis Miranda Rucoba | |
| Asesor: Dr. Ing. Osmar Demetrio Tello Malpartida | | |
| Huaylas - Ancash | Octubre 2018 | Dcc: 1/30 |



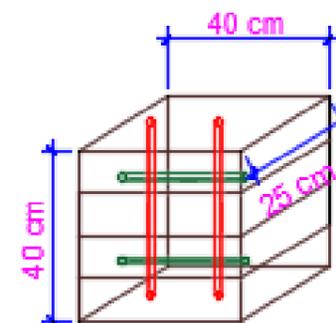
Pila de tapial
Sin refuerzo carrizo(vert.)
Sin refuerzo carrizo(horiz.)



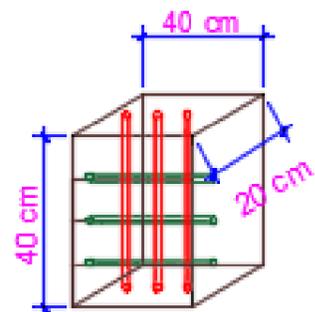
Pila de tapial
2 Ø 3/4" carrizo(vert.)
2 Ø 3/4" carrizo(horiz.)



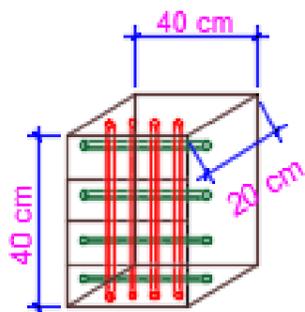
Murete de tapial
Sin refuerzo carrizo(vert.)
Sin refuerzo carrizo(horiz.)



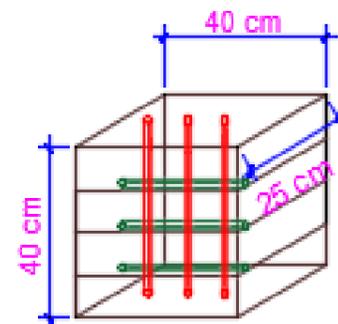
Murete de tapial
2 Ø 3/4" carrizo(vert.)
2 Ø 3/4" carrizo(horiz.)



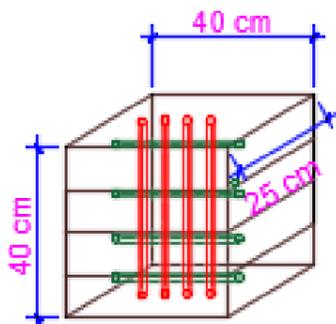
Pila de tapial
3 Ø 3/4" carrizo(vert.)
3 Ø 3/4" carrizo(horiz.)



Pila de tapial
4 Ø 3/4" carrizo(vert.)
4 Ø 3/4" carrizo(horiz.)



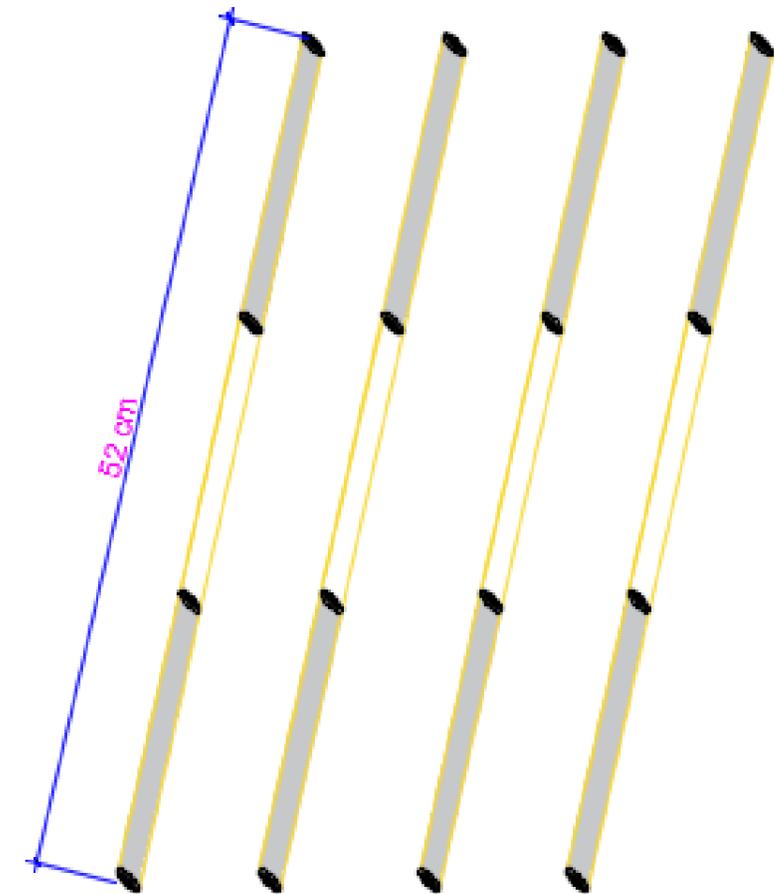
Murete de tapial
3 Ø 3/4" carrizo(vert.)
3 Ø 3/4" carrizo(horiz.)



Murete de tapial
4 Ø 3/4" carrizo(vert.)
4 Ø 3/4" carrizo(horiz.)

Pilas de tapial

Muretes de tapial



Varillas de carrizo de 3/4"

UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

Proyector:
Evaluación del comportamiento sísmico de un muro de tapial con refuerzo de carrizo

Plano N°:



Descripción:
Plano para muestras de laboratorio

P-02

Autor:
Richard Alexis Miranda Rucocha

Asesor:
Dr. Ing. Omer Demetrio Tello Malpartida

Huaylas - Áncash

Octubre 2018

Esc. 1/50

ANEXO 07: Documentos



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

AUTORIZACIÓN DE LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

CONSTE POR EL PRESENTE EL VISTO BUENO QUE OTORGA EL ENCARGADO DE INVESTIGACIÓN DE
La Escuela de Ingeniería Civil

A LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN QUE PRESENTA:

MIRANDA RUCOBA, RICHARD ALEXIS

INFORME TITULADO:

*EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO SÍSMICO DE UN MURO DE
TADRAL CON REFUERZO DE CEMENTO EN VIVIENDAS, HUAYKOS-
ANCASH, 2018*

PARA OBTENER EL TÍTULO O GRADO DE:

Ingeniero Civil

SUSTENTADO EN FECHA:

06/12/2018

NOTA O MENCIÓN :

15 (Quince)

*Firma del Coordinador de Investigación de
Ingeniería Civil*





ACTA DE APROBACIÓN DE ORIGINALIDAD DE TESIS

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

Yo, OMAR DEMETRIO TELLO MALPARTIDA

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

"Evaluación del comportamiento sísmico de un muro de tapial con refuerzo de carrizo en viviendas, Huaylas - Áncash, 2018"

del (de la) estudiante Miranda Rucoba, Richard Alexis

constato que la investigación tiene un índice de similitud de 9... % verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin.

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

Lugar y fecha: Lima 6 Dic 2018

Firma

Nombres y apellidos del (de la) docente:

OMAR DEMETRIO TELLO MALPARTIDA

DNI: 08644876

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



**AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DE
TESIS EN REPOSITORIO INSTITUCIONAL
UCV**

Código : F08-PP-PR-02.02
Versión : 09
Fecha : 23-03-2018
Página : 1 de 1

Yo Richard Alexis Miranda Rucoba....., identificado
con DNI N° 77529831.....,

Egresado de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad César Vallejo, autorizo (X), No autorizo () la divulgación y comunicación pública de mi trabajo de investigación titulado:

"Evaluación del comportamiento sísmico de un muro de tapial con refuerzo de carrizo en viviendas, Huaylas - Ancash, 2018"

en el Repositorio Institucional de la UCV (<http://repositorio.ucv.edu.pe/>), según lo estipulado en el Decreto Legislativo 822, Ley sobre Derechos de Autor, Art. 23 y Art. 33

Fundamentación en caso de no autorización:

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

[Firma]

FIRMA

DNI: 77529831.....

FECHA: 06 de diciembre del 2018.

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

Resumen de coincidencias

9 %

Se están viendo fuentes estándar
Ver fuentes en inglés (beta)

| Coincidencias | |
|---------------|----------------------------------|
| 1 | Entregado a Universidad. 2 % |
| 2 | repositorio.uz.edu.pe 1 % |
| 3 | tesis.uz.edu.pe 1 % |
| 4 | biblioteca virtual.uz.edu.pe 1 % |
| 5 | camaraje niklapaera.com 1 % |
| 6 | www.scaelo.org.co 1 % |
| 7 | es.scribd.com 1 % |
| 8 | copyplayer.es 1 % |
| 9 | repositorio.uz.edu.pe 1 % |
| 10 | u-lima.com 1 % |
| 11 | www.alaluniversidade.com 1 % |



ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

"Evaluación del comportamiento sísmico de un muro de tapial con refuerzo de carrizo en viviendas, Huaylas - Áncash, 2018"

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

AUTOR:
Miranda Rucoba, Richard Alexis

ASESOR:
Dr. Ing. Tello Malpartida, Omar Demetrio

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:
Diseño sísmico y estructural

Lima - Perú
2018

