REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

Universidad Católica de Santa María

Facultad de Arquitectura e Ingenierías Civil y del Ambiente

Escuela Profesional de Ingeniería Civil

Aplicación de fibras de acero y fibras de polipropileno al mortero de cemento para mejorar la resistencia de la albañilería confinada destinada al diseño de edificaciones de categoría A2 según la norma técnica E.030-2018

Tesis presentada por los Bachilleres:

Flores Hañari, Almilcar Santiago

ORCID: 0009-0005-3846-8906

Pilco Mamani, Richard Edmundo

ORCID: 0009-0004-0486-9552

para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil

Asesor:

Mg. Rosas Espinoza, Jorge

ORCID: 0000-0003-3583-6812

Arequipa — Perú

2024

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

UCSM-ERP

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

INGENIERIA CIVIL

TITULACIÓN CON TESIS

DICTAMEN APROBACIÓN DE BORRADOR

Arequipa, 31 de Julio del 2024

Dictamen: 007113-C-EPIC-2024

Visto el borrador del expediente 007113, presentado por:

2009244311 - PILCO MAMANI RICHARD EDMUNDO
2009601521 - FLORES HAÑARI ALMILCAR SANTIAGO

Titulado:

APLICACIÓN DE FIBRAS DE ACERO Y FIBRAS DE POLIPROPILENO AL MORTERO DE CEMENTO PARA MEJORAR LA RESISTENCIA DE LA ALBAÑILERÍA CONFINADA DESTINADA AL DISEÑO DE EDIFICACIONES DE CATEGORÍA A2 SEGÚN LA NORMA TÉCNICA E.030-2018

Nuestro dictamen es:

APROBADO

Titulo Profesional/Titulo de Segunda Especialidad/Grado Académico a optar:

INGENIERO CIVIL

29238311 - GUILLEN MALAGA MILAGROS SOCORRO
DICTAMINADOR

29412437 - UGARTE CALDERON ENRIQUE ALFONSO
DICTAMINADOR

72476554 - BUSTAMANTE MORA BORIS ANDRE
DICTAMINADOR

Aplicación de fibras de acero y fibras de polipropileno al mortero de cemento para mejorar la resistencia de la albañilería confinada destinada al diseño de edificaciones de categoría A2 según la norm

INFORME DE ORIGINALIDAD

21%	19%	2%	10%
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	hdl.handle.net Fuente de Internet	7%
2	Submitted to Universidad Católica de Santa María Trabajo del estudiante	3%
3	repositorio.unap.edu.pe Fuente de Internet	1%
4	tesis.ucsm.edu.pe Fuente de Internet	<1%
5	repositorio.urp.edu.pe Fuente de Internet	<1%
6	repositorio.upt.edu.pe Fuente de Internet	<1%
7	repositorio.unc.edu.pe Fuente de Internet	<1%
	repositorio.ucv.edu.pe	

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

DEDICATORIA

Dedico con todo mi corazón mi tesis a mi madre, pues sin ella no lo habría logrado, toda su bendición y exigencia a diario a lo largo de mi vida universitaria y que siempre me llevó por el camino del bien. A mi padre, aunque no esté físicamente con nosotros siempre estaba preocupado por la culminación de la tesis. A mi hermana, quien siempre me brinda todo su apoyo y tiempo siempre que lo necesitaba. A mis amigos que siempre me tuvieron paciencia y comprensión con el logro de mis objetivos.

Flores Hañari, Almilcar Santiago

Le dedico a Dios el siguiente trabajo, por guiarme, bendecirme y permitirme vivir esta experiencia. Sólo tu eres el camino, la verdad y la vida. A mis padres Ricardo y Clara, por confiar en mí y apoyarme incondicionalmente en cada proyecto. Por todo su esfuerzo y gran trabajo en su crianza. Sin ustedes no sería quien ahora soy. A mis hermanos, por ser excelentes compañeros de juegos y a la vez, grandes mentores. A mis amados sobrinos, por ser mi alegría más grande. Todos ustedes son mi principal motor para nunca rendirme.

Pilco Mamani, Richard Edmundo

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

AGRADECIMIENTOS

Primero, agradecemos a Dios, por bendecirnos y guiar nuestro camino a lo largo de esta carrera, por darnos salud, sabiduría y permitirnos alcanzar esta meta.

A nuestras familias, por su apoyo incondicional. Sin ellos no habría sido posible culminar este trabajo.

A nuestros amigos, por su amistad, cariño y apoyo en el transcurso de este trabajo. Por sus palabras, motivación y por habernos tendido la mano en este largo camino.

Muchas gracias por todo, a todas las personas que nos han alentado para continuar hasta poder alcanzar este logro.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

RESUMEN

La aparición de grietas y fisuras en los muros de albañilería confinada después de un movimiento sísmico se conduce a dos factores principales, la baja resistencia del mortero y el tipo de unidad de albañilería cuando son sujetadas a compresión axial y compresión diagonal.

La presente investigación propone el uso de fibras para mejorar la resistencia del mortero de cemento y reducir la formación de fisuras para los muros de albañilería confinada, utilizando diferentes dosificaciones de agua- cemento y a diferentes proporciones de las fibras de acero y polipropileno. Para la elaboración del mortero de cemento se planteó 03 canteras ubicadas en la ciudad de Arequipa para la selección de la arena gruesa; al igual que las unidades de albañilería, se planteó 03 tipos de marcas de unidades mecanizadas. La arena gruesa y la unidad mecanizada a utilizar se eligió conforme a los parámetros establecidos en la NTE E.070 de Albañilería. Para el ensayo de la resistencia a compresión axial del mortero de cemento se realizó 8 tipos de dosificaciones realizando el ensayo a la edad de 7, 14 y 28 días. Para el ensayo de la resistencia a compresión axial, fuerza unión en pilas de unidades mecanizadas y compresión diagonal en muros de unidades mecanizados; los ensayos fueron realizados a la edad de 28 días.

Con los datos obtenidos del laboratorio se demostró que la aplicación de fibra de acero y fibras de polipropileno influyen de manera óptima al mortero; analizando su comportamiento frente a cargas sísmicas realizando un diseño estructural de una edificación de categoría A2 ubicada en la ciudad de Arequipa realizando su modelamiento en el programa Etabs.

Palabras claves: Fibras de polipropileno, Fibras de acero, Mortero reforzado con fibras, Compresión Diagonal en Muretes, Compresión Axial en pilas de ladrillo, Dosificación de fibra.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

ABSTRACT

The appearance of cracks and fissures in confined masonry walls after an earthquake is driven by two main factors, the low strength of the mortar and the type of masonry unit when subjected to axial compression and diagonal compression.

The present research proposes the use of fibers to improve the resistance of cement mortar and reduce the formation of cracks so that masonry walls are confined, using different dosages of water-cement and different proportions of steel and polypropylene fibers. For the production of cement mortar, 03 quarries located in the city of Arequipa were planned for the selection of fine sand; Like masonry units, 03 types of brands of mechanized units were proposed. The fine sand and the mechanized unit to be used will be chosen in accordance with the parameters established in the Masonry standard E.070. To test the axial compression resistance of the cement mortar, 8 types of dosages were carried out, performing the test at the age of 7, 14 and 28 days. For the testing of axial compression resistance, joint strength in piles of machined units and diagonal compression in walls of machined units; The trials were carried out at the age of 28 days.

With the data obtained from the laboratory, it was demonstrated that the application of steel fiber and polypropylene fibers optimally influence the mortar; analyzing its behavior against seismic loads, carrying out a structural design of a category A2 building located in the city of Arequipa, carrying out its modeling in the Etabs program.

Keywords: Polypropylene fibers, Steel fibers, Fiber-reinforced mortar, Diagonal Compression in Walls, Axial Compression in brick piles, Fiber dosage.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

ÍNDICE

DEDICATORIA
AGRADECIMIENTOS
RESUMEN
ABSTRACT
ÍNDICE
ÍNDICE DE TABLAS
ÍNDICE DE FIGURAS
ÍNDICE DE ECUACIONES
INTRODUCCIÓN 1
1. CAPÍTULO I: GENERALIDADES 2
1.1. Planteamiento del problema 2
1.1.1. A Nivel Internacional 2
1.1.2. A Nivel Nacional 3
1.1.3. A Nivel Regional 3
1.2. Objetivos 4
1.2.1 Objetivo Principal 4
1.2.2 Objetivos Secundarios 4
1.3 Alcances y limitaciones 5
1.3.1. Alcances 5
1.3.2 Limitaciones 6
1.4. Justificación de la investigación 6
1.4.1. Justificación ambiental 6
1.4.2. Justificación social 6
1.4.3. Justificación económica 7
1.4.4. Justificación tecnológica 7
1.4.5. Justificación política/institucional) 7
1.5. Hipótesis 8
1.6. Variables 8
2. CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO 10
2.1. Sismicidad en el Perú 10
2.2. Categorías de edificaciones y sistemas estructurales según la NTE E.030-2018 11
2.2.1. Categorías de edificaciones 11
2.2.2. Sistemas estructurales 13

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

2.2.3. Relación de la categoría de edificación y sistema estructural 14
2.3. Albañilería confinada 14
2.3.1. Elementos estructurales de la albañilería confinada 14
2.3.1.1. Cimentación Corrida de Concreto Ciclópeo 15
2.3.1.2. Sobrecimiento de Concreto Ciclópeo con piedras medianas 15
2.3.1.3. Muros de Albañilería 15
2.3.1.4. Columnas de Confinamiento 16
2.3.1.5. Losas de Techo 16
2.3.1.6. Vigas soleras y dinteles 16
2.3.2. Unidad de albañilería 16
2.3.2.1. Unidad de Albañilería Sólida o Maciza: 17
2.3.2.2. Unidad de Albañilería Hueca: 18
2.3.2.3. Unidad de Albañilería Alveolar: 18
2.3.2.4. Unidad de Albañilería Tubular: 19
2.3.3. Mortero de cemento 19
2.3.4. Comportamiento sísmico 20
2.3.4.1 Distribución inapropiada de elementos estructurales 21
2.3.4.2 Falta de elementos de confinamiento y diafragmas 23
2.3.4.3 Materiales de construcción y/o procesos constructivos inadecuados 24
2.4. Patologías – daños estructurales en muros de Albañilería 25
2.4.1. Adherencia entre mortero y ladrillo 25
2.4.2. Mal aparejo en las esquinas 26
2.4.3. Unión de muros nuevos a muros existentes 26
2.5. Fibras como refuerzo de estructuras 27
2.5.1. Reseña histórica 27
2.5.2. Antecedentes del uso de fibras en la construcción 28
2.5.2.1. Antecedentes Internacionales 28
2.5.2.2. Antecedentes Nacionales 29
2.5.2.3. Antecedentes Locales 30
2.5.3. Tipos de fibras 30
2.5.4. Fibras de acero 32
2.5.4.1. Ventajas 33
2.5.5. Fibras de polipropileno 33
2.5.5.1. Ventajas 34
3. CAPITULO III: METODOLOGÍA Y ENSAYOS 35

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

3.1. Metodología de la investigación 35
3.2. Unidad de albañilería – ladrillo mecanizado 44
3.2.1. Ensayo de variación de dimensiones 44
3.2.2. Ensayo de alabeo 47
3.2.3. Ensayo de Resistencia de Compresión 49
3.2.4. Ensayo de absorción y coeficiente de saturación 52
3.2.5. Ensayo de succión 56
3.2.6. Densidad 59
3.2.7. Eflorescencia 62
3.2.8. Ensayo de Porcentaje de Vacíos 64
3.3. Mortero 68
3.3.1. Composición del mortero 68
3.3.1.1 Arena: 69
3.3.1.2 Cemento 70
3.3.1.3 Agua 71
3.3.2. Adherencia 72
3.3.3. Dosificación 74
3.3.4. Elaboración de mortero 75
3.3.4.1. Mortero natural 75
3.3.4.2. Mortero con aditivo 76
3.3.4.3. Mortero con fibras 76
3.3.5. Ensayo de Mortero 78
3.3.5.1 Ensayo de Análisis Granulométrico del Agregado Fino 78
3.3.5.2 Ensayo de fluidez 80
3.3.5.3 Ensayo de compresión simple 84
3.3.5.4 Ensayo de Adhesión 90
3.4. Prismas de albañilería - Pilas 92
3.4.1. Dosificación de las pilas de albañilería 92
3.4.1.1. Dosificación de las pilas de albañilería 92
3.4.1.2. Dosificación de la pila con aditivo 93
3.4.1.3. Dosificación de la pila con fibras 93
3.4.2. Ensayo del Cono de Abrams en Pilas de Albañilería 94
3.4.3. Ensayo de compresión axial en las Pilas de Albañilería 97
3.4.4. Ensayo de fuerza de unión en las Pilas de Albañilería 101
3.5. Prismas de Albañilería - Muretes 105

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

3.5.1. Dosificación de los Muretes de Albañilería 107
3.5.1.1. Dosificación de los Muretes de Albañilería 107
3.5.1.2. Dosificación del murete con aditivo 108
3.5.1.3. Dosificación de la pila con fibras 108
3.5.2. Ensayo del Cono de Abrams en Muretes de Albañilería 109
3.5.3. Ensayo de compresión diagonal en Muretes de Albañilería 109
4. CAPITULO IV: RESULTADOS Y ANÁLISIS DE DATOS 115
4.1. Unidad de albañilería – ladrillo mecanizado 115
4.1.1. Ensayo de variación de dimensiones 115
4.1.2. Ensayo de alabeo 118
4.1.3. Ensayo de resistencia de compresión 121
4.1.4. Ensayo de absorción y coeficiente de saturación 123
4.1.5. Ensayo de succión 125
4.1.6. Ensayo de densidad 127
4.1.7. Ensayo de eflorescencia 128
4.1.8. Ensayo de porcentaje de vacíos 129
4.2. Mortero 131
4.2.1 Ensayo de Análisis Granulométrico del Agregado Fino 131
4.2.2. Ensayo de fluidez en el mortero 134
4.2.3. Ensayo de compresión simple en muestras de mortero 139
4.3. Prismas o pilas de albañilería 165
4.3.1. Ensayo de Cono de Abrams en Pila de Albañilería 165
4.3.2. Ensayo de compresión simple en pilas 165
4.3.3. Ensayo de fuerza de unión ladrillo-mortero 175
4.4. Muretes de albañilería 186
4.4.1. Ensayo de Cono de Abrams en Murete de Albañilería 186
4.4.2. Ensayo de compresión diagonal en muretes 186
5. CAPITULO V: COMPARACIÓN DEL COMPORTAMIENTO SÍSMICO DE LA ALBAÑILERÍA CON MORTERO TRADICIONAL Y MORTERO CON FIBRAS; DISEÑANDO UNA EDIFICACIÓN DE CATEGORÍA A2 190
5.1. Introducción 190
5.2. Datos del proyecto para el diseño 190
5.2.1. Información General para el Diseño 190
5.2.2. Distribución en Planta y Vista en Elevación 191
5.2.3. Normas Utilizadas para el Diseño 192

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

5.2.4. Datos de los Materiales 192
a) Concreto para elementos de confinamiento, losas, columnas y vigas 192
b) Acero de refuerzo 192
c) Albañilería confinada 192
5.2.5. Cargas para el Diseño 193
a) En Losa Aligerada 193
b) En Vigas: 194
5.3. Estructuración y Predimensionamiento 195
5.3.1. Predimensionamiento de elementos estructurales 195
5.3.1.1. Predimensionamiento de Losa Aligerada Unidireccional 195
5.3.1.2. Predimensionamiento de Vigas 195
5.3.1.3. Predimensionamiento de Columnas 197
5.3.2. Densidad de muros 199
5.3.2.1. Espesor efectivo (t): 199
5.3.2.2. Densidad Mínima de Muros Reforzados: 199
5.4. Modelamiento de la edificación con software 202
5.4.1. Creación de los materiales 203
5.4.2. Creación de elementos estructurales 204
5.4.2.1. Vigas 204
5.4.2.2. Columnas 205
5.4.2.3. Losas 205
5.4.2.4. Muros de Albañilería 206
5.4.3. Modelado de la edificación y Asignación de Cargas 207
5.4.3.1. Modelado de la edificación 207
5.4.3.2. Asignación de Cargas 208
5.5. Verificación de Esfuerzo Axial Máximo 210
5.6. Análisis sísmico 212
5.6.1. Estimación del Peso Sísmico 212
5.6.2. Definición de los modos de vibración y cálculo del periodo (T) 213
5.6.3. Análisis Sísmico Estático 215
5.6.3.1. Cálculo del Peso Sísmico de la Edificación (PS) 215
5.6.3.2. Cortante Basal Estática 216
5.6.4. Análisis Sísmico Dinámico 222
5.6.5. Verificación de las Derivas. 227
5.6.6. Verificación de Irregularidades 231

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

5.6.6.1 Irregularidad en Altura (Ia) 232
5.6.6.2 Irregularidad en Planta (Ip) 234
5.6.7. Cálculo del Sismo de Diseño 234
5.7. Diseño de Albañilería con Mortero Tradicional 236
5.7.1. Determinación del sismo severo y sismo moderado 236
5.7.2. Control de fisuración 236
5.8. Diseño de Edificación con Concreto Armado y Albañilería – Mortero Tradicional 241
5.8.1. Análisis Sísmico 242
5.8.2. Definición del Sismo de Diseño, Sismo Severo y Sismo Moderado 247
5.8.3. Diseño de Muros de Albañilería – Mortero Tradicional 248
5.8.3.1. Control de Fisuración y Resistencia al Corte 248
5.8.3.2. Verificación de Agrietamiento Diagonal en Pisos Superiores 250
5.8.3.3. Verificación de refuerzo horizontal en muros 251
5.8.3.4. Diseño de elementos de confinamiento en muros agrietados de primer nivel 253
5.8.3.5. Diseño de elementos de confinamiento en muros no agrietados 259
5.8.3.6. Distribución Final de columnas de confinamiento y vigas soleras 262
5.8.4. Diseño de Placas de Concreto Armado 262
5.8.4.1. Determinación de las cargas actuantes y Combinaciones de diseño 263
5.8.4.2. Predimensionamiento y Diagrama de Iteración 265
5.8.4.3. Diseño por cortante 269
5.8.5. Diseño de Columna 272
5.8.5.1. Determinación de las cargas actuantes y Combinaciones de diseño 273
5.8.5.2. Diagrama de Iteración 273
5.8.5.3. Diseño por cortante 275
5.8.6. Diseño de Vigas 279
5.8.6.1 Diseño por Flexión 279
5.8.6.2 Diseño por Cortante 288
5.8.7. Diseño de Losa Aligerada Unidireccional 291
5.8.7.1 Diseño por Flexión 292
5.8.7.2 Diseño por Cortante 295
5.9. Diseño de Edificación con Albañilería – Mortero con Fibras 297
5.9.1 Análisis Sísmico 298
5.9.2. Definición del Sismo de Diseño, Sismo Severo y Sismo Moderado 304
5.9.3. Diseño de Muros de Albañilería – Mortero con Fibras 304
5.9.3.1. Control de Fisuración y Resistencia al Corte 304

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

5.9.3.2. Verificación de Agrietamiento Diagonal en Pisos Superiores 308
5.9.3.3. Verificación de refuerzo horizontal en muros 310
5.9.3.4. Diseño de elementos de confinamiento en muros agrietados de primer nivel 312
5.9.3.5. Diseño de elementos de confinamiento en muros no agrietados 317
5.9.3.6. Distribución Final de columnas de confinamiento y vigas soleras 321
5.9.4. Diseño de Columna 324
5.9.4.1. Determinación de las cargas actuantes y Combinaciones de diseño 324
5.9.4.2. Diagrama de Iteración 325
5.9.4.3. Diseño por cortante 326
5.9.5. Diseño de Vigas 328
5.9.5.1 Diseño por Flexión 328
5.9.5.2 Diseño por Cortante 331
5.9.6. Diseño de Losa Aligerada Unidireccional 332
5.10. Análisis y comparación de resultados del comportamiento de las edificaciones 332
5.10.1 Cortantes entre Pisos 332
5.10.2 Desplazamientos relativos de entre pisos 333
5.10.3 Desplazamientos Máximos 333
5.10.4 Resistencia al sismo moderado y sismo severo. 334
5.10.5 Comparación de Costos. 335
5.10.5.1 Comparación de Costos por Partidas 335
5.10.5.2 Comparación de Costos por Recursos. 336
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 337
CONCLUSIONES 337
RECOMENDACIONES 342
REFERENCIAS 343
ANEXOS 346
ANEXO 01: Planilla de metrados de edificación 346
ANEXO 02: Hoja de presupuesto 348
ANEXO 03: Listado de Insumos 349
ANEXO 04: Análisis de Precios Unitarios 351
ANEXO 05: Planos 363

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Tipo de Variables 9
Tabla 2 Categoría de las edificaciones y factor U 12
Tabla 3 Sistemas estructurales y coeficiente Ro 13
Tabla 4 Categoría y sistema estructural de las edificaciones 14
Tabla 5 Clases de Unidad de Albañilería 17
Tabla 6 Limitaciones en el uso de la unidad de albañilería 18
Tabla 7 Tipo de fibras y sus características mecánicas. 31
Tabla 8 Número de Ensayos de las propiedades físicas y mecánicas 35
Tabla 9 Dosificación cemento-arena 36
Tabla 10 Aplicación de fibras en gramos por bolsa de cemento 37
Tabla 11 Número de ensayos compresión axial 38
Tabla 12 Número de ensayos de compresión axial 39
Tabla 13 Número de ensayos de prueba de fuerza de unión 41
Tabla 14 Número de ensayos a compresión diagonal 42
Tabla 15 Cuadro resumen de ensayos totales 43
Tabla 16 Comparación de resultados de ambos casos 44
Tabla 17 Porcentaje pasante de la arena graduada 69
Tabla 18 Parámetros que debe cumplir el agua 72
Tabla 19 Dosificación de los componentes del mortero 74
Tabla 20 Dosificación de mortero a usar 74
Tabla 21 Dosificación del mortero a usar en la presente investigación 76
Tabla 22 Dosificación del mortero con Aditivo. 76
Tabla 23 Dosificación del mortero con fibras a usar en la presente investigación 77
Tabla 24 Rango de tiempo a ensayar los dados de mortero 88
Tabla 25 Factor de corrección según la relación hp/tp 101
Tabla 26 Dosificación del mortero a usar para muros de Albañilería 108
Tabla 27 Dosificación del mortero con aditivo a usar para muros de Albañilería 108
Tabla 28 Dosificación del mortero con fibras a usar para muros de Albañilería 109
Tabla 29 Medidas de la unidad mecanizada Diamante 115
Tabla 30 Clasificación de la unidad mecanizada Diamante 116
Tabla 31 Medidas de la unidad mecanizada Choque 116
Tabla 32 Clasificación de la unidad mecanizada Choque 117
Tabla 33 Medidas de la unidad mecanizada Zúñiga 117
Tabla 34: Clasificación de la unidad mecanizada Zúñiga 118
Tabla 35 Medidas de alabeo de la unidad mecanizada Diamante 119
Tabla 36 Medidas de alabeo de la unidad mecanizada Choque 119
Tabla 37 Medidas de alabeo de la unidad mecanizada Zúñiga 120
Tabla 38 Resistencia a la compresión de la unidad mecanizada Diamante 121
Tabla 39 Resistencia a la compresión de la unidad mecanizada Choque 121
Tabla 40 Resistencia a la compresión de la unidad mecanizada Zúñiga 122
Tabla 41 Clasificación del Tipo de Ladrillo según la NTE E.070 123
Tabla 42 Absorción y coeficiente de saturación – Diamante 123
Tabla 43 Absorción y coeficiente de saturación – Choque 124
Tabla 44: Absorción y coeficiente de saturación – Zúñiga 124
Tabla 45: Ensayo de succión – Diamante, Choque, Zuñiga 126

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Tabla 46: Densidad de las unidades mecanizadas 127
Tabla 47 Eflorescencia de las unidades mecanizadas 128
Tabla 48 Porcentaje de vacíos de las unidades mecanizadas 130
Tabla 49 Granulometría de la cantera Umapallca - Sabandía 131
Tabla 50 Granulometría de la cantera Cerro Verde – Huayco 132
Tabla 51 Granulometría de la cantera Socabaya 133
Tabla 52 Ensayo de Fluidez para Mortero 135
Tabla 53 Ensayo de Fluidez para Mortero con adición de Aditivo 135
Tabla 54 Ensayo de Fluidez para Mortero con adición de Fibra I 136
Tabla 55 Ensayo de Fluidez para Mortero con adición de Fibra II 136
Tabla 56 *Ensayo de Fluidez para Mortero con adición de Fibra III* 137
Tabla 57 *Ensayo de Fluidez para Mortero con adición de Fibra IV* 137
Tabla 58 *Ensayo de Fluidez para Mortero con adición de Fibra V* 138
Tabla 59 *Ensayo de Fluidez para Mortero con adición de Fibra VI* 138
Tabla 60 Compresión en dados de Mortero 1:3 140
Tabla 61 Compresión en dados de Mortero 1:4 141
Tabla 62 Compresión en dados de Mortero 1:5 142
Tabla 63 Compresión en dados de Mortero 1:3 + Aditivo 143
Tabla 64 Compresión en dados de Mortero 1:4 + Aditivo 144
Tabla 65 Compresión en dados de Mortero 1:5 + Aditivo 145
Tabla 66 Compresión en dados de Mortero 1:3 + Fibra I 146
Tabla 67 Compresión en dados de Mortero 1:4 + Fibra I 147
Tabla 68 Compresión en dados de Mortero 1:5 + Fibra I 148
Tabla 69 Compresión en dados de Mortero 1:3 + Fibra II 149
Tabla 70 Compresión en dados de Mortero 1:4 + Fibra II 150
Tabla 71 Compresión en dados de Mortero 1:5 + Fibra II 151
Tabla 72 Compresión en dados de Mortero 1:3 + Fibra III 152
Tabla 73 Compresión en dados de Mortero 1:4 + Fibra III 153
Tabla 74 Compresión en dados de Mortero 1:5 + Fibra III 154
Tabla 75 Compresión en dados de Mortero 1:3 + Fibra IV 155
Tabla 76 Compresión en dados de Mortero 1:4 + Fibra IV 156
Tabla 77 Compresión en dados de Mortero 1:5 + Fibra IV 157
Tabla 78 Compresión en dados de Mortero 1:3 + Fibra V 158
Tabla 79 Compresión en dados de Mortero 1:4 + Fibra V 159
Tabla 80 Compresión en dados de Mortero 1:5 + Fibra V 160
Tabla 81 Compresión en dados de Mortero 1:3 + Fibra VI 161
Tabla 82 Compresión en dados de Mortero 1:4 + Fibra VI 162
Tabla 83 Compresión en dados de Mortero 1:5 + Fibra VI 163
Tabla 84 Ensayo de Cono de Abrams en Pilas de Albañilería 165
Tabla 85 Compresión Simple en pilas de Albañilería 166
Tabla 86 Compresión Simple en pilas de Albañilería + Aditivo 167
Tabla 87 Compresión Simple en pilas de Albañilería + Fibra I 168
Tabla 88 Compresión Simple en pilas de Albañilería + Fibra II 169
Tabla 89 Compresión Simple en pilas de Albañilería + Fibra III 170
Tabla 90 Compresión Simple en pilas de Albañilería + Fibra IV 171
Tabla 91 Compresión Simple en pilas de Albañilería + Fibra V 172
Tabla 92 Compresión Simple en pilas de Albañilería + Fibra VI 173

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Tabla 93 *Fuerza - Unión en pilas de Albañilería* 176
Tabla 94 *Fuerza - Unión en pilas de Albañilería + Aditivo* 177
Tabla 95 *Fuerza - Unión en pilas de Albañilería + Fibra I* 178
Tabla 96 *Fuerza - Unión en pilas de Albañilería + Fibra II* 179
Tabla 97 *Fuerza - Unión en pilas de Albañilería + Fibra III* 180
Tabla 98 *Fuerza - Unión en pilas de Albañilería + Fibra IV* 181
Tabla 99 *Fuerza - Unión en pilas de Albañilería + Fibra V* 182
Tabla 100 *Fuerza - Unión en pilas de Albañilería + Fibra VI* 183
Tabla 101 Ensayo de Cono de Abrams en Muros de Albañilería 186
Tabla 102 *Compresión Diagonal de Muretes* 186
Tabla 103 *Compresión Diagonal de Muretes + Aditivo* 187
Tabla 104 *Compresión Diagonal de Muretes + Fibra I* 187
Tabla 105 *Compresión Diagonal de Muretes + Fibra II* 187
Tabla 106 *Compresión Diagonal de Muretes + Fibra III* 188
Tabla 107 *Compresión Diagonal de Muretes + Fibra IV* 188
Tabla 108 *Compresión Diagonal de Muretes + Fibra V* 188
Tabla 109 *Compresión Diagonal de Muretes + Fibra VI* 189
Tabla 110 Datos de la albañilería a utilizar para el diseño. 193
Tabla 111 Valor del peso propio para losa aligerada unidireccional. 194
Tabla 112 Verificación de la densidad de muros en la dirección XX. 201
Tabla 113 Verificación de la densidad de muros en la dirección YY. 202
Tabla 114 Corrección en la verificación de la densidad de muros en la dirección YY. 202
Tabla 115 Verificación de Esfuerzo Axial Máximo en Muros Portantes – Primer Nivel. 211
Tabla 116 Masas participativas y periodos "T" de vibración. 214
Tabla 117 Peso Sísmico "PS" de la Edificación para el Análisis Sísmico Estático. 216
Tabla 118 Valores de los factores de zona "Z". 216
Tabla 119 Cálculo de la Cortante Basal "V_{EXX}" y "V_{EYY}". 219
Tabla 120 Cálculo para la distribución en altura del Cortante Sísmico en la dirección XX. 220
Tabla 121 *Cálculo para la distribución en altura del Cortante Sísmico en la dirección YY.* 221
Tabla 122 Fuerza cortante estática exportado del programa ETABS por Nivel. 222
Tabla 123 Datos para el cálculo de la aceleración espectral. 223
Tabla 124 Cálculo del factor de amplificación sísmica "C" y aceleración espectral. 224
Tabla 125 Fuerza cortante dinámica exportado del programa ETABS por Nivel. 227
Tabla 126 Límites para la distorsión de entre piso según el sistema estructural. 228
Tabla 127 Verificación de la Deriva Inelástica para Albañilería Confinada para el S_{EXX} 228
Tabla 128 Verificación de la Deriva Inelástica para Albañilería Confinada para el S_{EXX} 230
Tabla 129 Verificación de la Deriva Inelástica para Albañilería Confinada para el S_{EYY} 231
Tabla 130 Verificación de Irregularidad de Rigidez y de Resistencia para el S_{EXX} y S_{EYY} 232
Tabla 131 Verificación de Irregularidad de Masa o Peso. 233
Tabla 132 Verificación de Irregularidad de Torsión para el S_{EXX} y S_{EYY} 234
Tabla 133 Cálculo de la Cortante Requerida. 235
Tabla 134 Cálculo del Factor de Escala "F_E". 235
Tabla 135 Combinación de carga para el Sismo de Diseño XX y Diseño YY. 235
Tabla 136 Combinación de carga para el Sismo Severo y Sismo Moderado. 236
Tabla 137 *Verificación por fisuración de los muros de Albañilería - Nivel 1.* 238
Tabla 138 *Verificación por fisuración de los muros de Albañilería - Nivel 2.* 239
Tabla 139 *Verificación por fisuración de los muros de Albañilería - Nivel 3.* 240

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Tabla 140 Masas participativas y periodos "T" de vibración para la nueva estructuración. 242
Tabla 141 Peso Sísmico "PS" de la Edificación para el Análisis Sísmico Estático. 243
Tabla 142 Cálculo de la Cortante Basal "V_{EXX}" y "V_{EYY}" para la nueva estructuración. 243
Tabla 143 Fuerza cortante estática exportado del programa ETABS por Nivel. 244
Tabla 144 Datos para el cálculo de la aceleración espectral en la dirección XX y dirección YY. 244
Tabla 145 Fuerza cortante dinámica exportado del programa ETABS por Nivel. 245
Tabla 146 Verificación de la Deriva Inelástica para concreto armado para el S_{EXX}. 245
Tabla 147 Verificación de la Deriva Inelástica para Albañilería Confinada para el S_{EYY}. 246
Tabla 148 Cálculo de la Cortante Requerida. 247
Tabla 149 Cálculo del Factor de Escala "F_E". 248
Tabla 150 Combinación de carga para el Sismo de Diseño XX y Diseño YY. 248
Tabla 151 Control por fisuración de los muros de Albañilería - Nivel 1, 2, 3. 249
Tabla 152 Cálculo de la Fuerzas producidas por el Sismo Severo (Vui y Mui) y Verificación de Agrietamiento Diagonal. 251
Tabla 153 Verificación de Refuerzo Horizontal en Muros 252
Tabla 154 Fuerzas internas en columnas de confinamiento. 253
Tabla 155 Diseño de sección de columnas en Muros Agrietados – Primer Nivel. 257
Tabla 156 Diseño de acero longitudinal de columnas en Muros Agrietados – Primer Nivel. 257
Tabla 157 Diseño de estribos de columnas en Muros Agrietados – Primer Nivel. 258
Tabla 158 Diseño de acero en viga solera en Muros Agrietados – Primer Nivel. 258
Tabla 159 Diseño de sección de columnas en Muros no Agrietados – Segundo y Tercer Nivel. . 260
Tabla 160 *Diseño de acero de columnas en Muros no Agrietados – 2do y 3er Nivel.* 261
Tabla 161 *Diseño de acero de vigas soleras en Muros no Agrietados – 2do y 3er Nivel.* 261
Tabla 162 Distribución final de Columnas de Confinamiento y Vigas Soleras. 262
Tabla 163 Fuerzas internas en las Placas. 263
Tabla 164 Combinaciones de carga para las Placas X3, X4. 264
Tabla 165 Cargas de compresión/tracción y momentos nominales - Placa X3. 268
Tabla 166 Cargas de compresión/tracción y momentos nominales - Placa X4. 269
Tabla 167 Verificación de la resistencia al corte máximo del concreto para las placas X3 y X4. 271
Tabla 168 Verificación de la resistencia al corte y distribución de diseño del acero de refuerzo horizontal en alma de placa. 271
Tabla 169 Verificación de la distribución del acero de refuerzo vertical en alma de placa. 271
Tabla 170 Fuerzas internas en la columna C1. 273
Tabla 171 Combinaciones de carga para la columna C1. 273
Tabla 172 Cargas de compresión/tracción y momentos nominales para la columna C1. 274
Tabla 173 Fuerzas cortantes producidas por las combinaciones de cargas. 276
Tabla 174 Diseño por Cortante de vigas. 291
Tabla 175 Diseño por flexión de viguetas de losa aligerada unidireccional. 294
Tabla 176 Masas participativas y periodos "T" de vibración para la albañilería con fibras. 298
Tabla 177 Peso Sísmico "PS" de la albañilería con fibras. 299
Tabla 178 Cálculo de la Cortante Basal Estática "VEXX" y "VEYY" para la edificación de albañilería con fibras. 299
Tabla 179 Fuerza cortante estática exportado del programa ETABS por Nivel. 300
Tabla 180 Datos para el cálculo de la aceleración espectral en la dirección XX y dirección YY. 300
Tabla 181 Fuerza cortante dinámica exportado del programa ETABS por Nivel. 301
Tabla 182 Verificación de la Deriva Inelástica para la albañilería con fibra en el SEXX. 302
Tabla 183 Verificación de la Deriva Inelástica para la albañilería con fibra en el SEYY. 303

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Tabla 184 Cálculo de la Cortante Requerida. 304
Tabla 185 Cálculo del Factor de Escala "FE". 304
Tabla 186 *Verificación por fisuración de los muros de Albañilería con fibras ante Sismo Moderado para el Primer Nivel* 305
Tabla 187 *Verificación por fisuración de los muros de Albañilería con fibras ante Sismo Moderado para el Segundo Nivel.* 306
Tabla 188 *Verificación por fisuración de los muros de Albañilería con fibras ante Sismo Moderado para el Tercer Nivel.* 307
Tabla 189 Cálculo de la Fuerzas producidas por el Sismo Severo (Vui y Mui) 309
Tabla 190 Verificación de Refuerzo Horizontal en Muros de albañilería por nivel. 311
Tabla 191 Diseño de sección de columnas en Muros Agrietados – Primer Nivel 313
Tabla 192 Diseño de acero longitudinal de columnas en Muros Agrietados – Primer Nivel. 314
Tabla 193 *Diseño de estribos de columna extrema e interna en Muros Agrietados – 1er Nivel.* 315
Tabla 194 Diseño de acero de viga solera en Muros Agrietados – 1er Nivel. 316
Tabla 195 Diseño de sección de columna extrema en Muros no Agrietados – 2do y 3er Nivel. 317
Tabla 196 *Diseño de sección de columna interna en Muros no Agrietados – 2do y 3er Nivel.* 318
Tabla 197 Diseño de acero longitudinal en columnas extremas de Muros no Agrietados – 2do y 3er Nivel. 319
Tabla 198 Diseño de acero longitudinal y estribos de vigas soleras en Muros no Agrietados – 2do y 3er Nivel. 320
Tabla 199 Cuadro resumen de Columnas de Confinamiento. 321
Tabla 200 Cuadro resumen de Vigas Soleras. 321
Tabla 201 *Distribución final de Columnas de Confinamiento y Vigas Soleras por nivel.* 322
Tabla 202 Fuerzas internas en C1 - edificación de Albañilería con Fibra. 324
Tabla 203 Combinaciones de carga para la columna C1 - Albañilería con Fibra. 324
Tabla 204 *Cargas de compresión/tracción y momentos nominales para la columna C1.* 325
Tabla 205 Fuerzas cortantes producidas por las combinaciones de cargas. 327
Tabla 206 Comparación de cortante entre pisos. 332
Tabla 207 *Comparación de desplazamientos relativos entre pisos.* 333
Tabla 208 Comparación de Resistencia al sismo moderado y sismo severo. 334
Tabla 209 *Comparación de Costos por Partidas* 335
Tabla 210 *Comparación de Costos por Recursos* 336
Tabla 211 Resistencia del mortero de cemento a diferentes dosificaciones 337
Tabla 212 Tipo de ladrillos según la NTE E.070 340

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Inadecuada distribución de muros 22
Figura 2 Vista en planta – dimensiones recomendadas 22
Figura 3 Vistas en elevación – dimensiones recomendables 23
Figura 4 Fallas típicas por un inadecuado confinamiento de la albañilería. 24
Figura 5 Casos donde fallan los muros por procesos constructivos. 24
Figura 6 Línea de acción del agrietamiento 26
Figura 7 Traba de muros en esquinas. 26
Figura 8 Colocación de ladrillos entre 2 muros 27
Figura 9 Variedad de formas y secciones para fibras metálicas 32
Figura 10 Clasificación de las fibras sintéticas según BISFA. 34
Figura 11 Prueba de Fuerza de Unión 40
Figura 12 Especímenes de ladrillera Choque 45
Figura 13 Toma de medida de las unidades mecanizadas 46
Figura 14 Toma de medidas para Superficie Cóncava 48
Figura 15 Toma de medidas para Superficie Convexa 48
Figura 16 Refrendado de ambas caras del espécimen 50
Figura 17 Compresión de media unidad de albañilería 51
Figura 18 Secado del espécimen y toma del peso de la muestra saturada. 53
Figura 19 Colocación de muestras en agua hirviendo por 5 horas. 54
Figura 20 Temperatura del ladrillo. 54
Figura 21 Secado de ladrillo con paño húmedo. 58
Figura 22 Colocación de muestras en agua en ebullición por 5 horas. 60
Figura 23 Colocación del espécimen en la canastilla. 60
Figura 24 Ensayo de eflorescencia. 63
Figura 25 Muestras sumergidas en agua y muestras almacenadas libre de humedad 63
Figura 26 Muestras para determinar si son Eflorescentes o No Eflorescente. 64
Figura 27 Llenado de arena en orificios utilizando enrasador metálico. 66
Figura 28 Registro del peso de arena en una probeta llena hasta 500 ml 67
Figura 29 Grafica del límite superior e inferior de la arena graduada 70
Figura 30 Mecánica de la adhesión de las unidades de Albañilería 73
Figura 31 Cuarteo del agregado fino. 79
Figura 32 Tamizado del agregado Fino 79
1Figura 33 Apisonado del mortero en el molde de fluidez 82
Figura 34 Aplicación de los 25 golpes en la mesa de flujo 82
Figura 35 Medición de los diámetros del mortero esparcido 83
Figura 36 Bosquejo del diámetro inicial y diámetro final del mortero 83
2Figura 37 Preparación del mortero con fibra de acero y fibra de polipropileno 85
Figura 38 Distribución de golpes con el compactador 86
Figura 39 Almacenamiento de los moldes con mortero 87
3Figura 40 Retiro de los moldes metálicos 87
Figura 41 Almacenamiento y curado de los cubos de mortero 88
Figura 42 Cubo de mortero centrado en el eje del cilindro hidráulico 89
Figura 43 Carga máxima y falla producida del dado de mortero 89
Figura 44 Falla de los cubos de mortero 90

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Figura 45 Ensayo por tracción directa; lado izquierdo: máquina de tracción; lado derecho máquina de compresión 91
Figura 46 Ensayo de adhesión por flexión 91
Figura 47 *Construcción de pilas de albañilería* 92
Figura 48 Mezclado uniforme del mortero 95
Figura 49 Compactación de la segunda capa con barra metálica 96
Figura 50 Medición del asentamiento del mortero 96
Figura 51 Almacenado de las pilas de Albañilería 98
Figura 52 Toma de medidas de la pila de albañilería 99
Figura 53 Colocación de la pila a la máquina de compresión 99
Figura 54 Falla por compresion a la pila de albañileria 100
Figura 55 Almacenado de pilas de albañilería 103
Figura 56 Toma de medidas de la pila de albañilería 103
Figura 57 Colocación de la pila de albañilería en la máquina de compresión. 104
Figura 58 Falla producida por el esfuerzo cortante. 104
Figura 59 similitud de falla del ensayo de compresión diagonal y en un sismo 106
Figura 60 Falla diagonal en bloque 107
Figura 61 Dimensionamiento del murete para la presente investigación 110
Figura 62 armado de la primera hilada del murete 112
Figura 63 Curado del murete de albañilería 112
Figura 64 Compresión y falla diagonal del murete de albañilería 113
Figura 65 Porcentaje de Dispersión de las unidades mecanizados 118
Figura 66 Alabeo de los ladrillos mecanizados 120
Figura 67 Resistencia a la Compresión de los ladrillos mecanizados 122
Figura 68 Porcentaje de Absorción y Coeficiente de Saturación 125
Figura 69 Ensayo de Succión en Unidades de Albañilería Mecanizada 127
Figura 70 Ensayo de Succión en Unidades de Albañilería Mecanizada 128
Figura 71 Curva Granulométrica de la cantera Umapallca - Sabandía 132
Figura 72 Curva Granulométrica de la cantera Cerro Verde – Huayco 133
Figura 73 Curva Granulométrica de la cantera Socabaya 134
Figura 74 Curva de Resistencia en dados de Mortero 1:3 140
Figura 75 Curva de Resistencia en dados de Mortero 1:4 141
Figura 76 Curva de Resistencia en dados de Mortero 1:5 142
Figura 77 Curva de Resistencia en dados de Mortero 1:3 + Aditivo 143
Figura 78 Curva de Resistencia en dados de Mortero 1:4 + Aditivo 144
Figura 79 Curva de Resistencia en dados de Mortero 1:5 + Aditivo 145
Figura 80 *Curva de Resistencia en dados de Mortero 1:3 + Fibra I* 146
Figura 81 Curva de Resistencia en dados de Mortero 1:4 + Fibra I 147
Figura 82 Curva de Resistencia en dados de Mortero 1:5 + Fibra I 148
Figura 83 Curva de Resistencia en dados de Mortero 1:3 + Fibra II 149
Figura 84 Curva de Resistencia en dados de Mortero 1:4 + Fibra II 150
Figura 85 Curva de Resistencia en dados de Mortero 1:5 + Fibra II 151
Figura 86 Curva de Resistencia en dados de Mortero 1:3 + Fibra III 152
Figura 87 Curva de Resistencia en dados de Mortero 1:4 + Fibra III 153
Figura 88 Curva de Resistencia en dados de Mortero 1:5 + Fibra III 154
Figura 89 Curva de Resistencia en dados de Mortero 1:3 + Fibra IV 155
Figura 90 Curva de Resistencia en dados de Mortero 1:4 + Fibra IV 156

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Figura 91 Curva de Resistencia en dados de Mortero 1:5 + Fibra IV 157
Figura 92 Curva de Resistencia en dados de Mortero 1:3 + Fibra V 158
Figura 93 Curva de Resistencia en dados de Mortero 1:4 + Fibra V 159
Figura 94 Curva de Resistencia en dados de Mortero 1:5 + Fibra V 160
Figura 95 Curva de Resistencia en dados de Mortero 1:3 + Fibra VI 161
Figura 96 Curva de Resistencia en dados de Mortero 1:4 + Fibra VI 162
Figura 97 Curva de Resistencia en dados de Mortero 1:5 + Fibra VI 163
Figura 98 Comparación de f'c en dados de Mortero 1:3, 1:4, 1:5 164
Figura 99 Resistencia a la Compresión en Pilas de Albañilería 174
Figura 100 Comparación de resistencia a la Compresión en Pilas de Albañilería 175
Figura 101 Resistencia al Esfuerzo Cortante en Pilas de Albañilería 184
Figura 102 Comparación de resistencia al Esfuerzo Cortante en Pilas de Albañilería 185
Figura 103 Resistencia a la Compresión Diagonal de Muretes de Albañilería 189
Figura 104 Distribución en Planta y Vista en Elevación 191
Figura 105 Distribución de muros portantes en sentido "X" y en sentido "Y" 200
Figura 106 Definición de material Albañilería. 204
Figura 107 Definición muro de cabeza y soga – Albañilería tradicional. 206
Figura 108 Definición muro de cabeza y soga - albañilería reforzada. 206
Figura 109 Vista en planta de la distribución de muros y columnas. 207
Figura 110 Vista en planta de la distribución de vigas y losa. 207
Figura 111 Vista 3D del proyecto. 208
Figura 112 Vista de la elevación del proyecto en el Eje A. 208
Figura 113 Vista en planta típica. 209
Figura 114 Vista de cargas muertas. 209
Figura 115 Definición del peso sísmico. 213
Figura 116 Primer modo de vibración dirección XX con T=0.254s. 214
Figura 117 Segundo modo de vibración dirección YY con T=0.130s. 215
Figura 118 Tercer modo de vibración rotación Eje Z con T=0.116s. 215
Figura 119 Distribución en altura del Cortante Sísmico en la dirección XX. 220
Figura 120 Asignación para el cálculo de la Cortante Basal Estática "V_{EXX}". 220
Figura 121 Distribución en altura del Cortante Sísmico en la dirección YY. 221
Figura 122 Asignación para el cálculo de la Cortante Basal Estática "V_{EYY}". 221
Figura 123 Gráfica del espectro de aceleraciones "T vs S_{aXX}" en la dirección XX. 225
Figura 124 Gráfica del espectro de aceleraciones "T vs S_{aYY}" en la dirección YY. 225
Figura 125 Definición del espectro de aceleraciones "T vs C" 226
Figura 126 Definición para el cálculo de la cortante sísmica dinámica SDXX y SDYY 227
Figura 127 Gráfica de las derivas inelásticas por nivel para el S_{EXX} 229
Figura 128 Gráfica de las derivas inelásticas por nivel para el S_{EXX} 230
Figura 129 Gráfica de las derivas inelásticas por nivel para el S_{EYY} 231
Figura 130 Vista en planta "Muros de Albañilería y Placas de Concreto". 241
Figura 131 Distribución de "Muros de Albañilería y Placas de Concreto". 242
Figura 132 Gráfica del espectro de aceleraciones "T vs S_{aXX}" en la dirección XX. 244
Figura 133 Gráfica del espectro de aceleraciones "T vs S_{aYY}" en la dirección YY. 245
Figura 134 Gráfica de las derivas inelásticas por nivel para el S_{EXX} 246
Figura 135 Gráfica de las derivas inelásticas por nivel para el S_{EYY} 247
Figura 136 Detalle de acero de refuerzo horizontal. 253
Figura 137 Ubicación de las Placas de Concreto 263

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Figura 138 Dimensionamiento y distribución de acero de refuerzo vertical de la placa X3.....266
Figura 139 Dimensionamiento y distribución de acero de refuerzo vertical de la placa X4.....267
Figura 140 Combinaciones de carga y diagramas de Iteración - placa X3. 268
Figura 141 Combinaciones de carga y diagramas de Iteración - Placa X4. 269
Figura 142 Diseño final de placas X3 y X4 respectivamente. 272
Figura 143 Vista en planta de las columnas de 35x65 [cm].....272
Figura 144 Distribución de acero longitudinal en columna C1. 274
Figura 145 Combinaciones de carga y diagramas de Iteración - Columna C1. 275
Figura 146 Requerimiento mínimo para columnas. 277
Figura 147 Diseño final de columna C1.....279
Figura 149 Diseño de las vigas del “eje B”, “eje 2” y volado.....280
Figura 150 DMF producto de la envolvente de las combinaciones de cargas del eje B. 281
Figura 151 DMF producto de la envolvente de las combinaciones de cargas del eje 2. 282
Figura 152 Valores de momentos últimos de la viga del eje B. 283
Figura 153 Valores de momentos últimos de la viga en voladizo del eje G. 286
Figura 154 Requerimiento mínimo de estribos en vigas. 289
Figura 155 DFC de la viga VP1 entre el eje 2 y eje 4. 289
Figura 156 DFC de la viga VP1 entre el eje 2 y eje 4. 290
Figura 157 DFC de la viga en voladizo del eje E. 290
Figura 158 DFC de la viga VP2 entre el eje G y eje H. 290
Figura 159 Asignación de la carga de la combinación de Diseño “U1” en vigueta. 292
Figura 160 DMF producto de la combinación de diseño “U1” para las viguetas. 293
Figura 161 DFC producto de la combinación de diseño “U1” para las viguetas 296
Figura 162 Lectura de la Fuerza cortante “Vud” de la vigueta en el eje B. 297
Figura 163 Vista en planta de Albañilería con Fibras”. 297
Figura 164 Distribución de “Muros XF de Albañilería con Fibras”. 298
Figura 165 Gráfica del espectro de aceleraciones “T vs SaXX” en la dirección XX. 300
Figura 166 Gráfica del espectro de aceleraciones “T vs SaYY” en la dirección YY 301
Figura 167 Gráfica de las derivas inelásticas por nivel para el SEXX.....302
Figura 168 Gráfica de las derivas inelásticas por nivel para el SEYY.....303
Figura 169 Detalle de acero de refuerzo horizontal corrido.....312
Figura 170 Distribución en planta de columnas de confinamiento y vigas.....323
Figura 171 Sección propuesta para la Columna C1. 325
Figura 172 Verificación de las nuevas combinaciones de carga en los diagramas de Iteración - Columna C1. 326
Figura 173 Diseño de las vigas del “eje 2” y “eje 4”. 328
Figura 174 DMF producto de la envolvente de las combinaciones de cargas del eje 2. 329
Figura 175 DFC de la viga VP2 entre el eje G y eje H. 331
Figura 176 Desplazamientos máximos de placas.....333
Figura 177 Desplazamientos máximos con fibras.....334
Figura 178 Falla de tensión diagonal en bloques y juntas.....338
Figura 179 Resistencia a la Compresión Diagonal de Muretes de Albañilería.....339
Figura 180 Falla de los dados de mortero 340
Figura 181 Adherencia entre mortero-ladrillo 341

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1: Variación Dimensional 46
Ecuación 2:Resistencia a la Compresión del ladrillo 51
Ecuación 3: Resistencia a la compresión característica 52
Ecuación 4: Porcentaje de Absorción 55
Ecuación 5: Porcentaje de Absorción Máxima 55
Ecuación 6: Coeficiente de Saturación 56
Ecuación 7: Succión de agua 58
Ecuación 8: Volumen del ladrillo 61
Ecuación 9: Densidad del ladrillo 61
Ecuación 10: Volumen de los orificios del ladrillo 67
Ecuación 11: Porcentaje del área de vacíos 68
Ecuación 12: Modulo de fineza 80
Ecuación 13: Porcentaje de Fluidez 84
Ecuación 14: Resistencia a la compresión de dados de concreto 90
Ecuación 15: Resistencia a la compresión de pila de ladrillos 100
Ecuación 16: Resistencia a la compresión con factor de corrección 101
Ecuación 17: Fuerza – Unión de pila de ladrillos 105
Ecuación 18: Esfuerzo cortante del muro 113
Ecuación 19: área de la superficie sometida a compresión 114
Ecuación 20: Altura losa si s/c ≤ 300 kgf/m2 195
Ecuación 21: Altura losa si s/c > 300 kgf/m2 195
Ecuación 22: Altura de viga 196
Ecuación 23: Base de viga 196
Ecuación 24: Área de la columna lateral o esquinera 198
Ecuación 25: Área de la columna interior 198
Ecuación 26: Espesor efectivo para zonas sísmicas 2 y 3. 199
Ecuación 27: Espesor efectivo para zona sísmica 1 199
Ecuación 28: Densidad de Muros Portantes 200
Ecuación 29: Esfuerzo Axial máximo 210
Ecuación 30: Cortante basal estática 216
Ecuación 31: Factor de reducción de fuerzas sísmicas 218
Ecuación 32: Aceleración espectral (m/s2) 222
Ecuación 33: Fuerza Cortante en el muro 236
Ecuación 34: Resistencia a la cortante del muro 237
Ecuación 35: Fuerza Cortante producida por el sismo severo 250
Ecuación 36: Momento producido por el sismo severo 250
Ecuación 37: Cuantía mínima para el refuerzo horizontal de muros 251
Ecuación 38: Área de acero mínima en muros 252
Ecuación 39: Momento en las columnas producidas por “Vmi” 254
Ecuación 40: Fuerza axial en las columnas producidas por “M” 254
Ecuación 41: Área del núcleo de la columna 254
Ecuación 42: Área de la sección transversal por corte-fricción 255
Ecuación 43: Refuerzo vertical para el núcleo de columna 255
Ecuación 44: Refuerzo longitudinal para cargas de tracción 256

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

Ecuación 45: Refuerzo para columnas de confinamiento 259
Ecuación 46: Refuerzo para vigas soleras 259
Ecuación 47: Diseño Vc por cortante 270
Ecuación 48: Diseño por cortante ultima Vu 270
Ecuación 49: Resistencia al cortante nominal 270
Ecuación 50: cuantía de acero de refuerzo vertical 271
Ecuación 51: Resistencia al corte de concreto 276
Ecuación 52: Resistencia al corte de los estribos 278
Ecuación 53: Resistencia al cortante Vc que aporta el concreto 289
Ecuación 54: Resistencia al cortante Vs que aporta el acero 289
Ecuación 55: Resistencia al cortante del concreto 295

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

INTRODUCCIÓN

Durante los últimos años el material predominante que fue creciendo en la construcción de viviendas en el Perú es el ladrillo o bloques de cemento. El uso de fibras en el sector de la construcción generó alto interés debido a que en las investigaciones realizadas dieron óptimos resultados donde mejora la resistencia e incrementa sus propiedades físicas y mecánicas dando mayor durabilidad al concreto. Algunas investigaciones dieron como resultados que los filamentos del acero y polipropileno dan mayor resistencia a la compresión y reducen las grietas de diferentes elementos estructurales.

En el Capítulo 1 se realizó el planteamiento del problema, objetivos, hipótesis, alcances y limitaciones, estableciendo la justificación y variables que abarcan la presente investigación.

En el Capítulo 2 proporciona los conceptos teóricos que servirán como guía base para la presente investigación, la cual se centra en los muros de albañilería confinada, sus patologías, fibras de acero y fibras de polipropileno.

En el Capítulo 3 establece que metodología se usó en esta investigación, dando a conocer que ensayos se realizaron para las unidades de albañilería, mortero, prismas de albañilería en pilas y muretes.

En el Capítulo 4 se da los resultados de los ensayos realizados, en donde se contempla que los resultados de f’m y v’m salen mayores de los que establece en la NTE E.070.

En el Capítulo 5 se realiza 2 modelamientos de una edificación de categoría A2 ubicada en la ciudad de Arequipa utilizando el software ETABS, el primero de un sistema de albañilería con placas y el segundo de un sistema de albañilería con fibras utilizando los datos obtenidos de f’m y v’m del capítulo anterior. Finalmente se realizó una comparación de ambos diseños de cortantes entre pisos, desplazamientos máximos, resistencia al sismo y costos.

Finalmente se establecen las conclusiones de los puntos más relevantes y recomendaciones relacionados a la presente investigación.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

1. CAPÍTULO I: GENERALIDADES

1.1. Planteamiento del problema

1.1.1. A Nivel Internacional

Los sismos seguirán ocurriendo inevitablemente debido a que estos se originan de diferentes formas:

- **Origen tectónico:** La interacción de placas que conforman la corteza terrestre hace que se liberen grandes cantidades de energía, originando sismos de diferentes magnitudes.
- **Origen volcánico:** Debido a erupciones violentas que generan fuertes sacudidas, se originan sismos de este tipo, los cuales son poco frecuentes.
- **Deslizamientos y Hundimientos:** Se generan por el deslizamiento de grandes cantidades de suelo, o producto de la erosión de agua subterránea en el interior de la corteza, dejando vacíos que son ocupados por grandes masas que se ubican en su parte superior, generando sismos muy raros de este tipo y de baja intensidad.

Al analizar la problemática que hay en las edificaciones después de un sismo de gran magnitud, diversos países como Estados Unidos o Japón (entre muchos otros), están implementando, desde muchos años atrás, el diseño sismorresistente de manera obligatoria para que las edificaciones puedan soportar movimientos sísmicos de grandes magnitudes. Año tras año, se implementan mejores y nuevas tecnologías para el diseño y construcción de edificaciones.

El 16 de marzo del 2022 en Japón se registró un sismo de 7.4 de magnitud en la escala de Richter, el cual fue precedido por uno de 6.4 de magnitud en la escala de Richter. Diversas cadenas informaron que este movimiento sísmico dejó como saldo varias estructuras dañadas, al menos 160 personas resultaron heridas y, lamentablemente, hubo 4 personas fallecidas.

En Latinoamérica, la construcción informal aún sigue siendo un problema de todos los días ya que la población prefiere autoconstruir sus viviendas. Estas, luego de un movimiento sísmico de magnitud considerable quedan afectadas al generarse fallas severas,

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

que al final tendrían como resultado el colapso de la misma y la pérdida de vidas humanas. Es por estos motivos que cobra gran relevancia la implementación de diseños sísmicos resistentes en estructuras de edificaciones.

1.1.2. A Nivel Nacional

En el Perú, la albañilería confinada ingresa después del sismo de 1940 en Lima-Callao, donde los mayores estragos se dieron en los callejones y viviendas de personas de bajos recursos construidas con albañilería no reforzada. Los primeros ensayos sobre elementos de albañilería se realizaron a partir del año 1970 dando resultados en 1982, los cuales sirvieron como referencia para la elaboración de la primera norma particularmente referidos a la albañilería (NTE E-070), el cual fue pilar para las investigaciones que se vienen realizando hasta la fecha.

Gran parte de territorio peruano se encuentra bajo los peligros y riesgos de los efectos sísmicos generados por la liberación de energía que se produce por la interacción de la placa de Nazca y la placa Sudamericana. Según el informe técnico N° 004-2020/IGP "Análisis y evaluación de los patrones de sismicidad y escenarios sísmicos en el borde occidental del Perú" publicado por el IGP, menciona los datos GPS recolectados han permitido identificar las zonas de máximo acoplamiento sísmico (zonas donde años atrás hubo liberación de energía) que coinciden con áreas de ausencia de sismicidad y lagunas símicas (áreas donde la deformación se está acumulando y la energía sólo se liberaría con la ocurrencia de un sismo de gran magnitud).

1.1.3. A Nivel Regional

En la zona sur del Perú, la laguna sísmica viene desde el año de 1868, fecha en la cual ocurrió uno de los sismos de mayor magnitud registrado en esta zona. El sismo registrado en el año 2001 (M8.2) habría liberado parte de la energía acumulada en esta región, pero se espera que cuando vuelva a liberar energía se origine un sismo de igual o de mayor magnitud.

Bajo este contexto, la NTE E.030 (con última modificación en el 2018) en el "Capítulo III – Categoría, sistema estructural y regularidad de las edificaciones" menciona la categoría de Edificación Esencial – Tipo A2: Edificaciones esenciales para el manejo de

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

las emergencias, el funcionamiento del gobierno y en general, aquellas edificaciones que puedan servir de refugio después de un desastre. Dentro de esta categoría, se encuentran las edificaciones destinadas a centros educativos y las edificaciones destinadas a establecimientos de salud (no comprendidas en la categoría tipo A1), tema en el que se enfoca la presente investigación.

Dependiendo la categoría de edificación y de la zona en la se encuentre, según la Tabla N° 6 – "Categorías y sistema estructural de las edificaciones", se puede utilizar los muros de albañilería armada o confinada como principales elementos estructurales para las edificaciones de categoría A2.

Uno de los sistemas constructivos más empleados en el país, es el sistema de muros de albañilería estructural: albañilería armada y albañilería confinada; donde el más utilizado es el de albañilería confinada. Este último sistema se construye con unidades de arcilla cocida (mecanizadas o artesanales) unidas con el mortero de cemento (agua, cemento y arena gruesa) que trabajan como conjunto para formar el muro de albañilería como elemento estructural. Es aquí donde se centra la investigación, en adicionar fibras de acero y fibras de polipropileno para mejorar la adherencia entre mortero – ladrillo e incrementar la resistencia a cargas de gravedad y fuerzas cortantes producidas por los sismos, los cuales serán verificados con el modelado, diseño y análisis de una edificación de las características mencionadas.

1.2. Objetivos

1.2.1 Objetivo Principal

Mejorar las propiedades mecánicas de la albañilería confinada (f'm y V'm) optimizando la adherencia ladrillo – mortero, implementando fibras de acero y fibras de polipropileno en el mortero de cemento.

1.2.2 Objetivos Secundarios

- Determinar la resistencia del mortero de cemento añadiendo fibras de acero y fibras de polipropileno a diferentes dosificaciones bajo cargas de compresión.
- Comparar los resultados obtenidos entre ambos tipos de mortero y determinar la

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

mejor relación volumétrica.

- Evaluar las propiedades mecánicas de los muros de albañilería utilizando el mortero de cemento con fibras de acero y fibras de polipropileno y realizar una comparación de resultados con los muros de albañilería el mortero de cemento tradicional.
- Analizar su comportamiento frente a cargas sísmicas realizando un diseño estructural de una edificación de categoría A2 ubicada en la ciudad de Arequipa.

1.3 Alcances y limitaciones

1.3.1. Alcances

Mejorar la resistencia a compresión axial (f'm) y la resistencia a la compresión diagonal o cortante (V'm) de la albañilería confinada utilizando las fibras de acero y fibras de polipropileno añadidas en el mortero de cemento.

Se realizó la comparación de sus propiedades mecánicas del mortero a diferentes dosificaciones de cemento–arena (sin fibras) y luego se elaboró otro mortero con estas mismas dosificaciones, pero con la adicción de fibras (fibras de acero y fibras de polipropileno). La resistencia que ofrezcan estos dos tipos de muestras fueron comparados y servirán de indicadores para determinar que tanto influyen las fibras en el mortero de cemento.

Posteriormente, se realizó la construcción de pilas y muretes de ladrillos, donde un grupo de muestra utilizará el mortero de cemento tradicional como ligante y el otro grupo utilizará mortero de cemento con fibras. En esta etapa se realizó la comparación de cuanto mejoran las propiedades mecánicas de la albañilería.

Finalmente, se hizo el diseño de una edificación de categoría A2 en albañilería confinada utilizando las propiedades mecánicas de la albañilería con fibras para determinar cómo es su comportamiento sísmico, para posteriormente, compararlo con el sistema estructural de albañilería confinada tradicional.

El diseño de la edificación a emplear en la presente investigación será de Tipo A2, no obstante, estos resultados obtenidos pueden ser utilizados para el diseño de edificaciones

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

de categoría B o categoría C.

1.3.2 Limitaciones

Debido a la falta de stock de fibra de acero y fibra de polipropileno. Será necesario esperar un tiempo promedio de 30 días después de la colocación de la orden de compra, esto implica una limitante de tiempo.

La NTE E.030-2018, indica las zonas que abarca la ciudad de Arequipa, las cuales son Zona 3 y la Zona 4. Al realizar el diseño de una edificación de categoría A2 destinada para esta ciudad, se puede utilizar el sistema estructural de Albañilería confinada. Sin embargo, en la NTE E.070 se tiene como recomendación no utilizar ladrillo artesanal, lo cual representa una limitante para el presente trabajo de investigación al no poder utilizar este tipo de ladrillo.

1.4. Justificación de la investigación

1.4.1. Justificación ambiental

Luego de un sismo de gran magnitud, la mayoría de las edificaciones quedan inhabitables a tal punto de tener que ser demolidas. Bajo este enfoque, grandes cantidades producto de la demolición son depositados indistintamente en los alrededores de la ciudad, generando contaminación del aire y contaminación de suelos por depósitos de rellenos. Al aplicar fibras de acero y fibras de polipropileno, se puede incrementar las propiedades mecánicas de la albañilería haciéndolas más resistentes bajo cargas de gravedad y fuerzas sísmicas, esto permitirá que luego de un movimiento sísmico, estas estructuras puedan ser reforzadas y no ser demolidas.

1.4.2. Justificación social

Según la norma sismorresistente NTE E.030, las edificaciones de categoría A2 son esenciales y tienen que servir como refugio luego de un desastre (seguir en funcionamiento). Muchas de estas edificaciones son construidas bajo el sistema estructural de albañilería confinada.

En el país, existen muchas edificaciones de categoría A2 donde el estado se encarga

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

de su diseño y construcción como por ejemplo colegios, centros de educación superior, centros de salud, entre otros. Por este motivo, se plantea una forma de incrementar las propiedades mecánicas de la albañilería aplicando fibras de acero y fibras de polipropileno al mortero de cemento, con el objetivo de hacerlas más resistentes ante fuerzas sísmicas. Este enfoque se prioriza en el presente trabajo de investigación en las edificaciones de categorías A2.

Debido a la existencia de edificaciones construidas bajo el sistema mencionado anteriormente, instituciones privadas o la misma población podría utilizar las fibras como refuerzo en la construcción de teatros, centros comerciales, terminales de buses de pasajeros (Edificaciones Importantes - categoría B) o viviendas unifamiliares, multifamiliares, oficinas, (Edificaciones Comunes - categoría C).

1.4.3. Justificación económica

Ante la alta frecuencia de movimientos sísmicos todas las estructuras van debilitándose poco a poco, lo que las lleva a sufrir daños severos y a desplomarse.

Construir estructuras más resistentes, como se pretende hacer en esta investigación, añadiendo fibras de acero y fibras de polipropileno en muros de albañilería destinado al diseño de edificaciones de categoría A2, se disminuiría el número de edificaciones a ser reforzadas y los costos generados por las reparaciones disminuirían.

1.4.4. Justificación tecnológica

El presente trabajo de investigación pretende establecer una línea base en la implementación de tecnologías para el diseño de edificaciones con el sistema estructural de albañilería confinada reforzado con fibras, así como en investigaciones para el reforzamiento de estructuras de albañilería.

Se busca utilizar materias primas que se encuentran en el mercado para implementar, desarrollar y mejorar el comportamiento de la albañilería ante fuerzas sísmicas.

1.4.5. Justificación política/institucional)

Se pretende que las autoridades tomen la importancia del diseño y análisis de una

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

edificación de Categoría A2 mucho más resistente, con la utilización de albañilería confinada.

1.5. Hipótesis

Al implementar las fibras de acero y fibras de polipropileno en la mezcla del mortero de cemento, habría la posibilidad de mejorar la adhesión ladrillo – mortero, por lo que mejorarían las propiedades físicas de la albañilería (f'm y V'm), las cuales serán verificadas mediante los ensayos de laboratorio; todo esto con la finalidad de emplearlos en el diseño de estructuras de categoría A2 con el sistema estructural de albañilería confinada, según la NTE E.030 – 2018.

1.6. Variables

Para poder determinar cuál es la mejor dosificación de la mezcla de cemento-arena-fibra para tener una óptima adherencia ladrillo – mortero, se consideran las siguientes variables:

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Tabla 1

Tipo de Variables

TIPO DE VARIABLES	DEFINICIÓN DE VARIABLES		INDICADORES
VARIABLES INDEPENDIENTES	**Cemento - Arena**		Relación de las cantidades, en unidad de volumen, de la mezcla entre cemento y arena los cuales están indicados en la NTE E.070-2006.
	Fibras		Fibras de acero y fibras de polipropileno aplicado al mortero de cemento, teniendo como línea base la cantidad aplicada que recomienda el fabricante.
VARIABLES DEPENDIENTES	**Propiedades físicas de la Unidad de Albañilería**	**Variación dimensional y Alabeo**	A mayor variación dimensional y alabeo, el tamaño de la junta debería de aumentar, siendo desfavorable en la unión ladrillo-mortero.
		Succión	Capacidad del ladrillo de captar agua del mortero de cemento en la cara de asiento, reduciendo la adhesión entre ladrillo-mortero.
	Propiedades físicas del Mortero de Cemento	**Retentividad**	Capacidad del mortero de cemento de retener agua en su interior lo que mantiene su consistencia un tiempo más prolongado, haciendo que el ladrillo no le quite agua por succión.
	Propiedades mecánicas del Muro de Albañilería	**Resistencia a la compresión axial (f'm)**	Resistencia que ofrece el muro de albañilería a fuerzas que son generalmente producidas por las cargas de gravedad (f'm). Se determina mediante el ensayo de compresión en pilas cuyo procedimiento se detalla en la NTP 399.605.
		Resistencia a la compresión diagonal (V'm)	Es la resistencia que ofrece el muro de albañilería a fuerzas generalmente producidas por los sismos (corte puro). Se determina mediante en ensayo de compresión diagonal en muretes cuyo procedimiento se detalla en la NTP 399.621.

Nota: Elaboración propia

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

2. CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

2.1. Sismicidad en el Perú

Según Villegas et al. (2016), el comportamiento geodinámico y geomorfológico de todo el territorio peruano se debe a la convergencia entre la placa de Nazca (o placa oceánica) y la placa Sudamericana (o placa continental), con velocidades promedio del orden de 7-8 centímetros por año. Este proceso genera la ocurrencia de sismos de diversas magnitudes y focos ubicados a diferentes profundidades, siendo aquellos que se producen en ciudades y áreas urbanas, donde se registra mayor daño estructural y pérdida de vidas humanas.

En el Perú, según Hernando Tavera en su publicación "Análisis y evaluación de los patrones de sismicidad y escenarios sísmicos en el borde occidental del Perú", los sismos se pueden reagrupar en tres tipos:

- Sismos Interplaca o Interfase: Clasificando a los sismos de foco superficial. Son los sismos generados por la convergencia y fricción entre las placas de Nazca y Sudamérica. Históricamente esta fuente dio origen a los sismos de mayor magnitud en el Perú.
- Sismos Corticales: Corresponde a sismos con origen en la formación y reactivación de fallas geológicas que se encuentran distribuidas a lo largo de la cordillera de los andes, pudiendo generar sismos de magnitudes menores a M6.5.
- Sismos Intraplaca: Debido a la deformación interna que sufre la placa de Nazca por debajo de la corteza continental, gracias al proceso de subducción, este libera energía pudiendo generar sismos de magnitudes considerables generando en la superficie procesos de licuación de suelos y/o deslizamientos. Pueden estar a profundidades intermedias (61 a 300 km) o pueden ser muy profundas (mayores a 500 km). En la mayoría de las ocasiones llega a la superficie con una magnitud reducida.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

2.2. Categorías de edificaciones y sistemas estructurales según la NTE E.030-2018

La NTE E.030 tiene como objetivo establecer condiciones mínimas para el diseño sismorresistente de las edificaciones, esto es de uso obligatorio en todo el Perú, e incluye a nuevas estructuras, estructuras reforzadas y estructuras reparadas que fueron afectadas por acción de los movimientos sísmicos (NTE E.030, 2018).

En la actualidad, existen un sinfín de edificaciones destinadas para el uso de oficinas, colegios, centros de salud, hospitales, viviendas unifamiliares, viviendas multifamiliares, estadios, coliseos, teatros, etc. Estas edificaciones son construidas utilizando diferentes materiales dependiendo del lugar donde se encuentren. En la NTE E.030 las edificaciones se clasifican según su categoría y el sistema estructural con el cual serán diseñados.

2.2.1. Categorías de edificaciones

Estos tipos de edificaciones se encuentran en la NTE E.030 agrupadas en 04 categorías tal como se muestra en la siguiente tabla:

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Tabla 2

Categoría de las edificaciones y factor U

CATEGORÍA DE LAS EDIFICACIONES Y FACTOR DE USO "U"		
CATEGORÍA	DESCRIPCIÓN	FACTOR U
A Edificaciones Esenciales	A1: Establecimientos del sector salud (públicos y privados) del segundo y tercer nivel, según lo normado por el Ministerio de Salud.	Ver nota 1
	A2: Edificaciones esenciales para el manejo de las emergencias, el funcionamiento del gobierno y en general aquellas edificaciones que puedan servir de refugio después de un desastre. Se incluyen las siguientes edificaciones: - Establecimientos de salud no comprendidos en la categoría A1. - Puertos, aeropuertos, estaciones ferroviarias de pasajeros, sistemas masivos de transporte, locales municipales, centrales de comunicaciones. - Estaciones de bomberos, cuarteles de las fuerzas armadas y policía. - Instalaciones de generación y transformación de electricidad, reservorios y plantas de tratamiento de agua. - Instituciones educativas, institutos superiores tecnológicos y universidades. - Edificaciones cuyo colapso puede representar un riesgo adicional, tales como grandes hornos, fábricas y depósitos de materiales inflamables o tóxicos. - Edificios que almacenen archivos e información esencial del estado.	1.5
B Edificaciones Importantes	Edificaciones donde se reúnen gran cantidad de personas tales como cines, teatros, estadios, coliseos, centros comerciales, terminales de buses de pasajeros, establecimientos penitenciarios, o que guardan patrimonios valiosos como museos y bibliotecas. También se consideran depósitos de granos y otros almacenes importantes para el abastecimiento.	1.3
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
D Edificaciones Temporales	Construcciones provisionales para depósitos, casetas y otras similares.	Ver nota 2

Nota: Tabla N°5 de la NTE E.030

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

El factor de uso que figura en la tabla anterior es utilizado con fines de cálculo dependiendo del tipo de proyecto que se va a realizar.

Dependiendo del uso al que esté destinado la edificación, se le asignará una categoría y le corresponderá un factor de uso "U".

2.2.2. Sistemas estructurales

Estos sistemas estructurales dependen del material predominante que se utilizará en la dirección de análisis (NTE E.030, 2018).

Es importante conocer el sistema estructural de la edificación, ya que cada uno de ellos cuenta con un coeficiente básico de reducción (Ro) el cual es utilizado para el diseño, tal como se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 3

Sistemas estructurales y coeficiente Ro

SISTEMAS ESTRUCTURALES	
Sistema Estructural	Coeficiente Básico De Reducción Ro (*)
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 (EMDL)	4
Albañilería Armada o Confinada	3
Madera	7 (**)

Nota: Tabla N°7 de la NTE E.030

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

2.2.3. Relación de la categoría de edificación y sistema estructural

De acuerdo a la categoría de edificación y a la zona donde se ubique el proyecto, la NTE E.030 indica que sistema estructural se debe de emplear, tal como se indica en la siguiente tabla:

Tabla 4

Categoría y sistema estructural de las edificaciones

CATEGORÍA Y SISTEMA ESTRUCTURAL DE LAS EDIFICACIONES		
Categoría de la Edificación	Zona	Sistema Estructural
A1	4 y 3	Aislamiento Sísmico con cualquier sistema estructural.
	2 y 1	Estructuras de acero tipo SCBF y EBF. Estructuras de concreto: Sistema Dual, Muros de Concreto Armado. Albañilería Armada o Confinada.
A2 (**)	4, 3 y 2	Estructuras de acero tipo SCBF y EBF. Estructuras de concreto: Sistema Dual, Muros de Concreto Armado. Albañilería Armada o Confinada.
	1	Cualquier sistema.
B	4, 3 y 2	Estructuras de acero tipo SMF, IMF, SCBF, OCBF y EBF. Estructuras de concreto: Pórticos, Sistema Dual, Muros de Concreto Armado. Albañilería Armada o Confinada. Estructuras de madera
	1	Cualquier sistema.
C	4, 3, 2 y 1	Cualquier sistema.

Nota: Tabla N°6 de la NTE E.030

Para el presente proyecto de investigación la edificación seleccionada fue de categoría A2 y está ubicada en la ciudad de Arequipa, con un factor de zona de 4 o 3, por lo que, en cualquiera de los casos, según la tabla anterior, se podrá utilizar el sistema estructural de albañilería confinada.

2.3. Albañilería confinada

2.3.1. Elementos estructurales de la albañilería confinada

La estructura empleada de una vivienda la cual está encargada de soportar su peso

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

propio y los efectos de un terremoto está formada por los siguientes elementos:

- Cimentación Corrida y Sobrecimiento de Concreto Ciclópeo
- Muros de Albañilería
- Columnas de Confinamiento
- Losas de Techo
- Vigas soleras y dinteles

2.3.1.1. Cimentación Corrida de Concreto Ciclópeo

El uso en albañilería confinada en su mayoría es de concreto ciclópeo compuesto por la mezcla de concreto con resistencia de f'c = 100 kg/cm2 y un 30% de piedra de 10 pulgadas o cemento – hormigón 1:10. De acuerdo con la NTE E060 "Concreto Armado", el peralte del cimiento del concreto debe ser mínimo el doble de la longitud en volado del cimiento.

2.3.1.2. Sobrecimiento de Concreto Ciclópeo con piedras medianas

El uso en albañilería confinada en su mayoría es de concreto ciclópeo no reforzado compuesto por la mezcla cemento - hormigón 1:8 más 25% de piedra mediana de tamaño máximo 3", abarca una altura por encima del terreno natural de 20 a 30 cm, al fin de proteger a la albañilería de la humedad del suelo. En la NTE E070 especifica que al concreto de la columna debe pasar a través del sobrecimiento llegando hacia el cimiento; con la finalidad de evitar posibles trituraciones del concreto del sobrecimiento.

No aplica cuando el concreto del sobrecimiento presenta la misma calidad que las columnas o cuando el sobrecimiento es reforzado de concreto con resistencia de f'c = 100 kg/cm2 y un 30% de piedra de 10 pulgadas o cemento hormigón 1:10. De acuerdo con la NTE E060 "Concreto Armado", el peralte del cimiento del concreto debe ser mínimo el doble de la longitud en volado del cimiento.

2.3.1.3. Muros de Albañilería

El Muro de Albañilería está compuesto por unidades de albañilería al cual se adhiere mediante mortero de cemento los siguientes:

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

A. UNIDAD DE ALBAÑILERIA: Son unidades solidas las cuales cumplen las especificaciones de uso que señala la NTE E-070. Una unidad solidad es aquella en cual el área de huecos (perforación o ranura) no sobrepase el 30% del área bruta

B. MORTERO DE CEMENTO: Su función primordial es adherir los ladrillos en las distintas hiladas del muro, compuesta por cemento Portland o cemento Puzolánico, arena gruesa y agua potable

2.3.1.4. Columnas de Confinamiento

El concreto debe tener una resistencia como mínima de f'c=175 kg/cm2; y debe ser vaciado en capas de unos 50cm de altura, el cual debe de ser compactada con una vibradora o una varilla lisa de ½ pulgada de diámetro

2.3.1.5. Losas de Techo

El concreto debe tener una resistencia como mínima de f'c=175 kg/cm2; y debe ser vaciado, esparciéndolo con una vibradora o una varilla lisa de ½ pulgada de diámetro. El vaciado del concreto de la losa debe ser simultaneo con el vaciado de las vigas para garantizar una adecuada integración entre estos elementos.

2.3.1.6. Vigas soleras y dinteles

El concreto debe tener una resistencia como mínima de f'c=175 kg/cm2; y debe ser vaciado, esparciéndolo con una vibradora o una varilla lisa de ½ pulgada de diámetro. En este caso, el vaciado del concreto de las vigas debe ser simultaneo con el vaciado de la losa para garantizar una adecuada integración entre estos elementos.

2.3.2. Unidad de albañilería

Existen registros históricos del uso de bloques de piedra o unidades de adobe fabricados a partir del barro y/o arcilla tales como La Gran Muralla en China o construcciones en las ciudades de las culturas de Mesopotamia, Egipto o Roma; también, se

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

tiene registros en el Perú, como la ciudad de Chan Chan (Cultura Chimú) donde se utilizó como materia prima el adobe.

Posteriormente, la tecnología fue evolucionando para la elaboración de estas unidades denominadas en la actualidad como unidades de albañilería, las cuales son los denominados ladrillos o bloques.

En la actualidad se puede encontrar en el mercado varios tipos de ladrillos según su materia prima. En la NTE E.070 se encuentran ladrillos y bloques en cuya elaboración se emplea la arcilla, sílice-cal o concreto (Abanto, 2018).

Estas unidades pueden ser:

2.3.2.1. Unidad de Albañilería Sólida o Maciza:

Aquellos que pueden tener o no orificios. En el caso de tener orificios estos deben ser perpendiculares a la cara de asiento y el porcentaje de vacíos no debe exceder el 30% del área total de la cara de asiento. Estos son los más utilizados para la construcción de muros portantes.

En la NTE E.070-2006 (capítulo 3) indica que, para efectos de diseño estructural, las unidades de albañilería tendrán las características indicadas:

Tabla 5

Clases de Unidad de Albañilería

CLASE DE UNIDAD DE ALBAÑILERÍA PARA FINES ESTRUCTURALES					
CLASE	VARIACIÓN DE LA DIMENSIÓN (máxima en porcentaje)			ALABEO (máximo en mm)	RESISTENCIA CARACTERÍSTICA A COMPRESIÓN f'b mínimo en MPa (kgf/cm2)
	Hasta 100 mm	Hasta 150 mm	Más de 150 mm		
Ladrillo I	± 8	± 6	± 4	10	4.9 (50)
Ladrillo II	± 7	± 6	± 4	8	6.9 (70)
Ladrillo III	± 5	± 4	± 3	6	9.3 (95)
Ladrillo IV	± 4	± 3	± 2	4	12.7 (130)
Ladrillo V	± 3	± 2	± 1	2	17.6 (180)
Bloque P (1)	± 4	± 3	± 2	4	4.9 (50)
Bloque NP (2)	± 7	± 6	± 4	8	2.0 (20)

Nota: Tabla 1 de la NTE E.070 – 2006

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

2.3.2.2. Unidad de Albañilería Hueca:

Son aquellos que presentan orificios que son perpendiculares a la cara de asiento donde el área de vacíos representa más del 30% del área total de la cara de asiento y los orificios tienen dimensiones pequeñas que no permite que se llenen de concreto o mortero. La NTE E.070-2006 (capítulo 3) no especifica el límite del porcentaje mayor respecto del área de asiento, pero se pueden utilizarse para construcción de muros portantes solamente en la zona sísmica 1, para el resto de las zonas sísmicas se pueden utilizar para la construcción de muros no portantes, tal como lo indica en la Tabla 6:

Tabla 6

Limitaciones en el uso de la unidad de albañilería

LIMITACIONES EN EL USO DE LA UNIDAD DE ALBAÑILERÍA PARA FINES ESTRUCTURALES			
TIPO	**ZONA SÍSMICA 2 Y 3**		**ZONA SÍSMICA 1**
	Muro portante en edificios de 4 pisos a más	**Muro portante en edificios de 1 a 3 pisos**	**Muro portante en todo edificio**
Sólido Artesanal (*)	No	Si, hasta dos pisos	Si
Sólido Industrial	Si	Si	Si
Alveolar	Si Celdas totalmente rellenas con grout	Si Celdas parcialmente rellenas con grout	Si Celdas parcialmente rellenas con grout
Hueca	No	No	Si
Tubular	No	No	Si, hasta 2 pisos

Nota: Tabla 2 de la NTE E.070

2.3.2.3. Unidad de Albañilería Alveolar:

Tiene orificios perpendiculares a la cara de asiento y su porcentaje de vacíos es mayor al 30% del área de la cara de asiento. Los orificios en este caso tienen dimensiones que permiten el ingreso de concreto fluido. Son utilizados para la construcción de muros portantes con alveolos (o celdas) parcial o totalmente llenas, conformando los muros armados.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

2.3.2.4. Unidad de Albañilería Tubular:

Denominados también como ladrillos pandereta. Los orificios son en este caso paralelos a la cara de asiento. Estos ladrillos son utilizados en la construcción de muros no portantes para las zonas sísmicas 2, 3 y 4; y como muros portantes en la zona sísmica 1 de hasta máximo 2 pisos de acuerdo con la Tabla 2 de la NTE E.070-2006 (Tabla 4).

2.3.3. Mortero de cemento

El mortero sirve para unir entre sí a las unidades de albañilería, el cual está constituido principalmente por una mezcla de aglomerantes (cemento), agregado fino (arena gruesa) y agua. Se debe agregar una cantidad de agua óptima el cual proporcione una mezcla trabajable, adhesiva y sin segregación del agregado.

El proceso de la unión del mortero con las unidades de albañilería actúa de la siguiente manera:

- Al momento en que el mortero entra en contacto con la unidad de albañilería, es cuando la unidad absorbe el agua del mortero.
- El agua se encarga de transportar los materiales cementicios los cuales son introducidos a los poros de capilaridad de la unidad mediante la propiedad de absorción.
- Al momento de la unión de los materiales cementicios dentro de los poros de la unidad es cuando se crea un engrape entre el mortero y la unidad de albañilería

Para la elaboración del mortero destinado a obras de albañilería, se tendrá en cuenta lo indicado en la NTP 399.607 y 399.610 según indica la NTE E.070-2006.

Según la NTE E.070 (2006), el cemento que podrá utilizarse es:

- Cemento Portland tipo I y II (NTP 334.009).
- Cemento Adicionado IP (NTP 334.830).
- Mezcla de cemento Portland o cemento adicionado y cal hidratada normalizada (NTP 339.002).

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

El agregado fino para emplearse será arena gruesa natural, libre de materiales orgánicos y sales, y debe cumplir con la granulometría e indicaciones especificadas en la NTE E.070 (Tabla 3). Se aceptarán otras granulometrías siempre que los ensayos de pilas y muretes proporcionen resistencias según lo especificado en los planos.

El mortero, con la finalidad de solamente controlar la calidad, se realiza el ensayo a la compresión mediante testigos o probetas cúbicas de 5cm de lado (ASTM C-579). La NTE E.070-2006 no especifica una resistencia a la compresión mínima, ya que su principal atributo es la adherencia ladrillo-mortero para el muro de albañilería.

Es conveniente que la resistencia a compresión del mortero y la unidad sean semejantes, a fin de evitar su falla por aplastamiento y tratar de dar homogeneidad a la albañilería, por esta razón se recomienda utilizar mortero de 1:3 o 1:4 para edificios de 4 a 5 pisos mientras que para edificios de hasta 3 pisos puede usarse mortero 1:5. Para mejorar las propiedades del mortero como ductilidad, resistencia u otras propiedades es que se le adiciona materiales como el cal, yeso, fibras, aditivos y entre otros componentes según sea el resultado que se quiera obtener

2.3.4. Comportamiento sísmico

Un gran número de construcciones, donde se utilizó como material principal la albañilería simple (mortero de cemento y ladrillos), se vieron afectados gracias a los movimientos sísmicos, esto debido a que, en el diseño realizado no fueron considerados los efectos de los sismos, pero gracias a las diferentes fallas encontradas, se pudo proponer alternativas con la finalidad de mejorar su comportamiento sísmico.

De acuerdo a Bartolomé et al. (2018), en el capítulo 5 de su libro “Diseño y Construcción de Estructuras Sismorresistentes de Albañilería” diferencia:

a) El comportamiento sísmico real de muros portantes.
b) El comportamiento sísmico real de muros no portantes.
c) El comportamiento sísmico experimental.

En los dos primeros puntos describen los diferentes tipos de fallas encontrados en edificaciones de albañilería después del evento sísmico. Estas fallas orientaron a los

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

ingenieros civiles a mejorar la construcción de edificaciones de albañilería (procesos constructivos), a utilizar mejores materiales e incluso, a mejorar los diseños estructurales optimizando la distribución de los muros portantes (densidad de muros) verificando que tengan continuidad desde la fundación hasta el último nivel.

De la mano, se realizaron ensayos en laboratorio para poder determinar el comportamiento sísmico-experimental de los muros de albañilería (confinada y armada). Existen muchos artículos publicados por la PUCP a cargo del Ing. Ángel San Bartolomé y otros colaboradores; además de varias investigaciones realizadas en el extranjero donde se implementan nuevas tecnologías para la construcción y tecnologías para el reforzamiento de muros estructurales existentes.

2.3.4.1 Distribución inapropiada de elementos estructurales

En términos generales, una inadecuada distribución de muros portantes (distribución asimétrica) o escases de muros en alguna de las direcciones producen fallas producto a los efectos de torsión, desplazamientos laterales excesivos y agrietamientos diagonales, este último mencionado ocurre debido a que la fuerza cortante actuante en el muro es mucho mayor su capacidad resistente.

Es muy importante hacer la verificación de la densidad de muros (dirección “X” y dirección “Y”) y ver si cumple con la densidad mínima indicada en la NTE E070. En la mayoría de casos se encuentran edificaciones que no cumplen con este aspecto y, adicional de esto, tienen una mala distribución de muros como es el caso de construcciones ubicadas en esquinas, donde no hay una buena distribución de muros perimetrales como se puede ver en la figura N° 1, donde se observa que junto a las edificaciones colindantes hay mayor cantidad de muros y para el lado de las calles, hay poca cantidad de muros o hay muy pocos elementos de concreto armado que puedan contrarrestar los efectos de torsión. Todos estos aspectos pueden evitarse cuando un especialista estructural es el encargado del diseño desde el inicio.

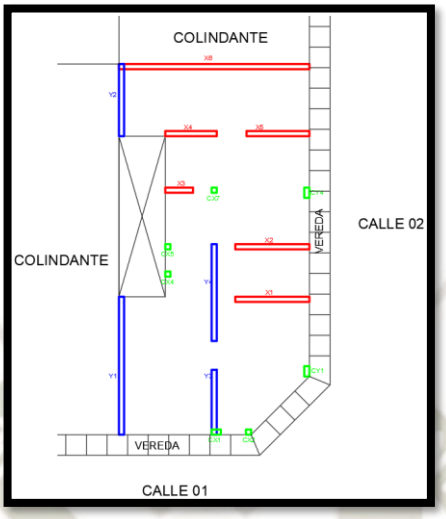
Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Figura 1

Inadecuada distribución de muros

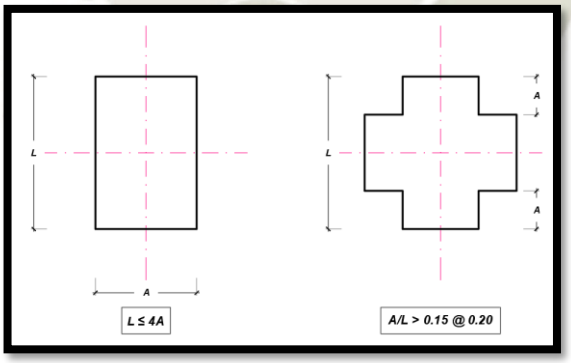


Nota: Elaboración Propia.

Para ayudar a mejorar el comportamiento sísmico de una edificación, el Ing. Delgado (1991), recomienda las siguientes formas desde una perspectiva en planta con limitaciones con relación a su ancho (A) y largo (L):

Figura 2

Vista en planta – dimensiones recomendadas



Nota: Análisis y diseño estructural de edificación en albañilería confinada – Ing. Genaro Delgado.

Con estas configuraciones se conseguirá que el centro de masas y centro de rigideces de la edificación, se encuentren lo más aproximado posible. Si se plantean formas irregulares

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

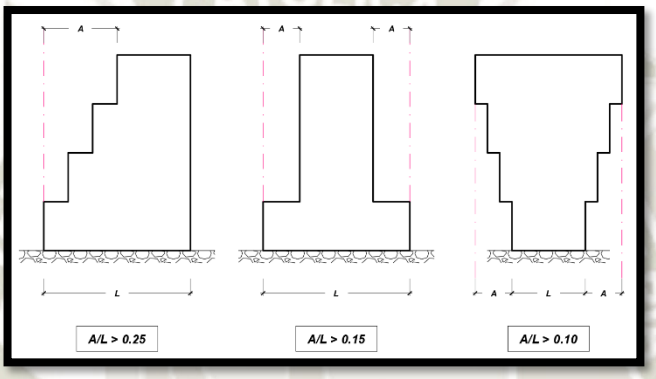
UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

desde una vista en planta, lo ideal es utilizar juntas de construcción que dividan la planta total irregular en 2 o más plantas regulares.

De la misma manera se debe tener una adecuada distribución en elevación evitando que tengan cambios bruscos con respecto a su geometría.

Figura 3

Vistas en elevación – dimensiones recomendables



Nota: Análisis y diseño estructural de edificación en albañilería confinada – Ing. Genaro Delgado.

También es común encontrar estructuras donde los muros no son continuos desde el primer nivel hasta el último nivel o que dichos muros portantes, no llegan hasta la base de la edificación generando la falla de piso blando por la falta de rigidez de un piso inferior al que se analiza.

2.3.4.2 Falta de elementos de confinamiento y diafragmas

De acuerdo a Bartolomé et al. (2018), la falta de confinamiento vertical y horizontal de muros portantes (a base de ladrillo y mortero de cemento) han producido fallas que existen en edificaciones con este tipo de sistema estructural, como son los deslizamientos de losas de techo y volcamientos de muros.

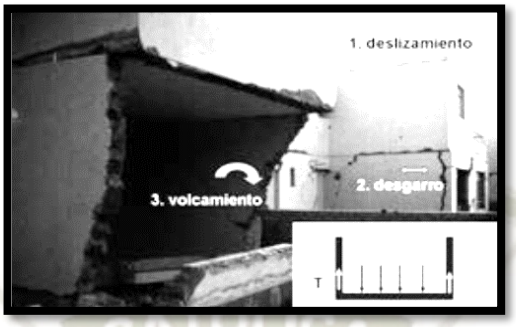
Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Figura 4

Fallas típicas por un inadecuado confinamiento de la albañilería.



Nota: Diseño y Construcción de Estructuras Sismorresistentes de Albañilería, p. 153.

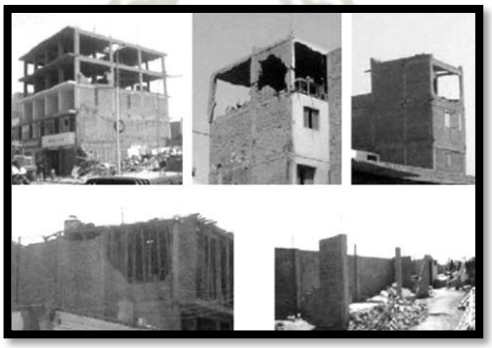
2.3.4.3 Materiales de construcción y/o procesos constructivos inadecuados

Lo más común es encontrar construcciones donde para construir muros portantes, es utilizar unidades de albañilería hueca, los cuales tienen más del 30% de área de vacíos con respecto a su cara de asiento, o peor aún, utilizar unidades tubulares (ladrillo pandereta) las cuales son muy frágiles teniendo como resultado, bajas resistencias de la albañilería, tanto a la compresión axial (f'm) como a la compresión diagonal (V'm).

Según Bartolomé et al. (2018), existen construcciones donde, por un proceso constructivo erróneo, se construyen primero los elementos de confinamiento y posteriormente el muro de albañilería, el cual origina un sistema inadecuado para la construcción, esto lo se puede observar en los últimos niveles de una edificación.

Figura 5

Casos donde fallan los muros por procesos constructivos.



Nota: Diseño y Construcción de Estructuras Sismorresistentes de Albañilería, p. 160.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

2.4. Patologías – daños estructurales en muros de Albañilería

En términos estructurales, la patología en muros de albañilería estudia los problemas y daños (deterioros) que aparecen durante y después de la construcción, causados por diferentes factores como son los materiales de construcción, al ambiente al que está expuesto, fuerzas externas como son los sismos, etc. Se pueden clasificar en 3 tipos:

- Mecánico (fisuras, grietas, deformaciones)
- Físico (pintura, humedad, hongos)
- Químico (oxidación, corrosión, eflorescencia)

En este aspecto no se abordarán las patologías relacionadas con los factores físicos y químicos.

El factor mecánico está relacionado a los materiales que conforma la albañilería y a la acción de fuerzas externas, como son las fuerzas producidas por los sismos o asentamientos diferenciales muy pronunciados en la cimentación. Los daños que se presentan frecuentemente son las grietas que pueden ser causado por:

- Adherencia entre mortero y ladrillo
- Mal aparejo en las esquinas de 2 muros
- Unión de muros nuevos a muros existentes

2.4.1. Adherencia entre mortero y ladrillo

El esfuerzo de tracción del muro es el principal problema que hace dar origen de la aparición de pequeñas fisuras hasta profundas grietas, las cuales son debidos a movimientos que superan la resistencia del muro de albañilería, a esto se suma la falta de adherencia entre ladrillo-mortero debido a un deficiente proceso constructivo.

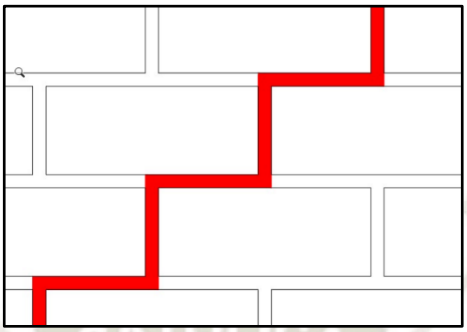
Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Figura 6

Línea de acción del agrietamiento



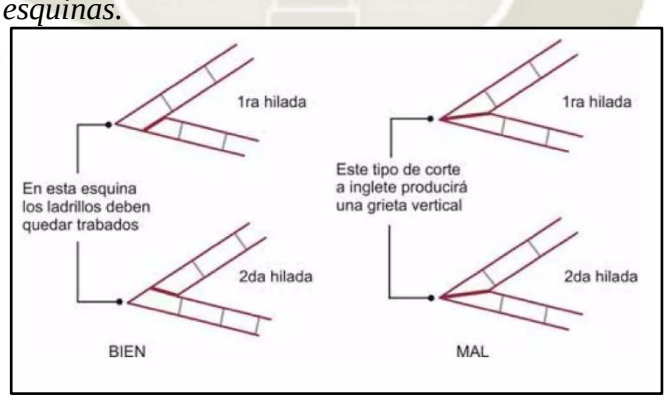
Nota: Elaboración Propia

2.4.2. Mal aparejo en las esquinas

Constructivamente, cuando los ángulos de las esquinas tienden a ser diferentes a 90°, las unidades de albañilería de ambas direcciones suelen ser cortadas en la arista de la esquina de los muros el cual produce una grieta vertical. La forma correcta es que las unidades de albañilería deben ser completas y colocados intercaladamente entre las hiladas.

Figura 7

Traba de muros en esquinas.



Nota: Extraído de https://es.slideshare.net/a3mfic/patologias-en-albaileria

2.4.3. Unión de muros nuevos a muros existentes

La unión de muros nuevos a muros existentes debe ser ejecutar de forma dentada, de lo contrario se produce una fisura y los muros trabajarán como muros independientes.

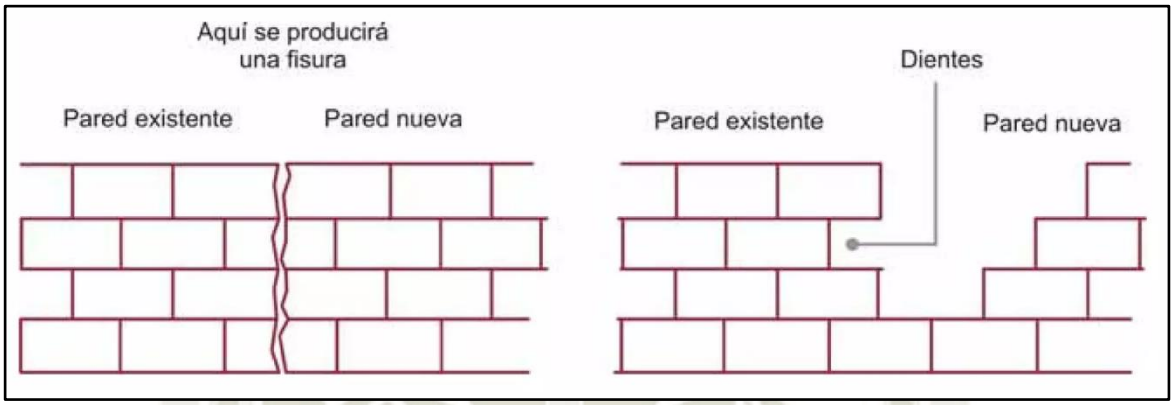
Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Figura 8

Colocación de ladrillos entre 2 muros



Nota: Extraído de https://es.slideshare.net/a3mfic/patologias-en-albaileria

2.5. Fibras como refuerzo de estructuras

2.5.1. Reseña histórica

El uso de materiales fibrosos para reforzar los conglomerados de construcción según Cruz y Quispe (2014) comienza en el antiguo Egipto, donde se adicionaban paja al macizo de arcilla para la fabricación de bloques de ladrillos el cual le daba mayor resistencia. A base de la mezcla de la paja con la arcilla es que los griegos y romanos perfeccionaron sus conglomerados de construcción experimentando con pelos de caballo, fibras de vegetales y otras fibras el cual mejoraba la resistencia de sus conglomerados dando óptimos resultados.

Los primeros en sugerir la adición de fibra de acero fueron Potter (1910) y Ficklen (1914) mejorando óptimamente el conglomerado de la mezcla del concreto. Cerca de los años 1960 aparecen las primeras investigaciones sobre hormigones reforzados con fibras sintéticas

En la actualidad existen diversas investigaciones sobre la adición de fibras al conglomerado de construcción dando mayores detalles sobre sus ventajas y desventajas, dosificaciones óptimas con el objeto de reforzar losas, pavimentos rígidos, concreto armado, entre otros.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

2.5.2. Antecedentes del uso de fibras en la construcción

2.5.2.1. Antecedentes Internacionales

- Ji-Hoon Yu y Ji-Hun Park (2021), en su investigación "Compressive and Diagonal Tension Strengths of Mansory Prims Strengthened with Amorphous Steel Fiber-Reinforced" Article MDPI, Basel, Switzerland- Los autores concluyen que las resistencias de compresión y la tensión diagonal aumentaron en un 150% y un 2660% respectivamente al revestir el ASFRM (mortero reforzado con fibra de acero amorfo) sobre mampostería de litrillo de arcilla roja
- Cobos (2021), en su investigación "Comparativo de las propiedades mecánicas del concreto con fibras de PET reciclado y concreto con fibras de acero", Editorial Guayaquil: ULVR. Realizó ensayos en el laboratorio de un análisis del comportamiento del hormigón con adición de fibras de acero y fibras PET reciclado con distintos métodos y a diferentes porcentajes de fibras.
- Carrillo et al. (2012), en su investigación "Correlaciones entre las propiedades mecánicas del concreto reforzado con fibras de acero", Universidad Militar Nueva Granada, Bogotá, Colombia. Propuso correlaciones numéricas para estimar las propiedades mecánicas básicas del concreto reforzados con fibras (resistencia máxima, deformación a la compresión, módulo de elasticidad, módulo de poisson y resistencia a la tensión indirecta) y sus propiedades a flexión (resistencia al agrietamiento, capacidad de deformación y capacidad de disipación de energía), concluyendo que, a mayor cantidad de fibras, aumenta su capacidad de deformación a la compresión.
- Arlos et al. (2011), en su investigación "Influencia de las fibras de polipropileno en las propiedades del concreto en estados plástico y endurecido", Instituto de Ingeniería-Estructuras y Materiales, Universidad Nacional Autónoma de México, Ciudad de México. En su investigación concluye que la adición de fibras de polipropileno reduce en forma importante el agrietamiento por contracción plástica

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

e incrementa la resistencia del concreto.

- Ingham (2011), en su investigación "Diagonal Compression Testing of FRP-Retrofitted Unreinforced Clay Brick Masonry Wallettes", University of Auckland, New Zealand. Indica que con la adición de fibras de polímero reforado (FRP) incrementó la resistencia a la cortante hasta un 325% y mejoró la pseudo ductilidad y tenacidad especialmente en paredes que presentan fisuración que fallaron por corte diagonal.

2.5.2.2. Antecedentes Nacionales

- Linares-Durand et al. (2021), en su investigación "Influencia de adición de fibras de polipropileno al concreto", Universidad Privada del Norte, Perú. En sus resultados indica que resistencia a la compresión y a la flexión del concreto se incrementó significativamente con el uso de las fibras de Polipropileno, observándose que su mejoría está entre el 3.6% y el 14%.
- Vargas y Yataco (2020), en su investigación "Efecto de las fibras de acero y polipropileno en la resistencia a la flexión del concreto para pavimentos rígidos", Tesis de pregrado Universidad Ricardo Palma, Lima. El cual concluye: -Las fibras de acero han demostrado ser las más efectivas en el incremento porcentual de la resistencia a flexión del concreto hidráulico para pavimentos rígidos.
- Yacila y Salsavilca (2019), en su investigación "Aplicación de la fibra de acero galvanizado para el reforzamiento estructural de muros de albañilería confinada ante cargas cíclicas en su plano", Pontificia Universidad Católica del Perú, Perú. Realizaron ensayos en laboratorio que involucro pruebas cíclicas en muretes de albañilería confinada y reforzada con fibras de acero galvanizado. Estos ensayos permitieron evaluar la ductilidad por desplazamiento y su capacidad de disipar energía, donde se pudo observar un incremento del 100% en muros cargados verticalmente y un incremento del 50% en muros sin carga vertical. También determinaron que ayuda a mantener la integridad del muro por lo que mejora el

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

comportamiento sísmico.

- Araujo (2018). “Fibras de Acero y Polipropileno en la resistencia a la compresión del concreto, Trujillo - 2018” (tesis de pregrado). Universidad Cesar Vallejo, Trujillo. El cual menciona: -Se evaluaron la influencia de las fibras de acero y polipropileno con una dosificación de 10%, 15% y 20% por 25 kg/m3 y 600 g/m3; obteniendo como resultado que el grupo de mayor influencia a la resistencia de compresión es el de dosificación de 20%, superando al grupo de control en 8.10%.
- Mamani et al. (2021), “Reinforcement with Polypropylene Fibers (HS-SikaFiber PE) in Masonry Modules - 2021” Universidad Nacional de Moquegua. Menciona: Con los anteriores procedimientos, no se ha logrado la mejora de la calidad de los morteros; entonces, se incorpora fibras a la masa del mortero de cemento, el cual aumenta la capacidad de absorción de energía del material, con el consiguiente aumento de la ductilidad, resistencia a la fisuración, aumento de la capacidad del elemento antes de su falla.

2.5.2.3. Antecedentes Locales

- Aduviri y Pérez (2021), en su investigación “Análisis de las propiedades mecánicas de prismas de albañilería reforzados con tejido de fibra de carbono y su aplicación en el diseño de albañilería confinada” (2021), Tesis pre-grado Universidad Católica de Santa María, Arequipa. Concluye: -Se ha demostrado mediante este estudio de investigación que reforzar albañilería con fibra de carbono aumenta las capacidades de confinamiento de muros y mejora la resistencia a la compresión y corte.

2.5.3. Tipos de fibras

La utilización de fibras como materia prima en la construcción, se remonta de muchos años atrás, por ejemplo, en el antiguo Egipto se introducía paja al macizo arcilloso con el cual confeccionaban ladrillos para proporcionar una mayor resistencia y por lo tanto una buena manejabilidad después de la cocción al sol; o sin ir muy lejos aquí en Perú, donde

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

hasta nuestros días se emplea paja para la fabricación del adobe.

Las fibras con una adecuada resistencia mecánica a la tracción distribuidas dentro del concreto uniformemente forman una micro armadura el cual, se muestra extremadamente eficaz contra el fenómeno de fisuración por retracción y añadiéndole una gran tenacidad al concreto (dependiendo el tipo de fibra que se le añade). Comúnmente la resistencia a la tracción del concreto es despreciada dentro de las consideraciones de cálculo, pero con la inclusión de una matriz fibroreforzada, esta propiedad de resistencia a tracción se logra estabilizar, de manera tal que la misma puede ser considerada como propiedad mecánica con fines de diseño que son empleados generalmente en pavimentos rígidos.

De los diferentes tipos de fibras, se utilizará las fibras de acero (fibra metálica) y las fibras de polipropileno (fibra sintética) que tienen las siguientes características:

Tabla 7

Tipo de fibras y sus características mecánicas.

Fibras	Diámetro	Densidad	Módulo Elástico	Resistencia a la Tracción	Elongación en la Rotura
	(µm)	(10^3 kg/m3)	(KN/mm^2)	(KN/mm^2)	(%)
Acero	5 – 500	7.84	200	0.5 – 2	0.5 – 3.5
Vidrio	9-15	2.60	70-80	2-4	2-3.5
Amianto	0.002-0.04	3.00	180	3.30	2-3
Polipropileno	20 – 200	0.90	5 – 7	0.5 – 0.75	8
Nylon	-	1.10	4	0.90	13-15
Polietileno	-	0.95	0.30	0.0007	10
Carbono	9	1.90	230	2.60	1
Kevlar	10	1.45	65-133	3.60	2.1-4
Acrílico	18	1.18	14-19.5	0.40-1	3

Nota: Fibras como elemento estructural para el refuerzo del hormigón – Manual Técnico Maccaferri

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

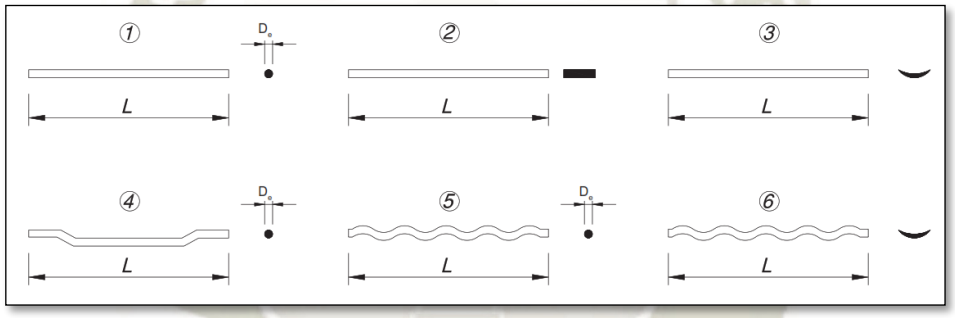
2.5.4. Fibras de acero

Esta fibra es generalmente usada como refuerzo en el concreto para elementos de alto desempeño (losas industriales) y son incorporados al momento del mezclado, donde se procura que se encuentre uniformemente distribuido de manera que no se altere sus características geométricas (longitud y su diámetro o diámetro equivalente). Incrementa las propiedades del concreto como la ductilidad, la resistencia a la fatiga y al impacto.

En el mercado se puede encontrar una gran variedad de fibras metálicas, las cuales varían en su forma, longitud y sección transversal.

Figura 9

Variedad de formas y secciones para fibras metálicas.



Nota: Fibras como elemento estructural para el refuerzo del hormigón – Manual Técnico Maccaferri.

La ASTM A820 clasifica las fibras de acero de la siguiente manera:

- Tipo I : Alambre rolado en frio (cold drawn wire).
- Tipo II : Lámina de Acero (cut sheet).
- Tipo III: Extracción por fundición (melt-extracted).
- Tipo IV: Otros (other fibers).

De acuerdo a Parera (2024), las fibras de acero también se pueden encontrar clasificadas por su forma.

- Fibras metálicas rectas.
- Fibras metálicas rectas con ganchos en los extremos.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

- Fibras metálicas onduladas.

Las comúnmente utilizadas son aquellas de sección circular, rectas con ganchos en sus extremos, pero esto va a depender del elemento estructural y el proyectista. Este a su vez, debe de controlar que se encuentren dentro de los parámetros que indica la NTP 339.204, la cual se basa de las normas estadounidenses ASTM A820 y ASTM C1116.

2.5.4.1. Ventajas

- Debido a las ondulaciones o ganchos de las fibras metálicas, producen una mayor adherencia del concreto.
- Debido a su distribución homogénea de las fibras en toda la mezcla y a que se distribuye de manera multidireccional, incrementa la resistencia a la flexión, al cortante, a la tracción y a la torsión.
- Incrementa la ductilidad y la resistencia al impacto, absorbiendo y redistribuyendo las cargas de mejor manera.
- En losas de concreto destinados a pavimentos, puede reducir e incluso llega a eliminar el refuerzo con varillas corrugadas, ahorrando costos en habilitado y colocación de acero de refuerzo.
- Ofrece una mayor resistencia al agrietamiento cuando el concreto se encuentra en etapa de contracción plástica.

2.5.5. Fibras de polipropileno

Son fibras compuestas por macromoléculas de hidrocarburo alifático saturado que en el concreto evitan que se formen fisuras y griegas (producidas por la retracción hidráulica), mejora su ductilidad, su resistencia a los álcalis y favorece a la retentividad de la mezcla (retarda la evaporación del agua).

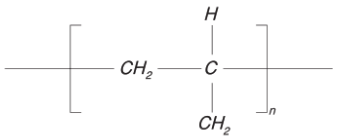
Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Figura 10

Clasificación de las fibras sintéticas según BISFA.

Polipropileno	Fibras compuestas por macromoléculas de Hidrocarbuno Alifático Saturado.	Polipropileno 

Nota: Fibras como elemento estructural para el refuerzo del hormigón – Manual Técnico Maccaferri.

2.5.5.1. Ventajas

- Al igual que las fibras metálicas, también mejora la ductilidad del concreto.
- Ayuda al concreto a disminuir la aparición de fisuras producidas al momento del fraguado y cambios de temperatura.
- Incrementa la resistencia al impacto del elemento estructural, haciéndolos más duraderos.
- Debido a su composición, ofrece resistencia a los álcalis.
- Retarda la pérdida de vapor de agua de la mezcla de concreto cuando se encuentra en proceso de fraguado.
- Brinda cierto grado de protección contra la humedad.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

3. CAPITULO III: METODOLOGÍA Y ENSAYOS

3.1. Metodología de la investigación

Se siguió la siguiente secuencia para el presente trabajo de investigación:

a) Se realizo todos los ensayos correspondientes, de acuerdo a las normas vigentes de los ladrillos que se utilizaron, en este caso serán ladrillos mecanizados de arcilla, y a la arena gruesa, para determinar sus propiedades físicas y mecánicas. En la NTP 399.613 se establece el número de especímenes para realizar cada ensayo.

Se hizo la comparación de 3 marcas de ladrillos diferentes, para que luego de realizar los ensayos correspondientes, se seleccione el ladrillo que tenga mejores propiedades físicas y mecánicas.

Tabla 8

Número de Ensayos de las propiedades físicas y mecánicas

Ensayos	Und	Cantidad según NTP 399.613	Cantidad de ensayos realizados
Ladrillo:			
Ensayo de variación dimensional	Und	10	30
Ensayo de alabeo	Und	10	30
Ensayo de resistencia a la compresión	Und	6	18
Ensayo de porcentaje de absorción	Und	5	15
Ensayo de eflorescencia	Und	5	15
Ensayo de succión	Und	5	15
Ensayo de espacio de vacíos	Und	10	30
Arena gruesa:			
Ensayo de granulometría del agregado	g		1000

Nota: Elaboración Propia

b) Se realizo diferentes dosificaciones de cemento – arena (sin fibras) y luego se procedió con la preparación del mortero con estas mismas dosificaciones, pero ahora añadiendo fibras (fibras de acero y fibras de polipropileno)

Para definir las dosificaciones de cemento-arena, se utilizó las recomendaciones para muros portantes establecidas en la tabla 4 de la NTE E.070 (2006):

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Tabla 9

Dosificación cemento-arena

TIPOS DE MORTERO				
COMPONENTES				USOS
TIPO	CEMENTO	CAL	ARENA	
P1	1	0 a 1/4	3 a 3 1/2	Muros Portantes
P2	1	0 a 1/2	4 a 5	Muros Portantes
NP	1	-	Hasta 6	Muros No Portantes

Nota: Tabla 4 de la NTE E.070

Para la presente investigación, se utilizó las dosificaciones 1:3, 1:4, 1:5; las cuales son dosificaciones volumétricas.

Para determinar la cantidad de fibras a utilizar, actualmente se cuenta con la NTP 339.204 “Especificación normalizada del concreto con fibra” que se utilizó como base para la incorporación de fibras a las diferentes dosificaciones de morteros.

En el apartado 7.1.8 se indica las 3 alternativas que se tiene para seleccionar la cantidad de fibra a añadir:

- Alternativa A : El comprador asume toda la responsabilidad de las proporciones de la mezcla.
- Alternativa B : El comprador quiere que el productor asuma toda la responsabilidad de las proporciones de la mezcla.
- Alternativa C : El comprador quiere que el fabricante asuma la responsabilidad de las proporciones con la mínima cantidad de cemento especificado.

Bajo este enfoque, se optó por la alternativa A, donde las cantidades de fibras de acero y fibras de polipropileno son consideradas por los autores para el desarrollo de este trabajo de investigación. La incorporación de fibra fue la recomendada por los fabricantes:

- Fibras de Acero : 20 kg/m3 de concreto
- Fibras de Polipropileno : 600 g/m3 de concreto

Se utilizo por bolsa de cemento las siguientes cantidades recomendadas:

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Tabla 10

Aplicación de fibras en gramos por bolsa de cemento

Descripción	Fibra de Acero (gr)	Fibra de Polipropileno (gr)
Tipo I	3000	90
Tipo II	4000	120
Tipo III	5000	150
Tipo IV	6000	180
Tipo V	7000	210
Tipo VI	8000	240

Nota: Elaboración Propia

Después de definir las dosificaciones de arena-cemento y las cantidades de fibras a incorporar, se realizó muestras de mortero con moldes cúbicos de 5cm de lado para ensayarlos a pruebas de compresión axial. Con los resultados obtenidos de ambos casos se hizo la comparación de sus propiedades mecánicas. De acuerdo a la NTP 334.051 se establece que se debe preparar dos o tres especímenes para cada ensayo.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Tabla 11

Número de ensayos compresión axial

Ensayo de compresión axial	Und	Cantidad según NTP 334.051	Cantidad ensayos realizados
Morteros sin fibra			
Dosificación 1:3	Und	2-3	9
Dosificación 1:4	Und	2-3	9
Dosificación 1:5	Und	2-3	9
Morteros con aditivo			
Dosificación 1:3	Und	2-3	9
Dosificación 1:4	Und	2-3	9
Dosificación 1:5	Und	2-3	9
Morteros con fibra - Tipo I			
Dosificación 1:3	Und	2-3	9
Dosificación 1:4	Und	2-3	9
Dosificación 1:5	Und	2-3	9
Morteros con fibra - Tipo II			
Dosificación 1:3	Und	2-3	9
Dosificación 1:4	Und	2-3	9
Dosificación 1:5	Und	2-3	9
Morteros con fibra - Tipo III			
Dosificación 1:3	Und	2-3	9
Dosificación 1:4	Und	2-3	9
Dosificación 1:5	Und	2-3	9
Morteros con fibra - Tipo IV			
Dosificación 1:3	Und	2-3	9
Dosificación 1:4	Und	2-3	9
Dosificación 1:5	Und	2-3	9
Morteros con fibra - Tipo V			
Dosificación 1:3	Und	2-3	9
Dosificación 1:4	Und	2-3	9
Dosificación 1:5	Und	2-3	9
Morteros con fibra - Tipo VI			
Dosificación 1:3	Und	2-3	9
Dosificación 1:4	Und	2-3	9
Dosificación 1:5	Und	2-3	9
TOTAL		**48-72**	**216**

Nota: Elaboración Propia

c) Se realizó la construcción de prismas o pilas de ladrillos para el ensayo a **compresión axial**, algunas de las muestras no tuvieron fibras (albañilería sin refuerzo) y otras muestras si las tuvieron (albañilería reforzada con fibras). Al terminar con las pruebas de laboratorio se procesó los datos y se realizó las comparaciones de los

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

resultados de las propiedades mecánicas.

Tabla 12

Número de ensayos de compresión axial

Ensayo de compresión axial en pilas	Und	Cantidad según NTP 399.605	Cantidad de ensayos realizados
Mortero sin fibra - Dosificación 1:3	Und	3	3
Mortero sin fibra - Dosificación 1:4	Und	3	3
Mortero sin fibra - Dosificación 1:5	Und	3	3
Mortero con aditivo - Dosificación 1:3	Und	3	3
Mortero con aditivo - Dosificación 1:4	Und	3	3
Mortero con aditivo - Dosificación 1:5	Und	3	3
Mortero con fibra Tipo I - Dosificación 1:3	Und	3	3
Mortero con fibra Tipo I - Dosificación 1:4	Und	3	3
Mortero con fibra Tipo I - Dosificación 1:5	Und	3	3
Mortero con fibra Tipo II - Dosificación 1:3	Und	3	3
Mortero con fibra Tipo II - Dosificación 1:4	Und	3	3
Mortero con fibra Tipo II - Dosificación 1:5	Und	3	3
Mortero con fibra Tipo III - Dosificación 1:3	Und	3	3
Mortero con fibra Tipo III - Dosificación 1:4	Und	3	3
Mortero con fibra Tipo III - Dosificación 1:5	Und	3	3
Mortero con fibra Tipo IV - Dosificación 1:3	Und	3	3
Mortero con fibra Tipo IV - Dosificación 1:4	Und	3	3
Mortero con fibra Tipo IV - Dosificación 1:5	Und	3	3
Mortero con fibra Tipo V - Dosificación 1:3	Und	3	3
Mortero con fibra Tipo V - Dosificación 1:4	Und	3	3
Mortero con fibra Tipo V - Dosificación 1:5	Und	3	3
Mortero con fibra Tipo VI - Dosificación 1:3	Und	3	3
Mortero con fibra Tipo VI - Dosificación 1:4	Und	3	3
Mortero con fibra Tipo VI - Dosificación 1:5	Und	3	3
TOTAL		**72**	**72**

Nota: Elaboración Propia

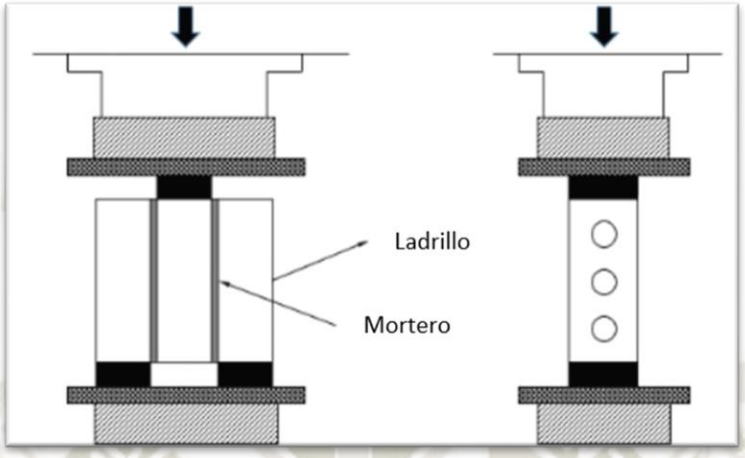
d) Se hizo un ensayo denominado “Prueba de fuerza de unión” que se realizó a una pila de ladrillo de 3 unidades como indica la siguiente figura:

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

Figura 11
Prueba de Fuerza de Unión



Nota: Ji-Hoon Yu & Ji-Hun Park, Compressive and Diagonal Tension Strengths of Masonry (2021)

Ji-Hoon Yu y Ji-Hun Park (2021), en su artículo "Compressive and Diagonal Tension Strengths of Masonry Prisms Strengthened with Amorphous Steel Fiber-Reinforced Mortar Overlay (2021) recomienda realizar un total de 3 muestras representativas para cada ensayo.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Tabla 13

Número de ensayos de prueba de fuerza de unión

Ensayo de prueba de fuerza de unión en pilas	Und	Cantidad de ensayos según Ji-Hoon Yu & Ji-Hun Park	Cantidad de ensayos realizados
Mortero sin fibra - Dosificación 1:3	Und	3	3
Mortero sin fibra - Dosificación 1:4	Und	3	3
Mortero sin fibra - Dosificación 1:5	Und	3	3
Mortero con aditivo - Dosificación 1:3	Und	3	3
Mortero con aditivo - Dosificación 1:4	Und	3	3
Mortero con aditivo - Dosificación 1:5	Und	3	3
Mortero con fibra Tipo I - Dosificación 1:3	Und	3	3
Mortero con fibra Tipo I - Dosificación 1:4	Und	3	3
Mortero con fibra Tipo I - Dosificación 1:5	Und	3	3
Mortero con fibra Tipo II - Dosificación 1:3	Und	3	3
Mortero con fibra Tipo II - Dosificación 1:4	Und	3	3
Mortero con fibra Tipo II - Dosificación 1:5	Und	3	3
Mortero con fibra Tipo III - Dosificación 1:3	Und	3	3
Mortero con fibra Tipo III - Dosificación 1:4	Und	3	3
Mortero con fibra Tipo III - Dosificación 1:5	Und	3	3
Mortero con fibra Tipo IV - Dosificación 1:3	Und	3	3
Mortero con fibra Tipo IV - Dosificación 1:4	Und	3	3
Mortero con fibra Tipo IV - Dosificación 1:5	Und	3	3
Mortero con fibra Tipo V - Dosificación 1:3	Und	3	3
Mortero con fibra Tipo V - Dosificación 1:4	Und	3	3
Mortero con fibra Tipo V - Dosificación 1:5	Und	3	3
Mortero con fibra Tipo VI - Dosificación 1:3	Und	3	3
Mortero con fibra Tipo VI - Dosificación 1:4	Und	3	3
Mortero con fibra Tipo VI - Dosificación 1:5	Und	3	3
TOTAL		**72**	**72**

Nota: Elaboración Propia

La finalidad de este ensayo es tener un valor aproximado de la fuerza de unión entre el ladrillo y mortero, los mismos que servirán de indicadores para determinar las mejores dosificaciones para el ensayo de tracción diagonal en muretes.

e) Se realizó la construcción de muretes de albañilería simple para el ensayo a compresión diagonal, que al igual que en paso anterior “c”, algunos muretes no tuvieron fibras (albañilería sin refuerzo) y otros muretes si los tuvieron (albañilería

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

reforzada con fibras). Al terminar con las pruebas de laboratorio se procesó los datos y se realizó las comparaciones de los resultados de las propiedades mecánicas. En la NTP 399.621 se establece que se debe preparar por lo menos tres muretes iguales utilizando la misma unidad de albañilería.

Tabla 14

Número de ensayos a compresión diagonal

Ensayo a compresión diagonal en muretes	Und	Cantidad ensayos según NTP. 399.621	Cantidad de ensayos realizados
Mortero sin fibra - Dosificación 1:3	Und	3	3
Mortero con aditivo - Dosificación 1:3	Und	3	3
Mortero con fibra Tipo I - Dosificación 1:3	Und	3	3
Mortero con fibra Tipo II - Dosificación 1:3	Und	3	3
Mortero con fibra Tipo III - Dosificación 1:3	Und	3	3
Mortero con fibra Tipo IV - Dosificación 1:3	Und	3	3
Mortero con fibra Tipo V - Dosificación 1:3	Und	3	3
Mortero con fibra Tipo VI - Dosificación 1:3	Und	3	3
TOTAL		**24**	**24**

Nota: Elaboración Propia

f) A continuación, se presentó un cuadro resumen con el número total de ensayos a realizarse en el presente trabajo de investigación:

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Tabla 15

Cuadro resumen de ensayos totales

Ensayos		Und	Cantidad
Ladrillo:			
(*)	Ensayo de variación dimensional	Und	30
(*)	Ensayo de alabeo	Und	30
(*)	Ensayo de resistencia a la compresión	Und	18
(*)	Ensayo de porcentaje de absorción	Und	15
(*)	Ensayo de eflorescencia	Und	15
(*)	Ensayo de succión	Und	15
(*)	Ensayo de espacio de vacíos	Und	30
Arena gruesa:			
(*)	Ensayo de granulometría del agregado	Und	3
Mortero de cemento			
(*)	Ensayo de compresión axial en cubos de 5cm de lado	Und	216
Pilas de ladrillos			
(*)	Ensayo de compresión axial en pilas	Und	72
(*)	Ensayo de prueba de fuerza de unión en pilas	Und	72
Murete de ladrillos			
(*)	Ensayo a compresión diagonal en muretes	Und	24
Número total de ensayos			**540**

Nota: Estos ensayos fueron elaborados en su totalidad en los laboratorios de la Escuela de Ingeniería Civil de la Universidad Católica de Santa María - Elaboración Propia

g) Para finalizar con el presente trabajo de investigación, se realizó el diseño de los muros de albañilería confinada de una edificación de categoría A2 utilizando las propiedades mecánicas indicadas en la NTE E.070. Luego, se hizo el diseño de los muros de albañilería confinada, de la misma edificación, pero esta vez utilizando las propiedades mecánicas de la albañilería reforzada con fibras las cuales se obtuvieron de los ensayos realizados (dosificación más favorable). Finalmente se hizo la comparación de resultados de ambos casos, utilizando las verificaciones establecidas por las NTE E.030 y NTE E.070.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Tabla 16

Comparación de resultados de ambos casos

Propiedades Mecánicas	Albañilería sin Fibra	Albañilería con Fibra
Peso Específico "V'm" (kgf/m3)	**1850 (*)**	
Resistencia Compresión Axial "f'm" (kgf/cm2)	**65 (**)**	**Ensayos**
Resist. Corte "V'm" (kgf/cm2)	**8.1 (**)**	**Ensayos**
Coeficiente de Poisson (μ)	**0.25**	
Módulo de Elasticidad "Em" (kgf/cm2)	**500xf'm (**)**	
Módulo de Corte "G'm" (kgf/cm2)	**0.4xEm (**)**	

Nota: (*) Valor definido en la NTE E.030-2018; (**) Valor definido en la NTE E.070-2006

3.2. Unidad de albañilería – ladrillo mecanizado

Para los ensayos realizados de la unidad de albañilería, se ejecutaron conforme a la NTE E.070, la cual establece 5 clases de unidad de albañilería las cuales se clasifican según su variación dimensional, alabeo y resistencia a la compresión.

Para la presente investigación, se consideró unidades de albañilería mecanizadas con dimensión nominal de 24cm X 14cm X 10 cm de tres diferentes ladrilleras comerciales de la ciudad de Arequipa:

- Ladrillera el Diamante
- Ladrillera Choque
- Ladrillera Zúñiga

3.2.1. Ensayo de variación de dimensiones

Se midieron las dimensiones de la unidad de albañilería de forma individual para el alto, largo y ancho para cada espécimen. Se tomaron 03 marcas de ladrillos, las cuales son Diamante, Zúñiga y Choque; el ensayo tuvo como finalidad, clasificar el tipo de ladrillo según la NTE 070. El presente ensayo se realizó en base a la NTP 399.613

a) Equipos y Herramientas

- Regla de Acero graduada al milímetro
- Escobilla de cerdas suaves

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

b) **Muestra del ensayo:** El número total de ladrillos ensayados fueron 30 unidades enteras y secas

- Ladrillera el Diamante: 10 unidades enteras
- Ladrillera Choque: 10 unidades enteras
- Ladrillera Zúñiga: 10 unidades enteras

Figura 12

Especímenes de ladrillera Choque

Nota: Elaboración Propia

c) Procedimiento

- Se dio una limpiada superficial con la escobilla a cada espécimen del presente ensayo
- Con la Regla de Acero graduada se midió cada ladrillo entero; tomando 4 medidas para el ancho, 4 medidas para el largo y 4 medidas para la altura de las muestras con precisión al milímetro.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Figura 13
Toma de medida de las unidades mecanizadas

Nota: Elaboración Propia

- Se registro en un cuadro las medidas obtenidas del punto anterior y se obtuvo un promedio de medidas del largo, ancho y alto de cada marca de ladrillo.
- Se calculo el porcentaje de variación dimensional por cada longitud para cada marca de ladrillo

d) **Expresión para el Cálculo:** La variación dimensional para cada longitud por cada tipo marca de ladrillo se calculó mediante la siguiente expresión

$$V = \frac{100 * (De - Dp)}{De}$$

Ecuación 1: Variación Dimensional
Donde:

V (%): Variación Dimensional

Dp: Dimensión promedio longitudinal (largo, ancho, altura).

De: Dimensión nominal especificado o dado por el fabricante.

e) Resultados

Los resultados del presente ensayo se muestran en el ítem 4.1.1.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

3.2.2. Ensayo de alabeo

Se midieron la concavidad y convexidad de la unidad de albañilería de forma individual para cada espécimen. Se tomaron 03 marcas de ladrillos las cuales son Diamante, Zúñiga y Choque; este ensayo tuvo como finalidad, clasificar el tipo de ladrillo según la NTE E070.

El presente ensayo se realizó en base a la NTP 399.613

a) Equipos y Herramientas

- Varilla de acero con borde recto
- Cuña de acero graduada a medio milímetro
- Escobilla de cerdas suaves

b) **Muestra del ensayo:** El número total de ladrillos ensayados fueron 30 unidades enteras y secas

- Ladrillera el Diamante: 10 unidades enteras
- Ladrillera Choque: 10 unidades enteras
- ladrillaría Zúñiga: 10 unidades enteras

c) Procedimiento

- Se dio una limpiada superficial con la escobilla a cada espécimen del presente ensayo
- Agarrar la varilla de acero con borde recto y seleccionar que especímenes son cóncavos y cuales son superficies convexas
- Para Superficies Cóncavas se colocó la varilla de borde recto de forma diagonal a lo largo de la superficie del espécimen. Se ubico la mayor distancia perpendicular que existe entre la superficie del espécimen y la varilla de acero con borde recto y se procedió a medir la mayor distancia usando la regla de acero o cuña graduada al milímetro. Se registro la distancia como distorsión cóncava del espécimen.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Figura 14

Toma de medidas para Superficie Cóncava

Nota: *Elaboración propia*

- Para Superficies Convexa se colocó el espécimen con superficie convexo sobre una superficie plana; nivelar el espécimen de forma horizontal y medir de forma perpendicular las distancias de cada una de las 4 esquinas con respecto a la superficie plana. Se registró la mayor medida de las cuatro medidas como la distorsión convexa del espécimen

Figura 15

Toma de medidas para Superficie Convexa

Nota: *Elaboración Propia*

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

d) Expresión para el Calculo

Se indicó el valor promedio de los valores de concavidad o valor de convexidad obtenidos en milímetros.

e) Resultados

Los resultados del presente ensayo se muestran en el ítem 4.1.2.

3.2.3. Ensayo de Resistencia de Compresión

Se midió la resistencia a la compresión de medias unidades de albañilería de forma individual para cada espécimen; se aplicó capping de yeso con cemento en cada media unidad. Se tomaron 03 marcas de ladrillos las cuales son Diamante, Zúñiga y Choque, el ensayo tuvo como finalidad, clasificar el tipo de ladrillo según la NTE E 070.

El presente ensayo se realizó en base a la NTP 399.613

a) Equipos y Herramientas

- Escobilla de cerdas suaves
- Nivel de mano
- Máquina para ensayo de compresión

b) Muestra del ensayo

El número total de ladrillos ensayados fueron 06 medios ladrillos y secas

- Ladrillera el Diamante: 06 medios ladrillos
- Ladrillera Choque: 06 medios ladrillos
- Ladrillera Zúñiga: 06 medios ladrillos

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

c) Procedimiento

- Las muestras por ensayar se colocaron al horno a una temperatura entre 110ºC a 115ºC por un periodo de 24 horas y luego dejarlo enfriar a temperatura ambiente
- Se registro en un cuadro las medidas de los medios ladrillos (largo y ancho)
- Se refrendo las unidades con mezcla de yeso, cemento y agua sobre la superficie de asiento del ladrillo con, posteriormente dejar secar el refrendado por un periodo de 24 horas.

Figura 16
Refrendado de ambas caras del espécimen

Nota: *Elaboración Propia*

- Se ensayó cada espécimen de ladrillo en la máquina de compresión; aplicando la carga perpendicularmente a la superficie del asiento del ladrillo. Se centro cada espécimen debajo del apoyo.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Figura 17
Compresión de media unidad de albañilería

Nota: Elaboración Propia

- La carga aplicada debe tener una velocidad constante y uniforme el cual debe oscilar entre 1 minuto y 2 minutos antes de su rotura.
- Se registro en un cuadro la máxima carga indicada en la máquina de compresión
- Se calculo la resistencia a la compresión del espécimen

f) Expresión para el Cálculo

La resistencia a la compresión de cada espécimen se calculó mediante la siguiente expresión.

$$f'b=\frac{P}{A}$$

Ecuación 2:Resistencia a la Compresión del ladrillo

Donde:

f'b: Resistencia a la compresión del ladrillo

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

P: Carga máxima de rotura.

A; Área bruta del espécimen a ser ensayado

La resistencia a la compresión característica se obtiene de la diferencia entre la resistencia a la compresión y la desviación estándar

$$f'b = f'b - \sigma$$

Ecuación 3: Resistencia a la compresión característica

Donde:

f'b: Resistencia a la compresión característica

f'b: Resistencia a la compresión del ladrillo

σ: Desviación Estándar.

g) Resultados

Los resultados del presente ensayo se muestran en el ítem 4.1.3.

3.2.4. Ensayo de absorción y coeficiente de saturación

Se calculó la absorción sumergiendo el ladrillo en agua fría por un periodo de 24 horas; y la absorción máxima, dejando el mismo espécimen, pero en agua hirviendo por un periodo de 5 horas. La relación de absorción y absorción máxima es el coeficiente de saturación.

a) Equipos y Herramientas

- Bandeja metálica.
- Paño húmedo.
- Balanza con aproximación a 0.5 g.
- Horno de secado.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

- Cocina.
- Termómetro digital.

b) Muestras del ensayo

El número total de ladrillos ensayados fueron 15 medias unidades: 05 especímenes "El Diamante", 05 especímenes "Choque" y 05 especímenes "Zúñiga".

c) Procedimiento

- Se tomaron los pesos de los especímenes en estado natural.
- Se procedió a llevar al horno y dejar secar por un periodo de 24 horas.
- Luego de las 24 horas, se retiró los especímenes del horno y dejarlos enfriar.
- Se procedió a pesar las muestras secas.
- Para determinar el porcentaje de absorción, se dejó los especímenes sumergidos en un contenedor con agua fría por un periodo de 24 horas.

- Pasado las 24 horas, se retiró los especímenes del agua y se secó con el paño húmedo para pesarlos sin dejar pasar mucho tiempo desde el momento que las muestras se sacan del agua hasta pesarlos.

Figura 18

Secado del espécimen y toma del peso de la muestra saturada.

Nota: Elaboración propia.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

- Teniendo los datos de las muestras saturadas en agua fría, se procedió a dejar los mismos especímenes en un contenedor con agua, el cual fue colocado en una cocina para saturarlo en agua hirviendo por un periodo de 5 horas. Se procuró mantener el nivel del agua por encima de los especímenes.

Figura 19
Colocación de muestras en agua hirviendo por 5 horas.

Nota: Elaboración propia.

- Pasado las 5 horas, se retiró los especímenes del agua caliente con mucho cuidado y se dejó enfriar hasta una temperatura aproximada de 30 °C para después tomar el peso del ladrillo saturado.

Figura 20
Temperatura del ladrillo.

NOTA: Elaboración propia.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

d) Expresión para el cálculo

d.1. Porcentaje de Absorción (A)

Para calcular el porcentaje de absorción, se empleó la siguiente fórmula:

$$A=100*\left(\frac{W_s-W_d}{W_d}\right)$$

Ecuación 4: Porcentaje de Absorción

Donde:

A: Porcentaje de Absorción (%).

Wd: Peso del espécimen secado al horno por 24 horas (g).

Ws: Peso del espécimen saturado en agua fría por 24 horas (g).

d.2. Porcentaje de Absorción Máxima (Amáx)

Para calcular el porcentaje de absorción máxima (Amáx), se empleó la siguiente fórmula:

$$A_{máx}=100*\left(\frac{W_b-W_d}{W_d}\right)$$

Ecuación 5: Porcentaje de Absorción Máxima

Donde:

Amáx: Porcentaje de Absorción Máxima (%).

Wd: Peso del espécimen secado al horno por 24 horas (g).

Wb: Peso del espécimen saturado en agua caliente por 5 horas (g).

d.3. Coeficiente de Saturación (CS)

Para calcular el coeficiente de saturación (CS), se empleó la siguiente fórmula:

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

$$CS=\frac{A}{A_{máx}}=\frac{W_s-W_d}{W_b-W_d}$$

Ecuación 6: Coeficiente de Saturación

Donde:

CS: Coeficiente de Saturación (%).

e) Resultados

Los resultados del presente ensayo se muestran en el ítem 4.1.4. de la presente investigación.

3.2.5. Ensayo de succión

La succión es la capacidad de la unidad de albañilería para absorber agua proveniente del mortero de cemento. Es importante tener en cuenta este valor, ya que, con valores elevados de succión, la unión entre mortero-unidad de albañilería, sería pobre e ineficiente produciendo una baja resistencia al muro de albañilería.

a) Equipos y Herramientas

- Regla con aproximación a 1 mm.
- Bandeja metálica.
- Soportes para ladrillo.
- Nivel de mano.
- Cronómetro.
- Piseta o recipiente con agua.
- Paño húmedo.
- Balanza con aproximación a 0.5 g.
- Horno de secado.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

b) Muestras del ensayo

El número total de ladrillos ensayados fueron 15 unidades enteras y secas: 05 especímenes "El Diamante", 05 especímenes "Choque" y 05 especímenes "Zúñiga".

c) Procedimiento

- Se tomaron los pesos de los ladrillos en estado natural.
- Se procedió a llevar al horno y dejar secar por un periodo de 24 horas.
- Luego de las 24 horas, se retiró los ladrillos del horno y dejarlos enfriar.
- Se procedió a pesar las muestras secas y a tomar las medidas de largo y ancho.
- En la bandeja metálica se procedió a colocar los soportes, esto con la finalidad de dejar un espacio entre el fondo de la bandeja y la cara inferior del ladrillo.
- Se procuró que el fondo de la bandeja metálica, junto con los topes, estén correctamente nivelados, colocando el ladrillo (encima de los soportes) y verificándolo con el nivel de mano.
- Se retiró el ladrillo y se llenó con agua hasta una altura de 3 mm por encima de los soportes.
- Se procedió a colocar el ladrillo seco en la bandeja con agua por un tiempo de 1 minuto, iniciando en el instante en que el ladrillo entra en contacto con el agua.
- El ladrillo comenzó a absorber agua y para mantener el nivel de agua inicial (3mm por encima de los topes) se procedió a aumentar agua poco a poco con ayuda de la piseta o un recipiente con agua.
- Al finalizar el tiempo de 1 minuto, se retiró el ladrillo de la bandeja y se procedió secar el agua superficial con ayuda de un paño húmedo (la norma recomienda como tiempo de secado no más de 10 segundos).
- Se realizó el pesado del ladrillo con el agua succionada y se anotan los datos.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Figura 21
Secado de ladrillo con paño húmedo.

Nota: Elaboración propia.

d) Expresión para el cálculo

Para calcular el porcentaje de succión, se empleó la siguiente fórmula:

$$S=\frac{200*W}{L*B}$$

Ecuación 7: Succión de agua

Donde:

S: Succión de agua por el periodo de 1 min sobre la base de 200 cm2 (g/200cm2/min).

W: Diferencia de pesos del espécimen (g).

L: Longitud del espécimen (mm).

B: Ancho del espécimen (mm).

A: L x B (cm2).

e) Resultados

Los resultados del presente ensayo se muestran en el ítem 4.1.5.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

3.2.6. Densidad

Para determinar la densidad del ladrillo se dividió el peso del espécimen secado al horno por 24 horas; entre su volumen, el cual se obtuvo utilizando el principio de Arquímedes.

a) Equipos y Herramientas

- Bandeja metálica.
- Paño húmedo.
- Balanza con aproximación a 0.5 g.
- Horno de secado.
- Cocina.
- Recipiente con agua, con capacidad de contener un ladrillo entero completamente sumergido.
- Canastilla metálica con gancho.

b) Muestras del ensayo

El número total de ladrillos ensayados fueron 15 unidades enteras y secas: 05 especímenes "El Diamante", 05 especímenes "Choque" y 05 especímenes "Zúñiga".

c) Procedimiento

- Se colocó los especímenes en el horno de secado por 24 horas.
- Luego de las 24 horas, se retiró los especímenes del horno y se dejó enfriar para poder tomar los pesos secos de cada uno de los ladrillos.
- Como en el ensayo de absorción máxima, se procedió a colocar los especímenes en un contenedor con agua sobre la cocina, para saturarlos en agua en ebullición por un periodo de 5 horas. Se procuró que el nivel del agua hirviendo esté por encima de los especímenes

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Figura 22

Colocación de muestras en agua en ebullición por 5 horas.

Nota: Elaboración propia.

- Pasado las 5 horas se dejó enfriar los especímenes hasta una temperatura aproxima a 30° C.
- Luego se procedió a obtener el peso sumergido del ladrillo saturado en agua en ebullición, para esto se utilizará la canastilla, el contenedor con agua y la balanza.
- Primero se determinó el peso de la canastilla sumergida, luego se colocó el ladrillo dentro de la canastilla y se determinó el peso sumergido del ladrillo saturado en agua en ebullición.

Figura 23

Colocación del espécimen en la canastilla.

NOTA: Elaboración propia.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

- Para poder determinar correctamente el peso sumergido del espécimen, es importante que el agua cubra totalmente el ladrillo sin que la canastilla toque las paredes ni el fondo del recipiente.
- Luego de obtener el peso sumergido del ladrillo, se retiró el espécimen de la canastilla para secar el agua superficial con ayuda de un paño húmedo para finalmente tomar su peso saturado.

d) Expresión para el cálculo

Para calcular el volumen, se empleó la siguiente fórmula:

$$V=W_b-W_{sum}$$

Ecuación 8: Volumen del ladrillo

Donde:

V: Volumen del espécimen obtenido mediante el principio de Arquímedes (cm3).

Wb: Peso del espécimen saturado en agua caliente por 5 horas (g).

Wsum: Peso del espécimen saturado sumergido (g).

Luego, se procedió a calcular la densidad del ladrillo con la siguiente fórmula:

$$D=\frac{W_d}{V}$$

Ecuación 9: Densidad del ladrillo

Donde:

D: Densidad del ladrillo (g/cm3).

Wd: Peso del espécimen secado al horno por 24 horas (g).

e) Resultados

Los resultados del presente ensayo se muestran en el ítem 4.1.6.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

3.2.7. Eflorescencia

La eflorescencia es la aparición de manchas blancas en las unidades de albañilería y/o agregado del mortero (arena gruesa) producto a la presencia de sulfatos que sufren reacciones químicas cuando entran en contacto con el agua. Este fenómeno puede afectar su durabilidad y la adherencia con el mortero.

Para determinar si una unidad de albañilería es eflorescente o no eflorescente, se empleó 10 especímenes por cada tipo de ladrillo:

a) Equipos y Herramientas

- Bandeja metálica.
- Escobilla.
- Horno de secado.

b) Muestras del ensayo

El número total de ladrillos ensayados fueron 30 unidades enteras, secas y limpiadas en su superficie con la escobilla: 10 especímenes “El Diamante”, 10 especímenes “Choque” y 10 especímenes “Zúñiga”.

c) Procedimiento

- Se seleccionó 10 especímenes por cada marca de ladrillo, procurando que sean muy similares tanto en forma y color.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Figura 24

Ensayo de eflorescencia.

NOTA: Elaboración propia.

- Con ayuda de la escobilla, se procedió a limpiar la superficie de cada uno de los ladrillos, eliminando cualquier partícula que pueda confundir los resultados de eflorescencia.
- Estos 10 especímenes por cada marca se distribuyeron en pares de 5, los cuales deben de tener la misma apariencia.
- Por cada par de especímenes, un ladrillo se sumergió parcialmente en una bandeja con agua durante 7 días. Se procuro que la altura del agua no supere los 25.4mm de altura.
- El segundo par se almacenará en un lugar libre de humedad y donde no tenga contacto con el agua.

Figura 25

Muestras sumergidas en agua y muestras almacenadas libre de humedad

NOTA: Elaboración propia.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

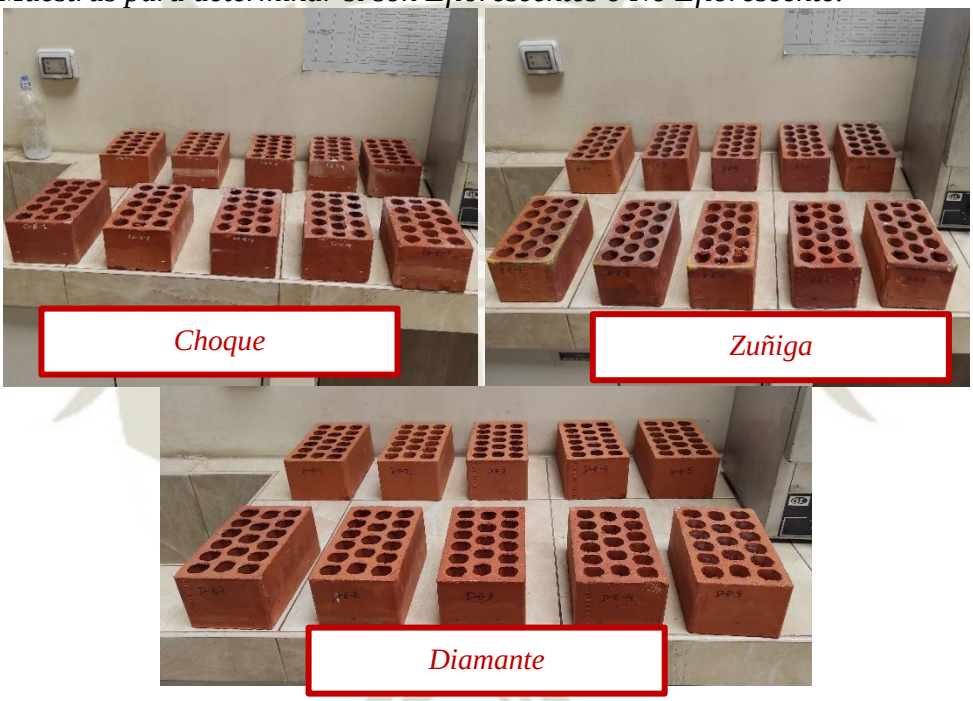
REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

- Pasado los 7 días, el ladrillo que fue sumergido en agua y el ladrillo almacenado libre de humedad, se colocó en el horno de secado por 24 horas.
- Se retiro los especímenes del horno y estos se acomodaron con sus respectivos pares sobre una mesa, en una habitación bien iluminada.
- Finalmente, mediante observación y desde una distancia de 3 metros, se examinó y se comparó cada par buscando si hay diferencias notorias una de otra.

Figura 26

Muestras para determinar si son Eflorescentes o No Eflorescente.



NOTA: Elaboración propia.

d) Resultados

Los resultados del presente ensayo se muestran en el ítem 4.1.7.

3.2.8. Ensayo de Porcentaje de Vacíos

Este ensayo determinó si el ladrillo clasifica como una unidad maciza, ya que según la NTE E070 si presentan perforaciones que son perpendiculares a la cara de asentado de

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

ladrillo, estas no debes de superar el 30% del área bruta, caso contrario clasificaría como unidad hueca.

a) Equipos y Herramientas

- Regla metálica.
- Probeta de 500 ml.
- Papel tamaño A3.
- 500 ml de arena limpia y seca.
- Enrasador metálico.
- Escobilla o brocha.
- Balanza con aproximación a 0.5 g.

b) Muestras del ensayo

El número total de ladrillos ensayados fue de 30 unidades enteras y secas: 10 especímenes "El Diamante", 10 especímenes "Choque" y 10 especímenes "Zúñiga".

c) Procedimiento

- Se inició limpiando los especímenes con la escobilla o brocha para eliminar partículas superficiales.
- Se tomaron las dimensiones de largo, ancho y alto del ladrillo de manera similar al ensayo de variación dimensional.
- En una superficie horizontal se colocó el papel tamaño A3 para luego, sobre este, colocar el ladrillo de manera que las perforaciones estén de manera vertical.
- Se rellenaron los orificios del ladrillo con arena de una manera suave, evitando que se compacte. Posteriormente utilizando el enrasador metálico, se deja la arena a una altura igual a la del ladrillo.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

Figura 27

Llenado de arena en orificios utilizando enrasador metálico.

NOTA: Elaboración propia.

- Con ayuda de la escobilla o brocha, se retiró el exceso de arena que se encuentre encima del ladrillo y alrededor de él (arena encima del papel).
- Luego de limpiar la arena excedente, se procedió a levantar el ladrillo suavemente procurando que toda la arena que se encuentra dentro de los orificios caiga encima de la hoja A3.
- Se trasladó la arena con la hoja A3 a una balanza para poder registrar el peso.
- Así mismo, se llenó una probeta con arena hasta la marca de 500 ml (la arena debe de ser de las mismas características utilizada para llenar los orificios del ladrillo) para registrar este peso. La arena debe llenarse de manera suave y sin agitar o vibrar la probeta, de manera similar a como se llenaron los orificios del ladrillo.

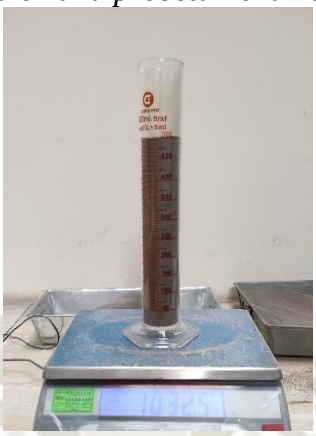
Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Figura 28

Registro del peso de arena en una probeta llena hasta 500 ml.



NOTA: Elaboración propia.

- Primero se determinó el peso de la canastilla sumergida, luego se colocó el ladrillo dentro de la canastilla y se determinó el peso sumergido del ladrillo saturado en agua en ebullición.

d) Expresión para el cálculo

Para calcular el porcentaje de área de vacíos del ladrillo, primero se calculó el volumen de la arena en los orificios empleando la siguiente fórmula:

$$V_s = \frac{500\ ml}{S_c} x S_u$$

Ecuación 10: Volumen de los orificios del ladrillo

Donde:

Vs: Volumen de arena contenida en los orificios del ladrillo (cm3).

Sc: Peso de la arena contenida en los orificios del ladrillo (g).

Su: Peso de la arena contenida en la probeta hasta 500 ml. (g).

Luego, se procedió a determinar el porcentaje de área de vacíos con la siguiente fórmula:

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

$$\% \text{ Área de vacíos} = \frac{V_s}{V_u} x100\%$$

Ecuación 11: Porcentaje del área de vacíos

Donde:

Vu: Volumen total del ladrillo ensayado (cm3).

e) Resultados

Los resultados del presente ensayo se muestran en el ítem 4.1.8.

3.3. Mortero

El mortero es el resultado de mezclar cemento, arena y agua el cual es usado para diferentes aplicaciones en la construcción como:

- Nivelar Pisos
- Rellenar espacios
- Adherir paredes, ladrillos y bloques
- Revestimiento de paredes

En la albañilería, la función fundamental del mortero durante el asentado es adherir las unidades de albañilería; dando mayor rigidez al Muro de albañilería.

En muros de Albañilería de tipo portante, el mortero cumple la función de resistencia; por lo que es idóneo que la resistencia de rotura de las unidades de albañilería a compresión sea semejante a la resistencia de rotura del mortero.

3.3.1. Composición del mortero

Los componentes del mortero son:

- Arena
- Aglutinante (cemento, cal, yeso, etc.)
- Agua

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

La función de la arena es mejorar la homogeneidad y proporcionar una estabilidad volumétrica a la mezcla, la función del aglutinante, como el cemento, es proporcionar resistencia a la mezcla, la función del agua permite desarrollar su capacidad ligante e hidratar al cemento

3.3.1.1 Arena:

La arena recomendada debe de proceder de las canteras o ríos las cuales deben de estar libres de impurezas, sin resto de ramas, material orgánico u otros. Las arenas de origen arcilloso no son las adecuadas puesto que deteriora la mezcla.

La NTP 399.607 indica que la arena debe de ser graduada dentro de los siguientes límites:

Tabla 17

Porcentaje pasante de la arena graduada

Tamiz	Porcentaje que pasa
4.75 mm (N.º 4)	100
2.36 mm (N.º 8)	95 a 100
1.18 mm (N.º 16)	70 a 100
600 um (Nº 30)	40 a 75
300 um (Nº 50)	10 a 35
150 um (Nº 100)	2 a 15
75 um (N.º 200)	0 a 5

Nota: NTP 399.607 2018, pág. 4

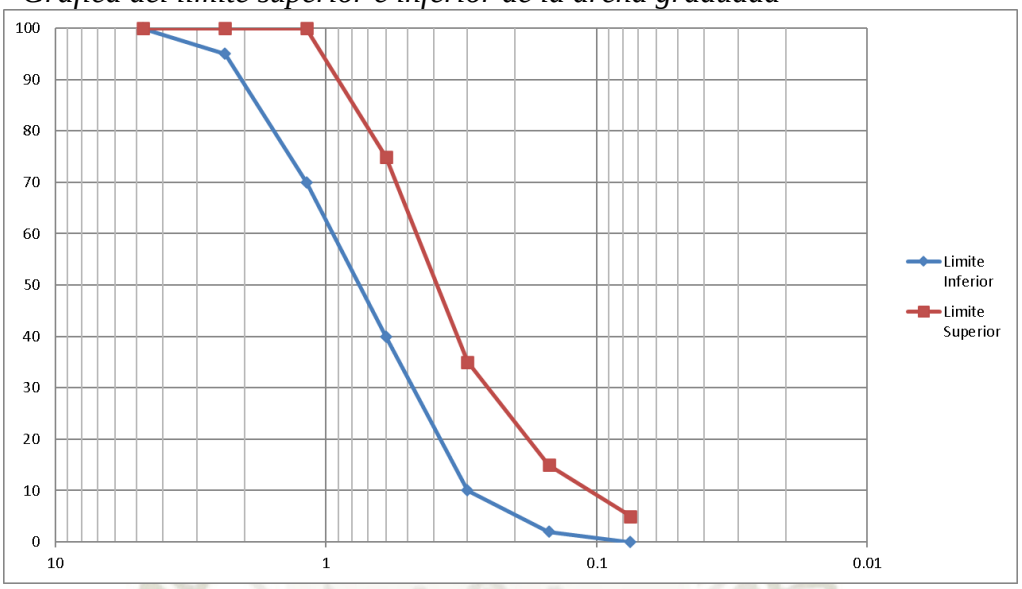
Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Figura 29

Grafica del límite superior e inferior de la arena graduada



Nota: Adaptado de NTP 399.607 2018

Según la norma de la NTP 399.607 (2018), el agregado no debe tener más de 50% de retenido entre cualesquiera de dos tamices consecutivos de los listados en el subcapítulo 4.1 y no más de 25% entre los tamices de 300 um y de 150 um.

Para la presente investigación se compararon 3 tipos de canteras:

- Cantera de Umapallca - Sabandía
- Cantera Cerro Verde - Huayco
- Cantera de Socabaya

Posteriormente se seleccionó la cantera óptima, la cual se encuentra dentro de los límites granulométricos establecidos por la NTP 399.607.

3.3.1.2 Cemento

El cemento es un material de tipo conglomerante el cuál se adhiere al agua y a la arena formando masas de cohesión el cual proporciona mayor resistencia y durabilidad al mortero.

Existen dos tipos de cementos:

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

- Cementos Arcillosos: Compuesto de arcillas y piedras calizas; dentro de esta clasificación se encuentra el cemento Portland
- Cementos puzolánicos: Compuesto de cenizas volcánicas, denominadas puzolanas

La NTP 334.090 (2016), indica los siguientes tipos de cementos Portland:

- Tipo IS: Cemento Portland con escoria de alto horno
- Tipo IP: Cemento Portland Puzolánico
- Tipo IL: Cemento Portland - Coliza
- Tipo I(PM): Cemento Portland Puzolánico Modificado
- Tipo IT: Cemento Adicionado Ternario
- Tipo ICo: Cemento Portland Compuesto

En la presente investigación se utilizó el cemento Portland de Tipo IP

3.3.1.3 Agua

El agua hidrata al cemento y contribuye a una óptima trabajabilidad de la mezcla; el agua potable es el más empleado debido a que no tiene gusto, olor, color particular y no es gaseosa o espumosa al momento de agitarse.

En la NTP 339.088 se establece los limites permisibles para el agua de mezcla y curado las cuales son:

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Tabla 18

Parámetros que debe cumplir el agua

Descripción	Limite Permisible (ppm)
Cloruros	1000 ppm
Sulfatos	600 ppm
Sales de magnesio	150 ppm
Sales solubles totales	1500 ppm
PH	5 a 8 ppm
Solidos en Suspensión	5000 ppm
Materia Orgánica	3 ppm

Nota: NTP 399.088 2006

El agua empleada para la presente investigación en la elaboración del mortero cumple con los requisitos de la NTP 339.088, se seleccionó agua potable libre de impurezas, sin la presencia de aceites, álcalis, ácidos, sales, azúcar y materia orgánica.

3.3.2. Adherencia

La adherencia es la capacidad de unir al mortero y a la unidad de albañilería el cual permite que el conjunto de unidades de albañilería trabaje como un solo sistema otorgando resistencia y evitando la penetración de la humedad. La adherencia del mortero depende de la penetración del mortero hacia los poros del bloque de albañilería; el agua cumple una función importante en este proceso ya que transporta materiales cementicios hacia los poros de la unidad de albañilería produciendo un engrape entre el mortero y el bloque.

Se puede determinar la fuerza de adhesión realizando el ensayo de tracción directa entre las 02 unidades de albañilería adheridas con mortero. Por lo general en este ensayo el primero en desprenderse de la unión es el bloque superior; debido a que el engrape de los cristales se centra en el bloque inferior por consecuencia de la fuerza de la gravedad y del peso del mortero. El valor del ensayo de adhesión es el resultado de la unión del bloque superior con el mortero.

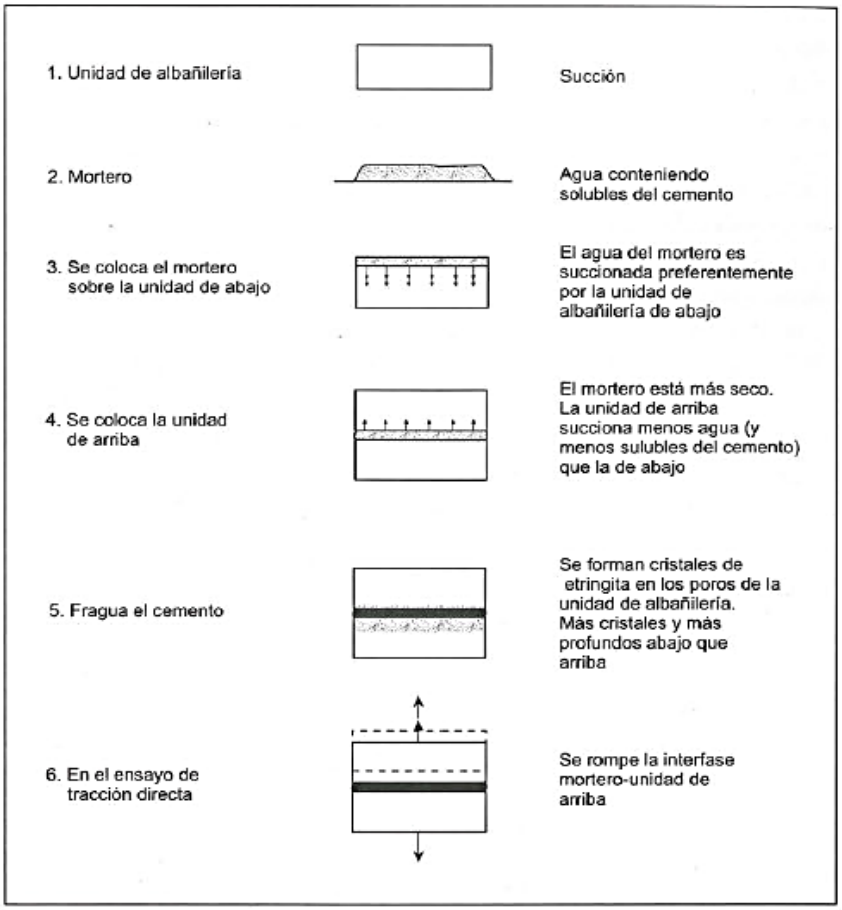
Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Figura 30

Mecánica de la adhesión de las unidades de Albañilería



Nota: Albañilería estructural 2005, Fig. 5.3 – Gallegos y Casabonne

La adhesión depende de la formación del engrape de los cristales con el bloque de albañilería. Una de las principales causas que debilita la adhesión del mortero es la demora del asentado del bloque superior con el mortero; esto se debe a que una cantidad del agua del mortero sea extraída por el bloque inferior y otra cantidad se evapore produciendo menos incrustación de cristales hacia el boque superior.

Según el estudio elaborado por CC Conner (1948) para la American Society for Testing and Materials, menciona que la adición del Cal al mortero aumenta de forma considerable la extensión de la adhesión del mortero, demostrando en su investigación que

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

de un grupo de edificios construido con mortero y cal no presentaban fisuras; pero en cambio los edificios que fueron construidos con mortero sin cal presentaban fisuras en las hiladas,

3.3.3. Dosificación

Un aspecto fundamental para obtener una buena adherencia del mortero es establecer una adecuada proporción entre el agua, cemento y arena; establecer la proporción óptima en que deben mezclarse los materiales para cumplir con una buena resistencia.

Antes de establecer las proporciones para ejecutar la presente investigación, se debe tener en cuenta la NTP 334.051 y la NTE E.070. Donde la NTP 334.051 establece que la relación cemento - arena debe ser 1:2.75 y la relación agua/cemento para los cementos Portland debe ser de 0.485.

Por otra parte, la NTE E070 de albañilería establece las proporciones cemento - arena en volumen debe tener las siguientes proporciones:

Tabla 19

Dosificación de los componentes del mortero

COMPONENTES				USOS
TIPO	CEMENTO	CAL	ARENA	
P1	1	0 a 1/4	3 a 3 ½	Muros Portantes
P2	1	0 a 1/2	4 a 5	Muros Portantes
NP	1	-	Hasta 6	Muros No Portantes

Nota: NTE E070-2006 – Tabla 4

Las dosificaciones volumétricas de cemento - arena que se utilizó en la presente investigación fue de la siguiente manera:

Tabla 20

Dosificación de mortero a usar

TIPO	CEMENTO	ARENA
Dosificación 1	1	3
Dosificación 2	1	4
Dosificación 3	1	5

Nota: Elaboración Propia

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Para determinar la cantidad de agua óptima del mortero se calculó mediante el ensayo de fluidez del mortero; el cual determina el flujo óptimo para cada tipo de dosificación experimentado en la presente investigación. El ensayo consiste en dar 25 golpes a la mesa de flujo para que el mortero se expanda en forma circular hasta alcanzar el diámetro aproximado de 20 cm.

3.3.4. Elaboración de mortero

Para la elaboración de morteros, conforme a la dosificación deseada, se es necesario mezclar la cantidad de cemento y arena hasta lograr una mezcla uniforme; seguidamente se realiza un orificio a la mezcla para verter el agua en cantidades pequeñas hasta obtener la consistencia requerida. Finalmente, para que la mezcla sea de mayor resistencia y para mejorar las propiedades y características del mortero, se puede añadir aditivos, fibras y/o otra sustancia natural o artificial. En la presente investigación para la elaboración del mortero se realizó la comparación de 3 muestras de mortero para cada una de las dosificaciones establecidas en el ítem 3.3.3:

- Mortero de cemento, arena y agua
- Mortero de cemento, arena y agua con adición de aditivo
- Mortero de cemento, arena y agua con adición de fibras

3.3.4.1. Mortero natural

Para la elaboración del mortero natural de la presente investigación se utilizaron los siguientes componentes:

- Cemento Yura de Tipo IP
- Arena
- Agua potable

Las dosificaciones cemento - arena que se usaron en la presente investigación es de 1:3, 1:4 y 1:5; con dichas proporciones se realizó una comparación para determinar cuál dosificación tiene una mayor resistencia

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Tabla 21

Dosificación del mortero a usar en la presente investigación

TIPO	CEMENTO	ARENA
Mortero 1	1	3
Mortero 2	1	4
Mortero 3	1	5

Nota: elaboración propia

3.3.4.2. Mortero con aditivo

Para la elaboración del mortero con aditivo de la presente investigación se utilizó el aditivo tipo MAPELATEX-CO

Para la elaboración del Mortero con aditivo se utilizó los siguientes componentes:

- Cemento Yura de Tipo IP
- Arena
- Agua potable
- Aditivo MAPELATEX-CO

Las dosificaciones cemento - arena que se usaron en la presente investigación de mortero con aditivo fue de 1:3, 1:4 y 1:5; con dichas proporciones se realizó una comparación y se determinó cuál dosificación tiene una mayor resistencia. La cantidad de aditivo a usar se calculó en base a la relación del volumen del agua con el aditivo.

Tabla 22

Dosificación del mortero con Aditivo.

TIPO	CEMENTO	ARENA	RELACIÓN AGUA/ADITIVO
Mortero 1	1	3	5:1
Mortero 2	1	4	5:1
Mortero 3	1	5	5:1

Nota: Elaboración Propia

3.3.4.3. Mortero con fibras

Para la elaboración del mortero con fibras de la presente investigación se utilizaron

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

fibras de acero y fibras de polipropileno. La fibra de acero proporciona mejor adherencia por contar con dobleces, aumenta la resistencia al corte, aumenta la ductilidad y resistencia en la flexión estática. La fibra de polipropileno retiene el vapor del agua el cual evita la humedad, presenta una excelente resistencia a solventes.

Para la elaboración del Mortero con fibras se utilizó los siguientes componentes:

- Cemento Yura de Tipo IP
- Arena
- Agua potable
- Fibra de Acero
- Fibra de polipropileno

Las dosificaciones cemento - arena que se usaron en la presente investigación de mortero con fibras fueron de 1:3, 1:4 y 1:5; con dichas proporciones se realizó una comparación y se determinó cuál dosificación tiene una mayor resistencia. El porcentaje de las fibras añadidas se agregaron con respecto al peso del cemento

Tabla 23

Dosificación del mortero con fibras a usar en la presente investigación

TIPO	CEMENTO	ARENA	FIBRA DE ACERO	FIBRA DE POLIPROPILENO
Mortero 1	1	3	Tipo I: 7.06 % Tipo II: 9.41 % Tipo III: 11.77 % Tipo IV: 14.12 % Tipo V: 16.47 % Tipo VI: 18.82 %	Tipo I: 0.21 % Tipo II: 0.28 % Tipo III: 0.35 % Tipo IV: 0.42 % Tipo V: 0.49 % Tipo VI: 0.56 %
Mortero 1	1	4	Tipo I: 7.06 % Tipo II: 9.41 % Tipo III: 11.77 % Tipo IV: 14.12 % Tipo V: 16.47 % Tipo VI: 18.82 %	Tipo I: 0.21 % Tipo II: 0.28 % Tipo III: 0.35 % Tipo IV: 0.42 % Tipo V: 0.49 % Tipo VI: 0.56 %
Mortero 1	1	5	Tipo I: 7.06 % Tipo II: 9.41 % Tipo III: 11.77 % Tipo IV: 14.12 % Tipo V: 16.47 % Tipo VI: 18.82 %	Tipo I: 0.21 % Tipo II: 0.28 % Tipo III: 0.35 % Tipo IV: 0.42 % Tipo V: 0.49 % Tipo VI: 0.56 %

Nota: Elaboración Propia

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

3.3.5. Ensayo de Mortero

3.3.5.1 Ensayo de Análisis Granulométrico del Agregado Fino

Con este ensayo se pudo seleccionar el agregado óptimo de las 03 canteras planteadas. El ensayo de análisis granulométrico consiste en separar el material de acuerdo con su tamaño utilizando tamices el cual va ordenado de forma decreciente con respecto a su tamaño. Según la NTP 400.012, indica que la cantidad de muestra para el agregado fino será como mínimo un peso de 300 gramos; en la presente investigación se utilizó la cantidad de 1000 gramos para cada tipo de cantera.

El presente ensayo se realizó en base a la NTP 400.012

a) Equipos y Herramientas

- Agregado fino de peso 1 kg.
- Tamices: N°4, N°8, N°16, N°30, N°50, N°100, N°200
- Balanza de 3 kilos
- Bandeja metálica
- Brocha

b) Numero de ensayos

El número total de ensayos realizados fue de 04 especímenes

c) Procedimiento

- Se limpio una superficie plana y nivelada para realizar el cuarteo de material para cada cantera
- Se quito su humedad dejándolo por un día en el horno y posteriormente se selecciona 1 kilo de material para proceder con el ensayo de granulometría7

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Figura 31

Cuarteo del agregado fino.

Nota: Elaboración propia

- Se ordeno los tamices en el orden: N°4, N°8, N°16, N°30, N°50, N°100, N°200 y colocar la muestra de 1 kilo en el tamiz superior.
- Se agito de forma manual el conjunto de tamices por un tiempo de 10 minutos
- Se pesó el contenido de cada tamiz en la balanza de 3 kilos y tomar nota
- Se limpió los tamices con la brocha

Figura 32

Tamizado del agregado Fino

Nota: Elaboración propia

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

d) Expresión para el cálculo

Se determino el porcentaje pasante por cada tamiz; con dichos valores se dibujó los puntos en una escala semilogarítmica; Se comparó la gráfica con los límites de porcentaje pasante establecidos en el ítem 3.3.1.1.de la presente investigación.

Para el módulo de fineza se aplicó la siguiente formula

$$Mf=\frac{\sum \%\text{Acumulado Retenido}}{100}$$

Ecuación 12: Modulo de fineza

Donde:

Mf: Modulo de fineza

%Acumulado Retenido: Tamices N°100, N°50, N°30, N°16, N°8, N°4.

e) Resultados

Los resultados del presente ensayo se muestran en el ítem 4.2.1.

3.3.5.2 Ensayo de fluidez

Este ensayo permitió determinar la fluidez de los morteros con la finalidad de obtener la óptima relación de Agua-Cemento y evitar los problemas de segregación y/o baja resistencia del mortero.

El presente ensayo se realizó en base a la NTP 334.057

a) Equipos y Herramientas

- Mesa y molde de flujo que cumpla con los requisitos de la NTP 334.126
- Regla metálica de longitud mayor a 200 mm y espesor entre 1.5mm y 3.5mm
- Pistón o compactador
- Espátula de 100mm a 150mm de longitud
- Franela

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

b) Materiales

- Arena Gradada especificada según la NTP 334.046
- Cemento Portland tipo IP
- Agua libre de impurezas
- Aditivo
- Fibra polipropileno
- Fibra de acero

c) Numero de ensayos

El número total de ensayos realizados fue de 16 especímenes de mortero

d) Procedimiento

- Se utilizó una franela para limpiar la mesa de flujo y molde de fluidez; y posteriormente se coloca el molde de fluidez al centro de la mesa de flujo
- Se preparo el mortero con las dosificaciones requeridas y/o adicionando aditivos y fibras,
- Se relleno el molde de fluidez con mortero, la primera capa con una altura aproximada de 25mm de espesor y compactar 20 veces utilizando el pistón; posteriormente se llenó el molde de fluidez compactando como se indica en la primera capa.

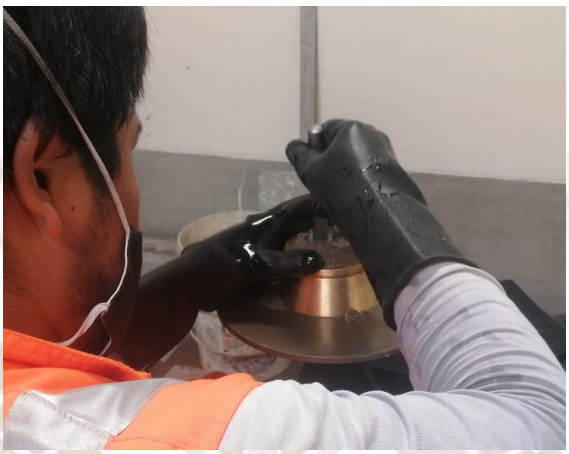
Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

1Figura 33

Apisonado del mortero en el molde de fluidez



Nota: Elaboración propia

- Una vez llenado el molde de fluidez de mortero, con la regla metálica o espátula se procedió a enrasar el molde de fluidez para retirar el exceso de mortero
- Se retiró cualquier residuo de mortero que se encuentre alrededor de la mesa de flujo.
- Se retiró el molde de flujo de forma vertical
- Se procedió a dar 25 golpes aplicados con la manija de la mesa de flujo en un tiempo aproximado de 15 segundos

Figura 34

Aplicación de los 25 golpes en la mesa de flujo

Nota: Elaboración propia

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

- Con la regla metálica se calculó los diámetros del mortero esparcido conforme a las líneas marcadas de la mesa de flujo

Figura 35

Medición de los diámetros del mortero esparcido

Nota: Elaboración propia

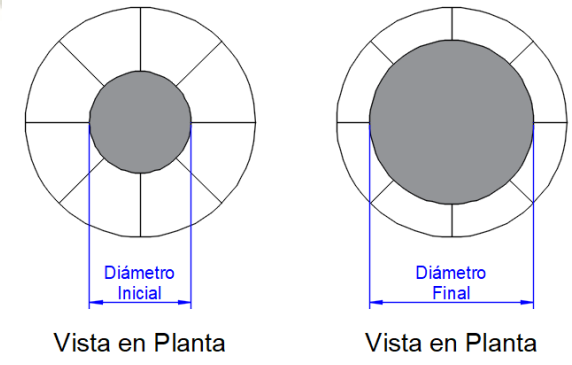
- Finalmente, con la franela se limpió la mesa de flujo y molde de fluidez

e) Expresión para el cálculo

Se promedió las 4 dimensiones de diámetro final y se comparó con el diámetro inicial de la base del molde de flujo expresándolo en porcentaje.

Figura 36

Bosquejo del diámetro inicial y diámetro final del mortero



Nota: Elaboración propia

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

El porcentaje resultante es la fluidez para cada tipo de mortero realizado en el ensayo

Para calcular la fluidez del mortero, se empleó la siguiente fórmula:

$$\text{Porcentaje de Fluidez} = \frac{\text{DP-DI}}{\text{DI}} \text{x} 100$$

Ecuación 13: Porcentaje de Fluidez

Donde:

DP: Diámetro promedio de las 4 mediciones realizadas

DI: Diámetro interno del molde de flujo.

La fluidez debe de encontrarse dentro del rango 110% +/- 5%

f) Resultados

Los resultados del presente ensayo se muestran en el ítem 4.2.2.

3.3.5.3 Ensayo de compresión simple

Con este ensayo se determinó la resistencia a la compresión de los morteros con especímenes cuadrados de dimensión de 50mm de lado para cada una de las dosificaciones establecidas en el ítem 3.3.3

El presente ensayo se realizó en base a la NTP 334.051

a) Equipos y Herramientas

- Balanza de 15 kilos
- Probeta de 500 ml con gradación de 25 ml
- Moldes de metal duro para los especímenes cúbicos de 50 mm +/- 0.13 mm de longitud interna con máximo de 3 compartimientos. El ángulo interno de las caras del cubo debe de formar 90º +/- 0.5 º
- Recipientes y paletas para la preparación del mortero
- Compactador con cara lisa y plana

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

- Badilejo con bordes rectos de 100 a 150mm de longitud
- Máquina de ensayo para compresión de concreto siendo maquina mecánica o maquina hidráulica

b) Materiales

- Arena Gradada especificada según la NTP 334.046
- Cemento Portland tipo IP
- Agua libre de impurezas
- Aditivo
- Fibra polipropileno
- Fibra de acero

c) Numero de ensayos

El número total de ensayos fue de 3 especímenes, por cada dosificación se obtuvo un total de 48 especímenes de mortero

d) Procedimiento

- Se limpió las caras interiores de los moldes y se aplicó una capa delgada de lubricante
- Se preparó el mortero con las dosificaciones requeridas en el ítem 3.3.4; teniendo en cuenta que la fluidez para el amasado del mortero debe de estar dentro del rango del 105% y 115%. La mezcla debe de ser uniforme.

2Figura 37

Preparación del mortero con fibra de acero y fibra de polipropileno

Nota: Elaboración Propia

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

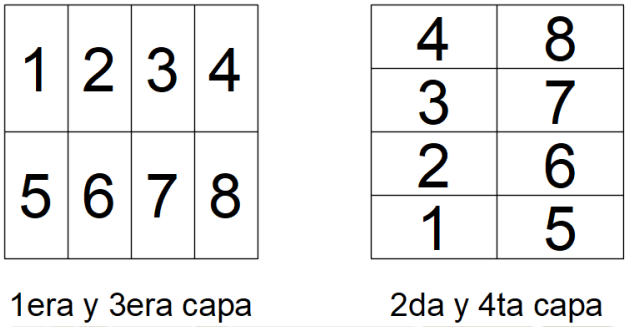
REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

- Se procedió a rellenar con mortero los moldes metálicos. Para la primera capa del mortero se llenó a una altura aproximada de 25mm apisonando con 32 golpes con el compactador pequeño distribuidos en 4 etapas distribuidos en cada casilla.:
  - La primera y tercera etapa de izquierda a derecha
  - La segunda y cuarta etapa de arriba a abajo

Figura 38

Distribución de golpes con el compactador



Nota: NTP 334.051-1998 Fig., 1

Posteriormente se aplicó una segunda capa de mortero a los moldes y se apisono como se realizó en la primera capa. Una vez llenado las casillas de los moldes con mortero, se alisó la cara superficial del mortero con el badilejo realizando un movimiento paralelo a la superficie del mortero

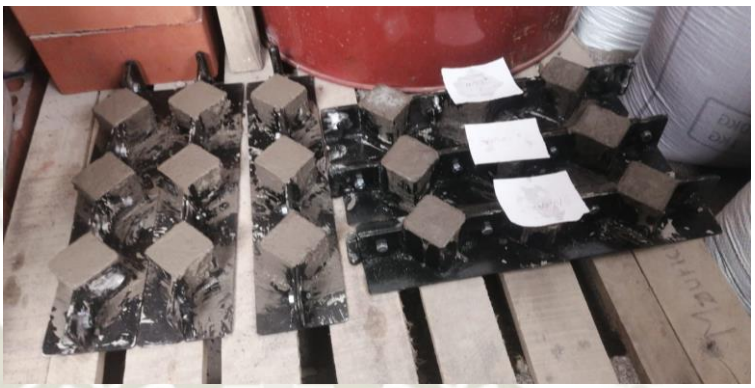
- Finalizado el llenado de mortero, se almacenó en un lugar fresco por un periodo de 20 a 24 horas con la cara superficial expuesta en contacto con el aire manteniendo los moldes lejos de cualquier situación eventual ante la caída de cualquier objeto sólido y/o líquido.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

Figura 39
Almacenamiento de los moldes con mortero



Nota: Elaboración Propia

- Pasado las 24 horas, se retiraron los cubos del mortero de los moldes metálicos y se almaceno dentro del agua hasta el día del ensayo.

3Figura 40
Retiro de los moldes metálicos

Nota: Elaboración Propia

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Figura 41

Almacenamiento y curado de los cubos de mortero

Nota: Elaboración Propia

- La NTP 334.051 establece que el ensayo de compresión se puede realizar a las edades de 24horas, 3 días, 7 días y 28 días dando una tolerancia permisible de tiempo del ensayo cuando se retire el cubo de mortero.

Tabla 24

Rango de tiempo a ensayar los dados de mortero

EDAD DEL CUBO	TOLERANCIA PERMISIBLE
24 horas	± ½ hora
3 días	± 1 hora
7 días	± 3 horas
28 días	± 12 horas

Nota: NTP 334.051, Tabla 2

Para la presente investigación, los cubos de mortero se retiraron del agua a la edad de 28 días realizando el ensayo de compresión el mismo día.

- Una vez retirado del agua, se secó las superficies del cubo de mortero con un paño y comprobar que las caras del cubo estén planas. En caso de no estar planas se lijó hasta que la superficie sea plana y si no es posible obtener una superficie plana se tuvo que desechar el cubo.

- Se coloco el cubo de mortero en la máquina de compresión centrando con el eje del cilindro hidráulico.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Figura 42

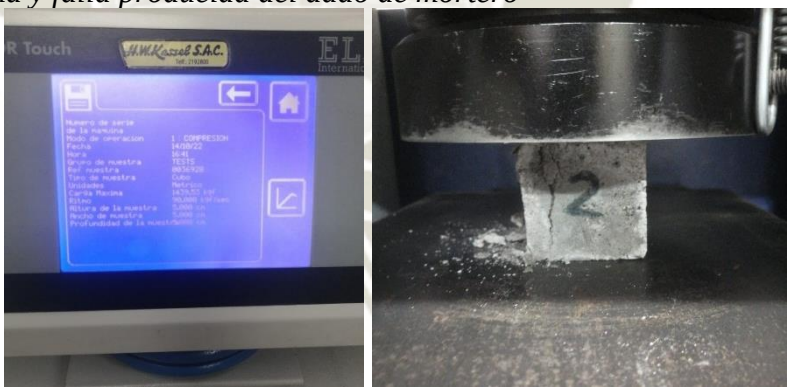
Cubo de mortero centrado en el eje del cilindro hidráulico

Nota: Elaboración Propia

- Se sometió el cubo de mortero a compresión hasta producir la falla del espécimen y se anotó la carga máxima. El valor máximo de la carga de compresión debe ser alcanzado dentro del periodo de 20 segundos y 80 segundos.

Figura 43

Carga máxima y falla producida del dado de mortero



Nota: Elaboración Propia

- Una vez producida la falla del cubo de mortero, se retiró el espécimen y se limpió las superficies de la máquina de compresión

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Figura 44

Falla de los cubos de mortero

Dados de mortero con fibras

Dados de mortero sin fibras

Nota: Elaboración Propia

e) Expresión para el cálculo

Para el cálculo de la resistencia de compresión, se usó la siguiente formula:

$$f'm = \frac{P}{A}$$

Ecuación 14: Resistencia a la compresión de dados de concreto

Donde:

f'm: resistencia a la compresión en MPa

P: Carga máxima en N.

A: área de la superficie sometida a compresión del cubo de mortero

f) Resultados

Los resultados del presente ensayo se muestran en el ítem 4.2.3.

3.3.5.4 Ensayo de Adhesión

Con este ensayo se determinó la fuerza de adhesión; generalmente este ensayo puede realizarse por el ensayo de Tracción Directa y por Flexión.

Para el ensayo Adhesión por Tracción Directa el valor de la adhesión es el resultado de dividir la fuerza de rotura con el área de contacto de las unidades de albañilería. Si se cuenta con máquina de tracción, la unión de los cabezales con las unidades de albañilería es unida con pegamento epóxido; si se cuenta con máquina de compresión las unidades de

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

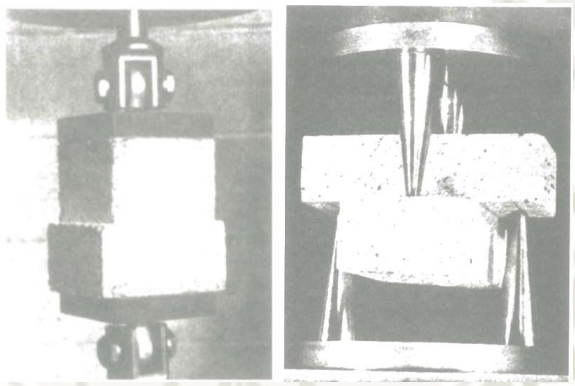
REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

albañilería se asientan de forma cruzada. Se debe tener en cuenta que para los ensayos deben de realizarse en el centro de las interfases ensayadas y no causar efectos de flexión. El ensayo se realiza a la edad de 28 días

Figura 45

Ensayo por tracción directa; lado izquierdo: máquina de tracción; lado derecho máquina de compresión

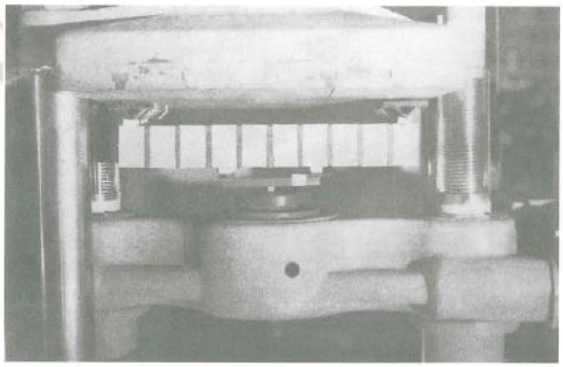


Nota: fig. 5.12 y fig. 5.13 Albañilería Estructura – Gallegos y Casabonne (2005)

El ensayo de adherencia por Flexión consiste en asentar las unidades de albañilería una encima de otra de forma vertical. A la edad de 28 días se ensaya en forma de viga, poniendo el prisma de unidades de forma horizontal.

Figura 46

Ensayo de adhesión por flexión



Nota: fig. 5.14 Albañilería Estructura – Gallegos y Casabonne (2005)

En la presente investigación no se realizó el ensayo de adhesión, no obstante, se realizó el ensayo de la Fuerza-Unión del ladrillo-mortero el cual determina la resistencia de la unión del mortero con el bloque de albañilería. El ensayo de Fuerza-Unión se describe en

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

el ítem 3.4.4 donde se realizó ensayos sin fibras y con fibras al mortero y así determinar su grado de resistencia para cada dosificación.

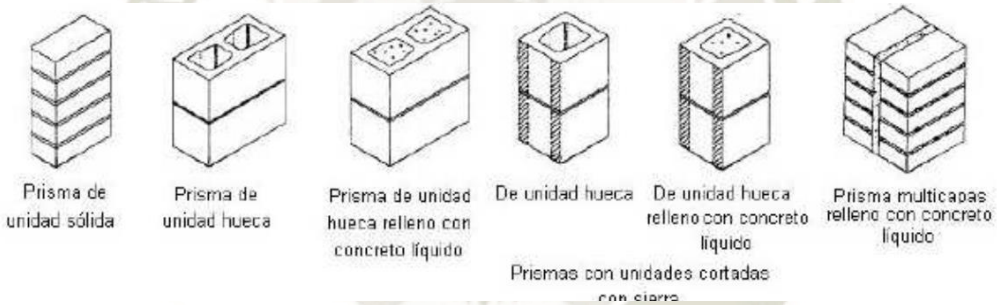
3.4. Prismas de albañilería - Pilas

Las pilas de albañilería se forman a partir de 2 a más unidades de albañilería adheridas con mortero puestos uno sobre otro; el espesor de la junta de mortero según la NTE E.070 (2019) establece que debe oscilar entre 10 mm y 15 mm.

En la NTP 399.605 se indica que la elaboración de pilas de albañilería debe de analizarse de manera independiente para cada tipo de unidades de albañilería construyendo prismas representativos.

Figura 47

Construcción de pilas de albañilería



Nota: Fig. 1 – NTP 399.605

Para la presente investigación la construcción de pilas de albañilería se elaboró para realizar los siguientes ensayos:

- Ensayo de compresión axial
- Ensayo de Fuerza-Unión

3.4.1. Dosificación de las pilas de albañilería

3.4.1.1. Dosificación de las pilas de albañilería

Para la elaboración de la pila de albañilería de la presente investigación se utilizaron

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

los siguientes componentes:

- Cemento Yura de Tipo IP
- Arena
- Agua potable
- Ladrillo mecanizado Diamante 24x14x10 cm

Las dosificaciones para el mortero que se usaron en la presente investigación para la pila de albañilería se describe en el Ítem 3.3.4.1 de la presente investigación.

3.4.1.2. Dosificación de la pila con aditivo

Para la elaboración de la pila de albañilería con aditivo de la presente investigación se utilizó el aditivo tipo MAPELATEX-CO

Para la elaboración de la pila de albañilería con aditivo se utilizó los siguientes componentes:

- Cemento Yura de Tipo IP
- Arena
- Agua potable
- Aditivo MAPELATEX-CO
- Ladrillo diamante 14x24x10 cm

Las dosificaciones para el mortero que se usaron en la presente investigación para la pila de albañilería se describe en el Ítem 3.3.4.2 de la presente investigación.

3.4.1.3. Dosificación de la pila con fibras

Para la elaboración de pilas de albañilería con fibras de la presente investigación se utilizaron fibras de acero y fibras de polipropileno. Para la elaboración la pila de albañilería con fibras se utilizó los siguientes componentes:

- Cemento Yura de Tipo IP
- Arena
- Agua potable

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

- Fibra de Acero
- Fibra de polipropileno
- Ladrillo diamante 14x24x10 cm

Las dosificaciones para el mortero que se usaron en la presente investigación para la pila de albañilería se describe en el Ítem 3.3.4.3 de la presente investigación.

3.4.2. Ensayo del Cono de Abrams en Pilas de Albañilería

Este ensayo determinara el grado de consistencia del mortero fresco para cada una de las dosificaciones de las pilas de Albañilería.

El presente ensayo se realizó en base a la NTP 339.035

a) Equipos y Herramientas

- Mezcladora de Concreto
- Molde de forma de la superficie lateral de un tronco de cono de material metálico con las siguientes medidas:
  - Base inferior: 200mm
  - Base superior: 100 mm
  - Altura: 300 mm
- Barra compactadora de 16 mm de diámetro y 600 mm de longitud
- Regla metálica de 300 mm
- Cucharon metálico

b) Materiales

- Arena Gradada especificada según la NTP 334.046
- Cemento Portland tipo IP
- Agua libre de impurezas
- Aditivo
- Fibra polipropileno
- Fibra de acero

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

c) Numero de ensayos

El número total de ensayos fue de 3 especímenes por cada dosificación, se obtuvo un total de 48 especímenes de mortero; 24 especímenes para en ensayo de compresión axial y 24 especímenes para el ensayo de fuerza unión en las pilas de albañilería

d) Procedimiento

- Se humedeció el molde metálico y colocarlo sobre una superficie plana
- Se mesclo el cemento, agua y arena en la mezcladora de concreto y se adiciono el aditivo, Fibra de polipropileno y Fibra de Acero según sea el caso

Figura 48

Mezclado uniforme del mortero

Nota: Elaboración Propia

- Se mantuvo de forma rígida el molde metálico pisando sus aletas.
- Una vez obtenidos la mezcla heterogénea, se vacío el mortero de la mezcladora de concreto con el cucharon.
- Se lleno al molde metálico distribuidas en 3 capas, cada capa se compacto con 25 golpes con la barra compactadora.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Figura 49

Compactación de la segunda capa con barra metálica

Nota: Elaboración Propia

- Una vez llenado el molde, con la barra compactadora se procedió a enrasar en el borde superior y eliminar el material sobrante
- Se retiro el molde metálico de forma vertical en un tiempo aproximado de 5 segundos
- Se volteo el molde metálico, colocar cerca al mortero deformado y con la regla metálica medir el desnivel del mortero deformado con respecto a la cara superior del molde metálico

e) Expresión para el cálculo

Se anoto las medidas de la diferencia del desnivel para cada tipo de dosificación.

Figura 50

Medición del asentamiento del mortero

Nota: Elaboración Propia

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

f) Resultados

Los resultados del presente ensayo se muestran en el ítem 4.3.1.

3.4.3. Ensayo de compresión axial en las Pilas de Albañilería

Este ensayo determinó la resistencia a la compresión de las Pilas de Albañilería, f'm, compuesto por 3 unidades de albañilería adheridos por mortero para cada una de las dosificaciones establecidas en el ítem 3.4.1.

El presente ensayo se realizó en base a la NTP 399.605-2013

a) Equipos y Herramientas

- Mezcladora de Concreto
- Balanza de 15 kilos
- Nivel de mano
- Barra compactadora de 16 mm de diámetro y 600 mm de longitud
- Regla metálica de 300 mm
- Cucharon metálico
- Badilejo con bordes rectos de 100 a 150mm de longitud
- Máquina de ensayo para compresión de concreto siendo maquina mecánica o maquina hidráulica
- Recipientes y paletas para la preparación del mortero
- Espátula
- Carretilla Buggy

b) Materiales

- Arena Gradada especificada según la NTP 334.046
- Cemento Portland tipo IP
- Agua libre de impurezas
- Aditivo
- Fibra polipropileno

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

- Fibra de acero
- Ladrillo diamante 14x24x10cm

c) Numero de ensayos

El número total de ensayos fue de 3 especímenes por cada dosificación obteniendo un total de 24 pilas de albañilería

d) Procedimiento

- Se preparó una superficie lisa, plana y nivelada para la construcción de las pilas de albañilería
- Se mesclo el cemento, agua y arena en la mezcladora de concreto y adicionar el aditivo, Fibra de polipropileno y Fibra de Acero según sea el caso
- Una vez obtenida la mezcla, se trasladó el contenido del mortero hacia el Buggy y se trasladó hacia el lugar de armado de las pilas.
- Se construyo la pila con 3 unidades completas de albañilería, asentándolas una sobre otra de forma vertical; la junta del mortero respeto el rango de 10 a 15 mm.
- Se almacenó las pilas de albañilería en un lugar fresco y húmedo hasta el día de la rotura del prisma por compresión axial.

Figura 51

Almacenado de las pilas de Albañilería

Nota: Elaboración Propia

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

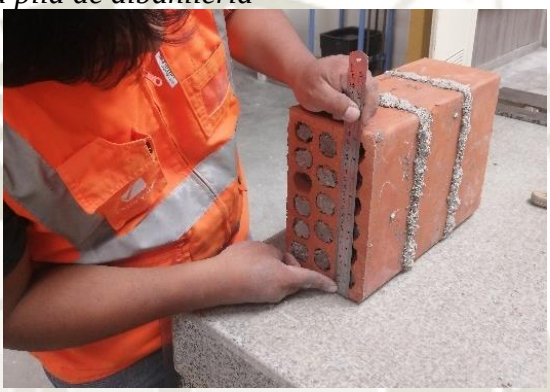
REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

- La NTP 334.605 establece que el ensayo de compresión se debe realizar a la edad de 28 días; contando desde el asentado de las unidades de albañilería.
- Pasado los 28 días, se tomaron las medidas de las pilas de albañilería. Estas medidas de la base servirán para el cálculo del área neta de compresión y las medidas de la altura y espesor para determinar el factor de corrección hp/tp.

Figura 52

Toma de medidas de la pila de albañilería



Nota: Elaboración Propia

- Se colocó la pila de albañilería en la máquina de compresión centrando con el eje del cilindro hidráulico; colocando placas metálicas por encima y por debajo de la pila. Se usaron placas metálicas con dureza mayor a 60 HCR

Figura 53

Colocación de la pila a la máquina de compresión

Nota: Elaboración Propia

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

- Se puso en actividad la máquina de compresión de fuerza axial; el tiempo de rotura osciló entre 1 y 2 minutos

Figura 54

Falla por compresion a la pila de albañileria

Nota: Elaboración Propia

- Se registro la carga máxima obtenida

e) Expresión para el cálculo

Para el cálculo de la resistencia de compresión, se empleó la siguiente formula:

$$f'm=\frac{P}{A}$$

Ecuación 15: Resistencia a la compresión de pila de ladrillos

Donde:

f'm: resistencia a la compresión en kgf/cm2

P: Carga máxima en kgf.

A: área de la superficie sometida a compresión de la pila de albañilería en cm2

Para el cálculo del factor de corrección altura/espesor se tuvo en cuenta la siguiente tabla:

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Tabla 25

Factor de corrección según la relación hp/tp

hp/tp	13	1.5	2.0	2.5	3.0	4.0	5.0
Factor de corrección	0.75	0.86	1.0	1.04	1.07	1.15	1.22

Nota: NTP 399.605-2013 – Tabla 1

$$f'mt = f'm * \frac{hp}{tp}$$

Ecuación 16: Resistencia a la compresión con factor de corrección

f) Resultados

Los resultados del presente ensayo se muestran en el ítem 4.3.2.

3.4.4. Ensayo de fuerza de unión en las Pilas de Albañilería

Este ensayo determinó la resistencia de la fuerza cortante (τ'm) de las pilas compuesto por 3 unidades de albañilería adheridos con mortero para cada una de las dosificaciones establecidas en el ítem 3.4.1.

a) Equipos y Herramientas

- Mezcladora de Concreto
- Balanza de 15 kilos
- Nivel de mano
- Barra compactadora de 16 mm de diámetro y 600 mm de longitud
- Regla metálica de 300 mm
- Cucharon metálico
- Badilejo con bordes rectos de 100 a 150mm de longitud
- Máquina de ensayo para compresión de concreto siendo maquina mecánica o maquina hidráulica
- Recipientes y paletas para la preparación del mortero
- Espátula
- Carretilla Buggy

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

- Regla metálica
- 01 placa metálica con 2 puntos de apoyo.
- 01 placa metálica con 1 punto de apoyo.

b) Materiales

- Arena Gradada especificada según la NTP 334.046
- Cemento Portland tipo IP
- Agua libre de impurezas
- Aditivo
- Fibra polipropileno
- Fibra de acero
- Ladrillo diamante 14x24x10cm

c) Numero de ensayos

El número total de ensayos fue de 3 especímenes por cada dosificación obteniendo un total de 24 pilas de albañilería

d) Procedimiento

- Se preparo una superficie lisa, plana y nivelada para la construcción de las pilas de albañilería
- Se mesclo el cemento, agua y arena en la mezcladora de concreto y adicionar el aditivo, Fibra de polipropileno y Fibra de Acero según sea el caso
- Una vez obtenida la mezcla, se vació el mortero hacia el Buggy y trasladarlo hacia el lugar de armado de las pilas.
- Se construyo la pila con 3 unidades completas de albañilería, asentándolas una sobre otra de forma vertical; la junta del mortero se respetó el rango de 10 a 15 mm.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

- Se almaceno las pilas de albañilería en un lugar fresco y húmedo hasta el día de la rotura del prisma por compresión axial.

Figura 55

Almacenado de pilas de albañilería

Nota: Elaboración Propia

- El ensayo de Fuerza-Unión se realizó a la edad de 28 días; contando desde el asentado de las unidades de albañilería.
- Pasado los 28 días, se tomaron medidas de las bases de las pilas de albañilería, las medidas de la base superior e inferior servirán para el área y así obtener el esfuerzo cortante

Figura 56

Toma de medidas de la pila de albañilería

Nota: Elaboración Propia

- Para realizar este ensayo, se colocó la pila de manera horizontal sobre la placa metálica de 02 puntos de apoyo, de manera que el mortero y el ladrillo ubicado

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

en el centro de la pila no tenga contacto con esta placa base. Luego se procedió a colocar la placa metálica de 01 punto de apoyo por encima del ladrillo que se encuentra en el centro de la pila, sin que esta placa tenga contacto con el mortero, tal como se muestra en la siguiente figura:

Figura 57

Colocación de la pila de albañilería en la máquina de compresión.

Nota: Elaboración Propia

- Se puso en actividad la máquina de compresión de fuerza axial; el tiempo de rotura osciló entre 1 y 2 minutos

Figura 58

Falla producida por el esfuerzo cortante.

Nota: Elaboración Propia

- Se registro la carga máxima obtenida

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

e) Expresión para el cálculo

Para el cálculo de la resistencia de compresión, se empleó la siguiente formula:

$$\tau'm=\frac{P}{2A}$$

Ecuación 17: Fuerza – Unión de pila de ladrillos

Donde:

τ'm: Fuerza-Unión en kgf/cm2

P: Carga máxima en kgf.

A: área de la superficie sometida a compresión de la pila de albañilería en cm2

f) Resultados

Los resultados del presente ensayo se muestran en el ítem 4.3.3.

3.5. Prismas de Albañilería - Muretes

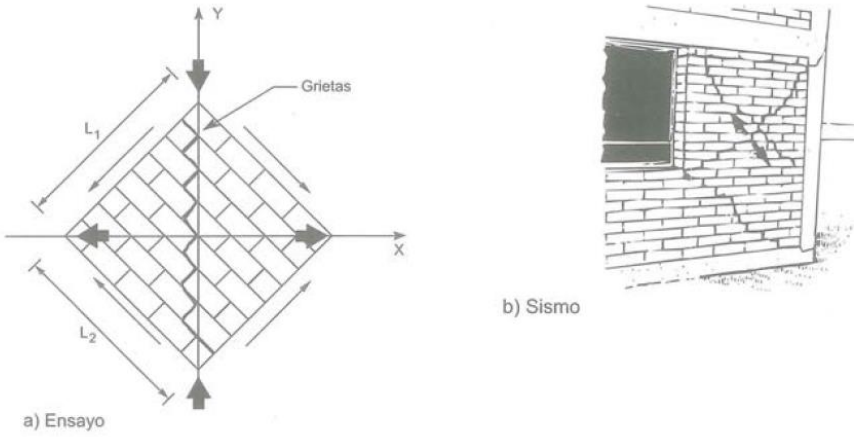
La construcción de Muretes de albañilería tiene como finalidad determinar la resistencia al corte mediante el ensayo de compresión diagonal. Según Gallegos y Casabonne (2005), el ensayo de compresión diagonal de muretes de albañilería es el más representativo del comportamiento de muros de edificaciones ante acciones sísmicas debido a su similitud de falla diagonal.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Figura 59
similitud de falla del ensayo de compresión diagonal y en un sismo



Nota: Albañilería Estructural, Fig. 9.30 - Gallegos y Casabonne 2005

Existen 03 tipos de fallas representativas ante el ensayo de compresión diagonal, las cuales son:

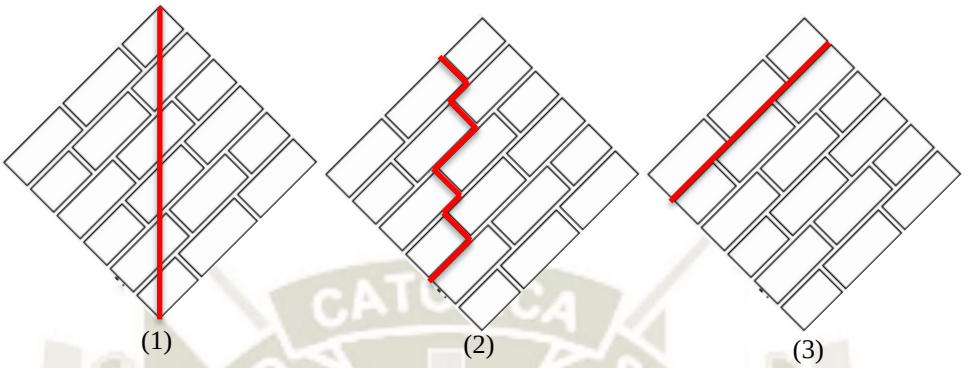
1. Falla por tensión diagonal en bloques, cuando falla las unidades de albañilería, la grieta atraviesa las unidades de albañilería produciendo una trayectoria recta diagonal
2. Falla por tensión diagonal en juntas, cuando falla por adherencia del mortero entre las juntas horizontales y verticales, la grieta produce una trayectoria escalonada de forma diagonal
3. Falla por deslizamiento, cuando la falla por adherencia del mortero entre las juntas horizontales, la grieta produce una trayectoria paralela a la base del murete

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Figura 60
Falla diagonal en bloque



Nota: Elaboración propia

Para la construcción del murete de albañilería, la NTP 399.621 establece que la dimensión mínima debe ser de 600mm x 600mm

3.5.1. Dosificación de los Muretes de Albañilería

3.5.1.1. Dosificación de los Muretes de Albañilería

Para la elaboración del Muro de albañilería de la presente investigación se utilizaron los siguientes componentes:

- Cemento Yura de Tipo IP
- Arena
- Agua potable
- Ladrillo mecanizado Diamante 24x14x10 cm

Las dosificaciones para el mortero que se utilizaron en la presente investigación para los muretes de albañilería se muestra en la siguiente tabla:

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Tabla 26

Dosificación del mortero a usar para muros de Albañilería

TIPO	CEMENTO	ARENA
Mortero 1	1	3

Nota: elaboración propia

3.5.1.2. Dosificación del murete con aditivo

Para la elaboración del murete de albañilería con aditivo, en la presente investigación se utilizó el aditivo tipo MAPELATEX-CO. Así mismo, para la elaboración del murete de albañilería con aditivo se utilizó los siguientes componentes:

- Cemento Yura de Tipo IP
- Arena
- Agua potable
- Aditivo MAPELATEX-CO
- Ladrillo diamante 14x24x10 cm

Las dosificaciones para el mortero que se utilizaron en la presente investigación, para los muretes de albañilería con adición de aditivo se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 27

Dosificación del mortero con aditivo a usar para muros de Albañilería

TIPO	CEMENTO	ARENA	RELACIÓN AGUA/ADITIVO
Mortero 1	1	3	5:1

Nota: elaboración propia

3.5.1.3. Dosificación de la pila con fibras

Para la elaboración del murete de albañilería con fibras de la presente investigación se utilizaron fibras de acero y fibras de polipropileno. Así mismo, se utilizaron los siguientes componentes:

- Cemento Yura de Tipo IP

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

- Arena
- Agua potable
- Fibra de Acero
- Fibra de polipropileno
- Ladrillo diamante 14x24x10 cm

Las dosificaciones para el mortero utilizadas en la presente investigación para los muretes de albañilería con adición de fibras se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 28

Dosificación del mortero con fibras a usar para muros de Albañilería

TIPO	CEMENTO	ARENA	FIBRA DE ACERO	FIBRA DE POLIPROPILENO
Mortero 1	1	3	Tipo I: 7.06 %	Tipo I: 0.21 %
			Tipo II: 9.41 %	Tipo II: 0.28 %
			Tipo III: 11.77 %	Tipo III: 0.35 %
			Tipo IV: 14.12 %	Tipo IV: 0.42 %
			Tipo V: 16.47 %	Tipo V: 0.49 %
			Tipo VI: 18.82 %	Tipo VI: 0.56 %

Nota: Elaboración Propia

3.5.2. Ensayo del Cono de Abrams en Muretes de Albañilería

Este ensayo determinó el grado de consistencia del mortero fresco para cada una de las dosificaciones del murete de Albañilería.

El presente ensayo se realizó en base a la NTP 339.035; los resultados se muestran en el ítem 4.4.1.

3.5.3. Ensayo de compresión diagonal en Muretes de Albañilería

Este ensayo determinó la resistencia a la compresión Diagonal de los muretes de Albañilería, V’m, con dimensionamiento aproximado de 67.5 cm por lado de cada murete.

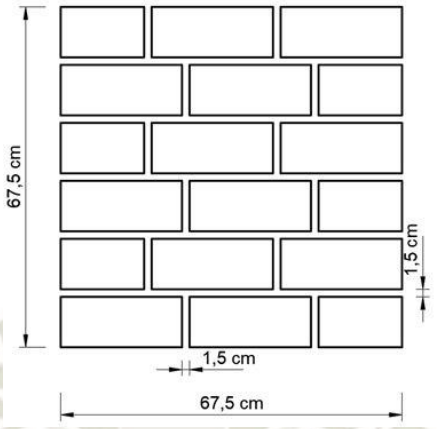
Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Figura 61

Dimensionamiento del murete para la presente investigación



Nota: Elaboración propia

El presente ensayo se realizó en base a la NTP 399.621

a) Equipos y Herramientas

- Mezcladora de Concreto
- Balanza de 15 kilos
- Nivel de mano
- Regla metálica
- Cucharon metálico
- Badilejo con bordes rectos de 100 a 150mm de longitud
- Máquina de ensayo para compresión diagonal de muretes, utilizando maquina mecánica o maquina hidráulica
- Recipientes y paletas para la preparación del mortero
- Espátula
- Carretilla Buggy
- Regla metálica

b) Materiales

- Arena Gradada especificada según la NTP 334.046

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

- Cemento Portland tipo IP
- Agua libre de impurezas
- Aditivo
- Fibra polipropileno
- Fibra de acero
- Ladrillo diamante 14x24x10cm

c) Numero de ensayos

El número total de ensayos fue de 3 especímenes por cada dosificación obteniendo un total de 24 muretes de albañilería

d) Procedimiento

- Se preparó una superficie lisa, plana y nivelada para la construcción de las pilas de albañilería
- Se mezcló el cemento, agua y arena en la mezcladora de concreto y adicionar el aditivo, Fibra de polipropileno y Fibra de Acero según sea el caso
- Una vez obtenida la mezcla, se vació el mortero hacia el Buggy y trasladarlo hacia el lugar de armado de las pilas.
- Se construyo el murete de albañilería, colocando la primera hilada de ladrillos en la superficie lisa, se puso la capa de mortero y seguir con la siguiente hilada de ladrillos.

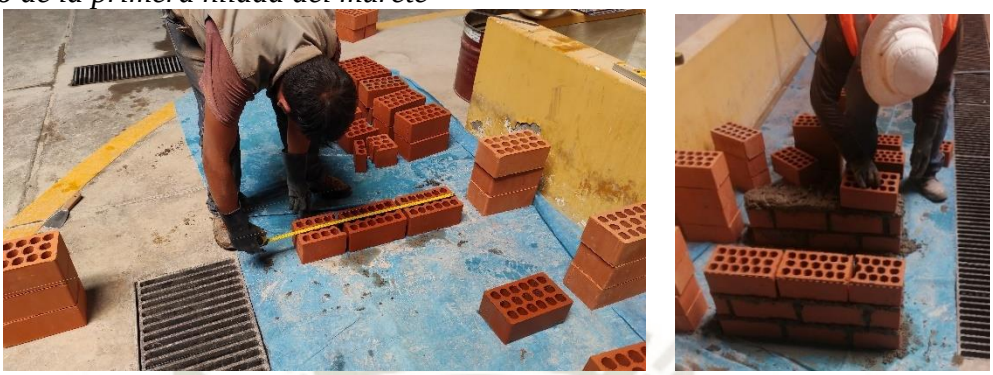
Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Figura 62

armado de la primera hilada del murete



Nota: Elaboración propia

- Se almacenó el murete de albañilería en un lugar fresco y húmedo hasta el día de la rotura del prisma por compresión axial.
- La NTP 399.621 establece que el ensayo de compresión diagonal se debe realizar a la edad de 28 días; contando desde el asentado de las unidades de albañilería.

Figura 63

Curado del murete de albañilería

Nota: Elaboración propia

- Pasado los 28 días, se tomaron las dimensiones largo, alto y espesor de los muretes de albañilería, dichos datos son útiles para el cálculo del área neta transversal de compresión.
- Se colocó el murete de albañilería en la máquina de compresión centrando con el eje del cilindro hidráulico; se controló que el muro quede de forma vertical

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

- Se puso en actividad la máquina de compresión de fuerza axial; el tiempo de rotura osciló entre 1 y 2 minutos

Figura 64

Compresión y falla diagonal del murete de albañilería

Nota: Elaboración propia

- Se registro la carga máxima obtenida

e) Expresión para el cálculo

Para el cálculo de la resistencia de compresión, se empleó la siguiente formula:

$$v'm = \frac{P}{Ab}$$

Ecuación 18: Esfuerzo cortante del muro

Donde:

V'm: esfuerzo cortante en kgf/cm2

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

P: Carga máxima en kgf.

Ab: área de la superficie sometida a compresión en cm2

$$Ab = \frac{l+h}{2} * t$$

Ecuación 19: área de la superficie sometida a compresión

Donde:

Ab: área de la superficie sometida a compresión en cm2

l: largo del murete en cm

h: altura del murete en cm

t: espesor del murete en cm

f) Resultados

Los resultados del presente ensayo se muestran en el ítem 4.4.2

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

4. CAPITULO IV: RESULTADOS Y ANÁLISIS DE DATOS

4.1. Unidad de albañilería – ladrillo mecanizado

4.1.1. Ensayo de variación de dimensiones

El ensayo de variación dimensional se realizó conforme la NTP 399.613 para los 03 tipos de ladrillos mecanizados: Diamante, Choque y Zúñiga. Los resultados fueron los siguientes:

Tabla 29

Medidas de la unidad mecanizada Diamante

ESPÉCIMEN		L1 (mm)	L2 (mm)	L3 (mm)	L4 (mm)	Lprom (mm)
LARGO	D-L-1	236.00	236.00	234.00	237.00	236.05
	D-L-2	235.00	236.00	234.00	236.00	
	D-L-3	235.00	237.00	236.00	235.00	
	D-L-4	234.00	236.00	234.00	235.00	
	D-L-5	234.00	237.00	236.00	237.00	
	D-L-6	237.00	236.00	236.00	236.00	
	D-L-7	238.00	237.00	237.00	236.00	
	D-L-8	236.00	237.00	236.00	237.00	
	D-L-9	237.00	237.00	237.00	235.00	
	D-L-10	236.00	237.00	237.00	237.00	
ANCHO	D-A-1	137.00	138.00	136.00	137.00	136.75
	D-A-2	137.00	137.00	137.00	138.00	
	D-A-3	137.00	138.00	136.00	138.00	
	D-A-4	137.00	138.00	137.00	137.00	
	D-A-5	136.00	137.00	136.00	138.00	
	D-A-6	137.00	135.00	136.00	135.00	
	D-A-7	137.00	137.00	136.00	138.00	
	D-A-8	137.00	136.00	138.00	137.00	
	D-A-9	136.00	137.00	136.00	137.00	
	D-A-10	136.00	136.00	136.00	135.00	
ALTO	D-A-1	99.00	100.00	100.00	100.00	99.30
	D-A-2	99.00	99.00	99.00	100.00	
	D-A-3	100.00	100.00	98.00	99.00	
	D-A-4	99.00	99.00	99.00	100.00	
	D-A-5	98.00	99.00	99.00	100.00	
	D-A-6	100.00	99.00	100.00	98.00	
	D-A-7	100.00	98.00	100.00	99.00	
	D-A-8	99.00	99.00	100.00	99.00	
	D-A-9	100.00	99.00	100.00	99.00	
	D-A-10	100.00	99.00	100.00	98.00	

Nota: Elaboración Propia

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Tabla 30

Clasificación de la unidad mecanizada Diamante

LADRILLAERIA DIAMANTE	LARGO (mm)	ANCHO (mm)	ALTURA (mm)
DIMENSION PROMEDIO	236.05	136.75	99.30
DIMENSION NOMINAL	240.00	140.00	100.00
V (%)	1.65%	2.32%	0.70%
Desviación Estándar	0.70	0.58	0.20
V (Dispersión)	0.3%	0.4%	0.2%
CLASIFICACION	TIPO IV	TIPO IV	TIPO V

Nota: Elaboración Propia

Tabla 31

Medidas de la unidad mecanizada Choque

ESPÉCIMEN		L1 (mm)	L2 (mm)	L3 (mm)	L4 (mm)	Lprom (mm)
LARGO	CH-L-1	232.00	234.00	234.00	232.00	235.70
	CH-L-2	235.00	236.00	235.00	234.00	
	CH-L-3	237.00	234.00	233.00	237.00	
	CH-L-4	239.00	234.00	238.00	237.00	
	CH-L-5	234.00	237.00	236.00	236.00	
	CH-L-6	238.00	237.00	234.00	235.00	
	CH-L-7	238.00	234.00	239.00	237.00	
	CH-L-8	236.00	236.00	234.00	238.00	
	CH-L-9	236.00	234.00	236.00	234.00	
	CH-L-10	236.00	237.00	238.00	237.00	
ANCHO	CH-A-1	137.00	137.00	137.00	136.00	137.48
	CH-A-2	136.00	136.00	136.00	137.00	
	CH-A-3	139.00	139.00	139.00	141.00	
	CH-A-4	132.00	135.00	136.00	136.00	
	CH-A-5	139.00	140.00	139.00	142.00	
	CH-A-6	140.00	139.00	140.00	139.00	
	CH-A-7	137.00	138.00	139.00	137.00	
	CH-A-8	139.00	137.00	136.00	137.00	
	CH-A-9	135.00	137.00	138.00	136.00	
	CH-A-10	136.00	137.00	136.00	137.00	
ALTO	D-A-1	98.00	97.00	98.00	99.00	98.78
	D-A-2	99.00	100.00	98.00	99.00	
	D-A-3	98.00	100.00	99.00	100.00	
	D-A-4	99.00	99.00	98.00	99.00	
	D-A-5	99.00	99.00	98.00	99.00	
	D-A-6	99.00	98.00	96.00	98.00	
	D-A-7	99.00	100.00	100.00	99.00	
	D-A-8	99.00	99.00	98.00	99.00	
	D-A-9	99.00	98.00	100.00	99.00	
	D-A-10	99.00	99.00	100.00	98.00	

Nota: Elaboración Propia

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Tabla 32

Clasificación de la unidad mecanizada Choque

LADRILLAERIA CHOQUE	LARGO (mm)	ANCHO (mm)	ALTURA (mm)
DIMENSION PROMEDIO	235.70	137.48	98.78
DIMENSION NOMINAL	240.00	140.00	100.00
V (%)	1.79%	1.80%	1.22%
Desviación Estándar	1.23	1.70	0.53
V (Dispersión)	0.5%	1.2%	0.5%
CLASIFICACION	TIPO IV	TIPO V	TIPO V

Nota: Elaboración Propia

Tabla 33

Medidas de la unidad mecanizada Zúñiga

ESPÉCIMEN		L1 (mm)	L2 (mm)	L3 (mm)	L4 (mm)	Lprom (mm)
LARGO	Z-L-1	236.00	238.00	235.00	237.00	236.48
	Z-L-2	235.00	236.00	233.00	237.00	
	Z-L-3	232.00	235.00	233.00	236.00	
	Z-L-4	237.00	238.00	233.00	237.00	
	Z-L-5	233.00	234.00	236.00	238.00	
	Z-L-6	238.00	237.00	241.00	238.00	
	Z-L-7	239.00	236.00	236.00	238.00	
	Z-L-8	238.00	235.00	239.00	237.00	
	Z-L-9	240.00	239.00	237.00	238.00	
	Z-L-10	237.00	236.00	235.00	236.00	
ANCHO	Z-A-1	136.00	137.00	138.00	139.00	137.80
	Z-A-2	137.00	137.00	139.00	138.00	
	Z-A-3	138.00	140.00	137.00	139.00	
	Z-A-4	137.00	139.00	137.00	138.00	
	Z-A-5	138.00	139.00	138.00	137.00	
	Z-A-6	138.00	137.00	138.00	140.00	
	Z-A-7	138.00	138.00	137.00	138.00	
	Z-A-8	136.00	135.00	137.00	135.00	
	Z-A-9	138.00	140.00	138.00	137.00	
	Z-A-10	139.00	137.00	139.00	139.00	
ALTO	Z-A-1	100.00	101.00	101.00	101.00	99.83
	Z-A-2	99.00	100.00	99.00	100.00	
	Z-A-3	99.00	100.00	98.00	97.00	
	Z-A-4	99.00	99.00	99.00	99.00	
	Z-A-5	99.00	101.00	100.00	100.00	
	Z-A-6	102.00	101.00	100.00	101.00	
	Z-A-7	100.00	100.00	101.00	101.00	
	Z-A-8	99.00	99.00	100.00	99.00	
	Z-A-9	102.00	101.00	102.00	101.00	
	Z-A-10	98.00	98.00	99.00	98.00	

Nota: Elaboración Propia

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Tabla 34:

Clasificación de la unidad mecanizada Zúñiga

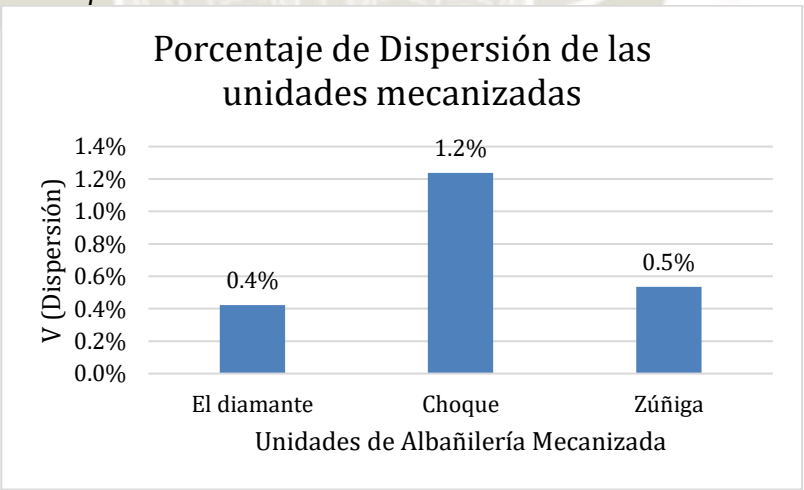
LADRILLAERIA ZUÑIGA	LARGO (mm)	ANCHO (mm)	ALTURA (mm)
DIMENSION PROMEDIO	236.48	137.80	99.83
DIMENSION NOMINAL	240.00	140.00	100.00
V (%)	1.47%	1.57%	0.17%
Desviación Estándar	0.16	0.23	0.53
V (Dispersión)	0.1%	0.2%	0.5%
CLASIFICACION	TIPO IV	TIPO V	TIPO V

Nota: Elaboración Propia

El porcentaje de variación obtenida para cada tipo de ladrillo mecanizado se comparó con la Tabla 1 de la NTE E.070; considerando el tipo de clasificación más desfavorable da como resultado que los ladrillos mecanizados El Diamante es de tipo IV con una varianza del 0.4%, los ladrillos mecanizados Choque es de tipo IV con una varianza de 1.2%, y los ladrillos mecanizados Zúñiga es de tipo IV con una varianza del 0.5%. Entre los 03 ladrillos mecanizados, el ladrillo mecanizado que presenta menor dispersión es El Diamante.

Figura 65

Porcentaje de Dispersión de las unidades mecanizados



Nota: Elaboración Propia

4.1.2. Ensayo de alabeo

El ensayo de alabeo se realizó conforme la NTP 399.613 para los 03 tipos de ladrillos mecanizados: Diamante, Choque y Zúñiga. Los resultados fueron los siguientes:

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Tabla 35

Medidas de alabeo de la unidad mecanizada Diamante

ESPECIMEN DIAMANTE	CONCAVIDAD		CONVEXIDAD	
	Cara Superior	Cara Inferior	Cara Superior	Cara Inferior
	Diagonal (mm)	Diagonal (mm)	Longitudinal (mm)	Longitudinal (mm)
D-AL-1	1.900	0.000	-	-
D-AL-2	0.000	1.900	-	-
D-AL-3	0.000	1.500	-	-
D-AL-4	1.000	1.000	-	-
D-AL-5	2.000	0.100	-	-
D-AL-6	2.500	0.000	-	-
D-AL-7	2.000	0.000	-	-
D-AL-8	0.000	2.000	-	-
D-AL-9	0.100	1.300	-	-
D-AL-10	1.000	1.500	-	-
Promedio	1.050	0.930	-	-
Alabeo	0.990		-	
Clasificación	TIPO V		-	

Nota: Elaboración Propia

Tabla 36

Medidas de alabeo de la unidad mecanizada Choque

ESPECIMEN CHOQUE	CONCAVIDAD		CONVEXIDAD	
	Cara Superior	Cara Inferior	Cara Superior	Cara Inferior
	Diagonal (mm)	Diagonal (mm)	Longitudinal (mm)	Longitudinal (mm)
CH-AL-1	0.000	0.000	-	-
CH-AL-2	1.000	0.000	-	-
CH-AL-3	-	0.500	0.500	-
CH-AL-4	1.000	0.700	-	-
CH-AL-5	0.700	-	-	0.500
CH-AL-6	0.000	1.000	-	-
CH-AL-7	1.000	-	-	0.800
CH-AL-8	1.000	-	-	0.500
CH-AL-9	0.800	0.800	-	-
CH-AL-10	0.000	0.500	-	-
Promedio	0.550	0.850	0.900	0.180
Alabeo	0.700		0.540	
Clasificación	TIPO V		TIPO V	

Nota: Elaboración Propia

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Tabla 37

Medidas de alabeo de la unidad mecanizada Zúñiga

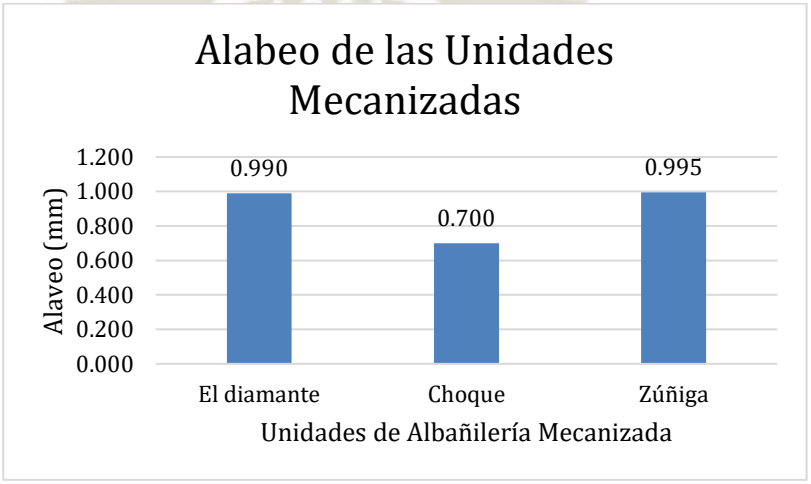
ESPECIMEN ZUÑIGA	CONCAVIDAD		CONVEXIDAD	
	Cara Superior	Cara Inferior	Cara Superior	Cara Inferior
	Diagonal (mm)	Diagonal (mm)	Longitudinal (mm)	Longitudinal (mm)
Z-AL-1	1.000	1.000	-	-
Z-AL-2	1.100	1.000	-	-
Z-AL-3	1.900	0.800	-	-
Z-AL-4	1.000	1.000	-	-
Z-AL-5	0.800	1.000	-	-
Z-AL-6	1.100	1.500	-	-
Z-AL-7	0.500	1.500	-	-
Z-AL-8	1.000	0.500	-	-
Z-AL-9	1.200	0.500	-	-
Z-AL-10	1.000	0.500	-	-
Promedio	1.060	0.930	-	-
ALABEO	0.995		-	
CLASIFICACION	TIPO V		-	

Nota: Elaboración Propia

Los resultados del ensayo de alabeo medidos para cada tipo de ladrillo mecanizado se compararon con la Tabla 1 de la NTE E.070; dando como resultado que, entre los 03 ladrillos mecanizados, el ladrillo mecanizado que presenta menor alabeo es el Ladrillo Choque.

Figura 66

Alabeo de los ladrillos mecanizados



Nota: Elaboración Propia

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

4.1.3. Ensayo de resistencia de compresión

El ensayo de resistencia a la compresión se realizó conforme la NTP 399.613 para los 03 tipos de ladrillos mecanizados: Diamante, Choque y Zúñiga. Los resultados fueron los siguientes:

Tabla 38

Resistencia a la compresión de la unidad mecanizada Diamante

ESPECIMEN DIAMANTE	LARGO		ANCHO		AREA (cm2)	CARGA MAXIMA (kgf)	f'b (kgf/cm2)
	L1 (mm)	L2 (mm)	B1 (mm)	B2 (mm)			
D-CO-1	119.00	118.00	136.00	136.00	161.16	25835.20	160.31
D-CO-2	118.00	118.00	137.00	136.00	161.07	31455.50	195.29
D-CO-3	117.00	116.00	137.00	136.00	159.02	25239.10	158.71
D-CO-4	117.00	118.00	136.00	136.00	159.80	25496.30	159.55
D-CO-5	118.00	117.00	138.00	136.00	160.98	28743.10	178.56
D-CO-6	115.00	115.00	137.00	136.00	156.98	32242.60	205.40
					f'b Promedio		176.303
					Desviación Estándar (σn)		18.521
					Coeficiente de Variación		10.50%
					f'b Característica		157.783
					Tipo		IV

Nota: Elaboración Propia

Tabla 39

Resistencia a la compresión de la unidad mecanizada Choque

ESPECIMEN CHOQUE	LARGO		ANCHO		AREA (cm2)	CARGA MAXIMA (kgf)	f'b (kgf/cm2)
	L1 (mm)	L2 (mm)	B1 (mm)	B2 (mm)			
CH-CO-1	117.00	117.00	135.00	137.00	159.12	20338.20	127.82
CH-CO-2	117.00	116.00	136.00	137.00	159.02	27788.80	174.75
CH-CO-3	115.00	115.00	136.00	137.00	156.98	27123.10	172.79
CH-CO-4	116.00	117.00	135.00	136.00	157.86	27051.20	171.36
CH-CO-5	114.00	115.00	136.00	137.00	156.29	21520.60	137.69
CH-CO-6	117.00	117.00	136.00	136.00	159.12	28360.70	178.23
					f'b Promedio		160.441
					Desviación Estándar (σn)		19.895
					Coeficiente de Variación		12.40%
					f'b Característica		140.546
					Tipo		IV

Nota: Elaboración Propia

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Tabla 40

Resistencia a la compresión de la unidad mecanizada Zúñiga

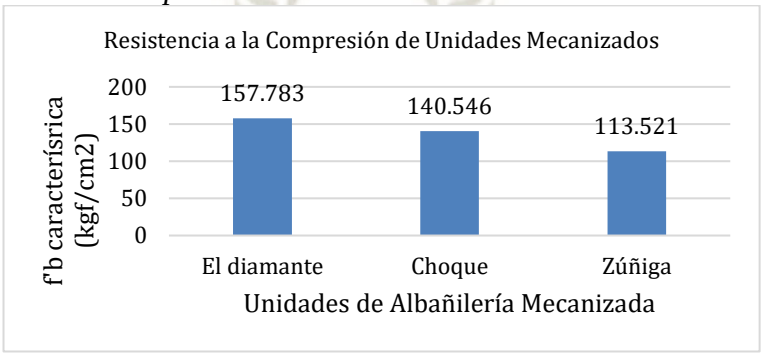
ESPECIMEN CHOQUE	LARGO		ANCHO		AREA (cm2)	CARGA MAXIMA (kgf)	f'b (kgf/cm2)
	L1 (mm)	L2 (mm)	B1 (mm)	B2 (mm)			
Z-CO-1	118.00	117.00	139.00	138.00	162.74	22178.90	136.29
Z-CO-2	118.00	117.00	139.00	139.00	163.33	22820.40	139.72
Z-CO-3	120.00	119.00	140.00	140.00	167.30	17773.40	106.24
Z-CO-4	116.00	117.00	139.00	139.00	161.94	23844.80	147.25
Z-CO-5	117.00	118.00	139.00	139.00	163.33	19249.90	117.86
Z-CO-6	117.00	118.00	139.00	140.00	163.91	19587.50	119.50
					f'b Promedio		127.810
					Desviación Estándar (σn)		14.289
					Coeficiente de Variación		11.18%
					f'b Característica		113.521
					Tipo		III

Nota: Elaboración Propia

Los resultados de la resistencia sometida a compresión para cada tipo de ladrillo mecanizado se compararon con la Tabla 1 de la NTE E.070; considerando la resistencia característica da como resultado que los ladrillos mecanizados El Diamante es de tipo IV con una resistencia f'b=157.783 kgf/cm2, los ladrillos mecanizados Choque es de tipo IV con una resistencia f'b=140.546 kgf/cm2, y los ladrillos mecanizados Zúñiga es de tipo III con una resistencia f'b=113.521 kgf/cm2. Entre los 03 ladrillos mecanizados, el ladrillo mecanizado que presenta mayor resistencia característica es El Diamante.

Figura 67

Resistencia a la Compresión de los ladrillos mecanizados



Nota: Elaboración Propia

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Con estos primeros 03 ensayos se puede clasificar el tipo de ladrillo de la unidad mecanizada. La clasificación se realizó en base al resultado más desfavorable en base a la Tabla 01 de la NTE E.0770:

Tabla 41

Clasificación del Tipo de Ladrillo según la NTE E.070

Unidad Mecanizada	CLASE DE UNIDAD DE ALBAÑILERÍA			Tipo de Ladrillo
	Variación de la Dimensión	Alabeo	Resistencia Característica	
El Diamante	IV	V	IV	IV
Choque	IV	V	IV	IV
Zúñiga	IV	V	III	III

Nota: Elaboración Propia

4.1.4. Ensayo de absorción y coeficiente de saturación

El ensayo de absorción y coeficiente de saturación se realizó conforme la NTP 399.613 para los 03 tipos de ladrillos mecanizados: Diamante, Choque y Zúñiga. Los resultados fueron los siguientes:

Tabla 42

Absorción y coeficiente de saturación – Diamante

ESPECIMEN DIAMANTE	W seco (g)	W seco horno (g)	W húmedo 24 h (g)	W caliente 5h (g)	Absorción (%)	Absorción Máxima (%)	Coeficiente de Saturación
D-A-1	1472.50	1471.50	1681.00	1676.50	14.24%	13.93%	1.022
D-A-2	1508.00	1507.00	1725.50	1719.00	14.50%	14.07%	1.031
D-A-3	1513.00	1512.50	1735.50	1735.50	14.74%	14.74%	1.000
D-A-4	1495.00	1494.50	1714.50	1710.50	14.72%	14.45%	1.019
D-A-5	1525.00	1524.50	1752.50	1739.00	14.96%	14.07%	1.063
Promedio					14.63%	14.25%	1.027

Nota: Elaboración Propia

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Tabla 43

Absorción y coeficiente de saturación – Choque

ESPECIMEN CHOQUE	W seco (g)	W seco horno (g)	W húmedo 24 h (g)	W caliente 5h (g)	Absorción (%)	Absorción Máxima (%)	Coeficiente de Saturación
CH-A-1	1769.00	1768.50	1971.50	1975.00	11.48%	11.68%	0.983
CH-A-2	1743.00	1742.50	1941.50	1946.50	11.42%	11.71%	0.975
CH-A-3	1765.00	1764.50	1964.50	1967.50	11.33%	11.50%	0.985
CH-A-4	1730.00	1729.50	1947.50	1949.00	12.60%	12.69%	0.993
CH-A-5	1735.00	1734.50	1941.50	1953.00	11.93%	12.60%	0.947
Promedio					11.75%	12.04%	0.977

Nota: Elaboración Propia

Tabla 44:

Absorción y coeficiente de saturación – Zúñiga

ESPECIMEN ZUÑIGA	W seco (g)	W seco horno (g)	W húmedo 24 h (g)	W caliente 5h (g)	Absorción (%)	Absorción Máxima (%)	Coeficiente de Saturación
Z-A-1	1650.00	1648.00	1926.00	1909.50	16.87%	15.87%	1.063
Z-A-2	1646.00	1643.50	1916.00	1903.00	16.58%	15.79%	1.050
Z-A-3	1640.00	1638.00	1904.50	1894.00	16.27%	15.63%	1.041
Z-A-4	1623.50	1623.00	1843.50	1841.50	13.59%	13.46%	1.009
Z-A-5	1639.00	1636.50	1920.00	1906.50	17.32%	16.50%	1.050
Promedio					16.13%	15.45%	1.043

Nota: Elaboración Propia

Para el ensayo de Absorción se tuvieron los siguientes resultados, para el ladrillo el Diamante fue de 14.63%, para el ladrillo Choque fue de 11.75%, para el ladrillo Zúñiga presenta el valor de 16.13%. Los resultados del ensayo de absorción cumplen con lo descrito en la NTE E.070 cumpliendo con valores inferiores al 22%.

Para el coeficiente de saturación en las unidades mecanizadas dieron como resultado, para el Diamante el valor de 1.027, para ladrillera Choque el valor de 0.977 y para la ladrillera Zúñiga valor de 1.043. Los resultados son mayores a 0.85 por lo que se consideran absorbentes como consecuencia son pocos durables ante climas muy rigurosos.

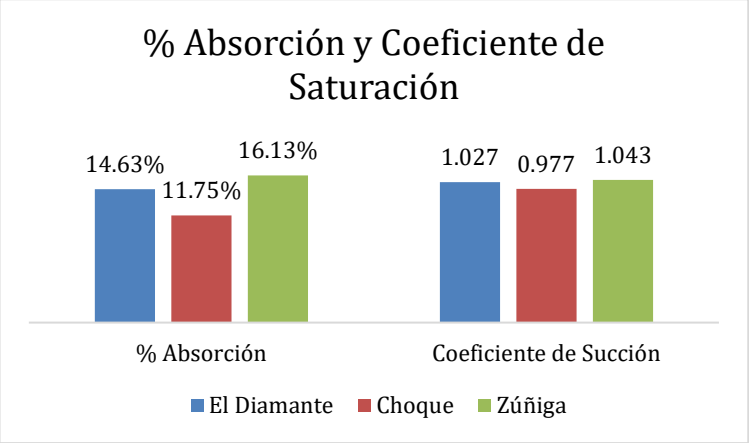
Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Figura 68

Porcentaje de Absorción y Coeficiente de Saturación



Nota: Elaboración Propia

4.1.5. Ensayo de succión

El ensayo de succión se realizó conforme la NTP 399.613 para los 03 tipos de ladrillos mecanizados: Diamante, Choque y Zúñiga. Los resultados fueron los siguientes:

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Tabla 45:

Ensayo de succión – Diamante, Choque, Zuñiga

ESPECIMEN DIAMANTE		LARGO (mm)	ARCHO (mm)	AREA (cm2)	PESO (g)		SUCCION (g/200cm2)	PROMEDIO
					SECO	HUMEDO		
DIAMANTE	D-S-1	237.00	137.00	324.69	3087.50	3137.00	30.49	31.02
	D-S-2	236.00	137.00	323.32	3090.00	3141.50	31.86	
	D-S-3	237.00	136.00	322.32	3100.00	3149.50	30.71	
	D-S-4	237.00	136.00	322.32	3077.00	3126.50	30.71	
	D-S-5	237.00	136.00	322.32	3093.00	3143.50	31.34	
CHOQUE	CH-S-1	237.00	139.00	329.43	3448.00	3520.00	43.71	39.99
	CH-S-2	233.00	134.00	312.22	3566.00	3629.50	40.68	
	CH-S-3	236.00	138.50	326.86	3543.00	3606.50	38.85	
	CH-S-4	235.00	134.00	314.90	3617.00	3682.50	41.60	
	CH-S-5	239.00	137.00	327.43	3600.50	3658.00	35.12	
ZUÑIGA	Z-S-1	238.00	139.00	330.82	3244.50	3289.50	27.21	30.62
	Z-S-2	239.00	139.00	332.21	3296.00	3346.00	30.10	
	Z-S-3	239.00	139.00	332.21	3247.50	3296.50	29.50	
	Z-S-4	238.00	138.00	328.44	3310.50	3364.00	32.58	
	Z-S-5	237.00	139.00	329.43	3276.00	3331.50	33.69	

Nota: Elaboración Propia

Los valores calculados para las unidades mecanizadas de albañilería son: para el ladrillo Diamante presenta succión de 31.02 g/200cm2, el ladrillo choque presenta succión de 39.99 g/200cm2 y el ladrillo Zúñiga presenta succión de 30.62 g/200cm. Los valores obtenidos son muy altos, por lo consiguiente, la unidad de albañilería absorberá la humedad del mortero. Según la NTE E.070 indica que se debe regar las unidades de arcilla hasta que llegue a una succión de 10 a 20 gr/200cm2 para obtener una óptima adherencia entre el mortero y la unidad de albañilería.

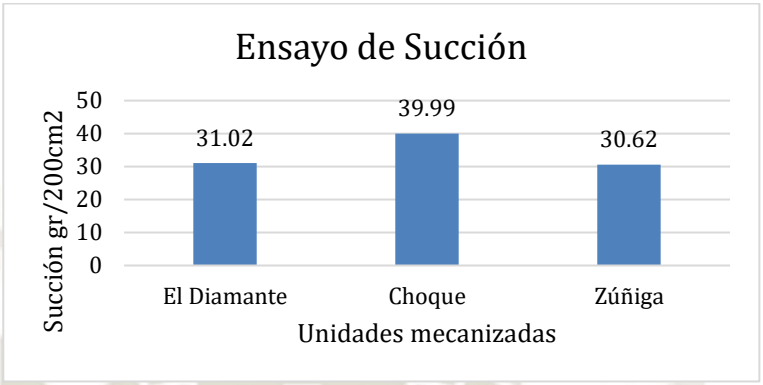
Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Figura 69

Ensayo de Succión en Unidades de Albañilería Mecanizada



Nota: Elaboración Propia

4.1.6. Ensayo de densidad

El ensayo de densidad se realizó para los 03 tipos de ladrillos mecanizados: Diamante, Choque y Zúñiga. Los resultados fueron los siguientes:

Tabla 46:

Densidad de las unidades mecanizadas

ESPECIMEN DIAMANTE		Wseco horno (g)	W sat. fria (g) 24 h	W sat. caliente (g) 5 h	Wsumergido + canastilla (g)	W sumergido sin canastilla (g)	Volumen (cm3)	Densidad (g/cm3)	Promedio
DIAMANTE	D-D-1	3448.00	3855.00	3919.00	2991.00	2097.00	1822.00	1.89	1.95
	D-D-2	3566.00	3900.00	3972.00	3071.00	2177.00	1795.00	1.99	
	D-D-3	3543.00	3985.00	4043.00	3092.00	2198.00	1845.00	1.92	
	D-D-4	3617.00	3960.00	4035.00	3108.00	2214.00	1821.00	1.99	
	D-D-5	3600.50	4000.00	4062.00	3124.00	2230.00	1832.00	1.97	
CHOQUE	CH-D-1	3087.50	3515.00	3549.00	2770.00	1876.00	1673.00	1.85	1.84
	CH-D-2	3090.00	3520.00	3557.00	2772.00	1878.00	1679.00	1.84	
	CH-D-3	3100.00	3530.00	3563.00	2755.00	1861.00	1702.00	1.82	
	CH-D-4	3077.00	3510.00	3543.00	2765.00	1871.00	1672.00	1.84	
	CH-D-5	3093.00	3520.00	3551.00	2766.00	1872.00	1679.00	1.84	
ZUÑIGA	Z-D-1	3244.50	3770.00	3796.00	2838.00	1944.00	1852.00	1.75	1.78
	Z-D-2	3296.00	3810.00	3843.00	2886.00	1992.00	1851.00	1.78	
	Z-D-3	3247.50	3750.00	3785.00	2853.00	1959.00	1826.00	1.78	
	Z-D-4	3310.50	3800.00	3825.00	2862.00	1968.00	1857.00	1.78	
	Z-D-5	3276.00	3740.00	3783.00	2856.00	1962.00	1821.00	1.80	

Nota: Elaboración Propia

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

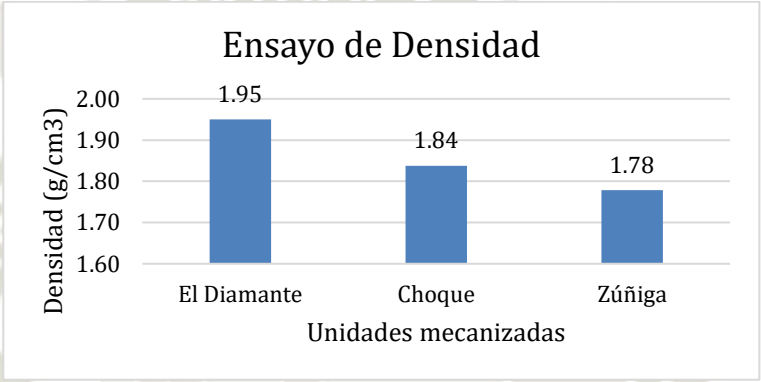
REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

La densidad calculada para las unidades mecanizadas de albañilería es: para el ladrillo diamante presenta densidad de 1.95 g/cm3, para el ladrillo Choque presenta densidad de 1.87 g/cm3, y para el ladrillo Zúñiga presenta densidad de 1.78 g/cm3. El ladrillo Diamante presenta una alta densidad por lo que indica que tendrá mejores propiedades de resistencia y mejor distribución geométrica para los muros de Albañilería.

Figura 70

Ensayo de Succión en Unidades de Albañilería Mecanizada



Nota: Elaboración Propia

4.1.7. Ensayo de eflorescencia

El ensayo de eflorescencia se realizó conforme la NTP 399.613 para los 03 tipos de ladrillos mecanizados: Diamante, Choque y Zúñiga. Los resultados fueron los siguientes:

Tabla 47

Eflorescencia de las unidades mecanizadas

ESPECIMEN	DIAMANTE	CHOQUE	ZUÑIGA
	CLASIFICACION	CLASIFICACION	CLASIFICACION
E-1	Eflorescente	Eflorescente	Eflorescente
E-2	Eflorescente	Eflorescente	Eflorescente
E-3	Eflorescente	Eflorescente	Eflorescente
E-4	Eflorescente	Eflorescente	Eflorescente
E-5	Eflorescente	Eflorescente	Eflorescente

Nota: Elaboración Propia

Las unidades de albañilería ensayadas presentaron manchas blancas por lo que se le

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

clasificó como “Eflorescente”. Esto se debe a la presencia de sales solubles existentes en el interior de la unidad de albañilería.

4.1.8. Ensayo de porcentaje de vacíos

El ensayo de porcentajes de vacíos se realizó conforme la NTP 399.613 para los 03 tipos de ladrillos mecanizados: Diamante, Choque y Zúñiga. Los resultados fueron los siguientes:

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Tabla 48

Porcentaje de vacíos de las unidades mecanizadas

Muestra		Largo (cm)	Ancho (cm)	Altura (cm)	Volumen (cm3)	Peso Arena orificios	Volumen arena (cm3)	% Vacíos	% Promedio
DIAMANTE	D-V-1	23.58	13.70	9.98	3221.70	1378.50	1042.74	32.37%	43.61%
	D-V-2	23.53	13.73	9.93	3204.59	1961.50	1483.74	46.30%	
	D-V-3	23.58	13.73	9.93	3211.40	1988.50	1504.16	46.84%	
	D-V-4	23.48	13.73	9.93	3197.78	1959.00	1481.85	46.34%	
	D-V-5	23.60	13.68	9.90	3195.03	1947.50	1473.15	46.11%	
	D-V-6	23.63	13.58	9.93	3183.04	1937.50	1465.58	46.04%	
	D-V-7	23.70	13.70	9.93	3222.55	1959.00	1481.85	45.98%	
	D-V-8	23.65	13.70	9.93	3215.75	1978.50	1496.60	46.54%	
	D-V-9	23.65	13.65	9.95	3212.08	1972.00	1491.68	46.44%	
	D-V-10	23.68	13.58	9.93	3189.78	1395.50	1055.60	33.09%	
CHOQUE	CH-V-1	23.30	13.68	9.80	3122.55	1777.20	1344.33	43.05%	43.07%
	CH-V-2	23.50	13.63	9.90	3169.86	1789.50	1353.63	42.70%	
	CH-V-3	23.53	13.95	9.93	3257.12	1889.50	1429.27	43.88%	
	CH-V-4	23.70	13.48	9.88	3153.66	1787.50	1352.12	42.87%	
	CH-V-5	23.58	14.00	9.88	3259.24	1877.00	1419.82	43.56%	
	CH-V-6	23.60	13.95	9.78	3218.13	1865.50	1411.12	43.85%	
	CH-V-7	23.70	13.78	9.95	3248.35	1828.00	1382.75	42.57%	
	CH-V-8	23.60	13.73	9.88	3198.61	1804.50	1364.98	42.67%	
	CH-V-9	23.50	13.65	9.90	3175.67	1810.00	1369.14	43.11%	
	CH-V-10	23.70	13.65	9.90	3202.70	1796.50	1358.93	42.43%	
ZUÑIGA	Z-V-1	23.650	13.750	10.075	3276.264	1923.500	1454.99	44.41%	43.95%
	Z-V-2	23.525	13.775	9.950	3224.366	1883.000	1424.36	44.17%	
	Z-V-3	23.400	13.850	9.850	3192.287	1853.000	1401.66	43.91%	
	Z-V-4	23.625	13.775	9.900	3221.800	1871.000	1415.28	43.93%	
	Z-V-5	23.525	13.800	10.000	3246.450	1904.500	1440.62	44.38%	
	Z-V-6	23.850	13.825	10.100	3330.235	1917.000	1450.08	43.54%	
	Z-V-7	23.725	13.775	10.050	3284.459	1904.500	1440.62	43.86%	
	Z-V-8	23.725	13.575	9.925	3196.514	1856.500	1404.31	43.93%	
	Z-V-9	23.850	13.825	10.150	3346.721	1926.500	1457.26	43.54%	
	Z-V-10	23.600	13.850	9.825	3211.400	1861.500	1408.09	43.85%	

Nota: Elaboración Propia

La NTE E.070 (2006), establece que el porcentaje máximo de vacíos debe ser el 30% de la unidad; por otra parte, la NTP. 331.017-2015 es más riguroso e indica que el porcentaje de vacíos no debe superar el 25% de la unidad. Las unidades mecanizadas ensayadas no cumplen con lo descrito en las normas llegando a superar el 43% de vacíos.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

El tipo de unidad de albañilería mecanizada a utilizar en la presente investigación para la construcción de prismas de albañilería será el ladrillo El Diamante, puesto que tiene mejores propiedades mecánicas y físicas que las unidades mecanizadas de ladrillería Choque y Zúñiga.

4.2. Mortero

4.2.1 Ensayo de Análisis Granulométrico del Agregado Fino

El ensayo de porcentajes de vacíos se realizó conforme la NTP 399.613 para los 03 tipos de ladrillos mecanizados: Diamante, Choque y Zúñiga. Los resultados fueron los siguientes:

(1) Granulometría de la cantera Umapallca – Sabandía

Tabla 49

Granulometría de la cantera Umapallca - Sabandía

Malla ASTM	Malla ASTM (mm)	Peso Retenido (g)	% Peso Retenido	Peso Corregido (g)	% Peso Retenido Corregido	% Retenido Acumulado	% Pasante
Nº 4	4.75	7.6	0.76%	0.024	7.62	0.76%	0.76%
Nº 8	2.36	109.1	10.94%	0.339	109.44	10.94%	11.71%
Nº 16	1.18	162.9	16.34%	0.507	163.41	16.34%	28.05%
Nº 30	0.6	164.8	16.53%	0.512	165.31	16.53%	44.58%
Nº 50	0.3	171.5	17.20%	0.533	172.03	17.20%	61.78%
Nº 100	0.15	161.1	16.16%	0.501	161.60	16.16%	77.94%
Nº 200	0.075	107.2	10.75%	0.333	107.53	10.75%	88.69%
Fondo		112.7	11.31%	0.350	113.05	11.31%	100.00%
TOTAL		996.9			1000.0		

Módulo de Fineza: 2.25

Nota: Elaboración Propia

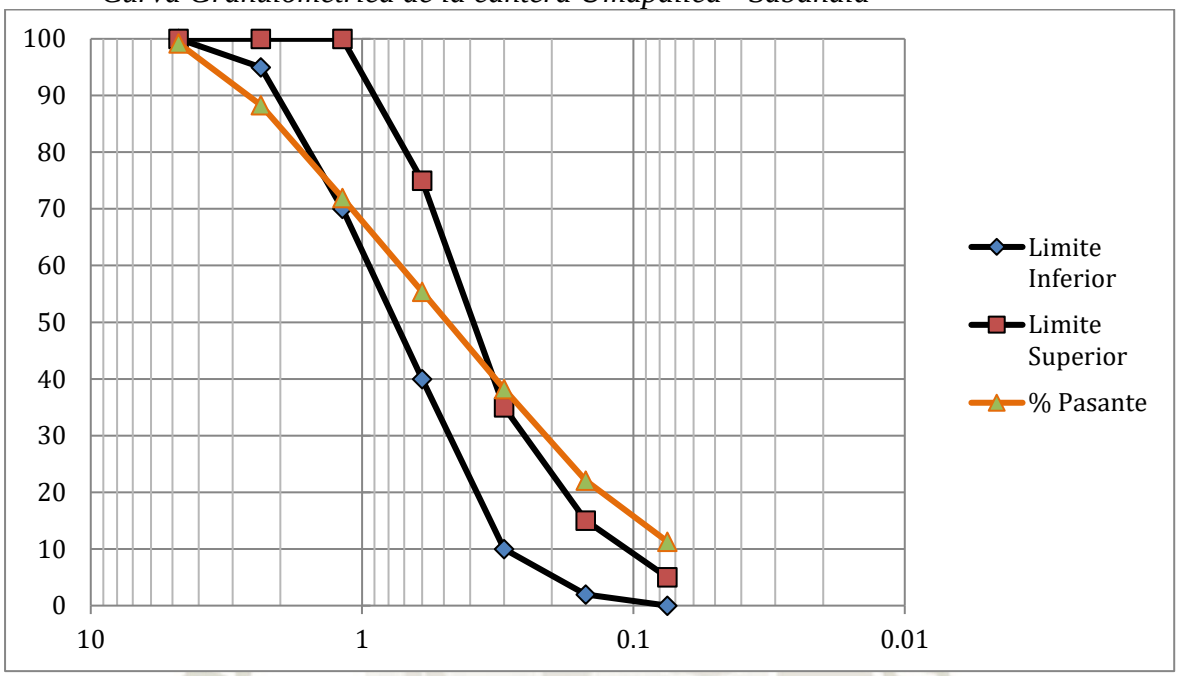
Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Figura 71

Curva Granulométrica de la cantera Umapallca - Sabandía



Nota: Elaboración Propia

(2) Granulometría de la cantera Cerro Verde – Huayco

Tabla 50

Granulometría de la cantera Cerro Verde – Huayco

Malla ASTM	Malla ASTM (mm)	Peso Retenido (g)	% Peso Retenido	Peso Corregido (g)	% Peso Retenido Corregido	% Retenido Acumulado	% Pasante
Nº 4	4.75	28.0	2.81%	28.14	2.81%	2.81%	97.19%
Nº 8	2.36	138.0	13.84%	138.69	13.87%	16.68%	83.32%
Nº 16	1.18	200.0	20.06%	201.00	20.10%	36.78%	63.22%
Nº 30	0.6	208.0	20.86%	209.04	20.90%	57.69%	42.31%
Nº 50	0.3	190.0	19.06%	190.95	19.10%	76.78%	23.22%
Nº 100	0.15	121.0	12.14%	121.61	12.16%	88.94%	11.06%
Nº 200	0.075	66.0	6.62%	66.33	6.63%	95.58%	4.42%
Fondo		44.0	4.41%	44.22	4.42%	100.00%	0.00%
TOTAL		995.0		1000.0			

Módulo de Fineza: 2.80

Nota: Elaboración Propia

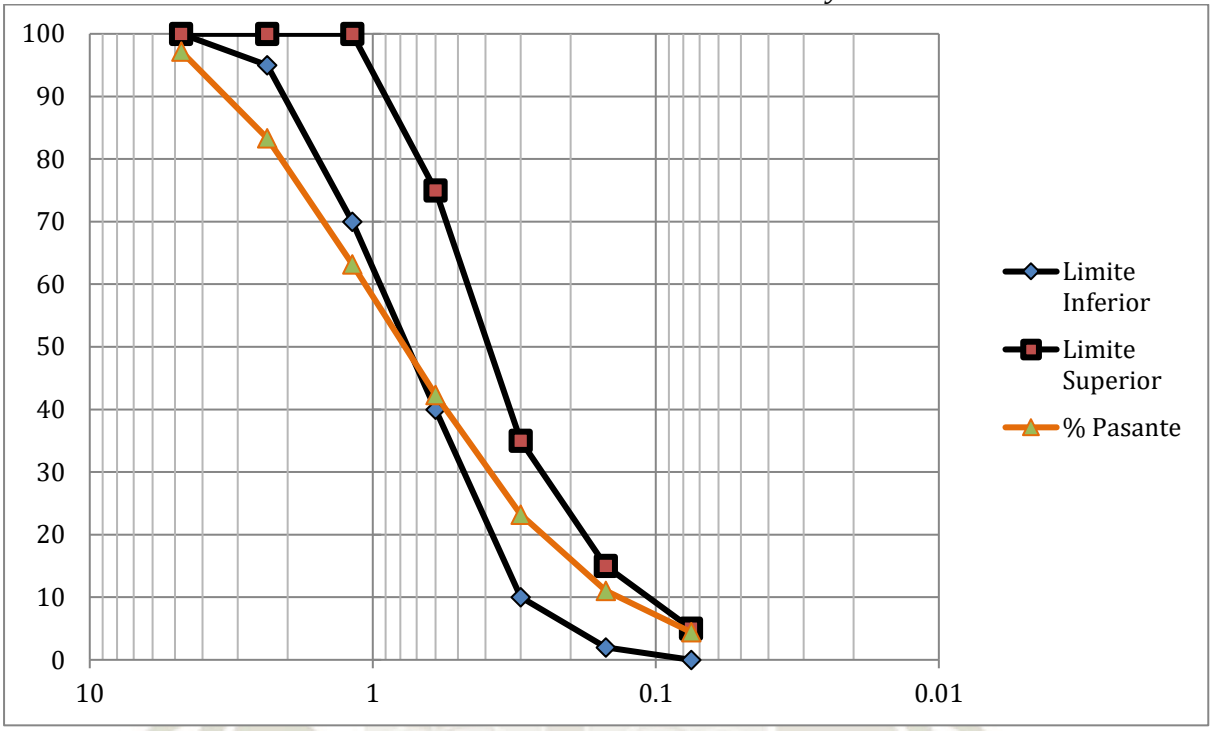
Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Figura 72

Curva Granulométrica de la cantera Cerro Verde – Huayco



Nota: Elaboración Propia

(3) Granulometría de la cantera Socabaya

Tabla 51

Granulometría de la cantera Socabaya

Malla ASTM	Malla ASTM (mm)	Peso Retenido (g)	% Peso Retenido	Peso Corregido (g)	% Peso Retenido Corregido	% Retenido Acumulado	% Pasante
Nº 4	4.75	0.0	0.00%	0.00	0.00%	0.00%	100.00%
Nº 8	2.36	55.0	5.52%	55.17	5.52%	5.52%	94.48%
Nº 16	1.18	196.0	19.66%	196.59	19.66%	25.18%	74.82%
Nº 30	0.6	206.0	20.66%	206.62	20.66%	45.84%	54.16%
Nº 50	0.3	302.0	30.29%	302.91	30.29%	76.13%	23.87%
Nº 100	0.15	131.0	13.14%	131.39	13.14%	89.27%	10.73%
Nº 200	0.075	62.0	6.22%	62.19	6.22%	95.49%	4.51%
Fondo		45.0	4.51%	45.14	4.51%	100.00%	0.00%
TOTAL		997.0		1000.0			

Módulo de Fineza: 2.42

Nota: Elaboración Propia

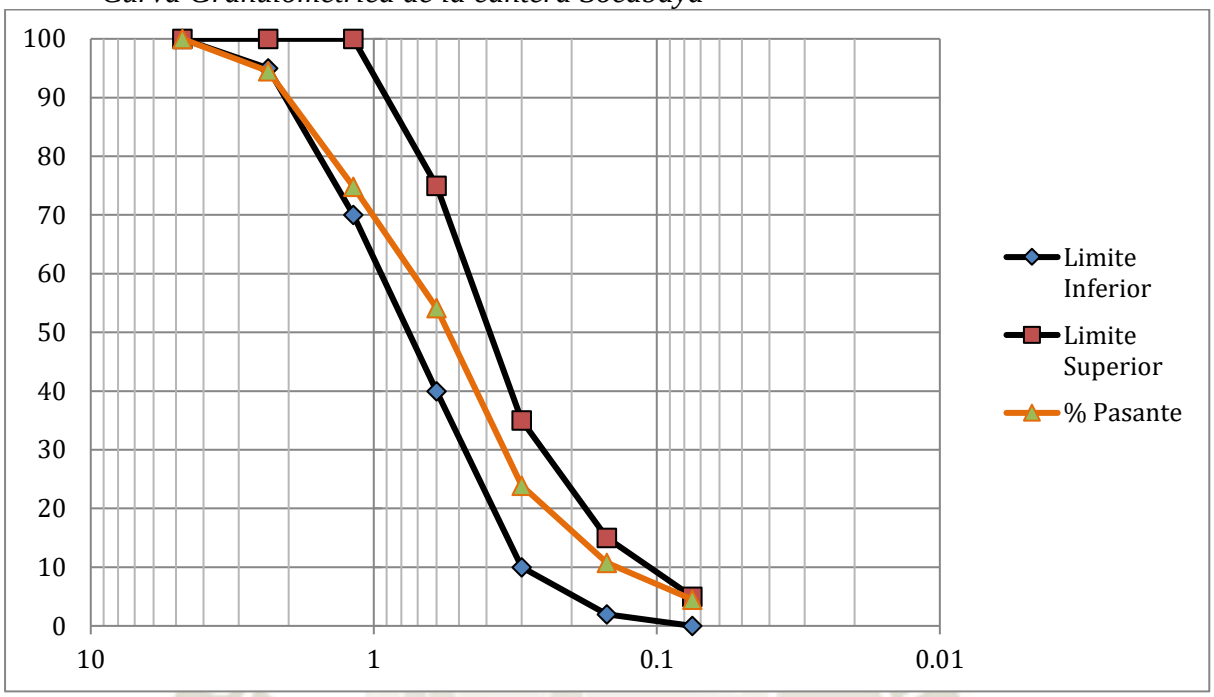
Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Figura 73

Curva Granulométrica de la cantera Socabaya



Nota: Elaboración Propia

Conforme a los gráficos de las curvas de granulometría de los ensayos realizados, el agregado fino a usar en la presente investigación será el agregado de la cantera de Socabaya, ya que abarca dentro de los límites establecidos en la NTP 399.607 2018.

4.2.2. Ensayo de fluidez en el mortero

El ensayo de fluidez se realizó conforme la NTP 334.057 para las diferentes dosificaciones. Los resultados fueron los siguientes:

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Tabla 52

Ensayo de Fluidez para Mortero

DOSIFICACION	Volumen Cemento ml	Volumen Arena ml	Volumen Agua ml	RELACIÓN a/c	DIAMETRO INTERNO cm	DIAMETRO PROMEDIO cm	DIAMETRO INICIAL cm	FLUIDEZ %
Mortero 1:3	450	1350	475	1.056	20.8 21.3 21.1 21.1	21.07	10.16	107.39
Mortero 1:4	450	1800	600	1.333	20.9 21.6 20.9 21.2	21.14	10.16	108.06
Mortero 1:5	350	1750	510	1.457	21.3 21.2 20.9 21.5	21.24	10.16	109.07

Nota: Elaboración Propia

Tabla 53

Ensayo de Fluidez para Mortero con adición de Aditivo

DOSIFICACION	Volumen Cemento ml	Volumen Arena ml	Volumen Agua ml	RELACIÓN a/c	DIAMETROS INTERNOS cm	DIAMETRO PROMEDIO cm	DIAMETRO INICIAL cm	FLUIDEZ %
Mortero 1:3+Aditivo	600	1800	465	0.775	21.3 21.6 21.7 21.3	21.48	10.16	111.39
Mortero 1:4+Aditivo	400	1600	450	1.125	21.0 21.2 21.4 21.2	21.18	10.16	108.44
Mortero 1:5+Aditivo	350	1750	500	1.429	21.7 21.1 21.5 21.0	21.32	10.16	109.84

Nota: Elaboración Propia

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Tabla 54

Ensayo de Fluidez para Mortero con adición de Fibra I

DOSIFICACION	Volumen Cemento ml	Volumen Arena ml	Volumen Agua ml	RELACIÓN a/c	DIAMETROS INTERNOS cm	DIAMETRO PROMEDIO cm	DIAMETRO INICIAL cm	FLUIDEZ %
Mortero 1:3+F(I)	500	1500	520	1.040	21.5	21.40	10.16	110.63
					21.1			
					21.8			
					21.3			
Mortero 1:4+F(I)	500	2000	700	1.400	21.2	21.37	10.16	110.36
					21.6			
					21.5			
					21.2			
Mortero 1:5+F(I)	500	2500	840	1.680	21.0	21.28	10.16	109.46
					21.3			
					21.4			
					21.4			

Nota: Elaboración Propia

Tabla 55

Ensayo de Fluidez para Mortero con adición de Fibra II

DOSIFICACION	Volumen Cemento ml	Volumen Arena ml	Volumen Agua ml	RELACIÓN a/c	DIAMETROS INTERNOS cm	DIAMETRO PROMEDIO cm	DIAMETRO INICIAL cm	FLUIDEZ %
Mortero 1:3+F(II)	500	1500	560	1.120	21.0	21.47	10.16	111.37
					21.7			
					21.7			
					21.5			
Mortero 1:4+F(II)	500	2000	725	1.450	21.5	21.39	10.16	110.58
					21.0			
					21.6			
					21.5			
Mortero 1:5+F(II)	500	2500	785	1.570	21.5	21.54	10.16	112.00
					21.6			
					21.8			
					21.3			

Nota: Elaboración Propia

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Tabla 56

Ensayo de Fluidez para Mortero con adición de Fibra III

DOSIFICACION	Volumen Cemento ml	Volumen Arena ml	Volumen Agua ml	RELACIÓN a/c	DIAMETROS INTERNOS cm	DIAMETRO PROMEDIO cm	DIAMETRO INICIAL cm	FLUIDEZ %
Mortero 1:3+F(III)	500	1500	530	1.060	21.4 21.8 20.9 21.2	21.33	10.16	109.90
Mortero 1:4+F(III)	500	2000	630	1.260	20.9 21.2 21.6 20.9	21.17	10.16	108.34
Mortero 1:5+F(III)	500	2500	740	1.480	20.9 21.5 21.0 21.3	21.16	10.16	108.30

Nota: Elaboración Propia

Tabla 57

Ensayo de Fluidez para Mortero con adición de Fibra IV

DOSIFICACION	Volumen Cemento ml	Volumen Arena ml	Volumen Agua ml	RELACIÓN a/c	DIAMETROS INTERNOS cm	DIAMETRO PROMEDIO cm	DIAMETRO INICIAL cm	FLUIDEZ %
Mortero 1:3+F(IV)	500	1500	505	1.010	21.1 21.2 21.6 21.6	21.36	10.16	110.24
Mortero 1:4+F(IV)	500	2000	700	1.400	21.7 21.6 21.8 21.0	21.53	10.16	111.87
Mortero 1:5+F(IV)	500	2500	835	1.670	21.5 21.1 21.4 21.4	21.35	10.16	110.14

Nota: Elaboración Propia

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Tabla 58

Ensayo de Fluidez para Mortero con adición de Fibra V

DOSIFICACION	Volumen Cemento ml	Volumen Arena ml	Volumen Agua ml	RELACIÓN a/c	DIAMETROS INTERNOS cm	DIAMETRO PROMEDIO cm	DIAMETRO INICIAL cm	FLUIDEZ %
Mortero 1:3+F(V)	500	1500	505	1.010	21.1 21.4 21.5 21.2	21.29	10.16	109.51
Mortero 1:4+F(V)	500	2000	655	1.310	21.6 21.2 21.3 21.5	21.40	10.16	110.68
Mortero 1:5+F(V)	500	2500	765	1.530	21.7 21.3 21.6 20.9	21.38	10.16	110.39

Nota: Elaboración Propia

Tabla 59

Ensayo de Fluidez para Mortero con adición de Fibra VI

DOSIFICACION	Volumen Cemento ml	Volumen Arena ml	Volumen Agua ml	RELACIÓN a/c	DIAMETROS INTERNOS cm	DIAMETRO PROMEDIO cm	DIAMETRO INICIAL cm	FLUIDEZ %
Mortero 1:3+F(VI)	500	1500	540	1.080	20.9 20.8 21.7 21.8	21.29	10.16	109.59
Mortero 1:4+F(VI)	500	2000	710	1.420	21.6 20.9 21.6 21.0	21.27	10.16	109.35
Mortero 1:5+F(VI)	500	2500	855	1.710	20.9 21.7 21.4 21.0	21.24	10.16	109.10

Nota: Elaboración Propia

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

El porcentaje de fluidez de los especímenes ensayados para cada tipo de dosificación está entre el rango de 107.39% a 112.00%; cumpliendo con la NTP 399.057 el cual indica que la fluidez debe estar en el rango de 110% +/- 5%. Con este ensayo se pudo determinar la relación agua – cemento óptimo para la preparación del mortero.

4.2.3. Ensayo de compresión simple en muestras de mortero

El ensayo de compresión en dados de mortero de 5cm X 5xm X 5cm; se realizó conforme la NTP 334.051 para las diferentes dosificaciones. Los resultados fueron los siguientes:

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

Tabla 60

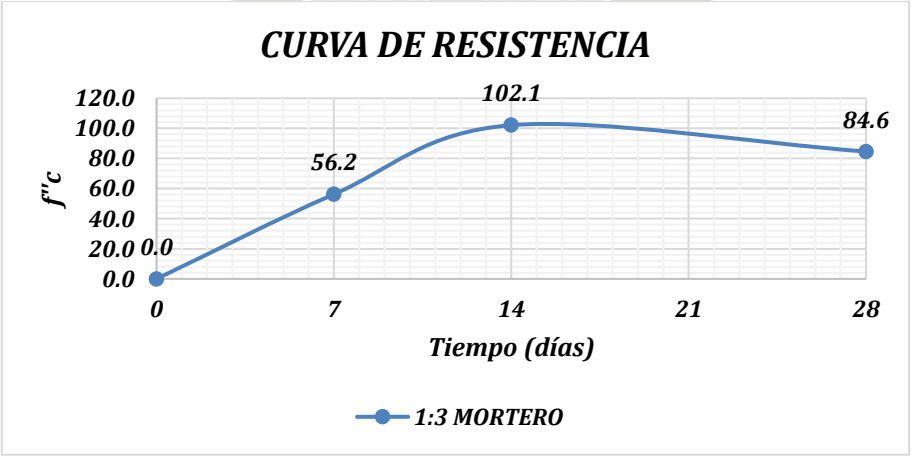
Compresión en dados de Mortero 1:3

Relación a/c	0.980			1:3 MORTERO											
ESPÉCIMEN	Fecha Vaciado	Fecha Rotura	Edad	LARGO			ANCHO			AREA (cm2)	CARGA MAX (kgf)	f'c (kgf/cm2)	f'c Promedio (kgf/cm2)	Desviación Estándar (σ n) (kgf/cm2)	f'c Característico (kgf/cm2)
				L1 (cm)	L2 (cm)	Lprom (cm)	L1 (cm)	L2 (cm)	Lprom (cm)						
1	18/10/2022	25/10/2022	7 días	5.10	5.10	5.10	5.30	5.20	5.25	26.78	1418.83	52.99	64.1	8.01	56.2
2				5.30	5.40	5.35	5.40	5.40	5.40	28.89	1971.62	68.25			
3				5.30	5.20	5.25	5.30	5.30	5.30	27.83	1984.06	71.30			
4	18/10/2022	02/11/2022	14días	5.20	5.30	5.25	5.00	5.00	5.00	26.25	2768.63	105.47	103.94	1.89	102.1
5				5.40	5.20	5.30	5.10	5.30	5.20	27.56	2791.27	101.28			
6				5.50	5.30	5.40	5.00	5.10	5.05	27.27	2865.50	105.08			
7	18/10/2022	15/11/2022	28días	5.00	5.05	5.03	5.05	5.10	5.08	25.50	2032.16	79.69	103.10	18.52	84.6
8				5.15	5.05	5.10	5.10	5.05	5.08	25.88	3234.85	124.98			
9				5.20	5.15	5.18	5.15	5.20	5.18	26.78	2802.38	104.64			

Nota: Elaboración Propia

Figura 74

Curva de Resistencia en dados de Mortero 1:3



Nota: Elaboración Propia

Tabla 61

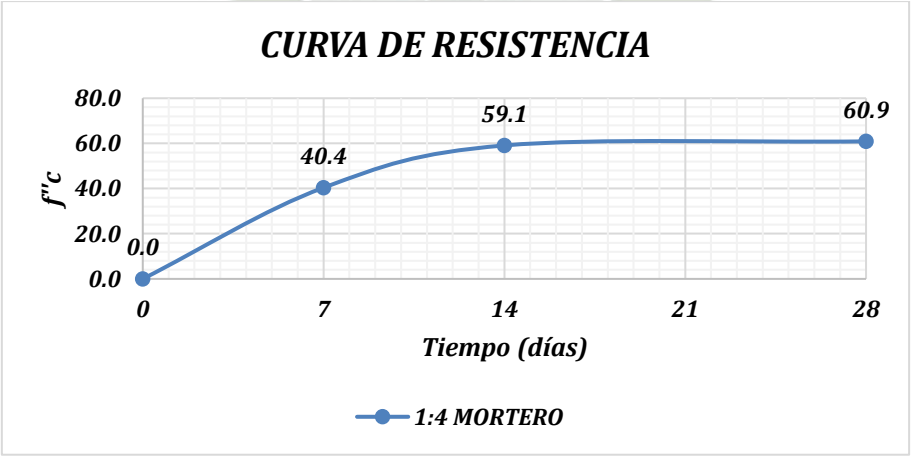
Compresión en dados de Mortero 1:4

Relación a/c	1.380			1:4 MORTERO										
ESPÉCIMEN	Fecha Vaciado	Fecha Rotura	Edad	LARGO			ANCHO			AREA (cm2)	CARGA MAX (kgf)	f'c (kgf/cm2)	f'c Promedio (kgf/cm2)	Desviación Estándar (σ n) (kgf/cm2)	f'c Característico (kgf/cm2)
				L1 (cm)	L2 (cm)	Lprom (cm)	L1 (cm)	L2 (cm)	Lprom (cm)						
1	18/10/2022	25/10/2022	7 días	5.00	5.10	5.05	5.00	4.90	4.95	25.00	1474.20	58.97	48.12	7.76	40.4
2				5.20	5.40	5.30	5.20	5.20	5.20	27.56	1214.38	44.06			
3				5.20	5.40	5.30	5.30	5.10	5.20	27.56	1138.51	41.31			
4	18/10/2022	02/11/2022	14días	5.10	5.00	5.05	5.10	5.00	5.05	25.50	1632.16	64.00	62.52	3.38	59.1
5				5.10	5.30	5.20	5.10	5.10	5.10	26.52	1534.06	57.85			
6				5.40	5.40	5.40	5.20	5.20	5.20	28.08	1845.28	65.72			
7	18/10/2022	15/11/2022	28días	5.05	5.00	5.03	4.90	4.85	4.88	24.50	1439.02	58.74	66.05	5.20	60.9
8				5.10	5.10	5.10	4.90	4.95	4.93	25.12	1733.31	69.01			
9				5.00	4.95	4.98	5.00	4.90	4.95	24.63	1734.03	70.41			

Nota: Elaboración Propia

Figura 75

Curva de Resistencia en dados de Mortero 1:4



Nota: Elaboración Propia

Tabla 62

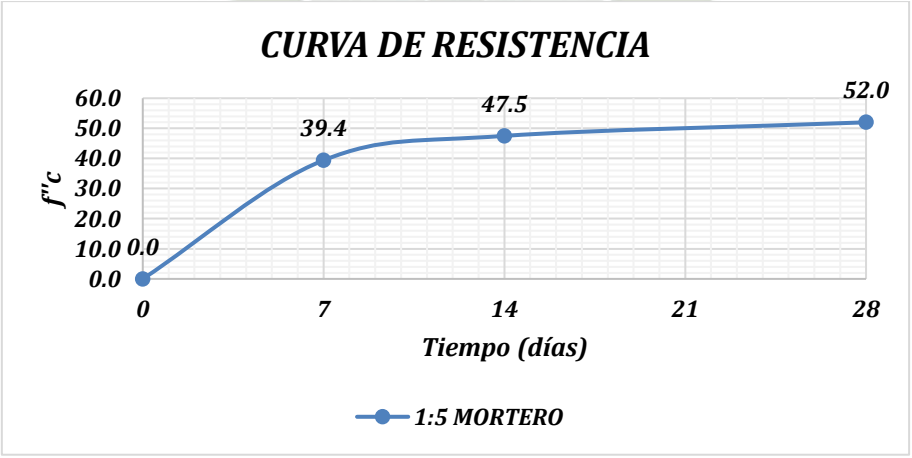
Compresión en dados de Mortero 1:5

Relación a/c	1.720			1:5 MORTERO											
ESPÉCIMEN	Fecha Vaciado	Fecha Rotura	Edad	LARGO			ANCHO			AREA (cm2)	CARGA MAX (kgf)	f'c (kgf/cm2)	f'c Promedio (kgf/cm2)	Desviación Estándar (σ n) (kgf/cm2)	f'c Característico (kgf/cm2)
				L1 (cm)	L2 (cm)	Lprom (cm)	L1 (cm)	L2 (cm)	Lprom (cm)						
1	18/10/2022	25/10/2022	7 días	5.20	5.30	5.25	5.20	5.20	5.20	27.30	1130.51	41.41	41.03	1.64	39.4
2				5.00	5.30	5.15	5.30	5.10	5.20	26.78	1040.42	38.85			
3				5.20	5.00	5.10	5.00	5.10	5.05	25.76	1102.93	42.82			
4	18/10/2022	02/11/2022	14días	5.20	5.10	5.15	5.10	5.10	5.10	26.27	1355.20	51.60	49.21	1.76	47.5
5				5.20	5.30	5.25	5.20	5.20	5.20	27.30	1293.92	47.40			
6				5.20	5.30	5.25	5.40	5.30	5.35	28.09	1366.42	48.65			
7	18/10/2022	15/11/2022	28días	4.80	4.90	4.85	4.85	4.95	4.90	23.77	1757.68	73.96	62.13	10.30	52.00
8				4.95	4.90	4.93	5.10	5.00	5.05	24.87	1426.38	57.35			
9				4.85	4.80	4.83	4.95	4.90	4.93	23.76	1309.11	55.09			

Nota: Elaboración Propia

Figura 76

Curva de Resistencia en dados de Mortero 1:5



Nota: Elaboración Propia

Tabla 63

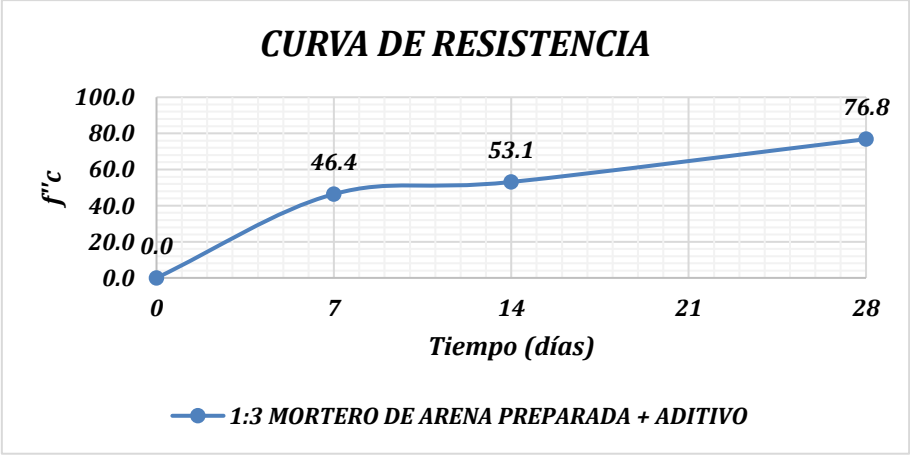
Compresión en dados de Mortero 1:3 + Aditivo

Relación a/c	0.775			1:3 MORTERO + ADITIVO 1:5 (ad/a)											
ESPÉCIMEN	Fecha Vaciado	Fecha Rotura	Edad	LARGO			ANCHO			AREA (cm2)	CARGA MAX (kgf)	f'c (kgf/cm2)	f'c Promedio (kgf/cm2)	Desviación Estándar (σ n) (kgf/cm2)	f'c Característico (kgf/cm2)
				L1 (cm)	L2 (cm)	Lprom (cm)	L1 (cm)	L2 (cm)	Lprom (cm)						
1	10/10/2022	17/10/2022	7 días	5.00	5.00	5.00	5.00	4.90	4.95	24.75	1097.52	44.34	59.63	13.25	46.4
2				4.80	4.90	4.85	5.10	5.00	5.05	24.49	1877.81	76.67			
3				4.90	5.00	4.95	4.90	5.10	5.00	24.75	1432.50	57.88			
4	10/10/2022	24/10/2022	14días	4.90	4.90	4.90	5.00	5.10	5.05	24.75	1354.29	54.73	63.42	10.30	53.1
5				4.90	4.90	4.90	5.00	5.00	5.00	24.50	1412.61	57.66			
6				5.00	5.10	5.05	4.70	4.80	4.75	23.99	1868.32	77.89			
7	10/10/2022	08/11/2022	28días	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	25.00	2080.42	83.22	73.01	4.40	68.6
8				4.90	4.90	4.90	5.00	4.90	4.95	24.26	1846.81	76.14			
9				5.00	5.00	5.00	4.90	5.00	4.95	24.75	2397.15	96.85			

Nota: Elaboración Propia

Figura 77

Curva de Resistencia en dados de Mortero 1:3 + Aditivo



Nota: Elaboración Propia

Tabla 64

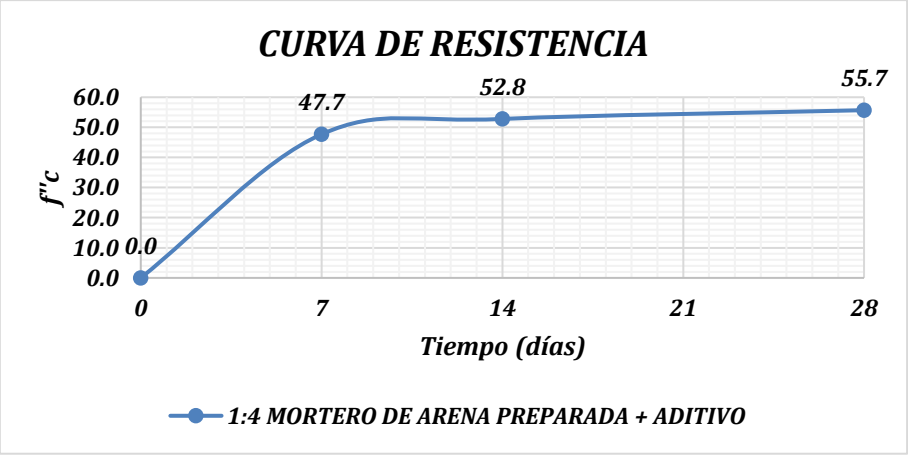
Compresión en dados de Mortero 1:4 + Aditivo

Relación a/c	1.125			1:4 MORTERO + ADITIVO 1:5 (ad/a)										
ESPÉCIMEN	Fecha Vaciado	Fecha Rotura	Edad	LARGO			ANCHO			AREA (cm2)	CARGA MAX (kgf)	f'c (kgf/cm2)	f'c Promedio (kgf/cm2)	Desviación Estándar (σ n) (kgf/cm2)	f'c Característico (kgf/cm2)
				L1 (cm)	L2 (cm)	Lprom (cm)	L1 (cm)	L2 (cm)	Lprom (cm)						
1	11/10/2022	19/10/2022	7 días	5.10	4.90	5.00	4.80	4.90	4.85	24.25	1162.07	47.92	51.14	3.47	47.7
2				5.00	5.00	5.00	5.10	4.90	5.00	25.00	1398.95	55.96			
3				5.00	4.90	4.95	5.00	4.90	4.95	24.50	1214.07	49.55			
4	11/10/2022	25/10/2022	14días	5.30	5.00	5.15	5.00	5.00	5.00	25.75	1381.72	53.66	55.44	2.65	52.8
5				5.00	4.80	4.90	5.00	5.00	5.00	24.50	1450.04	59.19			
6				4.90	5.00	4.95	5.00	4.90	4.95	24.50	1310.34	53.48			
7	11/10/2022	08/11/2022	28días	5.10	4.90	5.00	4.80	4.90	4.85	24.25	1364.58	56.27	62.42	6.39	55.7
8				5.00	5.00	5.00	4.80	4.90	4.85	24.25	1432.80	59.08			
9				4.90	5.00	4.95	4.90	5.00	4.95	24.50	1739.84	71.01			

Nota: Elaboración Propia

Figura 78

Curva de Resistencia en dados de Mortero 1:4 + Aditivo



Nota: Elaboración Propia

Tabla 65

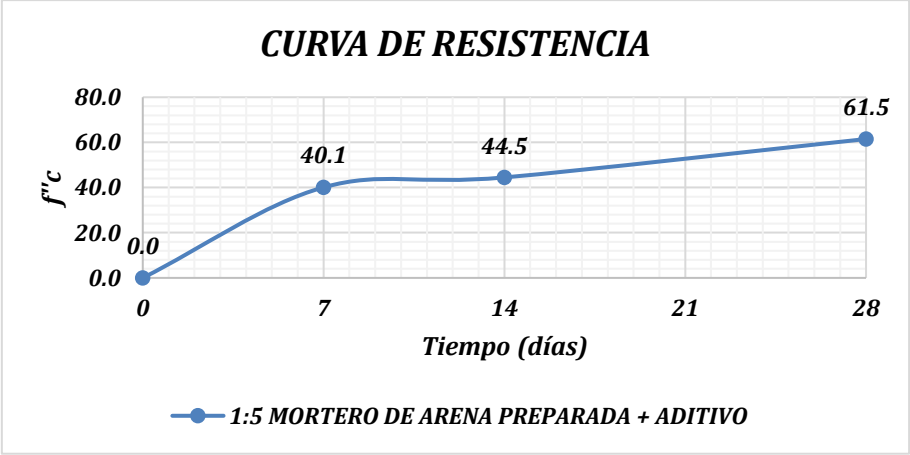
Compresión en dados de Mortero 1:5 + Aditivo

Relación a/c	1.429			1:5 MORTERO + ADITIVO 1:5 (ad/a)											
ESPÉCIMEN	Fecha Vaciado	Fecha Rotura	Edad	LARGO			ANCHO			AREA (cm2)	CARGA MAX (kgf)	f'c (kgf/cm2)	f'c Promedio (kgf/cm2)	Desviación Estándar (σ n) (kgf/cm2)	f'c Característico (kgf/cm2)
				L1 (cm)	L2 (cm)	Lprom (cm)	L1 (cm)	L2 (cm)	Lprom (cm)						
1	12/10/2022	19/10/2022	7 días	5.10	4.90	5.00	4.90	4.90	4.90	24.50	1164.41	47.53	45.14	5.03	40.1
2				5.00	4.90	4.95	5.00	4.80	4.90	24.26	1206.63	49.75			
3				4.70	4.80	4.75	5.10	5.00	5.05	23.99	914.90	38.14			
4	11/10/2022	25/10/2022	14días	5.00	5.10	5.05	5.10	5.10	5.10	25.76	1141.47	44.32	46.42	1.89	44.5
5				5.10	5.10	5.10	5.00	5.10	5.05	25.76	1259.25	48.89			
6				4.90	5.00	4.95	5.00	5.00	5.00	24.75	1139.84	46.05			
7	12/10/2022	09/11/2022	28días	4.70	4.80	4.75	4.95	4.95	4.95	23.51	2112.95	89.86	75.77	14.31	61.5
8				4.85	4.90	4.88	4.90	5.00	4.95	24.13	1355.00	56.15			
9				5.00	4.95	4.98	4.95	4.90	4.93	24.50	1991.71	81.29			

Nota: Elaboración Propia

Figura 79

Curva de Resistencia en dados de Mortero 1:5 + Aditivo



Nota: Elaboración Propia

Tabla 66

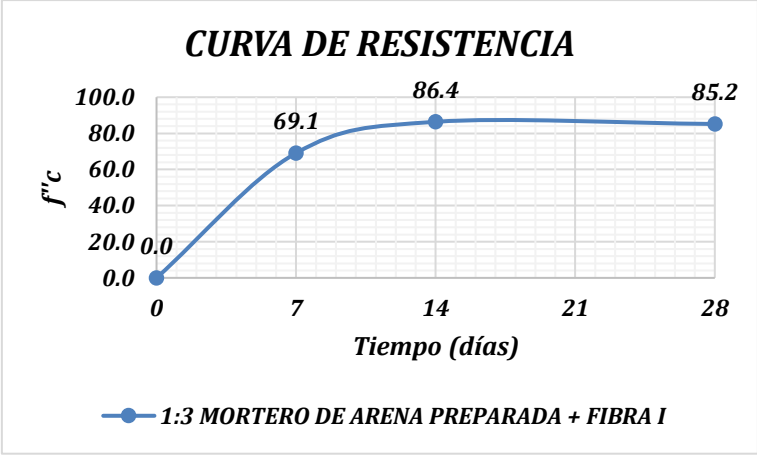
Compresión en dados de Mortero 1:3 + Fibra I

Relación a/c	1.100			1:3 MORTERO + FIBRA I										
ESPÉCIMEN	Fecha Vaciado	Fecha Rotura	Edad	LARGO			ANCHO			AREA (cm2)	CARGA MAX (kgf)	f'c (kgf/cm2)	f'c Promedio (kgf/cm2)	Desviación Estándar (σ n) (kgf/cm2)	f'c Característico (kgf/cm2)
				L1 (cm)	L2 (cm)	Lprom (cm)	L1 (cm)	L2 (cm)	Lprom (cm)						
1	14/10/2022	21/10/2022	7 días	5.05	4.95	5.00	4.90	5.00	4.95	24.75	1900.75	76.80	76.24	7.16	69.1
2				4.80	4.90	4.85	4.90	4.90	4.90	23.77	2013.12	84.71			
3				4.90	5.10	5.00	5.00	5.00	5.00	25.00	1680.08	67.20			
4	14/10/2022	28/10/2022	14días	5.00	5.00	5.00	5.10	4..9	5.10	25.50	2389.40	93.70	92.47	6.08	86.4
5				5.00	5.10	5.05	4.90	4.80	4.85	24.49	2069.21	84.48			
6				4.90	5.00	4.95	5.00	5.00	5.00	24.75	2455.78	99.22			
7	14/10/2022	11/11/2022	28días	5.20	5.05	5.13	4.85	5.00	4.93	25.24	2106.53	83.46	96.43	11.22	85.2
8				4.90	4.90	4.90	5.00	5.05	5.03	24.62	2339.03	95.00			
9				5.05	5.10	5.08	5.10	5.05	5.08	25.76	2854.70	110.84			

Nota: Elaboración Propia

Figura 80

Curva de Resistencia en dados de Mortero 1:3 + Fibra I



Nota: Elaboración Propia

Tabla 67

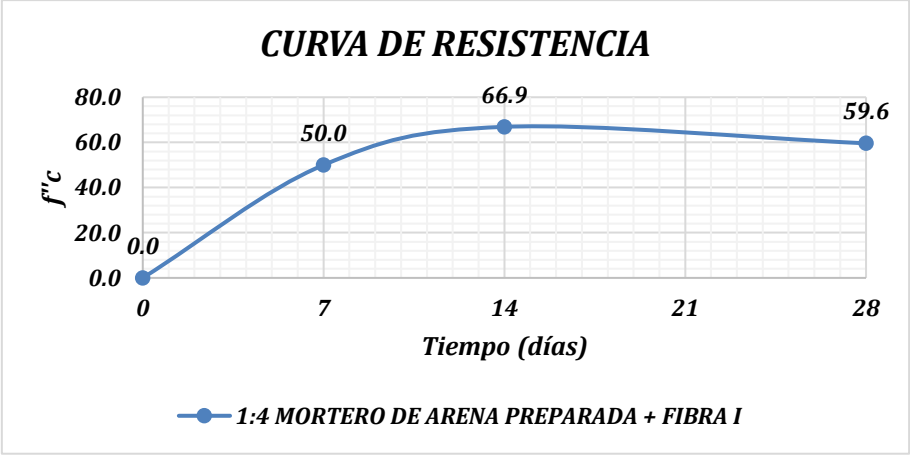
Compresión en dados de Mortero 1:4 + Fibra I

Relación a/c	1.360			1:4 MORTERO + FIBRA I											
ESPÉCIMEN	Fecha Vaciado	Fecha Rotura	Edad	LARGO			ANCHO			AREA (cm2)	CARGA MAX (kgf)	f'c (kgf/cm2)	f'c Promedio (kgf/cm2)	Desviación Estándar (σ n) (kgf/cm2)	f'c Característico (kgf/cm2)
				L1 (cm)	L2 (cm)	Lprom (cm)	L1 (cm)	L2 (cm)	Lprom (cm)						
1	17/10/2022	24/10/2022	7 días	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	25.00	1420.36	56.81	53.28	3.27	50.0
2				4.80	4.80	4.80	5.00	5.00	5.00	24.00	1298.40	54.10			
3				4.90	5.00	4.95	5.00	5.00	5.00	24.75	1210.81	48.92			
4	17/10/2022	31/10/2022	14días	5.10	5.10	5.10	4.80	5.00	4.90	24.99	1992.32	79.72	72.62	5.71	66.9
5				5.10	5.00	5.05	5.00	5.00	5.00	25.25	1827.84	72.39			
6				5.30	5.20	5.25	5.10	5.20	5.15	27.04	1777.47	65.74			
7	17/10/2022	14/11/2022	28días	5.30	5.20	5.25	5.30	5.20	5.25	27.56	1085.39	39.38	39.74	0.52	39.2
8				5.20	5.20	5.20	5.10	5.20	5.15	26.78	1084.16	40.48			
9				5.40	5.20	5.30	5.20	5.30	5.25	27.83	1095.48	39.37			

Nota: Elaboración Propia

Figura 81

Curva de Resistencia en dados de Mortero 1:4 + Fibra I



Nota: Elaboración Propia

Tabla 68

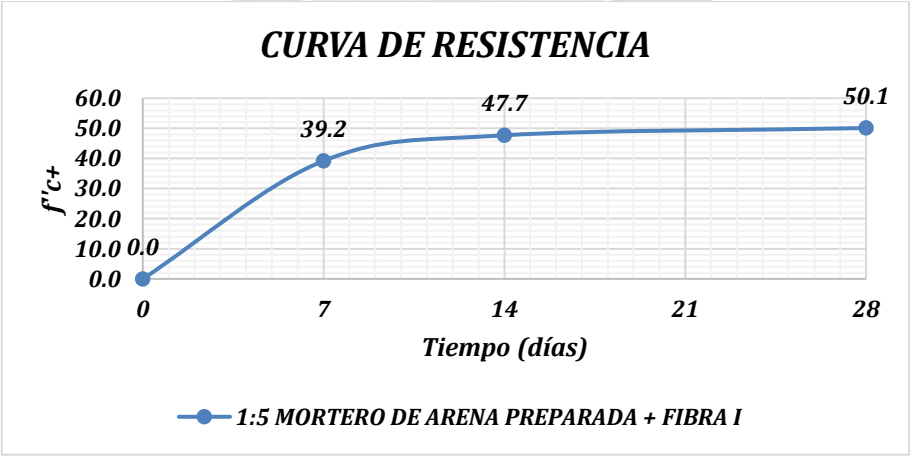
Compresión en dados de Mortero 1:5 + Fibra I

Relación a/c	1.650			1:5 MORTERO + FIBRA I										
ESPÉCIMEN	Fecha Vaciado	Fecha Rotura	Edad	LARGO			ANCHO			AREA (cm2)	CARGA MAX (kgf)	f'c (kgf/cm2)	f'c Promedio (kgf/cm2)	Desviación Estándar (σ n) (kgf/cm2)	f'c Característico (kgf/cm2)
				L1 (cm)	L2 (cm)	Lprom (cm)	L1 (cm)	L2 (cm)	Lprom (cm)						
1	17/10/2022	24/10/2022	7 días	5.30	5.20	5.25	5.30	5.20	5.25	27.56	1085.39	39.38	39.74	0.52	39.2
2				5.20	5.20	5.20	5.10	5.20	5.15	26.78	1084.16	40.48			
3				5.40	5.20	5.30	5.20	5.30	5.25	27.83	1095.48	39.37			
4	17/10/2022	31/10/2022	14días	5.20	5.20	5.20	5.30	5.10	5.20	27.04	1366.73	50.54	50.00	2.29	47.7
5				5.10	5.30	5.20	5.10	5.20	5.15	26.78	1257.51	46.96			
6				5.00	5.20	5.10	5.20	5.20	5.20	26.52	1392.01	52.49			
7	17/10/2022	14/11/2022	28días	5.20	5.20	5.20	5.10	5.05	5.08	26.39	1288.41	48.82	53.48	3.34	50.1
8				5.30	5.25	5.28	5.00	5.05	5.03	26.51	1496.64	56.46			
9				5.20	5.30	5.25	5.20	5.10	5.15	27.04	1491.54	55.17			

Nota: Elaboración Propia

Figura 82

Curva de Resistencia en dados de Mortero 1:5 + Fibra I



Nota: Elaboración Propia

Tabla 69

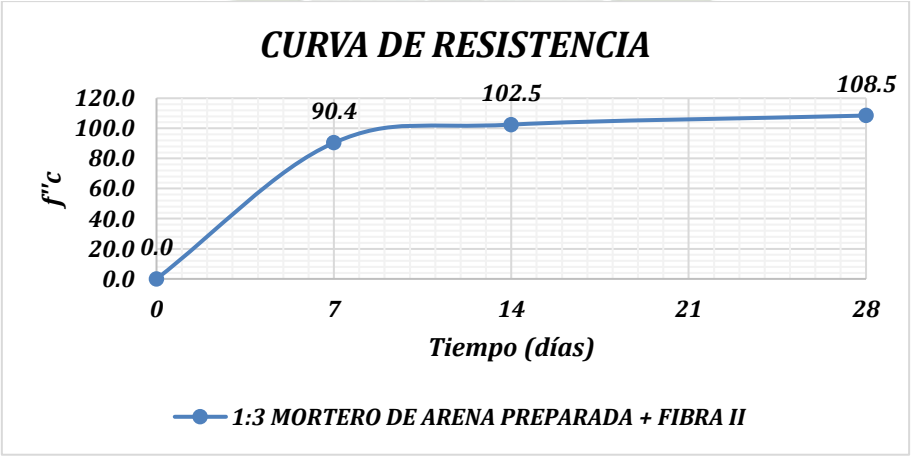
Compresión en dados de Mortero 1:3 + Fibra II

Relación a/c	1.090			1:3 MORTERO + FIBRA II										
ESPÉCIMEN	Fecha Vaciado	Fecha Rotura	Edad	LARGO			ANCHO			AREA (cm2)	CARGA MAX (kgf)	f'c (kgf/cm2)	f'c Promedio (kgf/cm2)	Desviación Estándar (σ n) (kgf/cm2)	f'c Característico (kgf/cm2)
				L1 (cm)	L2 (cm)	Lprom (cm)	L1 (cm)	L2 (cm)	Lprom (cm)						
1	12/10/2022	19/10/2022	7 días	4.90	5.00	4.95	4.90	4.90	4.90	24.26	3395.66	140.00	110.92	20.56	90.4
2				4.90	5.10	5.00	5.10	5.00	5.05	25.25	2436.20	96.48			
3				4.90	4.80	4.85	5.00	4.90	4.95	24.01	2311.08	96.26			
4	12/10/2022	26/10/2022	14días	4.80	5.00	4.90	5.20	5.20	5.20	25.48	2715.10	106.56	104.91	2.38	102.5
5				5.10	5.00	5.05	5.00	4.90	4.95	25.00	2665.30	106.62			
6				5.00	5.20	5.10	4.90	5.10	5.00	25.50	2589.57	101.55			
7	12/10/2022	09/11/2022	28días	4.90	5.00	4.95	4.85	4.85	4.85	24.01	2576.52	107.32	112.65	4.15	108.5
8				4.90	4.90	4.90	4.90	4.95	4.93	24.13	2731.62	113.19			
9				4.90	4.90	4.90	4.90	5.00	4.95	24.26	2848.68	117.45			

Nota: Elaboración Propia

Figura 83

Curva de Resistencia en dados de Mortero 1:3 + Fibra II



Nota: Elaboración Propia

Tabla 70

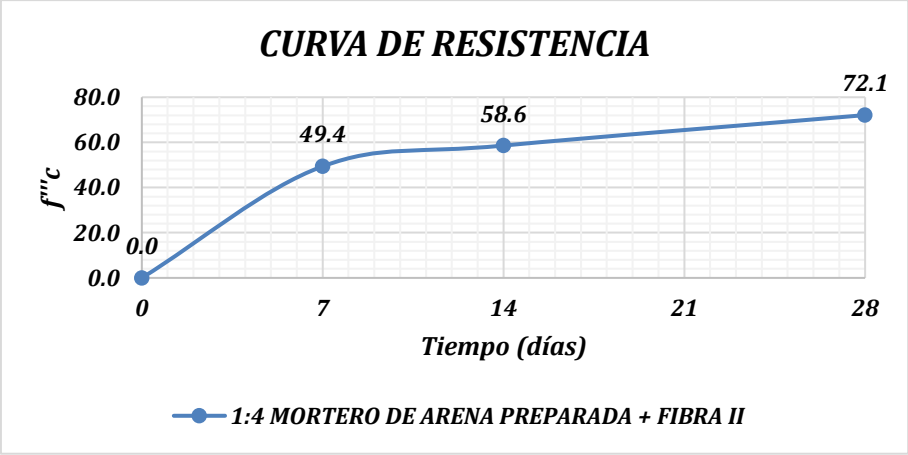
Compresión en dados de Mortero 1:4 + Fibra II

Relación a/c	1.530			1:4 MORTERO + FIBRA II										
ESPÉCIMEN	Fecha Vaciado	Fecha Rotura	Edad	LARGO			ANCHO			AREA (cm2)	CARGA MAX (kgf)	f'c (kgf/cm2)	f'c Promedio (kgf/cm2)	Desviación Estándar (σ n) (kgf/cm2)	f'c Característico (kgf/cm2)
				L1 (cm)	L2 (cm)	Lprom (cm)	L1 (cm)	L2 (cm)	Lprom (cm)						
1	13/10/2022	20/10/2022	7 días	4.80	4.90	4.85	4.90	5.20	5.05	24.49	1250.07	51.04	51.5	2.05	49.4
2				5.00	4.90	4.95	4.90	4.80	4.85	24.01	1301.36	54.21			
3				4.90	4.90	4.90	5.00	5.20	5.10	24.99	1230.59	49.24			
4	13/10/2022	27/10/2022	14días	4.90	5.00	4.95	5.00	4.90	4.95	24.50	1495.72	61.04	59.85	1.24	58.6
5				4.80	4.90	4.85	5.00	4.90	4.95	24.01	1395.58	58.13			
6				5.10	5.00	5.05	5.00	5.10	5.05	25.50	1539.36	60.36			
7	13/10/2022	10/11/2022	28días	5.10	5.00	5.05	5.00	5.00	5.00	25.25	1937.15	76.72	75.08	2.94	72.1
8				5.00	4.90	4.95	4.90	4.90	4.90	24.26	1721.08	70.96			
9				5.00	4.90	4.95	5.00	5.00	5.00	24.75	1920.02	77.58			

Nota: Elaboración Propia

Figura 84

Curva de Resistencia en dados de Mortero 1:4 + Fibra II



Nota: Elaboración Propia

Tabla 71

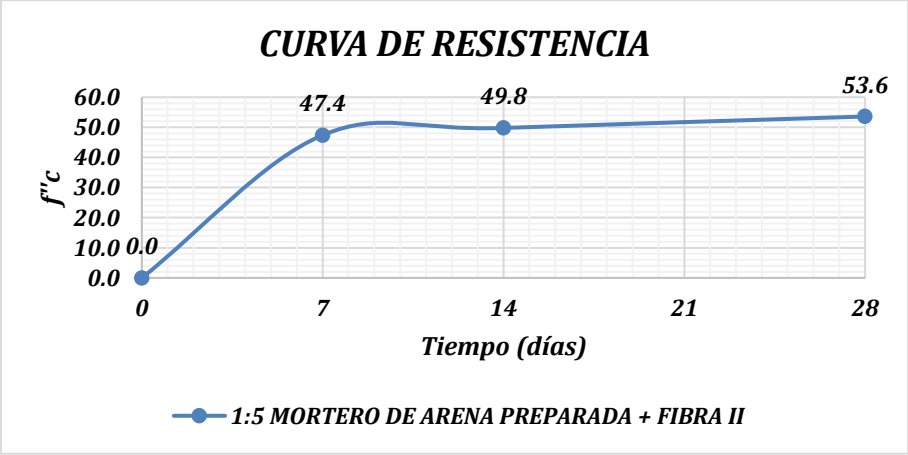
Compresión en dados de Mortero 1:5 + Fibra II

Relación a/c	1.880			1:5 MORTERO + FIBRA II										
ESPÉCIMEN	Fecha Vaciado	Fecha Rotura	Edad	LARGO			ANCHO			AREA (cm2)	CARGA MAX (kgf)	f'c (kgf/cm2)	f'c Promedio (kgf/cm2)	Desviación Estándar (σ n) (kgf/cm2)	f'c Característico (kgf/cm2)
				L1 (cm)	L2 (cm)	Lprom (cm)	L1 (cm)	L2 (cm)	Lprom (cm)						
1	14/10/2022	21/10/2022	7 días	4.85	4.90	4.88	4.90	4.85	4.88	23.77	1515.81	63.78	54.34	6.93	47.4
2				4.95	4.90	4.93	4.95	4.80	4.88	24.01	1246.20	51.90			
3				4.95	4.90	4.93	5.20	5.00	5.10	25.12	1188.89	47.33			
4	14/10/2022	28/10/2022	14días	5.00	4.90	4.95	5.00	5.00	5.00	24.75	1378.55	55.70	55.51	5.74	49.8
5				4.70	4.80	4.75	5.00	5.00	5.00	23.75	1482.97	62.44			
6				5.00	5.00	5.00	4.90	5.10	5.00	25.00	1209.79	48.39			
7	14/10/2022	11/11/2022	28días	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	25.00	1877.09	75.08	63.27	9.63	53.6
8				4.90	4.90	4.90	4.90	5.00	4.95	24.26	1533.35	63.22			
9				5.30	5.20	5.25	5.10	5.10	5.10	26.78	1379.06	51.51			

Nota: Elaboración Propia

Figura 85

Curva de Resistencia en dados de Mortero 1:5 + Fibra II



Nota: Elaboración Propia

Tabla 72

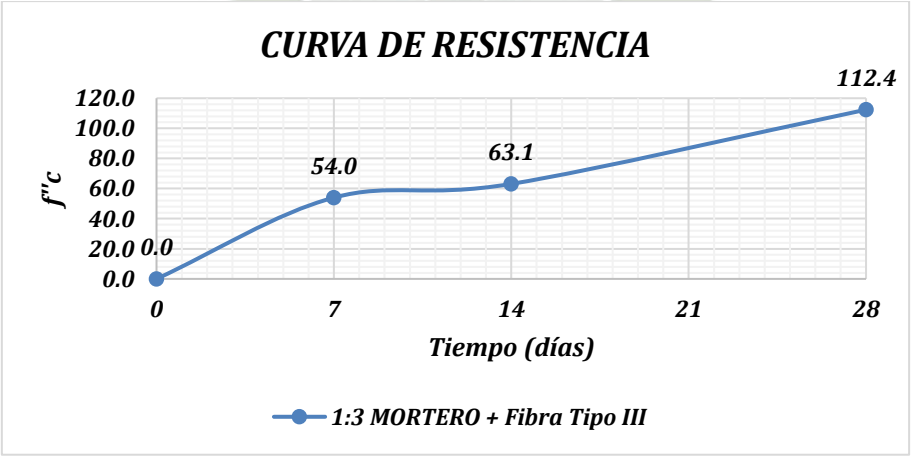
Compresión en dados de Mortero 1:3 + Fibra III

Relación a/c	1.111			1:3 MORTERO + FIBRA III											
ESPÉCIMEN	Fecha Vaciado	Fecha Rotura	Edad	LARGO			ANCHO			AREA (cm2)	CARGA MAX (kgf)	f'c (kgf/cm2)	f'c Promedio (kgf/cm2)	Desviación Estándar (σ n) (kgf/cm2)	f'c Característico (kgf/cm2)
				L1 (cm)	L2 (cm)	Lprom (cm)	L1 (cm)	L2 (cm)	Lprom (cm)						
1	06/10/2022	14/10/2022	7 días	4.95	4.95	4.95	4.95	5.00	4.98	24.63	1500.61	60.94	57.57	3.61	54.0
2				5.00	4.95	4.98	4.90	4.85	4.88	24.25	1275.05	52.57			
3				4.95	4.90	4.93	4.95	4.90	4.93	24.26	1436.17	59.21			
4	06/10/2022	20/10/2022	14días	5.10	4.90	5.00	4.90	5.00	4.95	24.75	2050.75	82.86	71.56	8.44	63.1
5				4.90	5.00	4.95	5.30	5.00	5.15	25.49	1595.55	62.59			
6				5.00	4.90	4.95	5.10	5.00	5.05	25.00	1730.56	69.23			
7	18/10/2022	15/11/2022	28días	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	25.00	2771.18	110.85	118.12	5.76	112.4
8				5.00	4.90	4.95	4.90	4.90	4.90	24.26	3030.19	124.93			
9				4.90	5.00	4.95	4.80	4.90	4.85	24.01	2846.54	118.57			

Nota: Elaboración Propia

Figura 86

Curva de Resistencia en dados de Mortero 1:3 + Fibra III



Nota: Elaboración Propia

Tabla 73

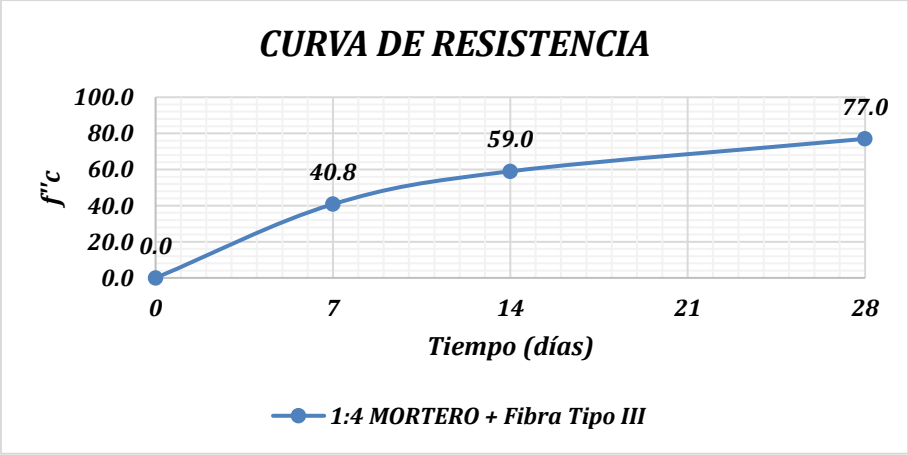
Compresión en dados de Mortero 1:4 + Fibra III

Relación a/c	1.389			1:4 MORTERO + FIBRA III										
ESPÉCIMEN	Fecha Vaciado	Fecha Rotura	Edad	LARGO			ANCHO			AREA (cm2)	CARGA MAX (kgf)	f'c (kgf/cm2)	f'c Promedio (kgf/cm2)	Desviación Estándar (σ n) (kgf/cm2)	f'c Característico (kgf/cm2)
				L1 (cm)	L2 (cm)	Lprom (cm)	L1 (cm)	L2 (cm)	Lprom (cm)						
1	07/10/2022	14/10/2022	7 días	4.90	4.95	4.93	5.05	5.00	5.03	24.75	1439.53	58.17	48.22	7.41	40.8
2				4.90	4.95	4.93	4.95	4.95	4.95	24.38	985.00	40.40			
3				4.95	4.95	4.95	5.10	5.00	5.05	25.00	1152.38	46.10			
4	07/10/2022	21/10/2022	14días	4.90	4.90	4.90	5.20	5.00	5.10	24.99	1870.47	74.85	68.71	9.70	59.0
5				5.10	4.90	5.00	5.00	4.90	4.95	24.75	1887.39	76.26			
6				5.00	5.10	5.05	5.00	5.20	5.10	25.76	1416.90	55.01			
7	07/10/2022	04/11/2022	28días	4.90	5.00	4.95	5.10	4.90	5.00	24.75	1832.63	74.05	84.42	7.40	77.0
8				4.90	5.00	4.95	4.90	5.00	4.95	24.50	2167.20	88.45			
9				4.90	4.90	4.90	5.00	5.00	5.00	24.50	2224.00	90.78			

Nota: Elaboración Propia

Figura 87

Curva de Resistencia en dados de Mortero 1:4 + Fibra III



Nota: Elaboración Propia

Tabla 74

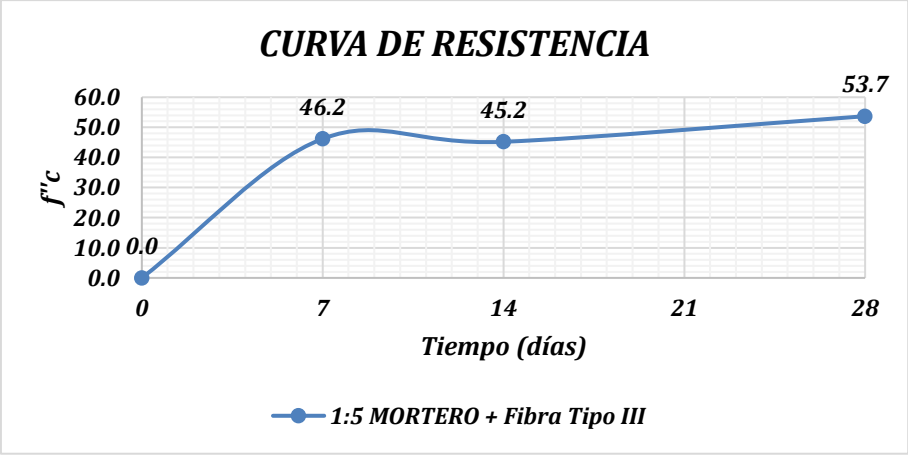
Compresión en dados de Mortero 1:5 + Fibra III

Relación a/c	1.643			1:5 MORTERO + FIBRA III											
ESPÉCIMEN	Fecha Vaciado	Fecha Rotura	Edad	LARGO			ANCHO			AREA (cm2)	CARGA MAX (kgf)	f'c (kgf/cm2)	f'c Promedio (kgf/cm2)	Desviación Estándar (σ n) (kgf/cm2)	f'c Característico (kgf/cm2)
				L1 (cm)	L2 (cm)	Lprom (cm)	L1 (cm)	L2 (cm)	Lprom (cm)						
1	17/10/2022	24/10/2022	7 días	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	25.00	1449.83	57.99	55.23	9.05	46.2
2				4.90	4.90	4.90	4.90	5.00	4.95	24.26	1568.73	64.68			
3				4.90	4.90	4.90	5.00	5.00	5.00	24.50	1054.28	43.03			
4	11/10/2022	25/10/2022	14días	4.90	5.00	4.95	5.00	4.90	4.95	24.50	1332.77	54.39	49.32	4.08	45.2
5				4.70	4.80	4.75	5.00	5.00	5.00	23.75	1054.59	44.40			
6				4.80	5.00	4.90	5.00	4.90	4.95	24.26	1192.46	49.16			
7	17/10/2022	14/11/2022	28días	4.80	4.90	4.85	4.85	4.95	4.90	23.77	1757.68	73.96	62.13	8.41	53.7
8				4.95	4.90	4.93	5.10	5.00	5.05	24.87	1426.38	57.35			
9				4.85	4.80	4.83	4.95	4.90	4.93	23.76	1309.11	55.09			

Nota: Elaboración Propia

Figura 88

Curva de Resistencia en dados de Mortero 1:5 + Fibra III



Nota: Elaboración Propia

Tabla 75

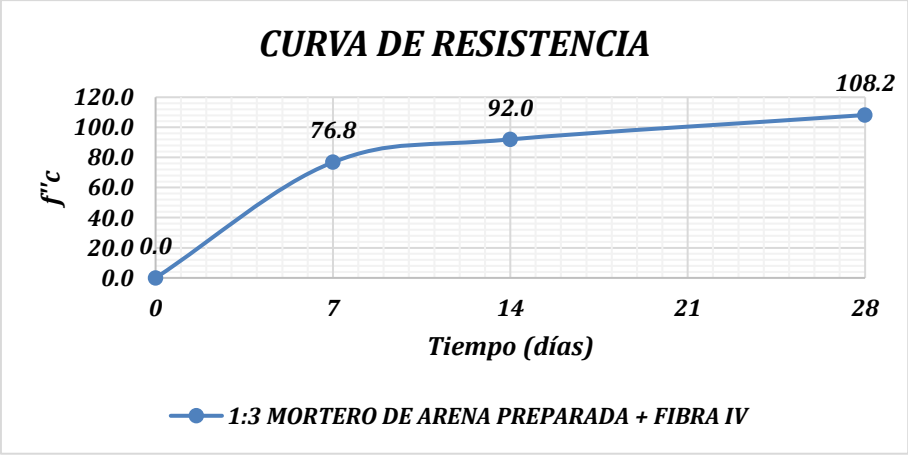
Compresión en dados de Mortero 1:3 + Fibra IV

Relación a/c	1. 040			1:3 MORTERO + FIBRA IV											
ESPÉCIMEN	Fecha Vaciado	Fecha Rotura	Edad	LARGO			ANCHO			AREA (cm2)	CARGA MAX (kgf)	f'c (kgf/cm2)	f'c Promedio (kgf/cm2)	Desviación Estándar (σ n) (kgf/cm2)	f'c Característico (kgf/cm2)
				L1 (cm)	L2 (cm)	Lprom (cm)	L1 (cm)	L2 (cm)	Lprom (cm)						
1	19/10/2022	26/10/2022	7 días	5.00	5.00	5.00	4.90	4.90	4.90	24.50	1927.98	78.69	82.57	5.73	76.8
2				4.85	4.90	4.88	5.00	4.95	4.98	24.25	2199.02	90.67			
3				4.80	4.90	4.85	5.10	5.10	5.10	24.74	1938.17	78.36			
4	19/10/2022	02/11/2022	14días	4.90	5.00	4.95	4.90	5.00	4.95	24.50	2340.86	95.54	98.35	6.39	92.0
5				5.00	5.10	5.05	5.00	4.90	4.95	25.00	2307.82	92.32			
6				4.90	4.90	4.90	5.10	5.00	5.05	24.75	2652.49	107.19			
7	19/10/2022	16/11/2022	28días	5.35	5.10	5.23	5.35	5.20	5.28	27.56	3190.18	115.75	113.66	5.46	108.2
8				5.10	5.05	5.08	5.25	5.25	5.25	26.64	2828.79	106.17			
9				5.05	5.10	5.08	5.55	5.45	5.50	27.91	3323.26	119.06			

Nota: Elaboración Propia

Figura 89

Curva de Resistencia en dados de Mortero 1:3 + Fibra IV



Nota: Elaboración Propia

Tabla 76

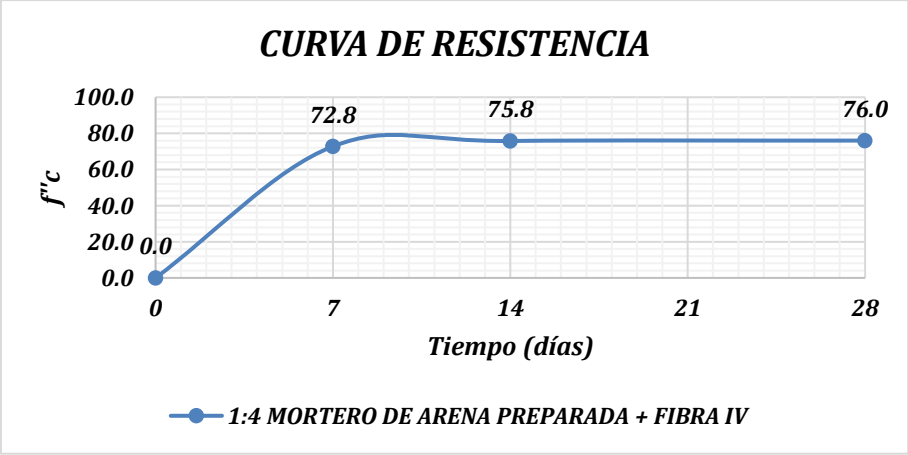
Compresión en dados de Mortero 1:4 + Fibra IV

Relación a/c	1. 360			1:4 MORTERO + FIBRA IV											
ESPÉCIMEN	Fecha Vaciado	Fecha Rotura	Edad	LARGO			ANCHO			AREA (cm2)	CARGA MAX (kgf)	f'c (kgf/cm2)	f'c Promedio (kgf/cm2)	Desviación Estándar (σ n) (kgf/cm2)	f'c Característico (kgf/cm2)
				L1 (cm)	L2 (cm)	Lprom (cm)	L1 (cm)	L2 (cm)	Lprom (cm)						
1	19/10/2022	26/10/2022	7 días	5.10	5.00	5.05	5.00	5.00	5.00	25.25	1807.35	71.58	77.16	4.32	72.8
2				5.10	5.20	5.15	5.20	5.30	5.25	27.04	2220.02	82.11			
3				5.30	5.20	5.25	5.30	5.30	5.30	27.83	2164.65	77.80			
4	19/10/2022	02/11/2022	14días	4.90	5.00	4.95	5.00	5.00	5.00	24.75	1920.23	77.59	77.12	1.35	75.8
5				5.00	5.00	5.00	4.90	5.00	4.95	24.75	1942.66	78.49			
6				4.90	4.90	4.90	5.00	5.00	5.00	24.50	1844.26	75.28			
7	19/10/2022	16/11/2022	28días	5.15	5.10	5.13	5.20	5.25	5.23	26.78	2107.75	78.71	80.17	4.13	76.0
8				5.20	5.25	5.23	5.10	5.15	5.13	26.78	2034.95	75.99			
9				5.15	5.25	5.20	5.20	5.25	5.23	27.17	2330.97	85.79			

Nota: Elaboración Propia

Figura 90

Curva de Resistencia en dados de Mortero 1:4 + Fibra IV



Nota: Elaboración Propia

Tabla 77

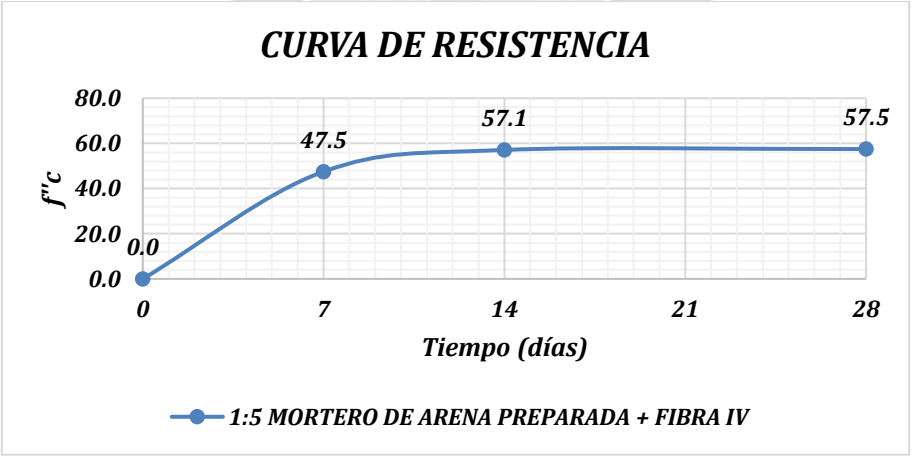
Compresión en dados de Mortero 1:5 + Fibra IV

Relación a/c	1. 360			1:5 MORTERO + FIBRA IV											
ESPÉCIMEN	Fecha Vaciado	Fecha Rotura	Edad	LARGO			ANCHO			AREA (cm2)	CARGA MAX (kgf)	f'c (kgf/cm2)	f'c Promedio (kgf/cm2)	Desviación Estándar (σ n) (kgf/cm2)	f'c Característico (kgf/cm2)
				L1 (cm)	L2 (cm)	Lprom (cm)	L1 (cm)	L2 (cm)	Lprom (cm)						
1	19/10/2022	26/10/2022	7 días	4.90	4.95	4.93	4.90	4.90	4.90	24.13	1176.24	48.74	48.01	0.54	47.5
2				4.95	5.00	4.98	4.90	5.00	4.95	24.63	1177.47	47.81			
3				5.10	5.10	5.10	5.10	5.30	5.20	26.52	1259.04	47.48			
4	19/10/2022	02/11/2022	14días	5.30	5.30	5.30	5.40	5.20	5.30	28.09	1815.60	64.64	60.68	3.59	57.1
5				5.30	5.30	5.30	5.30	5.30	5.30	28.09	1571.38	55.94			
6				5.30	5.20	5.25	5.10	5.30	5.20	27.30	1678.05	61.47			
7	19/10/2022	16/11/2022	28días	4.95	4.95	4.95	5.10	5.00	5.05	25.00	1703.03	68.13	62.05	4.55	57.5
8				5.00	5.15	5.08	5.10	5.15	5.13	26.01	1582.50	60.84			
9				5.10	5.40	5.25	5.35	5.35	5.35	28.09	1606.07	57.18			

Nota: Elaboración Propia

Figura 91

Curva de Resistencia en dados de Mortero 1:5 + Fibra IV



Nota: Elaboración Propia

Tabla 78

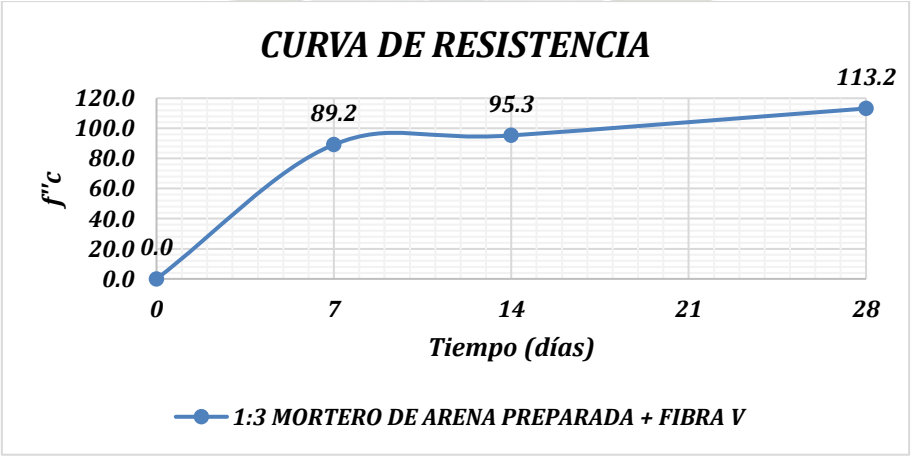
Compresión en dados de Mortero 1:3 + Fibra V

Relación a/c	1. 360			1:3 MORTERO + FIBRA V											
ESPÉCIMEN	Fecha Vaciado	Fecha Rotura	Edad	LARGO			ANCHO			AREA (cm2)	CARGA MAX (kgf)	f'c (kgf/cm2)	f'c Promedio (kgf/cm2)	Desviación Estándar (σ n) (kgf/cm2)	f'c Característico (kgf/cm2)
				L1 (cm)	L2 (cm)	Lprom (cm)	L1 (cm)	L2 (cm)	Lprom (cm)						
1	20/10/2022	27/10/2022	7 días	5.30	5.10	5.20	5.10	5.10	5.10	26.52	2383.18	89.86	100.43	11.18	89.2
2				5.30	5.00	5.15	5.10	5.10	5.10	26.27	2508.81	95.52			
3				5.00	5.00	5.00	5.00	5.10	5.05	25.25	2926.38	115.90			
4	20/10/2022	03/11/2022	14días	5.20	5.30	5.25	5.20	5.20	5.20	27.30	2565.20	93.96	98.65	3.31	95.3
5				5.30	5.20	5.25	5.30	5.20	5.25	27.56	2786.88	101.11			
6				5.20	5.00	5.10	5.10	5.20	5.15	26.27	2649.32	100.87			
7	20/10/2022	17/11/2022	28días	5.00	5.05	5.03	5.00	5.05	5.03	25.25	2965.95	117.46	119.15	5.91	113.2
8				4.80	5.00	4.90	5.00	5.00	5.00	24.50	2766.39	112.91			
9				5.05	4.90	4.98	4.95	4.85	4.90	24.38	3098.10	127.09			

Nota: Elaboración Propia

Figura 92

Curva de Resistencia en dados de Mortero 1:3 + Fibra V



Nota: Elaboración Propia

Tabla 79

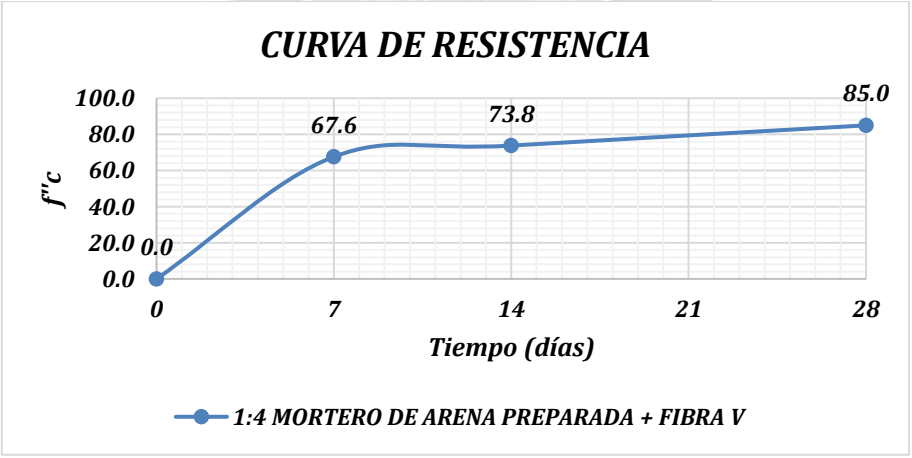
Compresión en dados de Mortero 1:4 + Fibra V

Relación a/c	1. 310			1:4 MORTERO + FIBRA V										
ESPÉCIMEN	Fecha Vaciado	Fecha Rotura	Edad	LARGO			ANCHO			AREA (cm2)	CARGA MAX (kgf)	f'c (kgf/cm2)	f'c Promedio (kgf/cm2)	Desviación Estándar (σ n) (kgf/cm2)	f'c Característico (kgf/cm2)
				L1 (cm)	L2 (cm)	Lprom (cm)	L1 (cm)	L2 (cm)	Lprom (cm)						
1	20/10/2022	27/10/2022	7 días	5.00	5.00	5.00	4.70	4.80	4.75	23.75	2001.19	84.26	74.60	7.03	67.6
2				4.90	4.90	4.90	5.00	5.00	5.00	24.50	1759.32	71.81			
3				4.90	5.00	4.95	5.00	4.90	4.95	24.50	1659.59	67.73			
4	20/10/2022	03/11/2022	14días	5.50	5.30	5.40	4.90	5.00	4.95	26.73	2138.34	80.00	76.41	2.65	73.8
5				4.90	4.90	4.90	5.20	5.30	5.25	25.73	1943.99	75.57			
6				5.10	5.20	5.15	5.20	5.30	5.25	27.04	1991.91	73.67			
7	20/10/2022	17/11/2022	28días	5.10	5.05	5.08	5.05	5.00	5.03	25.50	2397.96	94.03	88.73	3.77	85.0
8				4.95	4.90	4.93	5.05	5.15	5.10	25.12	2150.99	85.64			
9				5.20	5.05	5.13	4.95	5.00	4.98	25.50	2205.75	86.51			

Nota: Elaboración Propia

Figura 93

Curva de Resistencia en dados de Mortero 1:4 + Fibra V



Nota: Elaboración Propia

Tabla 80

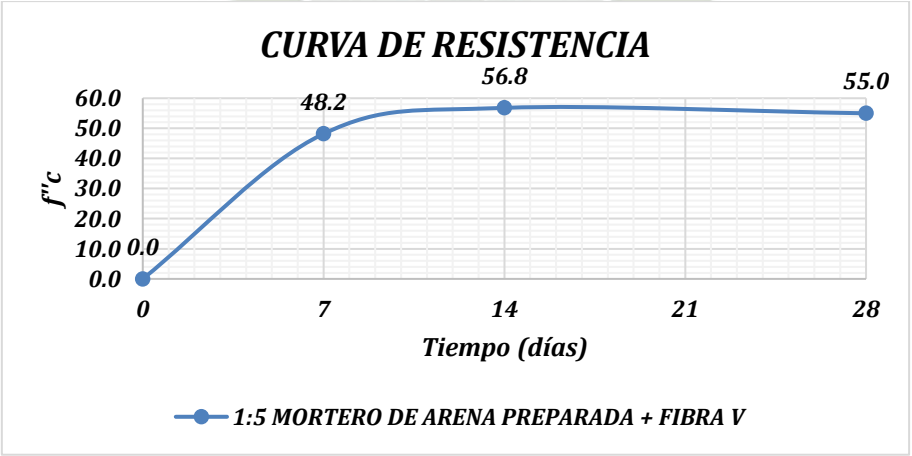
Compresión en dados de Mortero 1:5 + Fibra V

Relación a/c	1.650			1:5 MORTERO + FIBRA V										
ESPÉCIMEN	Fecha Vaciado	Fecha Rotura	Edad	LARGO			ANCHO			AREA (cm2)	CARGA MAX (kgf)	f'c (kgf/cm2)	f'c Promedio (kgf/cm2)	Desviación Estándar (σ n) (kgf/cm2)	f'c Característico (kgf/cm2)
				L1 (cm)	L2 (cm)	Lprom (cm)	L1 (cm)	L2 (cm)	Lprom (cm)						
1	20/10/2022	27/10/2022	7 días	5.10	5.20	5.15	5.10	5.00	5.05	26.01	1313.60	50.51	50.81	2.56	48.2
2				5.10	5.00	5.05	4.90	5.00	4.95	25.00	1351.94	54.08			
3				5.20	5.20	5.20	5.30	5.40	5.35	27.82	1330.53	47.83			
4	20/10/2022	03/11/2022	14días	5.10	5.00	5.05	5.10	5.00	5.05	25.50	1445.55	56.68	57.51	0.66	56.8
5				5.00	5.10	5.05	5.10	5.00	5.05	25.50	1486.75	58.30			
6				5.30	5.40	5.35	5.20	5.20	5.20	27.82	1600.75	57.54			
7	20/10/2022	17/11/2022	28días	4.95	4.95	4.95	5.20	5.00	5.10	25.25	1404.96	55.65	56.43	1.40	55.0
8				4.90	4.85	4.88	5.00	5.00	5.00	24.38	1423.42	58.40			
9				4.95	5.05	5.00	4.85	4.90	4.88	24.38	1346.84	55.25			

Nota: Elaboración Propia

Figura 94

Curva de Resistencia en dados de Mortero 1:5 + Fibra V



Nota: Elaboración Propia

Tabla 81

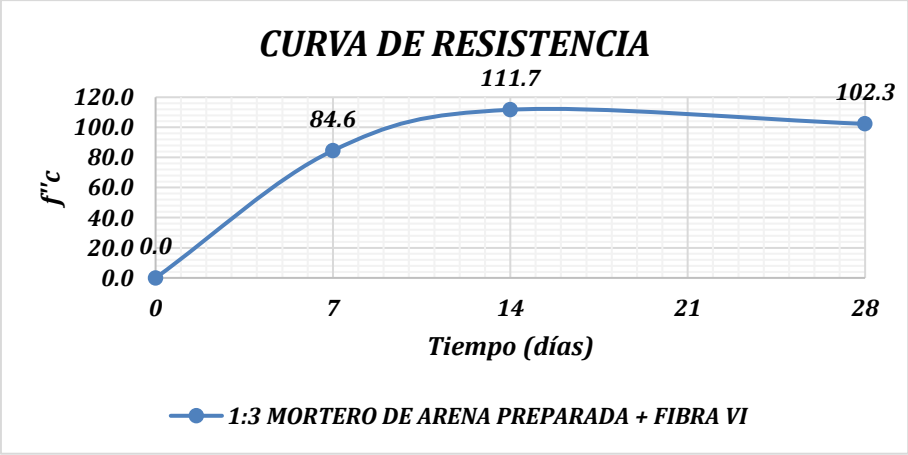
Compresión en dados de Mortero 1:3 + Fibra VI

Relación a/c	1.080			1:3 MORTERO + FIBRA VI											
ESPÉCIMEN	Fecha Vaciado	Fecha Rotura	Edad	LARGO			ANCHO			AREA (cm2)	CARGA MAX (kgf)	f'c (kgf/cm2)	f'c Promedio (kgf/cm2)	Desviación Estándar (σ n) (kgf/cm2)	f'c Característico (kgf/cm2)
				L1 (cm)	L2 (cm)	Lprom (cm)	L1 (cm)	L2 (cm)	Lprom (cm)						
1	21/10/2022	28/10/2022	7 días	5.10	5.10	5.10	5.00	5.00	5.00	25.50	2269.38	89.00	87.72	3.07	84.6
2				5.30	5.10	5.20	5.20	5.20	5.20	27.04	2257.45	83.49			
3				5.30	5.10	5.20	5.10	5.00	5.05	26.26	2381.24	90.68			
4	21/10/2022	04/11/2022	14días	5.10	5.30	5.20	5.10	5.30	5.20	27.04	3070.47	113.55	115.26	3.54	111.7
5				5.20	5.20	5.20	5.20	5.20	5.20	27.04	3029.47	112.04			
6				5.20	5.20	5.20	5.20	5.30	5.25	27.30	3280.94	120.18			
7	21/10/2022	18/11/2022	28días	5.25	5.30	5.28	5.35	5.25	5.30	27.96	2989.60	106.93	104.37	2.11	102.3
8				5.25	5.35	5.30	5.25	5.30	5.28	27.96	2919.14	104.41			
9				5.35	5.25	5.30	5.25	5.25	5.25	27.83	2831.55	101.76			

Nota: Elaboración Propia

Figura 95

Curva de Resistencia en dados de Mortero 1:3 + Fibra VI



Nota: Elaboración Propia

Tabla 82

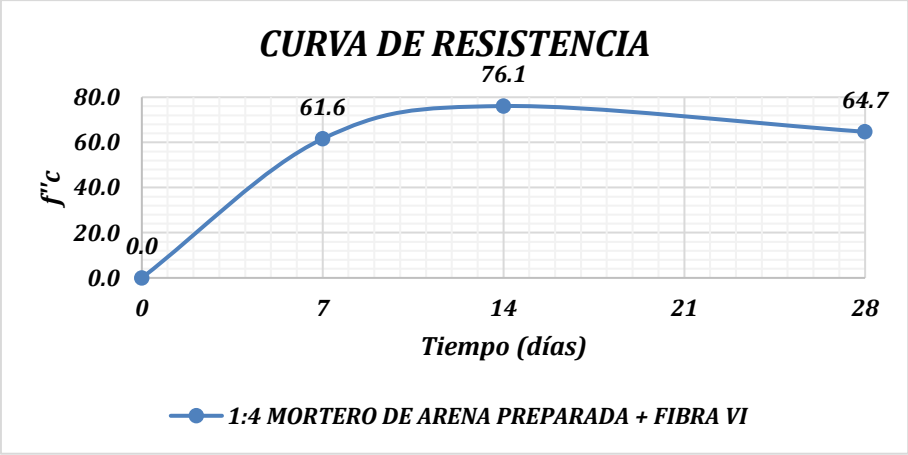
Compresión en dados de Mortero 1:4 + Fibra VI

Relación a/c	1.420			1:4 MORTERO + FIBRA VI										
ESPÉCIMEN	Fecha Vaciado	Fecha Rotura	Edad	LARGO			ANCHO			AREA (cm2)	CARGA MAX (kgf)	f'c (kgf/cm2)	f'c Promedio (kgf/cm2)	Desviación Estándar (σ n) (kgf/cm2)	f'c Característico (kgf/cm2)
				L1 (cm)	L2 (cm)	Lprom (cm)	L1 (cm)	L2 (cm)	Lprom (cm)						
1	21/10/2022	28/10/2022	7 días	5.00	5.00	5.00	4.90	4.80	4.85	24.25	1458.40	60.14	65.59	3.97	61.6
2				5.20	5.00	5.10	4.90	5.00	4.95	25.25	1695.07	67.14			
3				5.10	4.90	5.00	4.90	5.00	4.95	24.75	1719.75	69.48			
4	21/10/2022	04/11/2022	14días	5.10	5.00	5.05	5.00	4.90	4.95	25.00	1922.27	76.90	78.07	2.01	76.1
5				5.10	5.00	5.05	4.90	5.00	4.95	25.00	2022.40	80.90			
6				5.10	5.10	5.10	4.90	5.00	4.95	25.25	1929.20	76.42			
7	21/10/2022	18/11/2022	28días	5.10	5.25	5.18	5.10	5.25	5.18	26.78	1798.37	67.15	68.27	3.56	64.7
8				5.35	5.15	5.25	5.20	5.20	5.20	27.30	1762.78	64.57			
9				5.30	5.20	5.25	5.20	5.30	5.25	27.56	2014.25	7.77			

Nota: Elaboración Propia

Figura 96

Curva de Resistencia en dados de Mortero 1:4 + Fibra VI



Nota: Elaboración Propia

Tabla 83

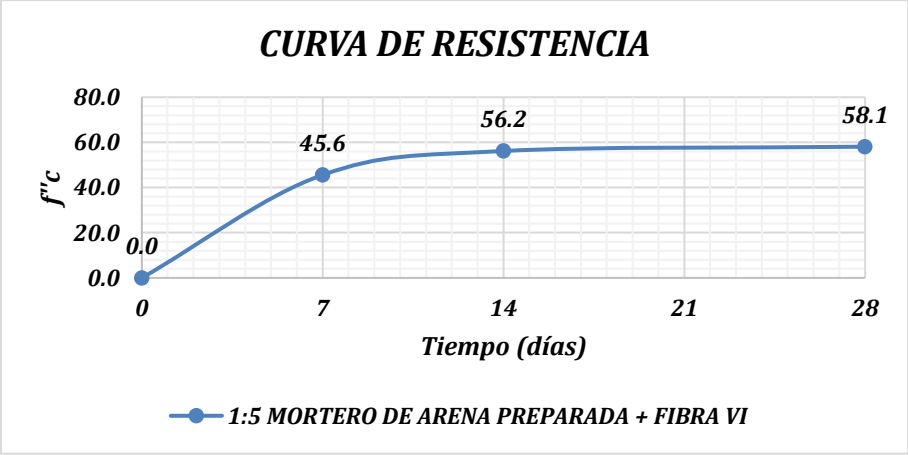
Compresión en dados de Mortero 1:5 + Fibra VI

Relación a/c	1.710			1:5 MORTERO + FIBRA VI											
ESPÉCIMEN	Fecha Vaciado	Fecha Rotura	Edad	LARGO			ANCHO			AREA (cm2)	CARGA MAX (kgf)	f'c (kgf/cm2)	f'c Promedio (kgf/cm2)	Desviación Estándar (σ n) (kgf/cm2)	f'c Característico (kgf/cm2)
				L1 (cm)	L2 (cm)	Lprom (cm)	L1 (cm)	L2 (cm)	Lprom (cm)						
1	21/10/2022	28/10/2022	7 días	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	25.00	1176.24	47.05	47.07	1.48	45.6
2				5.10	5.10	5.10	5.00	5.20	5.10	26.01	1177.47	45.27			
3				5.10	5.00	5.05	5.10	5.10	5.10	25.76	1259.04	48.89			
4	21/10/2022	04/11/2022	14días	5.00	5.00	5.00	4.90	4.90	4.90	24.50	1372.13	56.01	57.75	1.53	56.2
5				5.00	5.00	5.00	4.80	4.90	4.85	24.25	1394.46	57.50			
6				4.90	4.90	4.90	4.90	4.90	4.90	24.01	1434.13	59.73			
7	21/10/2022	18/11/2022	28días	5.10	5.15	5.13	5.30	5.30	5.30	27.16	1742.70	64.16	61.37	3.29	58.1
8				5.20	5.00	5.10	5.15	5.35	5.25	26.78	1519.48	56.75			
9				5.25	5.20	5.23	5.30	5.25	5.28	27.56	1742.08	63.21			

Nota: Elaboración Propia

Figura 97

Curva de Resistencia en dados de Mortero 1:5 + Fibra VI



Nota: Elaboración Propia

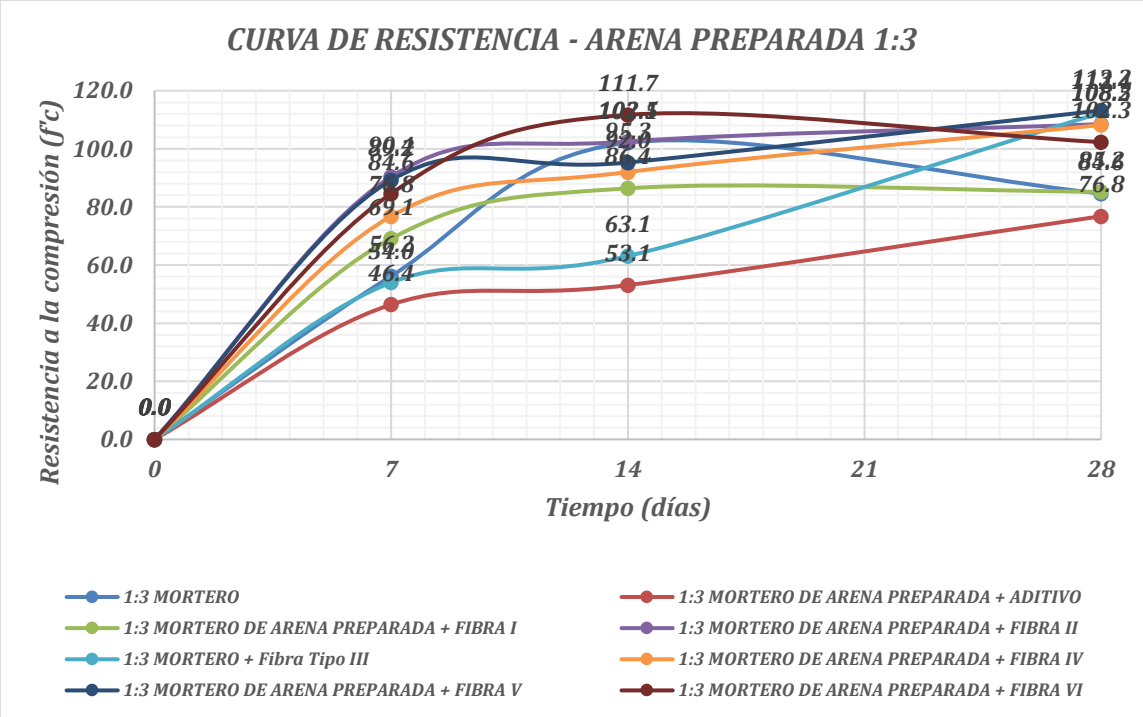
REPOSITORIO DE TESIS UCSM

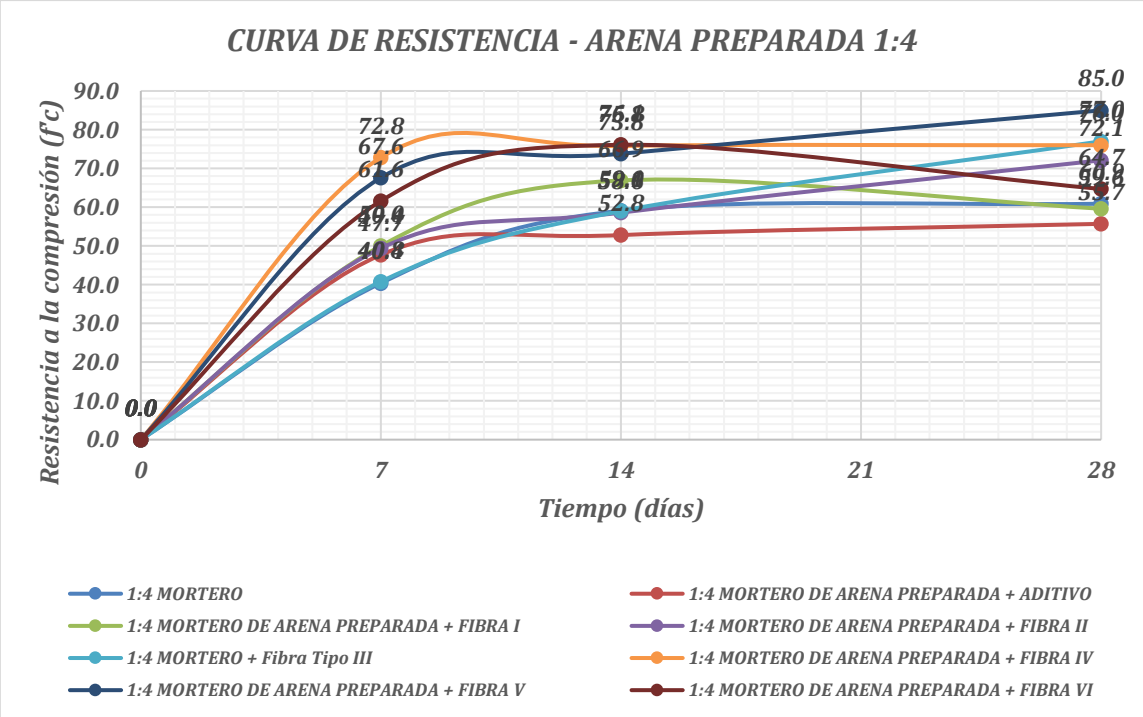
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

(1) Comparación de f'c

Figura 98

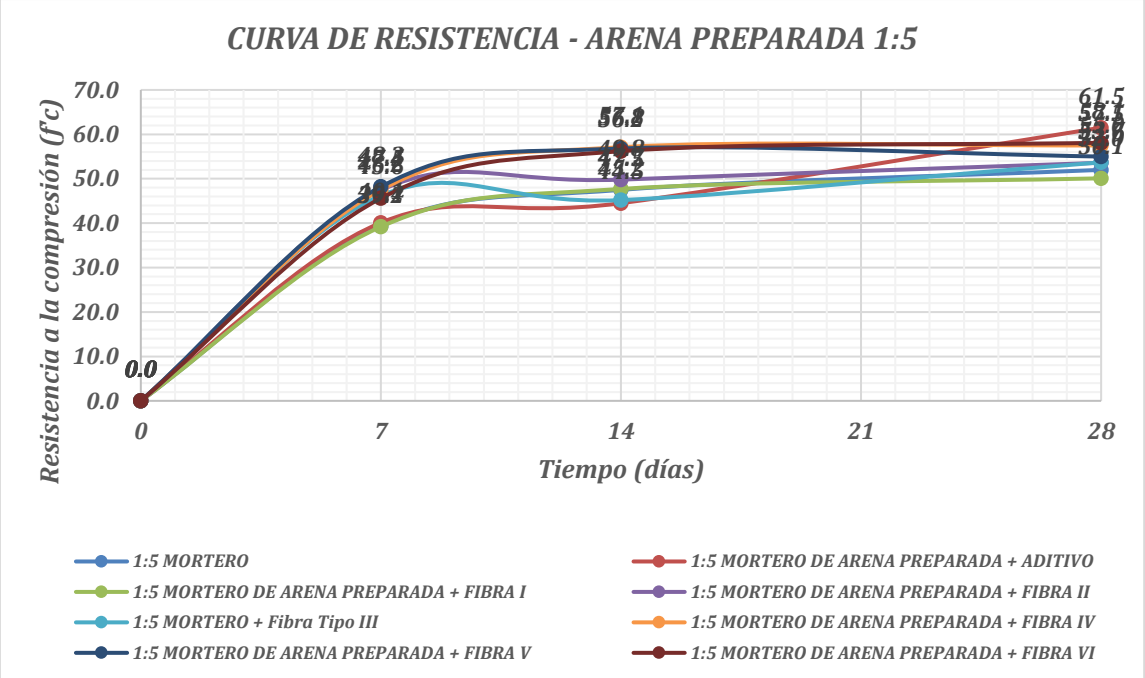
Comparación de f'c en dados de Mortero 1:3, 1:4, 1:5





Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA



Nota: Elaboración Propia

4.3. Prismas o pilas de albañilería

4.3.1. Ensayo de Cono de Abrams en Pila de Albañilería

El ensayo de Cono de Abrams se realizó de acuerdo a la NTP 339.035 y se obtuvo lo siguiente:

Tabla 84

Ensayo de Cono de Abrams en Pilas de Albañilería

Dosificación	SLUMP (plg)							
	Mortero	Mortero + Aditivo	Mortero + Fibra I	Mortero + Fibra II	Mortero + Fibra III	Mortero + Fibra IV	Mortero + Fibra V	Mortero + Fibra VI
1:3	7.5	4.0	2.0	7.0	1.5	4.3	6.8	4.3
1:4	3.5	5.0	1.5	2.3	1.0	3.5	3.3	2.3
1:5	8.5	8.0	8.8	8.3	5.7	7.0	7.1	6.5

Nota: Elaboración Propia

4.3.2. Ensayo de compresión simple en pilas

El ensayo de Compresión Simple en Pilas de Albañilería se realizó de acuerdo a la NTP 399.605. Los resultados fueron los siguientes:

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

Tabla 85

Compresión Simple en pilas de Albañilería

COMPRESIÓN SIMPLE EN PILAS DE ALBAÑILERÍA																					
DOSIFICACION	Espécimen	Fecha vaciada	Fecha rotura	Edad	LARGO			ANCHO			AREA (cm2)	Carga Max. (kgf)	f'm (kgf/cm2)	ALTURA			hp/tp	Factor de Corrección	f'm (kgf/cm2)	f'm prom (kgf/cm2)	Desviación Estándar (σn)	f'm Característico (kgf/cm2)
					L1 (cm)	L2 (cm)	Lprom (cm)	A1 (cm)	A2 (cm)	Aprom (cm)				H1 (cm)	H2 (cm)	Hprom (cm)						
1:3	1	02/05/23	30/05/23	28 días	23.50	23.60	23.55	13.70	13.70	13.70	322.64	30974.00	96.00	33.30	33.35	33.33	2.43	0.79	75.90	74.63	1.89	72.74
	2				23.80	23.70	23.75	13.60	13.70	13.65	324.19	29403.00	90.70	33.45	33.50	33.48	2.45	0.79	71.95			
	3				23.50	23.60	23.55	13.60	13.70	13.65	321.46	30809.00	95.84	33.45	33.50	33.48	2.45	0.79	76.03			
1:4	1	02/05/23	30/05/23	28 días	23.40	23.50	23.45	13.60	13.65	13.63	319.51	21527.00	67.38	33.40	33.40	33.40	2.45	0.79	53.44	55.28	2.55	52.73
	2				23.40	23.50	23.45	13.70	13.70	13.70	321.27	21709.00	67.57	33.45	33.45	33.45	2.44	0.79	53.51			
	3				23.40	23.40	23.40	13.60	13.70	13.65	319.41	23759.00	74.38	33.30	33.30	33.30	2.44	0.79	58.88			
1:5	1	25/10/22	22/11/22	28 días	23.60	23.50	23.55	13.70	13.70	13.70	322.64	24880.20	77.12	33.30	33.35	33.33	2.43	0.79	60.96	37.84	16.4	21.48
	2				23.50	23.60	23.55	13.70	13.80	13.75	323.81	10642.20	32.87	33.45	33.50	33.48	2.43	0.79	25.99			
	3				23.60	23.60	23.60	13.70	13.60	13.65	322.14	10782.00	33.47	33.45	33.50	33.48	2.45	0.79	26.55			

Nota: Elaboración Propia

Tabla 86

Compresión Simple en pilas de Albañilería + Aditivo

COMPRESIÓN SIMPLE EN PILAS DE ALBAÑILERÍA + ADITIVO																					
DOSIFICACION	Espécimen	Fecha vaciado	Fecha rotura	Edad	LARGO			ANCHO			AREA (cm2)	Carga Max. (kgf)	f'm (kgf/cm2)	ALTURA			hp/tp	Factor de Corrección	f'm (kgf/cm2)	f'm prom (kgf/cm2)	Desviación Estándar (σn)	f'm Característico (kgf/cm2)
					L1 (cm)	L2 (cm)	Lprom (cm)	A1 (cm)	A2 (cm)	Aprom (cm)				H1 (cm)	H2 (cm)	Hprom (cm)						
1:3	1	26/10/22	23/11/22	28 días	23.55	23.60	23.58	13.65	13.65	13.65	321.80	22401.00	69.61	33.25	33.25	33.25	2.44	0.79	55.06	45.93	10.3	35.68
	2				23.60	23.50	23.55	13.65	13.60	13.63	320.87	20701.60	64.52	33.30	33.30	33.30	2.44	0.79	51.11			
	3				23.70	23.60	23.65	13.60	13.60	13.60	321.64	12803.00	39.81	33.40	33.50	33.45	2.46	0.79	31.62			
1:4	1	26/10/22	23/11/22	28 días	23.40	23.50	23.45	13.70	13.60	13.65	320.09	15661.80	48.93	33.35	33.35	33.35	2.44	0.79	38.75	38.86	3.23	35.63
	2				23.50	23.50	23.50	13.70	13.70	13.70	321.95	17465.70	54.25	33.30	33.30	33.30	2.43	0.79	42.87			
	3				23.60	23.55	23.58	13.65	13.70	13.68	322.39	14258.20	44.23	33.25	33.25	33.25	2.43	0.79	34.96			
1:5	1	26/10/22	23/11/22	28 días	23.50	23.55	23.53	13.70	13.65	13.68	321.70	13674.10	42.51	33.35	33.35	33.35	2.44	0.79	33.64	35.61	2.40	33.21
	2				23.45	23.60	23.53	13.60	13.65	13.63	320.53	15779.50	49.23	33.30	33.30	33.30	2.44	0.79	39.00			
	3				23.65	23.65	23.65	13.60	13.70	13.65	322.82	13922.30	43.13	33.45	33.45	33.45	2.45	0.79	34.20			

Nota: Elaboración Propia

Tabla 87

Compresión Simple en pilas de Albañilería + Fibra I

COMPRESIÓN SIMPLE EN PILAS DE ALBAÑILERÍA + Fibra I																					
DOSIFICACION	Espécimen	Fecha vaciado	Fecha rotura	Edad	LARGO			ANCHO			AREA (cm2)	Carga Max. (kgf)	f'm (kgf/cm2)	ALTURA			hp/tp	Factor de Corrección	f'm (kgf/cm2)	f'm prom (kgf/cm2)	Desviación Estándar (σn)	f'm Característico (kgf/cm2)
					L1 (cm)	L2 (cm)	Lprom (cm)	A1 (cm)	A2 (cm)	Aprom (cm)				H1 (cm)	H2 (cm)	Hprom (cm)						
1:3	1	02/05/23	30/05/23	28 días	23.60	23.60	23.60	13.60	13.60	13.60	320.96	31346.00	97.66	33.30	33.30	33.30	2.45	0.79	77.43	74.80	1.98	72.81
	2				23.50	23.50	23.50	13.60	13.60	13.60	319.60	29985.00	93.82	33.25	33.25	33.25	2.44	0.79	74.33			
	3				23.50	23.60	23.55	13.50	13.60	13.55	319.10	29151.00	91.35	33.40	33.40	33.40	2.46	0.80	72.63			
1:4	1	02/05/23	30/05/23	28 días	23.50	23.50	23.50	13.60	13.60	13.60	319.60	12716.00	39.79	33.35	33.40	33.38	2.45	0.79	31.57	50.37	13.5	36.84
	2				23.40	23.50	23.45	13.50	13.60	13.55	317.75	25173.00	79.22	33.30	33.25	33.28	2.46	0.79	62.89			
	3				23.60	23.70	23.65	13.40	13.60	13.50	319.28	22725.00	71.18	33.35	33.35	33.35	2.47	0.80	56.65			
1:5	1	27/10/22	24/11/22	28 días	23.75	23.65	23.70	13.50	13.55	13.53	320.54	27484.70	85.74	33.30	33.30	33.30	2.46	0.79	68.14	61.12	7.68	53.44
	2				23.60	23.55	23.58	13.70	13.65	13.68	322.39	26430.10	81.98	33.25	33.25	33.25	2.43	0.79	64.80			
	3				23.75	23.70	23.73	13.70	13.65	13.68	324.44	20662.20	63.69	33.40	33.40	33.40	2.44	0.79	50.44			

Nota: Elaboración Propia

Tabla 88

Compresión Simple en pilas de Albañilería + Fibra II

COMPRESIÓN SIMPLE EN PILAS DE ALBAÑILERÍA + Fibra II																					
DOSIFICACION	Espécimen	Fecha vaciado	Fecha rotura	Edad	LARGO			ANCHO			AREA (cm2)	Carga Max. (kgf)	f'm (kgf/cm2)	ALTURA			hp/tp	Factor de Corrección	f'm (kgf/cm2)	f'm prom (kgf/cm2)	Desviación Estándar (σn)	f'm Característico (kgf/cm2)
					L1 (cm)	L2 (cm)	Lprom (cm)	A1 (cm)	A2 (cm)	Aprom (cm)				H1 (cm)	H2 (cm)	Hprom (cm)						
1:3	1	02/05/23	30/05/23	28 días	23.60	23.80	23.70	13.70	13.60	13.65	323.51	32641.00	100.90	33.35	33.30	33.33	2.44	0.79	79.89	80.23	4.61	75.62
	2				23.70	23.70	23.70	13.80	13.80	13.80	327.06	35732.00	109.25	33.25	33.30	33.28	2.41	0.79	86.04			
	3				23.50	23.50	23.50	13.70	13.80	13.75	323.13	30598.00	94.69	33.35	33.35	33.35	2.43	0.79	74.77			
1:4	1	02/05/23	30/05/23	28 días	23.60	23.60	23.60	13.50	13.60	13.55	319.78	26508.00	82.89	33.35	33.35	33.35	2.46	0.79	65.87	67.01	1.66	65.35
	2				23.60	23.70	23.65	13.60	13.60	13.60	321.64	26671.00	82.92	33.40	33.35	33.38	2.45	0.79	65.80			
	3				23.70	23.60	23.65	13.70	13.60	13.65	322.82	28262.00	87.55	33.35	33.40	33.38	2.45	0.79	69.36			
1:5	1	28/10/22	25/11/22	28 días	23.60	23.70	23.65	13.75	13.75	13.75	325.19	19203.30	59.05	33.35	33.30	33.33	2.42	0.79	46.61	60.42	9.77	50.65
	2				23.55	23.60	23.58	13.60	13.75	13.68	322.39	27249.80	84.52	33.25	33.30	33.28	2.43	0.79	66.83			
	3				23.50	23.40	23.45	13.65	13.65	13.65	320.09	27408.80	85.63	33.35	33.35	33.35	2.44	0.79	67.82			

Nota: Elaboración Propia

Tabla 89

Compresión Simple en pilas de Albañilería + Fibra III

COMPRESIÓN SIMPLE EN PILAS DE ALBAÑILERÍA + Fibra III																					
DOSIFICACION	Espécimen	Fecha vaciado	Fecha rotura	Edad	LARGO			ANCHO			AREA (cm2)	Carga Max. (kgf)	f'm (kgf/cm2)	ALTURA			hp/tp	Factor de Corrección	f'm (kgf/cm2)	f'm prom (kgf/cm2)	Desviación Estándar (σn)	f'm Característico (kgf/cm2)
					L1 (cm)	L2 (cm)	Lprom (cm)	A1 (cm)	A2 (cm)	Aprom (cm)				H1 (cm)	H2 (cm)	Hprom (cm)						
1:3	1	02/05/23	30/05/23	28 días	23.60	23.60	23.60	13.80	13.70	13.75	324.50	33125.00	102.08	33.25	33.30	33.28	2.42	0.79	80.52	66.39	10.8	55.64
	2				23.70	23.70	23.70	13.70	13.70	13.70	324.69	26361.00	81.19	33.30	33.30	33.30	2.43	0.79	64.16			
	3				23.50	23.50	23.50	13.70	13.70	13.70	321.95	22184.00	68.91	33.30	33.35	33.33	2.43	0.79	54.47			
1:4	1	02/05/23	30/05/23	28 días	23.60	23.70	23.65	13.50	13.70	13.60	321.64	24401.00	75.86	33.50	33.50	33.50	2.46	0.79	60.30	58.79	1.14	57.66
	2				23.40	23.50	23.45	13.60	13.70	13.65	320.09	23227.00	72.56	33.45	33.45	33.45	2.45	0.79	57.55			
	3				23.50	23.60	23.55	13.70	13.60	13.65	321.46	23733.00	73.83	33.45	33.40	33.43	2.45	0.79	58.53			
1:5	1	31/10/22	28/11/22	28 días	23.70	23.60	23.65	13.80	13.85	13.83	326.96	22494.90	68.80	33.25	33.30	33.28	2.41	0.79	54.14	50.11	3.98	46.13
	2				23.65	23.60	23.63	13.80	13.65	13.73	324.25	21145.50	65.21	33.30	33.30	33.30	2.43	0.79	51.50			
	3				23.75	23.60	23.68	13.80	13.70	13.75	325.53	18433.20	56.62	33.30	33.35	33.33	2.42	0.79	44.69			

Nota: Elaboración Propia

Tabla 90

Compresión Simple en pilas de Albañilería + Fibra IV

COMPRESIÓN SIMPLE EN PILAS DE ALBAÑILERÍA + Fibra IV																					
DOSIFICACION	Espécimen	Fecha vaciado	Fecha rotura	Edad	LARGO			ANCHO			AREA (cm2)	Carga Max. (kgf)	f'm (kgf/cm2)	ALTURA			hp/tp	Factor de Corrección	f'm (kgf/cm2)	f'm prom (kgf/cm2)	Desviación Estándar (σn)	f'm Característico (kgf/cm2)
					L1 (cm)	L2 (cm)	Lprom (cm)	A1 (cm)	A2 (cm)	Aprom (cm)				H1 (cm)	H2 (cm)	Hprom (cm)						
1:3	1	02/05/23	30/05/23	28 días	23.60	23.70	23.65	13.80	13.70	13.75	325.19	29600.00	91.02	33.45	33.45	33.45	2.43	0.79	71.96	72.88	0.69	72.19
	2				23.80	23.80	23.80	13.80	13.70	13.75	327.25	30253.00	92.45	33.40	33.40	33.40	2.43	0.79	73.04			
	3				23.70	23.60	23.65	13.60	13.80	13.70	324.01	30158.00	93.08	33.35	33.40	33.38	2.44	0.79	73.63			
1:4	1	02/05/23	30/05/23	28 días	23.50	23.60	23.55	13.60	13.50	13.55	319.10	20948.00	65.65	33.55	33.55	33.55	2.48	0.80	52.30	62.27	7.09	55.17
	2				23.50	23.60	23.55	13.60	13.60	13.60	320.28	27482.00	85.81	33.50	33.50	33.50	2.46	0.79	68.20			
	3				23.60	23.60	23.60	13.70	13.60	13.65	322.14	26921.00	83.57	33.45	33.50	33.48	2.45	0.79	66.30			
1:5	1	02/11/22	30/11/22	28 días	23.60	23.65	23.63	13.75	13.70	13.73	324.25	28007.00	86.37	33.45	33.45	33.45	2.44	0.79	68.34	59.37	8.67	50.70
	2				23.70	23.60	23.65	13.70	13.70	13.70	324.01	25442.60	78.53	33.40	33.40	33.40	2.44	0.79	62.14			
	3				23.55	23.60	23.58	13.70	13.70	13.70	322.98	19453.80	60.23	33.35	33.40	33.38	2.44	0.79	47.65			

Nota: Elaboración Propia

Tabla 91

Compresión Simple en pilas de Albañilería + Fibra V

COMPRESIÓN SIMPLE EN PILAS DE ALBAÑILERÍA + Fibra V																					
DOSIFICACION	Espécimen	Fecha vaciado	Fecha rotura	Edad	LARGO			ANCHO			AREA (cm2)	Carga Max. (kgf)	f'm (kgf/cm2)	ALTURA			hp/tp	Factor de Corrección	f'm (kgf/cm2)	f'm prom (kgf/cm2)	Desviación Estándar (σn)	f'm Característico (kgf/cm2)
					L1 (cm)	L2 (cm)	Lprom (cm)	A1 (cm)	A2 (cm)	Aprom (cm)				H1 (cm)	H2 (cm)	Hprom (cm)						
1:3	1	02/05/23	30/05/23	28 días	23.60	23.60	23.60	13.70	13.70	13.70	323.32	25272.00	78.16	33.40	33.40	33.40	2.44	0.79	61.85	69.71	5.81	63.89
	2				23.60	23.60	23.60	13.70	13.60	13.65	322.14	29056.00	90.20	33.45	33.45	33.45	2.45	0.79	71.53			
	3				23.50	23.60	23.55	13.60	13.50	13.55	319.10	30378.00	95.20	33.45	33.45	33.45	2.47	0.80	75.74			
1:4	1	02/05/23	30/05/23	28 días	23.40	23.50	23.45	13.70	13.70	13.70	321.27	21078.00	65.61	33.45	33.45	33.45	2.44	0.79	51.95	56.60	3.39	53.21
	2				23.50	23.60	23.55	13.70	13.60	13.65	321.46	24301.00	75.60	33.45	33.45	33.45	2.45	0.79	59.95			
	3				23.40	23.50	23.45	13.70	13.80	13.75	322.44	23640.00	73.32	33.35	33.35	33.35	2.43	0.79	57.89			
1:5	1	03/11/22	01/12/22	28 días	23.75	23.70	23.73	13.70	13.75	13.73	325.63	21831.00	67.04	33.40	33.40	33.40	2.43	0.79	53.01	62.36	13.6	48.75
	2				23.60	23.50	23.55	13.65	13.80	13.73	323.22	21435.70	66.32	33.45	33.45	33.45	2.44	0.79	52.47			
	3				23.55	23.65	23.60	13.65	13.70	13.68	322.73	33231.50	102.97	33.45	33.45	33.45	2.45	0.79	81.60			

Nota: Elaboración Propia

Tabla 92

Compresión Simple en pilas de Albañilería + Fibra VI

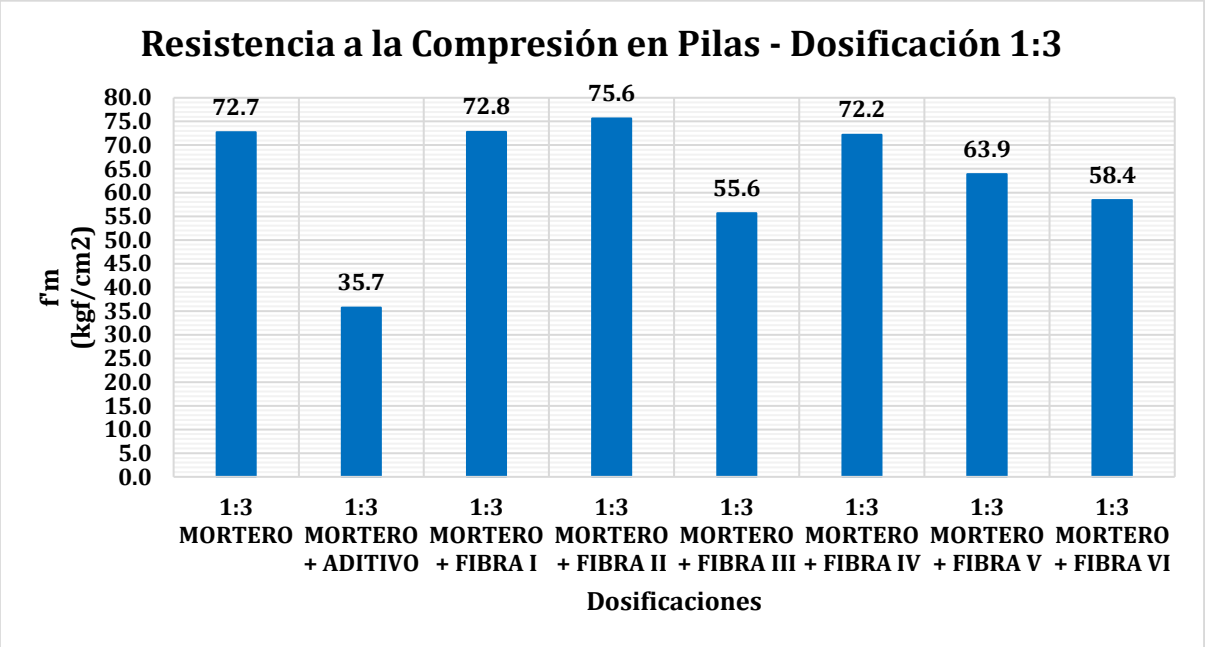
COMPRESIÓN SIMPLE EN PILAS DE ALBAÑILERÍA + Fibra VI																					
DOSIFICACION	Espécimen	Fecha vaciado	Fecha rotura	Edad	LARGO			ANCHO			AREA (cm2)	Carga Max. (kgf)	f'm (kgf/cm2)	ALTURA			hp/tp	Factor de Corrección	f'm (kgf/cm2)	f'm prom (kgf/cm2)	Desviación Estándar (σn)	f'm Característico (kgf/cm2)
					L1 (cm)	L2 (cm)	Lprom (cm)	A1 (cm)	A2 (cm)	Aprom (cm)				H1 (cm)	H2 (cm)	Hprom (cm)						
1:3	1	02/05/23	30/05/23	28 días	23.60	23.70	23.65	13.70	13.80	13.75	325.19	23715.00	72.93	33.30	33.30	33.30	2.42	0.79	57.54	63.50	5.06	58.43
	2				23.80	23.80	23.80	13.60	13.60	13.60	323.68	28564.00	88.25	33.25	33.25	33.25	2.44	0.79	69.92			
	3				23.60	23.60	23.60	13.80	13.70	13.75	324.50	25928.00	79.90	33.25	33.30	33.28	2.42	0.79	63.03			
1:4	1	02/05/23	30/05/23	28 días	23.70	23.60	23.65	13.80	13.70	13.75	325.19	25478.00	78.35	33.35	33.35	33.35	2.43	0.79	61.86	64.38	2.05	62.33
	2				23.60	23.50	23.55	13.50	13.60	13.55	319.10	26845.00	84.13	33.40	33.40	33.40	2.46	0.80	66.89			
	3				23.50	23.60	23.55	13.70	13.60	13.65	321.46	26151.00	81.35	33.30	33.30	33.30	2.44	0.79	64.39			
1:5	1	04/11/22	02/12/22	28 días	23.50	23.55	23.53	13.65	13.60	13.63	320.53	24735.40	77.17	33.30	33.30	33.30	2.44	0.79	61.13	60.73	5.82	54.91
	2				23.50	23.45	23.48	13.60	13.60	13.60	319.26	21520.40	67.41	33.25	33.25	33.25	2.44	0.79	53.41			
	3				23.60	23.60	23.60	13.65	13.70	13.68	322.73	27613.80	85.56	33.25	33.30	33.28	2.43	0.79	67.65			

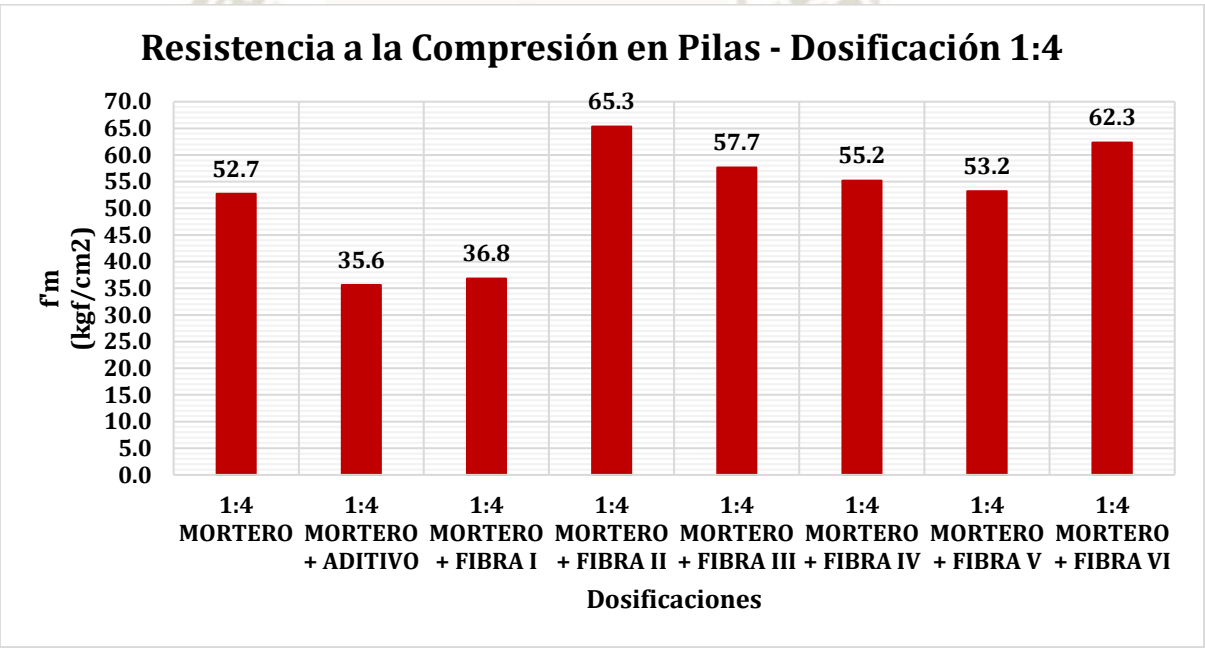
Nota: Elaboración Propia

REPOSITORIO DE TESIS UCSM
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Figura 99

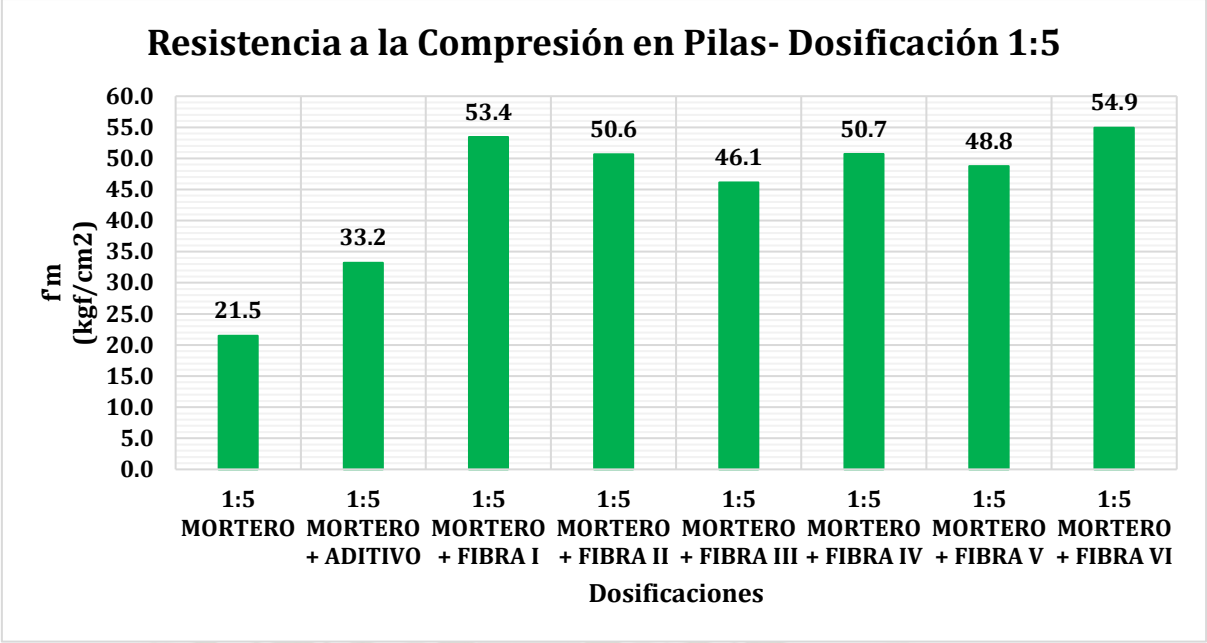
Resistencia a la Compresión en Pilas de Albañilería





Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

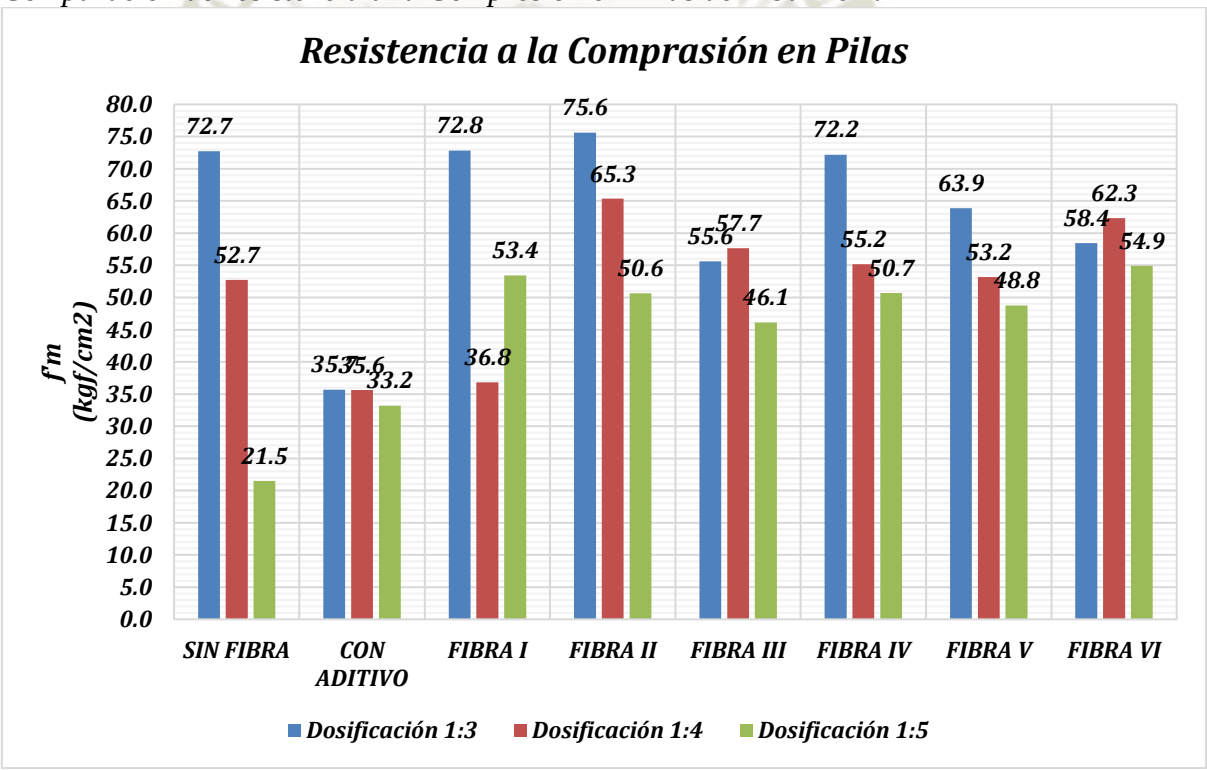
REPOSITORIO DE TESIS UCSM
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA



Nota: Elaboración Propia

Figura 100

Comparación de resistencia a la Compresión en Pilas de Albañilería



Nota: Elaboración Propia

4.3.3. Ensayo de fuerza de unión ladrillo-mortero

El ensayo de Fuerza-Unión para las Pilas de Albañilería se realizó para las diferentes dosificaciones. Los resultados fueron los siguientes:

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

Tabla 93

Fuerza - Unión en pilas de Albañilería

FUERZA UNION EN PILAS DE ALBAÑILERÍA																			
DOSIFICACION	Espécimen	Fecha vaciado	Fecha rotura	Edad	BASE 1					BASE 2					ÁREA PROMEDIO (cm2)	CARGA MÁXIMA (kgf)	τ (kgf/cm2)	τ Promedio	Desviación Estándar (σn)	τ (kgf/cm2) Característico
					LARGO		ANCHO		AREA (cm2)	LARGO		ANCHO		AREA (cm2)						
					L1 (cm)	L2 (cm)	A1 (cm)	A2 (cm)		L1 (cm)	L2 (cm)	A1 (cm)	A2 (cm)							
1:3	1	02/05/23	30/05/23	28 días	23.50	23.50	13.70	13.80	323.13	23.60	23.65	13.60	13.55	320.71	321.92	1270.57	1.97	2.43	0.87	1.6
	2				23.70	23.65	13.65	13.50	321.39	23.75	23.55	13.50	13.55	319.87	320.63	2344.12	3.66			
	3				23.50	23.55	13.65	13.60	320.53	23.80	23.75	13.70	13.60	324.53	322.53	1078.04	1.67			
1:4	1	02/05/23	30/05/23	28 días	23.65	23.50	13.55	13.50	318.85	23.50	23.55	13.50	13.60	318.76	318.81	1268.63	1.99	3.16	1.28	1.9
	2				23.55	23.60	13.65	13.65	321.80	23.70	23.80	13.50	13.55	321.22	321.51	3179.37	4.94			
	3				23.80	23.70	13.65	13.55	323.00	23.50	23.60	13.65	13.60	320.87	321.93	1643.17	2.55			
1:5	1	25/10/22	22/11/22	28 días	23.50	23.65	13.70	13.55	321.21	23.65	23.65	13.70	13.65	323.41	322.31	2327.91	3.61	3.06	0.64	2.4
	2				23.65	23.75	13.65	13.60	322.91	23.50	23.65	13.65	13.70	322.39	322.65	1396.60	2.16			
	3				23.65	23.60	13.65	13.70	323.07	23.60	23.60	13.55	13.60	320.37	321.72	2193.21	3.41			

Nota: Elaboración Propia

Tabla 94

Fuerza - Unión en pilas de Albañilería + Aditivo

FUERZA UNION EN PILAS DE ALBAÑILERÍA + ADITIVO																			
DOSIFICACION	Espécimen	Fecha vaciado	Fecha rotura	Edad	BASE 1					BASE 2					ÁREA PROMEDIO (cm2)	CARGA MÁXIMA (kgf)	τ (kgf/cm2)	τ Promedio	Desviación Estándar (σn)	τ (kgf/cm2) Característico
					LARGO		ANCHO		AREA (cm2)	LARGO		ANCHO		AREA (cm2)						
					L1 (cm)	L2 (cm)	A1 (cm)	A2 (cm)		L1 (cm)	L2 (cm)	A1 (cm)	A2 (cm)							
1:3	1	26/10/22	23/11/22	28 días	23.55	23.50	13.60	13.65	320.53	23.60	23.55	13.65	13.60	321.21	320.87	1529.47	2.38	2.31	0.29	2.0
	2				23.50	23.60	13.75	13.65	322.64	23.50	23.60	13.60	13.65	320.87	321.75	1237.22	1.92			
	3				23.55	23.70	13.65	13.70	323.07	23.65	23.65	13.65	13.65	322.82	322.95	1685.28	2.61			
1:4	1	26/10/22	23/11/22	28 días	23.60	23.65	13.80	13.75	325.43	23.55	23.60	13.65	13.60	321.21	323.32	1234.06	1.91	1.91	0.01	1.9
	2				23.55	23.60	13.70	13.75	323.57	23.55	23.55	13.70	13.65	322.05	322.81	1236.41	1.92			
	3				23.50	23.70	13.65	13.55	320.96	23.65	23.60	13.60	13.70	322.48	321.72	1217.13	1.89			
1:5	1	26/10/22	23/11/22	28 días	23.45	23.55	13.65	13.60	320.19	23.65	23.75	13.70	13.85	326.47	323.33	1402.62	2.17	1.95	0.16	1.8
	2				23.65	23.65	13.65	13.70	323.41	23.60	23.55	13.55	13.70	321.21	322.31	1239.87	1.92			
	3				23.55	23.60	13.55	13.85	322.98	23.60	23.65	13.70	13.70	323.66	323.32	1144.63	1.77			

Nota: Elaboración Propia

Tabla 95

Fuerza - Unión en pilas de Albañilería + Fibra I

FUERZA UNION EN PILAS DE ALBAÑILERÍA + FIBRA I																			
DOSIFICACION	Espécimen	Fecha vaciado	Fecha rotura	Edad	BASE 1					BASE 2					ÁREA PROMEDIO (cm2)	CARGA MÁXIMA (kgf)	τ (kgf/cm2)	τ Promedio	Desviación Estándar (σn)	τ (kgf/cm2) Característico
					LARGO		ANCHO		AREA (cm2)	LARGO		ANCHO		AREA (cm2)						
					L1 (cm)	L2 (cm)	A1 (cm)	A2 (cm)		L1 (cm)	L2 (cm)	A1 (cm)	A2 (cm)							
1:3	1	02/05/23	30/05/23	28 días	23.50	23.85	13.70	13.60	323.16	23.60	23.50	13.70	13.60	321.46	322.31	4995.20	7.75	7.21	1.82	5.4
	2				23.65	23.55	13.65	13.70	322.73	23.70	23.60	13.80	13.80	326.37	324.55	5917.60	9.12			
	3				23.50	23.55	13.60	13.70	321.12	23.55	23.50	13.70	13.80	323.47	322.29	3062.50	4.75			
1:4	1	02/05/23	30/05/23	28 días	23.55	23.60	13.65	13.70	322.39	23.75	23.70	13.75	13.70	325.63	324.01	3190.59	4.92	4.13	0.87	3.3
	2				23.55	23.50	13.60	13.60	319.94	23.50	23.55	13.60	13.65	320.53	320.23	1868.73	2.92			
	3				23.65	23.75	13.70	13.75	325.28	23.65	23.60	13.70	13.75	324.25	324.77	2957.79	4.55			
1:5	1	27/10/22	24/11/22	28 días	23.60	23.50	13.50	13.50	317.93	23.75	23.70	13.70	13.70	325.03	321.48	1351.33	2.10	4.45	1.68	2.8
	2				23.50	23.60	13.60	13.60	320.28	23.80	23.85	13.70	13.85	328.19	324.23	3856.57	5.95			
	3				23.70	23.65	13.70	13.75	324.94	23.65	23.60	13.60	13.60	321.30	323.12	3434.51	5.31			

Nota: Elaboración Propia

Tabla 96

Fuerza - Unión en pilas de Albañilería + Fibra II

FUERZA UNION EN PILAS DE ALBAÑILERÍA + FIBRA II																			
DOSIFICACION	Espécimen	Fecha vaciado	Fecha rotura	Edad	BASE 1					BASE 2					ÁREA PROMEDIO (cm2)	CARGA MÁXIMA (kgf)	τ (kgf/cm2)	τ Promedio	Desviación Estándar (σn)	τ (kgf/cm2) Característico
					LARGO		ANCHO		AREA (cm2)	LARGO		ANCHO		AREA (cm2)						
					L1 (cm)	L2 (cm)	A1 (cm)	A2 (cm)		L1 (cm)	L2 (cm)	A1 (cm)	A2 (cm)							
1:3	1	02/05/23	30/05/23	28 días	23.60	23.55	13.60	13.55	320.03	23.75	23.60	13.65	13.60	322.57	321.30	2635.76	4.10	4.23	0.78	3.5
	2				23.70	23.75	13.70	13.60	323.85	23.60	23.65	13.65	13.70	323.07	323.46	2165.16	3.35			
	3				23.50	23.45	13.60	13.55	318.67	23.70	23.70	13.75	13.70	325.28	321.98	3377.14	5.24			
1:4	1	02/05/23	30/05/23	28 días	23.50	23.60	13.60	13.65	320.87	23.60	23.65	13.65	13.80	324.25	322.56	2512.48	3.89	3.68	0.91	2.8
	2				23.60	23.70	13.65	13.50	321.05	23.80	23.65	13.70	13.60	323.85	322.45	3015.91	4.68			
	3				23.70	23.65	13.75	13.70	324.94	23.80	23.75	13.60	13.75	325.12	325.03	1609.21	2.48			
1:5	1	28/10/22	25/11/22	28 días	23.70	23.60	13.70	13.70	324.01	23.50	23.65	13.70	13.70	322.98	323.49	1134.74	1.75	2.92	1.41	1.5
	2				23.50	23.60	13.70	13.65	322.05	23.50	23.45	13.65	13.70	321.02	321.53	3148.17	4.90			
	3				23.80	23.60	13.60	13.70	323.51	23.65	23.65	13.75	13.70	324.60	324.05	1360.30	2.10			

Nota: Elaboración Propia

Tabla 97

Fuerza - Unión en pilas de Albañilería + Fibra III

FUERZA UNION EN PILAS DE ALBAÑILERÍA + FIBRA III																			
DOSIFICACION	Espécimen	Fecha vaciado	Fecha rotura	Edad	BASE 1					BASE 2					ÁREA PROMEDIO (cm2)	CARGA MÁXIMA (kgf)	τ (kgf/cm2)	τ Promedio	Desviación Estándar (σn)	τ (kgf/cm2) Característico
					LARGO		ANCHO		AREA (cm2)	LARGO		ANCHO		AREA (cm2)						
					L1 (cm)	L2 (cm)	A1 (cm)	A2 (cm)		L1 (cm)	L2 (cm)	A1 (cm)	A2 (cm)							
1:3	1	02/05/23	30/05/23	28 días	23.60	23.65	13.70	13.70	323.66	23.80	23.75	13.70	13.80	326.91	325.28	2905.38	4.47	5.42	1.10	4.3
	2				23.65	23.70	13.75	13.70	324.94	23.65	23.55	13.60	13.60	320.96	322.95	3117.99	4.83			
	3				23.70	23.65	13.70	13.70	324.35	23.55	23.65	13.50	13.60	319.78	322.06	4483.90	6.96			
1:4	1	02/05/23	30/05/23	28 días	23.65	23.70	13.70	13.75	324.94	23.60	23.70	13.60	13.75	323.41	324.18	4908.50	7.57	5.96	1.26	4.7
	2				23.65	23.55	13.65	13.75	323.32	23.70	23.65	13.60	13.65	322.57	322.95	2900.07	4.49			
	3				23.50	23.55	13.70	13.75	322.88	23.70	23.60	13.75	13.70	324.60	323.74	3765.10	5.82			
1:5	1	31/10/22	28/11/22	28 días	23.80	23.70	13.75	13.70	325.97	23.70	23.75	13.75	13.70	325.63	325.80	1830.19	2.81	3.34	0.38	3.0
	2				23.75	23.70	13.65	13.70	324.44	23.65	23.60	13.70	13.65	323.07	323.76	2274.27	3.51			
	3				23.70	23.50	13.80	13.75	325.09	23.60	23.65	13.70	13.80	324.84	324.97	2399.09	3.69			

Nota: Elaboración Propia

Tabla 98

Fuerza - Unión en pilas de Albañilería + Fibra IV

FUERZA UNION EN PILAS DE ALBAÑILERÍA + FIBRA IV																			
DOSIFICACION	Espécimen	Fecha vaciado	Fecha rotura	Edad	BASE 1					BASE 2					ÁREA PROMEDIO (cm2)	CARGA MÁXIMA (kgf)	τ (kgf/cm2)	τ Promedio	Desviación Estándar (σn)	τ (kgf/cm2) Característico
					LARGO		ANCHO		AREA (cm2)	LARGO		ANCHO		AREA (cm2)						
					L1 (cm)	L2 (cm)	A1 (cm)	A2 (cm)		L1 (cm)	L2 (cm)	A1 (cm)	A2 (cm)							
1:3	1	02/05/23	30/05/23	28 días	23.65	23.70	13.70	13.60	323.16	23.65	23.60	13.70	13.75	324.25	323.71	4710.30	7.28	5.92	1.56	4.4
	2				23.50	23.65	13.60	13.60	320.62	23.55	23.50	13.65	13.70	321.70	321.16	2395.00	3.73			
	3				23.60	23.80	13.75	13.60	324.10	23.60	23.60	13.65	13.70	322.73	323.41	4360.90	6.74			
1:4	1	02/05/23	30/05/23	28 días	23.55	23.50	13.70	13.70	322.29	23.50	23.60	13.65	13.70	322.05	322.17	4527.40	7.03	5.81	0.96	4.9
	2				23.60	23.65	13.70	13.65	323.07	23.60	23.70	13.80	13.75	325.78	324.43	3035.18	4.68			
	3				23.70	23.65	13.75	13.60	323.76	23.60	23.75	13.65	13.80	324.94	324.35	3721.15	5.74			
1:5	1	02/11/22	30/11/22	28 días	23.60	23.65	13.70	13.50	321.30	23.50	23.60	13.60	13.75	322.05	321.67	2277.17	3.54	4.12	0.41	3.7
	2				23.55	23.65	13.70	13.65	322.73	23.70	23.75	13.70	13.65	324.44	323.58	2830.63	4.37			
	3				23.65	23.75	13.70	13.70	324.69	23.70	23.60	13.55	13.65	321.64	323.17	2870.40	4.44			

Nota: Elaboración Propia

Tabla 99

Fuerza - Unión en pilas de Albañilería + Fibra V

FUERZA UNION EN PILAS DE ALBAÑILERÍA + FIBRA V																			
DOSIFICACION	Espécimen	Fecha vaciado	Fecha rotura	Edad	BASE 1					BASE 2					ÁREA PROMEDIO (cm2)	CARGA MÁXIMA (kgf)	τ (kgf/cm2)	τ Promedio	Desviación Estándar (σn)	τ (kgf/cm2) Característico
					LARGO		ANCHO		AREA (cm2)	LARGO		ANCHO		AREA (cm2)						
					L1 (cm)	L2 (cm)	A1 (cm)	A2 (cm)		L1 (cm)	L2 (cm)	A1 (cm)	A2 (cm)							
1:3	1	02/05/23	30/05/23	28 días	23.60	23.65	13.80	13.75	325.43	23.70	23.65	13.80	13.75	326.12	325.78	7232.60	11.1	10.31	0.58	9.7
	2				23.70	23.70	13.65	13.70	324.10	23.60	23.65	13.70	13.75	324.25	324.18	6543.80	10.1			
	3				23.65	23.55	13.65	13.65	322.14	23.65	23.70	13.80	13.75	326.12	324.13	6310.80	9.73			
1:4	1	02/05/23	30/05/23	28 días	23.75	23.65	13.75	13.80	326.47	23.60	23.60	13.70	13.70	323.32	324.89	4041.54	6.22	5.54	0.86	4.7
	2				23.65	23.60	13.65	13.70	323.07	23.65	23.75	13.75	13.70	325.28	324.18	3928.66	6.06			
	3				23.70	23.65	13.70	13.75	324.94	23.60	23.65	13.70	13.75	324.25	324.60	2811.36	4.33			
1:5	1	03/11/22	01/12/22	28 días	23.70	23.75	13.80	13.80	327.41	23.75	23.80	13.80	13.75	327.50	327.45	2453.95	3.75	4.49	0.78	3.7
	2				23.75	23.60	13.70	13.70	324.35	23.65	23.65	13.70	13.70	324.01	324.18	2694.40	4.16			
	3				23.60	23.50	13.60	13.60	320.28	23.60	23.65	13.70	13.75	324.25	322.27	3588.28	5.57			

Nota: Elaboración Propia

Tabla 100

Fuerza - Unión en pilas de Albañilería + Fibra VI

FUERZA UNION EN PILAS DE ALBAÑILERÍA + FIBRA VI																			
DOSIFICACION	Espécimen	Fecha vaciado	Fecha rotura	Edad	BASE 1					BASE 2					ÁREA PROMEDIO (cm2)	CARGA MÁXIMA (kgf)	τ (kgf/cm2)	τ Promedio	Desviación Estándar (σn)	τ (kgf/cm2) Característico
					LARGO		ANCHO		AREA (cm2)	LARGO		ANCHO		AREA (cm2)						
					L1 (cm)	L2 (cm)	A1 (cm)	A2 (cm)		L1 (cm)	L2 (cm)	A1 (cm)	A2 (cm)							
1:3	1	02/05/23	30/05/23	28 días	23.60	23.70	13.75	13.70	324.60	23.80	23.75	13.70	13.75	326.31	325.45	2942.08	4.52	5.95	1.05	4.9
	2				23.55	23.55	13.70	13.65	322.05	23.65	23.60	13.70	13.80	324.84	323.45	4113.30	6.36			
	3				23.65	23.60	13.70	13.70	323.66	23.60	23.65	13.70	13.70	323.66	323.66	4519.50	6.98			
1:4	1	02/05/23	30/05/23	28 días	23.55	23.55	13.60	13.60	320.28	23.60	23.60	13.70	13.70	323.32	321.80	3651.91	5.67	5.80	0.36	5.4
	2				23.50	23.65	13.65	13.70	322.39	23.60	23.65	13.70	13.60	322.48	322.43	4053.98	6.29			
	3				23.55	23.60	13.60	13.65	321.21	23.60	23.70	13.70	13.65	323.41	322.31	3506.19	5.44			
1:5	1	04/11/22	02/12/22	28 días	23.50	23.65	13.70	13.55	321.21	23.75	23.75	13.70	13.80	326.56	323.89	2064.42	3.19	2.94	0.18	2.8
	2				23.60	23.50	13.65	13.65	321.46	23.70	23.70	13.65	13.75	324.69	323.07	1804.59	2.79			
	3				23.65	23.60	13.75	13.60	323.07	23.70	23.65	13.70	13.70	324.35	323.71	1833.96	2.83			

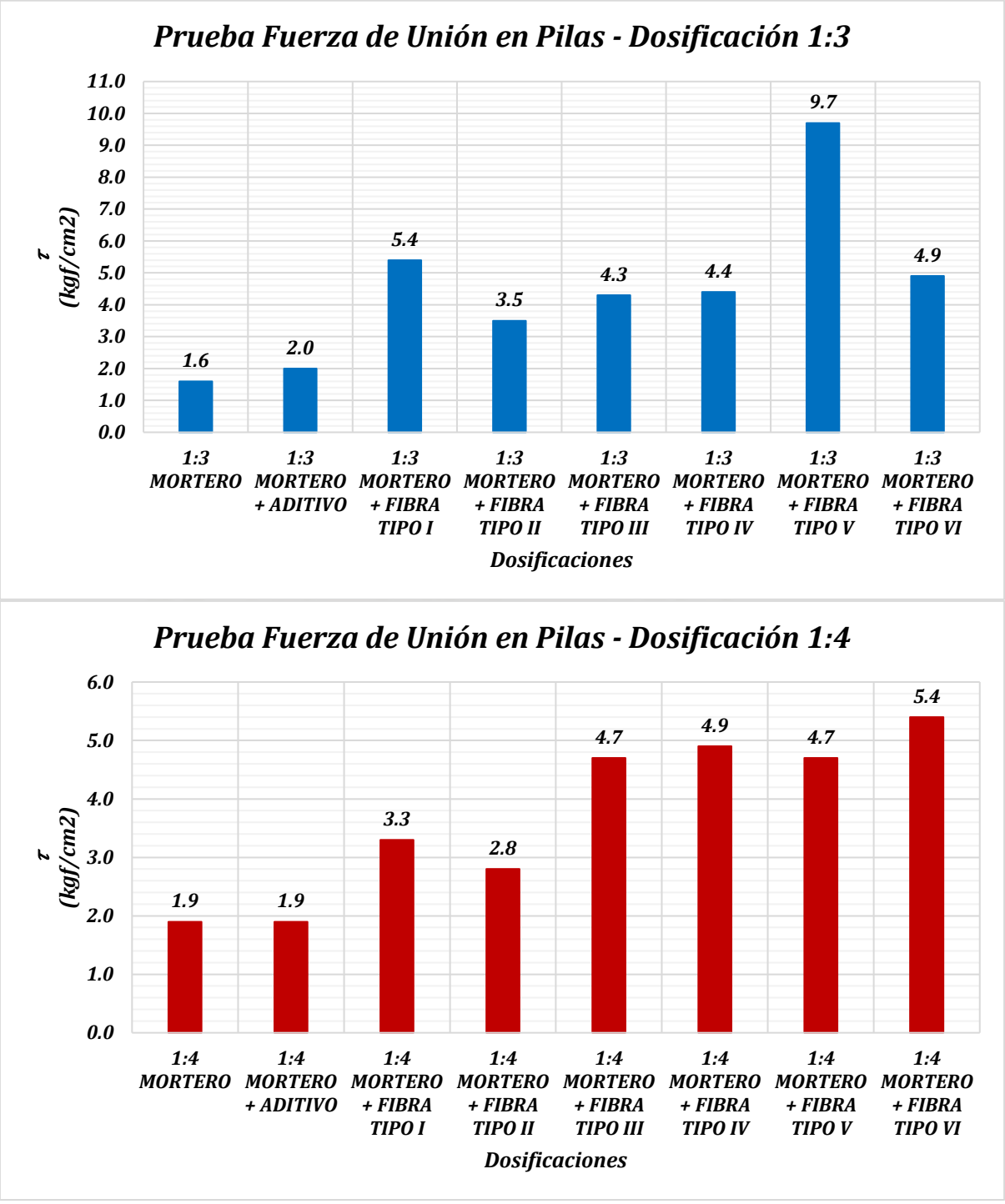
Nota: Elaboración Propia

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

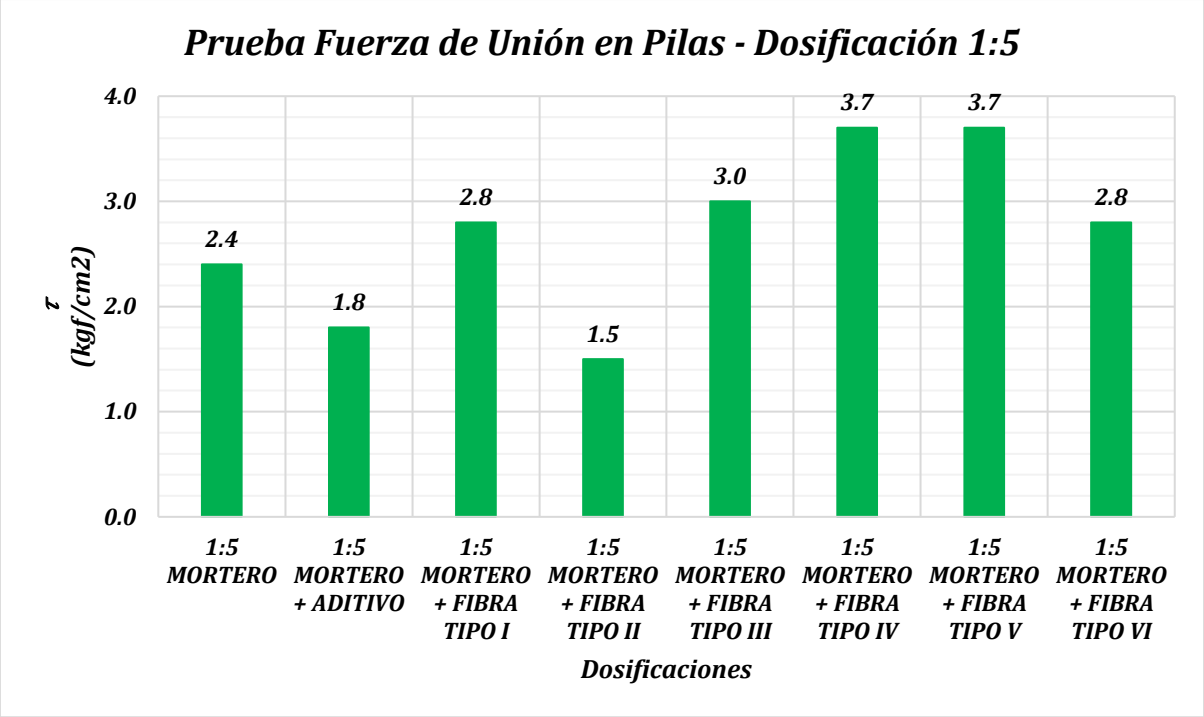
Figura 101

Resistencia al Esfuerzo Cortante en Pilas de Albañilería



Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

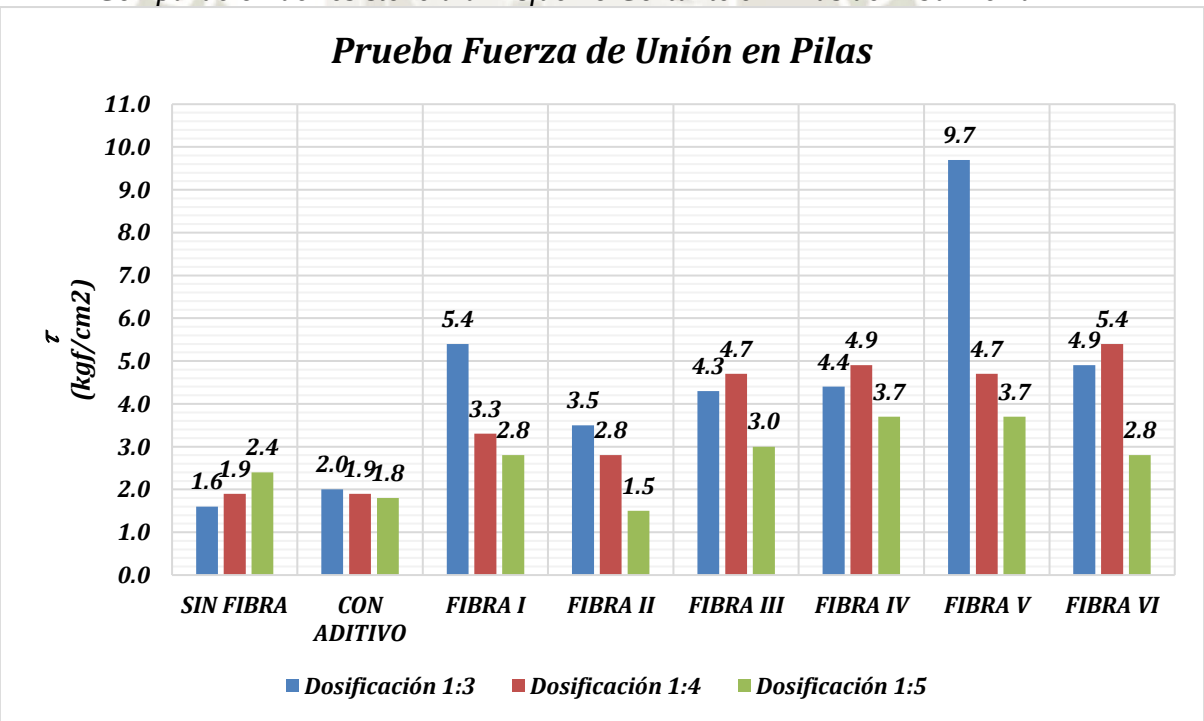
REPOSITORIO DE TESIS UCSM
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA



Nota: Elaboración Propia

Figura 102

Comparación de resistencia al Esfuerzo Cortante en Pilas de Albañilería



Nota: Elaboración Propia

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

4.4. Muretes de albañilería

4.4.1. Ensayo de Cono de Abrams en Murete de Albañilería

El ensayo de Cono de Abrams se realizó de acuerdo a la NTP 339.035 para las diferentes dosificaciones. Los resultados fueron los siguientes:

Tabla 101

Ensayo de Cono de Abrams en Muros de Albañilería

Dosificación	SLUMP (plg)							
	Mortero	Mortero + Aditivo	Mortero + Fibra I	Mortero + Fibra II	Mortero + Fibra III	Mortero + Fibra IV	Mortero + Fibra IV	Mortero + Fibra VI
Murete 1 1:3	4.00	7.00	7.50	4.25	3.63	4.00	4.75	4.50
Murete 2 1:3	4.00	3.50	6.00	8.25	4.50	7.25	4.75	5.50
Murete 3 1:3	7.50	8.00	6.75	6.50	3.80	4.15	7.50	6.50

Nota: Elaboración Propia

4.4.2. Ensayo de compresión diagonal en muretes

El ensayo de Compresión Diagonal en Muretes se realizó de acuerdo a la NTP 399.621 para las diferentes dosificaciones. Los resultados fueron los siguientes:

Tabla 102

Compresión Diagonal de Muretes

1:3 MURETE												
	relación a/c	1.055		Fecha vaciado:	22/11/2022		Edad:	28	días			
				Fecha rotura:	20/12/2022							
Murete	LARGO			ALTO			ESPESOR			ARE A (cm2)	P máx. (kgf)	V'm (kgf/cm2)
	L1 (cm)	L2 (cm)	Lprom (cm)	H1 (cm)	H2 (cm)	Aprom (cm)	t1 (cm)	t2 (cm)	tprom (cm)			
1	67.30	67.50	67.40	67.40	67.50	67.45	13.70	13.75	13.73	925.41	12587	9.62
2	67.50	67.30	67.40	67.30	67.30	67.30	13.60	13.65	13.63	917.64	14056	10.83
3	67.80	67.70	67.75	67.80	67.80	67.80	13.65	13.60	13.63	923.43	13468	10.31
						v'm (prom):	10.25	kgf/cm2				
						Desviación Estándar(σn)	0.50					
						v'm Característico:	9.76	kgf/cm2				

Nota: Elaboración Propia

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Tabla 103

Compresión Diagonal de Muretes + Aditivo

1:3 MURETE + ADITIVO													
	relación a/c	0.775		Fecha vaciado:		22/11/2022		Edad:	28	días			
				Fecha rotura:		20/03/2023							
Murete	LARGO			ALTO			ESPESOR			AREA (cm2)	P máx. (kgf)	V'm (kgf/cm2)	
	L1 (cm)	L2 (cm)	Lprom (cm)	H1 (cm)	H2 (cm)	Aprom (cm)	t1 (cm)	t2 (cm)	tprom (cm)				
1	67.50	67.80	67.65	68.00	68.50	68.25	13.60	13.65	13.63	925.82	11328	12.24	
2	67.60	67.30	67.45	67.70	67.40	67.55	13.65	13.70	13.68	923.06	8372	9.07	
3	67.80	67.60	67.70	69.00	68.40	68.70	13.60	13.60	13.60	927.52	7907	8.52	
						v'm (prom):	9.94	kgf/cm2					
						Desviación Estándar(σn)	1.64						
						v'm Característico:	8.31	kgf/cm2					

Nota: Elaboración Propia

Tabla 104

Compresión Diagonal de Muretes + Fibra I

1:3 MURETE + FIBRA I													
	relación a/c	1.040		Fecha vaciado:		22/11/2022		Edad:	28	días			
				Fecha rotura:		20/03/2023							
Murete	LARGO			ALTO			ESPESOR			AREA (cm2)	P máx. (kgf)	V'm (kgf/cm2)	
	L1 (cm)	L2 (cm)	Lprom (cm)	H1 (cm)	H2 (cm)	Aprom (cm)	t1 (cm)	t2 (cm)	tprom (cm)				
1	67.20	67.50	67.35	68.00	67.80	67.90	13.65	13.60	13.63	921.39	17149	18.61	
2	67.70	67.50	67.60	67.80	67.60	67.70	13.70	13.65	13.68	925.11	15615	16.88	
3	67.20	68.00	67.60	68.80	69.00	68.90	13.65	13.65	13.65	931.61	14630	15.70	
						v'm (prom):	17.07	kgf/cm2					
						Desviación Estándar (σn):	1.19						
						v'm Característico:	15.87	kgf/cm2					

Nota: Elaboración Propia

Tabla 105

Compresión Diagonal de Muretes + Fibra II

1:3 MURETE + FIBRA II													
	relación a/c	1.120		Fecha vaciado:		22/11/2022		Edad:	28	días			
				Fecha rotura:		20/03/2023							
Murete	LARGO			ALTO			ESPESOR			AREA (cm2)	P máx. (kgf)	V'm (kgf/cm2)	
	L1 (cm)	L2 (cm)	Lprom (cm)	H1 (cm)	H2 (cm)	Aprom (cm)	t1 (cm)	t2 (cm)	tprom (cm)				
1	67.90	67.90	67.90	68.80	68.20	68.50	13.65	13.60	13.63	929.23	17350	18.67	
2	67.80	67.90	67.85	68.50	68.70	68.60	13.65	13.70	13.68	932.98	13720	14.71	
3	67.20	67.50	67.35	69.80	69.70	69.75	13.70	13.65	13.68	937.42	16440	17.54	
						v'm (prom):	16.97	kgf/cm2					
						Desviación Estándar (σn):	1.67						
						v'm Característico:	15.30	kgf/cm2					

Nota: Elaboración Propia

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Tabla 106

Compresión Diagonal de Muretes + Fibra III

1:3 MURETE + FIBRA III												
	relación a/c	1.060		Fecha vaciado:	22/11/2022		Edad:	28	días			
				Fecha rotura:	20/03/2023							
Murete	LARGO			ALTO			ESPESOR			AREA (cm2)	P máx. (kgf)	V'm (kgf/cm2)
	L1 (cm)	L2 (cm)	Lprom (cm)	H1 (cm)	H2 (cm)	Aprom (cm)	t1 (cm)	t2 (cm)	tprom (cm)			
1	67.20	67.30	67.25	68.20	69.10	68.65	13.80	13.75	13.78	936.01	13935	14.89
2	67.50	67.00	67.25	68.80	68.90	68.85	13.75	13.80	13.78	937.39	17660	18.84
3	68.00	68.10	68.05	68.10	68.30	68.20	13.75	13.75	13.75	936.72	13047	13.93
						v'm (prom):	15.89	kgf/cm2				
						Desviación Estándar (σn):	2.13					
						v'm Característico:	13.76	kgf/cm2				

Nota: Elaboración Propia

Tabla 107

Compresión Diagonal de Muretes + Fibra IV

1:3 MURETE + FIBRA IV												
	relación a/c	1.010		Fecha vaciado:	23/11/2022		Edad:	28	días			
				Fecha rotura:	20/03/2023							
Murete	LARGO			ALTO			ESPESOR			AREA (cm2)	P máx. (kgf)	V'm (kgf/cm2)
	L1 (cm)	L2 (cm)	Lprom (cm)	H1 (cm)	H2 (cm)	Aprom (cm)	t1 (cm)	t2 (cm)	tprom (cm)			
1	68.30	67.50	67.90	69.00	69.00	69.00	13.65	13.70	13.68	936.05	12756	13.63
2	67.50	67.00	67.25	69.40	68.50	68.95	13.70	13.75	13.73	934.67	16225	17.36
3	68.00	68.00	68.00	68.00	69.00	68.50	13.80	13.75	13.78	940.14	15681	16.68
						v'm (prom):	15.89	kgf/cm2				
						Desviación Estándar (σn):	1.62					
						v'm Característico:	14.27	kgf/cm2				

Nota: Elaboración Propia

Tabla 108

Compresión Diagonal de Muretes + Fibra V

1:3 MURETE + FIBRA V												
	relación a/c	1.010		Fecha vaciado:	23/11/2022		Edad:	28	días			
				Fecha rotura:	20/03/2023							
Murete	LARGO			ALTO			ESPESOR			AREA (cm2)	P máx. (kgf)	V'm (kgf/cm2)
	L1 (cm)	L2 (cm)	Lprom (cm)	H1 (cm)	H2 (cm)	Aprom (cm)	t1 (cm)	t2 (cm)	tprom (cm)			
1	67.50	68.20	67.85	69.50	69.40	69.45	13.60	13.70	13.65	937.07	17803	19.00
2	68.40	67.70	68.05	69.70	69.50	69.60	13.70	13.70	13.70	942.90	16980	18.01
3	67.50	67.70	67.60	68.70	68.90	68.80	13.70	13.80	13.75	937.75	16160	17.23
						v'm (prom):	18.08	kgf/cm2				
						Desviación Estándar (σn):	0.72					
						v'm Característico:	17.36	kgf/cm2				

Nota: Elaboración Propia

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Tabla 109

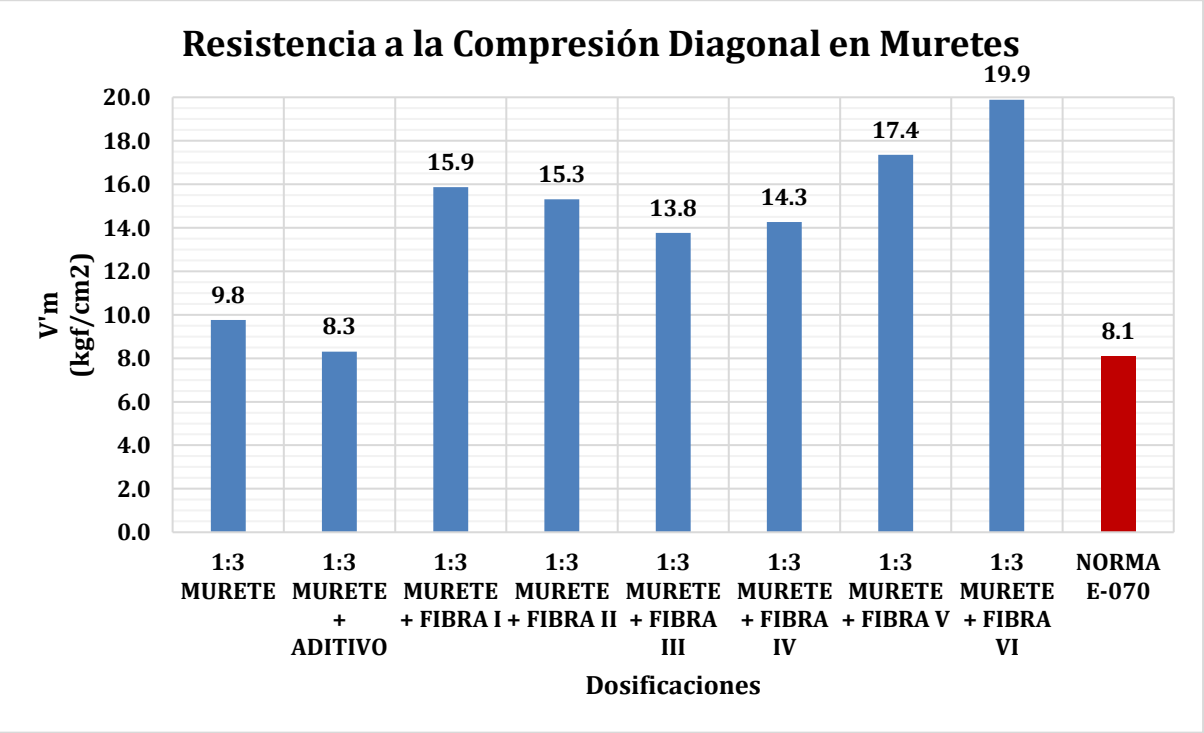
Compresión Diagonal de Muretes + Fibra VI

1:3 MURETE + FIBRA VI												
	relación a/c		1.080		Fecha vaciado:		23/11/2022		Edad:	28	días	
					Fecha rotura:		21/04/2023					
Murete	LARGO			ALTO			ESPESOR			AREA (cm2)	P máx. (kgf)	V'm (kgf/cm2)
	L1 (cm)	L2 (cm)	Lprom (cm)	H1 (cm)	H2 (cm)	Aprom (cm)	t1 (cm)	t2 (cm)	tprom (cm)			
1	68.50	68.00	68.25	69.50	69.50	69.50	13.65	13.75	13.70	943.59	18579	19.69
2	67.40	68.20	67.80	68.40	69.10	68.75	13.60	13.80	13.70	935.37	19344	20.68
3	67.80	67.50	67.65	68.80	69.00	68.90	13.70	13.80	13.75	938.78	19467	20.74
						v'm (prom):	20.37	kgf/cm2				
						Desviación Estándar (σn):	0.48					
						v'm Característico:	19.89	kgf/cm2				

Nota: Elaboración Propia

Figura 103

Resistencia a la Compresión Diagonal de Muretes de Albañilería



Nota: Elaboración Propia

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

5. CAPITULO V: COMPARACIÓN DEL COMPORTAMIENTO SÍSMICO DE LA ALBAÑILERÍA CON MORTERO TRADICIONAL Y MORTERO CON FIBRAS; DISEÑANDO UNA EDIFICACIÓN DE CATEGORÍA A2

5.1. Introducción

Como parte del presente trabajo de investigación, se hizo el diseño de una edificación de categoría A2, en el cual se realizó el diseño estructural de un pabellón de tres niveles destinado a un centro educativo considerando como sistema estructural la albañilería confinada, esta edificación se ubicará en la ciudad de Arequipa. Con la arquitectura del proyecto, inicialmente se hizo el diseño de la estructura, verificando que los elementos destinados como muros portantes soporten las cargas de gravedad y cargas sísmicas en función a los criterios de diseño descritos en la NTE E.020, NTE E.030 y NTE E.070, vigentes hasta la actualidad. Posteriormente se realizó el diseño estructural de la misma edificación utilizando los resultados obtenidos en laboratorio de la albañilería con mortero reforzado con fibras (f'm y V'm) y de la misma manera, se verifico que los muros portantes soporten las cargas de gravedad y cargas sísmicas en función a los criterios de diseño descritos en la NTE E.020, NTE E.030 y NTE E.070, vigentes hasta la actualidad. Se realizo una comparación de ambos diseños estructurales, comparando el comportamiento de los muros portantes de ambos casos (albañilería con mortero tradicional y albañilería con mortero reforzado con fibras) para así poder dar las conclusiones. Para realizar el diseño se utilizó el software ETABS y hojas de cálculo en Excel.

5.2. Datos del proyecto para el diseño

5.2.1. Información General para el Diseño

Se realizo el diseño estructural de un pabellón de tres niveles destinado a educación:

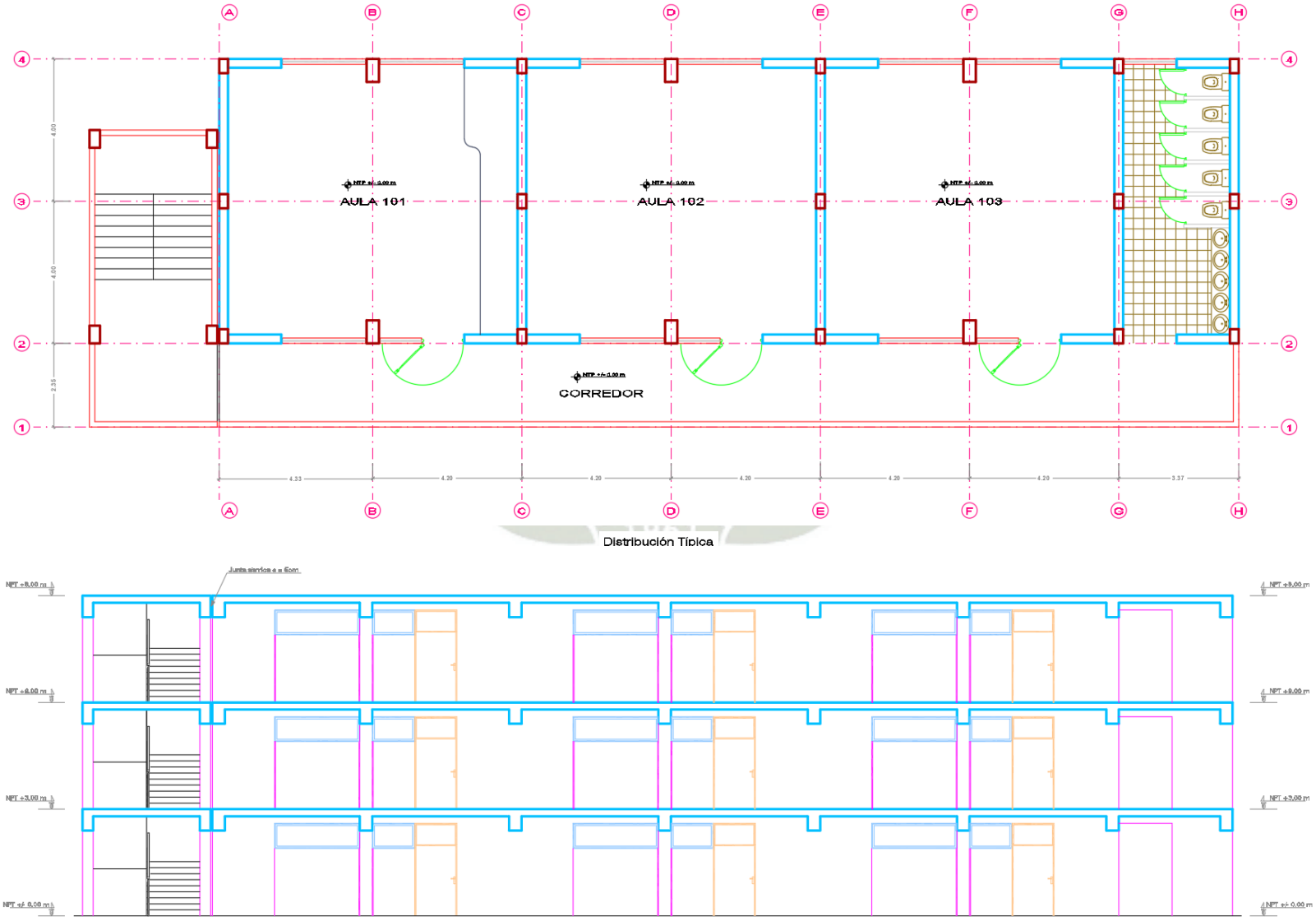
- Ubicación : Arequipa.
- Categoría de edificación : A2 (E030 – 2018).
- Uso : Educación.
- N° de niveles : 03.
- Altura libre de entre piso : 2.80 m.
- Sistema para el techado : Losa aligerada unidireccional h=0.20 m.
- Sistema estructural : Albañilería confinada.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

5.2.2. Distribución en Planta y Vista en Elevación

Figura 104

Distribución en Planta y Vista en Elevación



Nota: Elaboración propia.

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

5.2.3. Normas Utilizadas para el Diseño

- NTP E020 – Cargas.
- NTP E030 2018 – Diseño Sismorresistente.
- NTP E060 – Concreto Armado.
- NTP E070 – Albañilería.

5.2.4. Datos de los Materiales

a) Concreto para elementos de confinamiento, losas, columnas y vigas

- Peso específico del concreto : γc = 2,400 kgf/m3
- Resistencia a la compresión : f'c = 210 kgf/cm2
- Módulo de Elasticidad : Ec = 15,000*(f'c)^1/2
- Módulo de Poisson : ν = 0.15

b) Acero de refuerzo

- Peso específico del acero : γac = 7,850 kgf/m3
- Módulo de elasticidad : Eac=2,000,000 kgf/cm2
- Límite de fluencia : fy = 4,200 kgf/cm2

c) Albañilería confinada

A continuación, se detalló los componentes de la albañilería confinada con el que se realizara la elaboración del diseño estructural, diferenciando las propiedades de la albañilería con mortero tradicional y albañilería con mortero reforzado con fibras:

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Tabla 110
Datos de la albañilería a utilizar para el diseño.

Unidad de Albañilería		
Descripción	Ladrillo mecanizado de arcilla King Kong H-10 14x24x10 con 43.61% de área de vacíos marca "Diamante"	
Clasificación de la Unidad de albañilería	Clase IV	
Resistencia a la compresión (f'b)	157.78 kgf/cm2	
Mortero		
	Albañilería tradicional	***Albañilería Reforzada con fibras***
Descripción	Mortero de cemento con relación volumétrica 1:3 (cemento - arena)	Mortero de cemento con relación volumétrica 1:3 (cemento - arena) reforzado con fibras.
Clasificación	Tipo P1	
Cantidad de fibras adicionados	Ninguna.	- Fibras metálicas: 9.41% por bolsa de cemento. - Fibras de polipropileno: 0.28% por bolsa de cemento.
Muro de Albañilería Estructural		
	Albañilería tradicional	***Albañilería Reforzada con fibras***
Peso Específico (γm)	1800 kgf/m3	
Resistencia a la compresión axial (f'm)	65.00 kgf/cm2	75.60 kgf/cm2
Resistencia a la compresión diagonal (v'm)	8.10 kgf/cm2	15.30 kgf/cm2
Módulo de Elasticidad (Em)	500*f'm (*)	
Módulo de Corte (Gm)	0.4*Em (*)	
Módulo de Poisson (ν)	0.25	

(*): Valores establecidos en la NTE E 070.

Nota: Elaboración propia.

5.2.5. Cargas para el Diseño

a) En Losa Aligerada

- Peso Propio: El valor del peso propio para la losa aligerada dependerá del espesor requerido según el predimensionamiento. Este espesor obtenido será verificado posteriormente en el diseño y modificado de ser requerido.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Los valores del peso propio se pueden encontrar en el "Anexo 01 – Pesos Unitarios" de la NTE E 020.

Tabla 111

Valor del peso propio para losa aligerada unidireccional.

Losa aligerada armada en una sola dirección de Concreto Armado		
Con vigueta de 0.10 m de ancho y 0.40 m entre ejes de viguetas		
Espesor del aligerado (m)	**Espesor de losa superior en metros**	**Peso propio KPa (kgf/m2)**
0.17 0.20 0.25 0.30	0.05 0.05 0.05 0.05	2.8 (280) 3.0 (300) 3.5 (350) 4.2 (420)

Nota: NTE E.020

- Piso Terminado : 100 kgf/m2
- Tabiquería Móvil : 50 kgf/m2 (NTE E.020 – Artículo 6.3)
- S/C (aulas) : 250 kgf/m2 (NTE E.020 – Tabla 01)
- S/C (corredores y escaleras) : 400 kgf/m2 (NTE E.020 – Tabla 01)
- S/C (azotea) : 100 kgf/m2 (NTE E.020 – Tabla 01)

b) En Vigas:

- Ventana alta (h=1.90m):

$$\omega_{ventana}=\gamma_{tabiquería}*t*h$$

$$\omega_{ventana}=\left(1350\ {}^{kgf}/_{m^2}\right)*(0.15\ m)*(1.90\ m)$$

$$\omega_{ventana}=384.75\approx 385\ {}^{kgf}/_{m}$$

- Parapeto (h=1.20m):

$$\omega_{parapeto}=\gamma_{tabiquería}*t*h$$

$$\omega_{parapeto}=\left(1350\ {}^{kgf}/_{m^2}\right)*(0.15\ m)*(1.20\ m)$$

$$\omega_{parapeto}=243\ {}^{kgf}/_{m}$$

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

5.3. Estructuración y Predimensionamiento

5.3.1. Predimensionamiento de elementos estructurales

5.3.1.1. Predimensionamiento de Losa Aligerada Unidireccional

- Si S/C ≤ 300 kgf/m2:

$$h_{Losa} = \frac{LL}{25}$$

Ecuación 20: Altura losa si s/c ≤ 300 kgf/m2

- Si S/C > 300 kgf/m2:

$$h_{Losa} = \frac{LL}{20}$$

Ecuación 21: Altura losa si s/c > 300 kgf/m2

Donde:

LL : Luz libre (m).

hLosa : Altura de Losa Aligerada Unidireccional (m).

Para el presente diseño, el mayor valor de la S/C es de 400 kgf/cm2, por lo que se utilizó el segundo criterio de predimensionamiento:

$$h_{Losa} = \frac{3.85}{20}$$

$$h_{Losa} = 0.1925\ m$$

$$\boldsymbol{h_{Losa} \approx 0.20\ m}$$

Como la losa tendrá una altura de 0.20 m, el peso por metro cuadrado será igual a 300 kgf/m2.

5.3.1.2. Predimensionamiento de Vigas

a) Viga Peraltada en Sentido Vertical (Dirección YY)

Estas son las vigas que se encuentran apoyadas sólo en columnas (Ejes B, D y F) por lo que

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

su diseño se realizó utilizando la NTE E.060.

Criterio de predimensionamiento:

$$h_{viga}=\frac{LL}{10}@\frac{LL}{12}$$

Ecuación 22: Altura de viga

$$b_{viga}=\frac{h_{viga}}{2}$$

Ecuación 23: Base de viga

$$h_{viga}=\frac{6.70}{11}=0.655\ m \quad ; \quad b_{viga}=\frac{0.65}{2}=0.325\ m$$

$$h_{viga}\approx 0.65\ m \quad ; \quad b_{viga}\approx 0.35\ m$$

Las dimensiones de la viga peraltada son de 0.65 m de altura por 0.35 m de base, denominado de la siguiente manera: VP1

b) Viga Peraltada en Sentido Horizontal (Dirección XX)

Estas son las vigas que se encuentran apoyadas en los muros de albañilería y están en la proyección de las ventanas y puertas (vigas dintel), cuyo diseño se realizó utilizando la NTE E.060.

Criterio de predimensionamiento:

$$h_{viga}=\frac{LL}{10}@\frac{LL}{12}$$

$$b_{viga}=\frac{h_{viga}}{2}$$

$$h_{viga}=\frac{2.40}{11}=0.218\ m$$

$$h_{viga}\approx 0.25\ m$$

Para poder darle rigidez a la estructura en el sentido horizontal, la altura de la viga será de 0.40 m y tendrá una base igual al espesor del muro de albañilería.

$$h_{viga}\approx 0.40\ m$$

$$b_{viga}=t_{muro}$$

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Las dimensiones de esta viga peraltada serán de 0.40 m de altura por una base de dimensiones iguales al espesor del muro (t=0.14 m o t=0.24 m), denominado de la siguiente manera: VP2.

c) Viga Soleras

Estas son las vigas que se encuentran sobre los muros portante de albañilería. Sus dimensiones mínimas dependerán de la altura de la losa aligerada unidireccional (h_{losa}=0.20 m) y el espesor de los muros de albañilería sobre los que se apoyan, que para este caso sería muros de soga (t=0.14 m) o muros de cabeza (t=0.24 m). Su diseño se realizó utilizando la NTE E.070.

d) Viga en Voladizo

Estas vigas soportarán las cargas provenientes del pasadizo, en cada uno de los diferentes niveles.

Criterio de predimensionamiento:

$$h_{v.vol}=\frac{LL}{10}@\frac{LL}{12}$$

$$h_{v.vol}=\frac{2.35}{11}=0.214\ m$$

$$h_{v.vol}\approx 0.25\ m$$

Para evitar deflexiones excesivas en los volados producidas por las cargas de servicio, se colocará una viga de sección variable. En la unión viga-columna, tendrá una altura de h=0.50m y en el otro extremo tendrá una altura de h=0.20 m.

$$h_{v.vol}\approx 0.50\ @\ 0.20\ m$$

5.3.1.3. Predimensionamiento de Columnas

a) Columnas de Concreto Armado

Estas columnas se encuentran ubicadas en la intersección de los “ejes B, D y F” y los “ejes 2 y 4”. Su diseño se realizó utilizando la NTE E.060 ya que son columnas aisladas.

- Si es columna lateral o esquinera:

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

$$A_C = \frac{N * A_T * P}{0.35 * f'_c}$$

Ecuación 24: Área de la columna lateral o esquinera

- Si es columna interior:

$$A_C = \frac{N * A_T * P}{0.45 * f'_c}$$

Ecuación 25: Área de la columna interior

Donde:

A_C : Área de la Columna (m2).
N : Número de Pisos. N = 3
A_T : Área tributaria de la Columna (m2). AT = 26.67 m2
P : Peso por metro cuadrado. P=1000 kgf/m2

Para este caso, se trata de columnas perimetrales por lo que se utilizó el primer criterio de predimensionamiento.

$$A_C = \frac{(3) * (26.67\ m^2) * \left(1000\ {}^{kgf}/_{m^2}\right)}{0.35 * \left(210\ {}^{kgf}/_{cm^2}\right)}$$

$$A_C = 1088.57\ cm^2$$

Se determina los valores para las dimensiones de una columna rectangular:

$$b = \sqrt{A_C}$$

$$b = \sqrt{1088.57} = 32.99\ cm$$

$$b \approx 35\ cm \quad ; \quad h \approx 35\ cm$$

Entonces, para cumplir con el criterio de "Columna fuerte – Viga débil", Se coloca las dimensiones de la viga peraltada VP1 en la columna:

$$b \approx 35\ cm \quad ; \quad h \approx 65\ cm$$

Entonces la columna tendrá la siguiente codificación: C1.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

b) Columnas de Confinamiento

Estas se encuentran en los extremos y/o parte central de los muros de albañilería como elementos de confinamiento vertical. Sus dimensiones mínimas están en función del espesor del muro portante y una longitud mínima de 0.15 m (NTE E.070).

5.3.2. Densidad de muros

5.3.2.1. Espesor efectivo (t):

La NTE E.070 indica los siguientes espesores efectivos mínimos a considerar según la zona sísmica en la que se encuentran:

$$t \geq \frac{h}{20}$$

Ecuación 26: Espesor efectivo para zonas sísmicas 2 y 3.

$$t \geq \frac{h}{25}$$

Ecuación 27: Espesor efectivo para zona sísmica 1

Donde:

h : Altura libre entre elementos de arriostre horizontal (m).

Entonces:

$$t \geq \frac{2.80}{20}$$

$$t \geq 0.14 \text{ m}$$

Se inicia el predimensionamiento considerando que los muros de albañilería serán de 0.14 m de espesor.

5.3.2.2. Densidad Mínima de Muros Reforzados:

Para determinar si la cantidad de muros orientados en las direcciones “X” y “Y” es la adecuada, la NTE E.070 se tomó en cuenta la siguiente expresión:

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

$$\frac{\text{Área de Corte de Muros Reforzados}}{\text{Área de la Planta Típica}} = \frac{\sum (L*t)}{Ap} \geq \frac{Z*U*S*N}{56}$$

Ecuación 28: Densidad de Muros Portantes

Donde:

L: Longitud de muro total, incluyendo columnas de confinamiento (m).

t: Espesor efectivo de muro de albañilería (m).

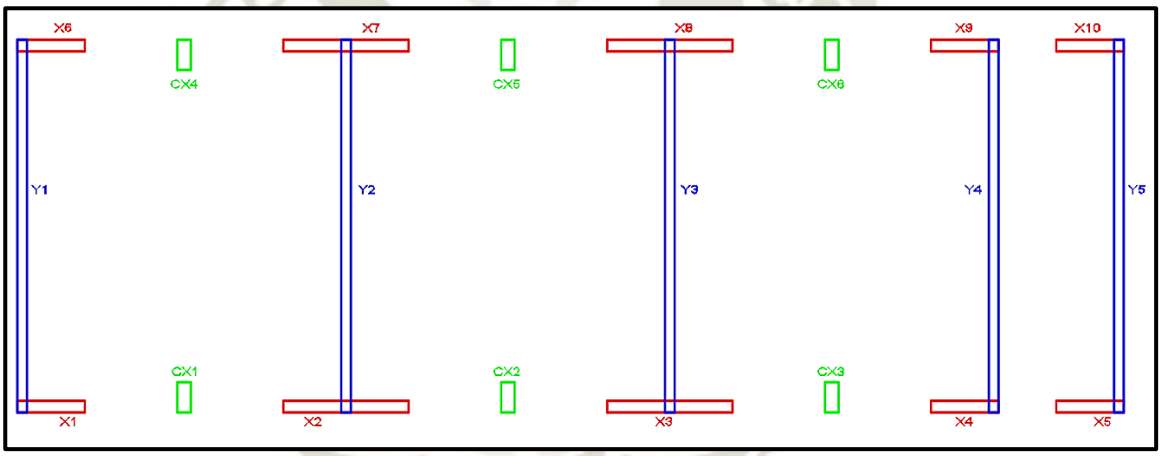
Z, U, S : Factores indicados en la NTE E.030.

N: Número de Pisos. N = 3

A continuación, se presenta la distribución de los muros orientados en la dirección "X" y en la dirección "Y":

Figura 105

Distribución de muros portantes en sentido "X" y en sentido "Y".



NOTA: Elaboración propia.

Para calcular la densidad mínima de muros, se utilizaron los siguientes datos, teniendo en cuenta que se hará uso del ladrillo de arcilla industrial.

Z=0.35 (Zona 3)

U=1.5 (Categoría A2)

S=1.15 (Suelo intermedio S2)

N=3

Reemplazando en la fórmula se obtiene:

$$\frac{Z*U*S*N}{56} = \frac{0.35*1.5*1.15*3}{56} = 0.0323$$

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Se inicia con la verificación de muros en la dirección XX asumiendo "t=0.14 m", se tomó el aporte que brindan las columnas de concreto "C1", colocando como longitud "L=0.35m" y de espesor equivalente (tm) el valor de "t=0.65 m" multiplicado por la relación "Ec/Em".

$$n=\frac{E_c}{E_m}\ ;\ t_m=t*n$$

f'c =	210	kg/cm2
f'm =	65	kg/cm2
Ec =	217370.65	kg/cm2
Em =	32500	kg/cm2
n =	6.688	
tm =	4.35	(*)

Tabla 112

Verificación de la densidad de muros en la dirección XX.

Dirección XX			
Muro	**Longitud "L" (m)**	**Espesor "t" (m)**	**L x t (m2)**
X1	1.75	0.14	0.25
X2	3.25	0.14	0.46
X3	3.25	0.14	0.46
X4	1.75	0.14	0.25
X5	1.75	0.14	0.25
X6	1.75	0.14	0.25
X7	3.25	0.14	0.46
X8	3.25	0.14	0.46
X9	1.75	0.14	0.25
X10	1.75	0.14	0.25
CX1	0.35	4.35 (*)	1.52
CX2	0.35	4.35 (*)	1.52
CX3	0.35	4.35 (*)	1.52
CX4	0.35	4.35 (*)	1.52
CX5	0.35	4.35 (*)	1.52
CX6	0.35	4.35 (*)	1.52
		∑ (L x t) =	12.42
		Ap =	297.05
		∑ (L x t) / Ap =	0.0418
		(Z x U x S x N) / 56 =	0.0323
		∑ (L x t) / Ap ≥ (Z x U x S x N) / 56	CUMPLE

Nota: Elaboración propia.

Ahora se procede a realizar la verificación de la densidad de muros en la dirección YY asumiendo "t=0.14 m".

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Tabla 113

Verificación de la densidad de muros en la dirección YY.

Dirección YY			
Muro	**Longitud "L" (m)**	**Espesor "t" (m)**	**L x t (m2)**
Y1	8.00	0.14	1.12
Y2	8.00	0.14	1.12
Y3	8.00	0.14	1.12
Y4	8.00	0.14	1.12
Y5	8.00	0.14	1.12
		$\sum (L \times t) =$	5.60
		$Ap =$	297.05
		$\sum (L \times t) / Ap =$	0.0189
		$(Z \times U \times S \times N) / 56 =$	0.0323
		$\sum (L \times t) / Ap \geq (Z \times U \times S \times N) / 56$	NO CUMPLE

Nota: Elaboración propia.

Al no cumplir con la densidad de muros, se cambia el espesor de los todos muros a "t=0.24 m". Sólo se considera el aporte de una de las columnas de concreto "C1" donde la longitud "L=0.65m" y espesor equivalente (tm) el valor de "t=0.35 m".

Tabla 114

Corrección en la verificación de la densidad de muros en la dirección YY.

Dirección YY			
Muro	**Longitud "L" (m)**	**Espesor "t" (m)**	**L x t (m2)**
Y1	8.00	0.24	1.92
Y2	8.00	0.24	1.92
Y3	8.00	0.24	1.92
Y4	8.00	0.24	1.92
Y5	8.00	0.24	1.92
CY1	0.65	2.34(*)	1.52
		$\sum (L \times t) =$	11.12
		$Ap =$	297.05
		$\sum (L \times t) / Ap =$	0.0374
		$(Z \times U \times S \times N) / 56 =$	0.0323
		$\sum (L \times t) / Ap \geq (Z \times U \times S \times N) / 56$	CUMPLE

Nota: Elaboración propia.

5.4. Modelamiento de la edificación con software

El diseño del presente proyecto se realizó con ayuda del Software "ETABS" en su versión 2020, que fue de ayuda con los cálculos de las fuerzas internas de la edificación.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Posteriormente se exportarán estos resultados y se harán el diseño de los elementos estructurales: Muros de albañilería, columnas, vigas y losas aligeradas unidireccionales.

Para realizar el diseño estructural de la edificación se consideró hacer un modelamiento espacial (análisis tridimensional) utilizando mallas de elementos finitos con elementos tipo Shell y elementos tipo Frame. Para el modelamiento de los elementos estructurales se consideró de la siguiente manera:

- Para las losas y muros (albañilería y concreto) fueron modelados con elementos tipo Shell.
- Para las vigas y columnas fueron modelados con elementos tipo Frame

Al utilizar los elementos tipo Frame, el programa ETABS considera los efectos de flexión, flexo-compresión biaxial, torsión y deformación de corte biaxial solamente para las columnas aisladas, vigas peraltadas y vigas de amarre entre muro y muro.

Al utilizar los elementos tipo Shell, el programa ETABS considera los 6 GDL por nudo (3 traslacionales y 3 rotacionales); esta condición hace que cuando uno o más muros concurran ortogonalmente al muro en análisis, se transmita un porcentaje de las rigideces de estos muros. En el artículo 8.3.6 de la NTE E 070, indica que el aporte de rigideces a considerar de estos muros es equivalente a 6 veces el espesor del muro (6*t) o al 25% de la longitud del muro ortogonal (0.25*L).

5.4.1. Creación de los materiales

Para realizar el modelamiento, se creó los siguientes materiales:

- Concreto f'c=210 kgf/cm2
- Acero de refuerzo fy=4200 kgf/cm2
- Albañilería f'm=65 kgf/cm2

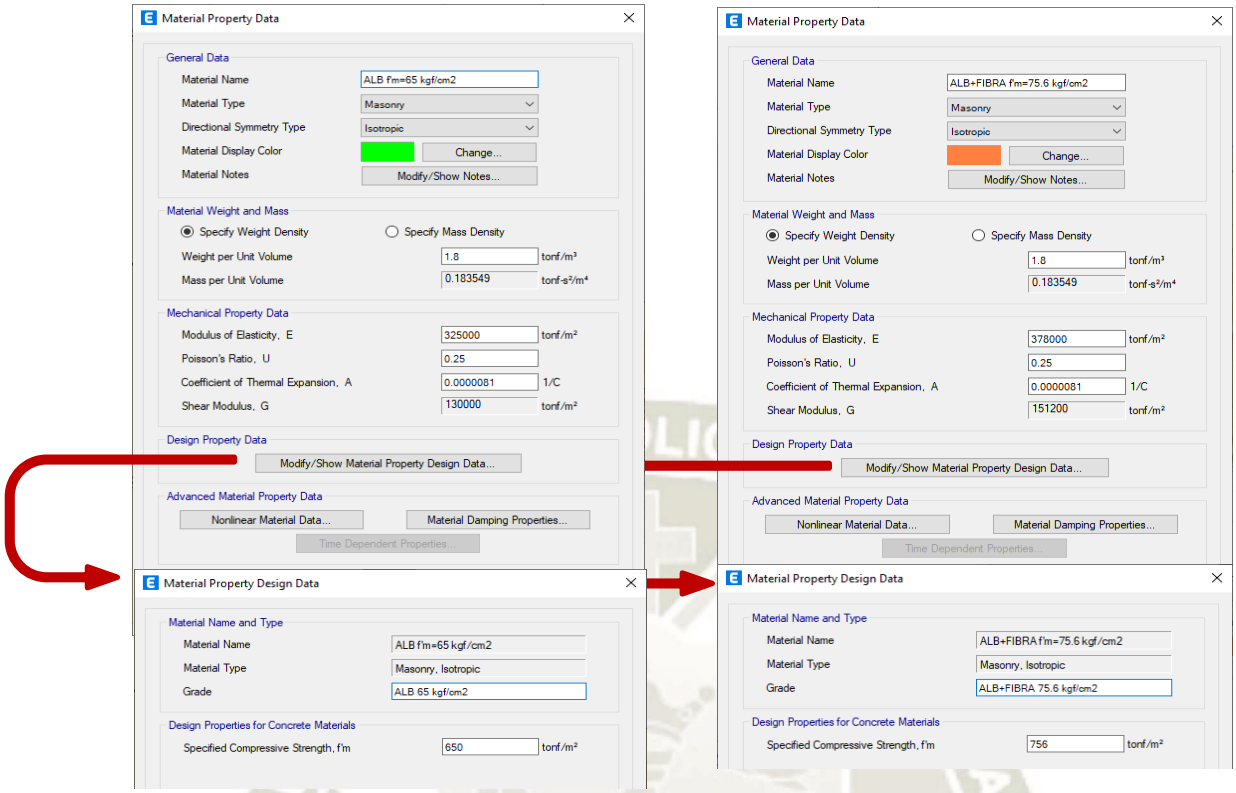
De la misma manera se definieron las propiedades de la Albañilería con fibras. Dicho material fue asignado en los muros portantes donde se necesita mejorar la calidad del material.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Figura 106
Definición de material Albañilería.



Nota: Software ETABS.

5.4.2. Creación de elementos estructurales

5.4.2.1. Vigas

Con ayuda del predimensionamiento, se realizó la creación se las secciones para vigas peraltadas, vigas soleras y vigas en voladizo.

a) Viga peraltada.

Se definió la sección “VP1 35x65”. Para la viga “VP2”, se utilizará el espesor de 0.24 m que es igual al espesor de muros orientados en la dirección XX.

b) Viga solera.

Se definió las vigas soleras “VS1 24x20” apoyados en los muros orientados en la dirección YY y en los muros orientados en la dirección XX.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

c) Viga en voladizo.

Se definió la viga en voladizo "V.VOL 35x50" y "V.VOL 24x50". Estas vigas tuvieron una sección variable la cual iniciará en su punto de apoyo con una altura de 0.50 m; y terminará con una altura de 0.20 m, igual al espesor de losa aligerada.

5.4.2.2. Columnas

Con ayuda del predimensionamiento, se realizó la creación se las secciones para columnas de concreto y columnas de confinamiento.

a) Columnas de Concreto Armado.

Se definieron la sección "CRY 35x65" teniendo en cuenta que el lado mayor de la columna se orienta en la dirección YY.

b) Columnas de Confinamiento.

Se definieron las siguientes secciones, quienes se ubicarán en los extremos de cada muro y en el centro de los muros orientados en la dirección YY:

Columna CRX 14x24 – extremo de muros en dirección XX.
Columna CC 24x24 – centro de muros en dirección YY.
Columna CRY 24x40 – extremo de muros en dirección YY.

Esta última sección se empleó para asegurar que el acero de la viga en voladizo tenga una adecuada longitud de desarrollo dentro de la columna.

Estos elementos de confinamiento se diseñaron por la NTE E.070, por lo que estas dimensiones podrían variar según el diseño.

5.4.2.3. Losas

La losa aligerada unidireccional de "h=0.20 m" se definió como un elemento shell. Para que esta losa tenga un peso de 300kgf por metro cuadrado, se le colocó una altura equivalente de "he=0.125 m". Esta losa se orientará en la dirección XX.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

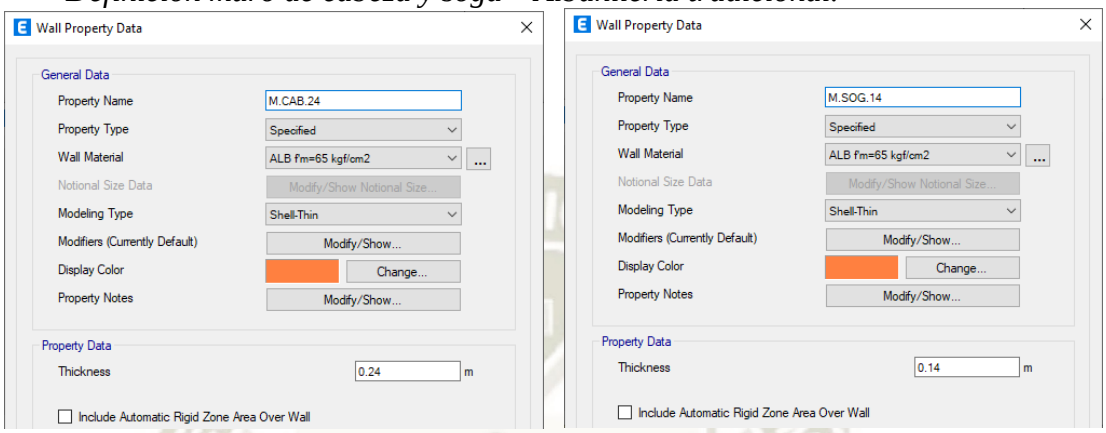
5.4.2.4. Muros de Albañilería

a) Muros de Albañilería Tradicional.

Se definieron las secciones para muros de cabeza (t=0.24 m) y muros de soga (t=0.14 m) asignándole el material "Albañilería f'm=65 kgf/cm2" (albañilería tradicional).

Figura 107

Definición muro de cabeza y soga – Albañilería tradicional.



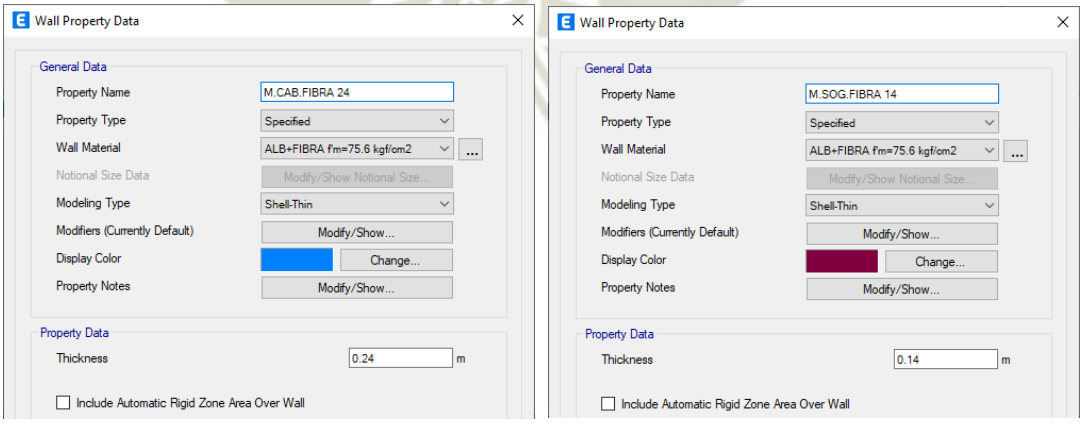
NOTA: Software ETABS.

b) Muros de Albañilería Reforzada.

Se definieron las secciones para muros de cabeza (t=0.24 m) y muros de soga (t=0.14 m) asignándole el material "Albañilería más fibra f'm=75.6 kgf/cm2" (albañilería reforzada).

Figura 108

Definición muro de cabeza y soga - albañilería reforzada.



Nota: Software ETABS.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

5.4.3. Modelado de la edificación y Asignación de Cargas

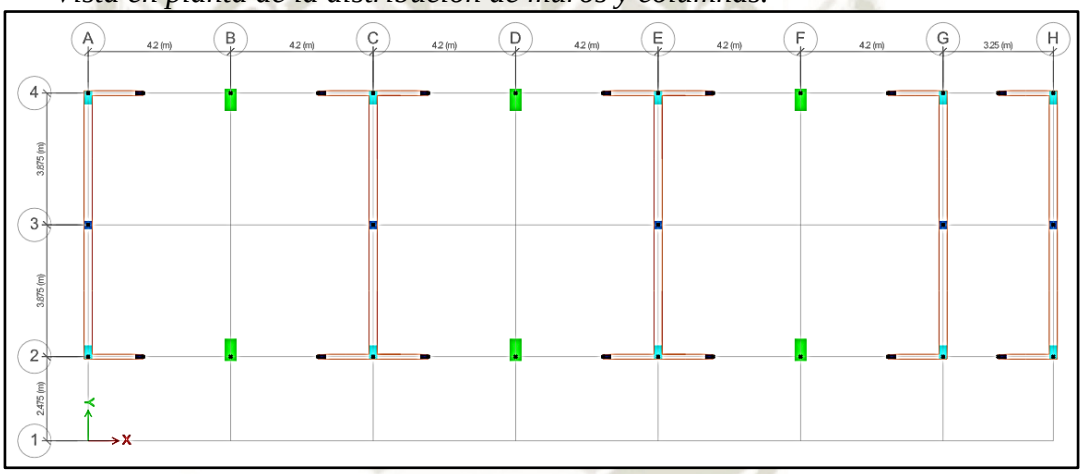
5.4.3.1. Modelado de la edificación

Se modeló la edificación utilizando el programa ETABS, tomando en cuenta la distribución arquitectónica del proyecto. Para esto, se definió el número de niveles, el número de ejes en el sentido horizontal (dirección XX) y el número de ejes en el sentido vertical (dirección YY) con sus respectivas distancias de separación.

Una vez definido los ejes, se procedió a definir los materiales y las secciones de los diferentes elementos estructurales; la distribución en planta de los muros portantes y columnas de concreto armado queda de la siguiente manera:

Figura 109

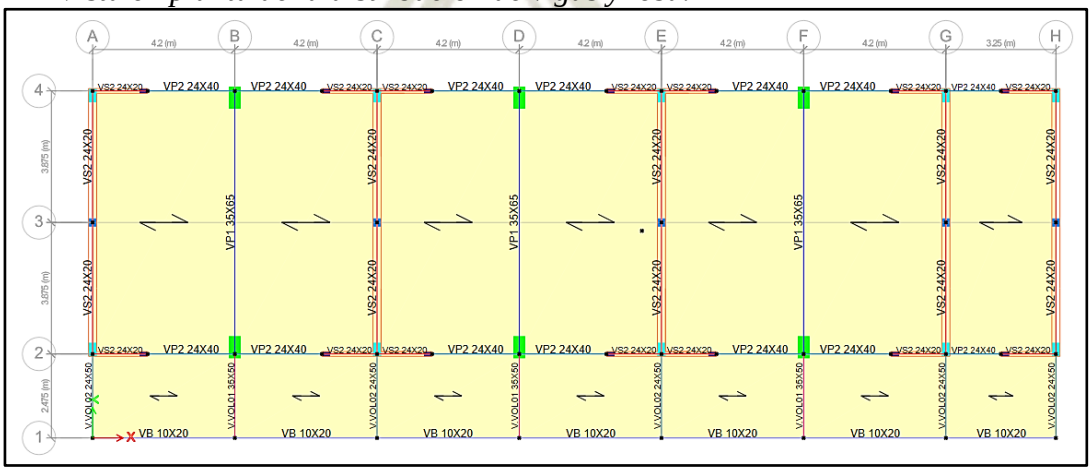
Vista en planta de la distribución de muros y columnas.



NOTA: Software ETABS.

Figura 110

Vista en planta de la distribución de vigas y losa.



Nota: Software ETABS.

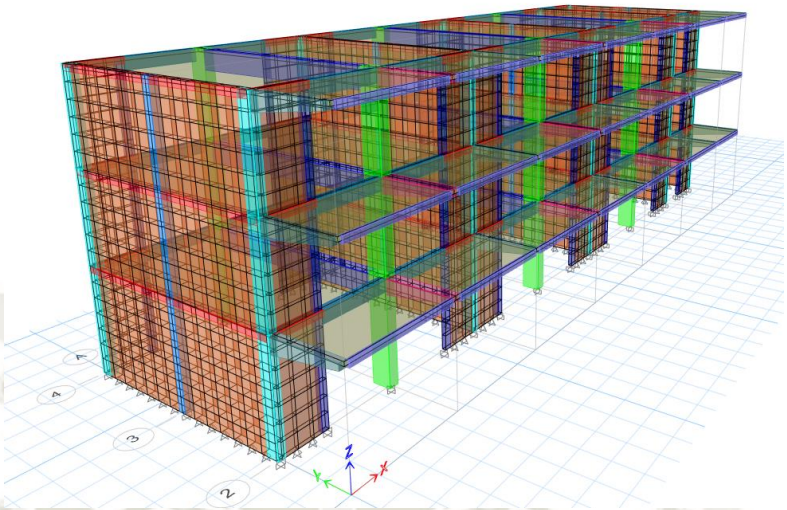
Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Figura 111

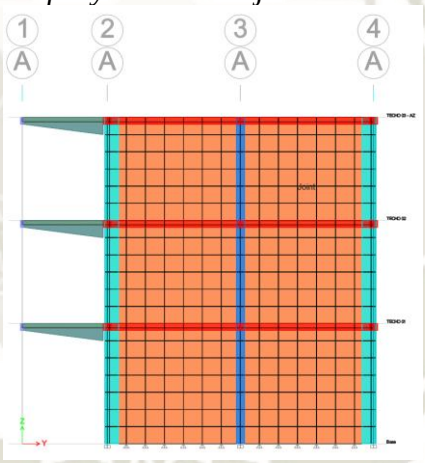
Vista 3D del proyecto.



Nota: Software ETABS.

Figura 112

Vista de la elevación del proyecto en el Eje A.



Nota: Software ETABS.

5.4.3.2. Asignación de Cargas

El programa por defecto tiene creado los patrones de carga “Dead” (carga muerta) y “Live” (carga viva), por lo que se creó el patrón de carga “RL” (carga viva para techo) en la opción “Load Patterns”.

Al momento del modelamiento, el software calcula las cargas muertas producidas por el peso propio de los elementos estructurales, por lo que se adicionó las cargas producidas por el piso terminado sobre la losa aligerada y las cargas producidas por los alféizares de ventanas sobre las vigas.

Para la asignación de las cargas vivas, se tuvo en cuenta la distribución de ambientes del proyecto y el nivel en el que se encuentre. El proyecto cuenta con áreas para corredores,

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

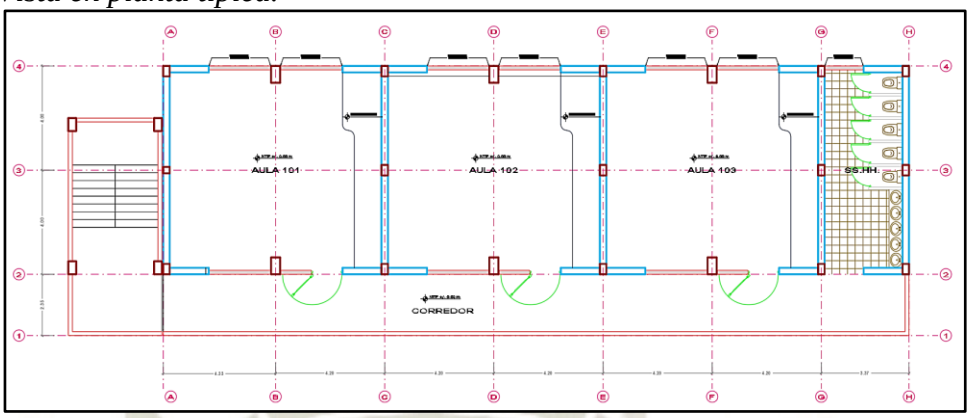
REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

áreas para aulas y servicios higiénicos.

Figura 113

Vista en planta típica.



Nota: Elaboración Propia.

a) Asignación de Cargas sobre Losa Aligerada.

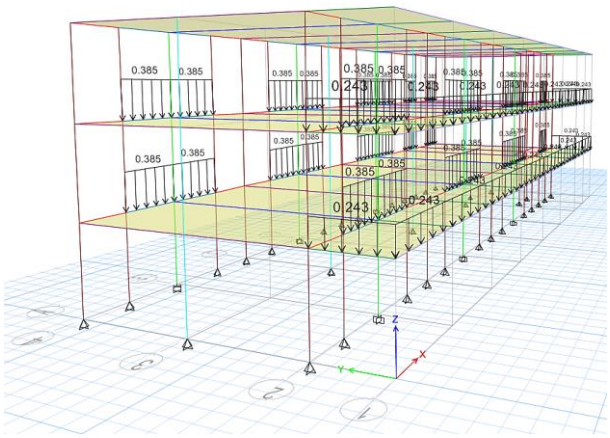
Piso terminado:		100 kgf/m2 (carga muerta en todos los niveles).
S/C	:	250 kgf/m2 (carga viva en aulas y SS.HH.).
S/C	:	50 kgf/m2 (carga viva – mobiliario).
S/C	:	400 kgf/m2 (carga viva en corredores).
S/C	:	100 kgf/m2 (carga viva en azotea).

b) Asignación de Cargas sobre Vigas.

Alféizar h=1.90 m:	385 kgf/m (aulas y SS.HH. – segundo y tercer nivel).
Parapeto h=1.20 m:	243 kgf/m (corredores – segundo y tercer nivel).

Figura 114

Vista de cargas muertas.



Nota: Software ETABS.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

5.5. Verificación de Esfuerzo Axial Máximo

Esta verificación se realizó acorde a lo indicado en la NTE E.070 Articulo 7.1.1 y fue verificado para efectos de cargas de servicio con la siguiente expresión:

$$\sigma_m = \frac{P_m}{L*t} \leq 0.2*f'_m * \left[1 - \left(\frac{h}{35*t}\right)^2\right] \leq 0.15*f'_m$$

Ecuación 29: Esfuerzo Axial máximo

Donde:

σ_m: Esfuerzo axial máximo (kgf/cm2).

P_m: Carga de servicio – 100%CM + 100%CV (kgf)

Una vez completado el modelo, se realizó una primera ejecución del programa para obtener las cargas que actúan en los muros (debido a efectos por cargas de servicio “Pm”) y verificar el esfuerzo axial.

Para realizar la verificación, se tuvo en cuenta que los muros orientados en la dirección XX y en la dirección YY tienen la misma altura libre “h” y el mismo espesor “t”, por lo que esta solo analizo los muros del primer nivel, ya que los muros en los muros superiores tienen cargas de gravedad menores.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

Tabla 115

Verificación de Esfuerzo Axial Máximo en Muros Portantes – Primer Nivel.

MURO	L (m)	t (m)	Pm (kgf)	σm (kgf/cm2)	f'm (kgf/cm2)	$0.2f'_m\left[1-\left(\frac{h}{35t}\right)^2\right]$ (kgf/cm2)	$0.15f'_m$ (kgf/cm2)	ESFUERZO AXIAL MÁXIMO (kgf/cm2)	VERIFICACIÓN DE ESFUERZO AXIAL MÁXIMO
X1	1.75	0.14	7133.50	**2.912**	65.00	8.755	9.750	**8.755**	**Muro Correcto**
X2	3.25	0.14	17098.90	**3.758**	65.00	8.755	9.750	**8.755**	**Muro Correcto**
X3	3.25	0.14	16977.70	**3.731**	65.00	8.755	9.750	**8.755**	**Muro Correcto**
X4	1.75	0.14	8459.50	**3.453**	65.00	8.755	9.750	**8.755**	**Muro Correcto**
X5	1.75	0.14	6386.70	**2.607**	65.00	8.755	9.750	**8.755**	**Muro Correcto**
X6	1.75	0.14	2767.30	**1.130**	65.00	8.755	9.750	**8.755**	**Muro Correcto**
X7	3.25	0.14	8207.40	**1.804**	65.00	8.755	9.750	**8.755**	**Muro Correcto**
X8	3.25	0.14	8324.70	**1.830**	65.00	8.755	9.750	**8.755**	**Muro Correcto**
X9	1.75	0.14	3974.50	**1.622**	65.00	8.755	9.750	**8.755**	**Muro Correcto**
X10	1.75	0.14	2590.90	**1.058**	65.00	8.755	9.750	**8.755**	**Muro Correcto**
Y1	8.00	0.24	46128.30	**2.403**	65.00	11.556	9.750	**9.750**	**Muro Correcto**
Y2	8.00	0.24	62191.90	**3.239**	65.00	11.556	9.750	**9.750**	**Muro Correcto**
Y3	8.00	0.24	62193.40	**3.239**	65.00	11.556	9.750	**9.750**	**Muro Correcto**
Y4	8.00	0.24	60608.40	**3.157**	65.00	11.556	9.750	**9.750**	**Muro Correcto**
Y5	8.00	0.24	41876.40	**2.181**	65.00	11.556	9.750	**9.750**	**Muro Correcto**

Nota: Elaboración propia.

Se observa que todos los muros orientados en ambas direcciones soportan las cargas de servicio, por lo que se califica a cada muro como "Muro Correcto" por el tema de "Esfuerzo Axial Máximo".

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

5.6. Análisis sísmico

La filosofía para el diseño sismorresistente indica lo siguiente (NTE E.030 – Artículo 3.1):

- Evitar pérdidas humanas.
- Asegurar la continuidad de los servicios básicos.
- Minimizar los daños a la propiedad.

Se reconoce que dar protección completa frente a todos los sismos no es técnica ni económicamente factible para la mayoría de las estructuras. En concordancia con tal filosofía, se establecen los siguientes principios (NTE E.030 – Artículo 3.2):

- La estructura no debería colapsar ni causar daños graves a las personas, aunque podría presentar daños importantes, debido a movimientos sísmicos calificados como severos para el lugar del proyecto.
- La estructura debería soportar movimientos del suelo calificados como moderados para el lugar del proyecto, pudiendo experimentar daños reparables dentro de los límites aceptables.
- Para las edificaciones esenciales, definidas en la tabla N° 5 de la NTE E.030 (2018), se debería tener consideraciones especiales orientadas a lograr que permanezcan en condiciones operativas luego de un sismo severo.

5.6.1. Estimación del Peso Sísmico

Para determinar el peso sísmico de la estructura, se tomaron en cuenta las siguientes consideraciones que indica el artículo 26 de la NTE E.030 – 2018:

- El 100% de la carga muerta o carga permanente.
- El 50% de la carga viva en edificaciones de categoría A y B (según Tabla N° 5 – NTE E.030).
- El 25% de la carga viva en techos y azoteas en edificaciones de cualquier categoría.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

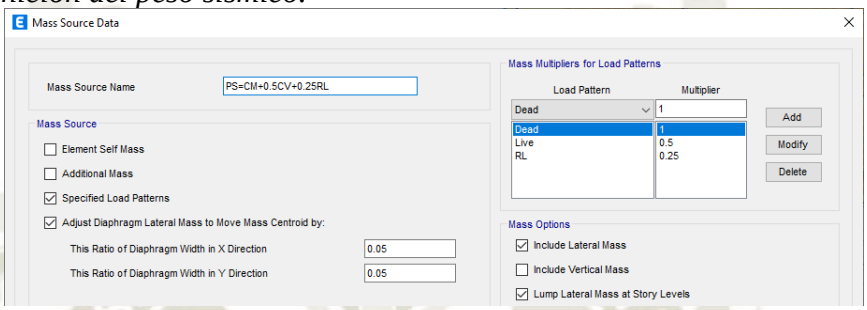
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

De acuerdo a la NTE E.030 (2018), adicionalmente a estas consideraciones, se debe tomar una excentricidad accidental de 0.05 veces o 5% de la dimensión del edificio en la dirección perpendicular a la dirección de análisis.

Teniendo en cuenta lo antes mencionado, se asignó el peso sísmico al modelo con la excentricidad accidental del 5%:

Figura 115

Definición del peso sísmico.



Nota: Software ETABS.

5.6.2. Definición de los modos de vibración y cálculo del periodo (T)

Para poder definir el número de modos de vibración, se tiene que suponer que las losas y vigas (por cada nivel) funcionan como diafragma rígido. Teniendo en cuenta este criterio, se podrá considerar que el diafragma posee tres grados de libertad por nivel: traslación en el Eje X, traslación en el Eje Y y rotación en el Eje Z (NTE E.030 – Artículo 25.3).

Como este proyecto cuenta con 3 niveles, en total posee 9 modos de vibración. En cada dirección de análisis se consideró a aquellos modos de vibración cuya suma de masas efectivas sea por lo menos el 90% de la masa total, tomando como mínimo 3 modos de vibración en la dirección de análisis (NTE E.030 – Artículo 29.1.2).

Entonces, un ves definido el peso sísmico “PS”, se procedió a definir los modos de vibración para el modelo:

De esta manera, con los modos de vibración definidos, se ejecutó el programa para obtener el periodo de vibración (T) para los tres grados de libertad (desplazamiento Eje X, desplazamiento Eje Y, y rotación Eje Z).

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Tabla 116

Masas participativas y periodos "T" de vibración.

Modo de Vibración	Periodo (T) s	UX	UY	RZ
1	**0.254**	***0.8667***	0.0000	0.0002
2	**0.130**	0.0000	***0.8813***	0.0139
3	**0.116**	0.0001	0.0131	***0.8814***
4	0.080	0.1214	0.0000	0.0000
5	0.047	0.0117	0.0000	0.0000
6	0.044	0.0000	0.0954	0.0023
7	0.040	0.0000	0.0019	0.0947
8	0.028	0.0000	0.0079	0.0002
9	0.025	0.0000	0.0004	0.0073

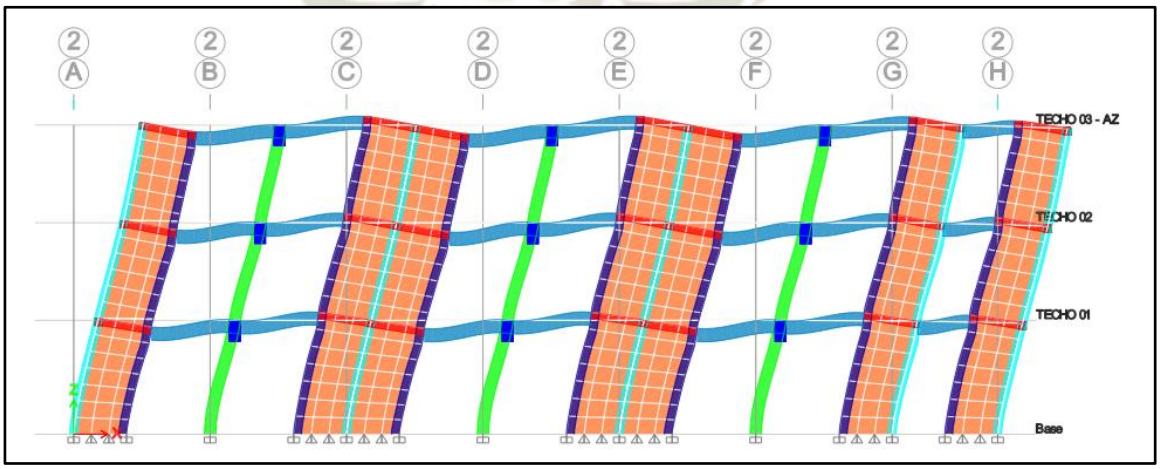
Nota: Elaboración propia.

Un indicativo de que la estructura tiene una buena distribución en planta, es que los 2 primeros modos de vibración son desplazamientos en la dirección XX y dirección YY (o viceversa) y el tercer modo de vibración es la rotación en ZZ, con sus respectivos periodos (T).

- T_{UX} = 0.254 s (periodo de vibración en la dirección del Eje X)
- T_{UY} = 0.130 s (periodo de vibración en la dirección del Eje Y)
- T_{RZ} = 0.116 s (periodo de vibración con rotación en el Eje Z)

Figura 116

Primer modo de vibración dirección XX con T=0.254s.



Nota: Software ETABS.

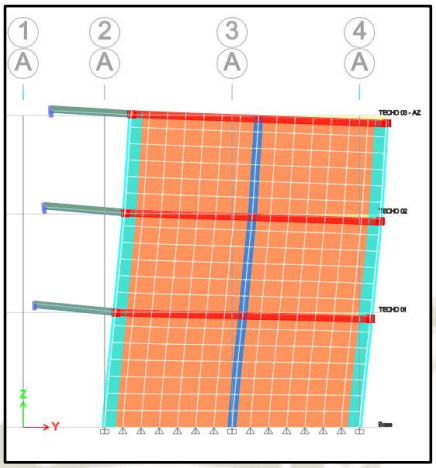
Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Figura 117

Segundo modo de vibración dirección YY con T=0.130s.



Nota: Software ETABS.

Figura 118

Tercer modo de vibración rotación Eje Z con T=0.116s.

Nota: Software ETABS.

5.6.3. Análisis Sísmico Estático

5.6.3.1. Cálculo del Peso Sísmico de la Edificación (PS)

Se obtuvo el peso sísmico "PS" de la edificación (peso total y peso por niveles) desde el programa ETABS.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Tabla 117

Peso Sísmico "PS" de la Edificación para el Análisis Sísmico Estático.

NIVEL	PS (tnf)
TECHO 03 - AZ	198.70
TECHO 02	304.66
TECHO 01	312.13
Peso Total =	***815.49***

Nota: Elaboración propia.

5.6.3.2. Cortante Basal Estática

Se utilizó la siguiente fórmula indicada en el Artículo 28.2.1 de la NTE E.030:

$$V_E = \frac{Z*U*C*S}{R} * P_S$$

Ecuación 30: Cortante basal estática

a) Factor de Zona (Z):

Este factor depende de la ubicación geográfica del proyecto según la Figura N° 1, y su valor en función de la Tabla N° 1 de la NTE E.030.

Tabla 118

Valores de los factores de zona "Z".

FACTORES DE ZONA "Z"	
ZONA	**Z**
Z4	0.45
Z3	0.35
Z2	0.25
Z1	0.10

Nota: NTE E.030.

Como el proyecto se encuentra en Arequipa, según el Anexo II de la NTE E.030, se tiene los siguientes datos:

Zona Sísmica : Z3

Factor de Zona : Z = 0.35

b) Factor de Uso (U):

Se determino la categoría de la edificación y el valor del factor de uso (U), según el

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

uso al que será destinada la edificación. Se utiliza la tabla N° 5 de la NTE E.030.

Este proyecto está destinado para una Institución Educativa:

Categoría : A2

Factor de Uso : U = 1.5

c) Factor de Suelo (S) y Periodos T_P y T_L:

Este factor depende del tipo de suelo y la zonificación mencionados en los artículos 12.1.4 y 10.2 de la NTE E.030-2018, respectivamente. A su vez, conociendo el tipo de suelo, se puede determinar los periodos T_P y T_L.

Para este proyecto, se asumió que se encuentra en un suelo intermedio:

Tipo de Suelo : S2 – Suelo intermedio.

Factor de Suelo: S = 1.15

Periodo T_P : 0.6 s

Periodo T_L : 2.0 s

d) Factor de Amplificación Sísmica (C):

Conociendo los periodos de vibración de la edificación (T_{UX} y T_{UY}) y los periodos del suelo (TP y TL), se pudo determinar el valor de "C" con las fórmulas indicadas en el artículo 14 de la NTE E.030-2018.

$$T<T_P \; ; \; C=2.5$$

$$T_P<T<T_L \; ; \; C=2.5*\left(\frac{T_P}{T}\right)$$

$$T>T_L \; ; \; C=2.5*\left(\frac{T_P*T_L}{T^2}\right)$$

Para el cálculo del factor de amplificación "C", se tiene los siguientes valores:

T_{UX} = 0.254 s T_{UY} = 0.130 s

T_P = 0.6 s T_L = 2.0 s

Se verifica que los periodos de vibración de la estructura, son menores al periodo T_P, por lo que el valor del factor de amplificación "C" fue de:

Factor de amplificación "C" : C = 2.5

e) Factor de Reducción de Fuerzas Sísmicas (R):

Se calculó con la expresión indicada en el artículo 22 de la NTE E.030.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

$$R=R_0*I_a*I_p$$

Ecuación 31: Factor de reducción de fuerzas sísmicas

Donde:

R_0: Coeficiente básico de Reducción de Fuerzas Sísmicas.

I_a: Irregularidad en altura.

I_p: Irregularidad en planta.

El valor de Ro se obtuvo con la ayuda de la tabla N° 7 de la NTE E.030.

Los valores de irregularidad en altura (I_a) y de irregularidad en planta (I_p) se obtuvieron de las tablas N° 8 y N° 9 de la NTE E.030 respectivamente.

Para este proyecto, el sistema estructural empleado es de albañilería y no presenta ninguna irregularidad.

Sistema Est. De Albañilería	:	$R_0 = 3$
Irregularidad en altura	:	$I_a = 1$
Irregularidad en planta	:	$I_p = 1$

$$R = 3 * 1 * 1$$

$$R = 3$$

f) Cálculo de la Cortante Basal Estática

Se remplazaron los datos calculados anteriormente:

Zona Sísmica=	Z3
Perfil de Suelo=	S2
Categoría=	A2
Factor de Zona Z=	0.35
Factor de Uso U=	1.5
Factor de Suelo S=	1.15

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Tabla 119

Cálculo de la Cortante Basal "V_{EXX}" y "V_{EYY}".

T_{UX} =	0.254		**T_{UY} =**	0.130
C_X =	2.50		**C_Y =**	2.50
T_P =	0.6		**T_P =**	0.6
T_L =	2.0		**T_L =**	2.0
Rx=Rox*Iax*Ipx =	3.0		**Ry=Roy*Iay*Ipy =**	3.0
R_{0x} =	3		**R_{0y} =**	3
Iax =	1		**Iay =**	1
Ipx =	1		**Ipy =**	1
PESO SÍSMICO (tonf) =	815.45		**PESO SÍSMICO (tonf) =**	815.49
(*) ZUCS/Rx =	0.50313		**(*) ZUCS/Ry =**	0.50313
V_{EXX} (tonf) =	410.29		**V_{EYY} (tonf) =**	410.29
C/R>0.11	0.83		**C/R>0.11**	0.83
(*) K = (0.75+0.5T) ≤ 2.0	1.00		**(*) K = (0.75+0.5T) ≤ 2.0**	1.00

(*): Valores colocados en el programa ETABS para el análisis sísmico estático.

Nota: Elaboración Propia.

g) Distribución en Altura del Cortante Sísmico

Estas fuerzas se encuentran distribuidas en los diferentes niveles de la edificación y se calcularon con la fórmula indicada en el Artículo 28.3 de la NTE E.030-2018.

$$F_i = \alpha_i * V_E$$

$$\alpha_i = \frac{P_i * (h_i)^k}{\sum_{j=1}^{n} \left(P_j * (h_j)^k\right)}$$

El análisis se realizó para la dirección en XX y la dirección en YY.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Tabla 120

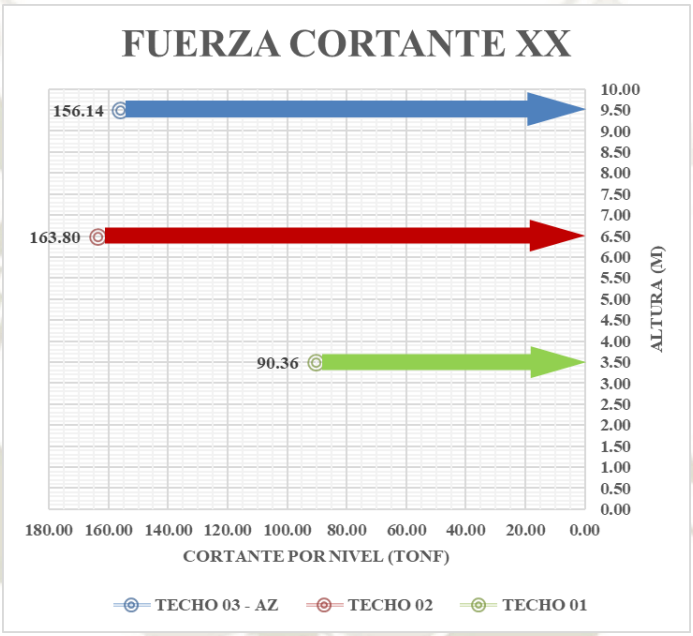
Cálculo para la distribución en altura del Cortante Sísmico en la dirección XX.

NIVEL	PS (tonf)	$h_{acum.}$ (m)	Pi*hi^k	αi	Fi (tonf)
TECHO 03 - AZ	198.70	9.50	1887.660	0.381	**156.14**
TECHO 02	304.66	6.50	1980.278	0.399	**163.80**
TECHO 01	312.13	3.50	1092.442	0.220	**90.36**
	815.49	**∑(Pi*hi^k)**	**4960.38**	**1.00**	**410.29**

Nota: Elaboración Propia.

Figura 119

Distribución en altura del Cortante Sísmico en la dirección XX.

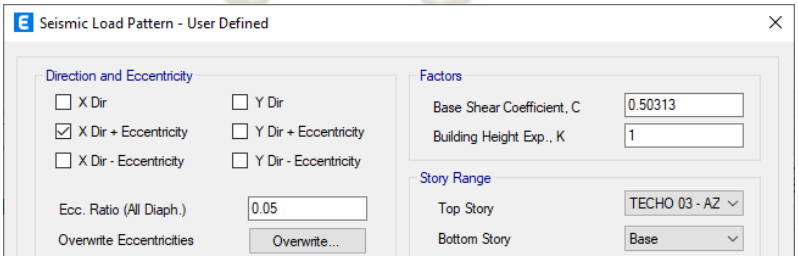


NOTA: Elaboración Propia.

Se procedió a colocar los valores en el programa ETABS para calcular la Cortante "V_{EXX}" considerando el 5% de excentricidad accidental del diafragma.

Figura 120

Asignación para el cálculo de la Cortante Basal Estática "V_{EXX}".



Nota: Software ETABS.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Tabla 121

Cálculo para la distribución en altura del Cortante Sísmico en la dirección YY.

NIVEL	PS (tonf)	$h_{acum.}$ (m)	Pi*hi^k	αi	Fi (tonf)
TECHO 03 - AZ	198.70	9.50	1887.660	0.381	**156.14**
TECHO 02	304.66	6.50	1980.278	0.399	**163.80**
TECHO 01	312.13	3.50	1092.442	0.220	**90.36**
	815.49	**∑(Pi*hi^k)**	**4960.38**	**1.00**	**410.29**

Nota: Elaboración Propia.

Figura 121

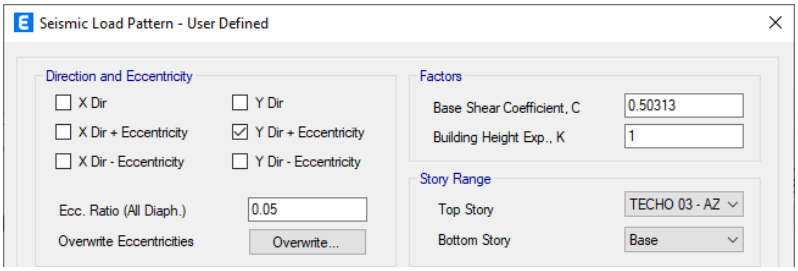
Distribución en altura del Cortante Sísmico en la dirección YY.

Nota: Elaboración Propia.

Se procedió a colocar los valores en el programa ETABS para calcular la Cortante "V_{EYY}" considerando el 5% de excentricidad accidental del diafragma.

Figura 122

Asignación para el cálculo de la Cortante Basal Estática "V_{EYY}".



NOTA: Software ETABS.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Del programa se obtuvo las cortantes producidas por el sismo estático en la dirección XX (S_{EXX}) y en la dirección YY (S_{EYY}).

Tabla 122

Fuerza cortante estática exportado del programa ETABS por Nivel.

TABLE: Story Forces				
Story	Output Case	Location	VX	VY
			tonf	tonf
TECHO 03 - AZ	SEXX	Bottom	-156.14	0.00
TECHO 03 - AZ	SEYY	Bottom	0.00	-156.14
TECHO 02	SEXX	Bottom	-319.93	0.00
TECHO 02	SEYY	Bottom	0.00	-319.93
TECHO 01	**SEXX**	**Bottom**	**-410.30**	**0.00**
TECHO 01	**SEYY**	**Bottom**	**0.00**	**-410.30**

Nota: Software ETABS.

Se obtuvo la cortante producida por el sismo estático en la dirección XX (S_{EXX}) y en la dirección YY (S_{EYY}), el cual coincide con el cálculo manual realizado anteriormente.

S_{EXX} = 410.30 tonf ; S_{EYY} = 410.30 tonf

5.6.4. Análisis Sísmico Dinámico

Para realizar el análisis sísmico dinámico (modal espectral) se utilizó un espectro inelástico de pseudo - aceleraciones definido por la fórmula indicada en el artículo N° 29.2.1 de la NTE E.030-2018.

$$S_a = \frac{Z*U*C*S}{R} * g$$

Ecuación 32: Aceleración espectral (m/s2)

Donde:

Sa: Aceleración espectral (m/s2).

g: Aceleración de la gravedad (g= 9.80665 m/s2).

De la fórmula anterior se sabe que los factores "Z", "U", "S", "R" y "g" son constantes y que el factor de amplificación sísmica "C" varía en función al periodo "T", por lo que la fórmula queda agrupada de la siguiente manera:

$$S_a = \left(\frac{Z*U*S}{R} * g\right) * C$$

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Tabla 123

Datos para el cálculo de la aceleración espectral.

Factor de Zona Z =	0.35
Factor de Uso U =	1.5
Factor de Suelo S =	1.15
TP =	0.6
TL =	2.0
Rx=Rox*Iax*Ipx =	3
R0x =	3
Iax =	1.00
Ipx =	1.00
Ry=Roy*Iay*Ipy =	3
Roy =	3
Iay =	1.00
Ipy =	1.00
(**) (ZUS/Rx)*g =	1.97359
(**) (ZUS/Ry)*g =	1.97359

(**): Valores colocados en el programa ETABS para el análisis sísmico dinámico.
Nota: Elaboración Propia.

De esta manera se determina la curva "T vs S_a", estableciendo los valores para "C" con diferentes valores de periodos "T", se tuvo como puntos de cambio los periodos "T_P" y "T_L".

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Tabla 124

Cálculo del factor de amplificación sísmica "C" y aceleración espectral.

	T (s)	C	S_{aXX}	S_{aYY}
	0.0	2.50	4.934	4.934
	0.1	2.50	4.934	4.934
	0.2	2.50	4.934	4.934
	0.3	2.50	4.934	4.934
	0.4	2.50	4.934	4.934
	0.5	2.500	4.934	4.934
TP=	**0.6**	**2.500**	**4.934**	**4.934**
	0.7	2.143	4.229	4.229
	0.8	1.875	3.700	3.700
	0.9	1.667	3.289	3.289
	1.0	1.500	2.960	2.960
	1.1	1.364	2.691	2.691
	1.2	1.250	2.467	2.467
	1.3	1.154	2.277	2.277
	1.4	1.071	2.115	2.115
	1.5	1.000	1.974	1.974
	1.6	0.938	1.850	1.850
	1.7	0.882	1.741	1.741
	1.8	0.833	1.645	1.645
	1.9	0.789	1.558	1.558
TL=	**2.0**	**0.750**	**1.480**	**1.480**
	2.1	0.680	1.343	1.343
	2.2	0.620	1.223	1.223
	2.3	0.567	1.119	1.119
	2.4	0.521	1.028	1.028
	2.5	0.480	0.947	0.947

T (s)	C	S_{aXX}	S_{aYY}
2.6	0.444	0.876	0.876
2.7	0.412	0.812	0.812
2.8	0.383	0.755	0.755
2.9	0.357	0.704	0.704
3.0	0.333	0.658	0.658
3.1	0.312	0.616	0.616
3.2	0.293	0.578	0.578
3.3	0.275	0.544	0.544
3.4	0.260	0.512	0.512
3.5	0.245	0.483	0.483
3.6	0.231	0.457	0.457
3.7	0.219	0.432	0.432
3.8	0.208	0.410	0.410
3.9	0.197	0.389	0.389
4.0	0.188	0.370	0.370
4.1	0.178	0.352	0.352
4.2	0.170	0.336	0.336
4.3	0.162	0.320	0.320
4.4	0.155	0.306	0.306
4.5	0.148	0.292	0.292
4.6	0.142	0.280	0.280
4.7	0.136	0.268	0.268
4.8	0.130	0.257	0.257
4.9	0.125	0.247	0.247
5.0	0.120	0.237	0.237

Nota: Elaboración Propia.

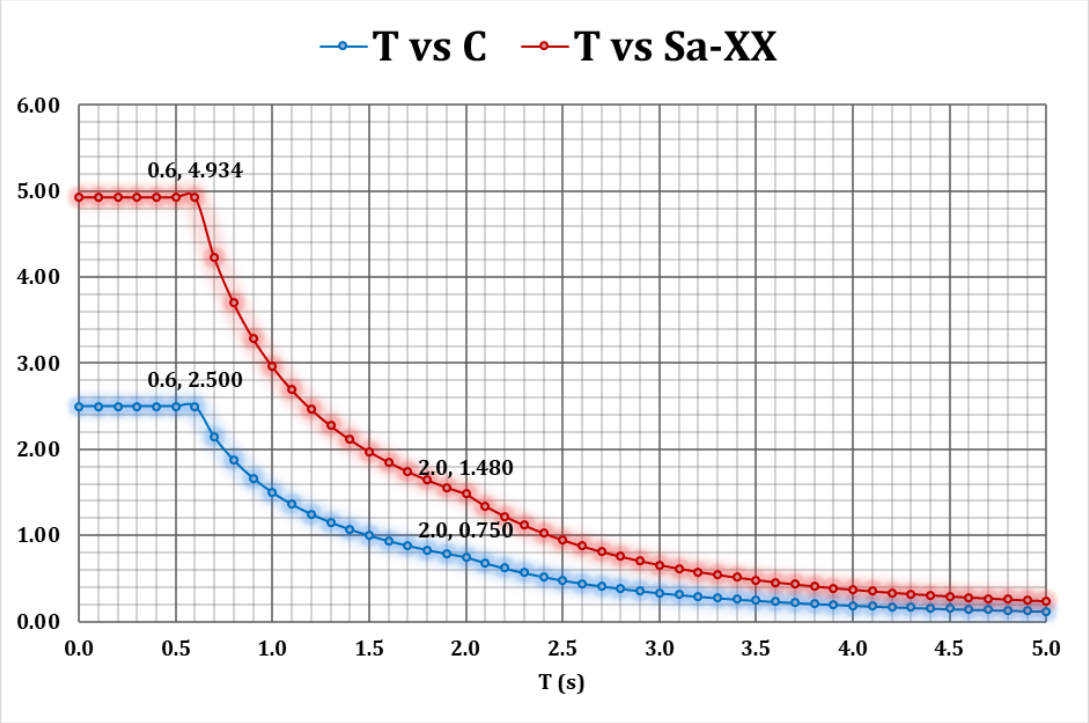
Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Figura 123

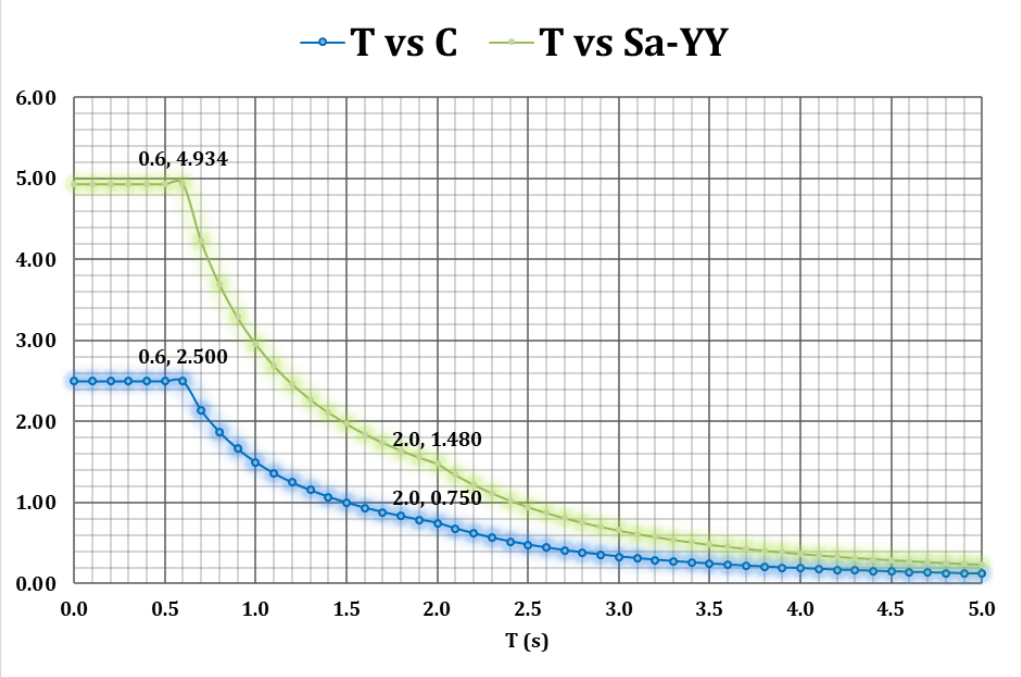
Gráfica del espectro de aceleraciones "T vs S_{aXX}" en la dirección XX.



Nota: Elaboración Propia.

Figura 124

Gráfica del espectro de aceleraciones "T vs S_{aYY}" en la dirección YY.



Nota: Elaboración Propia.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

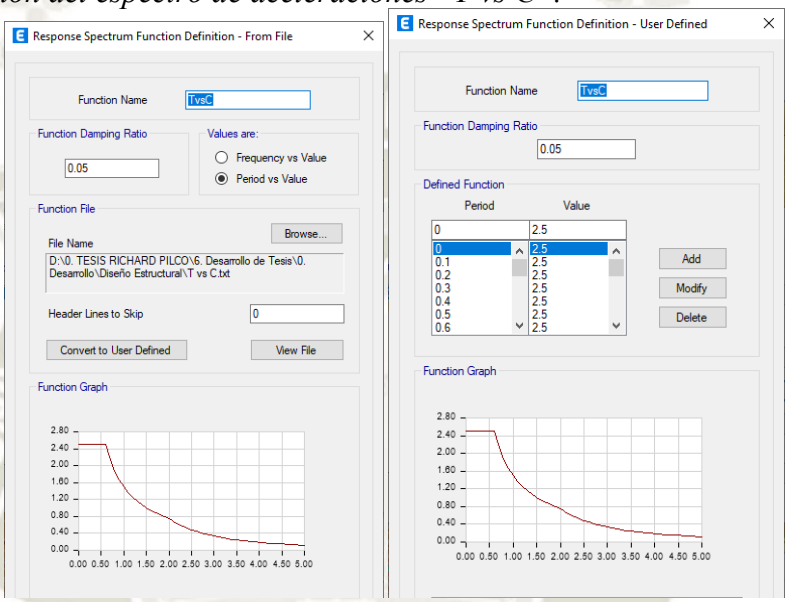
REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

Para el modelamiento, primero se creó el espectro de aceleraciones. Para esto, solo se utilizó los valores de los periodos "T" y los factores de amplificación sísmica "C" (obtenidos de la tabla anterior) los cuales anteriormente fueron copiados en un archivo de bloc de notas e importados al programa ETABS, para finalmente convertirlo como "Definido por el Usuario".

Figura 125

Definición del espectro de aceleraciones "T vs C".



Nota: Software ETABS.

Finalmente, se crearon los casos de carga para el análisis sísmico dinámico, tanto en la dirección XX como en la dirección YY (SDXX y SDYY).

Se definió el tipo de carga que será mediante un espectro de respuestas. Se asignó el espectro "TvsC" y luego el valor obtenido mediante el producto de los factores constantes y el valor de la gravedad, como un factor de escala.

Este modelo considera como método de combinación la "Combinación Cuadrática Completa" (CQC) la cual está indicada en el artículo 29.3.2 de la NTE E.030-2018.

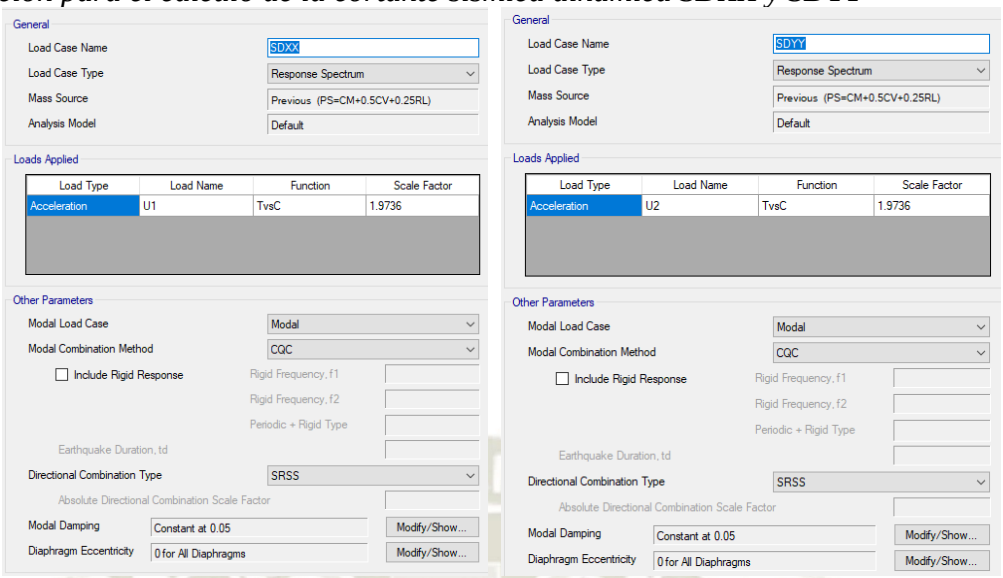
Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Figura 126

Definición para el cálculo de la cortante sísmica dinámica SDXX y SDYY



Nota: Software ETABS.

Se ejecutó el programa y se determinó las fuerzas cortantes dinámicas en la dirección XX y dirección YY, que actúan en la estructura.

Tabla 125

Fuerza cortante dinámica exportado del programa ETABS por Nivel.

TABLE: Story Forces				
Story	**Output Case**	**Location**	**VX tonf**	**VY tonf**
TECHO 03 - AZ	SDXX	Bottom	139.91	0.25
TECHO 03 - AZ	SDYY	Bottom	0.37	134.86
TECHO 02	SDXX	Bottom	281.49	0.46
TECHO 02	SDYY	Bottom	0.56	281.37
TECHO 01	**SDXX**	**Bottom**	**359.43**	**0.61**
TECHO 01	**SDYY**	**Bottom**	**0.61**	**366.48**

Nota: Software ETABS.

Se obtuvo la cortante producida por el sismo dinámico en la dirección XX (S_{DXX}) y en la dirección YY (S_{DYY}).

S_{DXX} = 359.43 tonf ; S_{DYY} = 366.48 tonf

5.6.5. Verificación de las Derivas.

Se verificó los desplazamientos relativos de entre piso, o también denominados derivas de entre piso, sin exceder los límites indicados en la tabla N° 11 de la NTE E.030-2018.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Tabla 126

Límites para la distorsión de entre piso según el sistema estructural.

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

Nota: NTE E.030-2018.

Del programa, se obtuvo desplazamientos relativos de un análisis lineal elástico por lo que, para convertirlo a un análisis inelástico, se multiplicó por 0.75 de R para estructuras regulares, o 0.85 de R para estructuras irregulares (NTE E.030-2018).

Analizando las derivas que se producen por acción de la carga sísmica estática (S_{EXX} y S_{EYY}) se obtuvo las siguientes derivas relativas de entre piso.

Tabla 127

Verificación de la Deriva Inelástica para Albañilería Confinada para el S_{EXX}.

TABLE: Story Drifts						
Story	**Output Case**	**Case Type**	**Direction**	**Drift**	**DERIVA INEL. Drift x (0.75xR)**	**CONDICIÓN**
TECHO 03 - AZ	SEXX	LinStatic	X	**0.00116**	**0.00523**	**NO CUMPLE**
TECHO 02	SEXX	LinStatic	X	**0.00150**	**0.00673**	**NO CUMPLE**
TECHO 01	SEXX	LinStatic	X	**0.00126**	**0.00568**	**NO CUMPLE**

Nota: Elaboración Propia.

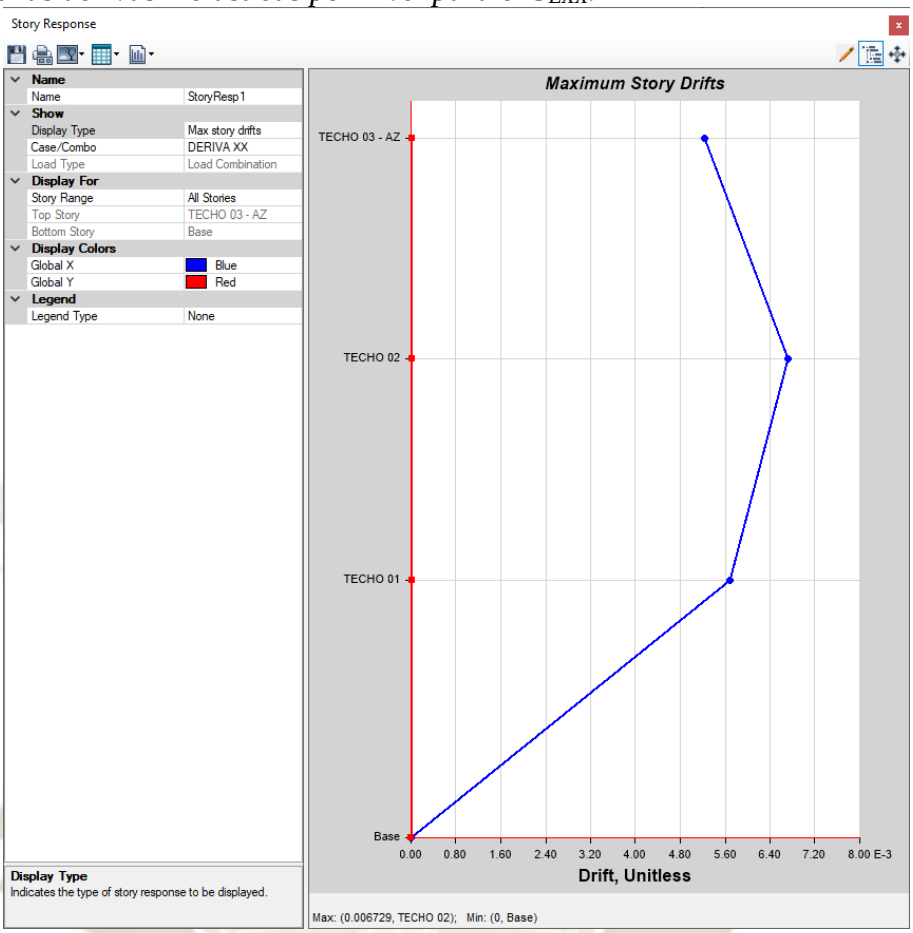
Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Figura 127

Gráfica de las derivas inelásticas por nivel para el S_{EXX}.



Nota: Software ETABS.

Se observa que para la dirección XX, la deriva inelástica no cumple, ya que los valores son mayores a 0.005 establecido por la NTE E030. Para que las derivas de entrepiso cumplan con lo establecido por la norma, se incrementó el espesor de los muros orientados en la dirección XX por el espesor de "t=0.24 m", Las derivas de entre piso quedaría de la siguiente manera.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Tabla 128

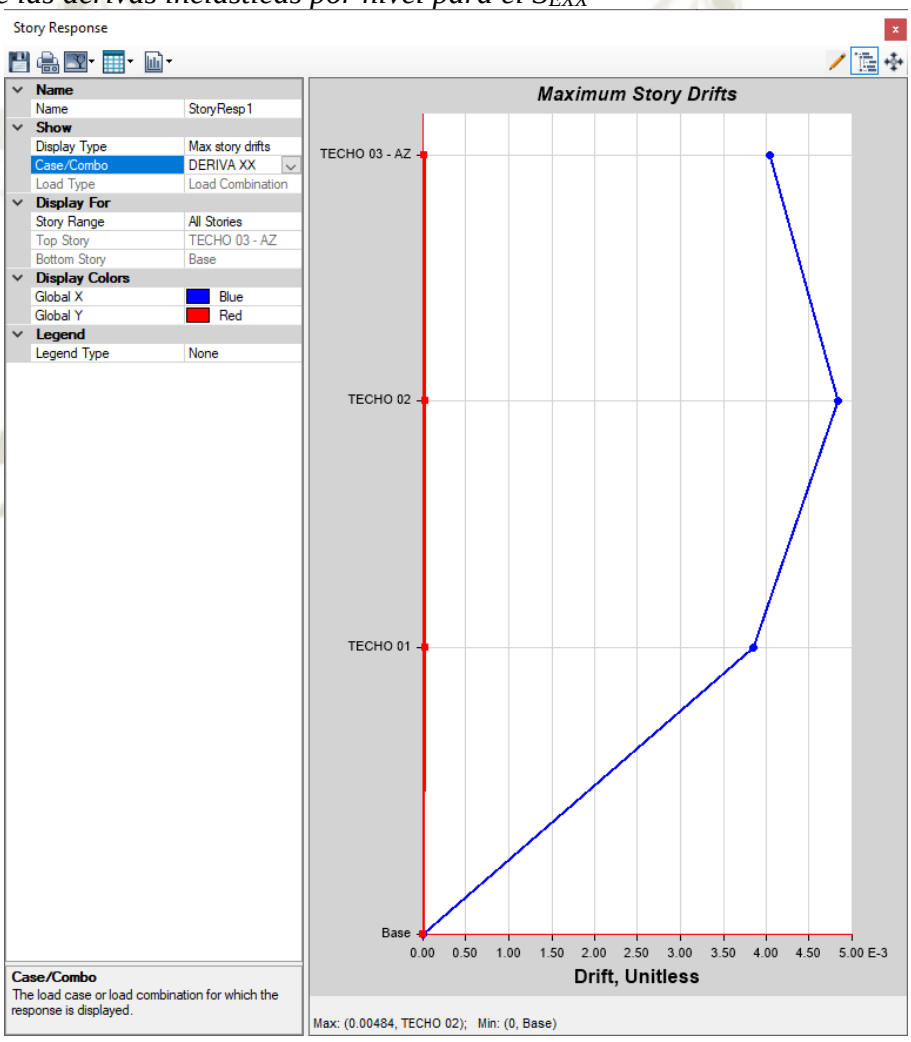
Verificación de la Deriva Inelástica para Albañilería Confinada para el S_{EXX}.

TABLE: Story Drifts					
Story	**Output Case**	**Direction**	**Drift**	**DERIVA INEL. Drift x (0.75xR)**	**CONDICIÓN**
TECHO 03 - AZ	SEXX	X	**0.00090**	**0.00404**	**CUMPLE**
TECHO 02	SEXX	X	**0.00108**	**0.00484**	**CUMPLE**
TECHO 01	SEXX	X	**0.00085**	**0.00384**	**CUMPLE**

Nota: Elaboración Propia.

Figura 128

Gráfica de las derivas inelásticas por nivel para el S_{EXX}



Nota: Software ETABS.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Tabla 129

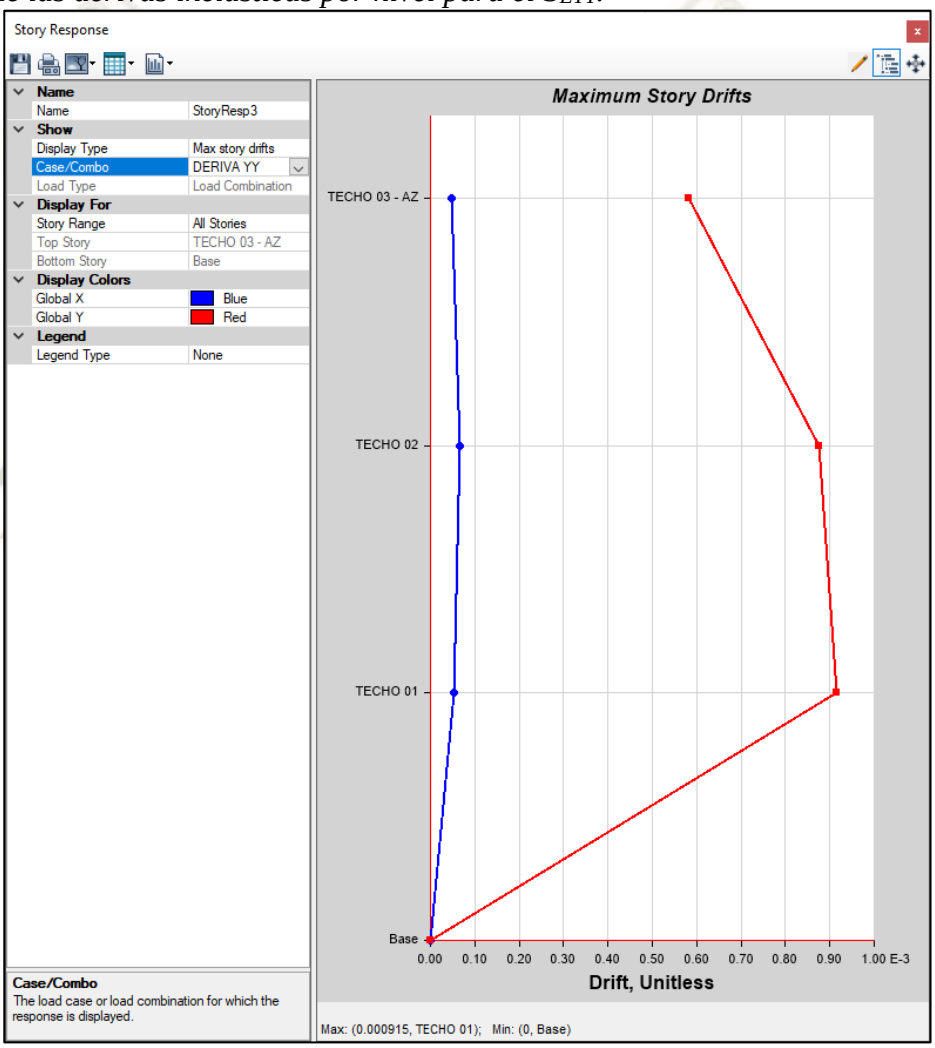
Verificación de la Deriva Inelástica para Albañilería Confinada para el S_{EYY}.

TABLE: Story Drifts					
Story	**Output Case**	**Direction**	**Drift**	**DERIVA INEL. Drift x (0.75xR)**	**CONDICIÓN**
TECHO 03 - AZ	SEYY	Y	**0.00028**	**0.00063**	**CUMPLE**
TECHO 02	SEYY	Y	**0.00042**	**0.00094**	**CUMPLE**
TECHO 01	SEYY	Y	**0.00043**	**0.00097**	**CUMPLE**

Nota: Elaboración Propia.

Figura 129

Gráfica de las derivas inelásticas por nivel para el S_{EYY}.



Nota: Software ETABS.

5.6.6. Verificación de Irregularidades

Todas las irregularidades fueron verificadas según los criterios indicados en la tabla N° 8 y tabla N° 9 de la NTE E.030.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

5.6.6.1 Irregularidad en Altura (Ia)

a) Irregularidad de Rigidez e Irregularidad de Resistencia.

Tabla 130

Verificación de Irregularidad de Rigidez y de Resistencia para el S_{EXX} y S_{EYY}.

TABLE: Story Stiffness					IRREGULARIDAD DE RIGIDEZ - PISO BLANDO				IRREGULARIDAD DE RESISTENCIA - PISO DEBIL	
Story	Load Case	Shear X tonf	Drift X m	Stiffness X tonf/m	70% "K" Piso Superior		80% "K" 3 Pisos Superiores		80% Piso Superior	
TECHO 03 - AZ	SEXX	**162.79**	**0.00294**	**55453.57**						
TECHO 02	SEXX	**335.61**	**0.00307**	**109445.08**	38817.50	**Ok**			130.23	**Ok**
TECHO 01	SEXX	**431.22**	**0.00298**	**144494.35**	76611.55	**Ok**			268.49	**Ok**
TECHO 03 - AZ	SEYY	**162.79**	**0.00087**	**187579.52**						
TECHO 02	SEYY	**335.61**	**0.00115**	**290816.21**	131305.66	**Ok**			130.23	**Ok**
TECHO 01	SEYY	**431.22**	**0.00125**	**346320.29**	203571.35	**Ok**			268.49	**Ok**

Nota: Elaboración Propia.

No presenta irregularidad de rigidez (Piso Blando) y tampoco presenta irregularidad de Resistencia (Piso Débil) en ninguna de las direcciones de análisis.

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

b) Irregularidad Extrema de Rigidez e Irregularidad Extrema de Resistencia.

Como no presentan irregularidades de rigidez y de resistencia, entonces no se presentan sus irregularidades extremas.

c) Irregularidad de Masa o Peso.

Se tiene en cuenta que debido a que se cambió el espesor de los muros XX, el peso de la edificación ha variado. Con ese nuevo peso se realizó la verificación de "Irregularidad de Masa o Peso".

Tabla 131

Verificación de Irregularidad de Masa o Peso.

PESO SISMICO DE LA EDIFICACIÓN		***IRREGULARIDAD DE MASA/PESO***			
Story	**PS (tnf)**	**1.5*Piso Inf. (tnf)**	**Condición**	**1.5*Piso Sup. (tnf)**	**Condición**
TECHO 03 - AZ	206.73	481.15	**Regular**	0.00	-
TECHO 02	320.77	494.37	**Regular**	310.10	**Irregular**
TECHO 01	329.58	0.00	-	481.15	**Regular**

Nota: Elaboración Propia.

Se observó que el peso del "TECHO 02" es mayor que el valor de 1.5 veces el peso del piso superior pero la diferencia es del 3.44%. Se considera que la diferencia es muy baja por lo que se asume que no presenta irregularidad por Masa o Peso.

d) Irregularidad Geométrica Vertical

No presenta según los criterios indicados.

e) Discontinuidad en los Sistemas Resistentes

No presenta según los criterios indicados.

f) Discontinuidad Extrema en los Sistemas Resistentes

No presenta según los criterios indicados.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

5.6.6.2 Irregularidad en Planta (Ip)

a) Irregularidad Torsional

Tabla 132

Verificación de Irregularidad de Torsión para el S_{EXX} y S_{EYY}.

TABLE: Diaphragm Max/Avg Drifts						IRREG. TORSIONAL SI:	
Story	Load Case/Combo	Item	Max Drift	Avg Drift	Ratio	Condición (*)	
						Ratio > 1.3	Drift > 50% (5/1000)
TECHO 03 - AZ	SEXX	Diaph D3 X	0.00090	0.00090	1.002	Ok	Ok
TECHO 02	SEXX	Diaph D2 X	0.00108	0.00107	1.002	Ok	Ok
TECHO 01	SEXX	Diaph D1 X	0.00085	0.00085	1.002	Ok	Ok
TECHO 03 - AZ	SEYY	Diaph D3 Y	0.00028	0.00023	1.218	Ok	Ok
TECHO 02	SEYY	Diaph D2 Y	0.00042	0.00035	1.206	Ok	Ok
TECHO 01	SEYY	Diaph D1 Y	0.00043	0.00036	1.209	Ok	Ok

(*) = Tienen que cumplir las dos para que haya Irregularidad

Nota: Elaboración Propia.

No presenta irregularidad por torsión.

b) Irregularidad Torsional Extrema

Como no presentan irregularidad torsional, no presentan irregularidad torsional extrema.

c) Irregularidad por Esquinas Entrantes

No presenta según los criterios indicados.

d) Irregularidad por Discontinuidad de Diafragma

No presenta según los criterios indicados.

e) Irregularidad por Sistemas no Paralelos

No presenta según los criterios indicados.

5.6.7. Cálculo del Sismo de Diseño

Para determinar el sismo con el que se diseñará la edificación (Sismo de Diseño), el artículo 29.4 de la NTE E.030 indica que puede usarse una cortante no menor al 80% de la cortante estática para estructuras regulares o al 90% de la cortante estática para estructuras irregulares.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

La edificación no presenta irregularidades por lo que se utilizara para la cortante requerida el 80% de la cortante estática.

Tabla 133

Cálculo de la Cortante Requerida.

Dirección	Cortante Estática (tonf)	Cortante Dinámica (tonf)	Cortante Requerida (tonf)
XX	431.22	472.55	(0.80*431.22) = 344.98
YY	431.22	388.78	(0.80*431.22) = 344.98

Nota: Elaboración Propia.

Como la cortante requerida es menor a la cortante dinámica, se toma la cortante estática como la cortante de diseño. Esta cortante de diseño se obtiene multiplicando la cortante dinámica por un factor de escala (F_E) igual a la relación entre la cortante estática y la cortante dinámica. Esta operación se realizará en cada dirección de análisis (dirección XX y dirección YY).

$$F_{EXX}=\frac{S_{EXX}}{S_{DXX}} \qquad F_{EYY}=\frac{S_{EYY}}{S_{DYY}}$$

Tabla 134

Cálculo del Factor de Escala "F_E".

Dirección	Cortante Estática (tonf)	Cortante Dinámica (tonf)	FE (tonf)
XX	431.22	472.55	**1.15750**
YY	431.22	388.78	**1.10915**

Nota: Elaboración Propia.

Se crearon las combinaciones para el "Sismo de Diseño" en la dirección XX (Sis.Dis.XX) y en la dirección YY (Sis.Dis.YY), donde este factor de escala F_{EXX} y F_{EYY} amplificará al sismo dinámico en la dirección XX (S_{DXX}) y en la dirección YY (S_{DYY}) respectivamente.

Tabla 135

Combinación de carga para el Sismo de Diseño XX y Diseño YY.

Load Combination	Scale Factor
SDXX	1.1575
SDYY	1.1092

Nota: Elaboración Propia.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

5.7. Diseño de Albañilería con Mortero Tradicional

Para este punto, se utilizó los valores para albañilería tradicional según el capítulo 5.2.4 desarrollado en el presente trabajo de investigación; en el caso de ser necesario se empleará muros de concreto armado.

5.7.1. Determinación del sismo severo y sismo moderado

El Sismo Severo (Sis.Sev.) no es más que el Sismo de Diseño, y el Sismo Moderado (Sis.Mod.) es la mitad del Sismo Severo.

Sis.Dis.XX =	431.22	tonf	Sis.Sev.XX =	431.22	tonf	Sis.Mod.XX =	215.61	tonf
Sis.Dis.YY =	431.22	tonf	Sis.Sev.YY =	431.22	tonf	Sis.Mod.YY =	215.61	tonf

En el programa ETABS, se creó las combinaciones de carga para el sismo severo (Sis.Sev.XX y Sis.Sev.YY) y sismo moderado (Sis.Mod.XX y Sis.Mod.YY).

Tabla 136

Combinación de carga para el Sismo Severo y Sismo Moderado.

Load Combination	Scale Factor
SIS SEV XX	1.1575
SIS SEV YY	1.1092
SIS MOD XX	0.5
SIS MOD YY	0.5

Nota: Elaboración Propia.

5.7.2. Control de fisuración

Se verifico que los muros no se fisuren ante sismos moderados. Para cumplir con la condición se tuvo que verificar la siguiente expresión:

$$V_e \leq 0.55 * V_m$$

Ecuación 33: Fuerza Cortante en el muro

Donde:

V_e : Fuerza Cortante en el muro producida por el sismo moderado.

$0.55*V_m$: Cortante Admisible.

V_m : Resistencia al corte del muro.

Como las unidades de albañilería son de arcilla, la resistencia al corte "V_m" del muro, se calculó con la siguiente expresión:

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

$$V_m=0.5*v'_m*\alpha*t*L+0.23*P_g$$

Ecuación 34: Resistencia a la cortante del muro

Donde:

v'm : Resistencia a la cortante del muro de albañilería.

Pg : Carga de servicio indicado en el artículo 26 de la NTE E.030-2018.

α : Factor de reducción de resistencia al corte por efectos de esbeltez.

$$\frac{1}{3}\leq\alpha=\frac{V_e*L}{M_e}\leq 1$$

Donde:

M_e : Momento Flector en el muro producida por el sismo moderado.

Con las fórmulas indicadas anteriormente, se procedió a verificar si los muros llegan a fallar por fisuración. En caso de no cumplir con la condición, la norma indica que se debe aumentar el espesor del muro, mejorar la calidad de la albañilería o cambiar a elementos de concreto armado.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

Tabla 137

Verificación por fisuración de los muros de Albañilería - Nivel 1.

Primer Nivel - Control de Fisuración ante el Sismo Moderado										
MURO	**L (m)**	**t (m)**	**Pg (Kg)**	**Vei (Kg)**	**Mei (Kg-m)**	$\frac{V_e L}{M_e}$	α	**Vmi (Kg)**	$V_e \leq 0.55 V_m$	
X1	1.75	0.24	9449.80	8955.60	6722.50	2.33	1.00	19183.45	10550.90	**No Fisurado**
X2	3.25	0.24	21045.10	21936.60	32846.90	2.17	1.00	36430.37	20036.71	**Fisurado**
X3	3.25	0.24	20920.90	21936.20	32847.50	2.17	1.00	36401.81	20020.99	**Fisurado**
X4	1.75	0.24	10910.50	10231.90	7049.10	2.54	1.00	19519.42	10735.68	**No Fisurado**
X5	1.75	0.24	8549.00	9682.70	6795.00	2.49	1.00	18976.27	10436.95	**No Fisurado**
X6	1.75	0.24	4603.00	8645.20	6661.30	2.27	1.00	18068.69	9937.78	**No Fisurado**
X7	3.25	0.24	11897.00	21535.10	32351.30	2.16	1.00	34326.31	18879.47	**Fisurado**
X8	3.25	0.24	12020.70	21534.70	32352.00	2.16	1.00	34354.76	18895.12	**Fisurado**
X9	1.75	0.24	5939.00	9882.30	6944.80	2.49	1.00	18375.97	10106.78	**No Fisurado**
X10	1.75	0.24	4381.70	9365.10	6727.50	2.44	1.00	18017.79	9909.79	**No Fisurado**
Y1	8.00	0.24	39679.30	30417.10	46432.60	5.24	1.00	86886.24	47787.43	**No Fisurado**
Y2	8.00	0.24	50031.00	33532.70	40110.00	6.69	1.00	89267.13	49096.92	**No Fisurado**
Y3	8.00	0.24	50038.10	35681.90	42682.00	6.69	1.00	89268.76	49097.82	**No Fisurado**
Y4	8.00	0.24	50353.00	36855.00	54183.50	5.44	1.00	89341.19	49137.65	**No Fisurado**
Y5	8.00	0.24	36965.60	37539.10	56931.00	5.28	1.00	86262.09	47444.15	**No Fisurado**
			Resistencia al corte en Dirección X del Edificio, ΣVmi =					**253654.84 kgf**		***Corregir***
			Cortante por Sismo Severo en Dirección X, VEi =					**431221.10 kgf**		
			Resistencia al Corte en Dirección Y del Edificio, ΣVmi =					**441025.41 kgf**		***OK***
			Cortante por Sísmo Severo en Dirección Y, VEi =					**431219.00 kgf**		

Nota: Elaboración Propia.

Tabla 138

Verificación por fisuración de los muros de Albañilería - Nivel 2.

Segundo Nivel - Control de Fisuración ante el Sismo Moderado										
MURO	**L (m)**	**t (m)**	**Pg (Kg)**	**Vei (Kg)**	**Mei (Kg-m)**	$\frac{V_e L}{M_e}$	α	**Vmi (Kg)**	$V_e \leq 0.55 V_m$	
X1	1.75	0.24	6538.50	7023.40	3138.30	3.92	1.00	18513.86	10182.62	**No Fisurado**
X2	3.25	0.24	14500.20	18527.50	14389.60	4.18	1.00	34925.05	19208.78	**No Fisurado**
X3	3.25	0.24	14407.30	18524.70	14389.90	4.18	1.00	34903.68	19197.02	**No Fisurado**
X4	1.75	0.24	7455.50	8185.70	3487.40	4.11	1.00	18724.77	10298.62	**No Fisurado**
X5	1.75	0.24	5907.60	8223.40	3484.00	4.13	1.00	18368.75	10102.81	**No Fisurado**
X6	1.75	0.24	3154.70	6645.00	3030.00	3.84	1.00	17735.58	9754.57	**No Fisurado**
X7	3.25	0.24	8337.30	18168.20	14249.80	4.14	1.00	33507.58	18429.17	**No Fisurado**
X8	3.25	0.24	8424.70	18165.40	14250.20	4.14	1.00	33527.68	18440.22	**No Fisurado**
X9	1.75	0.24	4140.40	7612.70	3302.60	4.03	1.00	17962.29	9879.26	**No Fisurado**
X10	1.75	0.24	2938.40	7837.60	3374.80	4.06	1.00	17685.83	9727.21	**No Fisurado**
Y1	8.00	0.24	24103.50	26401.90	26473.50	7.98	1.00	83303.81	45817.09	**No Fisurado**
Y2	8.00	0.24	29149.70	30815.70	24231.10	10.17	1.00	84464.43	46455.44	**No Fisurado**
Y3	8.00	0.24	29160.10	32700.10	25780.50	10.15	1.00	84466.82	46456.75	**No Fisurado**
Y4	8.00	0.24	30146.00	31975.70	31644.40	8.08	1.00	84693.58	46581.47	**No Fisurado**
Y5	8.00	0.24	22636.50	32137.00	33181.00	7.75	1.00	82966.40	45631.52	**No Fisurado**
			Resistencia al corte en Dirección X del Edificio, ΣVmi =					**329725.35 kgf**		***Corregir***
			Cortante por Sísmo Severo en Dirección X, VEi =					**339657.40 kgf**		
			Resistencia al Corte en Dirección Y del Edificio, ΣVmi =					**419895.03 kgf**		***OK***
			Cortante por Sísmo Severo en Dirección Y, VEi =					**328514.70 kgf**		

Nota: Elaboración Propia.

Tabla 139

Verificación por fisuración de los muros de Albañilería - Nivel 3.

Tercer Nivel - Control de Fisuración ante el Sismo Moderado										
MURO	**L (m)**	**t (m)**	**Pg (Kg)**	**Vei (Kg)**	**Mei (Kg-m)**	$\frac{V_e L}{M_e}$	α	**Vmi (Kg)**	$V_e \leq 0.55 V_m$	
X1	1.75	0.24	3248.60	2410.10	722.90	5.83	1.00	17757.18	9766.45	**No Fisurado**
X2	3.25	0.24	7202.40	7421.10	2766.80	8.72	1.00	33246.55	18285.60	**No Fisurado**
X3	3.25	0.24	7158.40	7415.60	2766.90	8.71	1.00	33236.43	18280.04	**No Fisurado**
X4	1.75	0.24	3574.30	4012.90	1124.20	6.25	1.00	17832.09	9807.65	**No Fisurado**
X5	1.75	0.24	2987.70	4078.90	1164.10	6.13	1.00	17697.17	9733.44	**No Fisurado**
X6	1.75	0.24	1751.60	2141.50	653.80	5.73	1.00	17412.87	9577.08	**No Fisurado**
X7	3.25	0.24	4525.30	7280.00	2775.10	8.53	1.00	32630.82	17946.95	**No Fisurado**
X8	3.25	0.24	4559.60	7274.40	2775.30	8.52	1.00	32638.71	17951.29	**No Fisurado**
X9	1.75	0.24	2183.10	3542.20	979.80	6.33	1.00	17512.11	9631.66	**No Fisurado**
X10	1.75	0.24	1605.10	3742.70	1068.60	6.13	1.00	17379.17	9558.55	**No Fisurado**
Y1	8.00	0.24	11227.70	12121.70	8970.40	10.81	1.00	80342.37	44188.30	**No Fisurado**
Y2	8.00	0.24	12700.00	16124.70	9111.10	14.16	1.00	80681.00	44374.55	**No Fisurado**
Y3	8.00	0.24	12704.70	17272.00	9766.80	14.15	1.00	80682.08	44375.14	**No Fisurado**
Y4	8.00	0.24	13401.90	15400.30	11271.40	10.93	1.00	80842.44	44463.34	**No Fisurado**
Y5	8.00	0.24	10709.30	15140.70	11779.50	10.28	1.00	80223.14	44122.73	**No Fisurado**
			Resistencia al corte en Dirección X del Edificio, ΣVmi =					**321213.40 kgf**		***OK***
			Cortante por Sísmo Severo en Dirección X, VEi =					**171116.30 kgf**		
			Resistencia al Corte en Dirección Y del Edificio, ΣVmi =					**402771.03 kgf**		***OK***
			Cortante por Sísmo Severo en Dirección Y, VEi =					**154475.60 kgf**		

Nota: Elaboración Propia.

REPOSITORIO DE TESIS UCSM
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Como se observa en las tablas anteriores, los muros orientados en la dirección YY no presentan falla por fisuración y su resistencia global ((∑Vmi) es mayor a la fuerza cortante producida por el sismo severo (VEi), en todos los niveles.

Los muros orientados en la dirección XX, en el primer nivel no cumplen con la condición por lo que fallan por fisuración y su resistencia global (∑Vmi) es menor a la fuerza cortante producida por el sismo severo (VEi). En el segundo nivel los muros no fallan por fisuración, pero su resistencia global es menor a la fuerza cortante producida por el sismo severo.

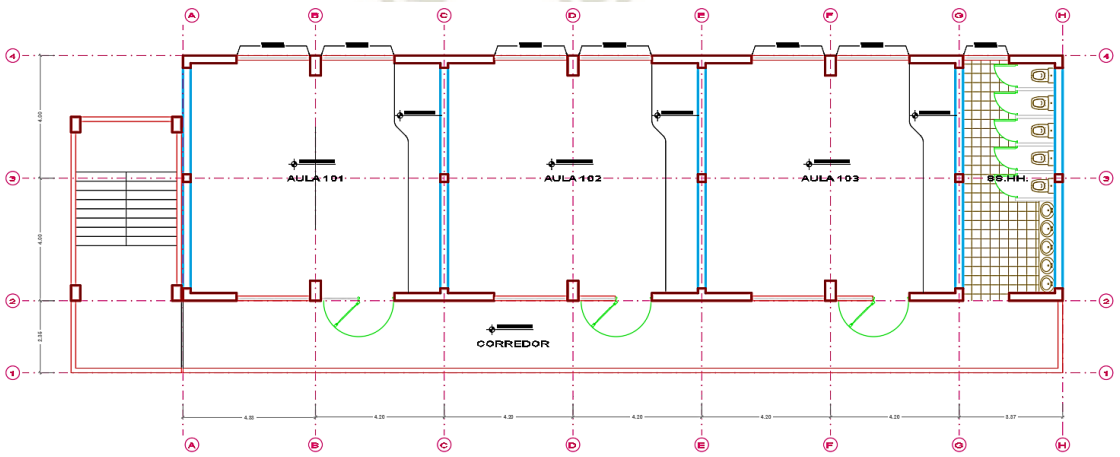
En un diseño tradicional, considerando las recomendaciones de la NTE E.070, para este proyecto solo quedaría cambiar la estructuración de muros de albañilería por muros de concreto armado solo en la dirección XX, ya que el diseño se inició considerando las propiedades para una albañilería con unidades mecanizadas y muros de cabeza (t=0.24 m).

Utilizando la misma distribución de muros del presente proyecto, se utilizó las propiedades físicas obtenidas en el laboratorio para la albañilería reforzada con fibras en los muros que han fallado por fisuración (f'm y v'm).

5.8. Diseño de Edificación con Concreto Armado y Albañilería – Mortero Tradicional

En este caso, los muros de albañilería que se encuentran orientados en la dirección XX fueron cambiados por muros de concreto armado o placas de concreto armado denominados "PLX". Los muros que se cambiarán son los que fallaron por fisuración
La nueva distribución estructural, vista en planta quedaría de la siguiente manera:

Figura 130
Vista en planta "Muros de Albañilería y Placas de Concreto".



Nota: Elaboración propia.

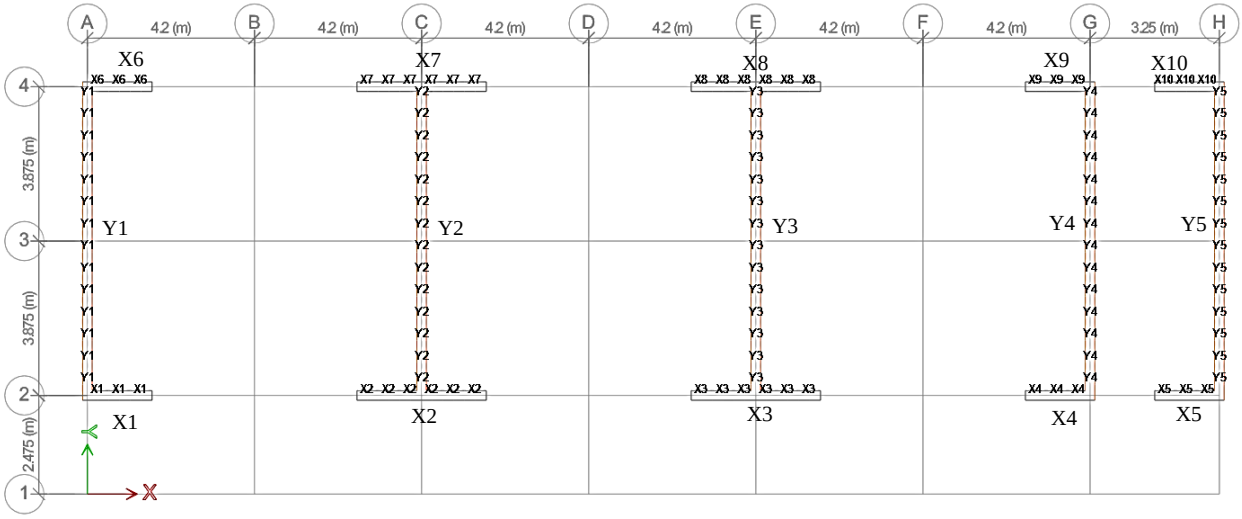
Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Figura 131

Distribución de "Muros de Albañilería y Placas de Concreto".



Nota: Software ETABS.

5.8.1. Análisis Sísmico

Esta nueva distribución de elementos estructurales hizo que el análisis sísmico cambie radicalmente con respecto a la orientación en la dirección XX, por lo que se debió realizar nuevamente los cálculos y verificaciones.

Del programa ETABS, se obtiene el nuevo peso sísmico "PS", modos de vibración y periodos "T".

Tabla 140

Masas participativas y periodos "T" de vibración para la nueva estructuración.

Modo de Vibración	Periodo (T) s	UX	UY	RZ
1	**0.149**	***0.7927***	0.0000	0.0027
2	**0.121**	0.0001	***0.9057***	0.0106
3	**0.099**	0.0015	0.0112	***0.8916***
4	0.042	0.0002	0.0747	0.0009
5	0.038	0.1722	0.0002	0.0039
6	0.034	0.0113	0.0006	0.0814
7	0.028	0.0000	0.0075	0.0002
8	0.023	0.0017	0.0000	0.0079
9	0.020	0.0202	0.0000	0.0008

Nota: Elaboración propia.

- T_{UX} = 0.149 s (periodo de vibración en la dirección del Eje X)

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

- T_{UY} = 0.121 s (periodo de vibración en la dirección del Eje Y)
- T_{RZ} = 0.099 s (periodo de vibración con rotación en el Eje Z)

Tabla 141

Peso Sísmico "PS" de la Edificación para el Análisis Sísmico Estático.

N° de Piso	PS (tnf)
TECHO 03 - AZ	205.98
TECHO 02	322.82
TECHO 01	332.10
Peso Total =	***860.89***

Nota: Elaboración propia.

Se realizó los cambios del factor "R" en la dirección XX para poder calcular las cortantes producidas por el sismo estático y el sismo dinámico.

Zona Sísmica = Z3
Perfil de Suelo = S2
Categoría = A2
Factor de Zona Z = 0.35
Factor de Uso U = 1.5
Factor de Suelo S = 1.15

Tabla 142

Cálculo de la Cortante Basal "V_{EXX}" y "V_{EYY}" para la nueva estructuración.

T_{UX} =	0.149
C_X =	2.50
T_P =	0.6
T_L =	2.0
Rx=Rox*Iax*Ipx =	6.00
R_{0x} =	6
Iax =	1.00
Ipx =	1.00
PESO SÍSMICO (tonf) =	860.89
(*) ZUCS/Rx =	0.25156
V_{EXX} (tonf) =	216.57
C/R > 0.11	0.42
(*) K = (0.75+0.5T) ≤ 2.0	1.00

T_{UY} =	0.121
C_Y =	2.50
T_P =	0.6
T_L =	2.0
Ry=Roy*Iay*Ipy =	3.00
R_{0y} =	3
Iay =	1.00
Ipy =	1.00
PESO SÍSMICO (tonf) =	860.89
(*) ZUCS/Ry =	0.50313
V_{EYY} (tonf) =	433.14
C/R > 0.11	0.83
(*) K = (0.75+0.5T) ≤ 2.0	1.00

(*): Valores colocados en el programa ETABS para el análisis sísmico estático.
Nota: Elaboración Propia.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Tabla 143

Fuerza cortante estática exportado del programa ETABS por Nivel.

TABLE: Story Forces				
Story	**Output Case**	**Location**	**VX tonf**	**VY tonf**
TECHO 03 - AZ	**SEXX**	Bottom	-81.22	0.00
TECHO 03 - AZ	**SEYY**	Bottom	0.00	-162.45
TECHO 02	**SEXX**	Bottom	-168.32	0.00
TECHO 02	**SEYY**	Bottom	0.00	-336.65
TECHO 01	**SEXX**	Bottom	**-216.57**	**0.00**
TECHO 01	**SEYY**	Bottom	**0.00**	**-433.14**

Nota: Software ETABS.

Tabla 144

Datos para el cálculo de la aceleración espectral en la dirección XX y dirección YY.

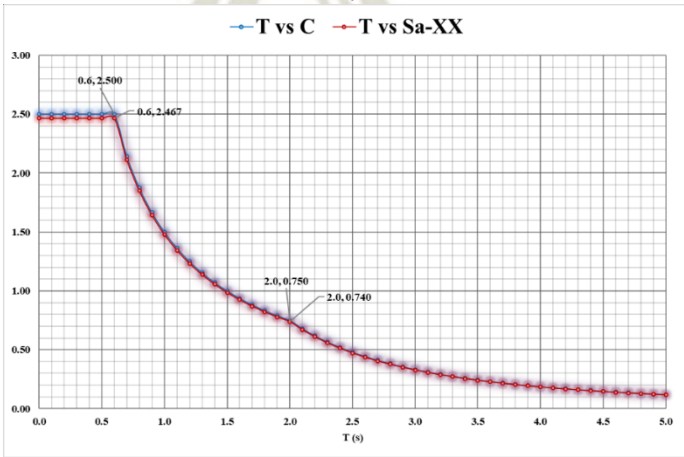
Factor de Zona Z =	0.35
Factor de Uso U =	1.5
Factor de Suelo S =	1.15
T_P =	0.6
T_L =	2.0
Rx=Rox*Iax*Ipx =	**6.0**
R_{0x} =	6
I_{ax} =	1.00
I_{px} =	1.00
(**) (ZUS/Rx)*g =	0.98679

Ry=Roy*Iay*Ipy =	3.0
R_{0y} =	3
I_{ay} =	1.00
I_{py} =	1.00
(**) (ZUS/Ry)*g =	1.97359

(**): Valores colocados en el programa ETABS para el análisis sísmico dinámico.
Nota: Elaboración Propia.

Figura 132

Gráfica del espectro de aceleraciones "T vs S_{aXX}" en la dirección XX.



Nota: Elaboración Propia.

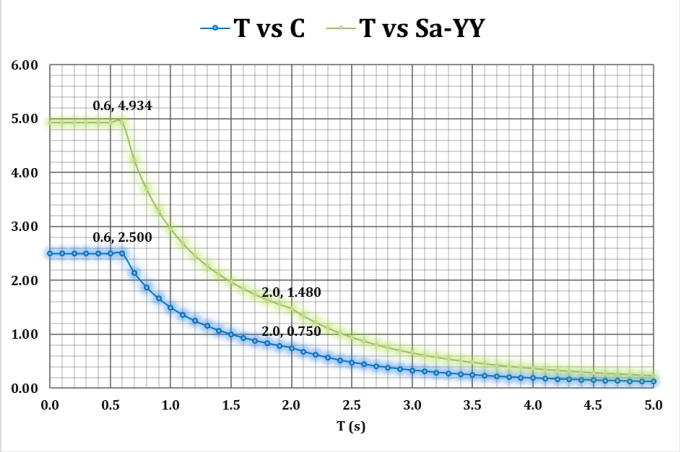
Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Figura 133

Gráfica del espectro de aceleraciones "T vs S_{aYY}" en la dirección YY.



Nota: Elaboración Propia.

Tabla 145

Fuerza cortante dinámica exportado del programa ETABS por Nivel.

TABLE: Story Forces				
Story	Output Case	Location	VX	VY
			tonf	tonf
TECHO 03 - AZ	**SDXX**	Bottom	76.05	1.35
TECHO 03 - AZ	**SDYY**	Bottom	2.61	135.34
TECHO 02	**SDXX**	Bottom	142.60	2.02
TECHO 02	**SDYY**	Bottom	4.14	296.91
TECHO 01	**SDXX**	Bottom	**176.19**	**2.62**
TECHO 01	**SDYY**	Bottom	**5.23**	**394.89**

Nota: Software ETABS.

Se procede a Verificar las derivas de entre piso para ambas direcciones, considerando los nuevos límites de distorsión para la dirección XX (concreto armado).

Tabla 146

Verificación de la Deriva Inelástica para concreto armado para el S_{EXX}.

TABLE: Story Drifts					
Story	Output Case	Direction	Drift	DERIVA INEL. Drift x (0.75xR)	CONDICIÓN
TECHO 03 - AZ	SEXX	X	**0.00028**	**0.00127**	**CUMPLE**
TECHO 02	SEXX	X	**0.00028**	**0.00128**	**CUMPLE**
TECHO 01	SEXX	X	**0.00017**	**0.00077**	**CUMPLE**

Nota: Elaboración Propia.

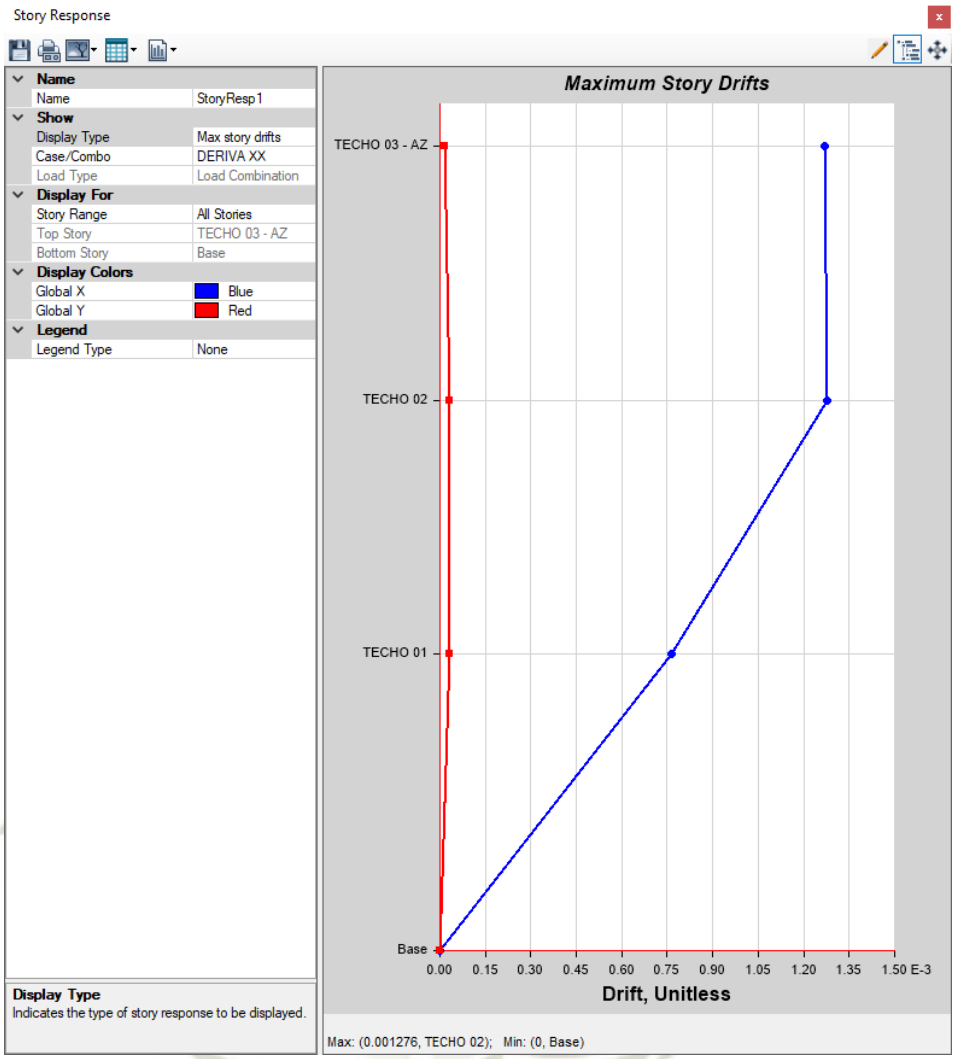
Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Figura 134

Gráfica de las derivas inelásticas por nivel para el S_{EXX}.



Nota: Software ETABS.

Tabla 147

Verificación de la Deriva Inelástica para Albañilería Confinada para el S_{EYY}.

TABLE: Story Drifts					
Story	**Output Case**	**Direction**	**Drift**	**DERIVA INEL. Drift x (0.75xR)**	**CONDICIÓN**
TECHO 03 - AZ	SEYY	Y	**0.00018**	**0.00040**	**CUMPLE**
TECHO 02	SEYY	Y	**0.00030**	**0.00068**	**CUMPLE**
TECHO 01	SEYY	Y	**0.00034**	**0.00076**	**CUMPLE**

Nota: Elaboración Propia.

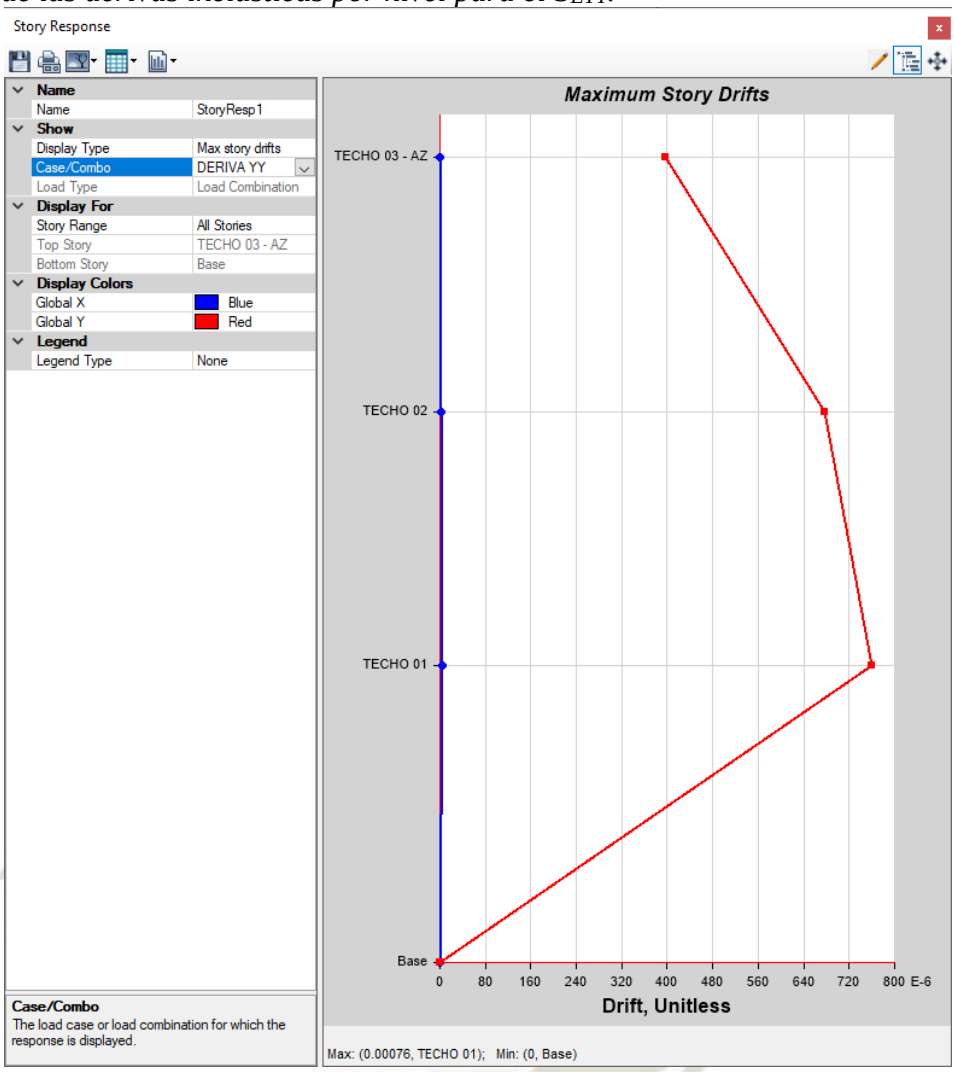
Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Figura 135

Gráfica de las derivas inelásticas por nivel para el S_{EYY}.



Nota: Software ETABS.

5.8.2. Definición del Sismo de Diseño, Sismo Severo y Sismo Moderado

La edificación no presenta irregularidades, por lo que se hizo un cálculo para la cortante requerida el 80% de la cortante estática

Tabla 148

Cálculo de la Cortante Requerida.

Dirección	Cortante Estática (tonf)	Cortante Dinámica (tonf)	Cortante Requerida (tonf)
XX	216.57	176.19	(0.80*216.57) = 173.26
YY	433.14	394.89	(0.80*433.14) = 346.51

Nota: Elaboración Propia.

Se tomo la cortante de diseño igual a la cortante estática. Esta cortante de diseño se

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

obtuvo multiplicando la cortante dinámica por un factor de escala (F_E) igual a la relación entre la cortante estática y la cortante dinámica. Esta operación se realizó en cada dirección de análisis (dirección XX y dirección YY).

$$F_{EXX} = \frac{S_{EXX}}{S_{DXX}} \qquad F_{EYY} = \frac{S_{EYY}}{S_{DYY}}$$

Tabla 149

Cálculo del Factor de Escala "F_E".

Dirección	Cortante Estática (tonf)	Cortante Dinámica (tonf)	FE (tonf)
XX	216.57	176.19	**1.22921**
YY	433.14	394.89	**1.09685**

Nota: Elaboración Propia.

Se creo las combinaciones para el "Sismo de Diseño" en la dirección XX (Sis.Dis.XX) y en la dirección YY (Sis.Dis.YY), donde este factor de escala FE_{XX} y FE_{YY} amplifico al sismo dinámico en la dirección XX (SD_{XX}) y en la dirección YY (SD_{YY}) respectivamente.

Tabla 150

Combinación de carga para el Sismo de Diseño XX y Diseño YY.

Load Combination	Scale Factor
SIS DIS XX	1.229
SIS DIS YY	1.0968

Nota: Elaboración Propia.

Se definió el sismo severo y sismo moderado.

Sis.Dis.XX =	216.57	tonf	Sis.Sev.XX =	216.57	tonf	Sis.Mod.XX =	108.29	tonf
Sis.Dis.YY =	433.14	tonf	Sis.Sev.YY =	433.14	tonf	Sis.Mod.YY =	216.57	tonf

En el programa ETABS, se creó las combinaciones de carga para el sismo severo (Sis.Sev.XX y Sis.Sev.YY) y sismo moderado (Sis.Mod.XX y Sis.Mod.YY).

5.8.3. Diseño de Muros de Albañilería – Mortero Tradicional

5.8.3.1. Control de Fisuración y Resistencia al Corte

Con los datos anteriores, se procedio a verificar si la edificación presenta fallas por fisuración para los muros de albañilería orientados en la dirección YY, o si llegan a fallar por fisuración.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

Tabla 151

Control por fisuración de los muros de Albañilería - Nivel 1, 2, 3.

CONTROL POR FISURACIÓN DE LOS MUROS DE ALBAÑILERÍA ANTE SISMO MODERADO											
	MURO	L (m)	t (m)	Pg (Kg)	Vei (Kg)	Mei (Kg-m)	$\frac{V_e L}{M_e}$	α	Vmi (Kg)	$V_e \leq 0.55 V_m$	
NIVEL 1	Y1	8.00	0.24	28595.80	38393.80	30289.90	10.14	1.00	84337.03	46385.37	**No Fisurado**
	Y2	8.00	0.24	34914.40	35838.80	26202.20	10.94	1.00	85790.31	47184.67	**No Fisurado**
	Y3	8.00	0.24	34978.00	33258.20	24199.30	10.99	1.00	85804.94	47192.72	**No Fisurado**
	Y4	8.00	0.24	37590.60	30454.00	25801.50	9.44	1.00	86405.84	47523.21	**No Fisurado**
	Y5	8.00	0.24	26412.00	29460.50	25703.20	9.17	1.00	83834.76	46109.12	**No Fisurado**
				Resistencia al Corte en Dirección Y del Edificio, ΣVmi =					**440151.27 kgf**		***OK***
				Cortante por Sísmo Severo en Dirección Y, VEi =					**433139.60 kgf**		
NIVEL 2	Y1	8.00	0.24	15846.40	35667.60	21800.30	13.09	1.00	81404.67	44772.57	**No Fisurado**
	Y2	8.00	0.24	18995.10	34434.20	17781.70	15.49	1.00	82128.87	45170.88	**No Fisurado**
	Y3	8.00	0.24	19000.40	31596.90	16290.20	15.52	1.00	82130.09	45171.55	**No Fisurado**
	Y4	8.00	0.24	20320.10	27370.80	16772.30	13.06	1.00	82433.62	45338.49	**No Fisurado**
	Y5	8.00	0.24	14927.00	26128.00	16347.90	12.79	1.00	81193.21	44656.27	**No Fisurado**
				Resistencia al Corte en Dirección Y del Edificio, ΣVmi =					**409290.47 kgf**		***OK***
				Cortante por Sismo Severo en Dirección Y, VEi =					**325666.90 kgf**		
NIVEL 3	Y1	8.00	0.24	7029.60	17157.30	9041.70	15.18	1.00	79376.81	43657.24	**No Fisurado**
	Y2	8.00	0.24	8170.80	17563.00	7188.20	19.55	1.00	79639.28	43801.61	**No Fisurado**
	Y3	8.00	0.24	8175.60	15969.20	6526.40	19.57	1.00	79640.39	43802.21	**No Fisurado**
	Y4	8.00	0.24	8543.50	12805.00	6378.50	16.06	1.00	79725.01	43848.75	**No Fisurado**
	Y5	8.00	0.24	6790.50	11979.70	6109.60	15.69	1.00	79321.82	43627.00	**No Fisurado**
				Resistencia al Corte en Dirección Y del Edificio, ΣVmi =					**397703.30 kgf**		***OK***
				Cortante por sismo Severo en Dirección Y, VEi =					**148443.50 kgf**		

Nota: Elaboración Propia.

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Todos los muros orientados en la dirección YY no presentaron fallas por fisuración y, adicionalmente, la resistencia global ($\sum V_{mi}$) es mayor a la fuerza cortante (V_{Ei}) producida por el sismo severo, lo cual cumple con la NTE E.070.

5.8.3.2. Verificación de Agrietamiento Diagonal en Pisos Superiores

Para el diseño de los muros de albañilería confinada, se utilizó las fuerzas internas producidas por el sismo severo (Vui, Mui) los cuales serán calculados multiplicando los resultados obtenidos del sismo moderado por la división de la resistencia al corte (Vmi) entre la cortante producida por el sismo moderado (Vei). Esta relación sólo fue calculada para el primer piso y repetido en los pisos superiores y no deben exceder a 3 ni ser menores a 2.

$$2 \leq \frac{V_{mi}}{V_{ei}} \leq 3$$

$$V_{ui} = V_{ei} * \frac{V_{mi}}{V_{ei}}$$

Ecuación 35: Fuerza Cortante producida por el sismo severo

$$M_{ui} = M_{ei} * \frac{V_{mi}}{V_{ei}}$$

Ecuación 36: Momento producido por el sismo severo

Donde:

V_{ui} : Fuerza Cortante producida por el sismo severo.

M_{ui} : Momento producido por el sismo severo.

Utilizando la fuerza cortante producida por el sismo severo (Vui), en los todos los pisos superiores al primero se toma en cuenta que:

Para verificar el agrietamiento diagonal en pisos superiores al primero, la resistencia al corte de cada muro (V_{mi}) debe ser mayor a la cortante producida por sismo severo (V_{ui}). De no cumplirse, se considerará que el muro se va a agrietar y que sus columnas de confinamiento se diseñarán igual a las columnas de confinamiento del muro del primer nivel.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Tabla 152

Cálculo de la Fuerzas producidas por el Sismo Severo (Vui y Mui) y Verificación de Agrietamiento Diagonal.

	MURO	Vei (Kg)	Mei (Kg-m)	Vmi (Kg)	$\frac{V_{mi}}{V_{ei}}$	Vui (Kg)	Mui (Kg-m)	Verificación de Agrietamiento Diagonal
NIVEL 1	Y1	38393.80	30289.90	84337.03	2.197	84337.03	66535.75	-
	Y2	35838.80	26202.20	85790.31	2.394	85790.31	62722.38	-
	Y3	33258.20	24199.30	85804.94	2.580	85804.94	62433.31	-
	Y4	30454.00	25801.50	86405.84	2.837	86405.84	73205.50	-
	Y5	29460.50	25703.20	83834.76	2.846	83834.76	73142.74	-
NIVEL 2	Y1	35667.60	21800.30	81404.67	2.282	78348.58	47887.23	No Agrietado
	Y2	34434.20	17781.70	82128.87	2.385	82428.00	42565.53	No Agrietado (*)
	Y3	31596.90	16290.20	82130.09	2.599	81518.85	42028.12	No Agrietado
	Y4	27370.80	16772.30	82433.62	3.012	77658.01	47587.33	No Agrietado
	Y5	26128.00	16347.90	81193.21	3.108	74351.58	46520.67	No Agrietado
NIVEL 3	Y1	17157.30	9041.70	79376.81	2.197	37688.27	19861.28	No Agrietado
	Y2	17563.00	7188.20	79639.28	2.394	42042.01	17206.99	No Agrietado
	Y3	15969.20	6526.40	79640.39	2.580	41199.95	16837.87	No Agrietado
	Y4	12805.00	6378.50	79725.01	2.837	36331.08	18097.45	No Agrietado
	Y5	11979.70	6109.60	79321.82	2.846	34090.23	17385.88	No Agrietado

Nota: En el Muro Y2 del segundo nivel, el valor de Vui es mayor a Vmi, pero no excede el 2.5% por lo que se considera como muro No Agrietado.

Como se observa, todos los muros de los pisos superiores, que están orientados en la dirección YY no se agrietan, por lo que cumple con la condición $V_{mi}>V_{ui}$.

5.8.3.3. Verificación de refuerzo horizontal en muros

La NTE E.070 indica que, para las edificaciones con 4 niveles a más, en los muros portantes del primer nivel se debe de colocar refuerzo horizontal sin excepción. La cuantía mínima para el refuerzo horizontal de muros es:

$$\rho=\frac{A_s}{s*t}\geq 0.001$$

Ecuación 37: Cuantía mínima para el refuerzo horizontal de muros

Donde:

As : Área de acero (cm2).

s : Separación vertical (cm).

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

En los otros casos se debe considerar que la cortante por sismo severo no sea mayor a la resistencia al corte del muro o, que el esfuerzo producido por la carga gravitacional no exceda el 5% de la resistencia a la compresión de la Albañilería.

$$V_{ui} \geq V_{mi}$$

$$\sigma_m = \frac{P_m}{L*t} \geq 0.05*f'_m$$

Tabla 153

Verificación de Refuerzo Horizontal en Muros

	MURO	Vmi (Kg)	Vui (Kg)	Condición Vui<Vmi	σm (kgf/cm2)	0.05*f'm (kgf/cm2)	Condición σm<0.05*f'm
NIVEL 1	Y1	84337.03	84337.03	Sin Refuerzo	1.619	3.25	Sin Refuerzo
	Y2	85790.31	85790.31	Sin Refuerzo	2.044	3.25	Sin Refuerzo
	Y3	85804.94	85804.94	Sin Refuerzo	2.048	3.25	Sin Refuerzo
	Y4	86405.84	86405.84	Sin Refuerzo	2.203	3.25	Sin Refuerzo
	Y5	83834.76	83834.76	Sin Refuerzo	1.476	3.25	Sin Refuerzo
NIVEL 2	Y1	81404.67	78348.58	Sin Refuerzo	0.885	3.25	Sin Refuerzo
	Y2	82128.87	82428.00	Sin Refuerzo (*)	1.091	3.25	Sin Refuerzo
	Y3	82130.09	81518.85	Sin Refuerzo	1.091	3.25	Sin Refuerzo
	Y4	82433.62	77658.01	Sin Refuerzo	1.167	3.25	Sin Refuerzo
	Y5	81193.21	74351.58	Sin Refuerzo	0.826	3.25	Sin Refuerzo
NIVEL 3	Y1	79376.81	37688.27	Sin Refuerzo	0.372	3.25	Sin Refuerzo
	Y2	79639.28	42042.01	Sin Refuerzo	0.434	3.25	Sin Refuerzo
	Y3	79640.39	41199.95	Sin Refuerzo	0.434	3.25	Sin Refuerzo
	Y4	79725.01	36331.08	Sin Refuerzo	0.454	3.25	Sin Refuerzo
	Y5	79321.82	34090.23	Sin Refuerzo	0.360	3.25	Sin Refuerzo

Nota: En el Muro Y2 del segundo nivel, el valor de Vui es mayor a Vmi, pero no excede el 2.5% por lo que se considera que no necesita refuerzo.

Como se observa, no se necesita colocar refuerzo horizontal continuo en los muros orientados en la dirección YY, pero si se requiere colocar mechas las cuales se anclan en las columnas de confinamiento considerando la cuantía mínima de 0.001.

$$A_{s\,min} = 0.001*s*t$$

Ecuación 38: Área de acero mínima en muros

s: se considera 02 hiladas, por lo que la distancia entre hilada e hilada será la altura del ladrillo más la junta. s = 10+1.5 = 11.5 cm

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

t: espesor del ladrillo, que para este caso serán muros de cabeza. t = 24 cm.

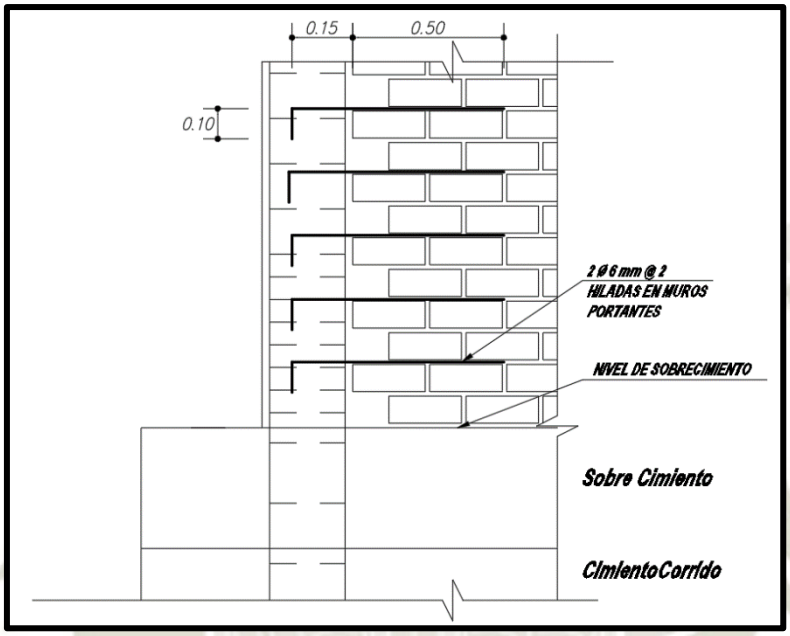
$$A_{s\ min}=0.001*(2*11.5)*(24)$$

$$A_{s\ min}=0.552\ cm^2$$

Para cumplir con el A_{smin}, se coloca 2 Ø 6mm que equivalen a 0.56 cm2.

Figura 136

Detalle de acero de refuerzo horizontal.



Nota: Elaboración Propia.

5.8.3.4. Diseño de elementos de confinamiento en muros agrietados de primer nivel

Para realizar en diseño de los elementos de confinamiento (columnas y vigas), se consideró que todos los muros de albañilería del primer nivel se agrietan.

a) Diseño de columnas de confinamiento

Las fuerzas internas de las columnas se calcularon con las siguientes fórmulas:

Tabla 154

Fuerzas internas en columnas de confinamiento.

COLUMNA	V_c (Fuerza Cortante)	T (Tracción)	C (Compresión)
Interior	$\frac{V_{mi}*L_{mi}}{L(N_c+1)}$	$V_{mi}*\frac{h}{L}-P_c$	$F-\frac{V_{mi}*h}{2L}$
Extrema	$1.5*\frac{V_{mi}*L_{mi}}{L(N_c+1)}$	$F-P_c$	$F+P_c$

Nota: NTE E.070 – 2006

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Donde:

$$M=M_{ui}-\frac{1}{2}V_{mi}*h$$

Ecuación 39: Momento en las columnas producidas por "Vmi"

$$F=\frac{M}{L}$$

Ecuación 40: Fuerza axial en las columnas producidas por "M"

h : altura del primer piso.

F : fuerza axial en las columnas extremas producidas por "M".

Nc : número de columnas de confinamiento (en muros de un paño, Nc=2).

Lm : long. del paño mayor o 0.5*L, lo que sea mayor (en muros de un paño Lm = L).

Pc : es la sumatoria de las cargas gravitacionales siguientes: carga vertical directa sobre la columna de confinamiento; mitad de la carga axial sobre el paño de muro a cada lado de la columna; y, carga proveniente de los muros transversales de acuerdo a su longitud tributaria.

Las dimensiones de las columnas de confinamiento se definirán por el diseño de corte-fricción o por compresión, pero no será menor que 15 veces el espesor del muro (15t).

a.1) Diseño por Compresión

El área del núcleo (An) que limita el estribo de la columna se calculó con la siguiente expresión:

$$A_n=A_s+\frac{\frac{C}{\emptyset}-A_s f_y}{0.85*\delta*f'_c}$$

Ecuación 41: Área del núcleo de la columna

Donde:

Ø : 0.70 o 0.75, según se utilice estribos cerrados o zunchos.

δ : 0.8 para columnas sin muros transversales.

δ : 1 para columnas con muros transversales.

Para obtener la sección final de la columna (Ac) se le adicionó los recubrimientos a la sección "An".

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

a.2) Diseño por Corte-fricción

La sección transversal por corte-fricción (Acf), se calculará con la siguiente expresión:

$$A_{cf}=\frac{V_c}{0.2*f'_c*Ø}\geq A_c\geq 15*t$$

Ecuación 42: Área de la sección transversal por corte-fricción

Donde:

Ø : 0.85

a.3) Determinación del refuerzo vertical

Se coloco como mínimo cuatro varillas de 8mm de diámetro para conformar el núcleo de la columna. El refuerzo total (As) se calculará con las siguientes expresiones:

$$A_{sf}=\frac{V_c}{f_y*\mu*Ø}$$

$$A_{st}=\frac{T}{f_y*Ø}$$

$$A_s=A_{sf}+A_{st}\geq\frac{0.1*f'_c*A_c}{f_y}$$

Ecuación 43: Refuerzo vertical para el núcleo de columna

Donde:

Ø : 0.85.

μ : 0.8 para juntas sin tratamiento.

μ : 1 para juntas sin tratamiento intencionalmente rugosa.

a.4) Determinación de estribos de confinamiento

Se coloco mayor concentración de estribos en los extremos de las columnas a una distancia de 45cm o 1.5d (el menor entre los dos). El espaciamiento que tendrán será el menor de las siguientes expresiones:

$$s_1=\frac{A_v f_y}{0.3t_n f'_c\left(\frac{A_c}{A_n}-1\right)} \qquad s_2=\frac{A_v f_y}{0.12t_n f'_c} \qquad s_3=\frac{d}{4}\geq 5cm \qquad s_4=10cm$$

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Donde:

d : peralte de la columna.

tn : espesor del núcleo confinado.

Av : suma de rama paralelas del estribo.

b) Diseño de vigas soleras

b.1) Determinación de la sección transversal de la solera (Acs)

Se considero unas dimensiones suficientes para alojar el refuerzo longitudinal (As) con un espesor mínimo igual al muro de albañilería y una altura igual a la losa de techo.

b.2) Determinación del refuerzo longitudinal

El acero longitudinal fue diseñado para soportar una carga de tracción pura (Ts) con la siguiente expresión:

$$T_s = V_{mi} * \frac{L_m}{2L}$$

$$A_s = \frac{T_s}{Ø * f_y} \geq \frac{0.1 f'_c A_{cs}}{f_y}$$

Ecuación 44: Refuerzo longitudinal para cargas de tracción

Donde:

Ø : 0.90

A_{cs} : área de la sección de la solera.

Se colocará como mínimo 4Ø8mm.

b.3) Determinación de estribos de confinamiento

Se colocó como mínimo el siguiente arreglo:

[] Ø6mm; 1@5cm, 4@10cm, rsto@20cm

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

Tabla 155

Diseño de sección de columnas en Muros Agrietados – Primer Nivel.

	MURO	M (kgf-m)	Long. Paño Mayor, Lm	F (kgf)	# de Col. Nc	Pc (kgf)	Vc (kgf)	T (kgf)	C (kgf)	δ	Arreglo	As min (cm²)	Ancho de Columnat	Largo mínimo de	An (cm²)	Acf (cm²)	Amin Col. (cm²)	Areq (cm²)	bn (cm)	b Calculado (cm)	b Real (cm)	t Real (cm)
COLUMNA EXTREMA	Y1	-51536.10	3.48	-12884.02	3	9531.93	15813.19	0.00	0.00	1.0	4 Ø 8mm	2.00	24.00	24.00	-45.1	442.9	576.0	576.0	20.00	24.00	***24***	***24***
	Y2	-57384.05	3.48	-14346.01	3	11638.13	16085.68	0.00	0.00	1.0	4 Ø 8mm	2.00	24.00	24.00	-45.1	450.6	576.0	576.0	20.00	24.00	***24***	***24***
	Y3	-57693.61	3.48	-14423.40	3	11659.33	16088.43	0.00	0.00	1.0	4 Ø 8mm	2.00	24.00	24.00	-45.1	450.7	576.0	576.0	20.00	24.00	***24***	***24***
	Y4	-47762.68	3.48	-11940.67	3	12530.20	16201.09	0.00	0.00	1.0	4 Ø 8mm	2.00	24.00	24.00	-45.1	453.8	576.0	576.0	20.00	24.00	***24***	***24***
	Y5	-44225.93	3.48	-11056.48	3	8804.00	15719.02	0.00	0.00	1.0	4 Ø 8mm	2.00	24.00	24.00	-45.1	440.3	576.0	576.0	20.00	24.00	***24***	***24***
COLUMNA INTERIOR	Y1	-51536.10	3.48	-12884.02	3	9531.93	10542.13	19986.03	-5227.05	0.8	4 Ø 8mm	2.00	24.00	24.00	0.0	295.3	576.0	576.0	20.00	24.00	***24***	***24***
	Y2	-57384.05	3.48	-14346.01	3	11638.13	10723.79	18388.48	-3375.17	0.8	4 Ø 8mm	2.00	24.00	24.00	0.0	300.4	576.0	576.0	20.00	24.00	***24***	***24***
	Y3	-57693.61	3.48	-14423.40	3	11659.33	10725.62	18372.40	-3356.53	0.8	4 Ø 8mm	2.00	24.00	24.00	0.0	300.4	576.0	576.0	20.00	24.00	***24***	***24***
	Y4	-47762.68	3.48	-11940.67	3	12530.20	10800.73	17711.84	-2590.82	0.8	4 Ø 8mm	2.00	24.00	24.00	0.0	302.5	576.0	576.0	20.00	24.00	***24***	***24***
	Y5	-44225.93	3.48	-11056.48	3	8804.00	10479.35	20538.17	-5867.08	0.8	4 Ø 8mm	2.00	24.00	24.00	0.0	293.5	576.0	576.0	20.00	24.00	***24***	***24***

Nota: Elaboración Propia.

Tabla 156

Diseño de acero longitudinal de columnas en Muros Agrietados – Primer Nivel.

	MURO	Ac (cm²)	Asf (cm²)	Ast (cm²)	$\frac{0.1 * f'_c * A_C}{f_y}$ (cm²)	As-requerida (cm²)	# de Varillas Long. (1)	Diám. de Varilla Long. (1)	# de Varillas Long. (2)	Diám. de Varilla Long. (2)	Arreglo As Lontigudinal	As-colocado (cm²)	
COLUMNA EXTREMA	Y1	576.00	0.00	0.00	2.88	***2.88***	4.0	Ø 1/2"			***4 Ø 1/2"***	***4.26***	***OK***
	Y2	576.00	0.00	0.00	2.88	***2.88***	4.0	Ø 1/2"			***4 Ø 1/2"***	***4.26***	***OK***
	Y3	576.00	0.00	0.00	2.88	***2.88***	4.0	Ø 1/2"			***4 Ø 1/2"***	***4.26***	***OK***
	Y4	576.00	0.00	0.00	2.88	***2.88***	4.0	Ø 1/2"			***4 Ø 1/2"***	***4.26***	***OK***
	Y5	576.00	0.00	0.00	2.88	***2.88***	4.0	Ø 1/2"			***4 Ø 1/2"***	***4.26***	***OK***
COLUMNA INTERIOR	Y1	576.00	0.00	0.00	2.88	***2.88***	4.0	Ø 1/2"			***4 Ø 1/2"***	***4.26***	***OK***
	Y2	576.00	0.00	0.00	2.88	***2.88***	4.0	Ø 1/2"			***4 Ø 1/2"***	***4.26***	***OK***
	Y3	576.00	0.00	0.00	2.88	***2.88***	4.0	Ø 1/2"			***4 Ø 1/2"***	***4.26***	***OK***
	Y4	576.00	0.00	0.00	2.88	***2.88***	4.0	Ø 1/2"			***4 Ø 1/2"***	***4.26***	***OK***
	Y5	576.00	0.00	0.00	2.88	***2.88***	4.0	Ø 1/2"			***4 Ø 1/2"***	***4.26***	***OK***

Nota: Elaboración Propia.

Tabla 157

Diseño de estribos de columnas en Muros Agrietados – Primer Nivel.

	COLUMNA EXTREMA											
	MURO	tn (cm)	Av (cm²)		S1 (cm)	S2 (cm)	S3 (cm)	S Colocado (cm)		Zona de Confinamiento max(1.5xd ó 45cm) (cm)		Arreglo As Estribos
COLUMNA EXTREMA	Y1	20	Ø 6mm	0.28	4.24	4.67	6.00	5.00	***5.00***	45.00	***45.00***	***[] Ø 6mm = 9@5cm,2@10cm,rto@25 cm***
	Y2	20	Ø 6mm	0.28	4.24	4.67	6.00	5.00	***5.00***	45.00	***45.00***	***[] Ø 6mm = 9@5cm,2@10cm,rto@25 cm***
	Y3	20	Ø 6mm	0.28	4.24	4.67	6.00	5.00	***5.00***	45.00	***45.00***	***[] Ø 6mm = 9@5cm,2@10cm,rto@25 cm***
	Y4	20	Ø 6mm	0.28	4.24	4.67	6.00	5.00	***5.00***	45.00	***45.00***	***[] Ø 6mm = 9@5cm,2@10cm,rto@25 cm***
	Y5	20	Ø 6mm	0.28	4.24	4.67	6.00	5.00	***5.00***	45.00	***45.00***	***[] Ø 6mm = 9@5cm,2@10cm,rto@25 cm***
COLUMNA INTERIOR	Y1	20	Ø 6mm	0.28	4.24	4.67	6.00	5.00	***5.00***	45.00	***45.00***	***[] Ø 6mm = 9@5cm,2@10cm,rto@25 cm***
	Y2	20	Ø 6mm	0.28	4.24	4.67	6.00	5.00	***5.00***	45.00	***45.00***	***[] Ø 6mm = 9@5cm,2@10cm,rto@25 cm***
	Y3	20	Ø 6mm	0.28	4.24	4.67	6.00	5.00	***5.00***	45.00	***45.00***	***[] Ø 6mm = 9@5cm,2@10cm,rto@25 cm***
	Y4	20	Ø 6mm	0.28	4.24	4.67	6.00	5.00	***5.00***	45.00	***45.00***	***[] Ø 6mm = 9@5cm,2@10cm,rto@25 cm***
	Y5	20	Ø 6mm	0.28	4.24	4.67	6.00	5.00	***5.00***	45.00	***45.00***	***[] Ø 6mm = 9@5cm,2@10cm,rto@25 cm***

Nota: Elaboración Propia.

Tabla 158

Diseño de acero en viga solera en Muros Agrietados – Primer Nivel.

MURO	b (cm)	h (cm)	Ts (Kg)	$A_s = \frac{T_s}{\emptyset * f_v}$ (cm²)	$A_s = \frac{0.1 * f'_c * A_{CS}}{f_y}$ (cm²)	As Requerida (cm²)	Arreglo	As-colocado (cm²)		Arreglo As Estribos
Y1	***24***	***20***	21084.26	5.58	2.40	***5.58***	***4 Ø 1/2" + 1 Ø 3/8"***	***5.87***	***OK***	***[] Ø 6mm = 1@5cm,4@10cm,rto@25 cm***
Y2	***24***	***20***	21447.58	5.55	2.40	***5.55***	***4 Ø 1/2" + 1 Ø 3/8"***	***5.87***	***OK***	***[] Ø 6mm = 1@5cm,4@10cm,rto@25 cm***
Y3	***24***	***20***	21451.24	5.55	2.40	***5.55***	***4 Ø 1/2" + 1 Ø 3/8"***	***5.87***	***OK***	***[] Ø 6mm = 1@5cm,4@10cm,rto@25 cm***
Y4	***24***	***20***	21601.46	5.59	2.40	***5.59***	***4 Ø 1/2" + 1 Ø 3/8"***	***5.87***	***OK***	***[] Ø 6mm = 1@5cm,4@10cm,rto@25 cm***
Y5	***24***	***20***	20958.69	5.54	2.40	***5.54***	***4 Ø 1/2" + 1 Ø 3/8"***	***5.87***	***OK***	***[] Ø 6mm = 1@5cm,4@10cm,rto@25 cm***

Nota: Elaboración Propia.

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

5.8.3.5. Diseño de elementos de confinamiento en muros no agrietados

a) Diseño de columnas de confinamiento

Para las columnas interiores, el refuerzo será mínimo (4Ø8mm). En el caso de las columnas extremas, el núcleo de las columnas (An) deben de ser capaces de resistir las fuerzas de compresión "C" y su refuerzo longitudinal, debe de absorber la fuerza de tracción "T" producida por el momento flector "Mui".

$$F=\frac{M_u}{L}$$

T (Tracción) C (Compresión)

$T=F-P_c>0$ $F+P_c$

$$A_s=\frac{T_s}{Ø*f_y}\geq\frac{0.1f'_cA_c}{f_y}$$

Donde Ø = 0.90. Se coloco como mínimo 4Ø8mm.

$$A_n=A_s+\frac{\frac{C}{Ø}-A_sf_y}{0.85*\delta*f'_c}$$

Ecuación 45: Refuerzo para columnas de confinamiento

Donde:

Ø : 0.70 o 0.75, según se utilice estribos cerrados o zunchos.

δ : 0.8 para columnas sin muros transversales.

δ : 1 para columnas con muros transversales.

b) Diseño de vigas soleras

Para el caso de los estribos, se consideró la misma distribución en vigas soleras de muros agrietados, el acero longitudinal se diseñará a tracción con una fuerza igual a "Ts":

$$T_s=V_u\frac{L_m}{2L}$$

$$A_s=\frac{T_s}{Ø*f_y}\geq\frac{0.1f'_cA_c}{f_y}$$

Ecuación 46: Refuerzo para vigas soleras

Donde Ø = 0.90. Se coloco como mínimo 4Ø8mm.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

Tabla 159

Diseño de sección de columnas en Muros no Agrietados – Segundo y Tercer Nivel.

	NIVEL	MURO	M (kgf-m)	Long. Paño Mayor, Lm (m)	F (kgf)	# de Col. Nc	Pc (kgf)	T (kgf)	C (kgf)	δ	Arreglo	As min (cm²)	Ancho de Columnat (cm)	Largo mínimo de Columna b (cm)	An (cm²)	Amin Col. (cm²)	Areq (cm²)	bn (cm)	b Calculado (cm)	b Real (cm)	t Real (cm)
COLUMNA EXTREMA	2do	Y1	47887.23	3.48	11971.81	3	5282.13	6689.67	17253.94	1.0	4 Ø 8mm	2.00	24.00	24.00	93.0	576.0	576.0	20.00	24.00	24	24
		Y2	42565.53	3.48	10641.38	3	6331.70	4309.68	16973.08	1.0	4 Ø 8mm	2.00	24.00	24.00	90.8	576.0	576.0	20.00	24.00	24	24
		Y3	42028.12	3.48	10507.03	3	6333.47	4173.56	16840.50	1.0	4 Ø 8mm	2.00	24.00	24.00	89.7	576.0	576.0	20.00	24.00	24	24
		Y4	47587.33	3.48	11896.83	3	6773.37	5123.47	18670.20	1.0	4 Ø 8mm	2.00	24.00	24.00	104.4	576.0	576.0	20.00	24.00	24	24
		Y5	46520.67	3.48	11630.17	3	4975.67	6654.50	16605.83	1.0	4 Ø 8mm	2.00	24.00	24.00	87.8	576.0	576.0	20.00	24.00	24	24
	3er	Y1	19861.28	3.48	4965.32	3	2343.20	2622.12	7308.52	1.0	4 Ø 8mm	2.00	24.00	24.00	13.4	576.0	576.0	20.00	24.00	24	24
		Y2	17206.99	3.48	4301.75	3	2723.60	1578.15	7025.35	1.0	4 Ø 8mm	2.00	24.00	24.00	11.2	576.0	576.0	20.00	24.00	24	24
		Y3	16837.87	3.48	4209.47	3	2725.20	1484.27	6934.67	1.0	4 Ø 8mm	2.00	24.00	24.00	10.4	576.0	576.0	20.00	24.00	24	24
		Y4	18097.45	3.48	4524.36	3	2847.83	1676.53	7372.19	1.0	4 Ø 8mm	2.00	24.00	24.00	13.9	576.0	576.0	20.00	24.00	24	24
		Y5	17385.88	3.48	4346.47	3	2263.50	2082.97	6609.97	1.0	4 Ø 8mm	2.00	24.00	24.00	7.8	576.0	576.0	20.00	24.00	24	24
COLUMNA INTERIOR	2do	Y1	47887.23	3.48	11971.81	3	5282.13	6689.67	17253.94	0.8	4 Ø 8mm	2.00	24.00	24.00	115.8	576.0	576.0	20.00	24.00	24	24
		Y2	42565.53	3.48	10641.38	3	6331.70	4309.68	16973.08	0.8	4 Ø 8mm	2.00	24.00	24.00	113.0	576.0	576.0	20.00	24.00	24	24
		Y3	42028.12	3.48	10507.03	3	6333.47	4173.56	16840.50	0.8	4 Ø 8mm	2.00	24.00	24.00	111.6	576.0	576.0	20.00	24.00	24	24
		Y4	47587.33	3.48	11896.83	3	6773.37	5123.47	18670.20	0.8	4 Ø 8mm	2.00	24.00	24.00	130.0	576.0	576.0	20.00	24.00	24	24
		Y5	46520.67	3.48	11630.17	3	4975.67	6654.50	16605.83	0.8	4 Ø 8mm	2.00	24.00	24.00	109.3	576.0	576.0	20.00	24.00	24	24
	3er	Y1	19861.28	3.48	4965.32	3	2343.20	2622.12	7308.52	0.8	4 Ø 8mm	2.00	24.00	24.00	16.3	576.0	576.0	20.00	24.00	24	24
		Y2	17206.99	3.48	4301.75	3	2723.60	1578.15	7025.35	0.8	4 Ø 8mm	2.00	24.00	24.00	13.5	576.0	576.0	20.00	24.00	24	24
		Y3	16837.87	3.48	4209.47	3	2725.20	1484.27	6934.67	0.8	4 Ø 8mm	2.00	24.00	24.00	12.6	576.0	576.0	20.00	24.00	24	24
		Y4	18097.45	3.48	4524.36	3	2847.83	1676.53	7372.19	0.8	4 Ø 8mm	2.00	24.00	24.00	16.9	576.0	576.0	20.00	24.00	24	24
		Y5	17385.88	3.48	4346.47	3	2263.50	2082.97	6609.97	0.8	4 Ø 8mm	2.00	24.00	24.00	9.3	576.0	576.0	20.00	24.00	24	24

Nota: Elaboración Propia.

Tabla 160

Diseño de acero de columnas en Muros no Agrietados – 2do y 3er Nivel.

	NIVEL	MURO	Ac (cm²)	An (cm²)	Ast (cm²)	$\frac{0.1 * f'_c * A_C}{f_y}$ (cm²)	As-requerida (cm²)	# de Varillas Long. (1)	Diám. de Varilla Long. (1)	# de Varillas Long. (2)	Diám. de Varilla Long. (2)	Arreglo As Lontigudinal	As-colocado (cm²)	
COLUMNA EXTREMA	2do	Y1	576.00	400.00	1.77	2.88	*2.88*	4.0	Ø 1/2"	-	-	*4 Ø 1/2"*	*4.26*	*OK*
		Y2	576.00	400.00	1.14	2.88	*2.88*	4.0	Ø 1/2"	-	-	*4 Ø 1/2"*	*4.26*	*OK*
		Y3	576.00	400.00	1.10	2.88	*2.88*	4.0	Ø 1/2"	-	-	*4 Ø 1/2"*	*4.26*	*OK*
		Y4	576.00	400.00	1.36	2.88	*2.88*	4.0	Ø 1/2"	-	-	*4 Ø 1/2"*	*4.26*	*OK*
		Y5	576.00	400.00	1.76	2.88	*2.88*	4.0	Ø 1/2"	-	-	*4 Ø 1/2"*	*4.26*	*OK*
	3er	Y1	576.00	400.00	0.69	2.88	*2.88*	4.0	Ø 1/2"	-	-	*4 Ø 1/2"*	*4.26*	*OK*
		Y2	576.00	400.00	0.42	2.88	*2.88*	4.0	Ø 1/2"	-	-	*4 Ø 1/2"*	*4.26*	*OK*
		Y3	576.00	400.00	0.39	2.88	*2.88*	4.0	Ø 1/2"	-	-	*4 Ø 1/2"*	*4.26*	*OK*
		Y4	576.00	400.00	0.44	2.88	*2.88*	4.0	Ø 1/2"	-	-	*4 Ø 1/2"*	*4.26*	*OK*
		Y5	576.00	400.00	0.55	2.88	*2.88*	4.0	Ø 1/2"	-	-	*4 Ø 1/2"*	*4.26*	*OK*

Nota: Elaboración Propia.

Tabla 161

Diseño de acero de vigas soleras en Muros no Agrietados – 2do y 3er Nivel.

NIVEL	MURO	b (cm)	h (cm)	Ts (Kg)	$A_s = \frac{T_s}{\emptyset * f_y}$ (cm²)	$A_s = \frac{0.1 * f'_c * A_{CS}}{f_y}$ (cm²)	As Requerida (cm²)	Arreglo	As-colocado (cm²)		Av (cm²)		Arreglo As Estribos
2do	Y1	*24*	*20*	19587.14	5.15	2.40	*5.15*	*4 Ø 1/2"*	*5.16*	*OK*	Ø 6mm	0.28	*[] Ø 6mm = 1@5cm,4@10cm,rto@25 cm*
	Y2	*24*	*20*	20607.00	5.45	2.40	*5.45*	*4 Ø 1/2" + 1 Ø 3/8"*	*5.87*	*OK*	Ø 6mm	0.28	*[] Ø 6mm = 1@5cm,4@10cm,rto@25 cm*
	Y3	*24*	*20*	20379.71	5.39	2.40	*5.39*	*4 Ø 1/2" + 1 Ø 3/8"*	*5.87*	*OK*	Ø 6mm	0.28	*[] Ø 6mm = 1@5cm,4@10cm,rto@25 cm*
	Y4	*24*	*20*	19414.50	5.14	2.40	*5.14*	*4 Ø 1/2"*	*5.16*	*OK*	Ø 6mm	0.28	*[] Ø 6mm = 1@5cm,4@10cm,rto@25 cm*
	Y5	*24*	*20*	18587.89	4.92	2.40	*4.92*	*4 Ø 1/2"*	*5.16*	*OK*	Ø 6mm	0.28	*[] Ø 6mm = 1@5cm,4@10cm,rto@25 cm*
3er	Y1	*24*	*20*	9422.07	2.49	2.40	*2.49*	*4 Ø 3/8"*	*2.84*	*OK*	Ø 6mm	0.28	*[] Ø 6mm = 1@5cm,4@10cm,rto@25 cm*
	Y2	*24*	*20*	10510.50	2.78	2.40	*2.78*	*4 Ø 3/8"*	*2.84*	*OK*	Ø 6mm	0.28	*[] Ø 6mm = 1@5cm,4@10cm,rto@25 cm*
	Y3	*24*	*20*	10299.99	2.72	2.40	*2.72*	*4 Ø 3/8"*	*2.84*	*OK*	Ø 6mm	0.28	*[] Ø 6mm = 1@5cm,4@10cm,rto@25 cm*
	Y4	*24*	*20*	9082.77	2.40	2.40	*2.40*	*4 Ø 3/8"*	*2.84*	*OK*	Ø 6mm	0.28	*[] Ø 6mm = 1@5cm,4@10cm,rto@25 cm*
	Y5	*24*	*20*	8522.56	2.25	2.40	*2.40*	*4 Ø 3/8"*	*2.84*	*OK*	Ø 6mm	0.28	*[] Ø 6mm = 1@5cm,4@10cm,rto@25 cm*

Nota: Elaboración Propia

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Para las columnas interiores se consideró el acero mínimo que se indica en el inciso "c" del artículo 27.4 de la NTE E070.

5.8.3.6. Distribución Final de columnas de confinamiento y vigas soleras

Se realizó una simplificación de tipos de elementos de confinamiento (columnas y vigas soleras) con la finalidad de que se cumpla con el mínimo requerido y facilite la construcción, quedando de la siguiente manera:

Tabla 162

Distribución final de Columnas de Confinamiento y Vigas Soleras.

TIPO DE ELEMENTO	DESCRIPCIÓN	UBICACIÓN	NIVEL	DIM.	REFUERZO LONGITUDINAL	ESTRIBOS
Columna de Confinamiento	CT1	Extrema	1er	24X24	4 Ø 1/2" ([a])	[] Ø 6mm = 9@5cm, 2@10cm, rto@25 cm
			2do	24X24	4 Ø 1/2" ([a])	[] Ø 6mm = 1@5cm, 4@10cm, rto@25 cm
			3er	24x24	4 Ø 1/2" ([a])	[] Ø 6mm = 1@5cm, 4@10cm, rto@25 cm
	CT2	Interna	1er	24X24	4 Ø 1/2"	[] Ø 6mm = 9@5cm, 2@10cm, rto@25 cm
			2do	24X24	4 Ø 3/8"	[] Ø 6mm = 1@5cm, 4@10cm, rto@25 cm
			3er	24X24	4 Ø 3/8"	[] Ø 6mm = 1@5cm, 4@10cm, rto@25 cm
Viga Solera	VS1	-	1er	24X20	4 Ø 1/2" + 1 Ø 3/8" ([b])	[] Ø 6mm = 1@5cm, 4@10cm, rto@25 cm
	VS1	-	2do	24X20	4 Ø 1/2" + 1 Ø 3/8" ([b])	[] Ø 6mm = 1@5cm, 4@10cm, rto@25 cm
	VS2	-		24X20	4 Ø 1/2" ([b])	[] Ø 6mm = 1@5cm, 4@10cm, rto@25 cm
	VS3	-	3er	24X20	4 Ø 3/8" ([b])	[] Ø 6mm = 1@5cm, 4@10cm, rto@25 cm

Nota: ([a]) La distribución del refuerzo longitudinal de las columnas de confinamiento pueden variar en función al refuerzo longitudinal de la placa de concreto armado. ([b]) La distribución del refuerzo longitudinal de las vigas soleras pueden variar en función al refuerzo longitudinal de la viga en voladizo de su mismo eje.

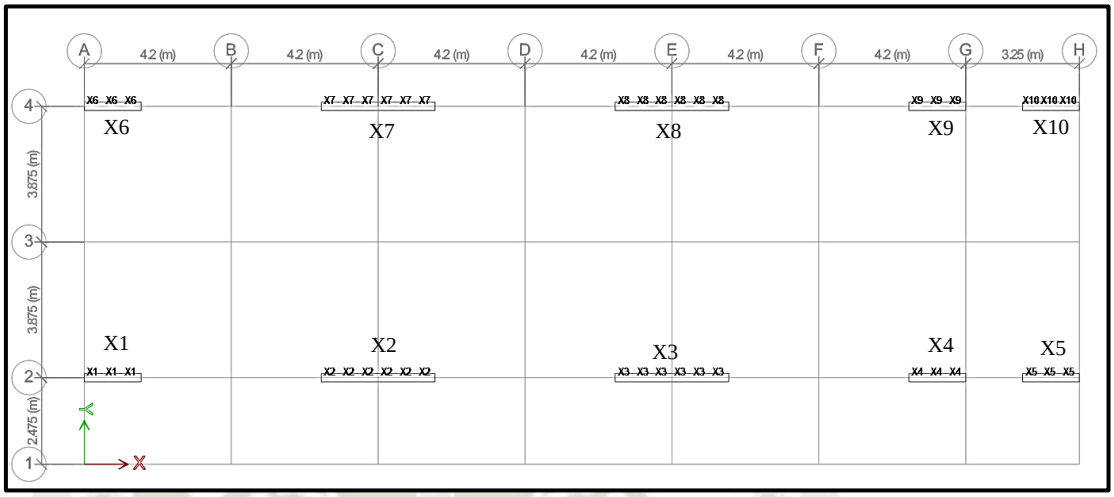
5.8.4. Diseño de Placas de Concreto Armado

Se realizó el diseño de las placas de concreto, las cuales reemplazaron a los muros de albañilería en la dirección XX considerados inicialmente.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Figura 137
Ubicación de las Placas de Concreto



Nota: Elaboración Propia.

Para este diseño, se consideró 2 tipos de placas críticas: el muro "X3" y "X4".

5.8.4.1. Determinación de las cargas actuantes y Combinaciones de diseño

Del modelo en ETABS, se obtuvo las cargas que actúan en la edificación para el diseño.

Tabla 163
Fuerzas internas en las Placas.

Placa	Story	Load Case/Combo	Location	P	V2	V3	T	M2	M3
			m	tonf	tonf	tonf	tonf-m	tonf-m	tonf-m
X3	TECHO 01	Dead	Bottom	59.4393	0.2459	-0.8654	0.0001	-0.4405	2.1876
		Live	Bottom	17.7204	0.1081	-0.2644	0.00016	-0.1223	0.8758
		Sis.Dis.XX	Bottom	0.433	35.0419	0.0523	0.0419	0.0461	135.9345
		Sis.Dis.YY	Bottom	56.7127	3.8826	6.464	0.0597	5.6449	8.5314
	TECHO 02	Dead	Bottom	39.5793	0.4958	3.0104	0.0044	2.4659	1.6925
		Live	Bottom	10.6125	0.274	2.0199	0.003	1.612	0.6537
		Sis.Dis.XX	Bottom	0.2946	26.4665	0.0245	0.0131	0.0227	59.4781
		Sis.Dis.YY	Bottom	27.034	0.9577	0.4837	0.0563	0.4453	1.2619
	TECHO 03 - AZ	Dead	Bottom	19.0934	0.5068	3.2217	0.0047	2.5907	0.8399
		Live	Bottom	3.1739	0.1061	2.091	0.0022	1.6173	0.1456
		Sis.Dis.XX	Bottom	0.1343	10.466	0.01	0.0092	0.0086	14.4113
		Sis.Dis.YY	Bottom	8.252	1.0962	0.6496	0.0324	0.7622	2.4169
X4	TECHO 01	Dead	Bottom	34.308	-0.6627	-0.3716	-0.2516	-0.149	0.2546
		Live	Bottom	10.465	-0.3021	-0.0969	-0.0722	-0.0241	0.0483
		Sis.Dis.XX	Bottom	23.1548	12.3465	0.1599	0.058	0.1204	23.4568
		Sis.Dis.YY	Bottom	37.505	3.8815	2.9947	1.596	2.5056	2.3258
	TECHO 02	Dead	Bottom	23.9148	-1.6097	0.3528	0.2434	0.4413	-0.578
		Live	Bottom	6.8918	-0.813	0.3136	0.2039	0.3245	-0.446
		Sis.Dis.XX	Bottom	13.466	9.4198	0.0439	0.0273	0.0375	9.8523
		Sis.Dis.YY	Bottom	18.4162	4.6842	0.2125	0.161	0.2945	1.9156
	TECHO 03 - AZ	Dead	Bottom	11.8527	-1.5457	0.4469	0.2918	0.4841	-0.5806
		Live	Bottom	2.398	-0.4754	0.332	0.2219	0.3079	-0.4001
		Sis.Dis.XX	Bottom	5.6306	6.5535	0.0486	0.0216	0.0409	3.7727
		Sis.Dis.YY	Bottom	5.6075	2.8344	0.3484	0.2191	0.3881	1.5027

Nota: Elaboración Propia.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Tabla 164

Combinaciones de carga para las Placas X3, X4.

PLACA	Story	TIP. CARGA	COMB.	P ton	V2 ton	M3 ton*m	P ton	V3 ton	M2 ton*m
X3	TECHO 01	C. GRAVEDAD	U1=1.4CM+1.7CV	113.340	0.528	4.552	113.340	1.661	0.825
		SIS-XX	U2=1.25(CM+CV)+SXDiseño	96.883	***35.484***	***139.764***	96.883	1.360	0.657
			U3=1.25(CM+CV)-SXDiseño	96.017	*34.599*	*132.105*	96.017	1.465	0.750
			U4=0.9CM+SXDiseño	53.928	*35.263*	*137.903*	53.928	0.727	0.350
			U5=0.9CM-SXDiseño	53.062	*34.821*	*133.966*	53.062	0.831	0.443
		SIS-YY	U6=1.25(CM+CV)+SYDiseño	153.162	4.325	12.361	153.162	5.052	4.941
			U7=1.25(CM+CV)-SYDiseño	39.737	3.440	4.702	39.737	***7.876***	***6.348***
			U8=0.9CM+SYDiseño	110.208	4.104	10.500	110.208	5.685	5.248
			U9=0.9CM-SYDiseño	3.217	3.661	6.563	3.217	7.243	6.041
	TECHO 02	C. GRAVEDAD	U1=1.4CM+1.7CV	73.452	1.160	3.481	73.452	***7.648***	***6.193***
		SIS-XX	U2=1.25(CM+CV)+SXDiseño	63.034	***27.429***	***62.411***	63.034	6.312	5.120
			U3=1.25(CM+CV)-SXDiseño	62.445	25.504	56.545	62.445	6.263	5.075
			U4=0.9CM+SXDiseño	35.916	26.913	61.001	35.916	2.734	2.242
			U5=0.9CM-SXDiseño	35.327	26.020	57.955	35.327	2.685	2.197
		SIS-YY	U6=1.25(CM+CV)+SYDiseño	89.774	1.920	4.195	89.774	6.772	5.543
			U7=1.25(CM+CV)-SYDiseño	35.706	0.005	1.671	35.706	5.804	4.652
			U8=0.9CM+SYDiseño	62.655	1.404	2.785	62.655	3.193	2.665
			U9=0.9CM-SYDiseño	8.587	0.511	0.261	8.587	2.226	1.774
	TECHO 03 - AZ	C. GRAVEDAD	U1=1.4CM+1.7CV	32.126	0.890	1.423	32.126	***8.065***	***6.376***
		SIS-XX	U2=1.25(CM+CV)+SXDiseño	27.968	***11.232***	***15.643***	27.968	6.651	5.269
			U3=1.25(CM+CV)-SXDiseño	27.700	9.700	13.179	27.700	6.631	5.251
			U4=0.9CM+SXDiseño	17.318	10.922	15.167	17.318	2.910	2.340
			U5=0.9CM-SXDiseño	17.050	10.010	13.655	17.050	2.890	2.323
		SIS-YY	U6=1.25(CM+CV)+SYDiseño	36.086	1.862	3.649	36.086	7.290	6.022
			U7=1.25(CM+CV)-SYDiseño	19.582	0.330	1.185	19.582	5.991	4.498
			U8=0.9CM+SYDiseño	25.436	1.552	3.173	25.436	3.549	3.094
			U9=0.9CM-SYDiseño	8.932	0.640	1.661	8.932	2.250	1.569
X4	TECHO 01	C. GRAVEDAD	U1=1.4CM+1.7CV	65.882	1.441	0.439	65.822	0.685	0.250
		SIS-XX	U2=1.25(CM+CV)+SXDiseño	79.121	11.141	***23.835***	23.835	0.426	0.096
			U3=1.25(CM+CV)-SXDiseño	32.811	***13.553***	23.078	23.078	0.746	0.337
			U4=0.9CM+SXDiseño	54.032	11.750	23.686	23.686	0.175	0.014
			U5=0.9CM-SXDiseño	7.722	12.943	23.228	23.228	0.494	0.255
		SIS-YY	U6=1.25(CM+CV)+SYDiseño	93.471	2.676	2.704	93.471	2.409	2.289
			U7=1.25(CM+CV)-SYDiseño	18.461	5.088	1.947	18.461	***3.580***	***2.722***
			U8=0.9CM+SYDiseño	68.382	3.285	2.555	68.382	2.660	2.372
			U9=0.9CM-SYDiseño	6.628	4.478	2.097	6.628	3.329	2.640
	TECHO 02	C. GRAVEDAD	U1=1.4CM+1.7CV	45.197	3.636	1.567	45.197	*1.027*	1.169
		SIS-XX	U2=1.25(CM+CV)+SXDiseño	51.974	6.391	8.572	51.974	0.877	0.995
			U3=1.25(CM+CV)-SXDiseño	25.042	12.448	11.132	25.042	0.789	0.920
			U4=0.9CM+SXDiseño	34.989	7.971	9.332	34.989	0.361	0.435
			U5=0.9CM-SXDiseño	8.057	10.869	10.373	8.057	0.274	0.360
		SIS-YY	U6=1.25(CM+CV)+SYDiseño	56.924	1.656	0.636	56.924	***1.046***	***1.252***
			U7=1.25(CM+CV)-SYDiseño	20.092	7.713	3.196	20.092	0.621	0.663
			U8=0.9CM+SYDiseño	39.940	3.235	1.395	39.940	0.530	0.692
			U9=0.9CM-SYDiseño	3.107	6.133	2.436	3.107	0.105	0.103
	TECHO 03 - AZ	C. GRAVEDAD	U1=1.4CM+1.7CV	20.670	2.972	1.493	20.670	1.190	1.201
		SIS-XX	U2=1.25(CM+CV)+SXDiseño	23.444	4.027	2.547	23.444	1.022	1.031
			U3=1.25(CM+CV)-SXDiseño	12.183	***9.080***	***4.999***	12.183	0.925	0.949
			U4=0.9CM+SXDiseño	16.298	5.162	3.250	16.298	0.451	0.477
			U5=0.9CM-SXDiseño	5.037	7.945	4.295	5.037	0.354	0.395
		SIS-YY	U6=1.25(CM+CV)+SYDiseño	23.421	0.308	0.277	23.421	***1.322***	***1.378***
			U7=1.25(CM+CV)-SYDiseño	12.206	5.361	2.729	12.206	0.625	0.602
			U8=0.9CM+SYDiseño	16.275	1.443	0.980	16.275	0.751	0.824
			U9=0.9CM-SYDiseño	5.060	4.226	2.025	5.060	0.054	0.048

Nota: Elaboración Propia.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

5.8.4.2. Predimensionamiento y Diagrama de Iteración

Para la Placa X3, se consideró 2 núcleos extremos y 1 núcleo intermedio, el cual confinó el muro de albañilería orientado en la dirección YY. Para determinar el refuerzo vertical, tanto en los núcleos como en el alma, se tomaron en cuenta las cuantías mínimas las cuales fueron verificadas posteriormente.

Se consideró que los núcleos extremos tendrían una sección de 24x48 [cm] y el núcleo central sería de 24x40 [cm]. La cuantía mínima es del 1% de la sección.

SECCIÓN DE NÚCLEOS 01:

b =	24.00	cm	
h =	48.00	cm	
As. mín =	11.52	cm2	
	4	Ø 5/8"	
	4	Ø 1/2"	
As. colocado =	13.12	cm2	OK

SECCIÓN DE NÚCLEOS 02:

b =	24.00	cm	
h =	40.00	cm	
As. mín =	11.52	cm2	
	4	Ø 5/8"	
	4	Ø 1/2"	
As. colocado =	13.12	cm2	OK

SECCIÓN DE NÚCLEO CENTRAL:

b =	24.00	cm	
h =	40.00	cm	
As. mín =	9.60	cm2	
	4	Ø 5/8"	
	2	Ø 1/2"	
As. colocado =	10.54	cm2	OK

Para el acero vertical en el alma, se consideró una cuantía mínima de 0.0025 (según NTE E.060).

SECCIÓN INTERNA - As Vertical

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

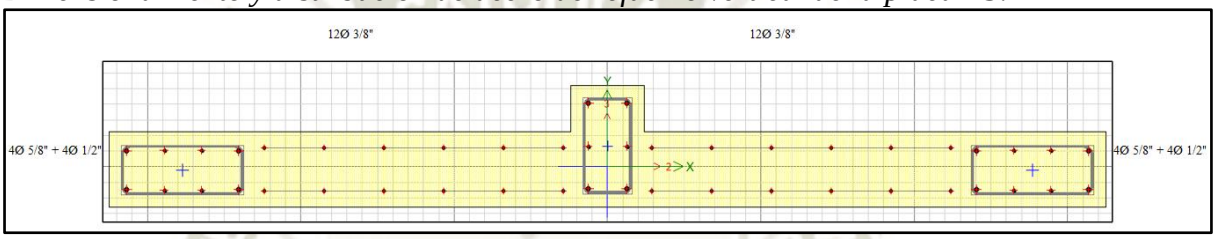
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

L =	*95.00*	*cm*
b =	*100.00*	*cm*
h =	*24.00*	*cm*
As. mín =	*6.00*	*cm2/m*
	2	*Ø 3/8"*
As =	*1.42*	*cm2*
S máx =	*22.50*	*cm*
# de Ø =	12	Ø 3/8"

La sección inicial de la placa X3 quedaría de la siguiente manera:

Figura 138

Dimensionamiento y distribución de acero de refuerzo vertical de la placa X3.



Nota: Elaboración Propia.

Para la Placa X4, sólo se consideraron 2 núcleos extremos donde uno de ellos confinó al muro de albañilería orientado en la dirección YY.

Uno de los núcleos tuvo una sección de 24x35 [cm] y el otro tuvo una sección de 24x40 [cm]. La cuantía mínima es del 1% de la sección.

SECCIÓN DE NÚCLEO 01:

b =	*24.00*	*cm*
h =	*35.00*	*cm*
As. mín =	*8.40*	*cm2*
	4	*Ø 5/8"*
	2	*Ø 1/2"*
As. colocado =	*10.54*	*cm2*

SECCIÓN DE NÚCLEO 02:

b =	*24.00*	*cm*
h =	*40.00*	*cm*
As. mín =	*9.60*	*cm2*
	4	*Ø 5/8"*
	2	*Ø 1/2"*
As. colocado =	*10.54*	*cm2*

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

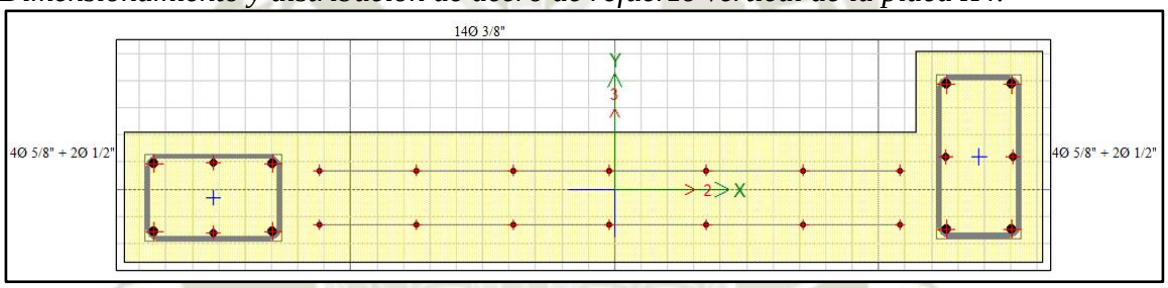
Para el acero vertical en el alma, se consideró una cuantía mínima de 0.0025 (según NTE E.060).

SECCIÓN INTERNA - As Vertical		
L =	*110.00*	*cm*
b =	*100.00*	*cm*
h =	*24.00*	*cm*
As. mín =	*6.00*	*cm2/m*
	2	*Ø 3/8"*
As =	*1.42*	*cm2*
S máx =	*20.00*	*cm*
# de Ø =	14	Ø 3/8"

La sección inicial de la placa X4 quedó de la siguiente manera:

Figura 139

Dimensionamiento y distribución de acero de refuerzo vertical de la placa X4.



Nota: Elaboración Propia.

Con ayuda del programa ETABS, se obtuvo los puntos para poder dibujar el diagrama de iteración, se consideró 15 puntos para poder graficar la curva. Los puntos obtenidos para el momento “M33”, fueron los que se consideraron para las fuerzas en la dirección XX y los puntos obtenidos para el momento “M22”, fueron considerados para las fuerzas en la dirección YY.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Tabla 165

Cargas de compresión/tracción y momentos nominales - Placa X3

Point	M33			
	0°		180°	
	ØPn	ØMn	ØPn	ØMn
1	946.292	0.000000761	946.292	0.000000761
2	946.292	155.1541	946.292	-155.1541
3	946.292	250.5212	946.292	-250.5212
4	903.0441	331.0414	903.0441	-331.0414
5	820.2246	396.9308	820.2246	-396.9308
6	734.3709	448.4217	734.3709	-448.4217
7	644.4178	486.3424	644.4178	-486.3424
8	523.4842	513.0398	523.4842	-513.0398
9	444.2504	556.1239	444.2504	-556.1239
10	380.3782	587.0425	380.3782	-587.0425
11	282.8598	572.1395	282.8598	-572.1395
12	161.998	485.2461	161.998	-485.2461
13	46.5705	367.5671	46.5705	-367.5671
14	-81.0177	207.7078	-81.0177	-207.7078
15	-219.24	-0.000001022	-219.24	-0.000001022

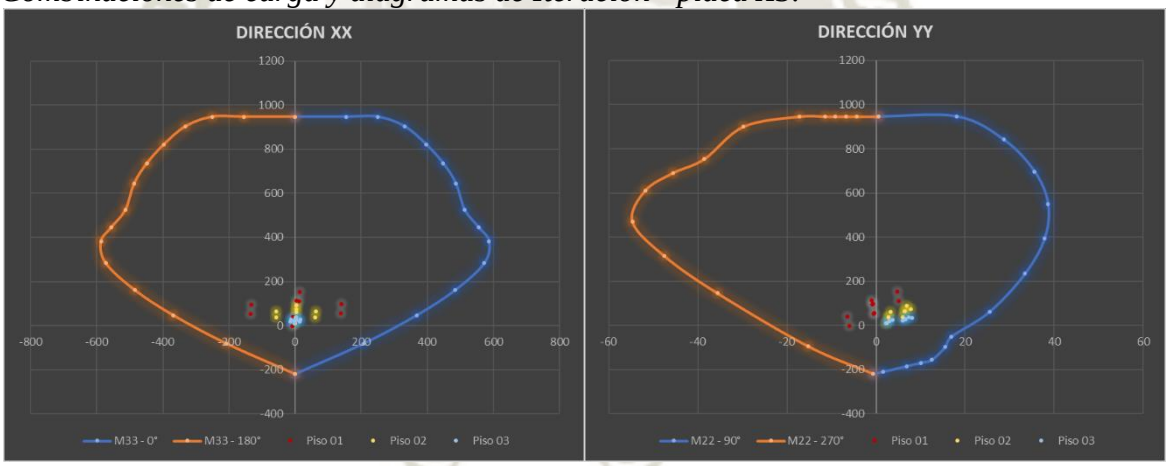
Point	M22			
	90°		270°	
	ØPn	ØMn	ØPn	ØMn
1	946.292	0.5179	946.292	0.5179
2	946.292	18.183	946.292	-4.3051
3	841.2514	28.6862	946.292	-6.7825
4	697.1281	35.5763	946.292	-9.1761
5	548.9328	38.6179	946.292	-11.4265
6	395.0338	37.8567	946.292	-17.1677
7	234.2918	33.4438	901.0644	-29.7244
8	60.8949	25.4605	753.9489	-38.5176
9	-51.4238	16.8854	690.7379	-45.5383
10	-98.4989	15.4858	610.439	-51.8139
11	-155.978	12.5268	469.6494	-54.6473
12	-169.0777	10.1216	314.8263	-47.5192
13	-185.1969	6.8696	146.1289	-35.6215
14	-209.8023	1.6561	-94.2451	-15.2739
15	-219.24	-0.6954	-219.24	-0.6954

Nota: Elaboración Propia.

De la carga para la placa X3, se verificó que se encuentren todos los puntos dentro de las curvas Con los datos de la tabla anterior y las combinaciones.

Figura 140

Combinaciones de carga y diagramas de Iteración - placa X3.



Nota: Elaboración Propia.

Como se puede observar, todos los puntos provenientes de las combinaciones de carga de los tres niveles se encuentran dentro de los diagramas de iteración, lo que indica que el refuerzo propuesto es correcto.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Tabla 166

Cargas de compresión/tracción y momentos nominales - Placa X4.

Point	M33			
	0°		180°	
	ØPn	ØMn	ØPn	ØMn
1	529.9879	-2.3191	529.9879	-2.3191
2	529.9879	50.5808	529.9879	-67.7667
3	529.9879	81.4426	502.4662	-106.9271
4	507.1875	107.6928	458.0236	-128.662
5	461.8254	130.2333	412.2338	-146.218
6	414.7529	148.6383	364.3808	-159.8592
7	365.2994	163.4968	314.1786	-169.7459
8	312.1432	175.3878	259.9797	-176.3574
9	284.9771	194.1044	229.2587	-188.175
10	260.6867	209.503	198.0074	-195.6001
11	221.4503	211.6593	152.6357	-188.9971
12	160.6367	189.207	90.5394	-158.9903
13	96.8801	157.6357	25.8847	-119.4653
14	-6.9346	93.052	-48.6978	-65.7347
15	-128.52	3.114	-128.52	3.114

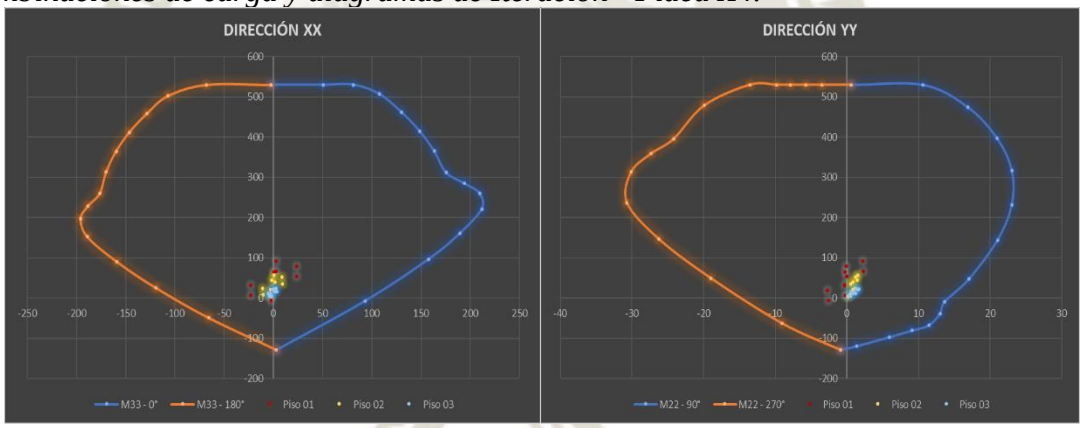
Point	M22			
	90°		270°	
	ØPn	ØMn	ØPn	ØMn
1	529.9879	0.63	529.9879	0.63
2	529.9879	10.646	529.9879	-3.4886
3	475.0642	16.8602	529.9879	-5.7412
4	397.3272	20.9756	529.9879	-7.859
5	316.3642	23.0402	529.9879	-9.7752
6	232.0861	23.0257	529.9879	-13.5187
7	144.4183	21.0396	478.8782	-19.8821
8	47.8199	17.0539	395.54	-24.1847
9	-8.9533	13.6636	358.9341	-27.3272
10	-37.9422	13.0108	313.9762	-30.085
11	-67.0764	11.4872	237.2733	-30.6876
12	-80.4016	9.1295	147.3697	-26.2517
13	-97.135	5.8942	50.1045	-18.9865
14	-119.2455	1.403	-62.6059	-8.9987
15	-128.52	-0.846	-128.52	-0.846

Nota: Elaboración Propia.

Con los datos de la tabla anterior y las combinaciones de carga para la placa X4, se verificó que se encuentren todos los puntos dentro de las curvas.

Figura 141

Combinaciones de carga y diagramas de Iteración - Placa X4.



Nota: Elaboración Propia.

Como se puede observar, todos los puntos provenientes de las combinaciones de carga de los tres niveles se encuentran dentro de los diagramas de iteración, lo que indica que el refuerzo propuesto es correcto.

5.8.4.3. Diseño por cortante

Se realizó el diseño por nivel, donde se diseñó el acero horizontal y se verificó el acero vertical. Primero se verificó que la cortante del concreto no sea mayor a la siguiente expresión:

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

$$V_{c,máx}=A_{cw}\left(\alpha c\sqrt{f'_c}\right)$$

Ecuación 47: Diseño Vc por cortante

Donde:

Acw: área de la sección de la placa.

αc: es igual a 0.80 si hm/Lm ≤ 1.5

es igual a 0.53 si hm/Lm ≥ 2

sí: 2 ≤ hm/Lm ≤ 1.5; varía linealmente entre 0.80 y 0.53.

Luego se procedió a calcular la resistencia al cortante última (*Vu*) para poder determinar la resistencia al corte por el refuerzo horizontal (*Vs*) sin exceder el valor de la resistencia al corte máximo del refuerzo vertical ($Vs_{máx}$).

$$V_u=V_{ua}\left(\frac{M_n}{M_{ua}}\right)$$

Ecuación 48: Diseño por cortante ultima Vu

Donde:

Vua y Mua : provenientes del análisis.

Mn : momento resistente del acero realmente colocado.

Mn/Mua : no debe ser mayor al valor del coef. de reducción R.

$$V_s=A_{cw}\rho_h f_y \; ; \; V_{s_{máx}}=2.1\sqrt{f'_c}b_w d$$

Donde:

ρ_h : cuantía horizontal.

Con la resistencia al cortante del acero de refuerzo, se calculó la cuantía de acero horizontal y la distribución en la placa. Se verificó que la resistencia al cortante nominal no sea mayor a la siguiente expresión:

$$V_n=2.6\sqrt{f'_c}A_{cw}$$

Ecuación 49: Resistencia al cortante nominal

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Tabla 167

Verificación de la resistencia al corte máximo del concreto para las placas X3 y X4.

PISO	PIER	Lm	em	hi	Hm	f´c	Vc (ton)	Hm/Lm	αc	Vc máx (ton)	Vc < Vc máx	Vua	Mua	Mn=Mur/0.7	Mn/Mua	Vu/Ø
1	X3	3.25	0.24	3.00	9.00	210	47.926	2.77	0.53	59.907	Cumple	35.484	139.764	598.372	4.28	178.729
2	X3	3.25	0.24	3.00	6.00	210	47.926	1.85	0.61	69.298	Cumple	27.429	62.411	549.074	6.00	193.615
3	X3	3.25	0.24	3.00	3.00	210	47.926	0.92	0.80	90.426	Cumple	11.232	15.643	491.800	6.00	79.286
1	X4	1.74	0.24	3.00	9.00	210	25.659	5.17	0.53	32.073	Cumple	13.553	23.078	168.255	6.00	95.665
2	X4	1.74	0.24	3.00	6.00	210	25.659	3.45	0.53	32.073	Cumple	12.448	11.132	161.350	6.00	87.869
3	X4	1.74	0.24	3.00	3.00	210	25.659	1.72	0.68	41.088	Cumple	9.080	4.999	149.921	6.00	64.093

Nota: Elaboración Propia.

Tabla 168

Verificación de la resistencia al corte y distribución de diseño del acero de refuerzo horizontal en alma de placa.

PISO	PIER	Vs (ton)	Vs máx (ton)	Vs < Vs máx	ph= Vs/(Acw*fy)	Vs final (ton)	Ø	N° Hileras	As h	s (cm)	Vn real (ton)	Vn máx (ton)	Vn máx??
1	X3	130.803	189.895	Cumple	0.0040	130.803	Ø 1/2"	2	9.58	25.00	178.729	293.885	Cumple
2	X3	145.689	189.895	Cumple	0.0044	145.689	Ø 1/2"	2	10.67	22.50	193.615	293.885	Cumple
3	X3	31.360	189.895	Cumple	0.0025	81.900	Ø 3/8"	2	6.00	22.50	129.826	293.885	Cumple
1	X4	70.006	101.667	Cumple	0.0040	70.006	Ø 3/8"	2	9.58	12.50	95.665	157.342	Cumple
2	X4	62.211	101.667	Cumple	0.0036	62.211	Ø 3/8"	2	8.51	15.00	87.869	157.342	Cumple
3	X4	38.434	101.667	Cumple	0.0025	43.848	Ø 3/8"	2	6.00	22.50	69.507	157.342	Cumple

Nota: Elaboración Propia.

Por último, se verificó que la cuantía del acero de refuerzo vertical colocado sea la necesaria, utilizando la siguiente expresión:

$$\rho_v = 0.0025 + 0.5\left(2.5 + \frac{h_m}{L_m}\right)(\rho_h - 0.0025) \geq 0.0025$$

Ecuación 50: cuantía de acero de refuerzo vertical

Donde:

ρ_v: cuantía vertical.

Tabla 169

Verificación de la distribución del acero de refuerzo vertical en alma de placa.

PISO	PIER	pv	Ø	N° Hileras	As v	s (cm)
1	X3	0.0025	Ø 3/8"	2	6.00	22.50
2	X3	0.0031	Ø 3/8"	2	7.53	17.50
3	X3	0.0025	Ø 3/8"	2	6.00	22.50
1	X4	0.0025	Ø 3/8"	2	6.000	22.50
2	X4	0.0025	Ø 3/8"	2	6.000	22.50
3	X4	0.0025	Ø 3/8"	2	6.000	22.50

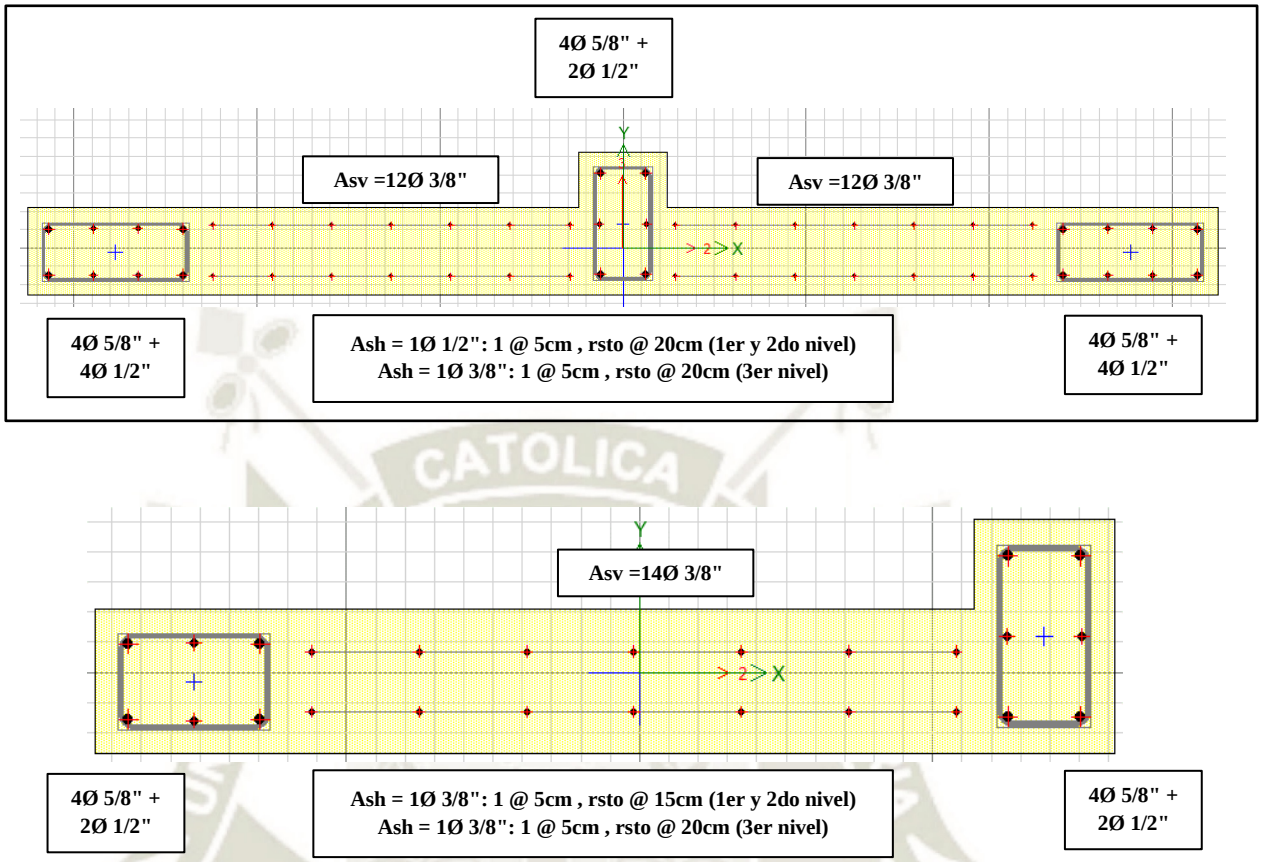
Nota: Elaboración Propia.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Figura 142

Diseño final de placas X3 y X4 respectivamente.



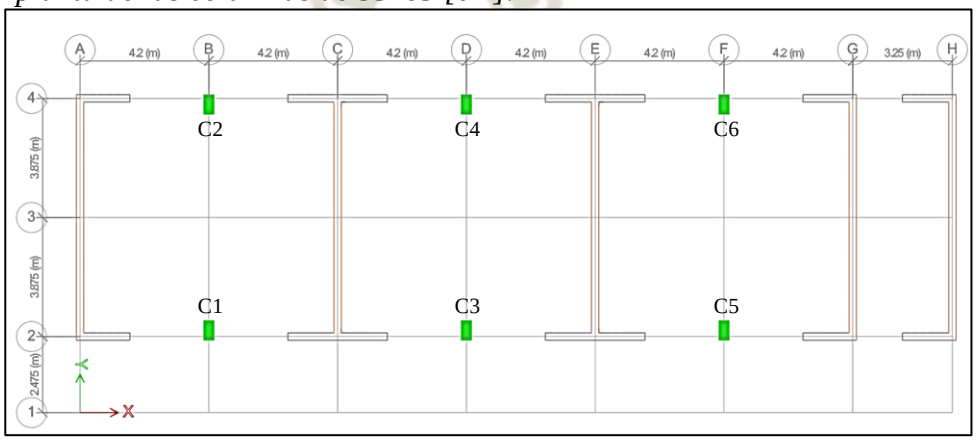
Nota: Elaboración Propia.

5.8.5. Diseño de Columna

En esta edificación sólo se cuenta con un solo tipo de columna aislada que es de 35x65 [cm], las cuales se ubican en la intersección de los ejes B, D, F y los ejes 2 y 4.

Figura 143

Vista en planta de las columnas de 35x65 [cm].



Nota: Elaboración Propia.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Para realizar el diseño de la columna, se utilizó la columna más crítica y sólo del primer nivel, la cual se ubica entre los ejes 2 & B.

5.8.5.1. Determinación de las cargas actuantes y Combinaciones de diseño

Del modelo en ETABS, se obtuvo las cargas que actúan en la edificación para el diseño, exclusivamente las cargas del primer nivel.

Tabla 170

Fuerzas internas en la columna C1.

TABLE: Column Forces								
Story	**Column**	**Load Case/Combo**	**P tonf**	**V2 tonf**	**V3 tonf**	**T tonf-m**	**M2 tonf-m**	**M3 tonf-m**
TECHO 01	C1	**Dead**	-45.4634	0.0181	-0.6035	0.0005	-0.7554	0.0276
TECHO 01	C1	**Live**	-16.1945	0.0069	-0.2549	0.0003	-0.3328	0.0104
TECHO 01	C1	**Sis.Dis.XX**	0.8805	1.029	0.2015	0.0084	0.3879	1.6409
TECHO 01	C1	**Sis.Dis.YY**	5.4042	0.0941	4.1735	0.0228	8.1786	0.1372

Nota: Elaboración Propia.

Tabla 171

Combinaciones de carga para la columna C1.

DIRECCIÓN XX				
TIP. CARGA	***COMB.***	***P tonf***	***M22 tonf*m***	***M33 tonf*m***
C. GRAVEDAD	U1=1.4CM+1.7CV	95.077	-1.683	0.058
SIS-XX POSITIVO	U2=1.25(CM+CV)+SXDiseño	80.819	-1.016	1.689
	U3=1.25(CM+CV)-SXDiseño	79.058	-1.792	-1.593
	U4=0.9CM+SXDiseño	41.798	-0.292	1.666
	U5=0.9CM-SXDiseño	40.037	-1.068	-1.616
SIS-XX NEGATIVO	U2=1.25(CM+CV)+SXDiseño	80.819	1.016	-1.689
	U3=1.25(CM+CV)-SXDiseño	79.058	1.792	1.593
	U4=0.9CM+SXDiseño	41.798	0.292	-1.666
	U5=0.9CM-SXDiseño	40.037	1.068	1.616

DIRECIÓN YY				
TIP. CARGA	***COMB.***	***P tonf***	***M22 tonf*m***	***M33 tonf*m***
C. GRAVEDAD	U1=1.4CM+1.7CV	95.077	-1.683	0.058
SIS-YY POSITIVO	U6=1.25(CM+CV)+SYDiseño	85.342	6.775	0.186
	U7=1.25(CM+CV)-SYDiseño	74.534	-9.583	-0.089
	U8=0.9CM+SYDiseño	46.321	7.499	0.162
	U9=0.9CM-SYDiseño	35.513	-8.858	-0.112
SIS-YY NEGATIVO	U6=1.25(CM+CV)+SYDiseño	85.342	-6.775	-0.186
	U7=1.25(CM+CV)-SYDiseño	74.534	9.583	0.089
	U8=0.9CM+SYDiseño	46.321	-7.499	-0.162
	U9=0.9CM-SYDiseño	35.513	8.858	0.112

Nota: Elaboración Propia.

5.8.5.2. Diagrama de Iteración

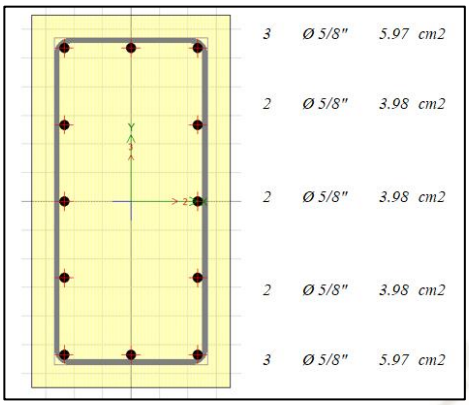
Para la sección definida de 35x65 [cm] se inició colocando una cuantía de refuerzo mínimo la cual es el 1% del área de la sección sin exceder la cuantía máxima de 6%:

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Figura 144

Distribución de acero longitudinal en columna C1.



Nota: Elaboración Propia.

b = 35 cm

h = 65 cm

b x h = 2275.00 cm2

As máx = 136.50 cm2

As mín = 22.75 cm2

As col = 23.88 cm2

Con ayuda del programa ETABS, se obtuvo los puntos para poder dibujar el diagrama de iteración, se consideró 15 puntos para poder graficar la curva. Los puntos obtenidos para en momento "M33", fueron los considerados para las fuerzas en la dirección XX y los puntos obtenidos para el momento "M22", fueron considerados para las fuerzas en la dirección YY.

Tabla 172

Cargas de compresión/tracción y momentos nominales para la columna C1.

Point	M33			
	0°		180°	
	ØPn	ØMn	ØPn	ØMn
1	281.458	0.000	281.458	0
2	281.458	6.0935	281.458	-6.0935
3	279.6813	9.4257	279.6813	-9.4257
4	251.2108	12.3094	251.2108	-12.3094
5	221.5131	14.6293	221.5131	-14.6293
6	190.0693	16.4346	190.0693	-16.4346
7	156.0198	17.8068	156.0198	-17.8068
8	117.5591	18.8009	117.5591	-18.8009
9	103.0124	19.3358	103.0124	-19.3358
10	84.6803	19.7096	84.6803	-19.7096
11	56.5691	18.6611	56.5691	-18.6611
12	23.9365	15.183	23.9365	-15.183
13	-17.7303	10.1799	-17.7303	-10.1799
14	-68.7281	3.617	-68.7281	-3.617
15	-90.72	0	-90.72	0

Point	M22			
	90°		270°	
	ØPn	ØMn	ØPn	ØMn
1	281.458	0	281.458	0
2	281.458	10.9727	281.458	-10.9727
3	281.458	16.917	281.458	-16.917
4	256.5335	22.0654	256.5335	-22.0654
5	229.009	26.1674	229.009	-26.1674
6	199.4569	29.4585	199.4569	-29.4585
7	167.7177	31.9686	167.7177	-31.9686
8	133.1881	33.8596	133.1881	-33.8596
9	115.3473	35.986	115.3473	-35.986
10	94.8836	37.8834	94.8836	-37.8834
11	67.2737	37.0354	67.2737	-37.0354
12	32.5473	31.2819	32.5473	-31.2819
13	-6.9137	23.1312	-6.9137	-23.1312
14	-48.8475	12.069	-48.8475	-12.069
15	-90.72	0	-90.72	0

Nota: Elaboración Propia.

Con los datos de la tabla anterior y las combinaciones de carga para la columna C1,

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

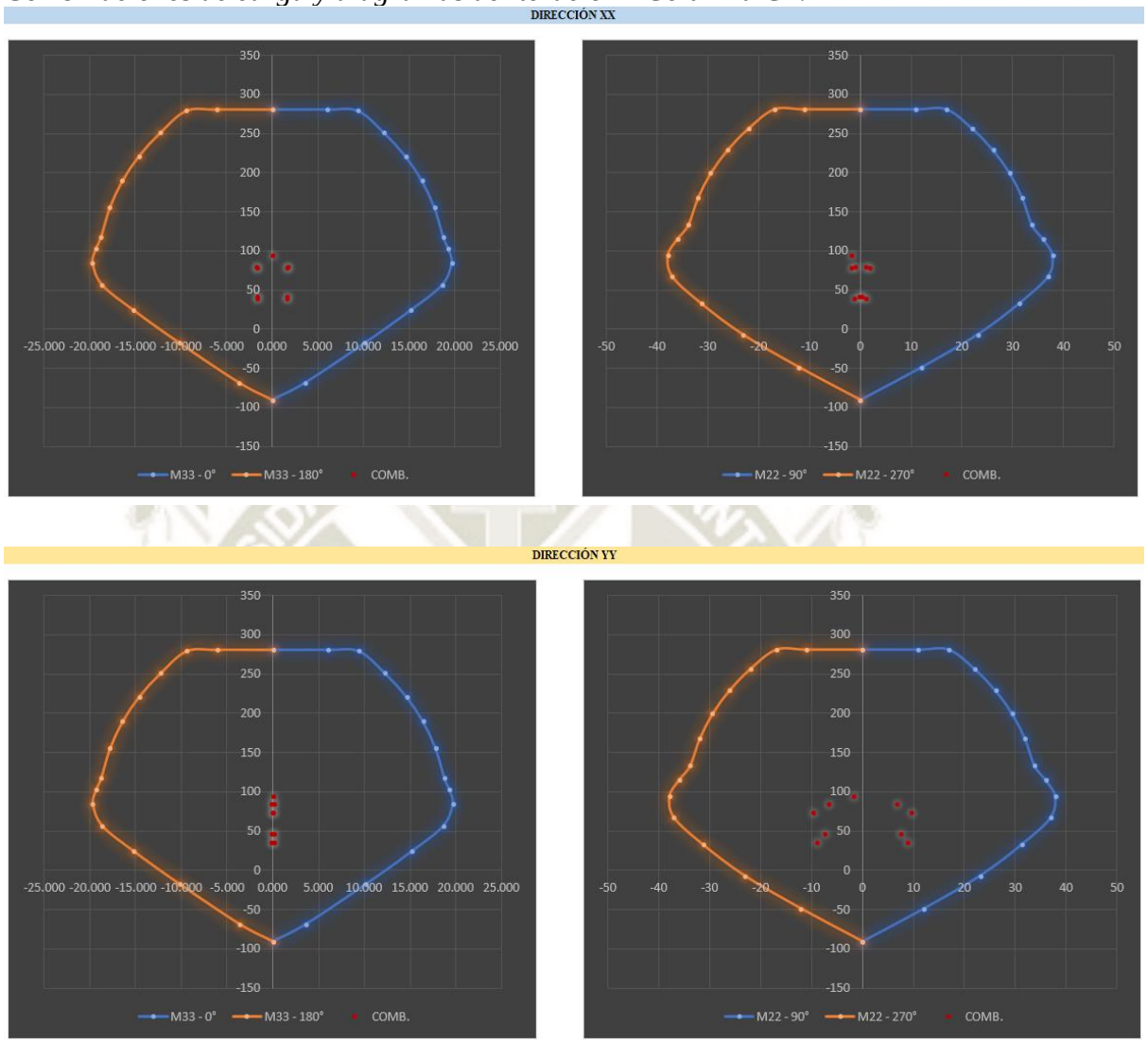
REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

se verificó que se encuentren todos los puntos dentro de las curvas.

Figura 145

Combinaciones de carga y diagramas de Iteración - Columna C1.



Nota: Elaboración Propia.

Como se puede observar, todos los puntos provenientes de las combinaciones de carga se encuentran dentro de los diagramas de iteración, lo que indica que el refuerzo propuesto es correcto.

5.8.5.3. Diseño por cortante

Datos:

Alt. Libre =	3.00	m
b =	35	cm
h =	65	cm

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

r =	4	cm
d =	61	cm
f'c =	210	kgf/cm2
fy =	4200	kgf/cm2
Øc =	0.85	
[] =	Ø 3/8"	
As[] =	0.71	cm2
N° de Ramas de [] =	2	

Se determinó la resistencia al corte del concreto con la siguiente expresión:

$$V_c=0.53\sqrt{f'_c}\left(1+\frac{N_u}{140A_g}\right)b_w d$$

Ecuación 51: Resistencia al corte de concreto

Donde:

Nu : Carga axial a compresión

Para este caso "Nu" es el valor de la carga muerta que se obtiene del programa ETABS por lo que reemplazando los valores se obtiene:

$$V_c=0.53*\sqrt{210}*\left(1+\frac{45.46*1000}{140*35*65}\right)*\frac{35*61}{1000}$$

$$V_c=18.74 \text{ tnf}$$

La cortante última "Vu" actuante es la producida por la combinación de cargas en la dirección YY:

Tabla 173

Fuerzas cortantes producidas por las combinaciones de cargas.

o	*COMB.*	*V2*	*V3*
		tonf	*tonf*
C. GRAVEDAD	U1=1.4CM+1.7CV	0.038	-1.331
SIS-XX	U2=1.25(CM+CV)+SXDiseño	1.061	-0.910
	U3=1.25(CM+CV)-SXDiseño	-0.997	-1.313
	U4=0.9CM+SXDiseño	1.045	-0.342
	U5=0.9CM-SXDiseño	-1.013	-0.745
SIS-YY	U6=1.25(CM+CV)+SYDiseño	0.126	3.062
	U7=1.25(CM+CV)-SYDiseño	**-0.062**	**-5.285**
	U8=0.9CM+SYDiseño	0.110	3.630
	U9=0.9CM-SYDiseño	-0.078	-4.717

Nota: Elaboración Propia.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

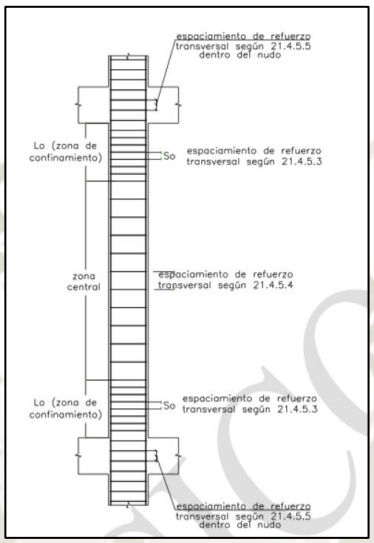
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

V_u=5.285 tnf

Como se puede observar, la resistencia al cortante “Vc” es mayor a la cortante última “Vu”, por lo que se procede a colocar la distribución mínima de estribos:

Figura 146

Requerimiento mínimo para columnas.



Nota: NTE E.060.

Longitud de confinamiento "Lo"

Lo =	65.00	cm	(Alt. Libre)/6 =	50.00	cm
			Máx(b,h) =	65.00	cm
			Lo =	50	cm

Espaciamiento mínimo "So" en la zona de confinamiento según la NTE E 060 - 21.4.5

So =	10.00	cm	8*Øb =	12.70	cm
			Min(b,h)/2 =	17.50	cm
			So =	10.00	cm

# [] =	6	@ 10 cm	6.50

Espaciamiento máximo "S2" en la zona central según la NTE E 060 - 21.4.5

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

S2 = 25.00 cm

16*Øb =	25.40	cm
48*Øe =	45.72	cm
Min(b,h) =	35.00	cm
d/2 =	30.50	cm
0.75*h =	48.75	cm
S2 =	30.00	cm

[] = rsto @ 25 cm

Se realizó la verificación de la resistencia al corte de los estribos utilizando la siguiente expresión:

$$V_s = \frac{A_v f_y d}{s_0}$$

Ecuación 52: Resistencia al corte de los estribos

Con los datos anteriormente mencionados, se calculó el valor de "Vs". Posteriormente se calculó el cortante nominal "Ø*Vn"y se verificó que sea mayor a la cortante última "Vu".

$$V_s = \frac{2*0.71*4200*61}{10*1000}$$

$$V_s = 36.38 \text{ tnf}$$

$$\emptyset_c * V_n = \emptyset_c * (V_c + V_s)$$

$$\emptyset_c * V_n = 0.85 * (18.74 + 36.38)$$

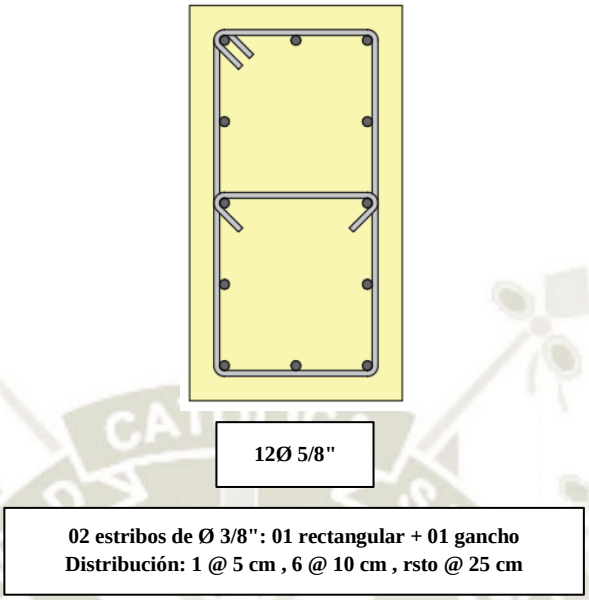
$$\emptyset_c * V_n = 46.85 \text{ tnf}$$

Como se observa, la resistencia al corte nominal es mayor a la cortante última actuante en la columna, por lo que el diseño es correcto, La sección final de columna es la siguiente:

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Figura 147
Diseño final de columna C1.



Nota: Elaboración Propia.

5.8.6. Diseño de Vigas

5.8.6.1 Diseño por Flexión

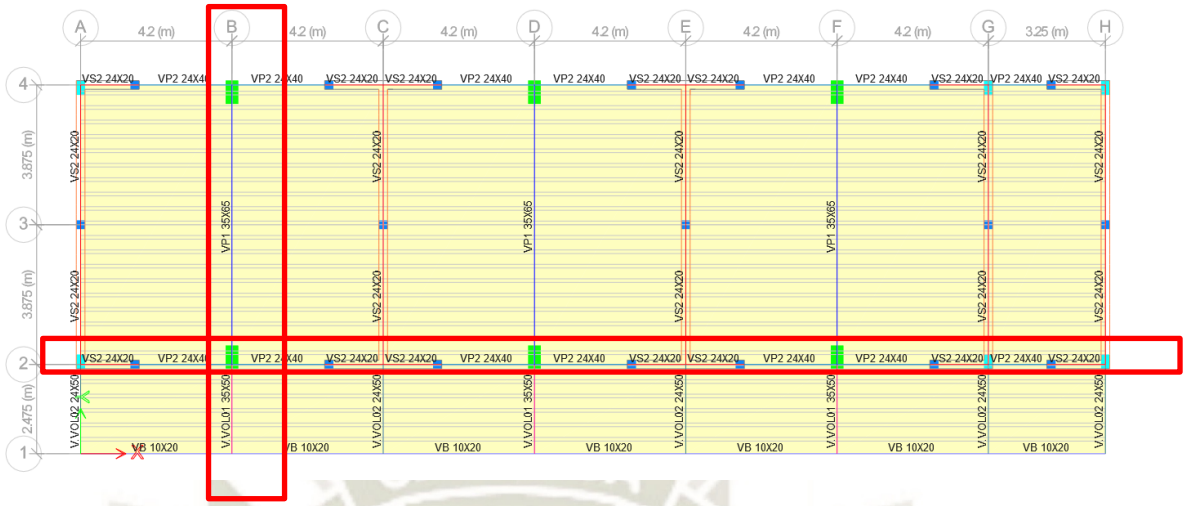
Para el diseño de las vigas, se diseñó aquellas que corresponden al “eje B” y al “eje 2” las cuales fueron las más críticas. También se diseñó las vigas de los volados que tienen continuidad a las vigas soleras de los muros de albañilería.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Figura 148

Diseño de las vigas del "eje B", "eje 2" y volado.



Nota: Elaboración Propia.

A continuación, se muestra los últimos momentos producto de la envolvente de las combinaciones de cargas del edificio:

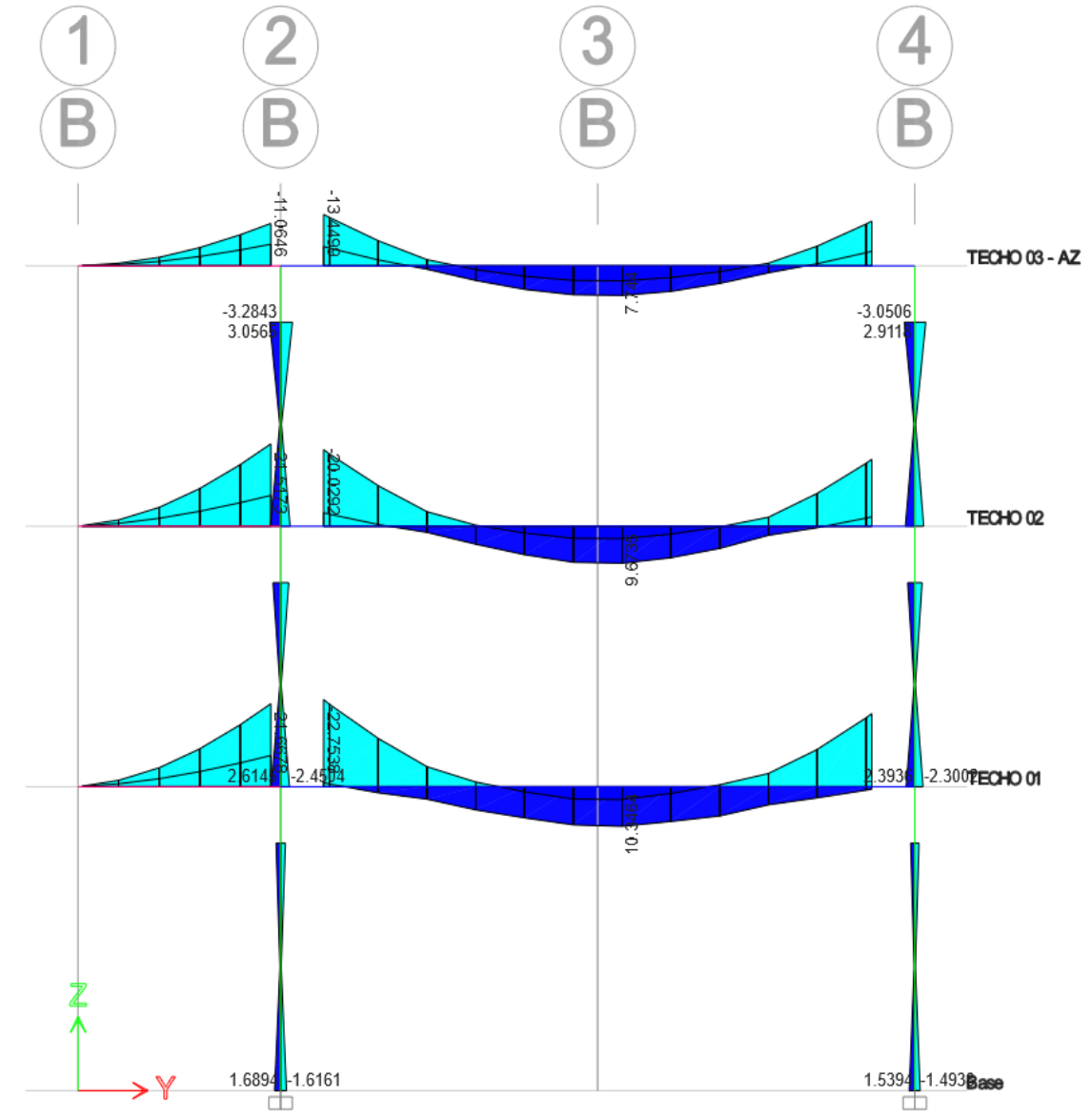
Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

Figura 149

DMF producto de la envolvente de las combinaciones de cargas del eje B.

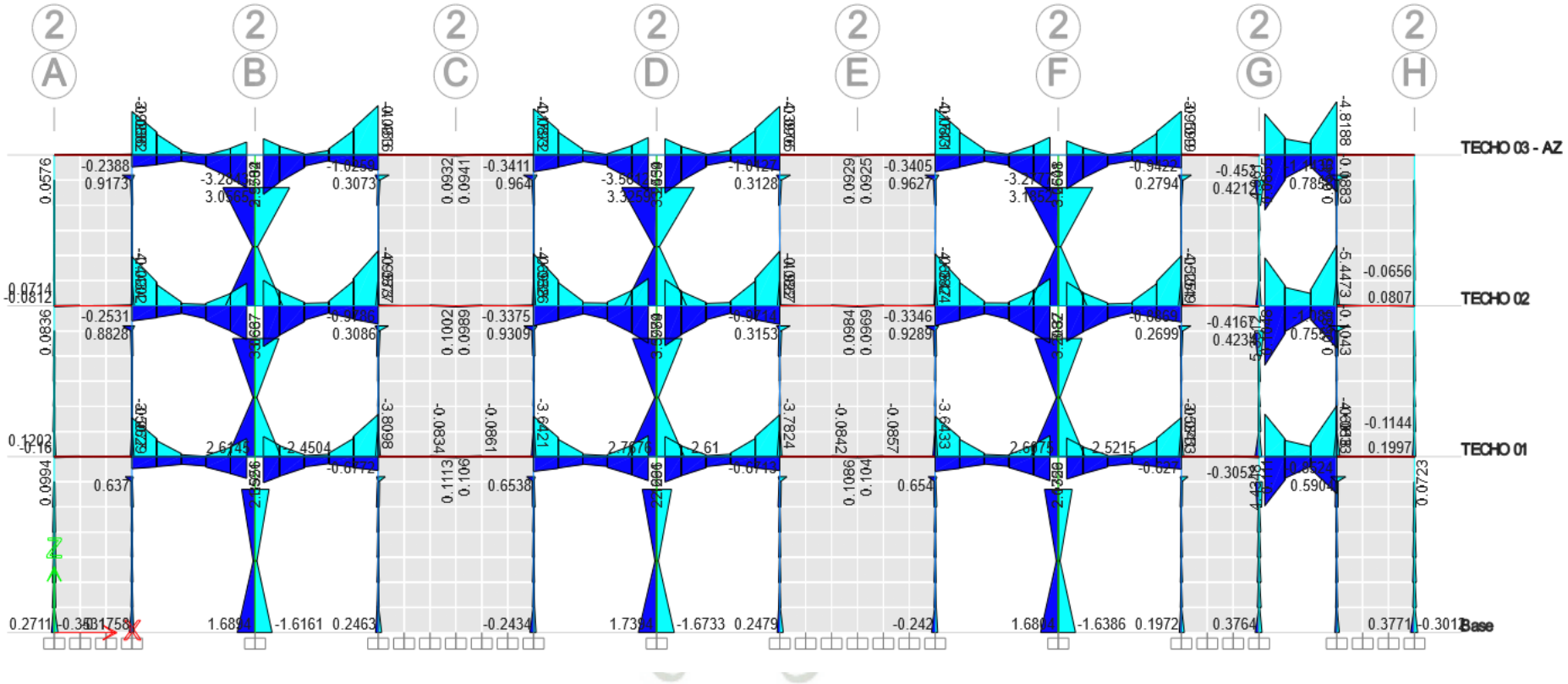


Nota: Software ETABS.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

Figura 150

DMF producto de la envolvente de las combinaciones de cargas del eje 2.



Nota: Software ETABS.

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

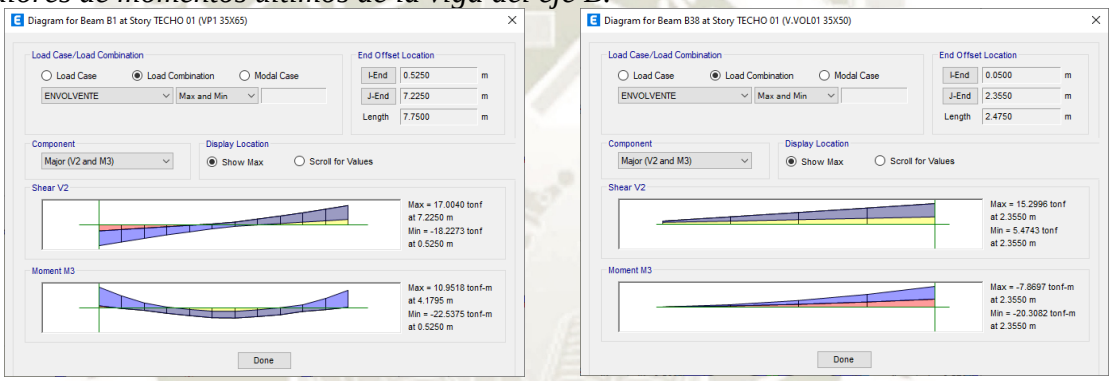
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Para la viga del “eje B” denominada VP1, se obtuvo los siguientes datos:

b =	35	cm
h =	65	cm
r1 (+) =	9	cm
d1 (+) =	56	cm
r2 (-) =	9	cm
d2 (-) =	56	cm
f'c =	210	kgf/cm2
fy =	4200	kgf/cm2
Ø =	0.90	

Figura 151

Valores de momentos últimos de la viga del eje B.



Nota: Software ETABS.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

Diseño por flexión de viga peraltada VP1 entre los ejes 2 y 4:

Areal =	**12.50**	**cm2**	**[3Ø 3/4" + 2Ø 5/8"]**	**Ok**				**5.68**	**cm2**	**[2Ø 3/4"]**	**Ok**				**11.65**	**cm2**	**[2Ø 3/4" + 3Ø 5/8"]**	**Ok**
As(T2)=	3.98		2	Ø 5/8"				0.00			Ø 5/8"				5.97		3	Ø 5/8"
As(T1)=	8.52		3	Ø 3/4"				5.68		2	Ø 3/4"				5.68		2	Ø 3/4"
Asmax =	31.36	cm2						31.36	cm2						31.36	cm2		
Asmin =	4.73	cm2						4.73	cm2						4.73	cm2		
As = ρ*b*d =	11.56	cm2						1.60	cm2						9.58	cm2		
ρ =	0.0059							0.0008							0.0049			
ω =	0.1180							0.0163							0.0977			
Mu =	22.76	tnf*m						3.35	tnf*m						19.10	tnf*m		
	2																	**4**
Mu =	1.05	tnf*m						10.35	tnf*m						0.62	tnf*m		
ω =	0.0051							0.0515							0.0030			
ρ =	0.0003							0.0026							0.0002			
As = ρ*b*d =	0.50	cm2						5.05	cm2						0.30	cm2		
Asmin =	4.73	cm2						4.73	cm2						4.73	cm2		
Asmax =	31.36	cm2						31.36	cm2						31.36	cm2		
As(T1)=	5.68		2	Ø 3/4"				5.68		2	Ø 3/4"				5.68		2	Ø 3/4"
As(T2)=	0.00			Ø 5/8"				3.98		2	Ø 5/8"				0.00			Ø 5/8"
Areal =	**5.68**	**cm2**	**[2Ø 3/4"]**	**Ok**				**9.66**	**cm2**	**[2Ø 3/4" + 2Ø 5/8"]**	**Ok**				**5.68**	**cm2**	**[2Ø 3/4"]**	**Ok**

Diseño por flexión de viga VP1 en voladizo del eje B:

Areal =	**16.48**	**cm2**	**[3Ø 3/4" + 4Ø 5/8"]**	**Ok**				**8.52**	**cm2**	**[2Ø 3/4" + 1Ø 3/4"]**	**Ok**				**5.68**	**cm2**	**[2Ø 3/4"]**	**Ok**
As(T2)=	7.96		4	Ø 5/8"				2.84		1	Ø 3/4"				0.00			Ø 1/2"
As(T1)=	8.52		3	Ø 3/4"				5.68		2	Ø 3/4"				5.68		2	Ø 3/4"
Asmax =	22.96	cm2						22.96	cm2						22.96	cm2		
Asmin =	3.47	cm2						3.47	cm2						3.47	cm2		
As = ρ*b*d =	16.12	cm2						5.70	cm2						0.09	cm2		
ρ =	0.0112							0.0040							0.0001			
ω =	0.2247							0.0795							0.0015			
Mu =	21.67	tnf*m						8.42	tnf*m						0.16	tnf*m		
	2																	
Mu =	0.00	tnf*m						0.00	tnf*m						0.00	tnf*m		
ω =	0.0000							0.0000							0.0000			
ρ =	0.0000							0.0000							0.0000			
As = ρ*b*d =	0.00	cm2						0.00	cm2						0.00	cm2		
Asmin =	3.47	cm2						3.47	cm2						3.47	cm2		
Asmax =	22.96	cm2						22.96	cm2						22.96	cm2		
As(T1)=	3.98		2	Ø 5/8"				3.98		2	Ø 5/8"				3.98		2	Ø 5/8"
As(T2)=	0.00							0.00							0.00			
Areal =	**3.98**	**cm2**	**[2Ø 5/8"]**	**Ok**				**3.98**	**cm2**	**[2Ø 5/8"]**	**Ok**				**3.98**	**cm2**	**[2Ø 5/8"]**	**Ok**

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Para las vigas en voladizo del eje A, eje C, eje E, eje F y eje H, que tienen continuidad en las vigas soleras de los muros de albañilería, se realizaron los diseños considerando los siguientes datos:

b = 24 cm

h = 50 cm

r1 (+) = 9 cm

d1 (+) = 41 cm

r2 (-) = 9 cm

d2 (-) = 41 cm

f'c = 210 kgf/cm2

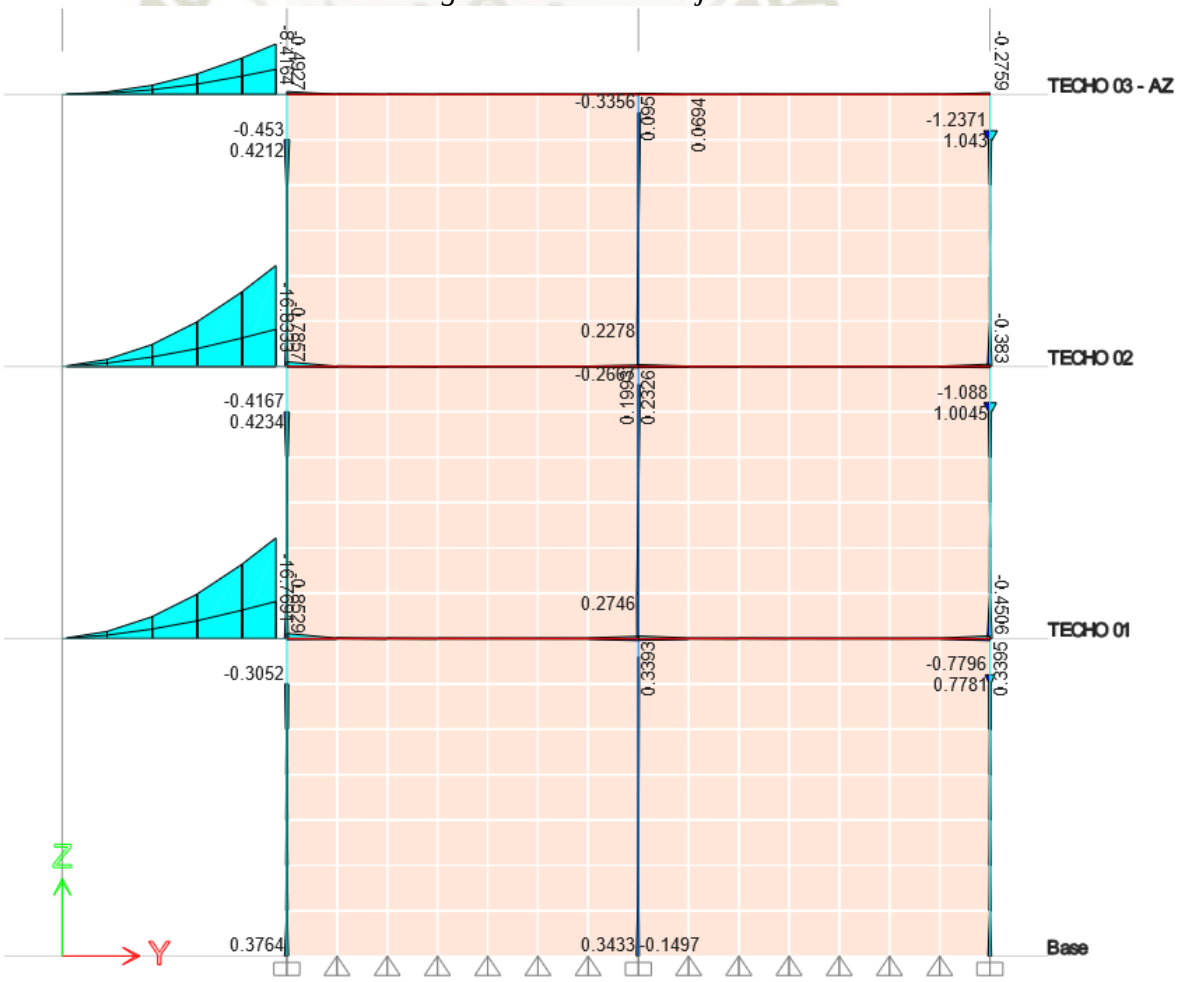
fy = 4200 kgf/cm2

Ø = 0.90

Se diseñó la viga en voladizo considerando que el más crítico fue el eje G.

Figura 152

Valores de momentos últimos de la viga en voladizo del eje G.



Nota: Software ETABS.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Diseño por flexión de viga en voladizo del eje G:

Areal =	**13.12**	**cm2**	**[4Ø 5/8" + 4Ø 1/2"]**	**Ok**	**5.16**	**cm2**	**[4Ø 1/2"]**	**Ok**	**2.58**	**cm2**	**[2Ø 1/2"]**	**Ok**
As(T2)=	5.16	4	Ø 1/2"		0.00		Ø 3/4"		0.00		Ø 3/4"	
As(T1)=	7.96	4	Ø 5/8"		5.16	4	Ø 1/2"		2.58	2	Ø 1/2"	
Asmax =	15.74	cm2			15.74	cm2			15.74	cm2		
Asmin =	2.38	cm2			2.38	cm2			2.38	cm2		
As = ρ*b*d =	12.85	cm2			4.85	cm2			0.07	cm2		
ρ =	0.0131				0.0049				0.0001			
ω =	0.2611				0.0986				0.0015			
Mu =	16.84	tnf*m			7.08	tnf*m			0.11	tnf*m		
	2											1
Mu =	0.00	tnf*m			0.00	tnf*m			0.00	tnf*m		
ω =	0.0000				0.0000				0.0000			
ρ =	0.0000				0.0000				0.0000			
As = ρ*b*d =	0.00	cm2			0.00	cm2			0.00	cm2		
Asmin =	2.38	cm2			2.38	cm2			2.38	cm2		
Asmax =	15.74	cm2			15.74	cm2			15.74	cm2		
As(T1)=	3.98	2	Ø 5/8"		3.98	2	Ø 5/8"		3.98	2	Ø 5/8"	
As(T2)=	0.00		Ø 1/2"		0.00				0.00			
Areal =	**3.98**	**cm2**	**[2Ø 5/8"]**	**Ok**	**3.98**	**cm2**	**[2Ø 5/8"]**	**Ok**	**3.98**	**cm2**	**[2Ø 5/8"]**	**Ok**

Nota: Elaboración propia.

Para las vigas del eje 2 denominados VP2, se diseñaron de manera corrida debido a que las luces libres no superan los 2.40 metros. También, se observa que los momentos más críticos se encuentran en las uniones con las columnas y placas de concreto, por lo tanto, se tomaron los momentos más críticos en estos puntos. Esta viga tendrá los siguientes datos:

b =	24	cm
h =	40	cm
r1 (+) =	6	cm
d1 (+) =	34	cm
r2 (-) =	6	cm
d2 (-) =	34	cm
f'c =	210	kgf/cm2

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

fy =	4200	kgf/cm2
Ø =	0.90	
Mu (-) =	5.45	tnf*m
Mu (+) =	5.35	tnf*m

Diseño por flexión de viga VP2 del eje 2.

Areal =	***5.16***	***cm2***	***[4Ø 1/2"] Ok***
As(T2)=	*0.00*		*Ø 1/2"*
As(T1)=	*5.16*	*4*	*Ø 1/2"*
Asmax =	*13.06*	*cm2*	
Asmin =	*1.97*	*cm2*	
As = ρ*b*d =	*4.54*	*cm2*	
ρ =	*0.0056*		
ω =	*0.1113*		
Mu =	*5.45*	*tnf*m*	
Mu =	*5.35*	*tnf*m*	
ω =	*0.1091*		
ρ =	*0.0055*		
As = ρ*b*d =	*4.45*	*cm2*	
Asmin =	*1.97*	*cm2*	
Asmax =	*13.06*	*cm2*	
As(T1)=	*5.16*	*4*	*Ø 1/2"*
As(T2)=	*0.00*		*Ø 1/2"*
Areal =	***5.16***	***cm2***	***[4Ø 1/2"] Ok***

5.8.6.2 Diseño por Cortante

Se calculó la resistencia a la cortante que aporta el concreto "Vc" y la resistencia a la cortante que aporta el acero "Vs" (estribo) de la viga de concreto y se verificó que sea menor a la cortante actuante producida por la envolvente. Este valor de la cortante actuante

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

"Vud" será tomada a una distancia "d" desde la cara de columna.

$$V_c=0.53\sqrt{f'_c}b_w d$$

Ecuación 53: Resistencia al cortante Vc que aporta el concreto

$$V_s=\frac{A_v f_y d}{s_0}$$

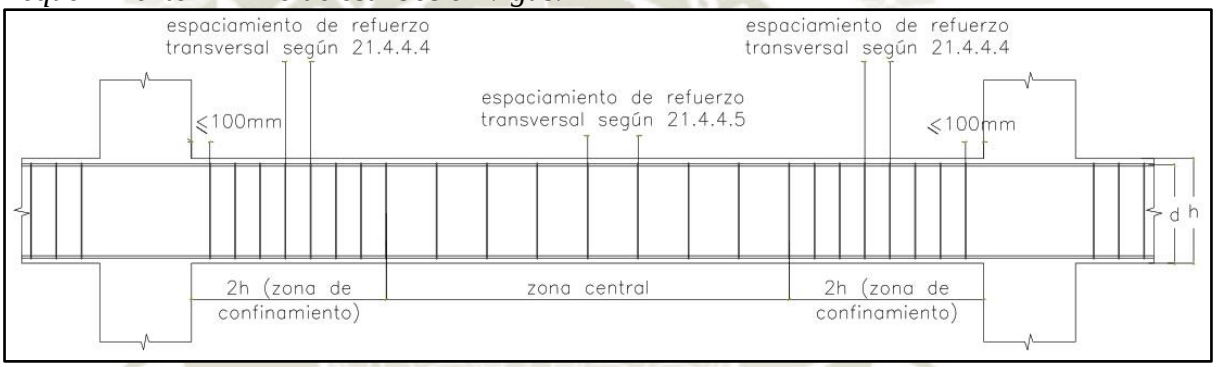
Ecuación 54: Resistencia al cortante Vs que aporta el acero

$$\emptyset*(V_c+V_s)\leq V_{ud}$$

También se debe tener en cuenta lo que indica la NTE E.060 en el punto 21.4.4.4 y 21.4.4.5.

Figura 153

Requerimiento mínimo de estribos en vigas.

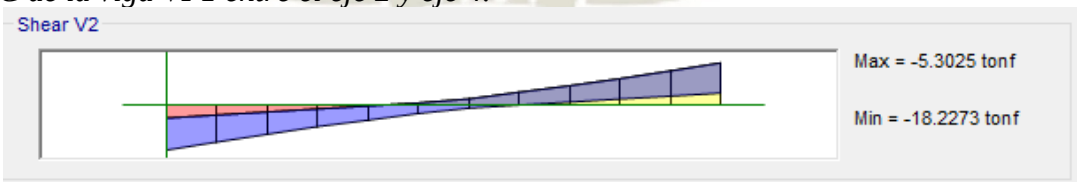


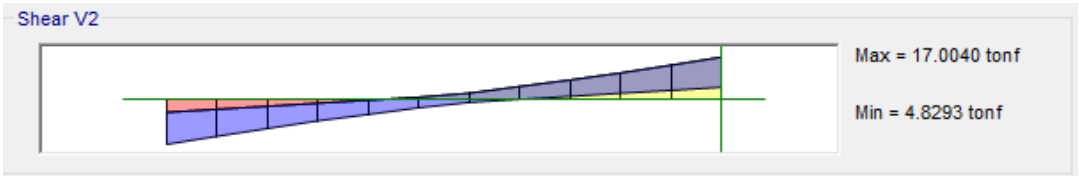
Nota: NTE E.060.

Pala la viga VP1, entre el eje 2 y eje 4, se tiene las siguientes cortantes últimas:

Figura 154

DFC de la viga VP1 entre el eje 2 y eje 4.





Nota: Software ETABS.

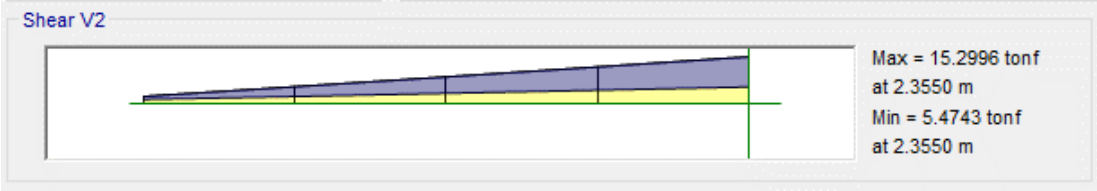
Para la viga VP1, en el volado, se tiene la siguiente cortante última:

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Figura 155

DFC de la viga VP1 entre el eje 2 y eje 4.

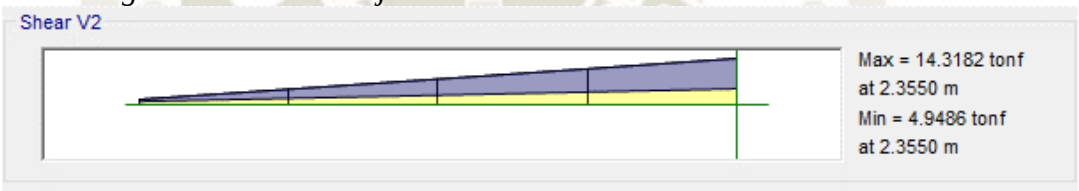


Nota: Software ETABS.

Para la viga en voladizo del eje E (que tienen continuidad con las vigas soleras de los muros de albañilería), se tiene la siguiente cortante última:

Figura 156

DFC de la viga en voladizo del eje E.

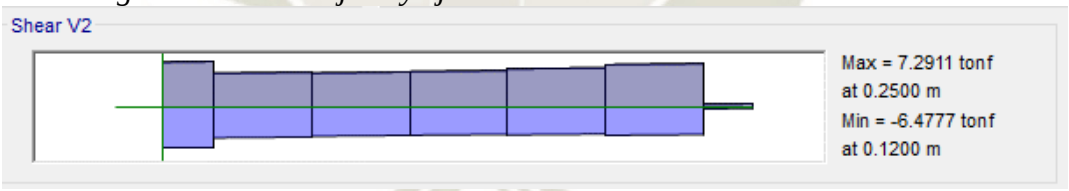


Nota: Software ETABS.

Para la viga VP2 del eje 2, entre eje G y eje H, se tiene la siguientes cortantes últimas:

Figura 157

DFC de la viga VP2 entre el eje G y eje H.



Nota: Software ETABS.

Con las cortantes últimas "Vud" anteriores y los datos de las vigas, se diseñó la distribución de estribos para cada una de ellas:

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Tabla 174

Diseño por Cortante de vigas.

		VP1	VP1 - Volado	V. Volado Eje G	VP2
b =		35 cm	35 cm	24 cm	24 cm
h =		65 cm	50 cm	50 cm	40 cm
r =		9 cm	9 cm	9 cm	6 cm
d =		56 cm	41 cm	41 cm	34 cm
f'c =		210 kgf/cm2	210 kgf/cm2	210 kgf/cm2	210 kgf/cm2
fy =		4200 kgf/cm2	4200 kgf/cm2	4200 kgf/cm2	4200 kgf/cm2
Øc =		0.85	0.85	0.85	0.85
Ø [] =		Ø 3/8"	Ø 3/8"	Ø 3/8"	Ø 3/8"
As[] =		0.71 cm2	0.71 cm2	0.71 cm2	0.71 cm2
# de ramas =		2.0	2.0	2.0	2.0
Vu(d) =		**17.78 tnf**	**14.74 tnf**	**11.79 tnf**	6.07 **tnf**
Cálculo de la resistencia a la cortante del concreto "Vc"					
Vc =		15.05 tnf	11.02 tnf	7.56 tnf	6.27 tnf
Cálculo de la resistencia a la cortante del estribo "Vs" y espaciamiento "s"					
Vs =		5.86 tnf	6.32 tnf	6.31 tnf	2.59 tnf
s =		56.95 cm	35.04 cm	26.32 cm	78.24 cm
Espaciamiento mínimo - NTE E.060					
Zona de Confinamiento (So) =		130.00 cm	100.00 cm	100.00 cm	80.00 cm
S1 =	d/4 =	14.00 cm	10.25 cm	10.25 cm	8.50 cm
	10*Øb =	15.88 cm	15.88 cm	15.88 cm	12.70 cm
	24*Øe =	22.86 cm	22.86 cm	22.86 cm	22.86 cm
	s =	30.00 cm	30.00 cm	30.00 cm	30.00 cm
S1 (min) =		10.00 cm	10.00 cm	10.00 cm	10.00 cm
Verificación del refuerzo mínimo					
Vs =		33.40 tnf	24.45 tnf	24.45 tnf	27.04 tnf
Vn =		48.45 tnf	35.47 tnf	32.01 tnf	33.30 tnf
Ø*Vn =		**41.18 tnf**	**30.15 tnf**	**27.21 tnf**	**28.31 tnf**
Vu(d) < Ø*Vn		**Ok**	**Ok**	**Ok**	**Ok**
Arreglo mínimo Final =		[] de Ø 3/8": 1 @ 5 cm, 13 @ 10 cm, rsto @ 25 cm	[] de Ø 3/8": 1 @ 5 cm, 10 @ 10 cm, rsto @ 20 cm	[] de Ø 3/8": 1 @ 5 cm, 10 @ 10 cm, rsto @ 20 cm	[] de Ø 3/8": 1 @ 5 cm, 8 @ 10 cm, rsto @ 20 cm

Nota: Elaboración propia.

5.8.7. Diseño de Losa Aligerada Unidireccional

Para el realizar el diseño de la losa aligerada, se hizo el diseño de una vigueta la cual fue replicada en toda la Losa Aligerada. Para este caso las únicas cargas que se consideraron fueron las cargas de gravedad (carga muerta y carga viva) y se realizó el diseño con la combinación "U1=1.4CM+1.7CV".

Metrado de Cargas:

Cargas Muertas (CM):

*Peso Losa Alig. h=20 = (0.300 tnf/m2) * (0.40 m) = 0.120 tnf/m*

*Peso piso terminado = (0.100 tnf/m2) * (0.40 m) = 0.040 tnf/m*

CM = 0.160 tnf/m

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Cargas Vigas (CV):

S/C (corredores) = *(0.400 tnf/m2) * (0.40 m)* = *0.160 tnf/m*

CV = *0.160 tnf/m*

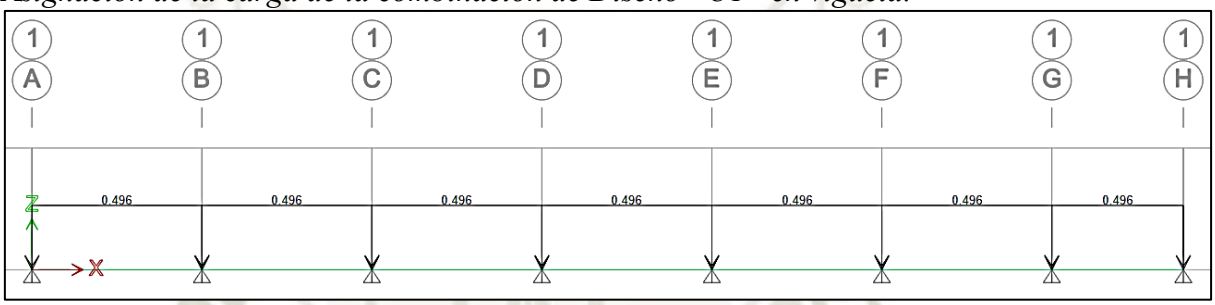
Combinación de Diseño (U1):

U1=1.4CM+1.7CV = *1.4*(0.160) + 1.7*(0.160)* = *0.496 tnf/m*

U1=1.4CM+1.7CV = *0.496 tnf/m*

Figura 158

Asignación de la carga de la combinación de Diseño "U1" en vigueta.



Nota: Software ETABS.

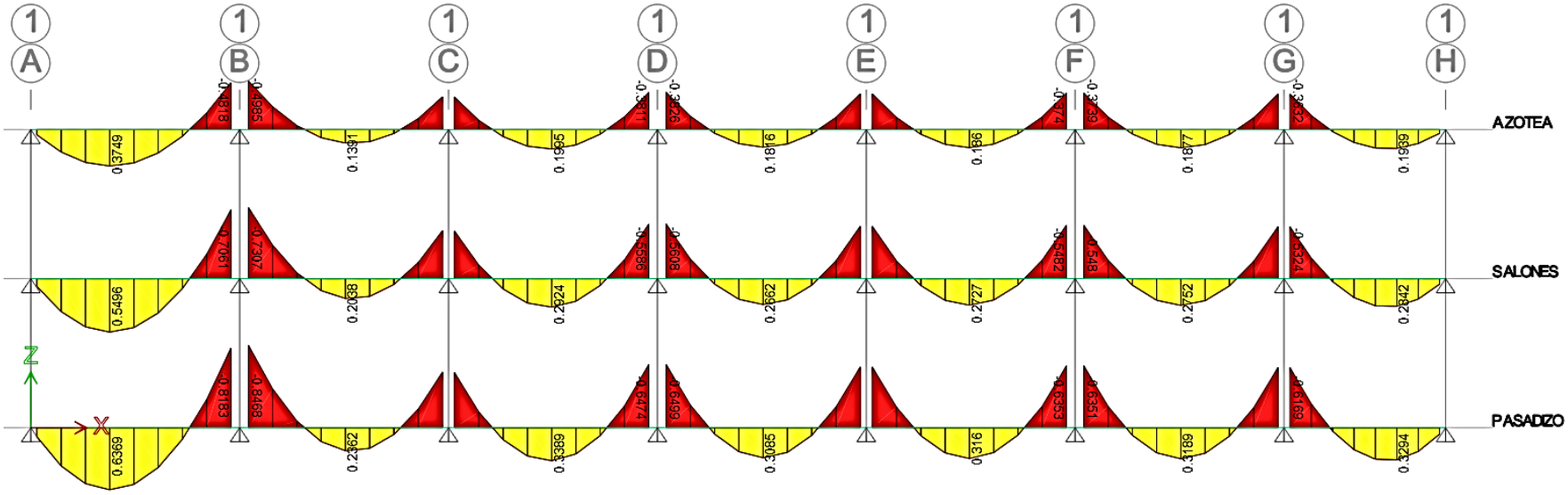
5.8.7.1 Diseño por Flexión

Del programa se obtuvo el siguiente diagrama de momentos flectores:

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

Figura 159

DMF producto de la combinación de diseño "U1" para las viguetas.



Nota: Software ETABS.

Con estos momentos flectores, se diseñó el área de acero en todas las viguetas que se encuentran en la losa de pasadizo, la losa de las aulas y losa de azoteas; tomando el más crítico. Para este caso se tomó el tramo AB y el tramo BC para ser replicados en los demás tramos.

Tabla 175

Diseño por flexión de viguetas de losa aligerada unidireccional.

Arreglo =			**[1Ø 1/2"]**							**[1Ø 5/8"]**						**[1Ø 5/8"]**						**[1Ø 5/8"]**		
As(-) col. =	1.29	cm2	Ok					1.99	cm2	Ok					1.99	cm2	Ok					1.99	cm2	Ok
As(T2) =	0		Ø 1/2"					0		Ø 1/2"					0		Ø 1/2"					0		Ø 3/8"
As(T1) =	1.29	1	Ø 1/2"					1.99	1	Ø 5/8"					1.99	1	Ø 5/8"					1.99	1	Ø 5/8"
As máx =	**10.84**	**cm2**						**10.84**	**cm2**						**10.84**	**cm2**						**10.84**	**cm2**	
Asb =	14.45	cm2						14.45	cm2						14.45	cm2						14.45	cm2	
cb =	10.00	cm						10.00	cm						10.00	cm						10.00	cm	
As min =	1.22	cm2						1.22	cm2						1.22	cm2						1.22	cm2	
As req. =	0.00	cm2						1.41	cm2						1.47	cm2						0.97	cm2	
Verificación =	**Dis. Viga Rectangular b=bw**							**Dis. Viga Rectangular b=bw**							**Dis. Viga Rectangular b=bw**							**Dis. Viga Rectangular b=bw**		
a (-) =	0.00	cm						3.33	cm						3.47	cm						2.28	cm	
Mu (-) =	0.00	tnf*m						0.82	tnf*m						0.85	tnf*m						0.58	tnf*m	
A										**B**											**C**			
Mu (+) =				0.64	tnf*m									0.24	tnf*m									
a (+) =				0.60	cm									0.22	cm									
Verificación =				**Dis. Viga Rectangular b=be**										**Dis. Viga Rectangular b=be**										
As req. =				1.01	cm2									0.38	cm2									
As min =				0.31	cm2									0.31	cm2									
cb =				10.00	cm									10.00	cm									
Asb =				3.61	cm2									3.61	cm2									
As máx =				**2.71**	**cm2**									**2.71**	**cm2**									
As(T1) =				1.29	1	Ø 1/2"								1.29	1	Ø 1/2"								
As(T2) =				0.71	1	Ø 3/8"								0.71	1	Ø 3/8"								
As(+) col. =				2.00	cm2	Ok								2.00	cm2	Ok								
Arreglo =				**[1Ø 1/2" + 1Ø 3/8"]**										**[1Ø 1/2" + 1Ø 3/8"]**										

Nota: Elaboración propia.

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

La distribución final de acero fue de la siguiente manera:

Acero longitudinal inferior : 1Ø 1/2" – Corrido.

Acero longitudinal inferior : 1Ø 3/8" – Centros de luces.

Bastón superior : 1Ø 1/2" – Extremos Eje A y Eje H.

Balancín superior : 1Ø 5/8" – Ejes B, C, D, E, F, G.

5.8.7.2 Diseño por Cortante

De la fórmula de resistencia al cortante del concreto, se calculó:

$$Ø*V_C=Ø*0.53*\sqrt{f'_C}*b*d$$

Ecuación 55: Resistencia al cortante del concreto

Donde:

Ø = 0.85

f'c = 210 kgf/cm2

fy = 4200 kgf/cm2

bw = 10 cm

h = 20 cm

r = 3 cm

d = 17 cm

Vc = 1.31 tnf

Ø*Vc =1.11 tnf

Por tratarse de viguetas que se encuentran muy juntas, unas de otras, se incrementó este valor en un 10% - (NTE E.060 - 8.11.8).

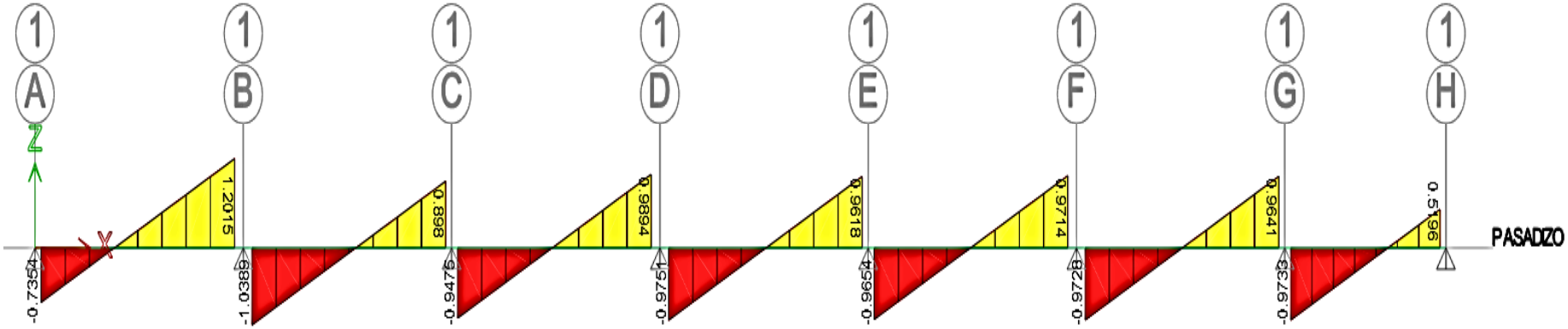
$$1.10*Ø*Vc = 1.22 \text{ tnf}$$

Se obtuvo el diagrama de fuerzas cortantes del programa ETABS,

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

Figura 160

DFC producto de la combinación de diseño "U1" para las viguetas



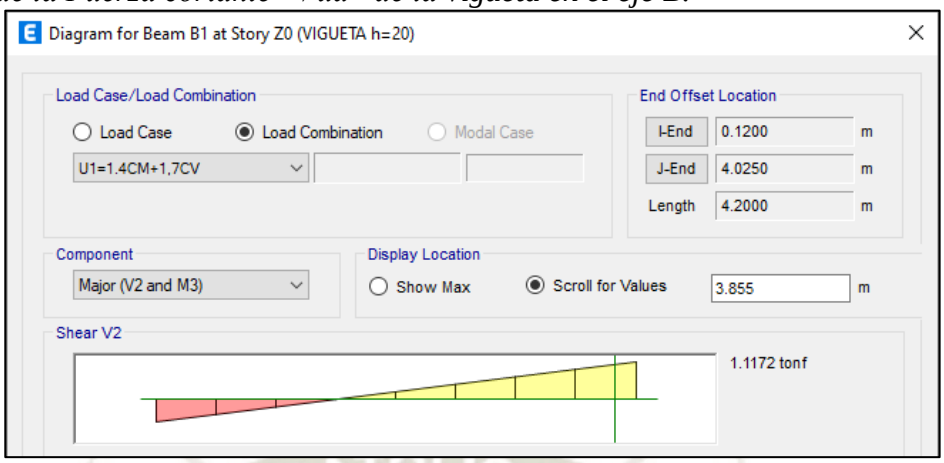
Nota: Software ETABS.

Se hizo la verificación de la fuerza cortante "Vud" en el eje B (ya que es el más crítico). Esta debía ser menor que la resistencia al cortante del concreto calculado anteriormente.

REPOSITORIO DE TESIS UCSM
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Figura 161

Lectura de la Fuerza cortante "Vud" de la vigueta en el eje B.



Nota: Software ETABS.

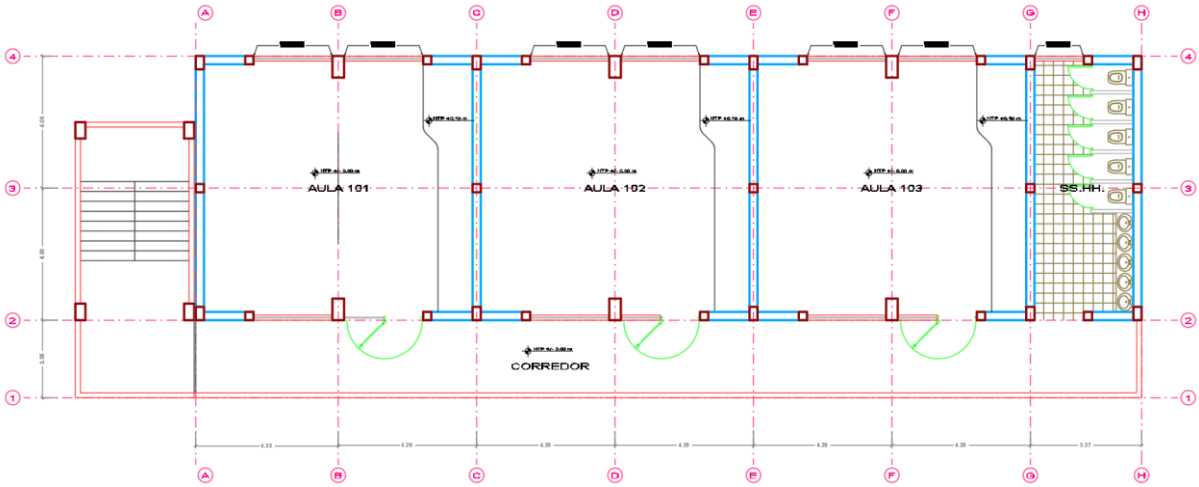
Como el valor de la cortante actuante "Vud" es menor a la cortante que resisten el concreto, entonces no necesita refuerzo o ensanches.

5.9. Diseño de Edificación con Albañilería – Mortero con Fibras

Como se vio en los casos anteriores, los muros orientados en la dirección YY se comportaron correctamente por lo que estos muros fueron de albañilería con mortero tradicional. Todos los muros orientados en la dirección XX, fueron diseñados utilizando la albañilería de mortero con fibras.

Figura 162

Vista en planta de Albañilería con Fibras".



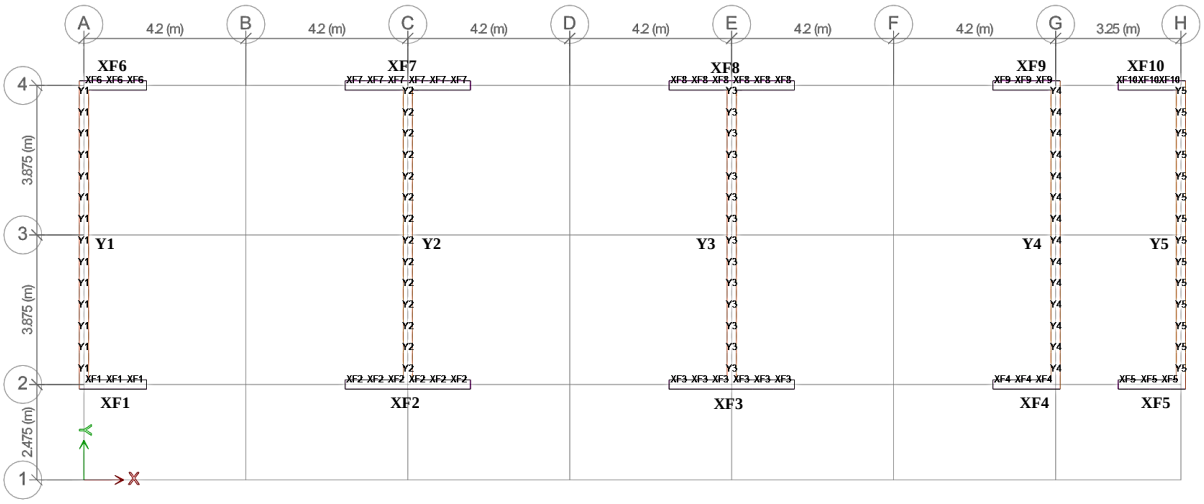
Nota: Software ETABS.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Figura 163

Distribución de "Muros XF de Albañilería con Fibras".



Nota: Software ETABS.

5.9.1 Análisis Sísmico

Del programa ETABS, se obtuvo el nuevo peso sísmico "PS", modos de vibración y periodos "T".

Tabla 176

Masas participativas y periodos "T" de vibración para la albañilería con fibras.

Case	Modo de Vibración	Periodo (T) s	UX	UY	RZ
Modal	***1***	**0.193**	***0.8670***	0.0000	0.0012
Modal	***2***	**0.130**	0.0000	***0.8845***	0.0167
Modal	***3***	**0.110**	0.0007	0.0168	***0.8859***
Modal	4	**0.061**	0.1209	0.0000	0.0001
Modal	5	**0.045**	0.0000	0.0891	0.0014
Modal	6	**0.038**	0.0001	0.0015	0.0876
Modal	7	**0.037**	0.0112	0.0000	0.0001
Modal	8	**0.029**	0.0000	0.0079	0.0002
Modal	9	**0.025**	0.0000	0.0001	0.0068

Nota: Elaboración propia.

T_{UX} = 0.193 s (periodo de vibración en la dirección del Eje X)

T_{UY} = 0.130 s (periodo de vibración en la dirección del Eje Y)

T_{RZ} = 0.110 s (periodo de vibración con rotación en el Eje Z)

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Tabla 177

Peso Sísmico "PS" de la albañilería con fibras.

N° de Piso	PS (tnf)
TECHO 03 - AZ	202.90
TECHO 02	314.82
TECHO 01	323.29
Peso Total =	***841.00***

Nota: Elaboración propia.

Zona Sísmica = Z3

Perfil de Suelo = S2

Categoría = A2

Factor de Zona Z = 0.35

Factor de Uso U = 1.5

Factor de Suelo S = 1.15

Tabla 178

Cálculo de la Cortante Basal Estática "VEXX" y "VEYY" para la edificación de albañilería con fibras.

TUX=	**0.193**
CX=	**2.50**
TP=	**0.6**
TL=	**2.0**
Rx=Rox*Iax*Ipx=	**3.00**
Rox=	**3**
Iax=	**1.00**
Ipx=	**1.00**
PS (tonf)=	**841.00**
(*) FACTOR=ZUCS/Rx=	**0.50313**
VEXX=	**423.13**
C/R>0.11	**0.83**
K=(0.75+0.5T)≤2.0	**1.00**

TUY=	**0.130**
CY=	**2.50**
TP=	**0.6**
TL=	**2.0**
Ry=Roy*Iay*Ipy=	**3.00**
Rox=	**3**
Iax=	**1.00**
Ipx=	**1.00**
PS (tonf)=	**841.00**
(*) FACTOR=ZUCS/Ry=	**0.50313**
VEYY=	**423.13**
C/R>0.11	**0.83**
K=(0.75+0.5T)≤2.0	**1.00**

*Nota: *Valores colocados en el programa ETABS para el análisis sísmico estático.*

Nota: Elaboración Propia.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Tabla 179

Fuerza cortante estática exportado del programa ETABS por Nivel.

TABLE: Story Forces				
Story	**Output Case**	**Location**	**VX tonf**	**VY tonf**
TECHO 03 - AZ	**SEXX**	Bottom	159.75	0.00
TECHO 03 - AZ	**SEYY**	Bottom	0.00	159.75
TECHO 02	**SEXX**	Bottom	329.35	0.00
TECHO 02	**SEYY**	Bottom	0.00	329.35
TECHO 01	**SEXX**	Bottom	**423.13**	0.00
TECHO 01	**SEYY**	Bottom	0.00	**423.13**

Nota: Software ETABS.

Tabla 180

Datos para el cálculo de la aceleración espectral en la dirección XX y dirección YY.

Factor de Zona Z=	**0.35**
Factor de Uso U=	**1.5**
Factor de Suelo S=	**1.15**
TP=	**0.6**
TL=	**2.0**
Rx=Rox*Iax*Ipx=	**3.00**
Rox=	3
Iax=	1.00
Ipx=	1.00
(**) FACTOR=(ZUS/RX)*g=	**1.97359**

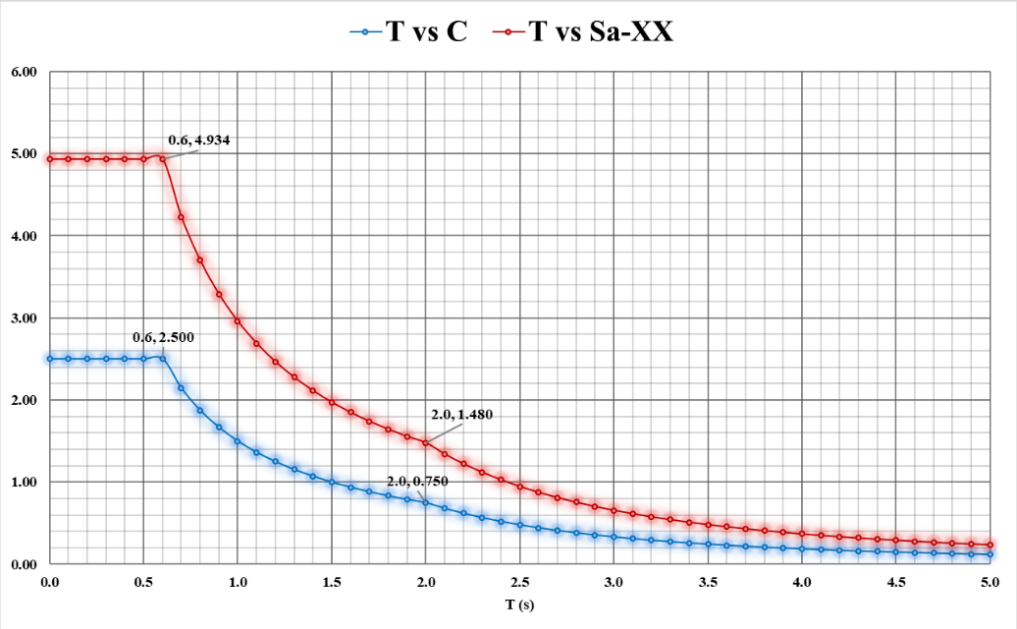
Ry=Roy*Iay*Ipy=	**3.00**
Roy=	3
Iay=	1.00
Ipy=	1.00
(**) FACTOR=(ZUS/RY)*g=	**1.97359**

*Nota: **Valores colocados en el programa ETABS para el análisis sísmico dinámico.*

Nota: Elaboración Propia.

Figura 164

Gráfica del espectro de aceleraciones "T vs SaXX" en la dirección XX.



Nota: Elaboración Propia.

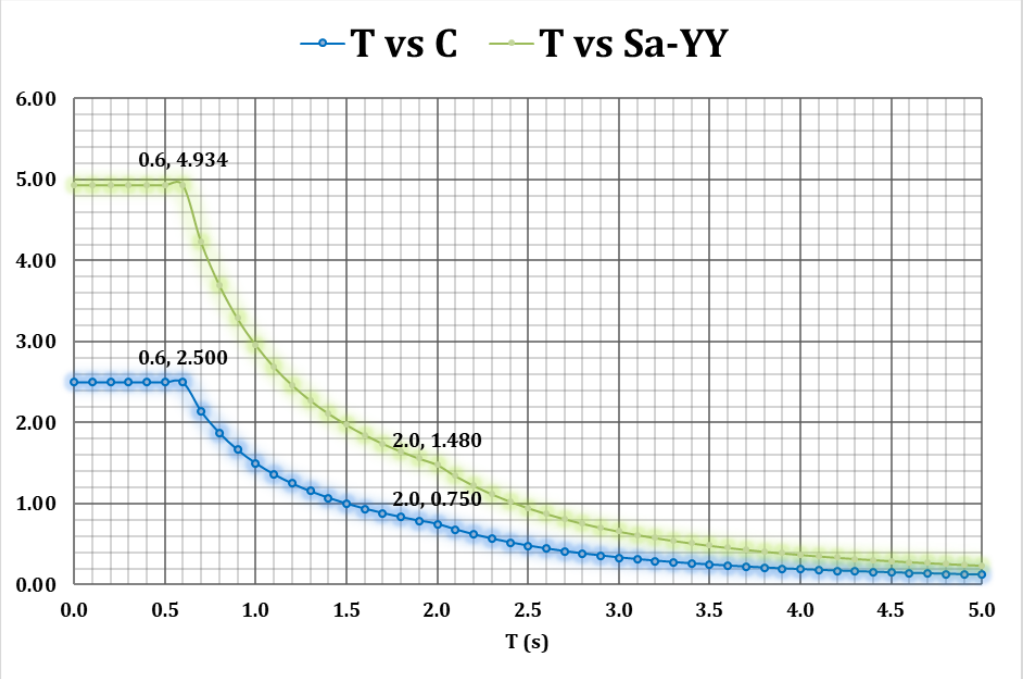
Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Figura 165

Gráfica del espectro de aceleraciones "T vs SaYY" en la dirección YY



Nota: Elaboración Propia.

Tabla 181

Fuerza cortante dinámica exportado del programa ETABS por Nivel.

TABLE: Story Forces				
Story	Output Case	Location	VX	VY
			tonf	tonf
TECHO 03 - AZ	**SDXX**	Bottom	142.92	1.06
TECHO 03 - AZ	**SDYY**	Bottom	1.23	136.08
TECHO 02	**SDXX**	Bottom	289.60	2.14
TECHO 02	**SDYY**	Bottom	2.29	288.58
TECHO 01	**SDXX**	Bottom	**370.79**	2.81
TECHO 01	**SDYY**	Bottom	2.81	**378.40**

Nota: Software ETABS.

Se procedió a Verificar las derivas de entre piso para ambas direcciones, considerando los nuevos límites de distorsión para la dirección XX (albañilería con fibra).

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Tabla 182

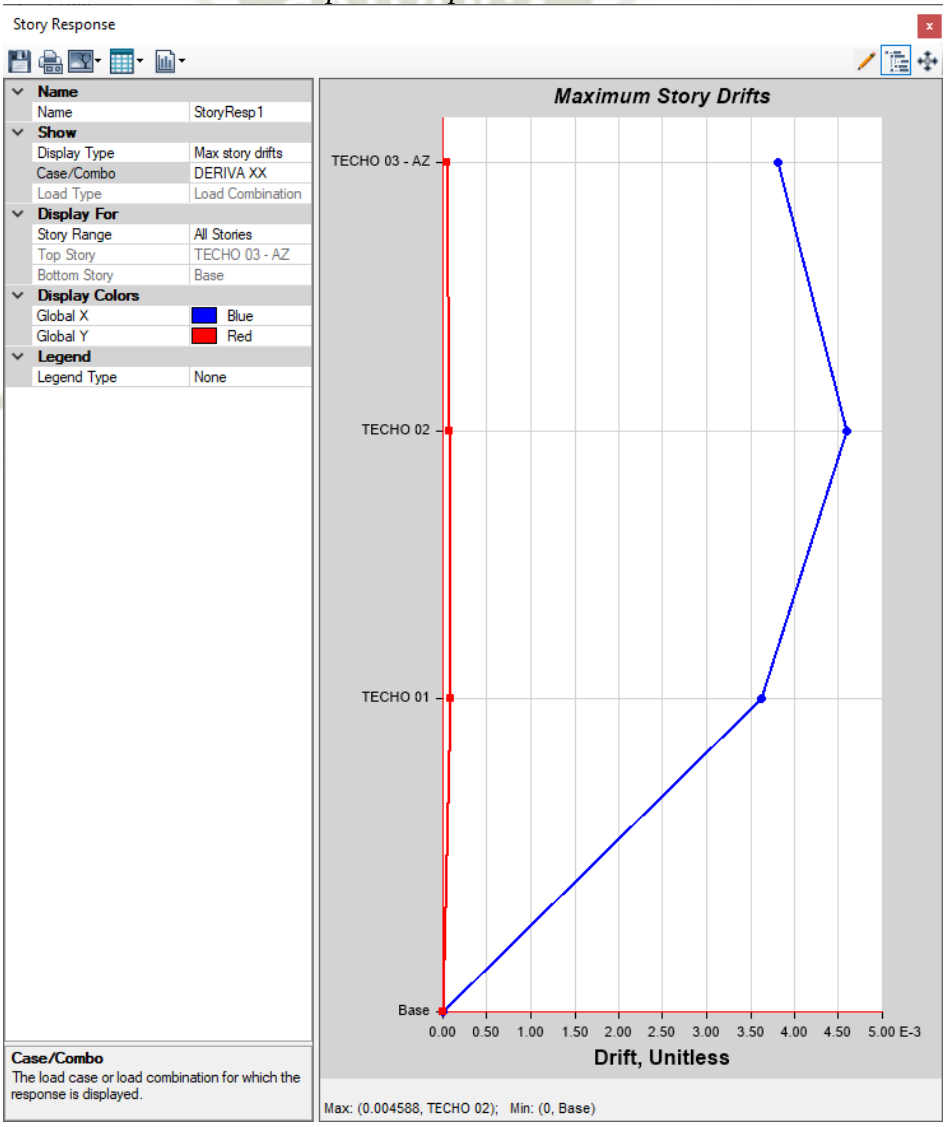
Verificación de la Deriva Inelástica para la albañilería con fibra en el SEXX.

TABLE: Story Drifts					
Story	**Output Case**	**Direction**	**Drift**	**DERIVA INEL. Drift x (0.75xR)**	**CONDICIÓN**
TECHO 03 - AZ	SEXX	X	**0.00067**	**0.0030**	**CUMPLE**
TECHO 02	SEXX	X	**0.00086**	**0.0039**	**CUMPLE**
TECHO 01	SEXX	X	**0.00073**	**0.0033**	**CUMPLE**

Nota: Elaboración Propia.

Figura 166

Gráfica de las derivas inelásticas por nivel para el SEXX.



Nota: Software ETABS.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Tabla 183

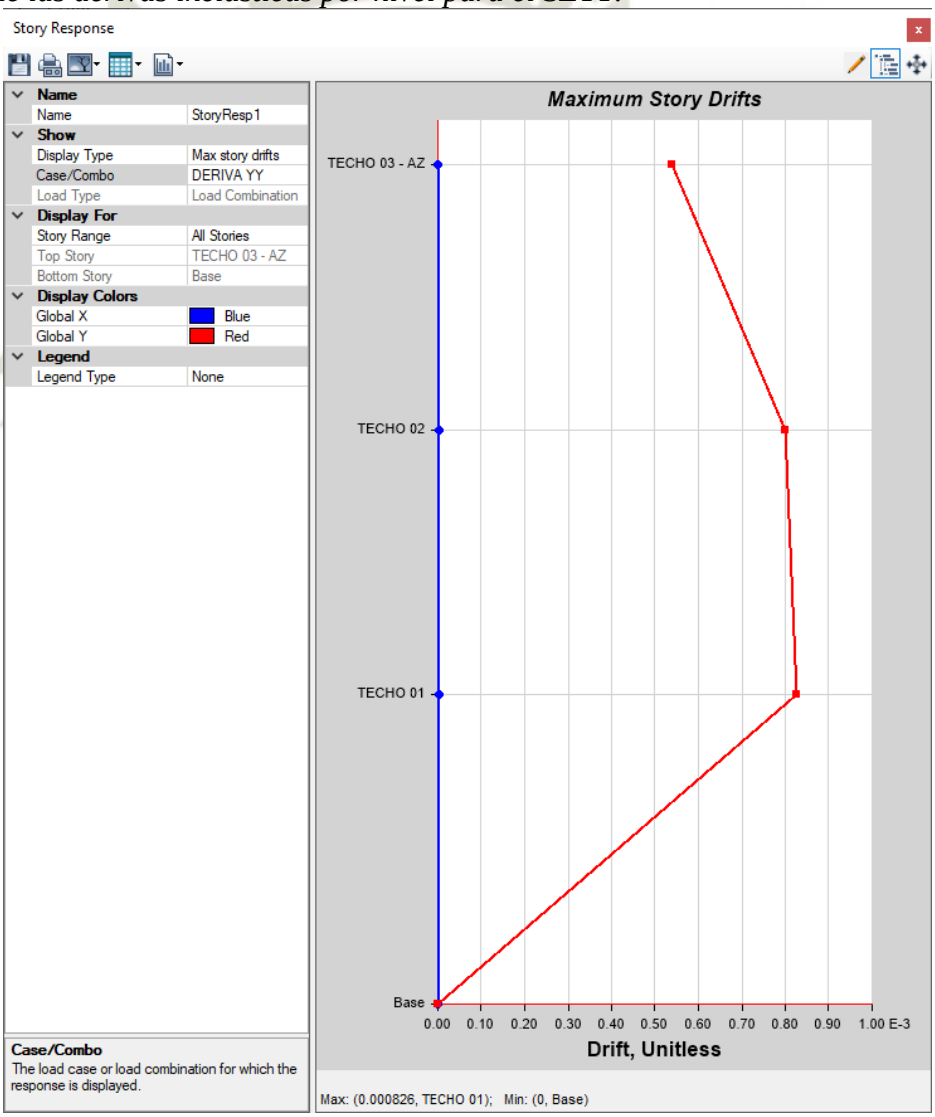
Verificación de la Deriva Inelástica para la albañilería con fibra en el SEYY.

TABLE: Story Drifts					
Story	**Output Case**	**Direction**	**Drift**	**DERIVA INEL. Drift x (0.75xR)**	**CONDICIÓN**
TECHO 03 - AZ	SEYY	Y	**0.00024**	**0.0005**	**CUMPLE**
TECHO 02	SEYY	Y	**0.00036**	**0.0008**	**CUMPLE**
TECHO 01	SEYY	Y	**0.00038**	**0.0008**	**CUMPLE**

Nota: Elaboración Propia.

Figura 167

Gráfica de las derivas inelásticas por nivel para el SEYY.



Nota: Software ETABS.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

5.9.2. Definición del Sismo de Diseño, Sismo Severo y Sismo Moderado

Tabla 184

Cálculo de la Cortante Requerida.

Dirección	Cortante Estática (tnf)	Cortante Dinámica (tnf)	Cortante Requerida (tnf)
XX	423.13	370.79	(0.80*423.13) = 338.50
YY	423.13	378.40	(0.80*423.13) = 338.50

Nota: Elaboración Propia.

Se tomó la cortante de diseño igual a la cortante estática. Esta cortante de diseño se obtuvo multiplicando la cortante dinámica por un factor de escala (F_E) igual a la relación entre la cortante estática y la cortante dinámica. Esta operación se realizó en cada dirección de análisis (dirección XX y dirección YY).

Tabla 185

Cálculo del Factor de Escala "FE".

Dirección	Cortante Estática (tnf)	Cortante Dinámica (tnf)	FE (tnf)
XX	423.13	370.79	**1.14116**
YY	423.13	378.40	**1.11820**

Nota: Elaboración Propia.

Se modificó las combinaciones para el "Sismo de Diseño" en la dirección XX (Sis.Dis.XX) y en la dirección YY (Sis.Dis.YY) en el programa ETABS, donde este factor de escala F_{EXX} y F_{EYY} amplificó al sismo dinámico en la dirección XX (S_{DXX}) y en la dirección YY (S_{DYY}) respectivamente. Esta modificación, hizo que se actualice los valores del sismo severo y sismo moderado para el diseño de los muros de albañilería con fibra.

Sis.Dis.XX =	423.13 tonf	Sis.Sev.XX =	423.13 tonf	Sis.Mod.XX =	211.57 tonf
Sis.Dis.YY =	423.13 tonf	Sis.Sev.YY =	423.13 tonf	Sis.Mod.YY =	211.57 tonf

5.9.3. Diseño de Muros de Albañilería – Mortero con Fibras

5.9.3.1. Control de Fisuración y Resistencia al Corte

Con las fórmulas indicadas en el punto 5.7.2, se procede a verificar si los muros orientados en la dirección XX (albañilería con fibras) y en la dirección YY, llegan a fallar por fisuración.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

Tabla 186

Verificación por fisuración de los muros de Albañilería con fibras ante Sismo Moderado para el Primer Nivel

Primer Nivel - Control de Fisuración										
MURO	**L (m)**	**t (m)**	**Pg (Kg)**	**Vei (Kg)**	**Mei (Kg-m)**	$\frac{V_e L}{M_e}$	**α**	**Vmi (Kg)**	$V_e \leq 0.55 V_m$	
XF1	1.75	0.24	11228.90	9624.10	7217.90	2.33	1.00	34712.65	19091.96	**No Fisurado**
XF2	3.25	0.24	31221.00	24732.50	34040.50	2.36	1.00	66850.83	36767.96	**No Fisurado**
XF3	3.25	0.24	31055.20	24731.70	34042.70	2.36	1.00	66812.70	36746.98	**No Fisurado**
XF4	1.75	0.24	13035.40	11361.00	7705.80	2.58	1.00	35128.14	19320.48	**No Fisurado**
XF5	1.75	0.24	10103.80	10530.50	7340.40	2.51	1.00	34453.87	18949.63	**No Fisurado**
XF6	1.75	0.24	5577.60	8975.30	7067.70	2.22	1.00	33412.85	18377.07	**No Fisurado**
XF7	3.25	0.24	17500.30	23871.80	33154.50	2.34	1.00	63695.07	35032.29	**No Fisurado**
XF8	3.25	0.24	17672.90	23870.90	33156.40	2.34	1.00	63734.77	35054.12	**No Fisurado**
XF9	1.75	0.24	7167.40	10784.70	7520.10	2.51	1.00	33778.50	18578.18	**No Fisurado**
XF10	1.75	0.24	5142.00	9940.10	7180.00	2.42	1.00	33312.66	18321.96	**No Fisurado**
Y1	8.00	0.24	39570.90	41169.80	59643.90	5.52	1.00	86861.31	47773.72	**No Fisurado**
Y2	8.00	0.24	55573.00	39505.00	61459.50	5.14	1.00	90541.79	49797.98	**No Fisurado**
Y3	8.00	0.24	55631.00	35937.30	55893.00	5.14	1.00	90555.13	49805.32	**No Fisurado**
Y4	8.00	0.24	50624.70	31022.70	45442.90	5.46	1.00	89403.68	49172.02	**No Fisurado**
Y5	8.00	0.24	36064.70	29507.90	46583.50	5.07	1.00	86054.88	47330.18	**No Fisurado**
			Resistencia al corte en Dirección X del Edificio, ΣVmi =					**465892.04 kgf**		***OK***
			Cortante por sismo Severo en Dirección X, VEi =					**423130.40 kgf**		
			Resistencia al Corte en Dirección Y del Edificio, ΣVmi =					**443416.79 kgf**		***OK***
			Cortante por sismo Severo en Dirección Y, VEi =					**423131.30 kgf**		

Nota: Elaboración Propia.

Tabla 187

Verificación por fisuración de los muros de Albañilería con fibras ante Sismo Moderado para el Segundo Nivel.

Segundo Nivel - Control de Fisuración										
MURO	**L (m)**	**t (m)**	**Pg (Kg)**	**Vei (Kg)**	**Mei (Kg-m)**	$\frac{V_e L}{M_e}$	**α**	**Vmi (Kg)**	$V_e \leq 0.55 V_m$	
XF1	1.90	0.24	7526.80	6612.30	2804.50	4.29	1.00	34150.71	18782.89	**No Fisurado**
XF2	3.55	0.24	16892.80	17687.10	12007.60	4.23	1.00	33692.25	18530.74	**No Fisurado**
XF3	3.55	0.24	16723.50	17675.80	12009.10	4.02	1.00	32982.17	18140.20	**No Fisurado**
XF4	3.55	0.24	8785.70	8130.80	3317.70	4.71	1.00	62458.89	34352.39	**No Fisurado**
XF5	1.90	0.24	6792.40	8081.10	3344.20	4.70	1.00	62486.97	34367.83	**No Fisurado**
XF6	2.20	0.24	3705.10	5905.00	2572.90	4.22	1.00	33262.13	18294.17	**No Fisurado**
XF7	1.90	0.24	12125.60	17067.70	11783.50	4.16	1.00	32901.19	18095.65	**No Fisurado**
XF8	3.55	0.24	12247.70	17056.90	11785.00	4.29	1.00	34150.71	18782.89	**No Fisurado**
XF9	3.55	0.24	4922.30	7529.80	3120.30	4.23	1.00	33692.25	18530.74	**No Fisurado**
XF10	1.90	0.24	3353.00	7452.50	3133.00	4.02	1.00	32982.17	18140.20	**No Fisurado**
Y1	8.00	0.24	24353.30	36073.60	35515.60	8.13	1.00	83361.26	45848.69	**No Fisurado**
Y2	8.00	0.24	35497.90	33037.40	29248.10	9.04	1.00	85924.52	47258.48	**No Fisurado**
Y3	8.00	0.24	35501.70	29989.60	26587.30	9.02	1.00	85925.39	47258.97	**No Fisurado**
Y4	8.00	0.24	30427.30	27181.60	26689.90	8.15	1.00	84758.28	46617.05	**No Fisurado**
Y5	8.00	0.24	22404.50	25121.90	27037.20	7.43	1.00	82913.04	45602.17	**No Fisurado**
			Resistencia al corte en Dirección X del Edificio, ΣVmi =					**452867.23 kgf**		***OK***
			Cortante por sismo Severo en Dirección X, VEi =					**330474.70 kgf**		
			Resistencia al Corte en Dirección Y del Edificio, ΣVmi =					**422882.48 kgf**		***OK***
			Cortante por sismo Severo en Dirección Y, VEi =					**322692.60 kgf**		

Nota: Elaboración Propia.

Tabla 188

Verificación por fisuración de los muros de Albañilería con fibras ante Sismo Moderado para el Tercer Nivel.

Tercer Nivel - Control de Fisuración										
MURO	**L (m)**	**t (m)**	**Pg (Kg)**	**Vei (Kg)**	**Mei (Kg-m)**	$\frac{V_e L}{M_e}$	**α**	**Vmi (Kg)**	$V_e \leq 0.55 V_m$	
XF1	1.90	0.24	3621.20	2147.90	548.30	6.91	1.00	33078.70	18193.29	**No Fisurado**
XF2	3.55	0.24	5927.50	6458.00	1893.90	6.51	1.00	32894.31	18091.87	**No Fisurado**
XF3	3.55	0.24	5825.10	6436.00	1893.50	6.26	1.00	32589.06	17923.98	**No Fisurado**
XF4	3.55	0.24	4124.80	3952.20	1001.30	10.88	1.00	61147.80	33631.29	**No Fisurado**
XF5	1.90	0.24	3323.10	3835.90	1030.70	10.84	1.00	61157.04	33636.37	**No Fisurado**
XF6	2.20	0.24	1995.90	1649.60	461.40	7.06	1.00	32712.71	17991.99	**No Fisurado**
XF7	1.90	0.24	6425.20	6133.60	1832.30	6.70	1.00	32537.03	17895.37	**No Fisurado**
XF8	3.55	0.24	6465.40	6112.70	1831.90	6.91	1.00	33078.70	18193.29	**No Fisurado**
XF9	3.55	0.24	2533.50	3502.30	867.80	6.51	1.00	32894.31	18091.87	**No Fisurado**
XF10	1.90	0.24	1769.70	3376.60	881.70	6.26	1.00	32589.06	17923.98	**No Fisurado**
Y1	8.00	0.24	11384.90	17250.50	12873.90	10.72	1.00	80378.53	44208.19	**No Fisurado**
Y2	8.00	0.24	17080.10	16529.70	8866.30	14.91	1.00	81688.42	44928.63	**No Fisurado**
Y3	8.00	0.24	17085.80	15076.90	8106.20	14.88	1.00	81689.73	44929.35	**No Fisurado**
Y4	8.00	0.24	13720.00	13393.40	9626.40	11.13	1.00	80915.60	44503.58	**No Fisurado**
Y5	8.00	0.24	10637.80	11670.70	9580.40	9.75	1.00	80206.69	44113.68	**No Fisurado**
			Resistencia al corte en Dirección X del Edificio, ΣVmi =					**441122.62 kgf**		***OK***
			Cortante por sismo Severo en Dirección X, VEi =					**163092.70 kgf**		
			Resistencia al Corte en Dirección Y del Edificio, ΣVmi =					**404878.98 kgf**		***OK***
			Cortante por sismo Severo en Dirección Y, VEi =					**152163.60 kgf**		

Nota: Elaboración Propia.

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

Todos los muros orientados en la dirección XX (albañilería con fibras) y los muros orientados en la dirección YY (albañilería tradicional) no presentan fallas por fisuración y, adicionalmente, la resistencia global ($\sum V_{mi}$) es mayor a la fuerza cortante (V_{Ei}) producida por el sismo severo, lo cual cumple con la NTE E.070.

5.9.3.2. Verificación de Agrietamiento Diagonal en Pisos Superiores

Se calculó la resistencia al corte de cada muro (V_{mi}), tanto de los muros de albañilería con fibras orientados en la dirección XX como los muros de albañilería tradicional orientados en la dirección YY. Estos tienen que ser mayor a la cortante producida por sismo severo (V_{ui}) de cada uno de los muros. De no cumplirse, se considera que el muro va a agrietarse y que las columnas de confinamiento se diseñarán igual a las columnas de confinamiento del muro del primer nivel.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Tabla 189

Cálculo de la Fuerzas producidas por el Sismo Severo (Vui y Mui)

	MURO	Vmi (Kg)	Vei (Kg)	Mei (Kg-m)	Vmi/ Vei	Vui (Kg)	Mui (Kg-m)	Verificación de Agrietamiento Diagonal
PRIMER NIVEL	XF1	34712.65	9624.10	7217.90	3.607	28872.30	21653.70	No Agrietado
	XF2	66850.83	24732.50	34040.50	2.703	66850.83	92009.93	No Agrietado
	XF3	66812.70	24731.70	34042.70	2.702	66812.70	91966.37	No Agrietado
	XF4	35128.14	11361.00	7705.80	3.092	34083.00	23117.40	No Agrietado
	XF5	34453.87	10530.50	7340.40	3.272	31591.50	22021.20	No Agrietado
	XF6	33412.85	8975.30	7067.70	3.723	26925.90	21203.10	No Agrietado
	XF7	63695.07	23871.80	33154.50	2.668	63695.07	88463.30	No Agrietado
	XF8	63734.77	23870.90	33156.40	2.670	63734.77	88526.84	No Agrietado
	XF9	33778.50	10784.70	7520.10	3.132	32354.10	22560.30	No Agrietado
	XF10	33312.66	9940.10	7180.00	3.351	29820.30	21540.00	No Agrietado
	Y1	86861.31	41169.80	59643.90	2.110	86861.31	125838.53	No Agrietado
	Y2	90541.79	39505.00	61459.50	2.292	90541.79	140859.46	No Agrietado
	Y3	90555.13	35937.30	55893.00	2.520	90555.13	140839.68	No Agrietado
	Y4	89403.68	31022.70	45442.90	2.882	89403.68	130960.96	No Agrietado
	Y5	86054.88	29507.90	46583.50	2.916	86054.88	135853.03	No Agrietado
SEGUNDO NIVEL	XF1	33861.16	6612.30	2804.50	5.121	19836.90	8413.50	No Agrietado
	XF2	63555.34	17687.10	12007.60	3.593	47807.43	32456.00	No Agrietado
	XF3	63516.41	17675.80	12009.10	3.593	47751.18	32442.59	No Agrietado
	XF4	34150.71	8130.80	3317.70	4.200	24392.40	9953.10	No Agrietado
	XF5	33692.25	8081.10	3344.20	4.169	24243.30	10032.60	No Agrietado
	XF6	32982.17	5905.00	2572.90	5.585	17715.00	7718.70	No Agrietado
	XF7	62458.89	17067.70	11783.50	3.659	45540.27	31440.90	No Agrietado
	XF8	62486.97	17056.90	11785.00	3.663	45541.54	31465.69	No Agrietado
	XF9	33262.13	7529.80	3120.30	4.417	22589.40	9360.90	No Agrietado
	XF10	32901.19	7452.50	3133.00	4.415	22357.50	9399.00	No Agrietado
	Y1	83361.26	36073.60	35515.60	2.311	76109.19	74931.90	No Agrietado
	Y2	85924.52	33037.40	29248.10	2.601	75718.65	67033.93	No Agrietado
	Y3	85925.39	29989.60	26587.30	2.865	75568.06	66994.92	No Agrietado
	Y4	84758.28	27181.60	26689.90	3.118	78334.09	76917.07	No Agrietado
	Y5	82913.04	25121.90	27037.20	3.300	73263.84	78849.50	No Agrietado
TERCER NIVEL	XF1	32962.88	2147.90	548.30	15.347	6443.70	1644.90	No Agrietado
	XF2	61033.33	6458.00	1893.90	9.451	17455.68	5119.13	No Agrietado
	XF3	61009.77	6436.00	1893.50	9.479	17386.86	5115.29	No Agrietado
	XF4	33078.70	3952.20	1001.30	8.370	11856.60	3003.90	No Agrietado
	XF5	32894.31	3835.90	1030.70	8.575	11507.70	3092.10	No Agrietado
	XF6	32589.06	1649.60	461.40	19.756	4948.80	1384.20	No Agrietado
	XF7	61147.80	6133.60	1832.30	9.969	16365.76	4888.97	No Agrietado
	XF8	61157.04	6112.70	1831.90	10.005	16320.77	4891.13	No Agrietado
	XF9	32712.71	3502.30	867.80	9.340	10506.90	2603.40	No Agrietado
	XF10	32537.03	3376.60	881.70	9.636	10129.80	2645.10	No Agrietado
	Y1	80378.53	17250.50	12873.90	4.659	36395.63	27161.75	No Agrietado
	Y2	81688.42	16529.70	8866.30	4.942	37884.54	20320.74	No Agrietado
	Y3	81689.73	15076.90	8106.20	5.418	37990.91	20426.08	No Agrietado
	Y4	80915.60	13393.40	9626.40	6.041	38598.16	27742.12	No Agrietado
	Y5	80206.69	11670.70	9580.40	6.872	34035.65	27939.64	No Agrietado

Nota: Elaboración Propia.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

Como se observa, todos los muros de los pisos superiores, que están orientados en la dirección XX y en la dirección YY no se agrietaron, por lo que cumple con la condición $V_{mi}>V_{ui}$.

Para el primer nivel, el muro no se agrietó, pero para el diseño de sus elementos de confinamiento se consideran como muros agrietados.

5.9.3.3. Verificación de refuerzo horizontal en muros

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Tabla 190

Verificación de Refuerzo Horizontal en Muros de albañilería por nivel.

	MURO	Vmi (Kg)	Vui (Kg)	Condición Vui<Vmi	σm (kgf/cm2)	f'm (kgf/cm2)	0.05*f'm (kgf/cm2)	Condición σm<0.05*f'm
PRIMER NIVEL	XF1	34712.65	28872.30	No Reforzar	3.005	75.60	3.78	No Reforzar
	XF2	66850.83	66850.83	No Reforzar	4.586	75.60	3.78	Con Refuerzo
	XF3	66812.70	66812.70	No Reforzar	4.560	75.60	3.78	Con Refuerzo
	XF4	35128.14	34083.00	No Reforzar	3.547	75.60	3.78	No Reforzar
	XF5	34453.87	31591.50	No Reforzar	2.676	75.60	3.78	No Reforzar
	XF6	33412.85	26925.90	No Reforzar	1.370	75.60	3.78	No Reforzar
	XF7	63695.07	63695.07	No Reforzar	2.420	75.60	3.78	No Reforzar
	XF8	63734.77	63734.77	No Reforzar	2.447	75.60	3.78	No Reforzar
	XF9	33778.50	32354.10	No Reforzar	1.829	75.60	3.78	No Reforzar
	XF10	33312.66	29820.30	No Reforzar	1.244	75.60	3.78	No Reforzar
	Y1	86861.31	86861.31	No Reforzar	2.252	65.00	3.25	No Reforzar
	Y2	90541.79	90541.79	No Reforzar	3.242	65.00	3.25	No Reforzar
	Y3	90555.13	90555.13	No Reforzar	3.246	65.00	3.25	No Reforzar
	Y4	89403.68	89403.68	No Reforzar	2.971	65.00	3.25	No Reforzar
	Y5	86054.88	86054.88	No Reforzar	2.026	65.00	3.25	No Reforzar
SEGUNDO NIVEL	XF1	33861.16	19836.90	No Reforzar	2.009	75.60	3.78	No Reforzar
	XF2	63555.34	47807.43	No Reforzar	2.428	75.60	3.78	No Reforzar
	XF3	63516.41	47751.18	No Reforzar	2.402	75.60	3.78	No Reforzar
	XF4	34150.71	24392.40	No Reforzar	2.384	75.60	3.78	No Reforzar
	XF5	33692.25	24243.30	No Reforzar	1.798	75.60	3.78	No Reforzar
	XF6	32982.17	17715.00	No Reforzar	0.914	75.60	3.78	No Reforzar
	XF7	62458.89	45540.27	No Reforzar	1.695	75.60	3.78	No Reforzar
	XF8	62486.97	45541.54	No Reforzar	1.714	75.60	3.78	No Reforzar
	XF9	33262.13	22589.40	No Reforzar	1.265	75.60	3.78	No Reforzar
	XF10	32901.19	22357.50	No Reforzar	0.812	75.60	3.78	No Reforzar
	Y1	83361.26	76109.19	No Reforzar	1.377	65.00	3.25	No Reforzar
	Y2	85924.52	75718.65	No Reforzar	2.070	65.00	3.25	No Reforzar
	Y3	85925.39	75568.06	No Reforzar	2.071	65.00	3.25	No Reforzar
	Y4	84758.28	78334.09	No Reforzar	1.764	65.00	3.25	No Reforzar
	Y5	82913.04	73263.84	No Reforzar	1.253	65.00	3.25	No Reforzar
TERCER NIVEL	XF1	32962.88	6443.70	No Reforzar	0.948	75.60	3.78	No Reforzar
	XF2	61033.33	17455.68	No Reforzar	0.785	75.60	3.78	No Reforzar
	XF3	61009.77	17386.86	No Reforzar	0.769	75.60	3.78	No Reforzar
	XF4	33078.70	11856.60	No Reforzar	1.091	75.60	3.78	No Reforzar
	XF5	32894.31	11507.70	No Reforzar	0.866	75.60	3.78	No Reforzar
	XF6	32589.06	4948.80	No Reforzar	0.496	75.60	3.78	No Reforzar
	XF7	61147.80	16365.76	No Reforzar	0.901	75.60	3.78	No Reforzar
	XF8	61157.04	16320.77	No Reforzar	0.907	75.60	3.78	No Reforzar
	XF9	32712.71	10506.90	No Reforzar	0.651	75.60	3.78	No Reforzar
	XF10	32537.03	10129.80	No Reforzar	0.431	75.60	3.78	No Reforzar
	Y1	80378.53	36395.63	No Reforzar	0.623	65.00	3.25	No Reforzar
	Y2	81688.42	37884.54	No Reforzar	0.963	65.00	3.25	No Reforzar
	Y3	81689.73	37990.91	No Reforzar	0.963	65.00	3.25	No Reforzar
	Y4	80915.60	38598.16	No Reforzar	0.758	65.00	3.25	No Reforzar
	Y5	80206.69	34035.65	No Reforzar	0.580	65.00	3.25	No Reforzar

Nota: Elaboración Propia.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Como se observa, en los muros XF2 y XF3 que son de albañilería con fibra, se cumple la condición "Vui<Vmi" pero no se cumple con la condición "σm<0.05*f'm", por lo que para estos muros fue necesario colocar refuerzo horizontal continuo. En el resto de muros, incluidos de los muros superiores, se requiere colocar mechas las cuales se anclan en las columnas de confinamiento. Se consideró una cuantía mínima de 0.001.

$$A_{s\ min}=0.001*s*t$$

s : se considera 02 hiladas, por lo que la distancia entre hilada e hilada será la altura del ladrillo más la junta. s = 10+1.5 = 11.5 cm

t : espesor del ladrillo, en este caso serán muros de cabeza. t = 24 cm.

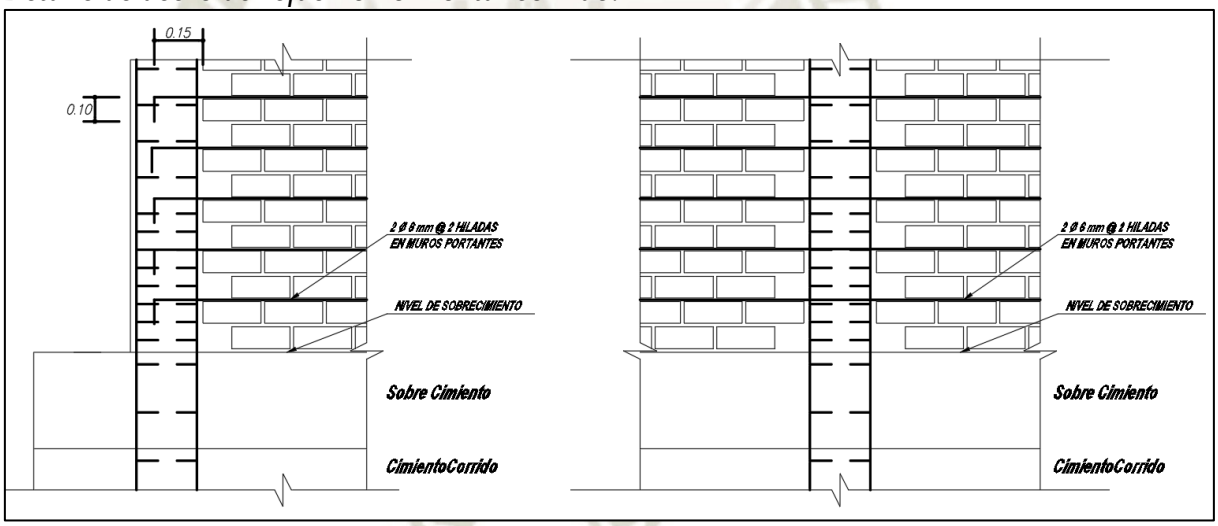
$$A_{s\ min}=0.001*(2*11.5)*(24)$$

$$A_{s\ min}=0.552\ cm^2$$

Para cumplir con el A_{smin}, se colocó 2 Ø 6mm que equivalen a 0.56 cm2.

Figura 168

Detalle de acero de refuerzo horizontal corrido.



Nota: Elaboración Propia.

5.9.3.4. Diseño de elementos de confinamiento en muros agrietados de primer nivel

Como se pudo observar en los cuadros anteriores, en los muros del primer nivel (albañilería con fibra y los muros de albañilería normal) los elementos de confinamiento se diseñaron considerando que son muros agrietados. Para el 2do y tercer nivel, se diseñaron como muros no agrietados.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

Tabla 191

Diseño de sección de columnas en Muros Agrietados – Primer Nivel

	MURO	M (kgf-m)	Long. Paño Mayor, Lm (m)	F (kgf)	# de Col. Nc	Pc (kgf)	Vc (kgf)	T (kgf)	C (kgf)	δ	Arreglo	As min (cm^2)	Ancho de Columnat (cm)	Largo mínimo de Columna b (cm)	An (cm^2)	Acf (cm^2)	Amin Col. (cm^2)	Areq (cm^2)	bn (cm)	b Calculado (cm)	b Real (cm)	t Real (cm)
COLUMNA EXTREMA	XF1	-26944.01	1.75	-15396.57	2	5614.45	17356.32	0.00	0.00	1.0	4 Ø 8mm	2.00	24.00	24.00	-45.1	486.2	576.0	576.0	20.00	24.00	***24***	***24***
	XF2	-1581.23	1.50	-973.06	3	10407.00	12534.53	0.00	0.00	0.8	4 Ø 8mm	2.00	24.00	24.00	-56.8	351.1	576.0	576.0	20.00	24.00	***24***	***24***
	XF3	-1571.41	1.50	-967.02	3	10351.73	12527.38	0.00	0.00	0.8	4 Ø 8mm	2.00	24.00	24.00	-56.8	350.9	576.0	576.0	20.00	24.00	***24***	***24***
	XF4	-26062.00	1.75	-14892.57	2	6517.70	17564.07	0.00	0.00	1.0	4 Ø 8mm	2.00	24.00	24.00	-45.1	492.0	576.0	576.0	20.00	24.00	***24***	***24***
	XF5	-26214.22	1.75	-14979.56	2	5051.90	17226.94	0.00	0.00	1.0	4 Ø 8mm	2.00	24.00	24.00	-45.1	482.5	576.0	576.0	20.00	24.00	***24***	***24***
	XF6	-25574.89	1.75	-14614.22	2	2788.80	16706.42	0.00	0.00	1.0	4 Ø 8mm	2.00	24.00	24.00	-45.1	468.0	576.0	576.0	20.00	24.00	***24***	***24***
	XF7	-709.80	1.50	-436.80	3	5833.43	11942.83	0.00	0.00	0.8	4 Ø 8mm	2.00	24.00	24.00	-56.8	334.5	576.0	576.0	20.00	24.00	***24***	***24***
	XF8	-701.83	1.50	-431.90	3	5890.97	11950.27	0.00	0.00	0.8	4 Ø 8mm	2.00	24.00	24.00	-56.8	334.7	576.0	576.0	20.00	24.00	***24***	***24***
	XF9	-24729.60	1.75	-14131.20	2	3583.70	16889.25	0.00	0.00	1.0	4 Ø 8mm	2.00	24.00	24.00	-45.1	473.1	576.0	576.0	20.00	24.00	***24***	***24***
	XF10	-25097.72	1.75	-14341.56	2	2571.00	16656.33	0.00	0.00	1.0	4 Ø 8mm	2.00	24.00	24.00	-45.1	466.6	576.0	576.0	20.00	24.00	***24***	***24***
	Y1	4232.70	3.48	1058.18	3	13190.30	16286.50	-14939.35	14248.48	1.0	4 Ø 8mm	2.00	24.00	24.00	69.0	456.2	576.0	576.0	20.00	24.00	***24***	***24***
	Y2	14100.96	3.48	3525.24	3	18524.33	16976.59	-22804.34	22049.57	1.0	4 Ø 8mm	2.00	24.00	24.00	131.4	475.5	576.0	576.0	20.00	24.00	***24***	***24***
	Y3	14062.50	3.48	3515.62	3	18543.67	16979.09	-22791.84	22059.29	1.0	4 Ø 8mm	2.00	24.00	24.00	131.5	475.6	576.0	576.0	20.00	24.00	***24***	***24***
	Y4	5795.81	3.48	1448.95	3	16874.90	16763.19	-18684.80	18323.85	1.0	4 Ø 8mm	2.00	24.00	24.00	101.6	469.6	576.0	576.0	20.00	24.00	***24***	***24***
	Y5	15376.19	3.48	3844.05	3	12021.57	16135.29	-10703.47	15865.62	1.0	4 Ø 8mm	2.00	24.00	24.00	81.9	452.0	576.0	576.0	20.00	24.00	***24***	***24***
COLUMNA INTERIOR	XF1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	XF2	-1581.23	1.50	-973.06	3	10407.00	8356.35	33294.31	-18390.28	1.0	4 Ø 8mm	2.00	24.00	24.00	-192.2	234.1	576.0	576.0	20.00	24.00	***24***	***24***
	XF3	-1571.41	1.50	-967.02	3	10351.73	8351.59	33302.22	-4521.37	1.0	4 Ø 8mm	2.00	24.00	24.00	-81.2	233.9	576.0	576.0	20.00	24.00	***24***	***24***
	XF4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	XF5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-	-	-	-
	XF6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-	-	-	-
	XF7	-709.80	1.50	-436.80	3	5833.43	7961.88	35149.07	-7711.19	1.0	4 Ø 8mm	2.00	24.00	24.00	-106.8	223.0	576.0	576.0	20.00	24.00	***24***	***24***
	XF8	-701.83	1.50	-431.90	3	5890.97	7966.85	35111.24	-7656.26	1.0	4 Ø 8mm	2.00	24.00	24.00	-106.3	223.2	576.0	576.0	20.00	24.00	***24***	***24***
	XF9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-	-	-	-
	XF10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-	-	-	-
	Y1	4232.70	3.48	1058.18	3	13190.30	10857.66	17211.16	-2010.43	0.8	4 Ø 8mm	2.00	24.00	24.00	0.0	304.1	576.0	576.0	20.00	24.00	***24***	***24***
	Y2	14100.96	3.48	3525.24	3	18524.33	11317.72	13165.29	2679.52	0.8	4 Ø 8mm	2.00	24.00	24.00	0.0	317.0	576.0	576.0	20.00	24.00	***24***	***24***
	Y3	14062.50	3.48	3515.62	3	18543.67	11319.39	13150.63	2696.52	0.8	4 Ø 8mm	2.00	24.00	24.00	0.0	317.1	576.0	576.0	20.00	24.00	***24***	***24***
	Y4	5795.81	3.48	1448.95	3	16874.90	11175.46	14416.39	1229.26	0.8	4 Ø 8mm	2.00	24.00	24.00	0.0	313.0	576.0	576.0	20.00	24.00	***24***	***24***
	Y5	15376.19	3.48	3844.05	3	12021.57	10756.86	18097.64	-3038.04	0.8	4 Ø 8mm	2.00	24.00	24.00	0.0	301.3	576.0	576.0	20.00	24.00	***24***	***24***

Nota: Elaboración Propia.

Tabla 192

Diseño de acero longitudinal de columnas en Muros Agrietados – Primer Nivel.

	MURO	Ac (cm²)	Asf (cm²)	Ast (cm²)	$\frac{0.1 * f'_c * A_C}{f_y}$ (cm²)	As-requerida (cm²)	# de Varillas Long. (1)	Diám. de Varilla Long. (1)	# de Varillas Long. (2)	Diám. de Varilla Long. (2)	Arreglo As Lontigudinal	As-colocado (cm²)	
COLUMNA EXTREMA	XF1	576.00	0.00	0.00	2.88	***2.88***	4.0	Ø 1/2"	-	-	***4 Ø 1/2"***	***5.16***	***OK***
	XF2	576.00	0.00	0.00	2.88	***2.88***	4.0	Ø 1/2"	-	-	***4 Ø 1/2"***	***5.16***	***OK***
	XF3	576.00	0.00	0.00	2.88	***2.88***	4.0	Ø 1/2"	-	-	***4 Ø 1/2"***	***5.16***	***OK***
	XF4	576.00	0.00	0.00	2.88	***2.88***	4.0	Ø 1/2"	-	-	***4 Ø 1/2"***	***5.16***	***OK***
	XF5	576.00	0.00	0.00	2.88	***2.88***	4.0	Ø 1/2"	-	-	***4 Ø 1/2"***	***5.16***	***OK***
	XF6	576.00	0.00	0.00	2.88	***2.88***	4.0	Ø 1/2"	-	-	***4 Ø 1/2"***	***5.16***	***OK***
	XF7	576.00	0.00	0.00	2.88	***2.88***	4.0	Ø 1/2"	-	-	***4 Ø 1/2"***	***5.16***	***OK***
	XF8	576.00	0.00	0.00	2.88	***2.88***	4.0	Ø 1/2"	-	-	***4 Ø 1/2"***	***5.16***	***OK***
	XF9	576.00	0.00	0.00	2.88	***2.88***	4.0	Ø 1/2"	-	-	***4 Ø 1/2"***	***5.16***	***OK***
	XF10	576.00	0.00	0.00	2.88	***2.88***	4.0	Ø 1/2"	-	-	***4 Ø 1/2"***	***5.16***	***OK***
	Y1	576.00	4.56	0.00	2.88	***4.56***	4.0	Ø 1/2"	-	-	***4 Ø 1/2"***	***5.16***	***OK***
	Y2	576.00	4.76	0.00	2.88	***4.76***	4.0	Ø 1/2"	-	-	***4 Ø 1/2"***	***5.16***	***OK***
	Y3	576.00	4.76	0.00	2.88	***4.76***	4.0	Ø 1/2"	-	-	***4 Ø 1/2"***	***5.16***	***OK***
	Y4	576.00	4.70	0.00	2.88	***4.70***	4.0	Ø 1/2"	-	-	***4 Ø 1/2"***	***5.16***	***OK***
	Y5	576.00	4.52	0.00	2.88	***4.52***	4.0	Ø 1/2"	-	-	***4 Ø 1/2"***	***5.16***	***OK***
COLUMNA INTERIOR	XF1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	XF2	576.00	0.00	0.00	2.88	2.88	4.0	Ø 1/2"	-	-	***4 Ø 1/2"***	***5.16***	***OK***
	XF3	576.00	0.00	0.00	2.88	2.88	4.0	Ø 1/2"	-	-	***4 Ø 1/2"***	***5.16***	***OK***
	XF4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	XF5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	XF6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	XF7	576.00	0.00	0.00	2.88	2.88	4.0	Ø 1/2"	-	-	***4 Ø 1/2"***	***5.16***	***OK***
	XF8	576.00	0.00	0.00	2.88	2.88	4.0	Ø 1/2"	-	-	***4 Ø 1/2"***	***5.16***	***OK***
	XF9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	XF10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Y1	576.00	3.04	4.82	2.88	7.86	4.0	Ø 5/8"	-	-	***4 Ø 5/8"***	***7.96***	***OK***
	Y2	576.00	3.17	3.69	2.88	6.86	4.0	Ø 5/8"	-	-	***4 Ø 5/8"***	***7.96***	***OK***
	Y3	576.00	3.17	3.68	2.88	6.85	4.0	Ø 5/8"	-	-	***4 Ø 5/8"***	***7.96***	***OK***
	Y4	576.00	3.13	4.04	2.88	7.17	4.0	Ø 5/8"	-	-	***4 Ø 5/8"***	***7.96***	***OK***
	Y5	576.00	3.01	4.92	2.88	7.93	4.0	Ø 5/8"	-	-	***4 Ø 5/8"***	***7.96***	***OK***

Nota: Elaboración Propia.

Tabla 193

Diseño de estribos de columna extrema e interna en Muros Agrietados – 1er Nivel.

Muro	tn (cm)	Av (cm²)		S1 (cm)	S2 (cm)	S3 (cm)	S Colocado (cm)		Zona de Confinamiento max(1.5xd ó 45cm) (cm)		Arreglo As Estribos
XF1	20	Ø 6mm	0.28	4.24	4.67	6.00	5.00	***5.00***	45.00	***45.00***	***[] Ø 6mm = 9@5cm,2@10cm,rto@25 cm***
XF2	20	Ø 6mm	0.28	4.24	4.67	6.00	5.00	***5.00***	45.00	***45.00***	***[] Ø 6mm = 9@5cm,2@10cm,rto@25 cm***
XF3	20	Ø 6mm	0.28	4.24	4.67	6.00	5.00	***5.00***	45.00	***45.00***	***[] Ø 6mm = 9@5cm,2@10cm,rto@25 cm***
XF4	20	Ø 6mm	0.28	4.24	4.67	6.00	5.00	***5.00***	45.00	***45.00***	***[] Ø 6mm = 9@5cm,2@10cm,rto@25 cm***
XF5	20	Ø 6mm	0.28	4.24	4.67	6.00	5.00	***5.00***	45.00	***45.00***	***[] Ø 6mm = 9@5cm,2@10cm,rto@25 cm***
XF6	20	Ø 6mm	0.28	4.24	4.67	6.00	5.00	***5.00***	45.00	***45.00***	***[] Ø 6mm = 9@5cm,2@10cm,rto@25 cm***
XF7	20	Ø 6mm	0.28	4.24	4.67	6.00	5.00	***5.00***	45.00	***45.00***	***[] Ø 6mm = 9@5cm,2@10cm,rto@25 cm***
XF8	20	Ø 6mm	0.28	4.24	4.67	6.00	5.00	***5.00***	45.00	***45.00***	***[] Ø 6mm = 9@5cm,2@10cm,rto@25 cm***
XF9	20	Ø 6mm	0.28	4.24	4.67	6.00	5.00	***5.00***	45.00	***45.00***	***[] Ø 6mm = 9@5cm,2@10cm,rto@25 cm***
XF10	20	Ø 6mm	0.28	4.24	4.67	6.00	5.00	***5.00***	45.00	***45.00***	***[] Ø 6mm = 9@5cm,2@10cm,rto@25 cm***
Y1	20	Ø 6mm	0.28	4.24	4.67	6.00	5.00	***5.00***	45.00	***45.00***	***[] Ø 6mm = 9@5cm,4@10cm,rto@25 cm***
Y2	20	Ø 6mm	0.28	4.24	4.67	6.00	5.00	***5.00***	45.00	***45.00***	***[] Ø 6mm = 9@5cm,4@10cm,rto@25 cm***
Y3	20	Ø 6mm	0.28	4.24	4.67	6.00	5.00	***5.00***	45.00	***45.00***	***[] Ø 6mm = 9@5cm,4@10cm,rto@25 cm***
Y4	20	Ø 6mm	0.28	4.24	4.67	6.00	5.00	***5.00***	45.00	***45.00***	***[] Ø 6mm = 9@5cm,4@10cm,rto@25 cm***
Y5	20	Ø 6mm	0.28	4.24	4.67	6.00	5.00	***5.00***	45.00	***45.00***	***[] Ø 6mm = 9@5cm,4@10cm,rto@25 cm***

Nota: Elaboración Propia.

Tabla 194

Diseño de acero de viga solera en Muros Agrietados – 1er Nivel.

Muro	b (cm)	h (cm)	Ts (Kg)	$A_s = \frac{T_s}{\emptyset * f_y}$ (cm²)	$A_s = \frac{0.1 * f'_c * A_{CS}}{f_y}$ (cm²)	As Requerida (cm²)	Arreglo	As-colocado (cm²)		Av (cm²)		Arreglo As Estribos
XF1	24	20	17356.32	4.59	2.40	4.59	4 Ø 1/2"	5.16	OK	Ø 6mm	0.28	[] Ø 6mm = 1@5cm,4@10cm,rto@25 cm
XF2	24	20	16712.71	4.42	2.40	4.42	4 Ø 1/2"	5.16	OK	Ø 6mm	0.28	[] Ø 6mm = 1@5cm,4@10cm,rto@25 cm
XF3	24	20	16703.17	4.42	2.40	4.42	4 Ø 1/2"	5.16	OK	Ø 6mm	0.28	[] Ø 6mm = 1@5cm,4@10cm,rto@25 cm
XF4	24	20	17564.07	4.65	2.40	4.65	4 Ø 1/2"	5.16	OK	Ø 6mm	0.28	[] Ø 6mm = 1@5cm,4@10cm,rto@25 cm
XF5	24	20	17226.94	4.56	2.40	4.56	4 Ø 1/2"	5.16	OK	Ø 6mm	0.28	[] Ø 6mm = 1@5cm,4@10cm,rto@25 cm
XF6	24	20	16706.42	4.42	2.40	4.42	4 Ø 1/2"	5.16	OK	Ø 6mm	0.28	[] Ø 6mm = 1@5cm,4@10cm,rto@25 cm
XF7	24	20	15923.77	4.21	2.40	4.21	4 Ø 1/2"	5.16	OK	Ø 6mm	0.28	[] Ø 6mm = 1@5cm,4@10cm,rto@25 cm
XF8	24	20	15933.69	4.22	2.40	4.22	4 Ø 1/2"	5.16	OK	Ø 6mm	0.28	[] Ø 6mm = 1@5cm,4@10cm,rto@25 cm
XF9	24	20	16889.25	4.47	2.40	4.47	4 Ø 1/2"	5.16	OK	Ø 6mm	0.28	[] Ø 6mm = 1@5cm,4@10cm,rto@25 cm
XF10	24	20	16656.33	4.41	2.40	4.41	4 Ø 1/2"	5.16	OK	Ø 6mm	0.28	[] Ø 6mm = 1@5cm,4@10cm,rto@25 cm
Y1	24	20	21715.33	5.74	2.40	5.74	4 Ø 1/2" + 1 Ø 3/8"	5.87	OK	Ø 6mm	0.28	[] Ø 6mm = 1@5cm,4@10cm,rto@25 cm
Y2	24	20	22635.45	5.99	2.40	5.99	5 Ø 1/2"	6.45	OK	Ø 6mm	0.28	[] Ø 6mm = 1@5cm,4@10cm,rto@25 cm
Y3	24	20	22638.78	5.99	2.40	5.99	5 Ø 1/2"	6.45	OK	Ø 6mm	0.28	[] Ø 6mm = 1@5cm,4@10cm,rto@25 cm
Y4	24	20	22350.92	5.91	2.40	5.91	5 Ø 1/2"	6.45	OK	Ø 6mm	0.28	[] Ø 6mm = 1@5cm,4@10cm,rto@25 cm
Y5	24	20	21513.72	5.69	2.40	5.69	4 Ø 1/2" + 1 Ø 3/8"	5.87	OK	Ø 6mm	0.28	[] Ø 6mm = 1@5cm,4@10cm,rto@25 cm

Nota: Elaboración Propia.

5.9.3.5. Diseño de elementos de confinamiento en muros no agrietados

Tabla 195

Diseño de sección de columna extrema en Muros no Agrietados – 2do y 3er Nivel.

Nivel	Muro	M (kgf-m)	Long. de Paño Mayor, Lm (m)	F (kgf)	# de Col. Nc	Pc (kgf)	T (kgf)	C (kgf)	δ	Arreglo	As min (cm²)	Ancho de Col. t (cm)	Largo mín. de Col. b (cm)	An (cm²)	Amin Col. (cm²)	Areq (cm²)	bn (cm)	b Calculado (cm)	b Real (cm)	t Real (cm)
2do	XF1	8413.50	1.75	4807.71	2	3763.40	-5044.01	8571.11	1.0	4 Ø 8mm	2.00	24.00	24.00	23.5	576.0	576.0	20.00	24.00	*24*	*24*
	XF2	32456.00	1.50	19972.92	3	5630.93	5467.51	25603.86	0.8	4 Ø 8mm	2.00	24.00	24.00	199.3	576.0	576.0	20.00	24.00	*24*	*24*
	XF3	32442.59	1.50	19964.67	3	5574.50	5514.74	25539.17	0.8	4 Ø 8mm	2.00	24.00	24.00	198.7	576.0	576.0	20.00	24.00	*24*	*24*
	XF4	9953.10	1.75	5687.49	2	4392.85	-6312.19	10080.34	1.0	4 Ø 8mm	2.00	24.00	24.00	35.6	576.0	576.0	20.00	24.00	*24*	*24*
	XF5	10032.60	1.75	5732.91	2	3396.20	-3264.41	9129.11	1.0	4 Ø 8mm	2.00	24.00	24.00	28.0	576.0	576.0	20.00	24.00	*24*	*24*
	XF6	7718.70	1.75	4410.69	2	1852.55	-3530.19	6263.24	1.0	4 Ø 8mm	2.00	24.00	24.00	5.1	576.0	576.0	20.00	24.00	*24*	*24*
	XF7	31440.90	1.50	19348.25	3	4041.87	6431.90	23390.11	0.8	4 Ø 8mm	2.00	24.00	24.00	177.2	576.0	576.0	20.00	24.00	*24*	*24*
	XF8	31465.69	1.50	19363.50	3	4082.57	6405.51	23446.07	0.8	4 Ø 8mm	2.00	24.00	24.00	177.7	576.0	576.0	20.00	24.00	*24*	*24*
	XF9	9360.90	1.75	5349.09	2	2461.15	-4718.89	7810.24	1.0	4 Ø 8mm	2.00	24.00	24.00	17.4	576.0	576.0	20.00	24.00	*24*	*24*
	XF10	9399.00	1.75	5370.86	2	1676.50	-1906.77	7047.36	1.0	4 Ø 8mm	2.00	24.00	24.00	11.3	576.0	576.0	20.00	24.00	*24*	*24*
	Y1	74931.90	3.48	18732.98	3	8117.77	8733.51	26850.74	1.0	4 Ø 8mm	2.00	24.00	24.00	169.8	576.0	576.0	20.00	24.00	*24*	*24*
	Y2	67033.93	3.48	16758.48	3	11832.63	702.65	28591.12	1.0	4 Ø 8mm	2.00	24.00	24.00	183.8	576.0	576.0	20.00	24.00	*24*	*24*
	Y3	66994.92	3.48	16748.73	3	11833.90	733.95	28582.63	1.0	4 Ø 8mm	2.00	24.00	24.00	183.7	576.0	576.0	20.00	24.00	*24*	*24*
	Y4	76917.07	3.48	19229.27	3	10142.43	6890.41	29371.70	1.0	4 Ø 8mm	2.00	24.00	24.00	190.0	576.0	576.0	20.00	24.00	*24*	*24*
	Y5	78849.50	3.48	19712.37	3	7468.17	10546.11	27180.54	1.0	4 Ø 8mm	2.00	24.00	24.00	172.5	576.0	576.0	20.00	24.00	*24*	*24*
3er	XF1	1644.90	1.75	939.94	2	1810.60	-3716.88	2750.54	1.0	4 Ø 8mm	2.00	24.00	24.00	-23.0	576.0	576.0	20.00	24.00	*24*	*24*
	XF2	5119.13	1.50	3150.23	3	1975.83	-3095.63	5126.06	0.8	4 Ø 8mm	2.00	24.00	24.00	-5.5	576.0	576.0	20.00	24.00	*24*	*24*
	XF3	5115.29	1.50	3147.87	3	1941.70	-3065.28	5089.57	0.8	4 Ø 8mm	2.00	24.00	24.00	-5.9	576.0	576.0	20.00	24.00	*24*	*24*
	XF4	3003.90	1.75	1716.51	2	2062.40	-3775.89	3778.91	1.0	4 Ø 8mm	2.00	24.00	24.00	-14.8	576.0	576.0	20.00	24.00	*24*	*24*
	XF5	3092.10	1.75	1766.91	2	1661.55	-2554.09	3428.46	1.0	4 Ø 8mm	2.00	24.00	24.00	-17.6	576.0	576.0	20.00	24.00	*24*	*24*
	XF6	1384.20	1.75	790.97	2	997.95	-3053.20	1788.92	1.0	4 Ø 8mm	2.00	24.00	24.00	-30.7	576.0	576.0	20.00	24.00	*24*	*24*
	XF7	4888.97	1.50	3008.60	3	2141.73	-3403.16	5150.33	0.8	4 Ø 8mm	2.00	24.00	24.00	-5.3	576.0	576.0	20.00	24.00	*24*	*24*
	XF8	4891.13	1.50	3009.93	3	2155.13	-3416.66	5165.06	0.8	4 Ø 8mm	2.00	24.00	24.00	-5.2	576.0	576.0	20.00	24.00	*24*	*24*
	XF9	2603.40	1.75	1487.66	2	1266.75	-3209.09	2754.41	1.0	4 Ø 8mm	2.00	24.00	24.00	-23.0	576.0	576.0	20.00	24.00	*24*	*24*
	XF10	2645.10	1.75	1511.49	2	884.85	-2032.81	2396.34	1.0	4 Ø 8mm	2.00	24.00	24.00	-25.9	576.0	576.0	20.00	24.00	*24*	*24*
	Y1	27161.75	3.48	6790.44	3	3794.97	2090.17	10585.40	1.0	4 Ø 8mm	2.00	24.00	24.00	39.7	576.0	576.0	20.00	24.00	*24*	*24*
	Y2	20320.74	3.48	5080.18	3	5693.37	-2219.48	10773.55	1.0	4 Ø 8mm	2.00	24.00	24.00	41.2	576.0	576.0	20.00	24.00	*24*	*24*
	Y3	20426.08	3.48	5106.52	3	5695.27	-2205.10	10801.79	1.0	4 Ø 8mm	2.00	24.00	24.00	41.4	576.0	576.0	20.00	24.00	*24*	*24*
	Y4	27742.12	3.48	6935.53	3	4573.33	1331.00	11508.86	1.0	4 Ø 8mm	2.00	24.00	24.00	47.0	576.0	576.0	20.00	24.00	*24*	*24*
	Y5	27939.64	3.48	6984.91	3	3545.93	2608.20	10530.84	1.0	4 Ø 8mm	2.00	24.00	24.00	39.2	576.0	576.0	20.00	24.00	*24*	*24*

Tabla 196

Diseño de sección de columna interna en Muros no Agrietados – 2do y 3er Nivel.

Nivel	Muro	M (kgf-m)	Long. de Paño Mayor, Lm (m)	F (kgf)	# de Col. Nc	Pc (kgf)	T (kgf)	C (kgf)	δ	Arreglo	As min (cm²)	Ancho de Col. t (cm)	Largo mín. de Col. b (cm)	An (cm²)	Amin Col. (cm²)	Areq (cm²)	bn (cm)	b Calculado (cm)	b Real (cm)	t Real (cm)
2do	XF1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	XF2	32456.00	1.50	19972.92	3	5630.93	14341.99	25603.86	1.0	4 Ø 8mm	2.00	24.00	24.00	159.9	576.0	576.0	20.00	24.00	***24***	***24***
	XF3	32442.59	1.50	19964.67	3	5574.50	14390.17	25539.17	1.0	4 Ø 8mm	2.00	24.00	24.00	159.3	576.0	576.0	20.00	24.00	***24***	***24***
	XF4	-	-		-	-	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-	-	-	-
	XF5	-	-		-	-	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-	-	-	-
	XF6	-	-		-	-	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-	-	-	-
	XF7	31440.90	1.50	19348.25	3	4041.87	15306.38	23390.11	1.0	4 Ø 8mm	2.00	24.00	24.00	142.1	576.0	576.0	20.00	24.00	***24***	***24***
	XF8	31465.69	1.50	19363.50	3	4082.57	15280.93	23446.07	1.0	4 Ø 8mm	2.00	24.00	24.00	142.6	576.0	576.0	20.00	24.00	***24***	***24***
	XF9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	XF10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Y1	74931.90	3.48	18732.98	3	8117.77	10615.21	26850.74	0.8	4 Ø 8mm	2.00	24.00	24.00	211.8	576.0	576.0	20.00	24.00	***24***	***24***
	Y2	67033.93	3.48	16758.48	3	11832.63	4925.85	28591.12	0.8	4 Ø 8mm	2.00	24.00	24.00	229.2	576.0	576.0	20.00	24.00	***24***	***24***
	Y3	66994.92	3.48	16748.73	3	11833.90	4914.83	28582.63	0.8	4 Ø 8mm	2.00	24.00	24.00	229.1	576.0	576.0	20.00	24.00	***24***	***24***
	Y4	76917.07	3.48	19229.27	3	10142.43	9086.84	29371.70	0.8	4 Ø 8mm	2.00	24.00	24.00	237.0	576.0	576.0	20.00	24.00	***24***	***24***
	Y5	78849.50	3.48	19712.37	3	7468.17	12244.21	27180.54	0.8	4 Ø 8mm	2.00	24.00	24.00	215.1	576.0	576.0	20.00	24.00	***24***	***24***
3er	XF1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	XF2	5119.13	1.50	3150.23	3	1975.83	1174.40	5126.06	1.0	4 Ø 8mm	2.00	24.00	24.00	-4.0	576.0	576.0	20.00	24.00	***24***	***24***
	XF3	5115.29	1.50	3147.87	3	1941.70	1206.17	5089.57	1.0	4 Ø 8mm	2.00	24.00	24.00	-4.3	576.0	576.0	20.00	24.00	***24***	***24***
	XF4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	XF5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	XF6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	XF7	4888.97	1.50	3008.60	3	2141.73	866.86	5150.33	1.0	4 Ø 8mm	2.00	24.00	24.00	-3.8	576.0	576.0	20.00	24.00	***24***	***24***
	XF8	4891.13	1.50	3009.93	3	2155.13	854.79	5165.06	1.0	4 Ø 8mm	2.00	24.00	24.00	-3.7	576.0	576.0	20.00	24.00	***24***	***24***
	XF9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	XF10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Y1	27161.75	3.48	6790.44	3	3738.50	2995.47	10585.40	0.8	4 Ø 8mm	2.00	24.00	24.00	49.1	576.0	576.0	20.00	24.00	***24***	***24***
	Y2	20320.74	3.48	5080.18	3	5438.67	-613.18	10773.55	0.8	4 Ø 8mm	2.00	24.00	24.00	51.0	576.0	576.0	20.00	24.00	***24***	***24***
	Y3	20426.08	3.48	5106.52	3	5450.20	-588.75	10801.79	0.8	4 Ø 8mm	2.00	24.00	24.00	51.2	576.0	576.0	20.00	24.00	***24***	***24***
	Y4	27742.12	3.48	6935.53	3	4588.07	2362.20	11508.86	0.8	4 Ø 8mm	2.00	24.00	24.00	58.3	576.0	576.0	20.00	24.00	***24***	***24***
	Y5	27939.64	3.48	6984.91	3	3507.93	3438.98	10530.84	0.8	4 Ø 8mm	2.00	24.00	24.00	48.5	576.0	576.0	20.00	24.00	***24***	***24***

Nota: Elaboración Propia.

Tabla 197

Diseño de acero longitudinal en columnas extremas de Muros no Agrietados – 2do y 3er Nivel.

COLUMNA EXTREMA													
Nivel	**Muro**	**Ac (cm²)**	**An (cm²)**	**Ast (cm²)**	$\frac{0.1 * f'_c * A_c}{f_y}$ **(cm²)**	**As-requerida (cm²)**	**# de Varillas Long. (1)**	**Diám. de Varilla Long. (1)**	**# de Varillas Long. (2)**	**Diám. de Varilla Long. (2)**	**Arreglo As Longitudinal**	**As-colocado (cm²)**	
2do	**XF1**	576.00	400.00	0.00	2.88	***2.88***	4.0	Ø 1/2"	-	-	***4 Ø 1/2"***	***5.16***	***OK***
	XF2	576.00	400.00	1.45	2.88	***2.88***	4.0	Ø 1/2"	-	-	***4 Ø 1/2"***	***5.16***	***OK***
	XF3	576.00	400.00	1.46	2.88	***2.88***	4.0	Ø 1/2"	-	-	***4 Ø 1/2"***	***5.16***	***OK***
	XF4	576.00	400.00	0.00	2.88	***2.88***	4.0	Ø 1/2"	-	-	***4 Ø 1/2"***	***5.16***	***OK***
	XF5	576.00	400.00	0.00	2.88	***2.88***	4.0	Ø 1/2"	-	-	***4 Ø 1/2"***	***5.16***	***OK***
	XF6	576.00	400.00	0.00	2.88	***2.88***	4.0	Ø 1/2"	-	-	***4 Ø 1/2"***	***5.16***	***OK***
	XF7	576.00	400.00	1.70	2.88	***2.88***	4.0	Ø 1/2"	-	-	***4 Ø 1/2"***	***5.16***	***OK***
	XF8	576.00	400.00	1.69	2.88	***2.88***	4.0	Ø 1/2"	-	-	***4 Ø 1/2"***	***5.16***	***OK***
	XF9	576.00	400.00	0.00	2.88	***2.88***	4.0	Ø 1/2"	-	-	***4 Ø 1/2"***	***5.16***	***OK***
	XF10	576.00	400.00	0.00	2.88	***2.88***	4.0	Ø 1/2"	-	-	***4 Ø 1/2"***	***5.16***	***OK***
	Y1	576.00	400.00	2.31	2.88	***2.88***	4.0	Ø 1/2"	-	-	***4 Ø 1/2"***	***5.16***	***OK***
	Y2	576.00	400.00	0.19	2.88	***2.88***	4.0	Ø 1/2"	-	-	***4 Ø 1/2"***	***5.16***	***OK***
	Y3	576.00	400.00	0.19	2.88	***2.88***	4.0	Ø 1/2"	-	-	***4 Ø 1/2"***	***5.16***	***OK***
	Y4	576.00	400.00	1.82	2.88	***2.88***	4.0	Ø 1/2"	-	-	***4 Ø 1/2"***	***5.16***	***OK***
	Y5	576.00	400.00	2.79	2.88	***2.88***	4.0	Ø 1/2"	-	-	***4 Ø 1/2"***	***5.16***	***OK***
3er	**XF1**	576.00	400.00	0.00	2.88	***2.88***	4.0	Ø 1/2"	-	-	***4 Ø 1/2"***	***5.16***	***OK***
	XF2	576.00	400.00	0.00	2.88	***2.88***	4.0	Ø 1/2"	-	-	***4 Ø 1/2"***	***5.16***	***OK***
	XF3	576.00	400.00	0.00	2.88	***2.88***	4.0	Ø 1/2"	-	-	***4 Ø 1/2"***	***5.16***	***OK***
	XF4	576.00	400.00	0.00	2.88	***2.88***	4.0	Ø 1/2"	-	-	***4 Ø 1/2"***	***5.16***	***OK***
	XF5	576.00	400.00	0.00	2.88	***2.88***	4.0	Ø 1/2"	-	-	***4 Ø 1/2"***	***5.16***	***OK***
	XF6	576.00	400.00	0.00	2.88	***2.88***	4.0	Ø 1/2"	-	-	***4 Ø 1/2"***	***5.16***	***OK***
	XF7	576.00	400.00	0.00	2.88	***2.88***	4.0	Ø 1/2"	-	-	***4 Ø 1/2"***	***5.16***	***OK***
	XF8	576.00	400.00	0.00	2.88	***2.88***	4.0	Ø 1/2"	-	-	***4 Ø 1/2"***	***5.16***	***OK***
	XF9	576.00	400.00	0.00	2.88	***2.88***	4.0	Ø 1/2"	-	-	***4 Ø 1/2"***	***5.16***	***OK***
	XF10	576.00	400.00	0.00	2.88	***2.88***	4.0	Ø 1/2"	-	-	***4 Ø 1/2"***	***5.16***	***OK***
	Y1	576.00	400.00	0.55	2.88	***2.88***	4.0	Ø 1/2"	-	-	***4 Ø 1/2"***	***5.16***	***OK***
	Y2	576.00	400.00	0.00	2.88	***2.88***	4.0	Ø 1/2"	-	-	***4 Ø 1/2"***	***5.16***	***OK***
	Y3	576.00	400.00	0.00	2.88	***2.88***	4.0	Ø 1/2"	-	-	***4 Ø 1/2"***	***5.16***	***OK***
	Y4	576.00	400.00	0.35	2.88	***2.88***	4.0	Ø 1/2"	-	-	***4 Ø 1/2"***	***5.16***	***OK***
	Y5	576.00	400.00	0.69	2.88	***2.88***	4.0	Ø 1/2"	-	-	***4 Ø 1/2"***	***5.16***	***OK***

Nota: Elaboración Propia.

Tabla 198

Diseño de acero longitudinal y estribos de vigas soleras en Muros no Agrietados – 2do y 3er Nivel.

Nivel	Muro	b (cm)	h (cm)	Ts (Kg)	$A_s = \frac{T_s}{\emptyset * f_y}$ (cm²)	$A_s = \frac{0.1 * f'_c * A_{CS}}{f_y}$ (cm²)	As Requerida (cm²)	Arreglo	As-colocado (cm²)		Av (cm²)		Arreglo As Estribos
2do	XF1	24	20	9918.45	2.62	2.40	2.62	4 Ø 3/8"	2.84	OK	Ø 6mm	0.28	[] Ø 6mm = 1@5cm,4@10cm,rto@25 cm
	XF2	24	20	11951.86	3.16	2.40	3.16	4 Ø 1/2"	5.16	OK	Ø 6mm	0.28	[] Ø 6mm = 1@5cm,4@10cm,rto@25 cm
	XF3	24	20	11937.79	3.16	2.40	3.16	4 Ø 1/2"	5.16	OK	Ø 6mm	0.28	[] Ø 6mm = 1@5cm,4@10cm,rto@25 cm
	XF4	24	20	12196.20	3.23	2.40	3.23	4 Ø 1/2"	5.16	OK	Ø 6mm	0.28	[] Ø 6mm = 1@5cm,4@10cm,rto@25 cm
	XF5	24	20	12121.65	3.21	2.40	3.21	4 Ø 1/2"	5.16	OK	Ø 6mm	0.28	[] Ø 6mm = 1@5cm,4@10cm,rto@25 cm
	XF6	24	20	8857.50	2.34	2.40	2.40	4 Ø 3/8"	2.84	OK	Ø 6mm	0.28	[] Ø 6mm = 1@5cm,4@10cm,rto@25 cm
	XF7	24	20	11385.07	3.01	2.40	3.01	4 Ø 1/2"	5.16	OK	Ø 6mm	0.28	[] Ø 6mm = 1@5cm,4@10cm,rto@25 cm
	XF8	24	20	11385.39	3.01	2.40	3.01	4 Ø 1/2"	5.16	OK	Ø 6mm	0.28	[] Ø 6mm = 1@5cm,4@10cm,rto@25 cm
	XF9	24	20	11294.70	2.99	2.40	2.99	4 Ø 1/2"	5.16	OK	Ø 6mm	0.28	[] Ø 6mm = 1@5cm,4@10cm,rto@25 cm
	XF10	24	20	11178.75	2.96	2.40	2.96	4 Ø 1/2"	5.16	OK	Ø 6mm	0.28	[] Ø 6mm = 1@5cm,4@10cm,rto@25 cm
	Y1	24	20	19027.30	5.03	2.40	5.03	4 Ø 1/2"	5.16	OK	Ø 6mm	0.28	[] Ø 6mm = 1@5cm,4@10cm,rto@25 cm
	Y2	24	20	18929.66	5.01	2.40	5.01	4 Ø 1/2"	5.16	OK	Ø 6mm	0.28	[] Ø 6mm = 1@5cm,4@10cm,rto@25 cm
	Y3	24	20	18892.02	5.00	2.40	5.00	4 Ø 1/2"	5.16	OK	Ø 6mm	0.28	[] Ø 6mm = 1@5cm,4@10cm,rto@25 cm
	Y4	24	20	19583.52	5.15	2.40	5.15	4 Ø 1/2"	5.16	OK	Ø 6mm	0.28	[] Ø 6mm = 1@5cm,4@10cm,rto@25 cm
	Y5	24	20	18315.96	4.85	2.40	4.85	4 Ø 1/2"	5.16	OK	Ø 6mm	0.28	[] Ø 6mm = 1@5cm,4@10cm,rto@25 cm
3er	XF1	24	20	3221.85	0.85	2.40	2.40	4 Ø 3/8"	2.84	OK	Ø 6mm	0.28	[] Ø 6mm = 1@5cm,4@10cm,rto@25 cm
	XF2	24	20	4363.92	1.15	2.40	2.40	4 Ø 3/8"	2.84	OK	Ø 6mm	0.28	[] Ø 6mm = 1@5cm,4@10cm,rto@25 cm
	XF3	24	20	4346.71	1.15	2.40	2.40	4 Ø 3/8"	2.84	OK	Ø 6mm	0.28	[] Ø 6mm = 1@5cm,4@10cm,rto@25 cm
	XF4	24	20	5928.30	1.57	2.40	2.40	4 Ø 3/8"	2.84	OK	Ø 6mm	0.28	[] Ø 6mm = 1@5cm,4@10cm,rto@25 cm
	XF5	24	20	5753.85	1.52	2.40	2.40	4 Ø 3/8"	2.84	OK	Ø 6mm	0.28	[] Ø 6mm = 1@5cm,4@10cm,rto@25 cm
	XF6	24	20	2474.40	0.65	2.40	2.40	4 Ø 3/8"	2.84	OK	Ø 6mm	0.28	[] Ø 6mm = 1@5cm,4@10cm,rto@25 cm
	XF7	24	20	4091.44	1.08	2.40	2.40	4 Ø 3/8"	2.84	OK	Ø 6mm	0.28	[] Ø 6mm = 1@5cm,4@10cm,rto@25 cm
	XF8	24	20	4080.19	1.08	2.40	2.40	4 Ø 3/8"	2.84	OK	Ø 6mm	0.28	[] Ø 6mm = 1@5cm,4@10cm,rto@25 cm
	XF9	24	20	5253.45	1.39	2.40	2.40	4 Ø 3/8"	2.84	OK	Ø 6mm	0.28	[] Ø 6mm = 1@5cm,4@10cm,rto@25 cm
	XF10	24	20	5064.90	1.34	2.40	2.40	4 Ø 3/8"	2.84	OK	Ø 6mm	0.28	[] Ø 6mm = 1@5cm,4@10cm,rto@25 cm
	Y1	24	20	9098.91	2.41	2.40	2.41	4 Ø 3/8"	2.84	OK	Ø 6mm	0.28	[] Ø 6mm = 1@5cm,4@10cm,rto@25 cm
	Y2	24	20	9471.13	2.51	2.40	2.51	4 Ø 3/8"	2.84	OK	Ø 6mm	0.28	[] Ø 6mm = 1@5cm,4@10cm,rto@25 cm
	Y3	24	20	9497.73	2.51	2.40	2.51	4 Ø 3/8"	2.84	OK	Ø 6mm	0.28	[] Ø 6mm = 1@5cm,4@10cm,rto@25 cm
	Y4	24	20	9649.54	2.55	2.40	2.55	4 Ø 3/8"	2.84	OK	Ø 6mm	0.28	[] Ø 6mm = 1@5cm,4@10cm,rto@25 cm
	Y5	24	20	8508.91	2.25	2.40	2.40	4 Ø 3/8"	2.84	OK	Ø 6mm	0.28	[] Ø 6mm = 1@5cm,4@10cm,rto@25 cm

Nota: Elaboración Propia.

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Para las columnas intermedias se consideró el acero mínimo. A continuación, se presenta el cuadro resumen de las columnas y vigas de confinamientos de cada uno de los muros, con sus respectivos aceros longitudinales y distribución de estribos.

Tabla 199

Cuadro resumen de Columnas de Confinamiento.

MUROS	NIVEL	UBICACIÓN	DIM.	REFUERZO LONGITUDINAL	DIST. DE ESTRIBOS
XF1, XF2, XF3, XF4, XF5, XF6, XF7, XF8, XF9, XF10	Primer Nivel	Extrema	24X24	*4 Ø 1/2"*	*[] Ø 6mm = 9@5cm,2@10cm,rto@25 cm*
			24X24	*4 Ø 1/2"*	*[] Ø 6mm = 9@5cm,2@10cm,rto@25 cm*
		Interna	24X24	*4 Ø 1/2"*	*[] Ø 6mm = 9@5cm,2@10cm,rto@25 cm*
	Segundo Nivel	Extrema	24X24	*4 Ø 1/2"*	[] Ø 6mm = 1@5cm,4@10cm,rto@25 cm
			24X24	*4 Ø 1/2"*	[] Ø 6mm = 1@5cm,4@10cm,rto@25 cm
		Interna	24X24	*4 Ø 3/8"*	[] Ø 6mm = 1@5cm,4@10cm,rto@25 cm
	Tercer Nivel	Extrema	24X24	*4 Ø 1/2"*	[] Ø 6mm = 1@5cm,4@10cm,rto@25 cm
			24X24	*4 Ø 1/2"*	[] Ø 6mm = 1@5cm,4@10cm,rto@25 cm
		Interna	24X24	*4 Ø 3/8"*	[] Ø 6mm = 1@5cm,4@10cm,rto@25 cm
Y1, Y2, Y3, Y4, Y5	Primer Nivel	Extrema	24X24	*4 Ø 1/2"*	*[] Ø 6mm = 9@5cm,2@10cm,rto@25 cm*
			24X24	*4 Ø 1/2"*	*[] Ø 6mm = 9@5cm,2@10cm,rto@25 cm*
		Interna	24X24	*4 Ø 5/8"*	*[] Ø 6mm = 9@5cm,2@10cm,rto@25 cm*
	Segundo Nivel	Extrema	24X24	*4 Ø 1/2"*	*[] Ø 6mm = 1@5cm,4@10cm,rto@25 cm*
			24X24	*4 Ø 1/2"*	*[] Ø 6mm = 1@5cm,4@10cm,rto@25 cm*
		Interna	24X24	*4 Ø 3/8"*	*[] Ø 6mm = 1@5cm,4@10cm,rto@25 cm*
	Tercer Nivel	Extrema	24X24	*4 Ø 1/2"*	*[] Ø 6mm = 1@5cm,4@10cm,rto@25 cm*
			24X24	*4 Ø 1/2"*	*[] Ø 6mm = 1@5cm,4@10cm,rto@25 cm*
		Interna	24X24	*4 Ø 3/8"*	*[] Ø 6mm = 1@5cm,4@10cm,rto@25 cm*

Nota: Elaboración Propia.

Tabla 200

Cuadro resumen de Vigas Soleras.

MUROS	NIVEL	DIM.	REFUERZO LONGITUDINAL	DIST. DE ESTRIBOS
XF1, XF2, XF3, XF4, XF5, XF6, XF7, XF8, XF9, XF10	Primer Nivel	24X20	*4 Ø 1/2"*	*[] Ø 6mm = 1@5cm,4@10cm,rto@25 cm*
	Segundo Nivel	24X20	*4 Ø 1/2"*	*[] Ø 6mm = 1@5cm,4@10cm,rto@25 cm*
	Tercer Nivel	24X20	*4 Ø 3/8"*	*[] Ø 6mm = 1@5cm,4@10cm,rto@25 cm*
Y1, Y2, Y3, Y4, Y5	Primer Nivel	24X20	*4 Ø 1/2" + 1 Ø 3/8"*	*[] Ø 6mm = 1@5cm,4@10cm,rto@25 cm*
	Segundo Nivel	24X20	*4 Ø 1/2"*	*[] Ø 6mm = 1@5cm,4@10cm,rto@25 cm*
	Tercer Nivel	24X20	*4 Ø 3/8"*	*[] Ø 6mm = 1@5cm,4@10cm,rto@25 cm*

Nota: Elaboración Propia.

5.9.3.6. Distribución Final de columnas de confinamiento y vigas soleras

Se hiso una simplificación de tipos de elementos de confinamiento (columnas y vigas soleras) con la finalidad de cumplir con el mínimo requerido y facilitar la construcción.

Según la distribución de columnas, las columnas extremas de los muros Y1, Y2, Y3, Y4, Y5; coinciden con las columnas internas de los muros XF2, XF3, XF7, XF8 y las columnas algunas columnas extremas de los muros XF1, XF4, XF5, XF6, XF9, XF10. En

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

este caso se tomará la dimensión que aporte mayor dimensión y mayor área de refuerzo longitudinal.

También se tendrá en cuenta que las vigas en voladizo que tienen continuidad con las vigas soleras de los muros orientados en la dirección YY, tienen un peralte mayor al de la losa de piso, por lo que, a las columnas de confinamiento que se unan con estas vigas, se le dará un ancho mayor a su diseño original, con la finalidad de que el acero longitudinal de la viga en voladizo tenga una correcta longitud de desarrollo.

Tabla 201

Distribución final de Columnas de Confinamiento y Vigas Soleras por nivel.

CUADRO DE COLUMNAS DE CONFINAMIENTO				
NIVEL	DETALLE DE COLUMNA	CT1	CT2	CT3
3	SECCIÓN Ø []		24X24 4 Ø 1/2" TIPO 2	24X24 4 Ø 3/8" TIPO 2
2	SECCIÓN Ø []		24X24 4 Ø 1/2" TIPO 2	24X24 4 Ø 3/8" TIPO 2
1	SECCIÓN Ø []	24X24 4 Ø 5/8" TIPO 1	24X24 4 Ø 1/2" TIPO 1	

DESCRIPCIÓN	DIST. DE ESTRIBOS – COLUMNA
Tipo 1	[] Ø 6mm = 9@5cm,2@10cm,rto@25 cm
Tipo 2	[] Ø 6mm = 1@5cm,4@10cm,rto@25 cm

CUADRO DE VIGAS SOLERAS				
NIVEL	DETALLE DE VIGAS SOLERAS	VS-1	VS-2	VS-3
3	SECCIÓN Ø []			24X20 4 Ø 3/8" TIPO 1
2	SECCIÓN Ø []		24X20 4 Ø 1/2" TIPO 1	
1	SECCIÓN Ø []	24X20 4 Ø 1/2" + 1 Ø 3/8" TIPO 1	24X20 4 Ø 1/2" TIPO 1	

DESCRIPCIÓN	DIST. DE ESTRIBOS – COLUMNA
Tipo 1	[] Ø 6mm = 1@5cm,4@10cm,rto@25 cm

Nota: Elaboración Propia.

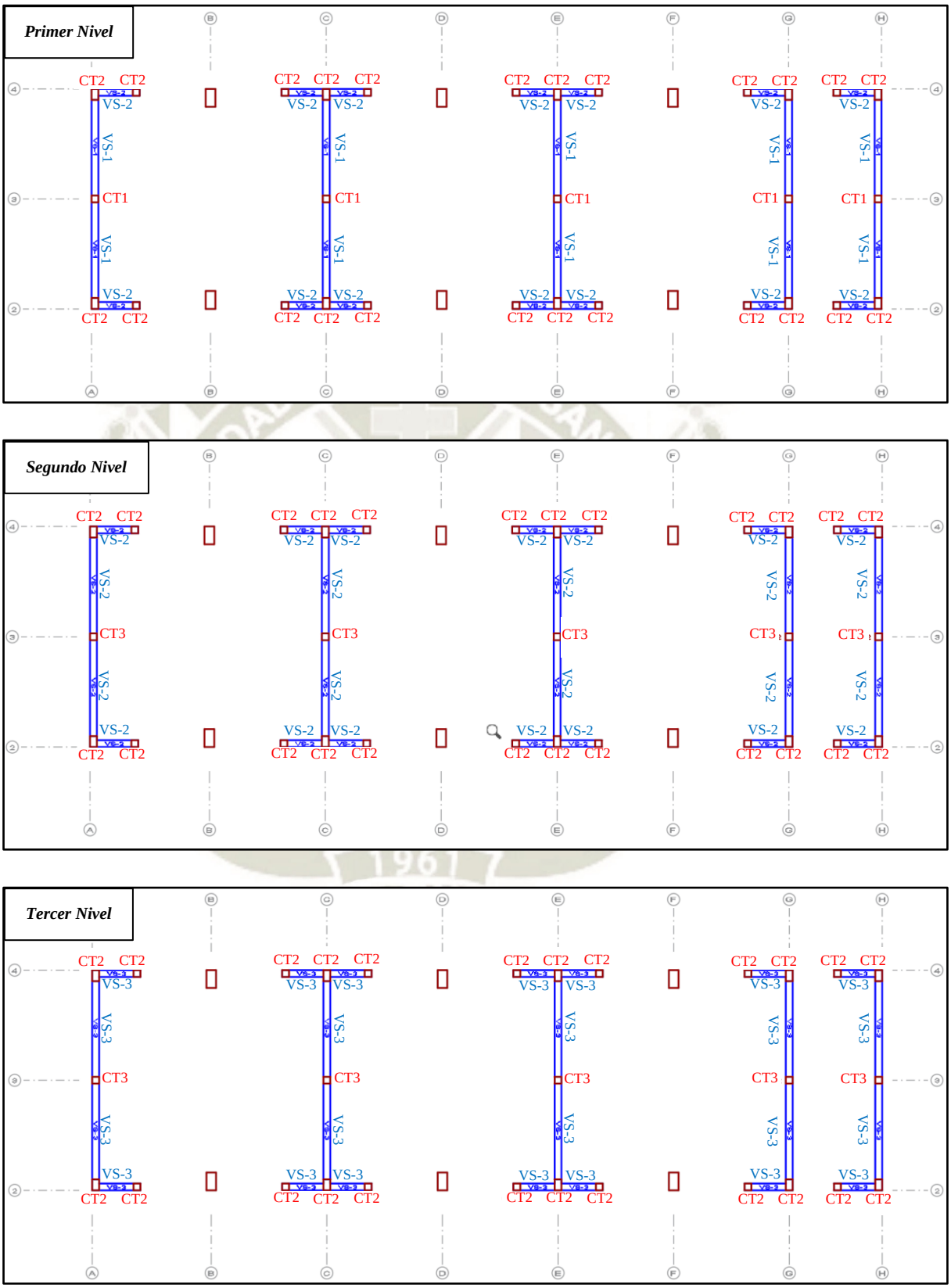
Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Figura 169

Distribución en planta de columnas de confinamiento y vigas.



Nota: Software ETABS.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

5.9.4. Diseño de Columna

Se hizo la verificación de las nuevas cargas actuantes en la columna de 35x65 anteriormente propuesta en el diseño de concreto armado. Se encontró que las cargas se incrementaban ligeramente pero no superaban las fuerzas internas resistentes de esta columna, por lo que las dimensiones y acero de refuerzo propuesto, son correctos.

5.9.4.1. Determinación de las cargas actuantes y Combinaciones de diseño

Tabla 202

Fuerzas internas en C1 - edificación de Albañilería con Fibra.

TABLE: Column Forces								
Story	Column	Load Case/Combo	P	V2	V3	T	M2	M3
			tonf	tonf	tonf	tonf-m	tonf-m	tonf-m
TECHO 01	C1	Dead	-48.258	-0.019	-0.559	0.001	-0.756	-0.017
TECHO 01	C1	Live	-16.754	-0.005	-0.227	0.000	-0.326	-0.003
TECHO 01	C1	Sis.Dis.XX	1.810	5.212	0.397	0.017	0.766	7.858
TECHO 01	C1	Sis.Dis.YY	10.067	0.136	4.545	0.033	9.034	0.198

Nota: Software ETABS.

Tabla 203

Combinaciones de carga para la columna C1 - Albañilería con Fibra.

DIRECCIÓN XX				
TIP. CARGA	*COMB.*	*P*	*M22*	*M33*
		tonf	*tonf*m*	*tonf*m*
C. GRAVEDAD	U1=1.4CM+1.7CV	100.088	-1.676	-0.033
SIS-XX POSITIVO	U2=1.25(CM+CV)+SXDiseño	86.049	-0.634	7.830
	U3=1.25(CM+CV)-SXDiseño	82.430	-2.165	-7.886
	U4=0.9CM+SXDiseño	45.241	0.085	7.843
	U5=0.9CM-SXDiseño	41.622	-1.446	-7.874
SIS-XX NEGATIVO	U2=1.25(CM+CV)+SXDiseño	86.049	0.634	-7.830
	U3=1.25(CM+CV)-SXDiseño	82.430	2.165	7.886
	U4=0.9CM+SXDiseño	45.241	-0.085	-7.843
	U5=0.9CM-SXDiseño	41.622	1.446	7.874

DIRECIÓN YY				
TIP. CARGA	*COMB.*	*P*	*M22*	*M33*
		tonf	*tonf*m*	*tonf*m*
C. GRAVEDAD	U1=1.4CM+1.7CV	100.088	-1.676	-0.033
SIS-YY POSITIVO	U6=1.25(CM+CV)+SYDiseño	94.307	7.635	0.170
	U7=1.25(CM+CV)-SYDiseño	74.172	-10.434	-0.225
	U8=0.9CM+SYDiseño	53.499	8.354	0.182
	U9=0.9CM-SYDiseño	33.365	-9.715	-0.213
SIS-YY NEGATIVO	U6=1.25(CM+CV)+SYDiseño	94.307	-7.635	-0.170
	U7=1.25(CM+CV)-SYDiseño	74.172	10.434	0.225
	U8=0.9CM+SYDiseño	53.499	-8.354	-0.182
	U9=0.9CM-SYDiseño	33.365	9.715	0.213

Nota: Elaboración propia.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

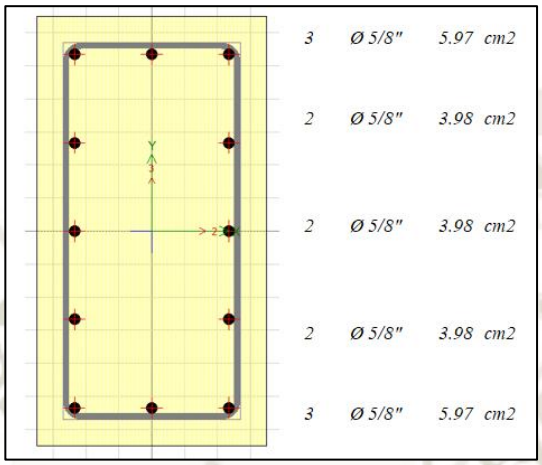
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

5.9.4.2. Diagrama de Iteración

Como no se cambió la sección de la columna ni sus refuerzos, el diagrama de iteración sigue siendo el mismo, por lo que únicamente quedaría verificar que las cargas actuantes estén dentro del diagrama.

Figura 170

Sección propuesta para la Columna C1.



NOTA: Elaboración propia.

b = 35 cm

h = 65 cm

b x h = 2275.00 cm2

As máx = 136.50 cm2

As mín = 22.75 cm2

As col = 23.88 cm2

Tabla 204

Cargas de compresión/tracción y momentos nominales para la columna C1.

Point	M33			
	0°		180°	
	ØPn	ØMn	ØPn	ØMn
1	281.458	0.000	281.458	0
2	281.458	6.0935	281.458	-6.0935
3	279.6813	9.4257	279.6813	-9.4257
4	251.2108	12.3094	251.2108	-12.3094
5	221.5131	14.6293	221.5131	-14.6293
6	190.0693	16.4346	190.0693	-16.4346
7	156.0198	17.8068	156.0198	-17.8068
8	117.5591	18.8009	117.5591	-18.8009
9	103.0124	19.3358	103.0124	-19.3358
10	84.6803	19.7096	84.6803	-19.7096
11	56.5691	18.6611	56.5691	-18.6611
12	23.9365	15.183	23.9365	-15.183
13	-17.7303	10.1799	-17.7303	-10.1799
14	-68.7281	3.617	-68.7281	-3.617
15	-90.72	0	-90.72	0

Point	M22			
	90°		270°	
	ØPn	ØMn	ØPn	ØMn
1	281.458	0	281.458	0
2	281.458	10.9727	281.458	-10.9727
3	281.458	16.917	281.458	-16.917
4	256.5335	22.0654	256.5335	-22.0654
5	229.009	26.1674	229.009	-26.1674
6	199.4569	29.4585	199.4569	-29.4585
7	167.7177	31.9686	167.7177	-31.9686
8	133.1881	33.8596	133.1881	-33.8596
9	115.3473	35.986	115.3473	-35.986
10	94.8836	37.8834	94.8836	-37.8834
11	67.2737	37.0354	67.2737	-37.0354
12	32.5473	31.2819	32.5473	-31.2819
13	-6.9137	23.1312	-6.9137	-23.1312
14	-48.8475	12.069	-48.8475	-12.069
15	-90.72	0	-90.72	0

Nota: Elaboración propia.

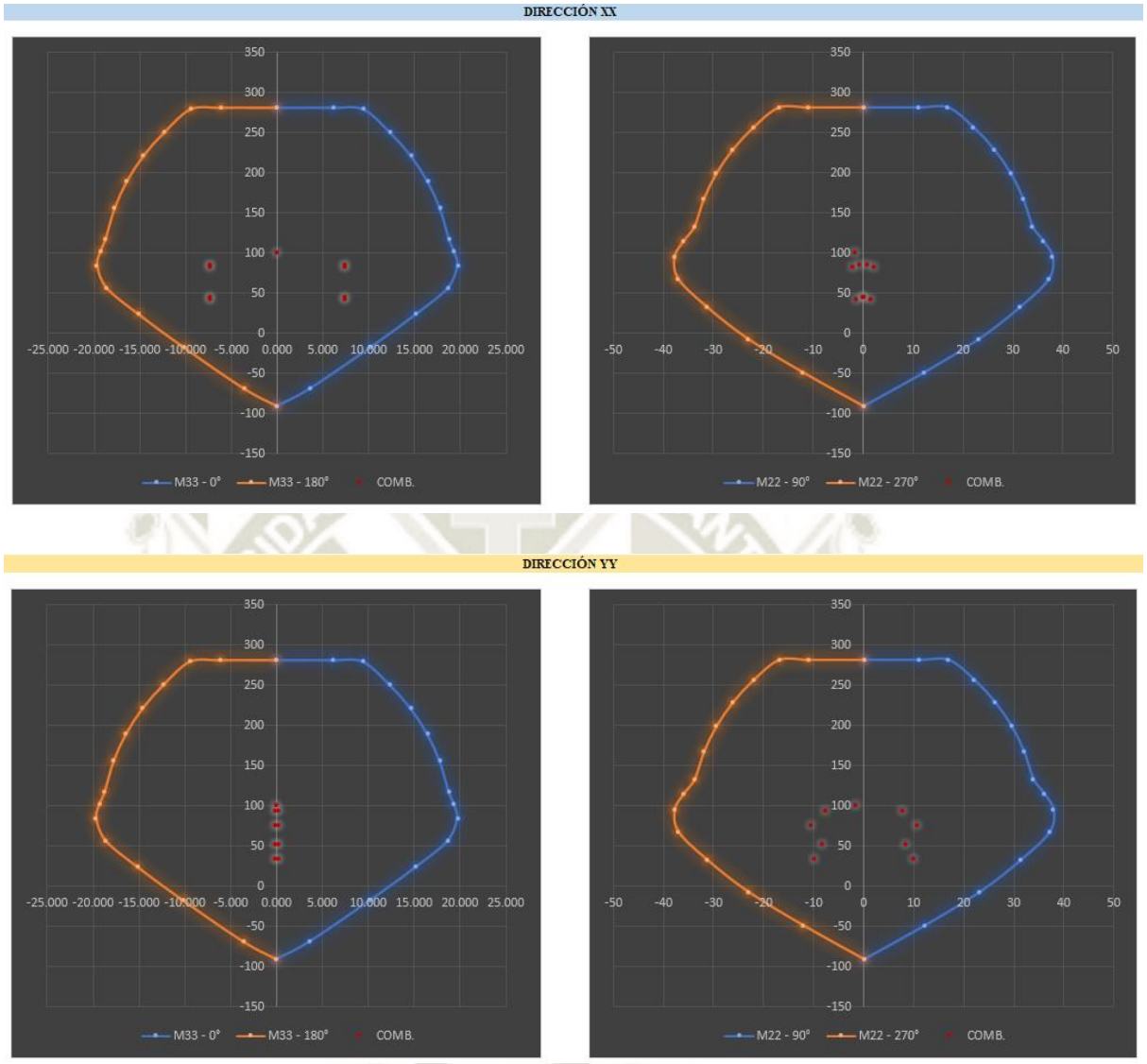
Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Figura 171

Verificación de las nuevas combinaciones de carga en los diagramas de Iteración - Columna C1.



Nota: Elaboración propia.

Como se puede observar, todos los puntos provenientes de las combinaciones de carga se encuentran dentro de los diagramas de iteración, lo que indica que el refuerzo propuesto es correcto.

5.9.4.3. Diseño por cortante

Datos:

Alt. Libre =	*3.00*	*m*
b =	*35*	*cm*

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

h =	*65*	*cm*
r =	*4*	*cm*
d =	*61*	*cm*
f'c =	*210*	*kgf/cm2*
fy =	*4200*	*kgf/cm2*
Øc =	*0.85*	
[] =	*Ø 3/8"*	
As[] =	*0.71*	*cm2*
N° de Ramas de [] =	*2*	

Reemplazando los datos en la fórmula que aparece en el punto 5.8.5.3, se calculó la resistencia del concreto al cortante.

$$V_c = 18.88\ tnf$$

La cortante última "Vu" actuante es la producida por la combinación de cargas en la dirección YY:

Tabla 205

Fuerzas cortantes producidas por las combinaciones de cargas.

TIP. CARGA	*COMB.*	*V2*	*V3*
		tonf	*tonf*
C. GRAVEDAD	U1=1.4CM+1.7CV	-0.038	-1.221
SIS-XX	U2=1.25(CM+CV)+SXDiseño	5.180	-0.625
	U3=1.25(CM+CV)-SXDiseño	-5.245	-1.418
	U4=0.9CM+SXDiseño	5.195	-0.107
	U5=0.9CM-SXDiseño	-5.229	-0.900
SIS-YY	U6=1.25(CM+CV)+SYDiseño	0.104	3.524
	U7=1.25(CM+CV)-SYDiseño	**-0.168**	**-5.567**
	U8=0.9CM+SYDiseño	0.119	4.042
	U9=0.9CM-SYDiseño	-0.153	-5.048

Nota: Elaboración propia.

V_u=5.567 tnf

Como se pudo observar, la resistencia al cortante "Vc" es mayor a la cortante última "Vu", por lo que se procede a colocar la distribución mínima de estribos que aparece en el punto 5.8.5.3.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

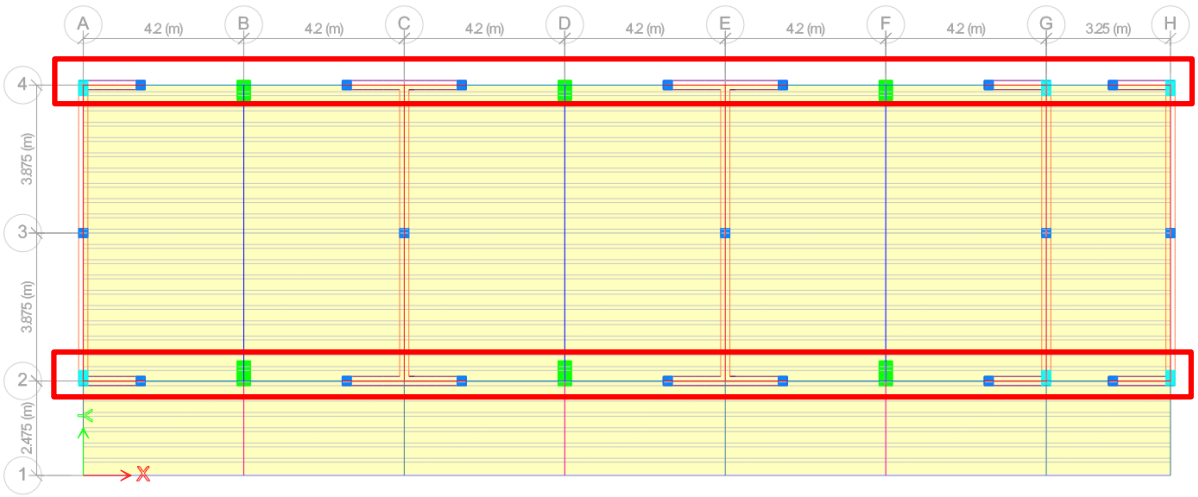
REPOSITORIO DE TESIS UCSM
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

5.9.5. Diseño de Vigas

5.9.5.1 Diseño por Flexión

Para esta edificación con diseño de albañilería con fibra, únicamente se modificaron los peraltes de las vigas ubicadas en el eje 2 que fueron las mismas para el eje 4, ya que las fuerzas producidas por sismo en la dirección XX, se ha incrementado debido al sistema estructural. Las dimensiones que se propondrán serán de 24x50.

Figura 172
Diseño de las vigas del "eje 2" y "eje 4".

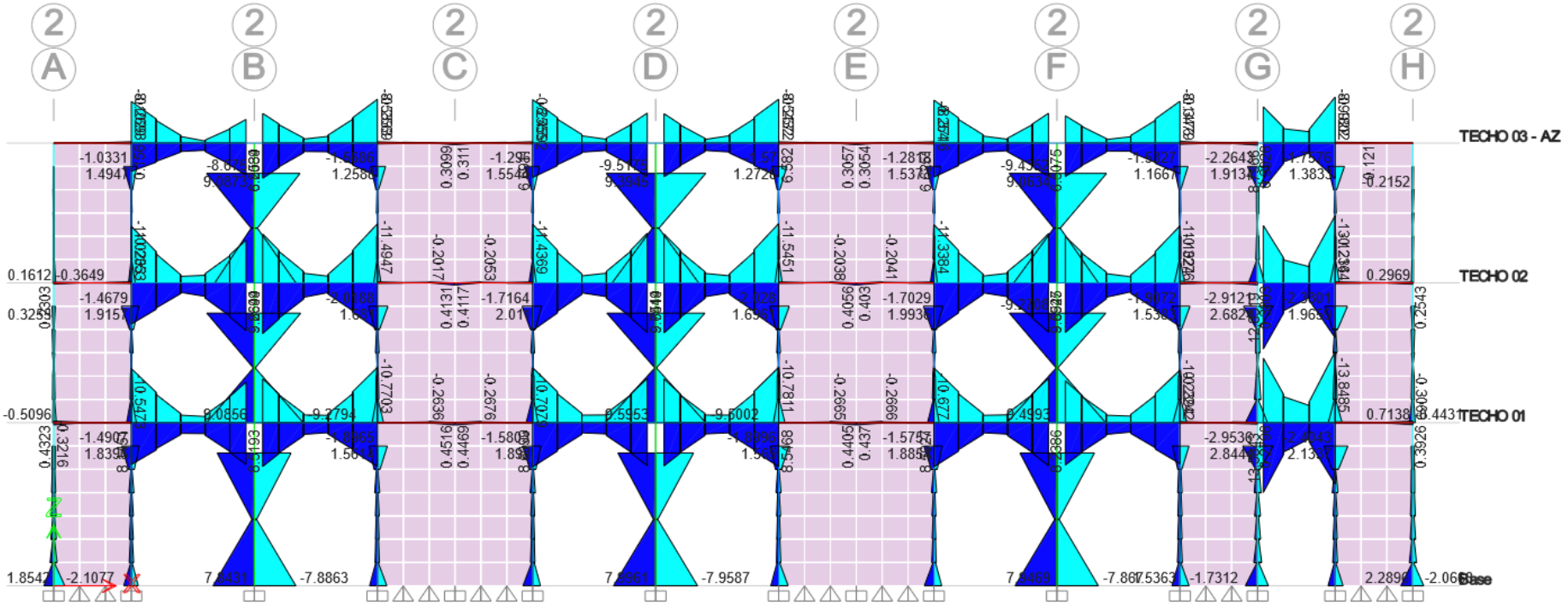


Nota: Software ETABS

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

Figura 173

DMF producto de la envolvente de las combinaciones de cargas del eje 2.



Nota: Software ETABS

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

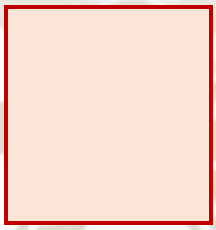
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Para las vigas del eje 2, se tiene los siguientes datos:

b =	*24*	*cm*
h =	*50*	*cm*
r1 (+) =	*9*	*cm*
d1 (+) =	*41*	*cm*
r2 (-) =	*9*	*cm*
d2 (-) =	*41*	*cm*
f'c =	*210*	*kgf/cm2*
fy =	*4200*	*kgf/cm2*
Ø =	*0.90*	
Mu (-) =	*13.84*	*tnf*m*
Mu (+) =	*13.58*	*tnf*m*

Diseño por flexión de viga VP2 del eje 2:

Areal =	***10.54***	***cm2***	***[2Ø 1/2" + 4Ø 5/8"] Ok***
As(T2)=	*7.96*	*4*	*Ø 5/8"*
As(T1)=	*2.58*	*2*	*Ø 1/2"*
Asmax =	*15.74*	*cm2*	
Asmin =	*2.38*	*cm2*	
As = ρ*b*d =	*10.17*	*cm2*	
ρ =	*0.0103*		
ω =	*0.2068*		
Mu =	*13.84*	*tnf*m*	



Mu =	*13.58*	*tnf*m*	
ω =	*0.2023*		
ρ =	*0.0101*		
As = ρ*b*d =	*9.95*	*cm2*	
Asmin =	*2.38*	*cm2*	
Asmax =	*15.74*	*cm2*	
As(T1)=	*5.16*	*4*	*Ø 1/2"*
As(T2)=	*5.16*	*4*	*Ø 1/2"*
Areal =	***10.32***	***cm2***	***[4Ø 1/2"+4Ø 1/2"] Ok***

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

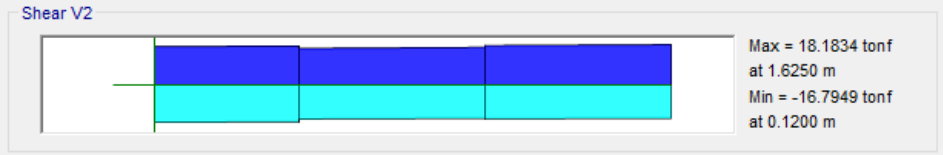
REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

5.9.5.2 Diseño por Cortante

Figura 174

DFC de la viga VP2 entre el eje G y eje H.



Nota: Software ETABS.

Con las cortantes últimas "Vud" anteriores y los datos de las vigas, se diseñó la distribución de estribos para cada una de ellas:

Diseño por Cortante de vigas:

			VP2
b =		24	cm
h =		50	cm
r =		9	cm
d =		41	cm
f'c =		210	kgf/cm2
fy =		4200	kgf/cm2
Øc =		0.85	
Ø [] =		Ø 3/8"	
As[] =		0.71	cm2
# de ramas =		2.0	
Vu(d) =		18.80	tnf
	Cálculo de la resistencia a la cortante del concreto "Vc"		
Vc =		7.56	tnf
	Cálculo de la resistencia a la cortante del estribo "Vs" y espaciamiento "s"		
Vs =		13.83	tnf
s =		17.68	cm
	Espaciamiento mínimo - NTE E.060		
Zona de Confinamiento (So) =		100.00	cm
S1 =	d/4 =	10.25	cm
	10*Øb =	9.53	cm
	24*Øe =	19.20	cm
	s =	30.00	cm
S1 (min) =		10.00	cm
	Verificación del refuerzo mínimo		
Vs =		48.90	tnf
Vn =		56.46	tnf
Ø*Vn =		47.99	tnf
Vu(d) < Ø*Vn		Ok	

Arreglo mínimo Final = [] de Ø 3/8": 1 @ 5 cm , 10 @ 10 cm , rsto @ 20 cm

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

5.9.6. Diseño de Losa Aligerada Unidireccional

Se considero la misma que el punto 5.8.7. Diseño de Losa Aligerada Unidireccional

5.10. Análisis y comparación de resultados del comportamiento de las edificaciones

5.10.1 Cortantes entre Pisos

Tabla 206

Comparación de cortante entre pisos.

		Sistema de Placas con Albañilería		Sistema de Albañilería con Fibras	
Story	**Output Case**	**VX tonf**	**VY tonf**	**VX tonf**	**VY tonf**
TECHO 03 - AZ	**SEXX**	**81.22**	0.00	**159.75**	0.00
TECHO 03 - AZ	**SEYY**	0.00	**162.45**	0.00	**159.75**
TECHO 02	**SEXX**	**168.32**	0.00	**329.35**	0.00
TECHO 02	**SEYY**	0.00	**336.65**	0.00	**329.35**
TECHO 01	**SEXX**	**216.57**	**0.00**	**423.13**	0.00
TECHO 01	**SEYY**	0.00	**433.14**	0.00	**423.13**

Nota: Elaboración propia.

Las cortantes entre piso para la dirección XX varían de un diseño al otro debido al sistema estructural, ya que, en la edificación diseñada con placas y albañilería el Ro que se emplea es de 6 (sistema de muros estructurales), dando un valor de la cortante menor a la cortante de la edificación diseñada en albañilería con fibras. En este caso el Ro empleade 3 (sistema de albañilería confinada).

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

5.10.2 Desplazamientos relativos de entre pisos

Tabla 207

Comparación de desplazamientos relativos entre pisos.

DERIVA INELASTICA			
Story	**Output Case**	**Sistema de Placas con Albañilería**	**Sistema de Albañilería con Fibras**
TECHO 03 - AZ	SEXX	0.00127	0.0030
TECHO 02	SEXX	0.00128	0.0039
TECHO 01	SEXX	0.00077	0.0033
TECHO 03 - AZ	SEYY	0.00040	0.0005
TECHO 02	SEYY	0.00068	0.0008
TECHO 01	SEYY	0.00076	0.0008

Nota: Elaboración propia.

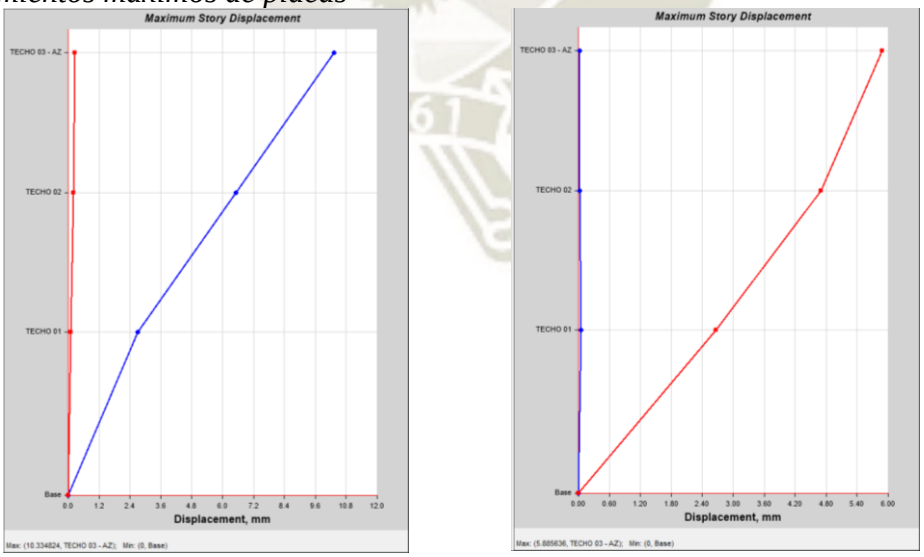
Los desplazamientos relativos inelásticos orientados en la dirección YY, son muy parecidos en ambos diseños; pero los desplazamientos relativos inelásticos orientados en la dirección XX varían ya que en la edificación diseñada con placas y albañilería presenta mayor rigidez presentando desplazamientos relativamente menores en comparación con el diseño de albañilería con fibra, que presenta menor rigidez dando desplazamientos relativos mayores. Ambos casos están dentro de los limites indicadas en la NTE E.030-2018.

5.10.3 Desplazamientos Máximos.

Sistema de Placas con Albañilería

Figura 175

Desplazamientos máximos de placas



Nota: Elaboración propia.

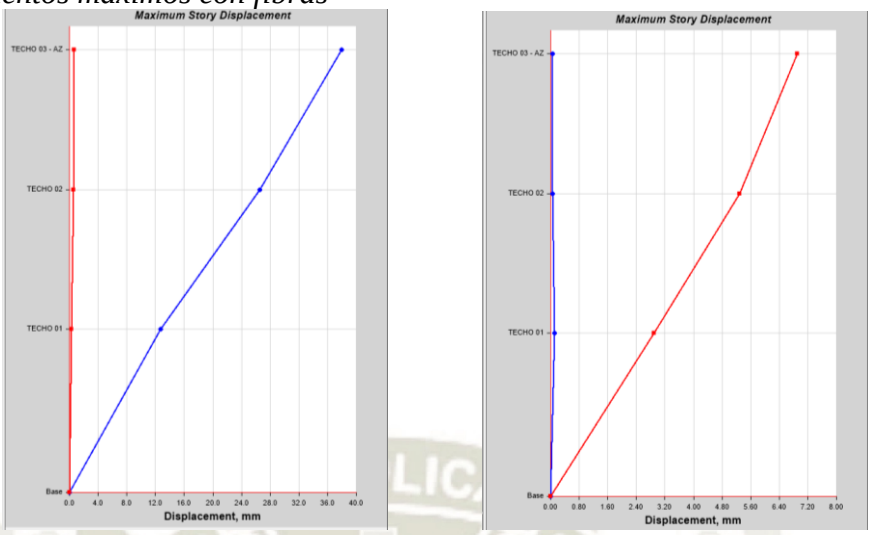
Sistema de Albañilería con Fibras

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Figura 176

Desplazamientos máximos con fibras



NOTA: Elaboración propia.

Los desplazamientos del último nivel orientados en la dirección YY son aproximados; pero los desplazamientos orientados en la dirección XX varían teniendo un mayor desplazamiento el diseño de albañilería con fibra (37.92 mm) con respecto al diseño con placas y albañilería (10.33 mm).

5.10.4 Resistencia al sismo moderado y sismo severo.

Tabla 208

Comparación de Resistencia al sismo moderado y sismo severo.

		Sistema de Concreto Armado		Sistema de Albañilería con Fibra	
MURO		V_{ei}	**Vui (Kg)**	V_{ei}	**Vui (Kg)**
PISO 1	**Y1**	38393.80	84337.03	41169.80	86861.31
	Y2	35838.80	85790.31	39505.00	90541.79
	Y3	33258.20	85804.94	35937.30	90555.13
	Y4	30454.00	86405.84	31022.70	89403.68
	Y5	29460.50	83834.76	29507.90	86054.88
PISO 2	**Y1**	35667.60	78348.58	36073.60	76109.19
	Y2	34434.20	82428.00	33037.40	75718.65
	Y3	31596.90	81518.85	29989.60	75568.06
	Y4	27370.80	77658.01	27181.60	78334.09
	Y5	26128.00	74351.58	25121.90	73263.84
PISO 3	**Y1**	17157.30	37688.27	17250.50	36395.63
	Y2	17563.00	42042.01	16529.70	37884.54
	Y3	15969.20	41199.95	15076.90	37990.91
	Y4	12805.00	36331.08	13393.40	38598.16
	Y5	11979.70	34090.23	11670.70	34035.65

NOTA: Elaboración propia.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Las fuerzas internas producidas por el sismo moderado (Vei) y sismo severo (Vui) que actúan en los muros orientados en la dirección YY, se incrementan cuando se utilizan muros de albañilería con fibra en lugar de placas de concreto armado sin que estas lleguen a fallar.

5.10.5 Comparación de Costos.

5.10.5.1 Comparación de Costos por Partidas.

Tabla 209

Comparación de Costos por Partidas

	ITEMS	DESCRIPCIÓN	PARCIAL (S/)
Sistema de placas con Albañilería	**01**	**ESTRUCTURAS**	**295,544.67**
	01.01	CONCRETO ARMADO	295,544.67
	01.01.01	COLUMNAS	33,253.26
	01.01.02	PLACAS	86,361.69
	01.01.03	VIGAS	63,178.09
	01.01.04	LOSAS ALIGERADAS	112,751.63
	02	**ARQUITECTURA**	**55,257.59**
	02.01	MUROS Y TABIQUES	55,257.59
		TOTAL:	**350,802.26**
Sistema de albañilería con fibras	**01**	**ESTRUCTURAS**	**256,586.41**
	01.01	CONCRETO ARMADO	256,586.41
	01.01.01	COLUMNAS	66,317.11
	01.01.02	VIGAS	77,517.67
	01.01.03	LOSAS ALIGERADAS	112,751.63
	02	**ARQUITECTURA**	**85,835.06**
	02.01	MUROS Y TABIQUES	85,835.06
		TOTAL:	**342,421.47**

Nota: Elaboración propia.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

5.10.5.2 Comparación de Costos por Recursos.

Tabla 210

Comparación de Costos por Recursos

	Mano de obra S/	Materiales S/	Herramientas S/	Total, S/
SISTEMA DE PLACAS	115,392.37	225,007.01	10,572.34	**350,971.72**
ALBAÑILERIA CON FIBRAS	113,114.93	217,948.06	11,503.74	**342,421.47**

Nota: Elaboración propia.

La diferencia de costos va relacionado al cambio de placas de concreto armado por los muros de albañilería con fibra donde se observa mayor diferencia en los costos por materiales

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES

1. Mejoró la adherencia ladrillo-mortero incrementando las propiedades mecánicas de albañilería confinada implementando fibras de acero y fibras de polipropileno en el mortero de cemento. Se observó que los especímenes con fibras obtuvieron mejores resultados que los especímenes sin fibras, obteniendo los siguientes resultados representativos:
    - Para el ensayo de compresión simple en pilas de albañilería (f'm) la fibra de tipo II alcanzó a la resistencia de compresión de 75.6 kgf/cm2.
    - Para el ensayo de compresión diagonal en muretes de albañilería (v'm) la fibra de tipo VI alcanzó una resistencia diagonal de 19.9 kgf/cm2

    Para el modelamiento de la edificación de tipo A2 se usó los valores de la fibra de tipo II.

2. La resistencia de mortero de los dados de concreto sometidos a compresión a diferentes dosificaciones se obtuvieron:

    Tabla 211

    Resistencia del mortero de cemento a diferentes dosificaciones

	Resistencia f'c (kgf/cm2)		
	Dosificación 1:3	**Dosificación 1:4**	**Dosificación 1:5**
Arena Natural	84.6	60.9	52.0
Aditivo	76.8	55.7	61.5
Fibra tipo I	85.2	59.6	50.1
Fibra tipo II	108.5	72.1	53.6
Fibra tipo III	112.4	77.0	53.7
Fibra tipo IV	108.2	76.0	57.5
Fibra tipo V	113.2	85.0	55.0
Fibra tipo VI	102.3	64.7	58.1

    Nota: Elaboración propia

3. Para la determinación de los ensayos de compresión de dados de mortero, compresión de las pilas, ensayo fuerza-unión y compresión diagonal de muretes de unidades mecanizadas se realizó con las dosificaciones cemento - arena 1:3, 1:4 y 1:5; obteniendo como resultados óptimos la dosificación cemento-arena 1:3.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

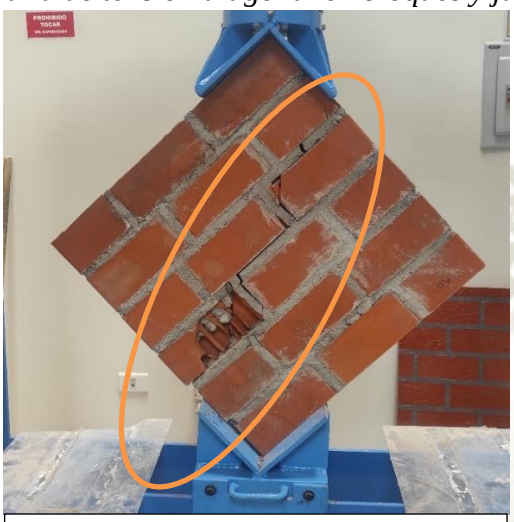
REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

4. En las muestras sometidas a compresión diagonal se observó que para los muretes de mortero sin fibras el tipo de falla fue de tensión diagonal en juntas produciendo una trayectoria escalonada; y para los muretes de mortero con fibras el tipo de falla fue de tensión diagonal en juntas y en bloques a la vez.

Figura 177

Falla de tensión diagonal en bloques y juntas



Muretes de ladrillo de mortero sin fibras

Muretes de ladrillo de mortero con fibras

Nota: Elaboración Propia

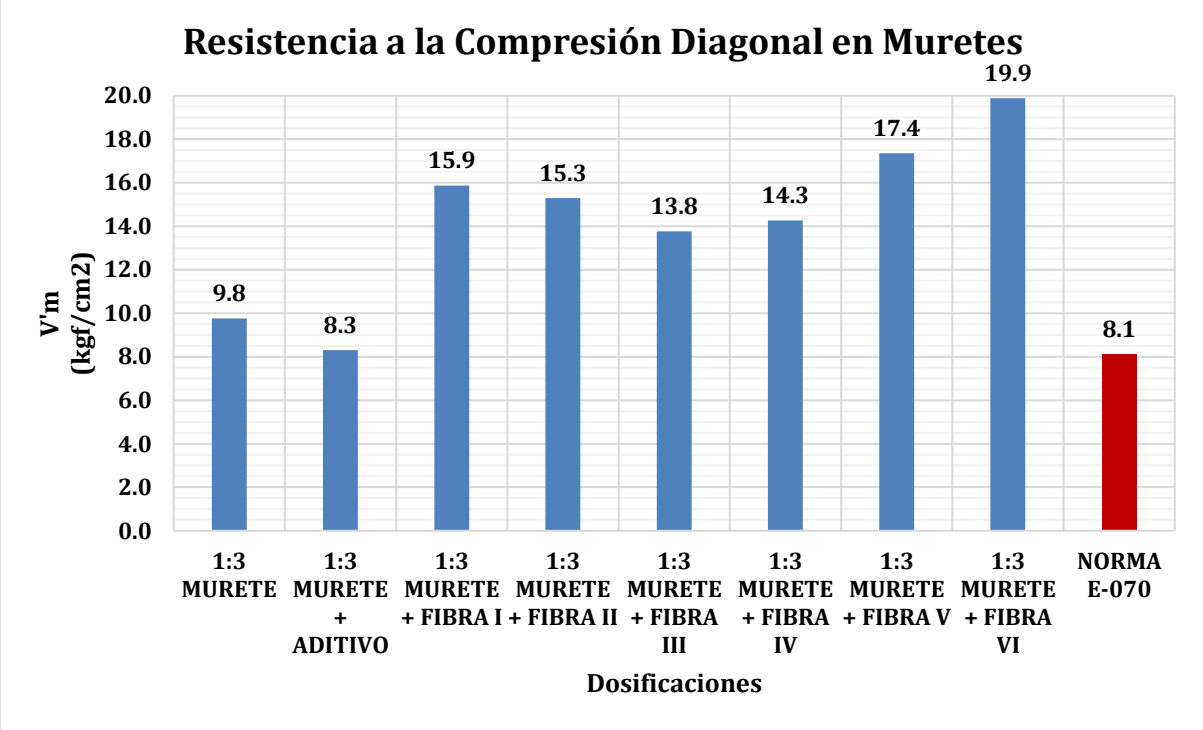
Los resultados obtenidos fueron los siguientes:

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Figura 178

Resistencia a la Compresión Diagonal de Muretes de Albañilería



Nota: Elaboración Propia

5. Cuando se inició el diseño de la estructura con muros de albañilería de mortero sin fibra, algunos muros orientados en la dirección XX fallaban por acción al sismo moderado y al sismo severo, por lo que al cambiarlos por muros de albañilería de mortero con fibra la resistencia al corte del muro (V'm) se incrementó, ofreciendo una buena resistencia a las cargas producidas por el sismo moderado y sismo severo.

6. Se ha realizado el ensayo de análisis granulométrico para la arena gruesa de 3 canteras: Cantera de Sabandía, Cantera de Cerro Verde y Cantera de Socabaya. De los resultados obtenidos, la cantera de Socabaya se encuentra dentro de los rangos normativos establecidos en la TABLA 03 de la NTE E 0.70, teniendo un módulo de fineza de 2.42.

7. Con respecto a las unidades de albañilería, se seleccionó 3 marcas de ladrillos mecanizados: Ladrillera Diamante, Ladrillera Choque y Ladrillera Zúñiga. Se realizaron diferentes tipos de ensayos como indica el ítem 3.2 de la presente investigación para determinar sus propiedades físicas-mecánicas. De los ensayos clasificatorios se obtuvo los siguientes resultados:

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Tabla 212

Tipo de ladrillos según la NTE E.070

	Variación de la Dimensión		Alabeo		Resistencia a Compresión	
	Variación	**Tipo**	**mm**	**Tipo**	**f'b (kgf/cm2)**	**Tipo**
Diamante	1.56%	IV	0.99	V	176.303	IV
Choque	1.61%	IV	0.62	V	160.441	IV
Zúñiga	1.50%	IV	0.99	V	127.810	III

Nota: Elaboración propia

La unidad mecanizada usada en la presente investigación fue la ladrillera el Diamante por tener una mayor resistencia a la compresión clasificándola como tipo IV para fines estructurales.

8. Se observó una falla tipo fractura en los dados de mortero sin fibras sometidos a compresión axial, en cambio los dados de mortero con fibras de acero y polipropileno sometidos a compresión axial se agrietaron sin llegar a fracturarse, manteniendo su forma.

Figura 179

Falla de los dados de mortero

Dados de mortero sin fibra

Dados de mortero con fibra

Nota: Elaboración Propia

9. Cuando se realizó el ensayo de fuerza unión se pudo verificar que conforme se añaden las fibras de acero y polipropileno, la adherencia entre ladrillo-mortero

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

aumenta de forma cuantitativa como se menciona en los resultados obtenidos en el ítem 4.3.3 de la presente investigación; y de forma cualitativa se observa que el mortero tuvo una mejor adherencia con las unidades de albañilería que están en la parte superior e inferior a él.

Figura 180

Adherencia entre mortero-ladrillo

Pila de ladrillo de mortero sin fibra

Pila de ladrillo de mortero con fibra

Nota: Elaboración Propia

10. El costo por m2 de albañilería para un muro de cabeza sin fibra es de S/ 157.77 y el costo por m2 de albañilería para un muro de cabeza con fibra es de S/ 208.01. El incremento de precio es debido a la adición de las fibras de acero y fibras de polipropileno; y también se debe a que el rendimiento de la albañilería con fibra es ligeramente menor al rendimiento de la albañilería sin fibras.

11. Haciendo una comparación del costo del proyecto planteado en la presente tesis de investigación, el sistema estructural de albañilería con fibras resulta más económico en comparación al uso de placas de concreto armado, esto sin considerar los costos de las cimentaciones para ambos casos:

    - Sistema de Albañilería con Fibra: S/ 342,421.47
    - Sistema de placas con Albañilería: S/. 350,802.26

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

RECOMENDACIONES

1. Se sugiere seguir con más investigaciones sobre el desempeño que produce las fibras de polipropileno y fibras de acero en otros elementos estructurales de la albañilería confinada; analizando los efectos de resistencia al corte que producen en vigas, fisuramiento en losas, efecto de compresión en cimientos y sobrecimientos, entre otros elementos estructurales.

2. Tener en cuenta que los ladrillos de mayor uso comercial en la ciudad de Arequipa no cumplen con el porcentaje de vacíos, superando el 30% conforme se establece en la NTE E.070.

3. Tener cuidado de los especímenes realizados al momento de trasladarlos hasta el lugar del ensayo, en especial los muretes de albañilería, para no obtener resultados erróneos los cuales afectan las hipótesis planteadas.

4. Para la elaboración de pilas y muretes de albañilería, se recomienda no humedecer de forma excesiva las unidades mecanizadas debido a que el mortero tiende a derramarse por los lados laterales al momento de asentar las unidades mecanizadas.

5. Para la preparación del mortero debe de realizarse en un lugar limpio libre de impurezas, para así obtener un óptimo mezclado y no obtener resultados erróneos al momento de realizar los ensayos requeridos.

6. Se recomienda que la mano calificada encargada para la construcción de las pilas de ladrillo y muretes de ladrillo sea la misma persona, ya que con esto se garantiza que todos los especímenes sean semejantes en tamaño y calidad de construcción.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

REFERENCIAS

Abanto Castillo, T. (2018). *Análisis y Diseño de Edificaciones de Albañilería*. Lima: San Marcos.

Aduviri Flores, D. & Pérez Amanqui, F. (2021). *Análisis de las propiedades mecánicas de prismas de albañilería reforzados con tejido de fibra de carbono y su aplicación en el diseño de albañilería confinada* [Tesis pregrado, Universidad Católica de Santa María]

Arnaldo J, A. (2018). *Fibras de acero y polipropileno en la resistencia a la compresión del concreto, Trujillo-2018* [Tesis de pre grado, Universidad Cesar Vallejo]

ASCE. (2014). *Seismic Evaluation and Retrofit of Existing Buildings*. ASCE Standard ASCE/SEI 41-13, Reston, Virginia

ASCE. (2017). *Seismic Evaluation and Retrofit of Existing Buildings*. ASCE Standard ASCE/SEI 41-17, Reston, Virginia

ASTM. (2001). *Standard Specification for Steel Fibers for Fiber-Reinforced Concrete.* ASTM Designation: A 820 – 01, United States

ASTM. (2001). *Standard Test Methods for Compressive Strength of Chemical-Resistant Mortars, Grouts, Monolithic Surfacings, and Polymer Concretes*. ASTM Designation: C 579 – 01, United States

ASTM. (2010). *Standard Test Method for Diagonal Tension (Shear) in Masonry Assemblage*s. ASTM Designation: E519/E519M − 10, United States

ASTM. (2013). *Standard Test Method for Flexural Performance of Fiber-Reinforced Concrete (Using Beam With Third-Point Loading).* ASTM Designation: C1609/C1609M-12, United States

Bohorquez Aliaga, H. (2029). *Mejoramiento de la adherencia ladrillo-mortero en muros de albañilería en el distrito de Polobaya - Arequipa adicionando diatomita y liparita* [Tesis pregrado Universidad Católica de Santa María] Arequipa

Cuenca Briseño, E. & Solórzano Rodríguez, C. (2018). *Efecto de las fibras de acero y polipropileno en la resistencia a la flexión del concreto, Trujillo 2018* [Tesis de pre grado, Universidad Cesar Vallejo]

Delgado Contreras, G. (1991). *Análisis y diseño Estructural de Edificación en Albañilería Confinada.* Arequipa: Universidad Nacional de San Agustín.

Dizhur D. & Ingham J.M. (2013). Diagonal Tension Strength og Vintage unreinforced clayd brick masonry wall panels. *Departemt of Civil and Environmental*

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Engineering. The University of Auckland, Private Bag 92019, Auckland 1142, New Zealand

Gallegos & Casabonne. (2005). *Albañilería Estructural*. Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú.

INACAL (2015). *Unidades de albañilería. Método de ensayo de compresión diagonal en muretes de albañilería*. *Norma Técnica Peruana NTP 399.621*. Lima, Lima, Perú: INACAL.

INACAL. (1998). *Métodos para determinar la resistencia a la compresión de morteros de Cemento Portland cubos de 50 mm de lado. Norma Técnica Peruana NTP 334.051* Comisión de Reglamentos Técnicos y Comerciales - INDECOPI, Lima-Perú.

INACAL. (2016). *Concreto. Especificación normalizada del concreto reforzado con fibra. Norma Técnica Peruana NTP 339.204 - 2016*. Lima, Perú: INACAL.

INACAL. (2017). *Unidades de albañilería. método de muestreo y ensayo de ladrillos de arcilla usados en la albañilería. Norma Técnica Peruana NTP 399.613*. Lima, Lima, Perú.

INACAL. (2018). *Cementos. Método de ensayo para determinar la resistencia a la compresión de morteros de cemento Pórtland usando especímenes cúbicos de 50 mm de lado*. *Norma Técnica Peruana NTP 334.051*. Lima, Perú: INACAL.

INACAL. (2018). *Unidades de albañilería. Método de ensayo para la determinación de la resistencia en compresión de prismas de albañilería. Norma Técnica Peruana NTP 399.605*. Lima, Perú: INACAL.

Ji-Hoon Yu & Ji-Hun Park. (2021). Compressive and Diagonal Tension Strengths of Mansory Prims Strengthened with Amorphous Steel Fiber-Reinforced. *MDPI*, Basel, Switzerland

López Calderón, M. (2021). *Análisis de riesgo sísmico de los establecimientos de salud categoría i de la red Arequipa-Caylloma, en el marco de la emergencia sanitaria causada por el covid-19* [Tesis de pregrado, Universidad Católica de Santa María]

Mamani Cutipa A., Luciano Cortez J., & Mamani Cutipa, J. (2021). *Reinforcement with Polypropylene Fibers (HS-SikaFiber PE) in Masonry Modules.* Universidad Nacional de Moquegua.

Parera, A. (2024). Ventajas del hormigón reforzado con fibra de acero frente al armado

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

tradicional. UNIFORT. https://www.unifort.es/pavimentos-hormigon/ventajas-hormigon-reforzado/

San Bartolomé, A. Romero, C. & Torres J. C. (2003). Mejora de la adherencia bloque-mortero, *Pontificia Universidad Católica del Perú*, Lima.

San Bartolomé, D. Quiun & W. Silva. (2018). *Diseño y Construcción de Estructuras Sismorresistentes de Albañilería* Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú.

San Bartolomé. (1994). *Construcciones De Albañilería* (1era Ed.) Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú.

Vargas Ortiz, G. & Yataco Barreda, A. (2020). *Efecto de las fibras de acero y polipropileno en la resistencia a la flexión del concreto para pavimentos rígidos* [Tesis de pregrado, Universidad Ricardo Palma]

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

ANEXOS

ANEXO 01: Planilla de metrados de edificación

Metrado Placas y Albañilería			
ITEM	**DESCRIPCION**	**UND**	**TOTAL**
01.00	**ESTRUCTURA**		
01.01	**OBRAS DE CONCRETO ARMADO**		
01.01.01	**COLUMNAS**		
01.01.01.01	CONCRETO F'C 210 COLUMNAS	m3	20.66
01.01.01.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO COLUMNAS	m2	202.92
01.01.01.03	ACERO DE REFUERZO f'y=4200 kg/cm2 GRADO 60	kg	1,619.93
01.01.02	**PLACAS**		
01.01.02.01	CONCRETO F'C 210 PLACAS	m3	56.52
01.01.02.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO PLACAS	m2	495.00
01.01.02.03	ACERO DE REFUERZO f'y=4200 kg/cm2 GRADO 60	kg	5,422.70
01.01.03	**VIGAS**		
01.01.03.01	CONCRETO F'C 210 VIGAS	m3	35.02
01.01.03.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO VIGAS	m2	217.02
01.01.03.03	ACERO DE REFUERZO f'y=4200 kg/cm2 GRADO 60	kg	4,890.28
01.01.04	**LOSA ALIGERADA**		
01.01.04.01	CONCRETO F'C 210 LOSA ALIGERADA	m3	67.57
01.01.04.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO LOSA ALIGERADA	m2	772.20
01.01.04.03	ACERO DE REFUERZO f'y=4200 kg/cm2 GRADO 60	kg	4,342.19
01.01.04.04	LADRILLO HUECO 8 TUBOS PARA TECHO DE 15X30X30 CM	und	6,679.53
02.00	**ARQUITECTURA**		
02.01	**MUROS Y TABIQUES DE ALBAÑILERIA**		
02.01.01	MURO DE LADRILLO KK TIPO IV CABEZA	m2	291.90
02.01.02	MURO DE LADRILLO KK TIPO IV SOGA	m2	111.95

Metrado Albañilería con Fibras			
ITEM	**DESCRIPCION**	**UND**	**TOTAL**
01.00	**ESTRUCTURA**		
01.01	**OBRAS DE CONCRETO ARMADO**		
01.01.01	**COLUMNAS**		
01.01.01.01	CONCRETO F'C 210 COLUMNAS	m3	37.53
01.01.01.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO COLUMNAS	m2	386.04
01.01.01.03	ACERO DE REFUERZO f'y=4200 kg/cm2 GRADO 60	kg	3,598.60
01.01.02	**VIGAS**		
01.01.02.01	CONCRETO F'C 210 VIGAS	m3	40.19
01.01.02.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO VIGAS	m2	236.10
01.01.02.03	ACERO DE REFUERZO f'y=4200 kg/cm2 GRADO 60	kg	6,409.42
01.01.03	**LOSA ALIGERADA**		
01.01.03.01	CONCRETO F'C 210 LOSA ALIGERADA	m3	67.57

01.01.03.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO LOSA ALIGERADA	m2	772.20
01.01.03.03	ACERO DE REFUERZO f'y=4200 kg/cm2 GRADO 60	kg	4,342.19
01.01.03.04	LADRILLO HUECO 8 TUBOS PARA TECHO DE 15X30X30 CM	und	6,679.53
02.00	**ARQUITECTURA**		
02.01	**MUROS Y TABIQUES DE ALBAÑILERIA**		
02.01.01	MURO DE LADRILLO KK TIPO IV CABEZA	m2	291.90
02.01.02	MURO DE LADRILLO KK TIPO IV CABEZA + FIBRA	m2	147.00
02.01.03	MURO DE LADRILLO KK TIPO IV SOGA	m2	111.95

ANEXO 02: Hoja de presupuesto

Presupuesto de Placas y Albañilería

Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio S/	Parcial S/
01	**ESTRUCTURAS**				**295,544.67**
01.01	**CONCRETO ARMADO**				**295,544.67**
01.01.2001	**COLUMNAS**				**33,253.26**
01.01.01.01	CONCRETO COLUMNAS f'c=210 kg/cm2	m3	20.66	398.54	8,233.84
01.01.01.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE COLUMNAS	m2	202.92	65.18	13,226.33
01.01.01.03	ACERO CORRUGADO FY= 4200 kg/cm2 GRADO 60	kg	1,619.93	7.28	11,793.09
01.01.2002	**PLACAS**				**86,361.69**
01.01.02.01	CONCRETO PLACAS f'c=210 kg/cm2	m3	56.52	398.54	22,525.48
01.01.02.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE PLACAS	m2	495.00	49.21	24,358.95
01.01.02.03	ACERO CORRUGADO FY= 4200 kg/cm2 GRADO 60	kg	5,422.70	7.28	39,477.26
01.01.2003	**VIGAS**				**63,178.09**
01.01.03.01	CONCRETO VIGAS f'c=210 kg/cm2	m3	35.02	399.65	13,995.74
01.01.03.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE VIGAS	m2	217.02	62.58	13,581.11
01.01.03.03	ACERO CORRUGADO FY= 4200 kg/cm2 GRADO 60	kg	4,890.28	7.28	35,601.24
01.01.2004	**LOSAS ALIGERADAS**				**112,751.63**
01.01.04.01	CONCRETO LOSA ALIGERADA f'c=210 kg/cm2	m3	67.57	398.10	26,899.62
01.01.04.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE LOSA ALIGERADA	m2	772.20	38.41	29,660.20
01.01.04.03	ACERO CORRUGADO FY= 4200 kg/cm2 GRADO 60	kg	4,342.19	7.28	31,611.14
01.01.04.04	LADRILLO HUECO DE ARCILLA h = 15 cm PARA TECHO ALIGERADO	und	6,679.53	3.68	24,580.67
02	**ARQUITECTURA**				**55,257.59**
02.01	**MUROS Y TABIQUES**				**55,257.59**
02.01.2001	MURO DE LADRILLO PANDERETA SOGA M:1:4 J=1.5 CM	m2	111.95	82.22	9,204.53
02.01.2002	MURO DE LADRILLO KK TIPO IV CABEZA M:1:3 E=1.5 CM	m2	291.90	157.77	46,053.06
	Costo Directo				**350,802.26**

Presupuesto de Albañilería con Fibras

Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio S/	Parcial S/
01	**ESTRUCTURAS**				**256,586.41**
01.01	**CONCRETO ARMADO**				**256,586.41**
01.01.2001	**COLUMNAS**				**66,317.11**
01.01.01.01	CONCRETO COLUMNAS f'c=210 kg/cm2	m3	37.53	398.54	14,957.21
01.01.01.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE COLUMNAS	m2	386.04	65.18	25,162.09
01.01.01.03	ACERO CORRUGADO FY= 4200 kg/cm2 GRADO 60	kg	3,598.60	7.28	26,197.81
01.01.2002	**VIGAS**				**77,517.67**
01.01.02.01	CONCRETO VIGAS f'c=210 kg/cm2	m3	40.19	399.65	16,061.93
01.01.02.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE VIGAS	m2	236.42	62.58	14,795.16
01.01.02.03	ACERO CORRUGADO FY= 4200 kg/cm2 GRADO 60	kg	6,409.42	7.28	46,660.58
01.01.2003	**LOSAS ALIGERADAS**				**112,751.63**
01.01.03.01	CONCRETO LOSA ALIGERADA f'c=210 kg/cm2	m3	67.57	398.10	26,899.62
01.01.03.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE LOSA ALIGERADA	m2	772.20	38.41	29,660.20
01.01.03.03	ACERO CORRUGADO FY= 4200 kg/cm2 GRADO 60	kg	4,342.19	7.28	31,611.14
01.01.03.04	LADRILLO HUECO DE ARCILLA h = 15 cm PARA TECHO ALIGERADO	und	6,679.53	3.68	24,580.67
02	**ARQUITECTURA**				**85,835.06**
02.01	**MUROS Y TABIQUES**				**85,835.06**
02.01.2001	MURO DE LADRILLO PANDERETA SOGA M:1:4 J=1.5 CM	m2	111.95	82.22	9,204.53
02.01.2002	MURO DE LADRILLO KK TIPO IV CABEZA M:1:3 E=1.5 CM	m2	291.90	157.77	46,053.06
02.01.2003	MURO DE LADRILLO KK TIPO IV CABEZA M:1:3 J=1.5 CM + FIBRAS	m2	147.00	215.68	30,577.47
	Costo Directo				**342,421.47**

ANEXO 03: Listado de Insumos

Insumos de Placas y Albañilería

Recurso	Unidad	Cantidad	Parcial S/
CAPATAZ	hh	226.5149	6,677.66
OPERARIO	hh	2,299.0762	56,488.30
OFICIAL	hh	1,180.9731	22,946.31
PEON	hh	1,666.4826	29,280.10
PETROLEO D-2	gal	84.3570	1,518.43
ALAMBRE NEGRO N° 16	kg	732.3795	3,442.18
ALAMBRE NEGRO N°8	kg	441.9531	2,077.18
ACERO CORRUGADO fy = 4200 kg/cm2 GRADO 60	kg	17,495.7324	89,228.24
CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 2 1/2"	kg	96.5250	463.32
CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 3"	kg	133.2955	639.82
CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 4"	kg	96.9195	465.21
ARENA GRUESA	m3	12.5259	626.30
CEMENTO PORTLAND TIPO IP (42.5 kg)	bol	331.9042	8,131.65
LADRILLO KK DE 10X14X24 cm - DIAMANTE	und	17,222.1000	20,666.52
LADRILLO PARA TECHO 8H DE 15X30X30 cm	und	7,013.5065	20,339.17
LADRILLO PANDERETA 10X14X22 cm	und	4,142.1500	3,313.72
CONCRETO PREMEZCLADO F'C=210 kg/cm2 CON CEMENTO TIPO IP	m3	188.7585	66,065.48
MADERA TORNILLO	p2	10,144.5330	6,086.72
DISCO PARA SIERRA CIRCULAR	und	12.6536	442.88
DISCO DE CORTE DE 7"	und	122.0632	1,098.57
DISCO DE CORTE DE 4.1/2"	und	73.2380	366.19
AGUA	m3	5.4508	35.43
PUNTALES METALICOS H<=3.50m	jgo	3,088.8000	1,698.84
SIERRA CIRCULAR	hm	841.7111	378.77
VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 1.25"	hm	38.1886	334.15
AMOLADORA ANGULAR DE 4.1/2"	hm	260.3778	117.17
AMOLADORA ANGULAR DE 7"	hm	520.8222	234.37
ANDAMIO METALICO	día	134.1900	2,683.80
		Total S/	**345,846.48**

Insumos de Albañilería con fibras

Recurso	Unidad	Cantidad	Parcial S/
CAPATAZ	hh	230.3823	6,868.81
OPERARIO	hh	2,331.7810	57,291.86
OFICIAL	hh	1,046.2048	20,327.76
PEON	hh	1,633.6731	28,703.64
PETROLEO D-2	gal	69.7333	1,255.20
ALAMBRE NEGRO N° 16	kg	645.7574	3,035.06
ALAMBRE NEGRO N°8	kg	300.3219	1,411.51
ACERO CORRUGADO fy = 4200 kg/cm2 GRADO 60	kg	15,426.4757	78,675.03
CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 2 1/2"	kg	96.5250	463.32
CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 3"	kg	100.6441	483.09
CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 4"	kg	68.1565	327.15
ARENA GRUESA	m3	17.8473	892.37
FIBRA DE POLIPROPILENO - FIBROMAC 12	g	15,767.6610	630.71
FIBRA METALICA - WINRAND FS3N	kg	525.5250	5,833.33
CEMENTO PORTLAND TIPO IP (42.5 kg)	bol	459.0122	11,245.80
LADRILLO KK DE 10X14X24 cm - DIAMANTE	und	25,895.1000	31,074.12
LADRILLO PARA TECHO 8H DE 15X30X30 cm	und	7,013.5065	20,339.17
LADRILLO PANDERETA 10X14X22 cm	und	4,142.1500	3,313.72
CONCRETO PREMEZCLADO F'C=210 kg/cm2 CON CEMENTO TIPO IP	m3	152.5545	53,394.08
MADERA TORNILLO	p2	6,447.3985	3,868.44
DISCO PARA SIERRA CIRCULAR	und	10.4599	366.10
DISCO DE CORTE DE 7"	und	107.6278	968.65
DISCO DE CORTE DE 4.1/2"	und	64.5760	322.88
AGUA	m3	7.4354	48.33

PUNTALES METALICOS H<=3.50m	jgo	3,088.8000	1,698.84
SIERRA CIRCULAR	hm	621.4842	279.67
VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 1.25"	hm	32.9783	288.56
AMOLADORA ANGULAR DE 4.1/2"	hm	229.6033	103.32
AMOLADORA ANGULAR DE 7"	hm	459.2222	206.65
ANDAMIO METALICO	día	198.6372	3,842.20
		Total S/	**337,482.23**

ANEXO 04: Análisis de Precios Unitarios

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS DE PLACAS Y ALBAÑILERÍA

01.01.01.01			CONCRETO COLUMNAS f'c=210 kg/cm2				
m3/DIA	45.0000	EQ.	45.0000		Costo unitario directo por : m3	398.54	
Descripción Recurso			**Unidad**	**Cuadrilla**	**Cantidad**	**Precio S/**	**Parcial S/**
	Mano de Obra						
CAPATAZ			hh	0.1000	0.0178	29.48	0.52
OPERARIO			hh	2.0000	0.3556	24.57	8.74
OFICIAL			hh	1.0000	0.1778	19.43	3.45
PEON			hh	4.0000	0.7111	17.57	12.49
							25.20
	Materiales						
CEMENTO PORTLAND TIPO IP (42.5 kg)			bol		0.1250	24.50	3.06
CONCRETO PREMEZCLADO F'C=210 kg/cm2 CON CEMENTO TIPO IP			m3		1.0500	350.00	367.50
MADERA TORNILLO			p2		0.0275	0.60	0.02
							370.58
	Equipos						
HERRAMIENTAS MANUALES			%mo		3.0000	25.20	0.76
VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 1.25"			hm	1.0000	0.1778	8.75	1.56
ANDAMIO METALICO			día	1.0000	0.0222	20.00	0.44
							2.76

01.01.01.02			ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE COLUMNAS				
m2/DIA	8.0000	EQ.	8.0000		Costo unitario directo por : m2	65.18	
Descripción Recurso			**Unidad**	**Cuadrilla**	**Cantidad**	**Precio S/**	**Parcial S/**
	Mano de Obra						
CAPATAZ			hh	0.1000	0.1000	29.48	2.95
OPERARIO			hh	1.0000	1.0000	24.57	24.57
OFICIAL			hh	1.0000	1.0000	19.43	19.43
PEON			hh	0.5000	0.5000	17.57	8.79
							55.74
	Materiales						
PETROLEO D-2			gal		0.0500	18.00	0.90
ALAMBRE NEGRO N°8			kg		0.3150	4.70	1.48
CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 3"			kg		0.1250	4.80	0.60
CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 4"			kg		0.1000	4.80	0.48
MADERA TORNILLO			p2		4.5000	0.60	2.70
DISCO PARA SIERRA CIRCULAR			und		0.0075	35.00	0.26
							6.42
	Equipos						
HERRAMIENTAS MANUALES			%mo		5.0000	55.74	2.79
SIERRA CIRCULAR			hm	0.5000	0.5000	0.45	0.23
							3.02

01.01.01.03			ACERO CORRUGADO FY= 4200 kg/cm2 GRADO 60				
kg/DIA	250.0000	EQ.	250.0000		Costo unitario directo por : kg	7.28	
Descripción Recurso			**Unidad**	**Cuadrilla**	**Cantidad**	**Precio S/**	**Parcial S/**
	Mano de Obra						
CAPATAZ			hh	0.1000	0.0032	29.48	0.09
OPERARIO			hh	1.0000	0.0320	24.57	0.79

PEON	hh	1.0000	0.0320	17.57	0.56
					1.44
Materiales					
ALAMBRE NEGRO N° 16	kg		0.0450	4.70	0.21
ACERO CORRUGADO fy = 4200 kg/cm2 GRADO 60	kg		1.0750	5.10	5.48
DISCO DE CORTE DE 7"	und		0.0075	9.00	0.07
DISCO DE CORTE DE 4.1/2"	und		0.0045	5.00	0.02
					5.78
Equipos					
HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	1.44	0.04
AMOLADORA ANGULAR DE 4.1/2"	hm	0.5000	0.0160	0.45	0.01
AMOLADORA ANGULAR DE 7"	hm	1.0000	0.0320	0.45	0.01
					0.06

01.01.02.01 **CONCRETO PLACAS f'c=210 kg/cm2**

m3/DIA	**45.0000**	EQ.	**45.0000**	Costo unitario directo por : m3	**398.54**

Descripción Recurso	**Unidad**	**Cuadrilla**	**Cantidad**	**Precio S/**	**Parcial S/**
Mano de Obra					
CAPATAZ	hh	0.1000	0.0178	29.48	0.52
OPERARIO	hh	2.0000	0.3556	24.57	8.74
OFICIAL	hh	1.0000	0.1778	19.43	3.45
PEON	hh	4.0000	0.7111	17.57	12.49
					25.20
Materiales					
CEMENTO PORTLAND TIPO IP (42.5 kg)	bol		0.1250	24.50	3.06
CONCRETO PREMEZCLADO F'C=210 kg/cm2 CON CEMENTO TIPO IP	m3		1.0500	350.00	367.50
MADERA TORNILLO	p2		0.0275	0.60	0.02
					370.58
Equipos					
HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	25.20	0.76
VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 1.25"	hm	1.0000	0.1778	8.75	1.56
ANDAMIO METALICO	día	1.0000	0.0222	20.00	0.44
					2.76

01.01.02.02 **ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE PLACAS**

m2/DIA	**12.0000**	EQ.	**12.0000**	Costo unitario directo por : m2	**49.21**

Descripción Recurso	**Unidad**	**Cuadrilla**	**Cantidad**	**Precio S/**	**Parcial S/**
Mano de Obra					
CAPATAZ	hh	0.1000	0.0667	29.48	1.97
OPERARIO	hh	1.0000	0.6667	24.57	16.38
OFICIAL	hh	1.0000	0.6667	19.43	12.95
PEON	hh	0.5000	0.3333	17.57	5.86
					37.16
Materiales					
PETROLEO D-2	gal		0.0500	18.00	0.90
ALAMBRE NEGRO N°8	kg		0.4150	4.70	1.95
CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 3"	kg		0.1250	4.80	0.60
CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 4"	kg		0.1000	4.80	0.48
MADERA TORNILLO	p2		9.5000	0.60	5.70
DISCO PARA SIERRA CIRCULAR	und		0.0075	35.00	0.26
					9.89
Equipos					

HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	37.16	1.86
SIERRA CIRCULAR	hm	1.0000	0.6667	0.45	0.30
					2.16

01.01.02.03 **ACERO CORRUGADO FY= 4200 kg/cm2 GRADO 60**

kg/DIA	**250.0000**	EQ. **250.0000**	Costo unitario directo por : kg	**7.28**	
Descripción Recurso		**Unidad**	**Cuadrilla**	**Cantidad**	**Precio S/**	**Parcial S/**
Mano de Obra					
CAPATAZ		hh	0.1000	0.0032	29.48	0.09
OPERARIO		hh	1.0000	0.0320	24.57	0.79
PEON		hh	1.0000	0.0320	17.57	0.56
						1.44
Materiales					
ALAMBRE NEGRO N° 16		kg		0.0450	4.70	0.21
ACERO CORRUGADO fy = 4200 kg/cm2 GRADO 60		kg		1.0750	5.10	5.48
DISCO DE CORTE DE 7"		und		0.0075	9.00	0.07
DISCO DE CORTE DE 4.1/2"		und		0.0045	5.00	0.02
						5.78
Equipos					
HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		3.0000	1.44	0.04
AMOLADORA ANGULAR DE 4.1/2"		hm	0.5000	0.0160	0.45	0.01
AMOLADORA ANGULAR DE 7"		hm	1.0000	0.0320	0.45	0.01
						0.06

01.01.03.01 **CONCRETO VIGAS f'c=210 kg/cm2**

m3/DIA	**45.0000**	EQ. **45.0000**	Costo unitario directo por : m3	**399.65**	
Descripción Recurso		**Unidad**	**Cuadrilla**	**Cantidad**	**Precio S/**	**Parcial S/**
Mano de Obra					
CAPATAZ		hh	0.1000	0.0178	29.48	0.52
OPERARIO		hh	2.0000	0.3556	24.57	8.74
OFICIAL		hh	1.0000	0.1778	19.43	3.45
PEON		hh	4.0000	0.7111	17.57	12.49
						25.20
Materiales					
CEMENTO PORTLAND TIPO IP (42.5 kg)		bol		0.1250	24.50	3.06
CONCRETO PREMEZCLADO F'C=210 kg/cm2 CON CEMENTO TIPO IP		m3		1.0500	350.00	367.50
MADERA TORNILLO		p2		0.0275	0.60	0.02
						370.58
Equipos					
HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		3.0000	25.20	0.76
VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 1.25"		hm	2.0000	0.3556	8.75	3.11
						3.87

01.01.03.02 **ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE VIGAS**

m2/DIA	**8.5000**	EQ. **8.5000**	Costo unitario directo por : m2	**62.58**	
Descripción Recurso		**Unidad**	**Cuadrilla**	**Cantidad**	**Precio S/**	**Parcial S/**
Mano de Obra					
CAPATAZ		hh	0.1000	0.0941	29.48	2.77
OPERARIO		hh	1.0000	0.9412	24.57	23.13
OFICIAL		hh	1.0000	0.9412	19.43	18.29
PEON		hh	0.5000	0.4706	17.57	8.27

						52.46
	Materiales					
PETROLEO D-2		gal		0.0500	18.00	0.90
ALAMBRE NEGRO N°8		kg		0.3150	4.70	1.48
CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 3"		kg		0.1750	4.80	0.84
CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 4"		kg		0.1250	4.80	0.60
MADERA TORNILLO		p2		5.0000	0.60	3.00
DISCO PARA SIERRA CIRCULAR		und		0.0075	35.00	0.26
						7.08
	Equipos					
HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		5.0000	52.46	2.62
SIERRA CIRCULAR		hm	1.0000	0.9412	0.45	0.42
						3.04

01.01.03.03 **ACERO CORRUGADO FY= 4200 kg/cm2 GRADO 60**

kg/DIA	**250.0000**	EQ.	**250.0000**	Costo unitario directo por : kg		**7.28**
Descripción Recurso			**Unidad**	**Cuadrilla**	**Cantidad**	**Precio S/**	**Parcial S/**
	Mano de Obra					
CAPATAZ			hh	0.1000	0.0032	29.48	0.09
OPERARIO			hh	1.0000	0.0320	24.57	0.79
PEON			hh	1.0000	0.0320	17.57	0.56
							1.44
	Materiales					
ALAMBRE NEGRO N° 16			kg		0.0450	4.70	0.21
ACERO CORRUGADO fy = 4200 kg/cm2 GRADO 60			kg		1.0750	5.10	5.48
DISCO DE CORTE DE 7"			und		0.0075	9.00	0.07
DISCO DE CORTE DE 4.1/2"			und		0.0045	5.00	0.02
							5.78
	Equipos					
HERRAMIENTAS MANUALES			%mo		3.0000	1.44	0.04
AMOLADORA ANGULAR DE 4.1/2"			hm	0.5000	0.0160	0.45	0.01
AMOLADORA ANGULAR DE 7"			hm	1.0000	0.0320	0.45	0.01
							0.06

01.01.04.01 **CONCRETO LOSA ALIGERADA f'c=210 kg/cm2**

m3/DIA	**45.0000**	EQ.	**45.0000**	Costo unitario directo por : m3		**398.10**
Descripción Recurso			**Unidad**	**Cuadrilla**	**Cantidad**	**Precio S/**	**Parcial S/**
	Mano de Obra					
CAPATAZ			hh	0.1000	0.0178	29.48	0.52
OPERARIO			hh	2.0000	0.3556	24.57	8.74
OFICIAL			hh	1.0000	0.1778	19.43	3.45
PEON			hh	4.0000	0.7111	17.57	12.49
							25.20
	Materiales					
CEMENTO PORTLAND TIPO IP (42.5 kg)			bol		0.1250	24.50	3.06
CONCRETO PREMEZCLADO F'C=210 kg/cm2 CON CEMENTO TIPO IP			m3		1.0500	350.00	367.50
MADERA TORNILLO			p2		0.0275	0.60	0.02
							370.58
	Equipos					
HERRAMIENTAS MANUALES			%mo		3.0000	25.20	0.76
VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 1.25"			hm	1.0000	0.1778	8.75	1.56
							2.32

01.01.04.02 **ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE LOSA ALIGERADA**

m2/DIA	**15.0000**	EQ.	**15.0000**	Costo unitario directo por : m2	**38.41**	
Descripción Recurso		**Unidad**	**Cuadrilla**	**Cantidad**	**Precio S/**	**Parcial S/**
Mano de Obra						
CAPATAZ		hh	0.1000	0.0533	29.48	1.57
OPERARIO		hh	1.0000	0.5333	24.57	13.10
OFICIAL		hh	1.0000	0.5333	19.43	10.36
PEON		hh	0.5000	0.2667	17.57	4.69
						29.72
Materiales						
PETROLEO D-2		gal		0.0500	18.00	0.90
ALAMBRE NEGRO N°8		kg		0.1350	4.70	0.63
CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 2 1/2"		kg		0.1250	4.80	0.60
MADERA TORNILLO		p2		4.1500	0.60	2.49
DISCO PARA SIERRA CIRCULAR		und		0.0075	35.00	0.26
						4.88
Equipos						
HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		5.0000	29.72	1.49
PUNTALES METALICOS H<=3.50m		jgo		4.0000	0.55	2.20
SIERRA CIRCULAR		hm	0.5000	0.2667	0.45	0.12
						3.81

01.01.04.03 **ACERO CORRUGADO FY= 4200 kg/cm2 GRADO 60**

kg/DIA	**250.0000**	EQ.	**250.0000**	Costo unitario directo por : kg	**7.28**	
Descripción Recurso		**Unidad**	**Cuadrilla**	**Cantidad**	**Precio S/**	**Parcial S/**
Mano de Obra						
CAPATAZ		hh	0.1000	0.0032	29.48	0.09
OPERARIO		hh	1.0000	0.0320	24.57	0.79
PEON		hh	1.0000	0.0320	17.57	0.56
						1.44
Materiales						
ALAMBRE NEGRO N° 16		kg		0.0450	4.70	0.21
ACERO CORRUGADO fy = 4200 kg/cm2 GRADO 60		kg		1.0750	5.10	5.48
DISCO DE CORTE DE 7"		und		0.0075	9.00	0.07
DISCO DE CORTE DE 4.1/2"		und		0.0045	5.00	0.02
						5.78
Equipos						
HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		3.0000	1.44	0.04
AMOLADORA ANGULAR DE 4.1/2"		hm	0.5000	0.0160	0.45	0.01
AMOLADORA ANGULAR DE 7"		hm	1.0000	0.0320	0.45	0.01
						0.06

01.01.04.04 **LADRILLO HUECO DE ARCILLA h = 15 cm PARA TECHO ALIGERADO**

und/DIA	**1,500.0000**	EQ.	**1,500.0000**	Costo unitario directo por : und	**3.68**	
Descripción Recurso		**Unidad**	**Cuadrilla**	**Cantidad**	**Precio S/**	**Parcial S/**
Mano de Obra						
CAPATAZ		hh	0.1000	0.0005	29.48	0.01
OPERARIO		hh	1.0000	0.0053	24.57	0.13
PEON		hh	5.0000	0.0267	17.57	0.47
						0.61
Materiales						

LADRILLO PARA TECHO 8H DE 15X30X30 cm		und		1.0500	2.90	3.05
						3.05
Equipos						
HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		3.0000	0.61	0.02
						0.02

02.01.01		**MURO DE LADRILLO PANDERETA SOGA M:1:4 J=1.5 CM**				
m2/DIA	**8.5000**	EQ. **8.5000**		Costo unitario directo por : m2	**82.22**	
Descripción Recurso		**Unidad**	**Cuadrilla**	**Cantidad**	**Precio S/**	**Parcial S/**
Mano de Obra						
CAPATAZ		hh	0.1000	0.0941	29.48	2.77
OPERARIO		hh	1.0000	0.9412	24.57	23.13
PEON		hh	0.5000	0.4706	17.57	8.27
						34.17
Materiales						
CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 3"		kg		0.0200	4.80	0.10
ARENA GRUESA		m3		0.0175	50.00	0.88
CEMENTO PORTLAND TIPO IP (42.5 kg)		bol		0.4330	24.50	10.61
LADRILLO PANDERETA 10X14X22 cm		und		37.0000	0.80	29.60
MADERA TORNILLO		p2		0.5800	0.60	0.35
AGUA		m3		0.0135	6.50	0.09
						41.63
Equipos						
HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		5.0000	34.17	1.71
ANDAMIO METALICO		día	2.0000	0.2353	20.00	4.71
						6.42

02.01.02		**MURO DE LADRILLO KK TIPO IV CABEZA M:1:3 E=1.5 CM**				
m2/DIA	**5.5000**	EQ. **5.5000**		Costo unitario directo por : m2	**157.77**	
Descripción Recurso		**Unidad**	**Cuadrilla**	**Cantidad**	**Precio S/**	**Parcial S/**
Mano de Obra						
CAPATAZ		hh	0.1000	0.1455	29.48	4.29
OPERARIO		hh	1.0000	1.4545	24.57	35.74
PEON		hh	0.5000	0.7273	17.57	12.78
						52.81
Materiales						
CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 3"		kg		0.0200	4.80	0.10
ARENA GRUESA		m3		0.0362	50.00	1.81
CEMENTO PORTLAND TIPO IP (42.5 kg)		bol		0.8940	24.50	21.90
LADRILLO KK DE 10X14X24 cm - DIAMANTE		und		59.0000	1.20	70.80
MADERA TORNILLO		p2		0.5800	0.60	0.35
AGUA		m3		0.0135	6.50	0.09
						95.05
Equipos						
HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		5.0000	52.81	2.64
ANDAMIO METALICO		día	2.0000	0.3636	20.00	7.27
						9.91

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS DE ALBAÑILERÍA CON FIBRAS

01.01.01.01 **CONCRETO COLUMNAS f'c=210 kg/cm2**

m3/DIA	**45.0000**	EQ.	**45.0000**	Costo unitario directo por : m3	**398.54**	
Descripción Recurso		**Unidad**	**Cuadrilla**	**Cantidad**	**Precio S/**	**Parcial S/**
Mano de Obra						
CAPATAZ		hh	0.1000	0.0178	29.48	0.52
OPERARIO		hh	2.0000	0.3556	24.57	8.74
OFICIAL		hh	1.0000	0.1778	19.43	3.45
PEON		hh	4.0000	0.7111	17.57	12.49
						25.20
Materiales						
CEMENTO PORTLAND TIPO IP (42.5 kg)		bol		0.1250	24.50	3.06
CONCRETO PREMEZCLADO F'C=210 kg/cm2 CON EMENTO TIPO IP		m3		1.0500	350.00	367.50
MADERA TORNILLO		p2		0.0275	0.60	0.02
						370.58
Equipos						
HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		3.0000	25.20	0.76
VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 1.25"		hm	1.0000	0.1778	8.75	1.56
ANDAMIO METALICO		día	1.0000	0.0222	20.00	0.44
						2.76

01.01.01.02 **ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE COLUMNAS**

m2/DIA	**8.0000**	EQ.	**8.0000**	Costo unitario directo por : m2	**65.18**	
Descripción Recurso		**Unidad**	**Cuadrilla**	**Cantidad**	**Precio S/**	**Parcial S/**
Mano de Obra						
CAPATAZ		hh	0.1000	0.1000	29.48	2.95
OPERARIO		hh	1.0000	1.0000	24.57	24.57
OFICIAL		hh	1.0000	1.0000	19.43	19.43
PEON		hh	0.5000	0.5000	17.57	8.79
						55.74
Materiales						
PETROLEO D-2		gal		0.0500	18.00	0.90
ALAMBRE NEGRO N°8		kg		0.3150	4.70	1.48
CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 3"		kg		0.1250	4.80	0.60
CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 4"		kg		0.1000	4.80	0.48
MADERA TORNILLO		p2		4.5000	0.60	2.70
DISCO PARA SIERRA CIRCULAR		und		0.0075	35.00	0.26
						6.42
Equipos						
HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		5.0000	55.74	2.79
SIERRA CIRCULAR		hm	0.5000	0.5000	0.45	0.23
						3.02

01.01.01.03 **ACERO CORRUGADO FY= 4200 kg/cm2 GRADO 60**

kg/DIA	**250.0000**	EQ.	**250.0000**	Costo unitario directo por : kg	**7.28**	
Descripción Recurso		**Unidad**	**Cuadrilla**	**Cantidad**	**Precio S/**	**Parcial S/**
Mano de Obra						
CAPATAZ		hh	0.1000	0.0032	29.48	0.09
OPERARIO		hh	1.0000	0.0320	24.57	0.79
PEON		hh	1.0000	0.0320	17.57	0.56
						1.44

Materiales					
ALAMBRE NEGRO N° 16	kg		0.0450	4.70	0.21
ACERO CORRUGADO fy = 4200 kg/cm2 GRADO 60	kg		1.0750	5.10	5.48
DISCO DE CORTE DE 7"	und		0.0075	9.00	0.07
DISCO DE CORTE DE 4.1/2"	und		0.0045	5.00	0.02
					5.78
Equipos					
HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	1.44	0.04
AMOLADORA ANGULAR DE 4.1/2"	hm	0.5000	0.0160	0.45	0.01
AMOLADORA ANGULAR DE 7"	hm	1.0000	0.0320	0.45	0.01
					0.06

01.01.02.01 **CONCRETO VIGAS f'c=210 kg/cm2**

m3/DIA	**45.0000**	EQ.	**45.0000**	Costo unitario directo por : m3	**399.65**

Descripción Recurso	**Unidad**	**Cuadrilla**	**Cantidad**	**Precio S/**	**Parcial S/**
Mano de Obra					
CAPATAZ	hh	0.1000	0.0178	29.48	0.52
OPERARIO	hh	2.0000	0.3556	24.57	8.74
OFICIAL	hh	1.0000	0.1778	19.43	3.45
PEON	hh	4.0000	0.7111	17.57	12.49
					25.20
Materiales					
CEMENTO PORTLAND TIPO IP (42.5 kg)	bol		0.1250	24.50	3.06
CONCRETO PREMEZCLADO F'C=210 kg/cm2 CON EMENTO TIPO IP	m3		1.0500	350.00	367.50
MADERA TORNILLO	p2		0.0275	0.60	0.02
					370.58
Equipos					
HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	25.20	0.76
VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 1.25"	hm	2.0000	0.3556	8.75	3.11
					3.87

01.01.02.02 **ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE VIGAS**

m2/DIA	**8.5000**	EQ.	**8.5000**	Costo unitario directo por : m2	**62.58**

Descripción Recurso	**Unidad**	**Cuadrilla**	**Cantidad**	**Precio S/**	**Parcial S/**
Mano de Obra					
CAPATAZ	hh	0.1000	0.0941	29.48	2.77
OPERARIO	hh	1.0000	0.9412	24.57	23.13
OFICIAL	hh	1.0000	0.9412	19.43	18.29
PEON	hh	0.5000	0.4706	17.57	8.27
					52.46
Materiales					
PETROLEO D-2	gal		0.0500	18.00	0.90
ALAMBRE NEGRO N°8	kg		0.3150	4.70	1.48
CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 3"	kg		0.1750	4.80	0.84
CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 4"	kg		0.1250	4.80	0.60
MADERA TORNILLO	p2		5.0000	0.60	3.00
DISCO PARA SIERRA CIRCULAR	und		0.0075	35.00	0.26
					7.08
Equipos					
HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	52.46	2.62
SIERRA CIRCULAR	hm	1.0000	0.9412	0.45	0.42
					3.04

01.01.02.03 **ACERO CORRUGADO FY= 4200 kg/cm2 GRADO 60**

kg/DIA	**250.0000**	EQ.	**250.0000**	Costo unitario directo por : kg	**7.28**	
Descripción Recurso		**Unidad**	**Cuadrilla**	**Cantidad**	**Precio S/**	**Parcial S/**
Mano de Obra						
CAPATAZ		hh	0.1000	0.0032	29.48	0.09
OPERARIO		hh	1.0000	0.0320	24.57	0.79
PEON		hh	1.0000	0.0320	17.57	0.56
						1.44
Materiales						
ALAMBRE NEGRO N° 16		kg		0.0450	4.70	0.21
ACERO CORRUGADO fy = 4200 kg/cm2 GRADO 60		kg		1.0750	5.10	5.48
DISCO DE CORTE DE 7"		und		0.0075	9.00	0.07
DISCO DE CORTE DE 4.1/2"		und		0.0045	5.00	0.02
						5.78
Equipos						
HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		3.0000	1.44	0.04
AMOLADORA ANGULAR DE 4.1/2"		hm	0.5000	0.0160	0.45	0.01
AMOLADORA ANGULAR DE 7"		hm	1.0000	0.0320	0.45	0.01
						0.06

01.01.03.01 **CONCRETO LOSA ALIGERADA f'c=210 kg/cm2**

m3/DIA	**45.0000**	EQ.	**45.0000**	Costo unitario directo por : m3	**398.10**	
Descripción Recurso		**Unidad**	**Cuadrilla**	**Cantidad**	**Precio S/**	**Parcial S/**
Mano de Obra						
CAPATAZ		hh	0.1000	0.0178	29.48	0.52
OPERARIO		hh	2.0000	0.3556	24.57	8.74
OFICIAL		hh	1.0000	0.1778	19.43	3.45
PEON		hh	4.0000	0.7111	17.57	12.49
						25.20
Materiales						
CEMENTO PORTLAND TIPO IP (42.5 kg)		bol		0.1250	24.50	3.06
CONCRETO PREMEZCLADO F'C=210 kg/cm2 CON EMENTO TIPO IP		m3		1.0500	350.00	367.50
MADERA TORNILLO		p2		0.0275	0.60	0.02
						370.58
Equipos						
HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		3.0000	25.20	0.76
VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 1.25"		hm	1.0000	0.1778	8.75	1.56
						2.32

01.01.03.02 **ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE LOSA ALIGERADA**

m2/DIA	**15.0000**	EQ.	**15.0000**	Costo unitario directo por : m2	**38.41**	
Descripción Recurso		**Unidad**	**Cuadrilla**	**Cantidad**	**Precio S/**	**Parcial S/**
Mano de Obra						
CAPATAZ		hh	0.1000	0.0533	29.48	1.57
OPERARIO		hh	1.0000	0.5333	24.57	13.10
OFICIAL		hh	1.0000	0.5333	19.43	10.36
PEON		hh	0.5000	0.2667	17.57	4.69
						29.72
Materiales						
PETROLEO D-2		gal		0.0500	18.00	0.90

ALAMBRE NEGRO N°8	kg		0.1350	4.70	0.63
CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 2 1/2"	kg		0.1250	4.80	0.60
MADERA TORNILLO	p2		4.1500	0.60	2.49
DISCO PARA SIERRA CIRCULAR	und		0.0075	35.00	0.26
					4.88
Equipos					
HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	29.72	1.49
PUNTALES METALICOS H<=3.50m	jgo		4.0000	0.55	2.20
SIERRA CIRCULAR	hm	0.5000	0.2667	0.45	0.12
					3.81

01.01.03.03 **ACERO CORRUGADO FY= 4200 kg/cm2 GRADO 60**

kg/DIA	**250.0000**	EQ.	**250.0000**	Costo unitario directo por : kg	**7.28**	
Descripción Recurso			**Unidad**	**Cuadrilla**	**Cantidad**	**Precio S/**	**Parcial S/**
Mano de Obra						
CAPATAZ			hh	0.1000	0.0032	29.48	0.09
OPERARIO			hh	1.0000	0.0320	24.57	0.79
PEON			hh	1.0000	0.0320	17.57	0.56
							1.44
Materiales						
ALAMBRE NEGRO N° 16			kg		0.0450	4.70	0.21
ACERO CORRUGADO fy = 4200 kg/cm2 GRADO 60			kg		1.0750	5.10	5.48
DISCO DE CORTE DE 7"			und		0.0075	9.00	0.07
DISCO DE CORTE DE 4.1/2"			und		0.0045	5.00	0.02
							5.78
Equipos						
HERRAMIENTAS MANUALES			%mo		3.0000	1.44	0.04
AMOLADORA ANGULAR DE 4.1/2"			hm	0.5000	0.0160	0.45	0.01
AMOLADORA ANGULAR DE 7"			hm	1.0000	0.0320	0.45	0.01
							0.06

01.01.03.04 **LADRILLO HUECO DE ARCILLA h = 15 cm PARA TECHO ALIGERADO**

und/DIA	**1,500.0000**	EQ.	**1,500.0000**	Costo unitario directo por : und	**3.68**	
Descripción Recurso			**Unidad**	**Cuadrilla**	**Cantidad**	**Precio S/**	**Parcial S/**
Mano de Obra						
CAPATAZ			hh	0.1000	0.0005	29.48	0.01
OPERARIO			hh	1.0000	0.0053	24.57	0.13
PEON			hh	5.0000	0.0267	17.57	0.47
							0.61
Materiales						
LADRILLO PARA TECHO 8H DE 15X30X30 cm			und		1.0500	2.90	3.05
							3.05
Equipos						
HERRAMIENTAS MANUALES			%mo		3.0000	0.61	0.02
							0.02

02.01.01 **MURO DE LADRILLO PANDERETA SOGA M:1:4 J=1.5 CM**

m2/DIA	**8.5000**	EQ.	**8.5000**	Costo unitario directo por : m2	**82.22**	
Descripción Recurso			**Unidad**	**Cuadrilla**	**Cantidad**	**Precio S/**	**Parcial S/**
Mano de Obra						
CAPATAZ			hh	0.1000	0.0941	29.48	2.77
OPERARIO			hh	1.0000	0.9412	24.57	23.13

PEON	hh	0.5000	0.4706	17.57	8.27
					34.17
Materiales					
CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 3"	kg		0.0200	4.80	0.10
ARENA GRUESA	m3		0.0175	50.00	0.88
CEMENTO PORTLAND TIPO IP (42.5 kg)	bol		0.4330	24.50	10.61
LADRILLO PANDERETA 10X14X22 cm	und		37.0000	0.80	29.60
MADERA TORNILLO	p2		0.5800	0.60	0.35
AGUA	m3		0.0135	6.50	0.09
					41.63
Equipos					
HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	34.17	1.71
ANDAMIO METALICO	día	2.0000	0.2353	20.00	4.71
					6.42

02.01.02 **MURO DE LADRILLO KK TIPO IV CABEZA M:1:3 E=1.5 CM**

m2/DIA **5.5000** EQ. **5.5000** Costo unitario directo por : m2 **157.77**

Descripción Recurso	**Unidad**	**Cuadrilla**	**Cantidad**	**Precio S/**	**Parcial S/**
Mano de Obra					
CAPATAZ	hh	0.1000	0.1455	29.48	4.29
OPERARIO	hh	1.0000	1.4545	24.57	35.74
PEON	hh	0.5000	0.7273	17.57	12.78
					52.81
Materiales					
CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 3"	kg		0.0200	4.80	0.10
ARENA GRUESA	m3		0.0362	50.00	1.81
CEMENTO PORTLAND TIPO IP (42.5 kg)	bol		0.8940	24.50	21.90
LADRILLO KK DE 10X14X24 cm - DIAMANTE	und		59.0000	1.20	70.80
MADERA TORNILLO	p2		0.5800	0.60	0.35
AGUA	m3		0.0135	6.50	0.09
					95.05
Equipos					
HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	52.81	2.64
ANDAMIO METALICO	día	2.0000	0.3636	20.00	7.27
					9.91

02.01.03 **MURO DE LADRILLO KK TIPO IV CABEZA M:1:3 J=1.5 CM + FIBRAS**

m2/DIA **5.0000** EQ. **5.0000** Costo unitario directo por : m2 **208.01**

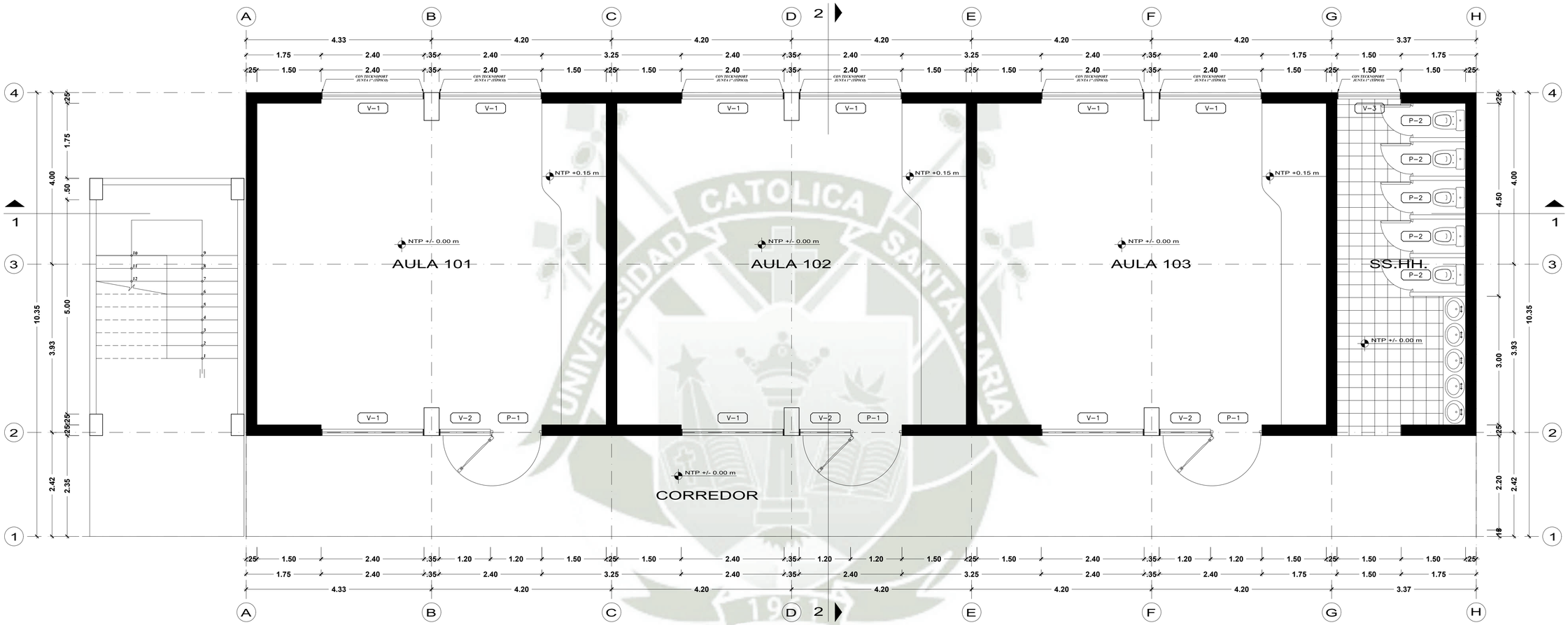
Descripción Recurso	**Unidad**	**Cuadrilla**	**Cantidad**	**Precio S/**	**Parcial S/**
Mano de Obra					
CAPATAZ	hh	0.1000	0.1600	29.48	4.72
OPERARIO	hh	1.0000	1.6000	24.57	39.31
PEON	hh	0.5000	0.8000	17.57	14.06
					58.09
Materiales					
CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 3"	kg		0.0200	4.80	0.10
ARENA GRUESA	m3		0.0362	50.00	1.81
FIBRA DE POLIPROPILENO - FIBROMAC 12	g		107.2630	0.04	4.29
FIBRA METALICA - WINRAND FS3N	kg		3.5750	11.10	39.68
CEMENTO PORTLAND TIPO IP (42.5 kg)	bol		0.8940	24.50	21.90
LADRILLO KK DE 10X14X24 cm - DIAMANTE	und		59.0000	1.20	70.80
MADERA TORNILLO	p2		0.5800	0.60	0.35

AGUA	m3		0.0135	6.50	0.09
					139.02
Equipos					
HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	58.09	2.90
ANDAMIO METALICO	día	2.0000	0.4000	20.00	8.00
					10.90

ANEXO 05: Planos

PLANOS DE ARQUITECTURA

PRIMER, SEGUNDO Y TERCER NIVEL



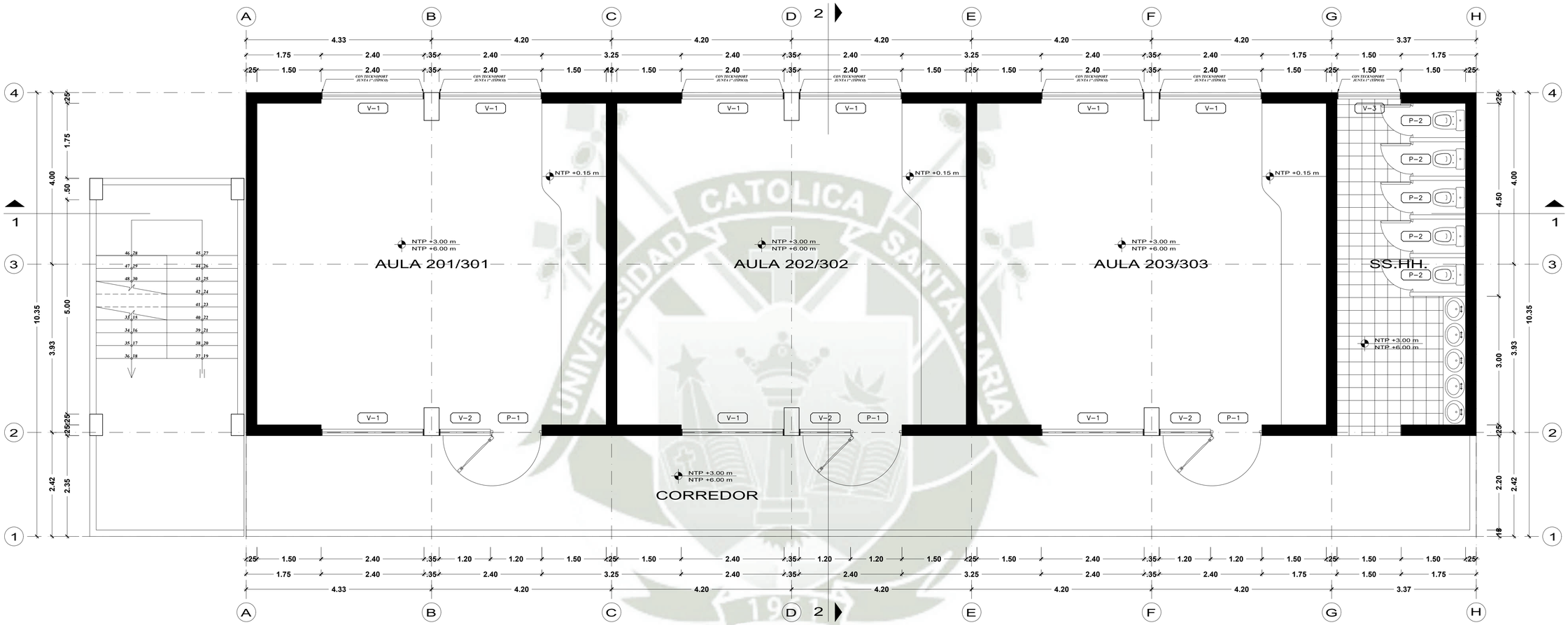
PLANTA DE PRIMER NIVEL

ESCALA 1 / 50

CUADRO DE VANOS				
VENTANAS				
TIPO	ANCHO	ALTO	ALFEIZAR	OBSERVACIONES
V–1	2.40	0.70	1.90	
V–2	1.20	0.70	1.90	
V–3	1.50	0.70	1.90	

CUADRO DE VANOS				
PUERTAS				
TIPO	ANCHO	ALTO	ALFEIZAR	OBSERVACIONES
P–1	1.20	2.60	–	
P–2	0.80	1.80	–	

PROY:	CONSTRUCCION DE COLEGIO – PLACAS	UCSM
TESISTAS:	FLORES HAÑARI, ALMILCAR SANTIAGO PILCO MAMANI, RICHARD EDMUNDO	ESC: Segun Indica
PLANO:	ARQUITECTURA PLANTA	LAM. A–1
	AREQUIPA – 2024	



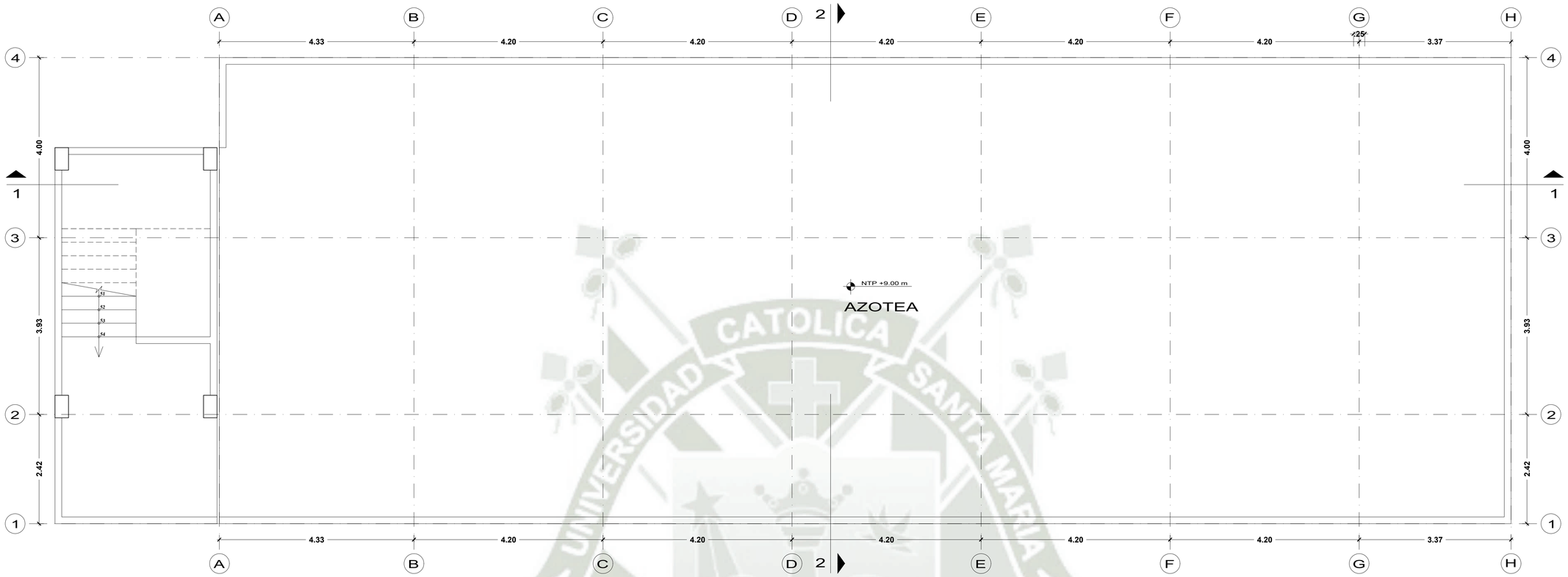
PLANTA DE SEGUNDO Y TERCER NIVEL

ESCALA 1 / 50

CUADRO DE VANOS				
VENTANAS				
TIPO	ANCHO	ALTO	ALFEIZAR	OBSERVACIONES
V–1	2.40	0.70	1.90	
V–2	1.20	0.70	1.90	
V–3	1.50	0.70	1.90	

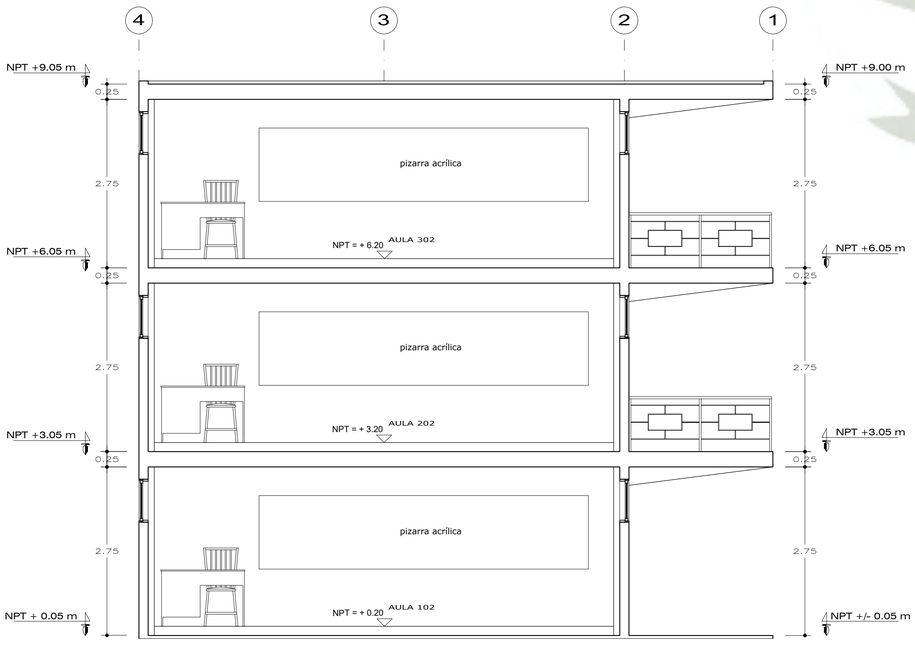
CUADRO DE VANOS				
PUERTAS				
TIPO	ANCHO	ALTO	ALFEIZAR	OBSERVACIONES
P–1	1.20	2.60	–	
P–2	0.80	1.80	–	

PROY:	CONSTRUCCION DE COLEGIO – PLACAS	UCSM
TESISTAS:	FLORES HAÑARI, ALMILCAR SANTIAGO PILCO MAMANI, RICHARD EDMUNDO	ESC: Segun Indica
PLANO:	ARQUITECTURA PLANTA	LAM. A–2
	AREQUIPA – 2024	



PLANTA DE AZOTEA

ESCALA 1 / 50

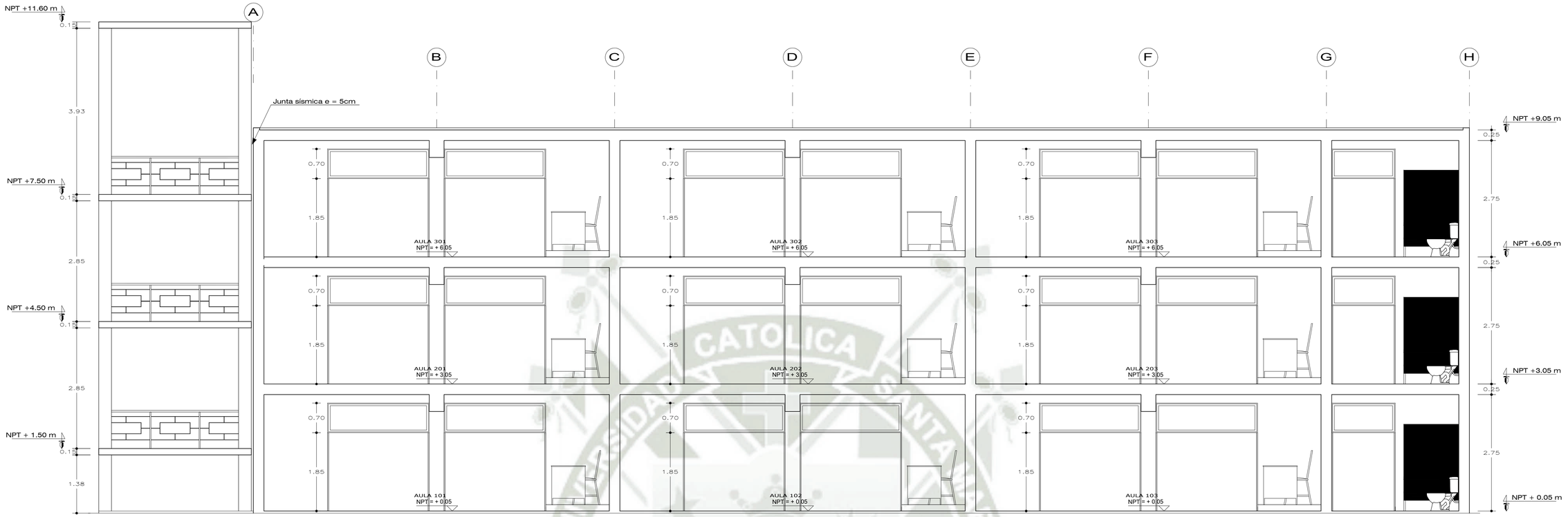


Corte 2-2

ESCALA 1 / 50

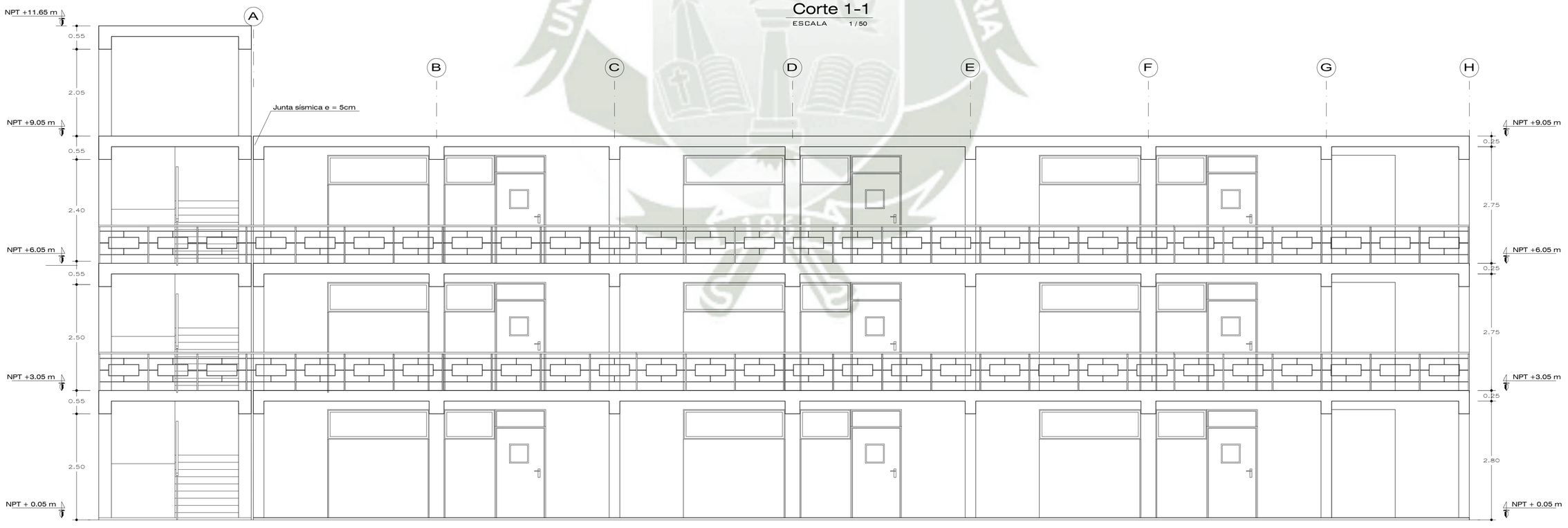
PROY:	CONSTRUCCION DE COLEGIO – PLACAS	UCSM
TESISTAS:	FLORES HAÑARI, ALMILCAR SANTIAGO PILCO MAMANI, RICHARD EDMUNDO	ESC: Segun Indica
PLANO:	ARQUITECTURA PLANTA Y CORTE	AREQUIPA – 2024

LAM. A–3



Corte 1-1

ESCALA 1 / 50



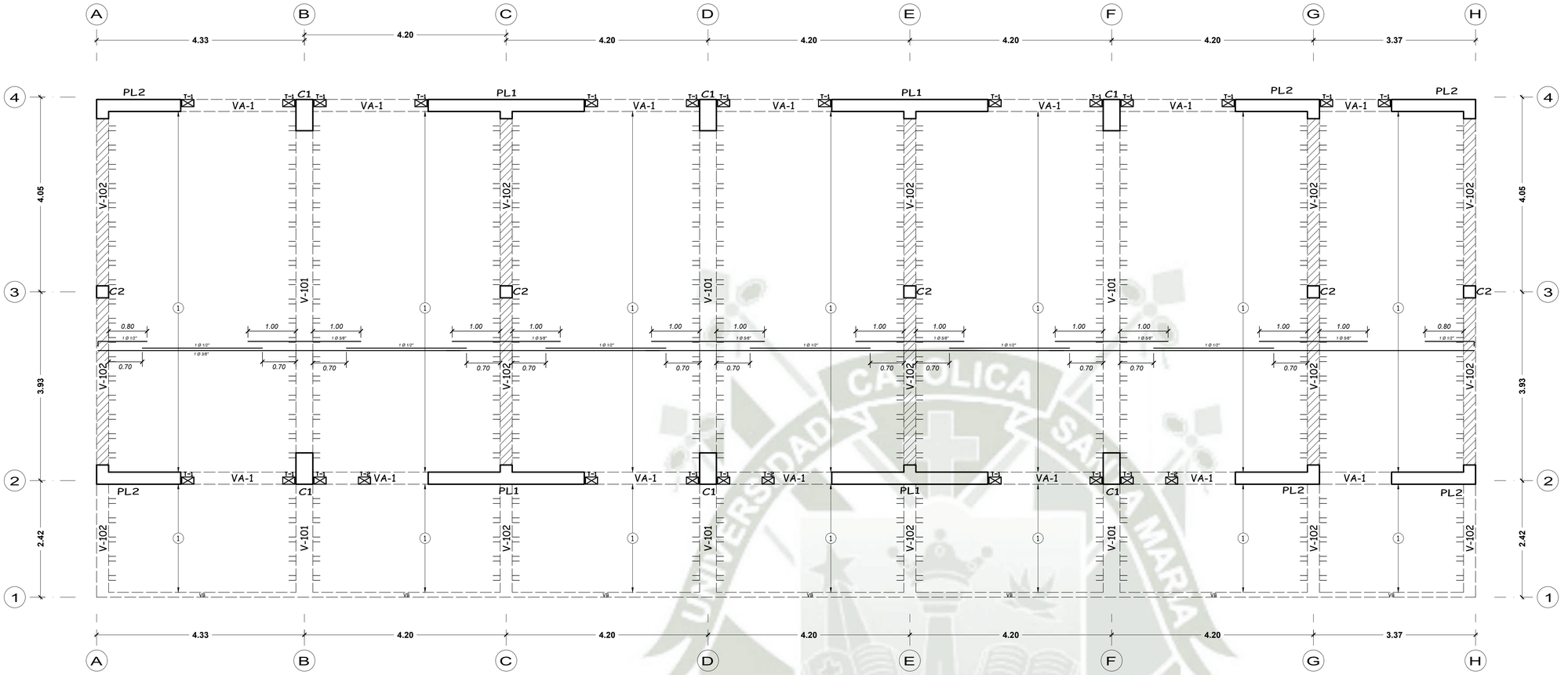
Vista Frontal en Elevación

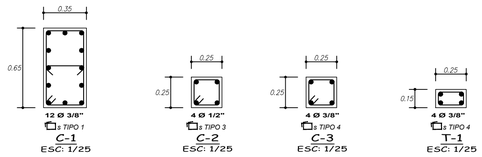
ESCALA 1 / 50

PROY:	CONSTRUCCION DE COLEGIO – PLACAS	UCSM
TESISTAS:	FLORES HAÑARI, ALMILCAR SANTIAGO PILCO MAMANI, RICHARD EDMUNDO	ESC: Segun Indica
PLANO:	ARQUITECTURA CORTE Y ELEVACION	AREQUIPA – 2024
		LAM. A–4

PLANOS DE ESTRUCTURA ALBAÑILERIA CON PLACAS

PRIMER, SEGUNDO Y TERCER NIVEL





CUADRO DE ESTRIBOS DE PLACAS Y COLUMNAS		
TIPO	Ø	ESPACIAMIENTO
1	3/8"	1 @ 0.05, 6 @ 0.10, Rsto @ 0.25 c/e.
2	3/8"	1 @ 0.05, 4 @ 0.10, 4 @ 0.15, Rsto @ 0.25 c/e.
3	6mm	9 @ 0.05, 2 @ 0.10, Rsto @ 0.25 c/e.
4	6mm	1@ 0.05, 4 @ 0.10, Rsto @ 0.25 c/e.

ALIGERADO 1er NIVEL

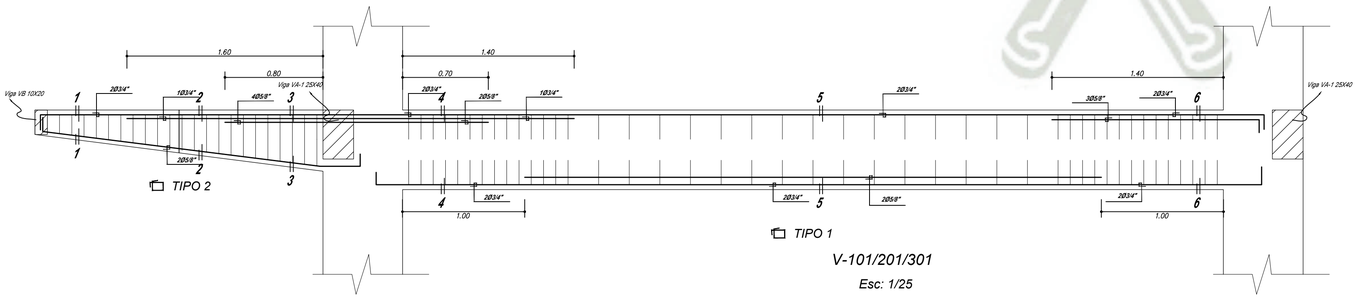
N.P.T. 6.00 m / 9.00 m

s/c :

Aulas = 250 Kg/m²

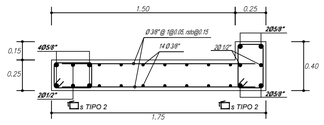
Pasillos = 400 Kg/m²

esc: 1/50



V-101/201/301

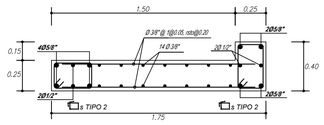
Esc: 1/25



P-2 (1er, 2do piso)

ESC: 1/25

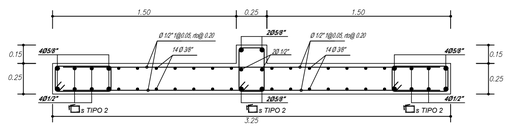
Piso: 1, 2



PL-2 (3er nivel)

ESC: 1/25

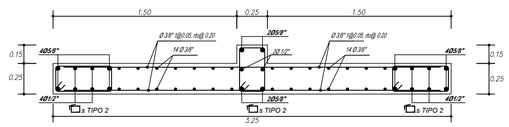
Piso: 3



PL-1 (1er, 2do piso)

ESC: 1/25

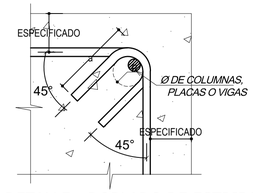
PISO: 1, 2



PL-1 (3er nivel)

ESC: 1/25

PISO: 3



Ø	R (cm)	a (cm)
1/4"	1.2	6
3/8"	2	10
1/2"	4	13

DETALLE - DOBLADO DE ESTRIBOS EN CIMIENTOS, COLUMNAS Y VIGAS

NOTAS - EMPALMES:

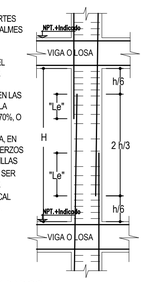
A. EMPALMAR EN DIFERENTES PARTES TRATANDO DE HACER LOS EMPALMES FUERA DE LA ZONA DE CONFINAMIENTO CON VIGAS.

B. NO EMPALMAR MAS DEL 50% DEL AREA TOTAL DE ACERO EN UNA MISMA SECCION.

C. EN CASO DE NO EMPALMARSE EN LAS ZONAS INDICADAS, AUMENTAR LA LONGITUD DE EMPALME EN UN 70%, O CONSULTAR AL PROYECTISTA.

D. EN LAS UNIONES VIGA-COLUMNA, EN INTERSECCIONES DE LOS REFUERZOS LONGITUDINALES CON LAS VARILLAS DE LAS VIGAS, ESTAS DEBERÁN SER GRIFADAS LIGERAMENTE, PARA MANTENER LA POSICIÓN VERTICAL DEL ACERO DE LAS COLUMNAS.

Ø	"Le" (m)
1/2"	0.45
5/8"	0.70
3/4"	0.80
1"	1.20



EMPALMES TRASLAPADOS PARA COLUMNAS Y PLACAS

DISEÑO SISMORESISTENTE

Direccion X - X : Muros de Corte.		Rx = 6
Direccion Y - Y : Albañilería.		Ry = 3
Parametros de diseño sismoresistente:		
Zona	:	3
Factor de Zona	:	Z = 0.35
Factor de Uso	:	U = 1.50
Factor de Suelo	:	S2 = 1.15 (Suelo Intermedio)
		TP = 0.6
		TL = 2.0
Periodo de Vibración	:	Tx = 0.149 seg
		Ty = 0.121 seg
Factor de Amp. Sísmica	:	Cx = 2.50 Cy = 2.50
Sistema Estructural	:	Placas de concreto y muros de albañilería
Desplazamiento máximo del ultimo nivel:		
		Dmáx X = 10.33 mm
		Dmáx Y = 5.89 mm.
Máximo desplazamiento relativo de entrepiso:		
		Drx = 0.0013 Dry = 0.0008
Cortante de Diseño:		
		Vx-x = 216.57 tonf Vy-y = 433.14 tonf.

ESPECIFICACIONES TECNICAS

A- MATERIALES:

CONCRETO

COLUMNAS Y PLACAS	f'c = 210 kg/cm2
VIGAS Y LOSAS	f'c = 210 kg/cm2
COLUMNETAS DE ARRIOSTRE	f'c = 210 kg/cm2

ACERO

ACERO CORRUGADO	Fy = 4200 kgf/cm2

B- RECUBRIMIENTOS MINIMOS:

COLUMNAS E>0.15m	4.00 cm.
VIGAS PERALTADAS	4.00 cm.
LOSAS Y VIGAS CHATAS	2.50 cm.
COLUMNETAS Y COLUMNAS E<=0.15m	2.50 cm.

D- SOBRECARGAS

INDICADAS EN PLANTA

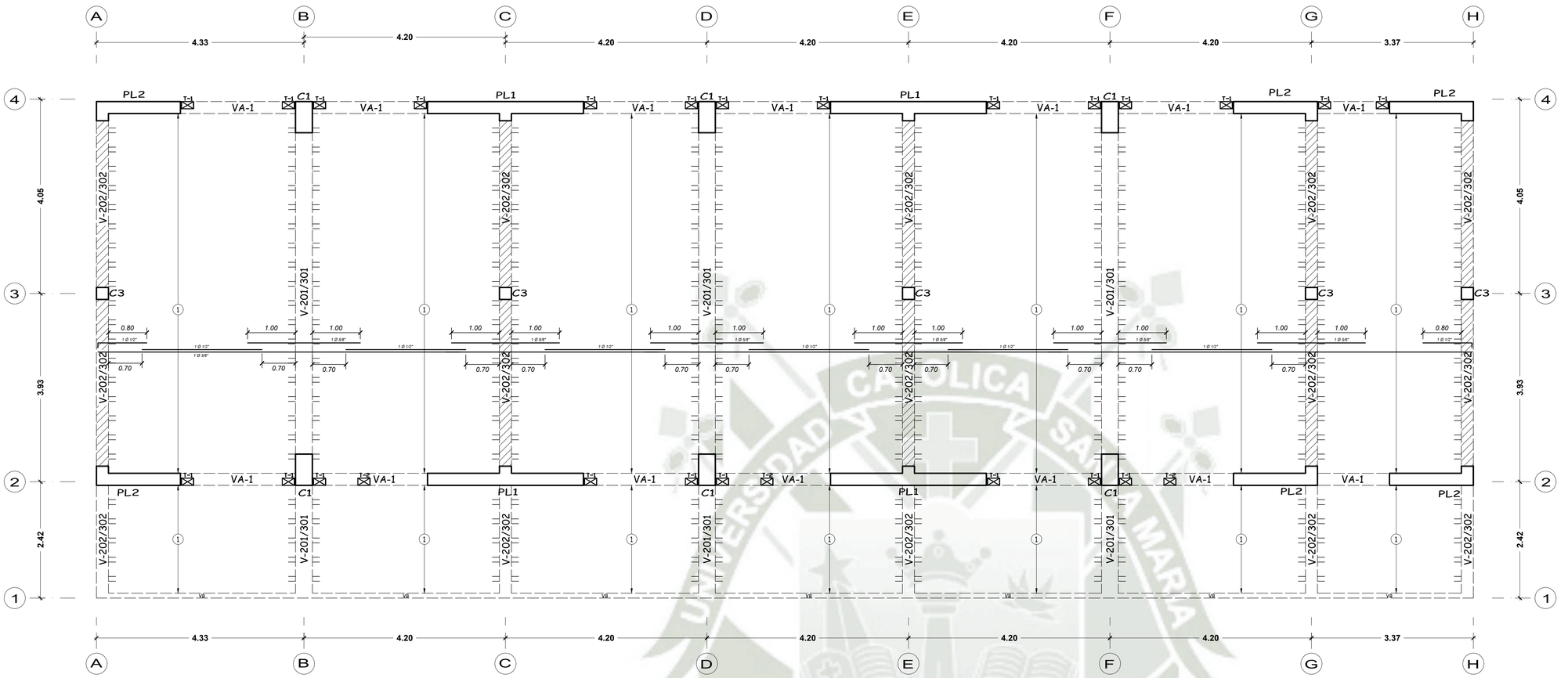
E- CARGAS PERMANENTES:

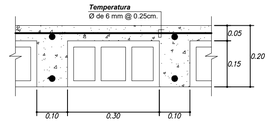
- Aligerados e = 0.20m	: 300 Kg/m2
- Piso terminado y cielo raso	: 100 Kg/m2
- Albañilería portante	: 1,800 kg/m3
- Tabiquería de albañilería	: 1,350 Kg/m3

F- NORMAS Y REGLAMENTOS:

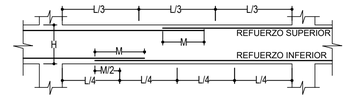
- Reglamento Nacional de Edificaciones
- Norma Técnica E-020 de Cargas
- Norma Técnica E-030 de Diseño Sismoresistente
- Norma Técnica E-060 de Concreto Armado
- Norma Técnica E-070 de Albañilería

PROY:	CONSTRUCCION DE COLEGIO – ALBAÑILERIA CON FIBRAS	UCSM
TESISTAS:	FLORES HAÑARI, ALMILCAR SANTIAGO PILCO MAMANI, RICHARD EDMUNDO	ESC: Segun Indica
PLANO:	ESTRUCTURAS ALIGERADO	LAM. E – 1
	AREQUIPA – 2024	





CORTE TIPICO DE ALIGERADO h = 0.20
Esc: 1/10



NOTAS:

A. NO EMPALMAR MAS DEL 50% DEL AREA TOTAL EN UNA MISMA SECCION

B. EN CASO DE NO EMPALMARSE EN LAS ZONAS INDICADAS, AUMENTAR LA LONGITUD DE EMPALME EN UN 70%.

C. EN CASO DE CORTAR EL 100% DE VARILLAS, INCREMENTAR LA LONGITUD DE EMPALME EN 70% O CONSULTAR AL PROYECTISTA.

D. LAS VIGAS MAYORES DE 5.00 MTS. LLEVARAN UNA CONTRAFLECHA DE "L/500".

E. DEBIDO A LA CONCENTRACIÒN DE ACERO EN COLUMNAS, EL ACERO POSITIVO Y NEGATIVO DE LAS VIGAS PODRÁN COLOCARSE EN DOS CAPAS COMO MAXIMO, LA SEGUNDA CAPA INFERIOR TENDRA EL MINIMO DE VARILLAS. ESTA NOTA TIENE PRIORIDAD SOBRE LOS CORTES DE LAS VIGAS.

VALORES DE "M"			
Ø	REFUERZO INF.	REFUERZO SUP.	
	H. cualquiera	H < .30	H >= .30
3/8"	0.30	0.30	0.45
1/2"	0.45	0.45	0.45
5/8"	0.55	0.55	0.75
3/4"	0.65	0.65	0.90
1"	1.15	0.90	1.65

EMPALMES TRASLAPADOS PARA VIGAS

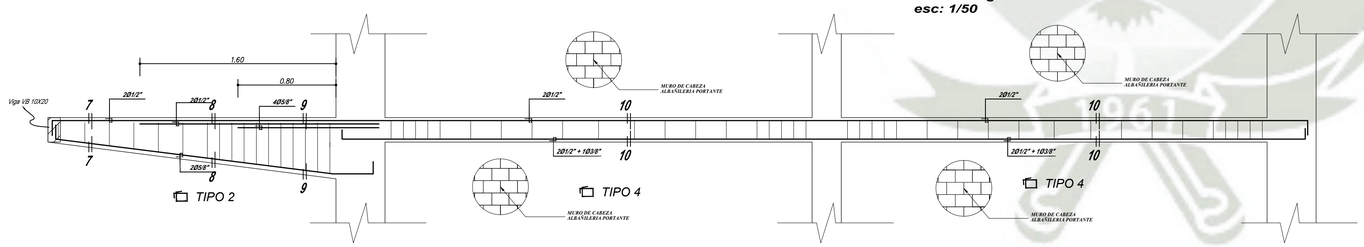
LEYENDA

ALBAÑILERIA SIN FIBRA

ALBAÑILERIA CON FIBRA

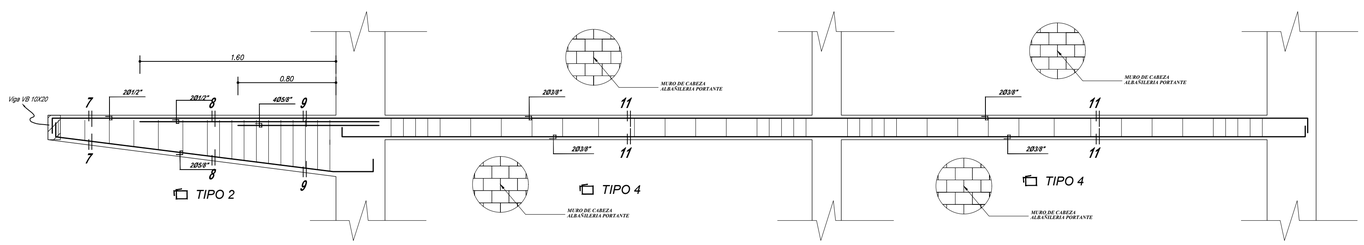
ALIGERADO 2do, 3er NIVEL

N.P.T. 6.00 m / 9.00 m
s/c :
Aulas = 250 Kg/m²
Pasillos = 400 Kg/m²
esc: 1/50



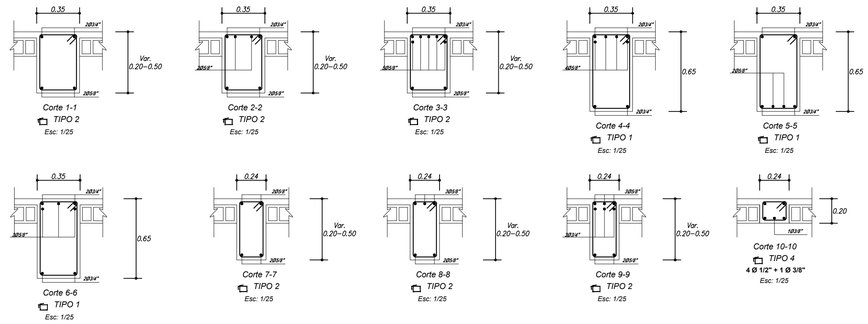
V-102/202

Esc: 1/25



V-302

Esc: 1/25



CUADRO DE ESTRIBOS DE VIGAS

TIPO	Ø	ESPACIAMIENTO EN CM.
1	3/8"	1 @ 0.05, 13 @ 0.10, Rsto @ 0.25 c/e.
2	3/8"	1 @ 0.05, 10 @ 0.10, Rsto @ 0.20 c/e.
3	3/8"	1 @ 0.05, 8 @ 0.10 Rsto @ 0.20 c/e.
4	6mm	1 @ 0.05, 4 @ 0.10 Rsto @ 0.25 c/e.

PROY: CONSTRUCCION DE COLEGIO – ALBAÑILERIA CON FIBRAS — UCSM

TESISTAS: FLORES HAÑARI, ALMILCAR SANTIAGO
PILCO MAMANI, RICHARD EDMUNDO

ESC: Segun Indica

LAM. E–2

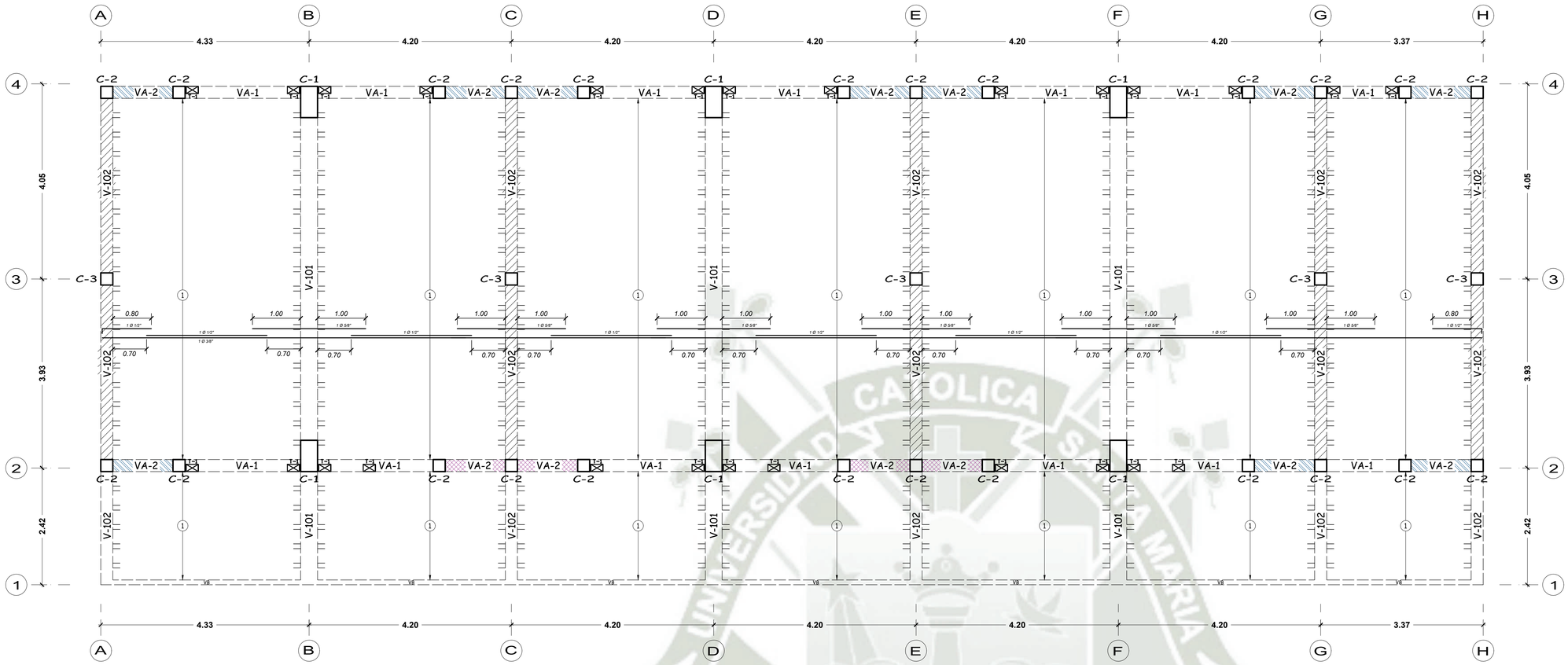
PLANO: ESTRUCTURAS DETALLES

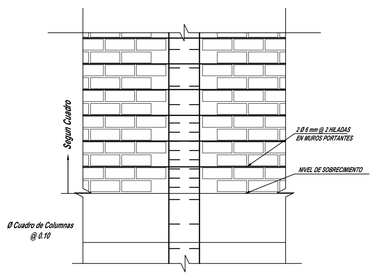
AREQUIPA – 2024

PLANOS DE ESTRUCTURA

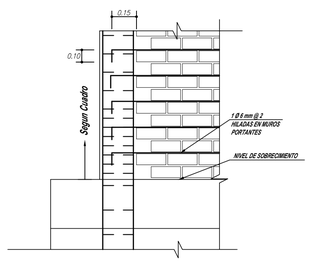
ALBAÑILERIA CON FIBRAS

PRIMER, SEGUNDO Y TERCER NIVEL

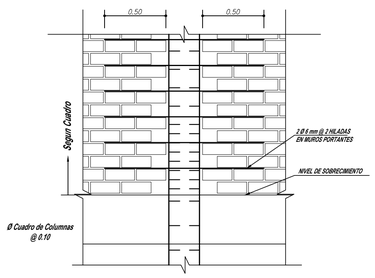




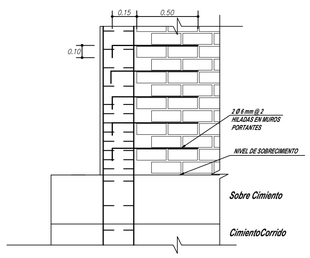
DETALLE DE COLUMNA INTERNA Y MUROS PORTANTES CON REFUERZO CORRIDO
ESC :1/25



DETALLE DE COLUMNA EXTERNA Y MUROS PORTANTES CON REFUERZO CORRIDO
ESC :1/25



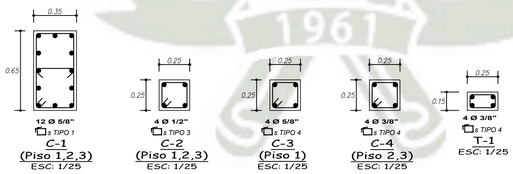
DETALLE DE COLUMNA INTERNA Y MUROS PORTANTES CON REFUERZO TIPO MECHAS
ESC :1/25



DETALLE DE COLUMNA EXTERNA Y MUROS PORTANTES CON REFUERZO TIPO MECHAS
ESC :1/25

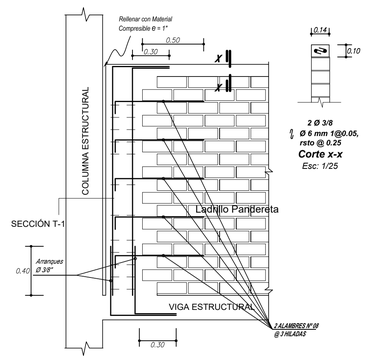
ALIGERADO 1er NIVEL

N.P.T. 3.00 m
s/c :
Aulas = 250 Kg/m²
Pasillos = 400 Kg/m²
esc: 1/50

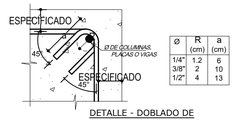


DETALLE DE COLUMNAS

CUADRO DE ESTRIBOS DE PLACAS Y COLUMNAS		
TIPO	Ø	ESPACIAMIENTO
1	3/8"	1 @ 0.05, 6 @ 0.10, Rsto @ 0.25 c/e.
2	6 mm	12 @ 0.05, 4 @ 0.10, Rsto @ 0.25 c/e.
3	6 mm	9 @ 0.05, 4 @ 0.10, Rsto @ 0.25 c/e.
4	6 mm	1@ 0.05, 4 @ 0.10, Rsto @ 0.25 c/e.



AISLAMIENTO DE ALFEIZAR DE COLUMNAS Y MUROS PORTANTES NACE EN VIGAS (h>=1.50m)
ESC :1/25



DETALLE - DOBLADO DE ESTRIBOS EN CIMIENTOS, COLUMNAS Y VIGAS

LEYENDA

- ALBAÑILERIA SIN FIBRA
- ALBAÑILERIA CON FIBRA
- ALBAÑILERIA CON FIBRA REFORZADA

DISEÑO SISMORESISTENTE

Direccion X - X : Albañilería con Fibra. Rx = 3
Direccion Y - Y : Albañilería. Ry = 3
Parametros de diseño sismoresistente:
Zona : Z = 0.35
Factor de Uso : U = 1.50
Factor de Suelo : S2 = 1.15 (Suelo Intermedio)
TP = 0.6
TL = 2.0
Periodo de Vibración : Tx = 0.207 seg
Ty = 0.129 seg
Factor de Amp. Sísmica : Cx = 2.50 Cy = 2.50
Sistema Estructural : Muros de albañilería
Desplazamiento máximo del ultimo nivel:
Dmáx X = 37.92 mm
Dmáx Y = 6.91 mm.
Máximo desplazamiento relativo de entrepiso:
Drx = 0.0046 Dry = 0.0008
Cortante de Diseño:
Vx-x = 420.36 tonf Vy-y = 420.36 tonf.

ESPECIFICACIONES TECNICAS

A- MATERIALES:
CONCRETO

COLUMNAS	f'c	= 210 kg/cm2
VIGAS Y LOSAS	f'c	= 210 kg/cm2
COLUMNETAS DE ARRIDSTRE	f'c	= 210 kg/cm2

ACERO
ACERO CORRUGADO Fy = 4200 kgf/cm2

B- RECUBRIMIENTOS MINIMOS:

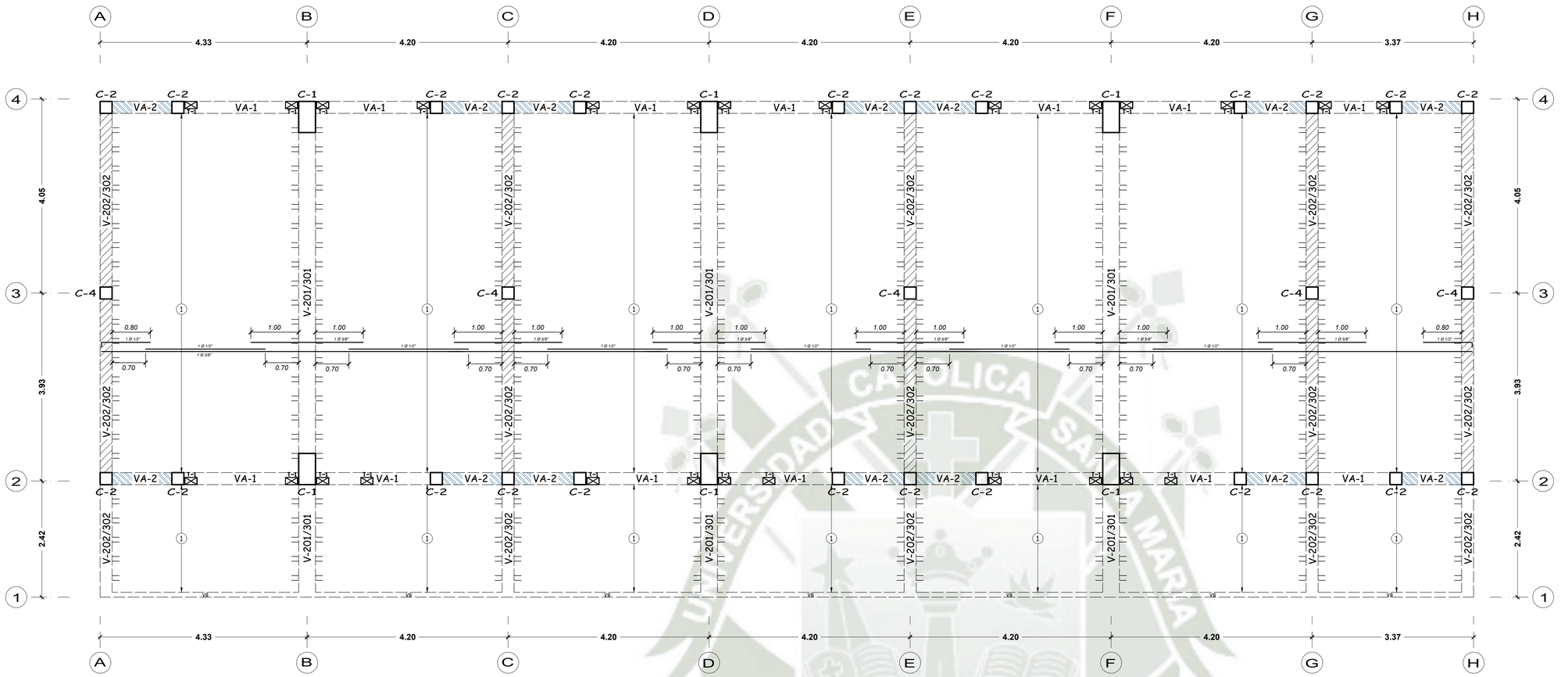
COLUMNAS E>0.15m	4.00 cm.
VIGAS PERALTADAS	4.00 cm.
LOSAS Y VIGAS CHATAS	2.50 cm.
COLUMNETAS Y COLUMNAS E<=0.15m	2.50 cm.

D- SOBRECARGAS
INDICADAS EN PLANTA

E- CARGAS PERMANENTES:
- Aligerados e = 0.20m : 300 Kg/m2
- Piso terminado y cielo raso : 100 Kg/m2
- Ladrillo Sólido : 1,800 kg/m3
- Ladrillo Hueco : 1,350 Kg/m3

F- NORMAS Y REGLAMENTOS:
- Reglamento Nacional de Edificaciones
- Norma Técnica E-020 de Cargas
- Norma Técnica E-030 de Diseño Sismoresistente
- Norma Técnica E-060 de Concreto Armado
- Norma Técnica E-070 de Albañileria

PROY: CONSTRUCCION DE COLEGIO – PLACAS
UCSM
TESISTAS: FLORES HAÑARI, ALMILCAR SANTIAGO
PILCO MAMANI, RICHARD EDMUNDO
ESC: Segun Indica
LAM: E – 1
PLANO: ESTRUCTURAS ALIGERADO
AREQUIPA – 2024



ALIGERADO 2do, 3er NIVEL

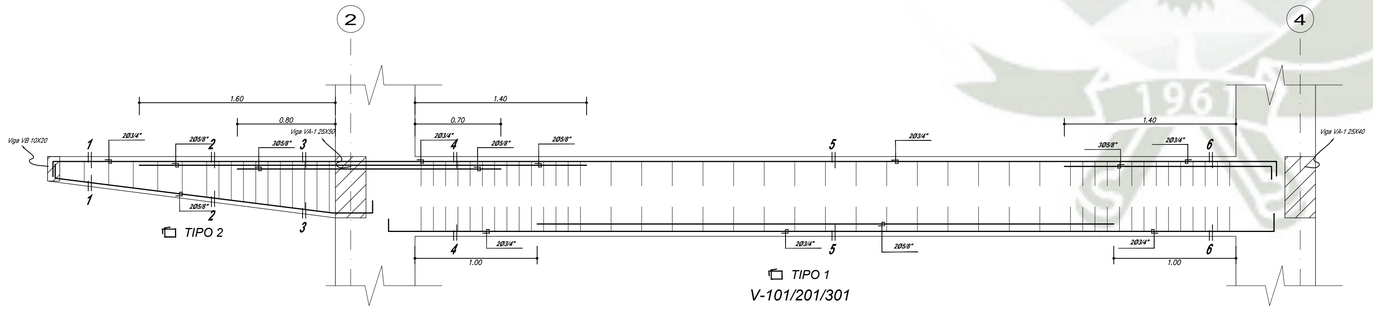
N.P.T. 6.00/9.00 m

s/c :

Aulas = 250 Kg/m²

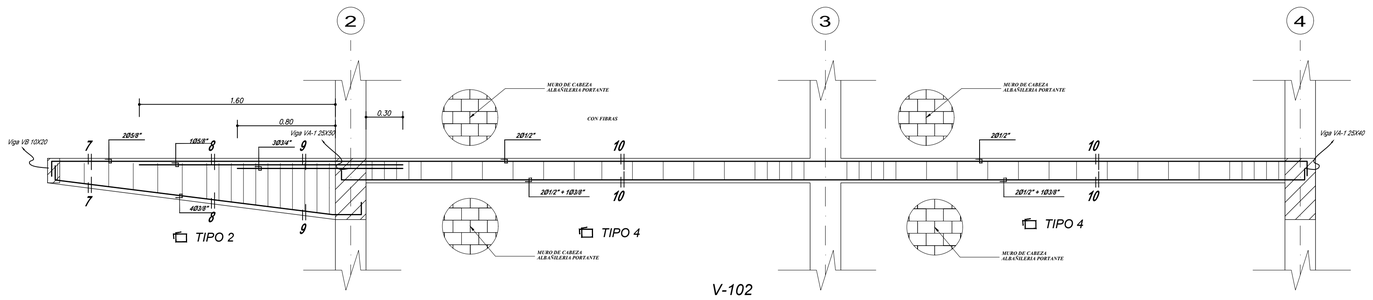
Pasillos = 400 Kg/m²

esc: 1/50



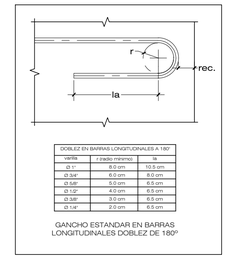
V-101/201/301

Esc: 1/25



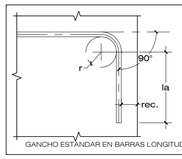
V-102

Esc: 1/25



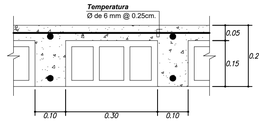
DOBLEZ EN BARRAS LONGITUDINALES A 180°		
varilla	r (radio mínimo)	la
Ø 1"	8.0 cm	10.5 cm
Ø 3/4"	6.0 cm	8.0 cm
Ø 5/8"	5.0 cm	6.5 cm
Ø 1/2"	4.0 cm	6.5 cm
Ø 3/8"	3.0 cm	6.5 cm
Ø 1/4"	2.0 cm	6.5 cm

GANCHO ESTANDAR EN BARRAS LONGITUDINALES DOBLEZ DE 180°



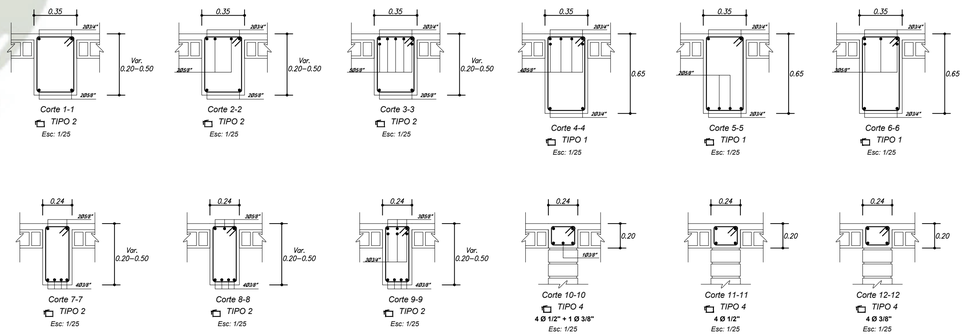
DOBLEZ EN BARRAS LONGITUDINALES A 90°		
varilla	r (radio mínimo)	la
Ø 1"	8.0 cm	30.5 cm
Ø 3/4"	6.0 cm	23.0 cm
Ø 5/8"	5.0 cm	19.5 cm
Ø 1/2"	4.0 cm	15.5 cm
Ø 3/8"	3.0 cm	11.5 cm
Ø 1/4"	2.0 cm	8.0 cm

GANCHO ESTANDAR EN BARRAS LONGITUDINALES DOBLEZ DE 90°



CORTE TIPICO DE ALIGERADO h = 0.20

Esc: 1/10



Corte 1-1 — TIPO 2 — Esc: 1/25

Corte 2-2 — TIPO 2 — Esc: 1/25

Corte 3-3 — TIPO 2 — Esc: 1/25

Corte 4-4 — TIPO 1 — Esc: 1/25

Corte 5-5 — TIPO 1 — Esc: 1/25

Corte 6-6 — TIPO 1 — Esc: 1/25

Corte 7-7 — TIPO 2 — Esc: 1/25

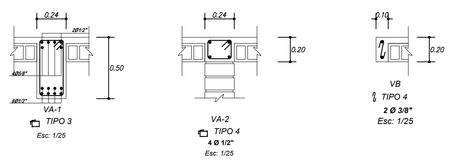
Corte 8-8 — TIPO 2 — Esc: 1/25

Corte 9-9 — TIPO 2 — Esc: 1/25

Corte 10-10 — TIPO 4 — 4 Ø 1/2" + 1 Ø 3/8" — Esc: 1/25

Corte 11-11 — TIPO 4 — 4 Ø 1/2" — Esc: 1/25

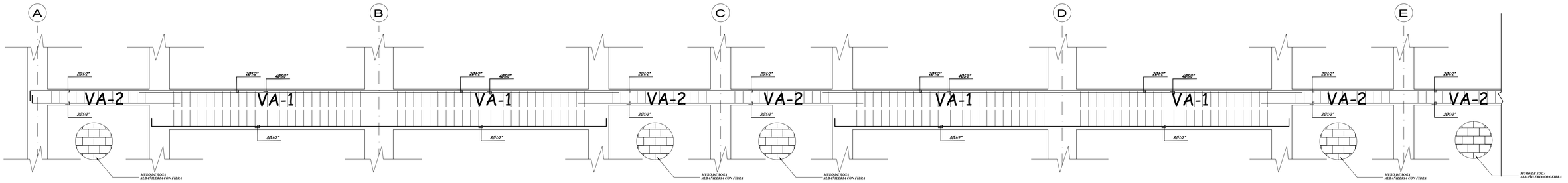
Corte 12-12 — TIPO 4 — 4 Ø 3/8" — Esc: 1/25



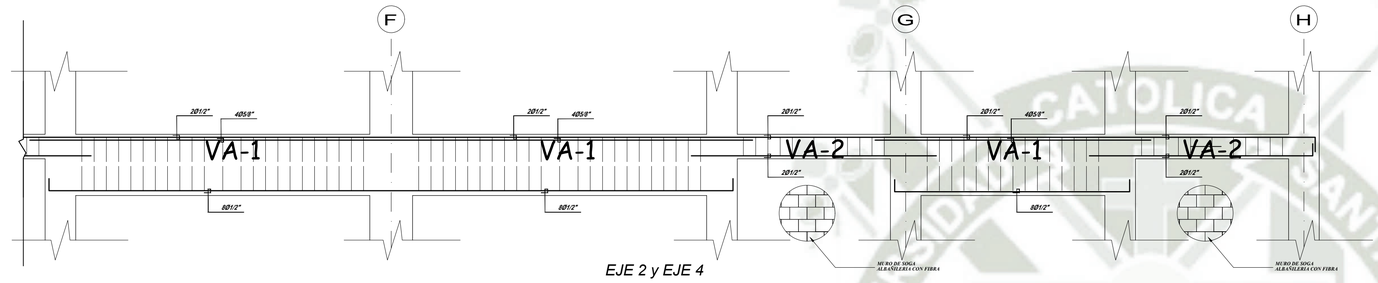
Esc: 1/25

CUADRO DE ESTRIBOS DE VIGAS		
TIPO	Ø	ESPACIAMIENTO EN CM.
1	3/8"	1 @ 0.05, 13 @ 0.10, Rsto @ 0.25 c/e.
2	3/8"	1 @ 0.05, 10 @ 0.10, Rsto @ 0.20 c/e.
3	6mm	1 @ 0.05, 4 @ 0.10 Rsto @ 0.25 c/e.
4		

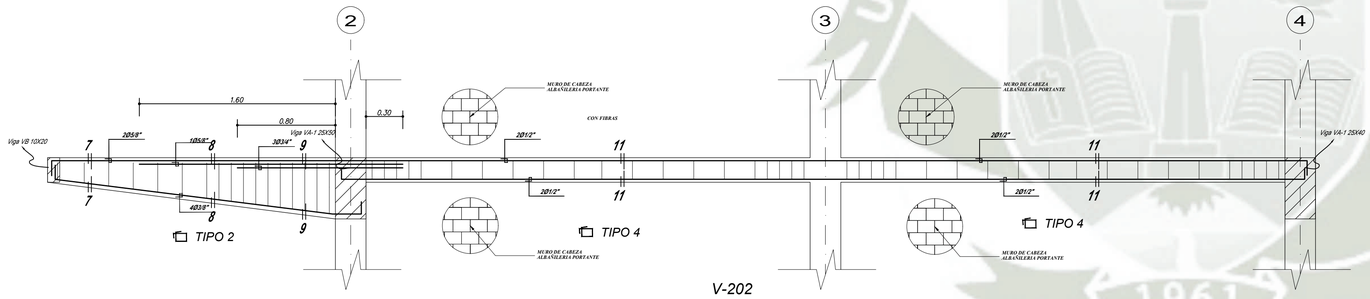
PROY:	CONSTRUCCION DE COLEGIO – PLACAS		UCSM
TESISTAS:	FLORES HAÑARI, ALMILCAR SANTIAGO PILCO MAMANI, RICHARD EDMUNDO	ESC: Segun Indica	LAM. E – 2
PLANO:	ESTRUCTURAS DETALLES	AREQUIPA – 2024	



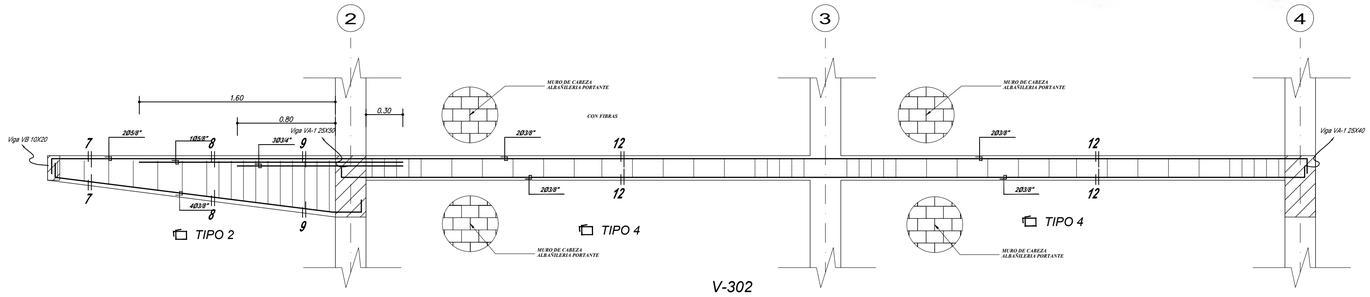
EJE 2 y EJE 4
PISO 1, 2, 3
Esc: 1/25



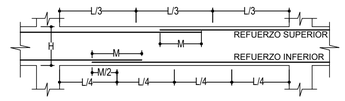
EJE 2 y EJE 4
PISO 1, 2, 3
Esc: 1/25



V-202
Esc: 1/25



V-302
Esc: 1/25



NOTAS:

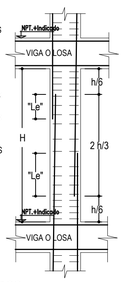
A. NO EMPALMAR MAS DEL 50% DEL AREA TOTAL EN UNA MISMA SECCION
B. EN CASO DE NO EMPALMARSE EN LAS ZONAS INDICADAS, AUMENTAR LA LONGITUD DE EMPALME EN UN 70%.
C. EN CASO DE CORTAR EL 100% DE VARILLAS, INCREMENTAR LA LONGITUD DE EMPALME EN 70% O CONSULTAR AL PROYECTISTA.
D. LAS VIGAS MAYORES DE 5.00 MTS. LLEVARAN UNA CONTRAFLECHA DE "L/500".
E. DEBIDO A LA CONCENTRACIÒN DE ACERO EN COLUMNAS, EL ACERO POSITIVO Y NEGATIVO DE LAS VIGAS PODRÀN COLOCARSE EN DOS CAPAS COMO MAXIMO, LA SEGUNDA CAPA INFERIOR TENDRÁ EL MINIMO DE VARILLAS. ESTA NOTA TIENE PRIORIDAD SOBRE LOS CORTES DE LAS VIGAS.

VALORES DE "M"			
Ø	REFUERZO INF.	REFUERZO SUP.	
	H. cualquiera	H < .30	H >= .30
3/8"	0.30	0.30	0.45
1/2"	0.45	0.45	0.45
5/8"	0.55	0.55	0.75
3/4"	0.65	0.65	0.90
1"	1.15	0.90	1.65

EMPALMES TRASLAPADOS PARA VIGAS

NOTAS – EMPALMES:

A. EMPALMAR EN DIFERENTES PARTES TRATANDO DE HACER LOS EMPALMES FUERA DE LA ZONA DE CONFINAMIENTO CON VIGAS.
B. NO EMPALMAR MAS DEL 50% DEL AREA TOTAL DE ACERO EN UNA MISMA SECCION.
C. EN CASO DE NO EMPALMARSE EN LAS ZONAS INDICADAS, AUMENTAR LA LONGITUD DE EMPALME EN UN 70%, O CONSULTAR AL PROYECTISTA.
D. EN LAS UNIONES VIGA-COLUMNA, EN INTERSECCIONES DE LOS REFUERZOS LONGITUDINALES CON LAS VARILLAS DE LAS VIGAS, ESTAS DEBERÁN SER GRIFADAS LIGERAMENTE, PARA MANTENER LA POSICIÓN VERTICAL DEL ACERO DE LAS COLUMNAS.

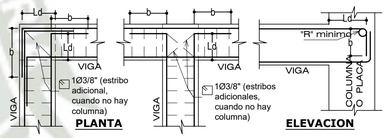


Ø	"Le" (m)
1/2"	0.45
5/8"	0.70
3/4"	0.80
1"	1.20

EMPALMES TRASLAPADOS PARA COLUMNAS Y PLACAS

LONGITUDES DE ANCLAJE TIPICO EN VIGAS

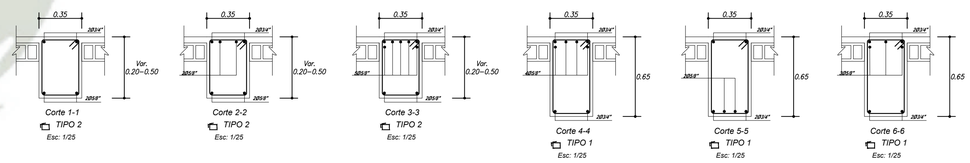
"Ld" (cm) para f'c= 210kg/cm2					
Ø	Lt (cm) (traccion)	Lt (cm) (traccion)(*)	Lc (cm) (comp)(**)	b (cm)	R (cm)
3/8"	42	63	22	12	2.5
1/2"	56	84	29	20	3.5
5/8"	70	105	37	20	4
3/4"	84	126	44	25	6
1"	140	208	59	35	8

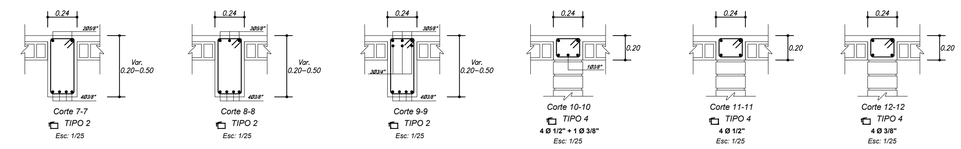


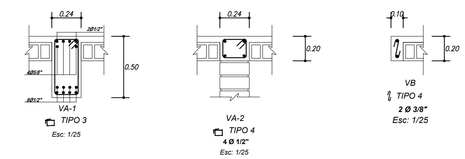
NOTA: EN CASO DE NO PODER DESARROLLAR LA LONGITUD "Ld", LA DIFERENCIA ENTRE "Ld" Y LA LONGITUD DESARROLLADA SE COLOCARA EN "b", SIEMPRE QUE ESTA DIFERENCIA SEA MAYOR QUE "b".

(*): BARRAS HORIZONTALES SUPERIORES QUE TENGAN POR DEBAJO MÁS DE 30 CM. DE CONCRETO FRESCO.

(**): PARA BARRAS HORIZONTALES QUE EN EL DESARROLLO DE VIGAS NO TERMINEN EN GANCHO "b".







CUADRO DE ESTRIBOS DE VIGAS		
TIPO	Ø	ESPACIAMIENTO EN CM.
1	3/8"	1 @ 0.05, 13 @ 0.10, Rsto @ 0.25 c/e.
2	3/8"	1 @ 0.05, 10 @ 0.10, Rsto @ 0.20 c/e.
3	6mm	1 @ 0.05, 4 @ 0.10 Rsto @ 0.25 c/e.
4		

PROY: CONSTRUCCION DE COLEGIO – PLACAS

UCSM

TESISTAS: FLORES HAÑARI, ALMILCAR SANTIAGO
PILCO MAMANI, RICHARD EDMUNDO

ESC: Segun Indica

LAM. E–2

PLANO: ESTRUCTURAS DETALLES

AREQUIPA – 2024