

UNIVERSIDAD CATOLICA DE SANTA MARIA

FACULTAD DE ARQUITECTURA E INGENIERÍA CIVIL Y DEL AMBIENTE

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



**“ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES FÍSICO MECÁNICAS DE LADRILLOS
DE ARCILLA CALCINADA EN LAS PRINCIPALES LADRILLERAS DE LA
REGION AREQUIPA Y SU CAPACIDAD MAXIMA EN UNA EDIFICACION”**

Tesis presentada por la Bachiller:
ANGELA LORENA CHAVEZ ANYOSA

Para optar el Título Profesional de:
INGENIERO CIVIL

ASESOR:
ING. MILAGROS GUILLEN MALAGA

**AREQUIPA - PERÚ
2017**



DEDICATORIA:

A ti Dios que me diste la oportunidad de vivir y de regalarme una familia maravillosa. A mi papa Gonzalo y a mi mama María, por haberme educado y haber tolerado mis errores.

A mis amigos Solange y Wilson, por su apoyo, paciencia y compañerismo para que yo pueda lograr todas mis metas.

RESUMEN

La presente tesis tiene como objetivo ensayar y clasificar las unidades de albañilería de acuerdo las propiedades mecánicas y físicas, y evaluar la capacidad máxima de las diferentes ladrilleras, en una edificación de albañilería confinada según lo establecido en la nueva Norma E – 070. El presente estudio se realizó en 8 capítulos los cuales se resumen a continuación:

En el **Capítulo 1** se menciona los aspectos generales que comprenden la introducción, reseña histórica del ladrillo, problemática y objetivos

En el **Capítulo 2** se describe las características generales de las componentes del ladrillo, el número de muestras a ser ensayadas, la elaboración de su composición para su elaboración para el proceso de fabricación de los ladrillos

En el **Capítulo 3** se describe las propiedades físicas y mecánicas de las unidades de albañilería, indicando su clasificación para fines estructurales y no estructurales.

En el **Capítulo 4** se realizan los ensayos y clasificación de las propiedades físicas y mecánicas a las unidades albañilería de acuerdo a lo indicado en la norma E070

En el **Capítulo 5** se describe los ensayos que se realizan a pilas y muretes de albañilería como son su normatividad, materiales, equipos, herramientas, procedimientos de ensayos donde se encontró en pilas el $f'b$ (compresión axial) y en muretes $v'm$ (compresión al corte) valores que serán utilizados en los siguientes capítulos para el diseño estructural.

En el **Capítulo 6** se describe la aplicación de los valores encontrados en el capítulo anterior, así como también la estructuración previa de la edificación, la densidad mínima de muros características del edificio como geométricas, de materiales, y finalmente se realizó los cálculos de metrados de cargas y se

encontró el esfuerzo axial máximo, obteniendo cuantos niveles podrá soportar cada ladrillera.

En el **Capítulo 7** se describe el análisis sísmico, calculando la cortante basal y la distribución de fuerzas sísmicas en los entre pisos de la edificación, de igual forma se realizó el análisis dinámico, para así con el uso del programa Etabs obtener los valores se utilizarán en el siguiente capítulo.

En el **Capítulo 8** se describe el diseño de muros, también el diseño de los elementos de confinamiento como columnas y vigas soleras.

Palabras claves: arcilla, ladrillo, espécimen, artesanal, industrial, Resistencia a la compresión.



SUMMERY

This research paper's objective is to teach about and classify the units of construction according to mechanical and physical properties, and to evaluate the maximum capacity of different bricks in the construction of a building. This is established in the new standard E – 070. This research paper consist of 8 chapters, which are summarised below.

Chapter 1: Describes the general aspects that make up the introduction, and tells the history of the brick. It also covers it's problems and objectives

Chapter 2: Describes the general characteristics and components of the brick. The number of samples to be constructed, and an elaboration of their compositions, for the process of production.

Chapter 3: Describes the mechanical and physical properties of the units of construction, and indicates their classifications for both structural and non – structural

Chapter 4: Goes over the physical and mechanical properties of construction and classification in the units of construction according to the standard E070.

Chapter 5: Describes the samples used for walls and batteries in construction according to procedure. It covers the tools, equipment, materials and processes used in the making of batteries f,b (compression axles) on walls v`m (axle compression). It covers the values that will be used in the next chapters.

Chapter 6: Describes the applications of the values found in the previous chapter. And also the building structures which were shown previously. It also covers the minimum density of walls used for the construction of buildings as geometrics. Finally it shows the metric calculations and duties of the maximum axel, which are obtained in the four levels that each brick can support.

Chapter 7: Describes seismic analysis. It calculates basal cutting and the disruption of seismic movements in the centre floors of a building. The same way it is shown in dynamic analysis. With the use of the programme etabs obtain the values used in the next chapter.

Chapter 8: describes the design of walls, and the design of elements gathered for columns and support beams.

Key words: clay, brick, specimen, handicraft, industry, compressive strength.

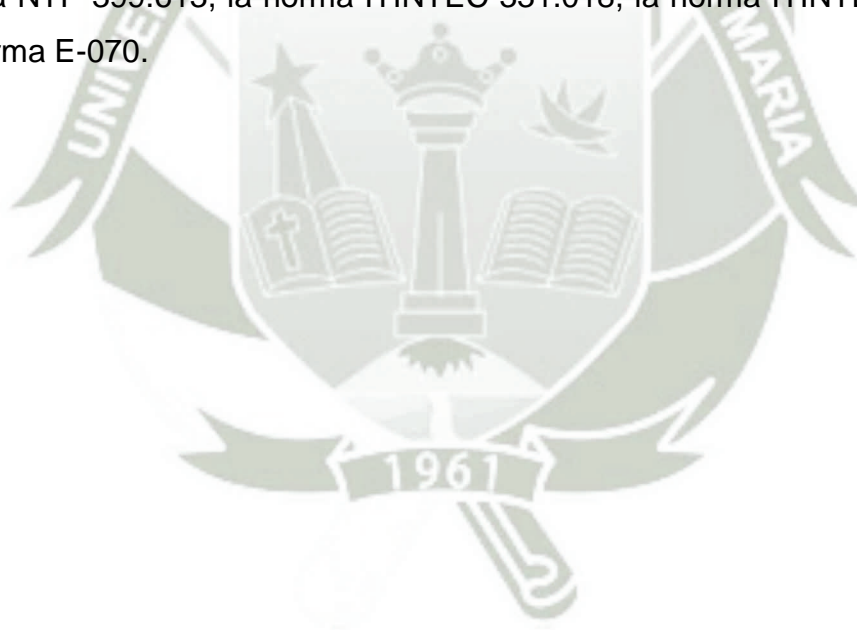


INTRODUCCION

En nuestro país la mayoría de construcciones están hechas en albañilería, en el Perú tanto como en Arequipa, los muros de albañilería confinada son construidos con unidades fabricadas en la propia región que son elaboradas por medios tradicionales y de forma artesanal.

A pesar de su uso masivo, no se tiene hasta la fecha ninguna información detallada sobre las características estructurales de estas unidades de albañilería y el comportamiento estructural de este sistema.

El presente estudio se realiza para conocer y evaluar la máxima capacidad de unidades de albañilería de 3 ladrilleras mecanizadas y 2 ladrilleras artesanales, de la ciudad de Arequipa, para la construcción de estructuras en albañilería confinada. El proceso de todos los ensayos previos se elaboró en base en la norma NTP 399.613, la norma ITINTEC 331.018, la norma ITINTEC 331.017 y la Norma E-070.



INDICE DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	
CAPÍTULO 1	1
ASPECTOS GENERALES	1
1.1 RESEÑA HISTORICA DEL LADRILLO	¡Error! Marcador no definido.
1.2 RESEÑA HISTORICA DE LA ALBANILERIA:	1
1.3 PROBLEMÁTICA:.....	2
1.4 OBJETIVOS:.....	5
1.4.1. OBJETIVOS GENERALES:	6
1.4.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS:.....	6
CAPÍTULO 2	7
MARCO TEORICO.....	7
2.1 CARACTERISTICAS GENERALES:.....	7
2.2 DEFINICIONES.....	8
2.3. NÚMERO DE MUESTRAS	8
2.4 LADRILLOS DE ARCILLA CALCINADA.....	9
2.4.1 MATERIA PRIMA:.....	9
2.4.2 ARCILLA (INFORMACION TECNICA):.....	9
2.5 MANUFACTURA.....	10
2.6 PROCESO DE FABRICACION DEL LADRILLO:	10
CAPÍTULO 3	14
UNIDADES DE ALBAÑILERÍA	14
3.1. INTRODUCCION.....	14
3.2 PROPIEDADES DE LAS UNIDADES DE ALBAÑILERÍA	14
3.2.1 PROPIEDADES FÍSICAS:.....	14
3.2.2 PROPIEDADES MECÁNICAS:	15
3.3 CLASIFICACION PARA FINES ESTRUCTURALES	15
3.3.1. VARIACION DIMENCIONAL.....	16
3.3.2 ALABEO.....	17
3.3.3 RESISTENCIA A LA COMPRESION fb.	18
3.4 LIMITACIONES EN SU APLICACIÓN PARA FINES ESTRUCTURALES:	20
3.5 CLASIFICACION PARA FINES NO ESTRUCTURALES	21
3.5.1 ABSORCION	21

3.5.2 SUCCION.....	22
3.5.3 DENSIDAD.....	24
CAPITULO 4	25
ENSAYOS DE LAS UNIDADES, RESULTADOS Y CLASIFICACION SEGÚN NORMAS.....	25
4.1 INTRODUCCION.....	25
4.2 RESULTADOS E NTERPRETACION DE LOS ENSAYOS REALIZADOS.....	26
4.2.1 VARIACION DIMENCIONAL:.....	26
4.2.1.1. METODO DE ENSAYO ITINTEC 331.018.....	26
4.2.1.2. RESULTADOS Y CLASIFICACION:.....	27
4.2.1.3. RESUMEN E INTERPRETACION DE RESULTADOS:	33
4.2.2 ALABEO:.....	34
4.2.2.1. METODOS DE ENSAYO ITINTEC 331.018.....	34
4.2.2.2. RESULTADOS Y CLASIFICACION:.....	36
4.2.2.3. RESUMEN E INTERPRETACION DE RESULTADOS.	42
4.2.3 RESISTENCIA A LA COMPRESION fb:	43
4.2.3.1METODOS DE ENSAYO ITINTEC 331.018.....	43
4.2.3.2. RESULTADOS Y CLASIFICACION:.....	45
4.2.3.3. RESUMEN E INTERPRETACION DE RESULTADOS	48
4.2.4 DENSIDAD.....	48
4.2.4.1. METODOS DE ENSAYO ITINTEC 331.018.....	48
4.2.4.2. RESULTADOS Y CLASIFICACION:.....	50
4.2.4.3. RESUMEN E INTERPRETACION DE RESULTADOS	52
4.2.5 ABSORCION	52
4.2.5.1 METODOS DE ENSAYO ITINTEC 331.018.....	53
4.2.5.2. RESULTADOS Y CLASIFICACION:.....	54
4.2.5.3. RESUMEN E INTERPRETACION DE RESULTADOS.	56
4.2.6 SUCCION:.....	56
4.2.6.1. METODOS DE ENSAYO ITINTEC 331.018.....	56
4.2.6.2 RESULTADOS DE ENSAYOS	60
4.2.6.3. RESUMEN E INTERPRETACION DE RESULTADOS.	62
CAPITULO 5	63
PROPIEDADES DE LA ALBANILERIA SIMPLE.....	63
5.1 INTRODUCCION.....	63
5.2. PILAS DE ALBAÑILERÍA	64

5.2.1. MARCO TEÓRICO.....	64
5.2.2. MATERIALES Y EQUIPO:	65
5.2.2.1. MATERIALES	65
5.2.2.2. EQUIPO.....	66
5.2.3. PREPARACION DE ENSAYO:.....	66
5.2.3.1. MEDICIÓN DE PRISMA	66
5.2.3.2 ALMACENAMIENTO DEL PRISMA.....	66
5.2.3.3. REFRENDADO DEL PRISMA	67
5.2.3.4. COLOCACIÓN DEL PRISMA EN LA MÁQUINA DE ENSAYO.....	67
5.2.3.5. CARGA	67
5.2.3.6 RESISTENCIA DEL PRISMA EN LA ALBAÑILERÍA.....	68
5.2.4. EXPRESIÓN DE RESULTADOS.....	68
5.2.5. RESULTADOS DE ENSAYOS.....	68
5.2.5.1. RESUMEN E INTERPRETACION DE RESULTADOS.	70
5.3 COMPRESION DIAGONAL.....	73
5.3.1. GENERALIDADES.....	73
5.3.2. REFRENDADO O CAPING	74
5.3.3. ALMACENAMIENTO	75
5.3.4 MATERIALES	75
5.3.5 PROCEDIMIENTO DE ENSAYO	76
5.3.6. TÉCNICA DE ENSAYO – RESUMEN:.....	77
5.3.7EXPRESIÓN DE RESULTADOS.....	77
5.3.8 RESULTADOS DE ENSAYOS.....	79
5.3.9. RESUMEN E INTERPRETACION DE RESULTADOS.....	82
CAPITULO 6	84
ESTRUCTURACION Y APLICACIÓN DE RESULTADOS AL DISEÑO DE ALBAÑILERÍA CONFINADA .	84
6.1 CARACTERISTICAS DEL EDIFICIO:.....	85
6.1.1 INFORMACIÓN GENERAL	85
6.1.2 CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES.....	85
6.2 ESTRUCTURACION Y PREDIMENSIONAMIENTO	86
6.2.1 ESTRUCTURACIÓN.....	86
6.2.2 PRE DIMENSIONAMIENTO	86
6.3 METRADO DE CARGAS:	88
6.3.1 CARGAS UNITARIAS.....	88

6.3.2	CARGAS DIRECTAS:.....	89
6.3.3	CARGAS INDIRECTAS:	89
6.4	ÁREAS TRIBUTARIAS Y CARGAS POR MURO	90
6.4.1	CARGAS POR AREAS:	91
6.4.2	CARGAS LINEALES DE MUROS PORTANTES:	91
6.4.3	CARGAS DE TABIQUES DE ALBAÑILERÍA:	92
6.4.4	RESUMEN METRADO DE CARGAS	93
6.5	ESFUERZO AXIAL MAXIMO.....	94
6.5.1	ANALISIS DE ESFUERZOS.	95
6.5.2	RESUMEN E INTERPRETACION DE RESULTADOS:	103
CAPITULO 7		104
ANALISIS SISMICO		104
7.1	GENERALDADES	104
7.2	ANALISIS SISMICO	104
7.2.1	CALCULO DE LA CORTANTE BASAL.....	104
7.2.2	DISTRIBUCION DE FUERZA SISMICA.....	106
7.2.3	ANÁLISIS SÍSMICO DINÁMICO	109
7.3	MODELAMIENTO COMPUTACIONAL	111
7.3.1	PERIODOS DE LA ESTRUCTURA	117
7.3.2	CENTRO DE MASA Y CENTRO DE RIGIDEZ.....	118
CAPÍTULO 8		120
DISEÑO EN ALBAÑILERÍA		120
8.1	VERIFICACIONES PARA EL DISEÑO	120
8.1.1	DISEÑO POR SISMO MODERADO	120
8.1.2	DISEÑO POR SISMO SEVERO	121
8.2	APLICACIÓN DE LAS VERIFICACIONES PARA EL DISEÑO:	123
8.3	DISEÑO DE LOS MUROS AGRIETADOS POR CORTE	127
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES		135
BIBLIOGRAFIA.....		149

“ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES FÍSICO MECÁNICAS DE LADRILLOS DE ARCILLA CALCINADA EN LAS PRINCIPALES LADRILLERAS DE LA REGION AREQUIPA Y SU CAPACIDAD MAXIMA EN UNA EDIFICACION”

CAPÍTULO 1

ASPECTOS GENERALES

1.1 RESEÑA HISTORICA DEL LADRILLO:

El ladrillo formo parte del principal material en la construcción de la antigua Mesopotamia y Palestina, donde apenas se disponía de madera y piedras. Los habitantes de Jericó en Palestina fabricaban ladrillos hace unos 9.000 años.

Los constructores sumerios y babilonios levantaron zigurats, palacios y ciudades amuralladas con ladrillos secados al sol, que recubrían con otros ladrillos cocidos en hornos, más resistentes y a menudo con esmaltes brillantes formando frisos decorativos.

En sus últimos años los persas construían con ladrillos al igual que los chinos, que levantaron la gran muralla. Los romanos construyeron baños, anfiteatros y acueductos con ladrillos, a menudo recubiertos de mármol.

En el curso de la edad media, en el imperio bizantino, al norte de Italia, en los Países Bajos y en Alemania, así como en cualquier otro lugar donde escaseara la piedra, los constructores valoraban el ladrillo por sus cualidades decorativas y funcionales. Realizaron construcciones con ladrillos templados, rojos y sin brillo creando una amplia variedad de formas, como cuadros, figuras de punto de espina, de tejido de esterilla o lazos flamencos. Esta tradición continuó en el renacimiento y en la arquitectura georgiana británica, y fue llevada a América del norte por los colonos.

El ladrillo ya era conocido por los indígenas americanos de las civilizaciones prehispánicas. En regiones secas construían casas de ladrillos de adobe secado al sol. Las grandes pirámides de los olmecas, mayas y otros pueblos fueron construidas con ladrillos revestidos de piedra. Pero fue en España donde, por influencia musulmana, el uso del ladrillo alcanzó más difusión, sobre todo en Castilla, Aragón y Andalucía.¹

¹ http://www.proyectosalohnogor.com/el_porque_de_las_cosas/historia_del_ladrillo.htm

1.2 RESEÑA HISTORICA DE LA ALBAÑILERIA:

En los primeros años del siglo XX, muchas viviendas unifamiliares (casas de 1 a 3 pisos) y viviendas multifamiliares (edificios de 3 a 5 pisos) se construyeron usando albañilería simple de ladrillo macizo, tanto para muros portantes como no portantes. En los edificios antiguos, los muros portantes tienen 0.25m de ancho independientemente del número de pisos. Los muros no portantes interiores usualmente tienen 0.25 o 0.15m de ancho y se denominaban muros de amarre. Muchos de estos edificios han soportado varios sismos, esto debido a que probablemente están sobre suelo de buena calidad y a que cuentan con una alta densidad de muros en las direcciones principales de la estructura, ver fig. 1.²



Fig1.- Edificio antiguo de albañilería simple Lima (San Bartolomé, 1994).

*Fuente: CRITERIOS PARA CONSTRUCCIONES DE LADRILLO MÁS SEGURAS
Por: DANIEL QUIJUN W, Profesor Principal, Pontificia Universidad Católica del Perú
Miembro del Comité de Albañilería SENCICO*

Desde 1940 se comenzó a usar las columnas de concreto como elementos de confinamiento en muros portantes, las que además funcionaban como arriostres para carga perpendicular a su plano. Este tipo de refuerzo en la albañilería en el Perú aún carecía de estudios experimentales y de ingeniería.

Luego, por la necesidad de mayores espacios en construcciones urbanas llevaron a utilizar muros más delgados, de 0.15m o menos, reduciendo la densidad de muros (área de muros respecto al área en planta).

² <https://es.scribd.com/doc/111644545/Ensayos-realizados-a-Unidades-de-Albanileria>

En el terremoto de 1970 se produjo algunos colapsos de edificios de 2 pisos en Chimbote, los que eran de albañilería simple (sin columnas). Este terremoto mostró claramente la necesidad de incorporar refuerzos a estas edificaciones. Así la albañilería confinada se volvió el sistema constructivo más popular para edificaciones de baja y mediana altura en las ciudades. Según el reglamento, éstas podían ser de hasta 5 pisos, para evitar la necesidad de incluir ascensores.

Entre 1961 y 2005, se han desarrollado cinco censos nacionales de vivienda en el Perú, además de otros más de población. Una pregunta significativa del censo de vivienda es “¿Cuál es el material predominante en las paredes?” Al comparar los 2 últimos censos de vivienda, se observa que los muros de ladrillo y de bloques han desplazado al adobe como el material predominante (Tabla 1).³

Tabla 1
Fuente: Material predominante en las paredes de la vivienda, como porcentaje del total (INEI 2005, 1993)

Material de la pared	1993	2005
Ladrillos y bloques	35.7 %	45.9 %
Adobe	43.3 %	37.0 %
Otros: Madera, paja, piedra, etc.	21.0 %	17.1 %

En 1982 se promulgó la primera norma moderna de diseño y construcción de albañilería (ININVI), la que tenía algo de respaldo experimental pero que adolecía aún de temas no investigados en las condiciones peruanas de materiales y mano de obra. Esta norma permitió a los ingenieros proyectar y construir edificios de hasta 5 pisos de albañilería confinada de 0.15m de ancho (fig. 2 izq.), además de edificios de albañilería armada.

En forma paralela, se han levantado diversas edificaciones de albañilería armada, básicamente de viviendas en Lima (fig. 2 centro).

Otras edificaciones que utilizan ladrillos para muros de albañilería portantes y no portantes son oficinas, hoteles, restaurantes, hospitales y centros educativos. En común, se trata de edificaciones de pocos pisos (fig. 2.).

³ <https://es.scribd.com/document/240403495/Materiales-de-Construccion->



Fig. 2- Edificios de albañilería confinada (izquierda), Albañilería armada (centro) y edificios educativos (derecha), en Lima

Fuente: CRITERIOS PARA CONSTRUCCIONES DE LADRILLO MÁS SEGURAS

Por: DANIEL QUIJUN W, Profesor Principal, Pontificia Universidad Católica del Perú

Miembro del Comité de Albañilería SENCICO

En los recientes terremotos se ha demostrado la importancia de:

- 1) tener una buena densidad de muros.
- 2) usar ladrillos macizos, para prevenir daños.

Varias casas en Tacna (2001) y en Pisco (2007) han colapsado o tienen daños severos por estas causas. En Nazca (1996), Arequipa y Moquegua (2001), y Pisco e Ica (2007) se han observado daños importantes en edificios educativos y otros por la presencia de tabiques de albañilería que han interactuado con columnas de concreto.

Hasta 1977 se podría decir que la albañilería ha sido empírica y por tanto ha carecido de ingeniería. La construcción de edificaciones con muros portantes excesivamente gruesos, el uso de muros delgados para la dirección no portante, la falta de conceptos claros sobre el comportamiento estructural, la ausencia de armadura, y la utilización de configuraciones incorrectas han llevado a edificaciones inseguras que en algunos casos han producido desastres estructurales. Esto implica que las edificaciones de albañilería no reforzada, con poca densidad de muros, que han tenido un comportamiento sísmico sumamente frágil.

El sistema de construcción de edificios más popular en las zonas urbanas del Perú es la albañilería confinada. En otros se usa la albañilería armada. En estos sistemas, los

muros son estructurales, es decir deben ser capaces de resistir cargas verticales de gravedad y horizontales de sismo. Para ello, los muros deben estar conformados por materiales de calidad reconocida, y se deben realizar siguiendo un procedimiento de construcción adecuado y ser debidamente reforzados. Es por ello que la Norma hace especial énfasis en estos aspectos. Los sistemas de albañilería no convencionales (es decir que no están en la Norma), deberán ser aprobados por el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento luego de ser evaluados por SENCICO.

En resumen, la albañilería es muy frágil en tracción. Por tanto, para su uso en edificaciones debe ser convenientemente construida y reforzada.⁴

1.3 PROBLEMÁTICA:

El sistema estructural más usado en el Perú para la construcción de viviendas en zonas urbanas es la denominada albañilería de ladrillos de arcilla; más del 43% de las viviendas son construidas con este sistema.⁵

En los últimos 30 años, el crecimiento de construcciones populares e informales ha aumentado considerablemente y han mal interpretado la manera de cómo debe trabajar la albañilería confinada. Se piensa equivocadamente que las columnas y vigas de concreto son más importantes que el muro de albañilería, es decir se le presta cada vez menos atención a la calidad del muro (materiales y mano de obra).

En nuestro país la mayoría de construcciones están hechas en albañilería, en el Perú tanto como en Arequipa, los muros de albañilería confinada son construidos con unidades fabricadas en la propia región que son elaboradas por medios tradicionales y de forma artesanal.

A pesar del uso masivo de estas unidades, no se tiene hasta la fecha ninguna información detallada sobre las características estructurales de estas unidades de albañilería y el comportamiento estructural de este sistema.

Por ello este estudio se enfoca en evaluar la calidad de ladrillos comúnmente usados en nuestra región, determinar variables físicas y mecánicas de las unidades de albañilería

⁴ DANIEL QUIJUN W. Profesor Principal, Pontificia Universidad Católica del Perú Miembro del Comité de Albañilería SENCICO.

⁵ Guía Para La Construcción Con Albañilería Universidad Nacional De Ingeniería.

calcinada y luego investigar cuál será su máximo aprovechamiento en la albañilería estructural.

1.4 OBJETIVOS:

1.4.1. OBJETIVOS GENERALES:

- Ensayar, evaluar y clasificar las unidades de albañilería de acuerdo las propiedades mecánicas y físicas tales como: variación de dimensiones, alabeo, resistencia a la compresión y absorción de acuerdo a lo indicado en la norma E070
- De acuerdo a las propiedades de los ladrillos se evaluara la capacidad máxima de las diferentes ladrilleras, en una edificación de albañilería confinada según lo establecido en la nueva Norma E – 070.

1.4.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

- Evaluar las propiedades físicas mecánicas de los ladrillos, para así clasificar las ladrilleras de la región de acuerdo a la calidad de su producto.
- De acuerdo a la evaluación de los ladrillos se analizará y diseñará un edificio de albañilería confinada, con los datos de una ladrillera, según lo establecido en la nueva Norma E – 070.

CAPÍTULO 2

MARCO TEORICO

2.1 CARACTERISTICAS GENERALES:

- Ladrillo unidad cuya dimensión y peso permite que sea manipulada con una sola mano.
- Bloque unidad que por su dimensión y peso requiere de las dos manos para su manipuleo.

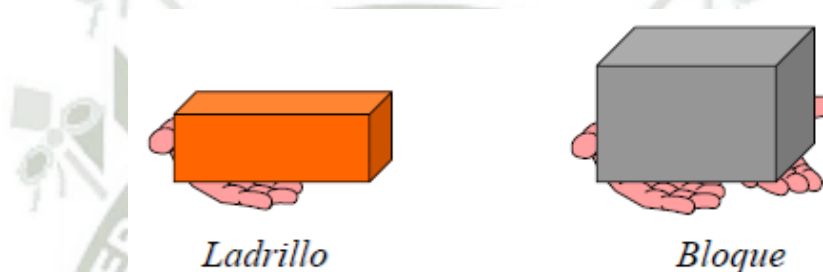


Fig.3- Diferencia entre ladrillo y bloque

*Fuente: Presentación de la Norma Técnica de Edificación E.070 ALBAÑILERIA - SENCICO/TACNA
24/08/2004*

Dr. Ing. Carlos Zavala, Profesor Asociado CISMID/FIC/UNI

- En su elaboración se utiliza arcilla, sílice-cal o concreto, como materia prima, en este caso estamos trabajando con ladrillos de arcilla calcinada.
- Pueden ser sólidas, huecas, alveolares o tubulares y podrán ser fabricadas de manera artesanal o industrial.
- Para el caso de unidades curadas con agua, el plazo mínimo para ser utilizadas será de 28 días.⁶

⁶ Las definiciones de ladrillo y bloque fueron extraídas de: "Ladrillos – Unidades de albañilería" - <https://es.scribd.com/document/338926160/Ladrillos-Trabajo> - Pag 2

2.2 DEFINICIONES

- **Partida.-** Es el conjunto de unidades de albañilería que motivan una transacción comercial.
- **Lote.-** Es el subconjunto de ladrillos de la misma forma y tamaño fabricados en condiciones similares de producción.
- **Muestra. -** Es el grupo de ladrillos extraídos al azar del lote con la finalidad de obtener la información necesaria que permite apreciar las características de ese lote.
- **Espécimen.-** Es cada una de las unidades en donde se aplicará cada ensayo especificado en la Norma.
- **Unidades de albañilería.-** Son, para efectos de la presente estudio, las unidades (macizas, perforadas y tubulares), fabricadas para construir muros al disponerlas convenientemente y que deben cumplir los requisitos de durabilidad, resistencia y otros requisitos relacionados con las condiciones de uso y el material que las constituyen.⁷

2.3. NÚMERO DE MUESTRAS

De las Normas ININVI E.070 e ITINTEC 331.019, para cada lote de 50000 ladrillos o fracción, se realizará la secuencia “A” de ensayos y la secuencia “B” de ensayos, por cada grupo adicional de 100000 ladrillos o fracción.

Tabla 2. Numero de muestras

Fuente: ITINTEC 331.019

ENSAYOS	SECUENCIA “A”	SECUENCIA “B”
Dimensiones y alabeo	10	5
Resistencia a la compresión	5	3
Densidad	5	3
Módulo de rotura	5	3
Absorción y absorción máxima	5	3
Succión	5	3
Eflorescencia	10	8

⁷ Las definiciones mencionadas fueron extraídas de: NTP 399.613 – NORMA TECNICA PERUANA - NORMA DE UNIDADES

2.4 LADRILLOS DE ARCILLA CALCINADA

2.4.1 MATERIA PRIMA:

La materia prima utilizada para la elaboración de las unidades de albañilería, más conocido como "ladrillos", es la arcilla, encontrada en la superficie lo que permite su fácil y económica explotación.⁸

La arcilla es el agregado mineral terroso o pétreo que contiene esencialmente silicatos de aluminio hidratados. La arcilla es plástica cuando está suficientemente pulverizada y saturada, es rígida cuando está seca y es vidriosa cuando se quema a temperatura del orden de 1 000 °C.⁹

2.4.2 ARCILLA (INFORMACION TECNICA):

Según la teoría geológica se explica que la formación de las arcillas se da por la descomposición de las rocas ígneas primarias o rocas básicas, como los granitos, feldespatos o pegmatitos, los cuales son alterados por los agentes atmosféricos a través del tiempo, produciéndose las diferentes clases de arcilla según el grado de intemperización hasta alcanzar tamaños menores que dos micras (0.002 mm).

Según la teoría química explica la formación de las arcillas por sedimentación coloidal a partir de geles de aluminio y sílica (disoluciones) de grano fino.

La arcilla es el producto final de la descomposición de las rocas, el cual se presenta como material pétreo o terroso que contiene esencialmente silicato de aluminio hidratado e impurezas y componentes que le da diferentes propiedades como:

⁸ Las definiciones de arcilla fue extraída de: Tesis para optar el grado académico de Magíster en Ingeniería Civil "Evaluación De Las Características Estructurales De La Albañilería Producida Con Unidades Fabricadas En La Región Central Junín" - DIONISIA ROSA AGUIRRE GASPAS, pág.. 8.

⁹ Las definiciones de arcilla fue extraída de: La Norma Técnica ITINTEC 331.017. – Definiciones – Materia prima.

- Plasticidad, esta propiedad le permite a la arcilla en combinación con el agua necesaria, adquirir cierta flexibilidad, y se puede con la masa amoldar diferentes formas de objetos o ladrillos.
- Contracción, tiene efecto durante el secado. La pérdida de agua se inicia en los poros superficiales, continuando estos en los poros interiores, hasta conseguir un equilibrio, entonces por arrastre se contraen los poros, disminuyendo el volumen.
- Aglutinación, es la propiedad por la cual las arcillas se consolidan en una masa.
- Porosidad y absorción de agua, dependiendo de los componentes estos pueden ser impermeables.
- Vitrificación, es la propiedad de las arcillas de hacerse duras. A temperaturas muy elevadas la pasta se vitrifica, se vuelve más sonora y queda dura.

2.5 MANUFACTURA

2.5.1. Artesanal.- Es el ladrillo fabricado con procedimientos predominantemente manuales. El amasado o moldeado es hecho a mano o con maquinaria elemental que en ciertos casos extrude, a baja presión, la pasta de arcilla. El procedimiento de moldear exige que se use arena o agua para evitar que la arcilla se adhiera a los moldes dando un acabado característico al ladrillo. El ladrillo producido artesanalmente se caracteriza por variaciones de unidad a unidad.

2.5.2. Industrial.- Es el ladrillo fabricado con maquinaria que amasa, moldea y prensa o extrude la pasta de arcilla. El ladrillo producido industrialmente se caracteriza por su uniformidad.¹⁰

2.6 PROCESO DE FABRICACION DEL LADRILLO:

Los ladrillos existen desde hace mucho tiempo, pero su uso ha ido cambiando, hasta convertirse en una de las industrias más productivas y por tanto la forma de

¹⁰ Las definiciones de Manufactura, Artesanal e industrial fueron extraídas de: Normas Técnicas ITINTEC 331.017

fabricación de ladrillos se ha hecho más práctica hoy en día y existe en todo el mundo. No hay complicaciones en convertir la arcilla conformada por sílice, agua, alúmina, óxido de hierro y magnesio así como de calcio y otros materiales alcalinos en un ladrillo. La fabricación de estos sigue las siguientes etapas:



Fig.4- Planta de fabricación de ladrillos

Fuente: <http://www.ladrilleraeldiamante.com.co/>

La arcilla es el material básico del ladrillo, debido a que cuando se humedece se convierte en una masa fácil de manejar y se moldea muy fácilmente, por lo que para proceder a fabricar ladrillos, hay que humedecer bien la arcilla. Y una vez manejable se moldea y para endurecerla y convertirla en ladrillo se procede por el método de secado, éste es de los más antiguos o por cocción que resulta más rápido. Como pierde agua su tamaño se reduce, pero muy poco, alrededor de un 5%. El proceso de fabricación de los ladrillos conlleva:

Etapas de maduración: Es cuando se procede a triturar la arcilla, se homogeniza y se deja un cierto tiempo en reposo para que así la misma obtenga consistencia uniforme y se pueda adquirir ladrillos con el tamaño y consistencia que se desea. Se deja que repose expuesta a los elementos para que desprenda terrones y disuelva nódulos, así como que se deshaga de las materias orgánicas que pueda contener y se vuelva puro para su manipulación en la fabricación.

Etapas de tratamiento mecánico previo: Concluido el proceso de maduración, la arcilla entra la etapa de pre-elaboración, para purificar y refinar la arcilla, rompiendo los

terrones existentes, eliminando las piedras que le quitan uniformidad, y convirtiendo la arcilla en material totalmente uniforme para su procesamiento.

Etapa de depósito de materia prima procesada, cuando ya se ha uniformado la arcilla se procede a colocarla en un silo techado, donde la misma se convertirá en un material homogéneo y listo para ser manipulado durante el proceso de fabricación.

Etapa de humidificación, en esta fase se coloca en un laminador refinado al que seguirá una etapa de mezclador humedeciendo, para obtener la consistencia de humedad ideal.

Etapa de moldeado, es cuando se procede a llevar la arcilla a través de una boquilla, que es una plancha perforada en forma del objeto que se quiere elaborar. El proceso se hace con vapor caliente saturado a 130°C, lo que hace que el material se compacte y la humedad se vuelve más uniforme.

Etapa de secado, con esta etapa se procede a eliminar el agua que el material absorbió durante el moldeado, y se hace previo al cocimiento. Suele hacerse usando aire en el secadero controlando que el mismo no sufra cambios para que el material no se dañe.

Etapa de cocción: Esta etapa es la que se realiza en los hornos en forma de túnel, con temperaturas extremas de 90°C a 1000°C, y donde el material que se ha secado previamente se coloca por una entrada, en grupos para que se someta al proceso de cocimiento y sale por el otro extremo cuando ha completado el mismo. Durante el mismo se comprueba la resistencia que se ha logrado del material.

Etapa de almacenaje, cuando el producto se ha cocido y es resistente y llena las exigencias de calidad, se coloca en formaciones de paquetes sobre los denominados "pallets" que hacen fácil su traslado de un lugar a otro. Los mismos se van atando ya usando cintas metálicas o de plástico para que los mismos no corran riesgo de caerse y dañarse, y de esa manera es más fácil la manipulación porque pueden llevarse a los lugares de almacenamiento.

El almacenamiento es un punto importante dentro del proceso de fabricación de ladrillos, porque debe ser un lugar que los proteja de los elementos como el agua, el sol excesivo o la humedad extrema que podrían en alguna manera mermar su calidad. Además de

que permita que los mismos puedan manipularse fácilmente, o sea trasladarse cuando hay que despacharlos o mover de lugar para inventariar y otras tareas.

Esta es una forma de procesamiento del ladrillo en forma industrial pero las etapas suponen las mismas para la fabricación de ladrillos artesanales o manuales que aunque de igual calidad en algunas ocasiones suelen ser irregulares en su forma, pero que igual cumplen las expectativas de construcción y durabilidad para usarlos en interiores y exteriores, y que se siguen usando en muchos países en vías de desarrollo porque luego del uso del adobe, que duraba menos y estaba menos apto para resistir los embates de los elementos, el ladrillo sigue siendo hoy en día uno de los materiales de construcción más utilizados en el mundo.¹¹



¹¹ El proceso de fabricación del ladrillo fue extraído de: <http://ladrillos.es/como-se-fabrican-los-ladrillos/>

CAPÍTULO 3

UNIDADES DE ALBAÑILERÍA

3.1. INTRODUCCION

La unidad de albañilería conocido como ladrillo o bloque es el componente básico para la construcción de la albañilería. Actualmente tenemos variedad de estas, por lo cual es de suma importancia establecer clasificaciones de acuerdo a sus principales propiedades.

Es importante recalcar que el comportamiento sísmico de nuestras edificaciones dependerá en su mayoría de la calidad de materiales empleados y el procedimiento constructivo adecuado. Esta unidad se elabora de materias primas diversas: de arcilla, de concreto de cemento portland, y de la mezcla de sílice y cal; entre las principales. También hay variación por su tipo de fabricación, ya sea industrial (mecanizada) o artesanal

Debido a todos estos aspectos no es extraño que las dimensiones, formas y su propio peso tengan variación, haciendo que la calidad de la unidad varíe en su clasificación.

3.2 PROPIEDADES DE LAS UNIDADES DE ALBAÑILERÍA

El conocimiento de las propiedades físicas mecánicas de las unidades de albañilería nos da un cierto criterio sobre la resistencia de la unidad, así como de la durabilidad ante el intemperismo. Estos dos motivos y la relativa facilidad de los ensayos sobre las unidades hacen de ellos un indicador utilizado frecuentemente.

3.2.1 PROPIEDADES FÍSICAS: tiene que ver con la resistencia de la albañilería serán:

- Resistencia a la compresión.
- Variabilidad dimensional
- Alabeos
- Succión
- Textura de la cara de asiento.

3.2.2 PROPIEDADES MECÁNICAS: que tiene que ver con la durabilidad de la albañilería serán:

- Resistencia a la compresión.
- Densidad
- Absorción.
- Coeficiente de Saturación.

3.3 CLASIFICACION PARA FINES ESTRUCTURALES

Para esta clasificación existen tres ensayos importantes quienes nos indicaran que tipo de ladrillo se está usando. (Ver tabla 3)

Tabla 3. Clasificación de la unidad de albañilería para fines estructurales.

Fuente: Reglamento nacional de edificaciones E-070-Albanileria

CLASE	VARIACIÓN DE LA DIMENSION (máxima en porcentaje)			ALABEO (máximo en mm)	RESISTENCIA CARACTERÍSTICA A COMPRESIÓN f'_b mínimo en MPa (kg/cm ²) sobre área bruta
	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)

(1) Bloque usado en la construcción de muros portantes

(2) Bloque usado en la construcción de muros no portantes

El ladrillo se clasificará en los siguientes tipos de acuerdo a sus propiedades.

- Tipo I: Resistencia y durabilidad muy bajas. Aptos para construcciones de albañilería en condiciones de servicio con exigencias mínimas.

- Tipo II: Resistencia y durabilidad bajas. Aptos para construcciones de albañilería en condiciones de servicio moderado.
- Tipo III: Resistencia y durabilidad media. Aptos para construcciones de albañilería de uso general.
- Tipo IV: Resistencia y durabilidad alta. Aptos para construcciones de albañilería en condiciones de servicio riguroso.
- Tipo V: Resistencia y durabilidad muy altas. Aptos para construcciones de albañilería en condiciones de servicio particularmente rigurosas

3.3.1. VARIACION DIMENCIONAL

De este ensayo depende el espesor de la junta: a mayor variación, mayor espesor de junta y mientras mayor sea el espesor de la junta, menor será la resistencia a compresión y la fuerza cortante del muro de la albañilería.

Este ensayo consiste en tomar milimétricamente las dimensiones en los puntos medios de las aristas que limitan cada cara. Las dimensiones se toman como el promedio de 4 medidas

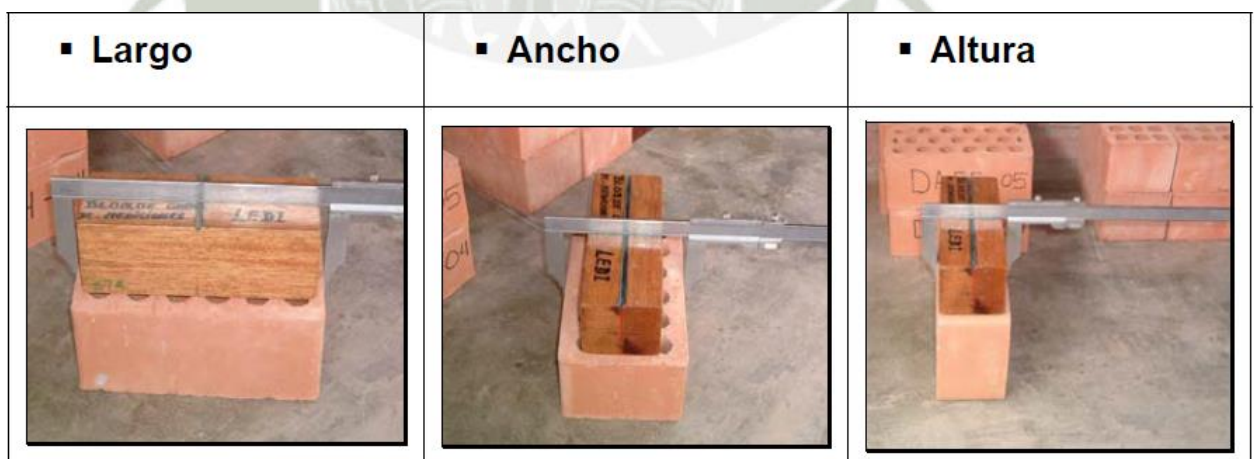


Fig.4.- Toma de dimensiones en puntos medios

Fuente: Tesis: “Factores de corrección de la resistencia en compresión de prismas de albañilería por efectos de esbeltez” - Dante Eddo Bonilla Mancilla

La variabilidad dimensional define la altura de las hiladas, ya que si se manifiesta con mayores variaciones existe la necesidad de aumentar el espesor de la junta de mortero por encima de lo necesaria por adhesión, que es de 10 a 12 mm, conduciendo a una albañilería menos resistente en compresión.

El mortero cumple en la albañilería dos funciones, la primera es separar los ladrillos de modo tal de absorber las irregularidades de estos y, la segunda, es pegar los ladrillos de modo tal que la albañilería no sea un conjunto de piezas sueltas, sino un todo.

Como ya se mencionó para la albañilería de buena calidad se estima que un espesor de juntas de 10 mm a 12 mm es adecuado y suficiente. Sin embargo cuando las imperfecciones del ladrillo exceden los valores indicados para el Tipo IV el espesor de la junta tiene que ser necesariamente mayor de 12 mm. Si esto ocurre se considera que la resistencia de la albañilería disminuye aproximadamente en 15% por cada incremento de 3 mm en el espesor de la junta de mortero.

$$V = \frac{DE - MP}{DE} \times 100 \quad \text{-----} \quad \text{(Ecuación 1)}$$

Dónde:

V = Variación de dimensión, en porcentaje.

DE = Dimensión especificada, en centímetros.

MP = Medida promedio en cada dimensión, en centímetros.

3.3.2 ALABEO

El espesor de la junta del mortero también depende de este ensayo, asimismo puede hacer que las juntas horizontales presenten vacíos, lo cual afecta directamente a la resistencia a compresión y la fuerza cortante de los muros de albañilería.

El mayor alabeo (concavidad o convexidad) del ladrillo conduce a un mayor espesor de la junta, lo que hace que las juntas horizontales presenten vacíos y ello puede disminuir el área de contacto con el mortero al formarse vacíos en las zonas más alabeadas; o incluso puede producir fallas de tracción por flexión en la unidad por el peso existente en las hiladas superiores de la albañilería.

Esta prueba se realiza colocando la superficie de asiento de la unidad sobre una mesa plana, para luego introducir una cuña metálica graduada al milímetro en la zona más alabeada (Fig. 8) también debe colocarse una regla metálica que conecte los extremos diagonalmente opuestos de la unidad (Fig. 6) , para después introducir la cuña en el punto de mayor deflexión. El resultado promedio se expresa en milímetros.

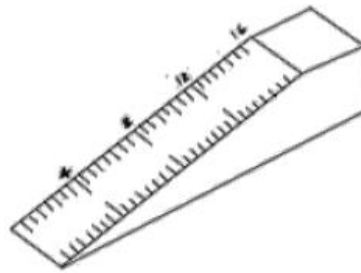


Fig. 5 Las medidas están dadas en milímetros

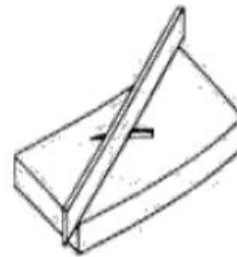


Fig. 6

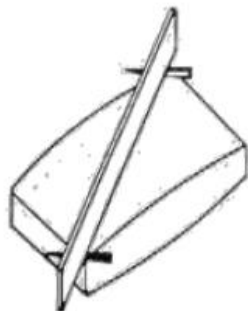


Fig. 7



Fig. 8

Fuente: Norma ITINTEC 331.018

3.3.3 RESISTENCIA A LA COMPRESION f_b .

La resistencia a la compresión de la albañilería (f_b) es su propiedad más importante. En términos generales, define no sólo el nivel de su calidad estructural, sino también el nivel de su resistencia a la intemperie o a cualquier otra causa de deterioro.

Los principales componentes de la resistencia a la compresión de albañilería son: la resistencia a la compresión del ladrillo (f_b), la perfección geométrica del ladrillo, la calidad de mortero empleado para el asentado de ladrillo y la calidad de mano de obra empleada. De todos los componentes anteriores citados, los pertinentes a la norma de

la resistencia de la unidad de albañilería son la resistencia a la compresión y la geometría del ladrillo.

A pesar que se trata de la principal propiedad, ésta no puede ser medida de forma adecuada, debido a la gran variedad de formas y dimensiones de las unidades, principalmente la altura, esto debido a los efectos de forma y de la esbeltez.

Los valores bajos, son muestra de unidades que producirán albañilería poco resistente y poco durable

Se estima que la resistencia a la compresión de la albañilería, representada por la prueba a rotura de un prisma normalizado, es del 25% al 50% de la resistencia a la compresión del ladrillo.

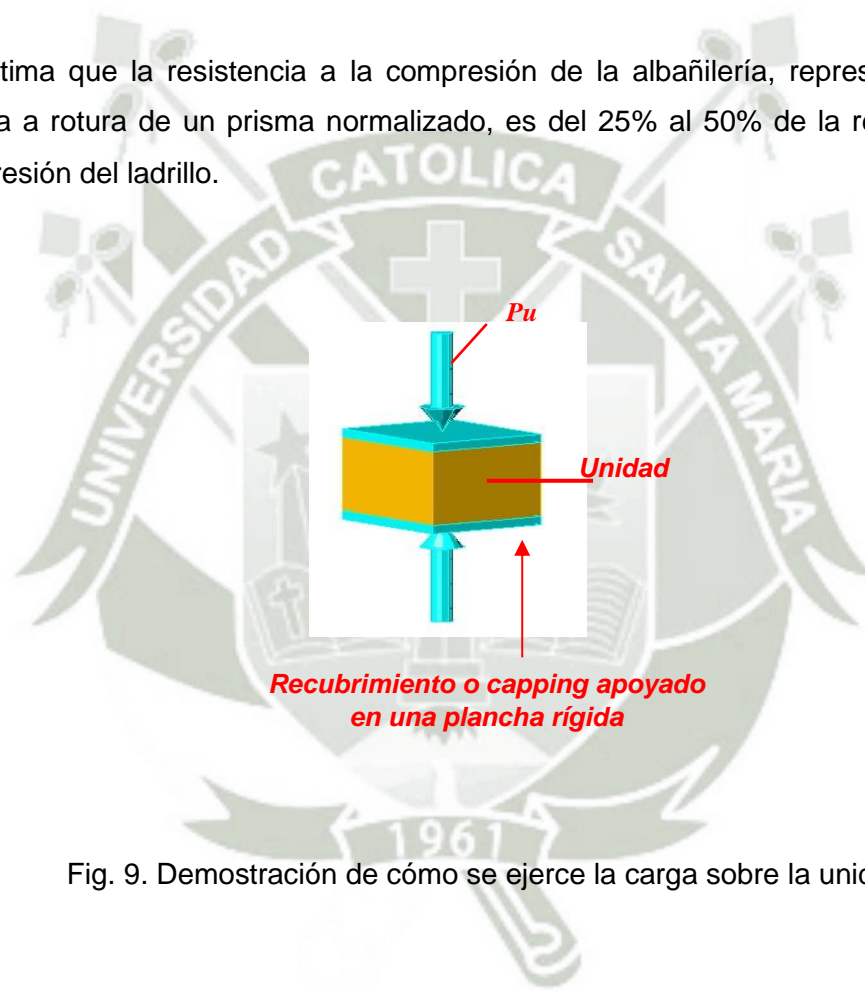


Fig. 9. Demostración de cómo se ejerce la carga sobre la unidad



Fig. 10. Ensayos a compresión

3.4 LIMITACIONES EN SU APLICACIÓN PARA FINES ESTRUCTURALES:

Limitaciones en su aplicación el uso o aplicación de unidades de albañilería está condicionado a lo indicado en la Tabla 4. Las zonas sísmicas son las indicadas en NTE E.030 Diseño Sismo resistente.

Tabla 4. Limitaciones en el uso de la unidad de albañilería para fines estructurales.

Fuente: Reglamento nacional de edificaciones E-070-Albanileria

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	Sí, hasta dos pisos	Sí
Sólido Industrial	Sí	Sí	Sí
Alveolar	Sí Celdas totalmente rellenas con grout	Sí Celdas parcialmente rellenas con grout	Sí Celdas parcialmente rellenas con grout
Hueca	No	No	Sí
Tubular	No	No	Sí, hasta 2 pisos

*Las limitaciones indicadas establecen condiciones mínimas que pueden ser exceptuadas con el respaldo de un informe y memoria de cálculo sustentada por un ingeniero civil.

3.5 CLASIFICACION PARA FINES NO ESTRUCTURALES

3.5.1 ABSORCION

Para obtener la durabilidad de las unidades de albañilería se realizan los ensayos de absorción. Si una unidad tiene un alto índice de absorción quiere decir que será más porosa, por ende menos resistente al intemperismo.

El límite máximo de absorción que especifica la Norma Técnica E.070 para las unidades de arcilla es de 22%.

Para realizar esta prueba los especímenes deberán estar secos. La absorción de cada espécimen se medirá como la relación que existe entre el peso del agua absorbida por la unidad de albañilería después de haberla sumergido durante 24 horas en una poza de agua y su peso en estado inicial multiplicada por 100.



Fig. 11. Medias unidades sumergidas en agua

***Fuente: Tesis para optar el grado académico de Magíster en ingeniería civil -
"Evaluación De Las Características Estructurales De La Albañilería Producida
Con Unidades Fabricadas En La Región Central Junín"-Dionisia Rosa Aguirre
Gaspar***

$$Absorción\% = \frac{(W_s - W_d) \times 100}{W_d} \quad \text{-----} \quad \text{(Ecuación 2)}$$

Dónde:

W_d = Peso seco del espécimen.

W_s = Peso del espécimen saturado, después de la inmersión en agua fría durante 24 horas.

Finalmente se calcula el promedio de la absorción de todos los especímenes ensayados, con aproximación a 0,001 %.

3.5.2 SUCCION

La succión es una propiedad importante en las unidades de arcilla calcinada, debido a que una succión excesiva producirá uniones entre mortero y ladrillo inadecuadas. El mortero, debido a la rápida pérdida de parte del agua que es absorbida por el ladrillo, se deforma y endurece, no logrando un contacto completo con la cara del ladrillo superior. El resultado es que se tendrá un muro con una adhesión pobre e incompleta de sus unidades, dejando uniones de baja resistencia y muros permeables al agua.

La Norma Técnica de Edificación E.070 Albañilería (SENCICO 2004) recomienda que la succión al instante de asentarse esté comprendida entre 10 y 20 gramos por minuto en un área de 200 cm²; debido a esta recomendación es indispensable en el proceso constructivo, que las unidades de arcilla sean regadas durante 30 minutos, entre 10 y 15 horas antes del asentado.

Esta propiedad no está normada como requisito ya que todo el ladrillo investigado excede el límite; sin embargo se incluye la prueba de succión para aquellos ladrillos de arcilla que eventualmente puedan no requerir el tratamiento de saturado con agua.



Fig. 12. Ensayo de succión de la unidad de albañilería

**Fuente: tesis para optar el grado académico de Magíster en ingeniería civil -
“Evaluación De Las Características Estructurales De La Albañilería Producida
Con Unidades Fabricadas En La Región Central Junín”-Dionisia Rosa Aguirre
Gaspar**

$$Succion \left(\frac{gr}{200cm^2 \times min} \right) = \frac{200 \times (Pm - Ps)}{A} \quad \text{----- (Ecuación 3)}$$

Donde:

A = Área de contacto.

Ps = peso seco de la muestra

Pm = peso de la muestra húmeda, después de la succión.

3.5.3 DENSIDAD

A partir de ensayos realizados se ha establecido que existe una relación estrecha entre la densidad del ladrillo y sus otras propiedades. A mayor densidad mejores propiedades de resistencia y de perfección geométrica.

Consecuentemente, se ha decidido emplear en la Norma el valor de la densidad como un criterio que permite de una manera simple, mediante ensayos fáciles de efectuar prácticamente en cualquier lugar, evaluar la calidad de ladrillo con que se cuenta.

$$D = \frac{P_{seco}}{V} \quad \text{-----} \quad \text{(Ecuación 4)}$$

$$V = P_1 - P_2 \quad \text{-----} \quad \text{(Ecuación 5)}$$

Donde:

P1 = peso del espécimen saturado (3 horas en ebullición), en gramos. P2 = peso del espécimen saturado sumergido, en gramos.

Pseco = peso del espécimen seco, en gramos.

V = volumen en centímetros cúbicos.

CAPITULO 4

ENSAYOS DE LAS UNIDADES, RESULTADOS Y CLASIFICACION SEGÚN NORMAS.

4.1 INTRODUCCION

De las unidades de albañilería seleccionadas se determinaron sus características geométricas, físicas y mecánicas, de acuerdo a la Norma Técnica E.070, para poder limitar su aplicación en diseños estructurales.

Para realizar el muestreo de las unidades se empleó la Norma ITINTEC 331.019 y para realizar los ensayos Norma ITINTEC 331.018 empleándose la secuencia sugerida para lotes de hasta 50 millares.

Cabe señalar que los ensayos se hicieron con unidades de 2 ladrilleras artesanales y 3 ladrilleras mecanizadas previamente seleccionadas:

- **Artesanales:**
 - Ladrillera Yarabamba
 - Ladrillera de Alto San Martín
- **Mecanizada:**
 - Ladrillera Choque
 - Ladrillera Diamante
 - Ladrillera Tauro

Las propiedades que se estudiaron son las siguientes:

- **Propiedades Físicas:** variación dimensional, alabeo, peso específico, absorción, y succión
- **Propiedades mecánicas:** resistencia a la compresión.

En total se ensayaron 10 unidades de albañilería a variación de dimensiones, alabeo, y 5 a peso específico, absorción, succión y compresión.

4.2 RESULTADOS E INTERPRETACION DE LOS ENSAYOS REALIZADOS

4.2.1 VARIACION DIMENCIONAL:

Las dimensiones de Largo - Ancho - Altura se tomó como el promedio de 4 medidas (en milímetros) hechas en la parte intermedia de las superficies correspondientes, como se muestra en la Fig.13 para la altura h.

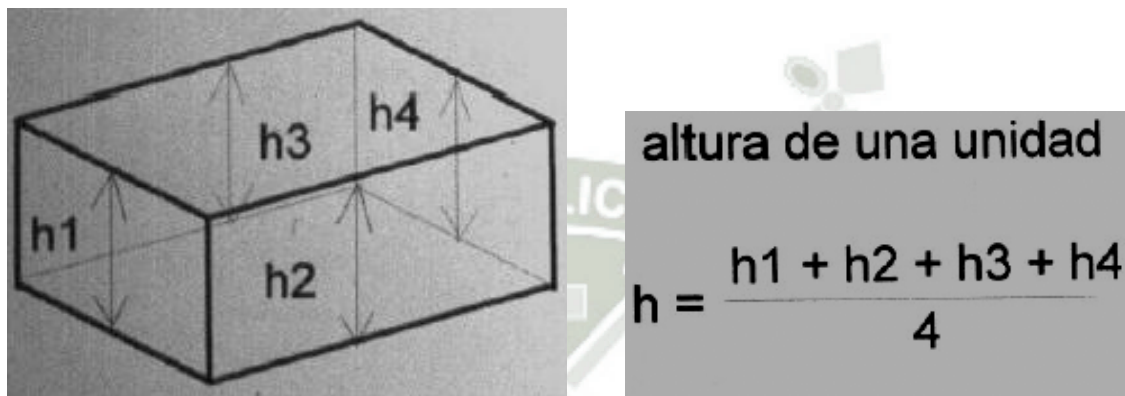


Fig. 13. Determinación de la altura de la unidad.

Fuente: Tesis para optar el grado académico de Magíster en ingeniería civil - "Evaluación De Las Características Estructurales De La Albañilería Producida Con Unidades Fabricadas En La Región Central Junín"-Dionisia Rosa Aguirre Gaspar

Cada medida se obtiene como promedio de las cuatro medidas entre los puntos medios de los bordes terminales de cada cara.

4.2.1.1. METODO DE ENSAYO ITINTEC 331.018

- Aparato.- Una regla graduada al milímetro, de preferencia de acero inoxidable, de 300 mm de longitud o un calibrador de mordazas paralelas provistas de una escala graduada entre 10 mm y 300 mm y con divisiones correspondientes a 1 mm.
- Muestra.- Estará constituida por ladrillos secos enteros, obtenidos según la Norma ITINTEC 331.019.

- Procedimiento.- Se mide en cada espécimen el largo, ancho y alto, con la precisión de 1 mm. Cada medida se obtiene como promedio de las cuatro medidas entre los puntos medios de los bordes terminales de cada cara.
- Expresión de resultados.- Se calcula la variación en porcentaje de cada dimensión restante de cada dimensión especificada en valor obtenido de promediar la dimensión de todas las muestras, dividiendo este valor por la dimensión especificada y multiplicanda por 100.

$$V = \frac{DE-MP}{DE} X 100 \quad \text{-----} \quad (\text{Ecuación 1})$$

V = Variación de dimensión, en porcentaje.

DE = Dimensión especificada, en centímetros.

MP = Medida promedio en cada dimensión, en centímetros.



Fig. 14. Determinación de dimensiones

4.2.1.2. RESULTADOS Y CLASIFICACION:

A continuación, se muestran en las Tablas 5 @ 9, en las que se muestran los resultados de la variación dimensional las ladrilleras seleccionadas.

Tabla 5. Variación dimensional del largo de la unidad – Ladrillera Choque

LARGO	ANCHO	ALTURA
24.00	14.00	9.00

LADRILLERA CHOQUE																		
UNIDA D	LARGO				ANCHO				ALTURA				PROMEDIO			VARIACION DIMENCIONAL		
	L1	L2	L3	L4	A1	A2	A3	A4	H1	H2	H3	H4	LARGO	ANCHO	ALTURA	V% Largo	V% Ancho	V% Alto
M-1	24.20	23.90	24.10	24.00	14.10	14.20	14.10	14.20	9.15	9.20	9.10	9.40	24.05	14.15	9.21	-0.21	-1.07	-2.36
M-2	24.20	24.00	24.20	24.00	14.20	14.20	14.20	14.10	9.05	9.10	9.10	9.15	24.10	14.18	9.10	-0.42	-1.25	-1.11
M-3	24.00	23.70	24.00	23.90	14.20	14.00	14.10	14.20	9.10	9.15	9.20	9.30	23.90	14.13	9.19	0.42	-0.89	-2.08
M-4	24.10	23.90	24.00	24.00	14.20	14.20	14.20	14.10	9.20	9.30	9.20	9.30	24.00	14.18	9.25	0.00	-1.25	-2.78
M-5	23.80	24.00	24.10	23.80	14.20	14.30	14.20	14.20	9.00	8.95	9.00	9.00	23.93	14.23	8.99	0.31	-1.61	0.14
M-6	23.90	24.00	24.00	24.20	14.10	14.20	14.20	14.20	9.15	9.10	9.05	9.20	24.03	14.18	9.13	-0.10	-1.25	-1.39
M-7	24.10	24.00	24.00	24.20	14.10	14.20	14.10	14.20	9.20	9.00	9.10	9.10	24.08	14.15	9.10	-0.31	-1.07	-1.11
M-8	23.90	24.10	23.90	23.90	14.10	14.10	14.10	14.20	9.00	9.25	9.00	9.20	23.95	14.13	9.11	0.21	-0.89	-1.25
M-9	24.00	24.00	24.00	24.00	14.10	14.10	14.10	14.10	9.00	9.30	9.00	9.20	24.00	14.10	9.13	0.00	-0.71	-1.39
M-10	24.00	24.00	24.20	24.10	14.00	14.10	14.10	14.20	8.90	9.00	8.90	9.00	24.08	14.10	8.95	-0.31	-0.71	0.56
PROMEDIO													24.01	14.15	9.12	-0.04	-1.07	-1.28
CLASIFICACION DE LA UNIDAD																V	V	V

Tabla 6. Variación dimensional del largo de la unidad – Ladrillera Diamante

LARGO	ANCHO	ALTURA
24.00	14.00	9.00

LADRILLERA DIAMANTE																		
UNIDAD	LARGO				ANCHO				ALTURA				PROMEDIO			VARIACION DIMENCIONAL		
	L1	L2	L3	L4	A1	A2	A3	A4	H1	H2	H3	H4	LARGO	ANCHO	ALTURA	V% Largo	V% Ancho	V% Alto
M-1	24.00	24.00	24.15	23.70	14.20	13.90	14.10	14.00	9.00	9.00	9.20	9.30	23.96	14.05	9.13	0.16	-0.36	-1.39
M-2	24.00	24.00	24.00	23.90	14.10	14.10	14.10	13.90	9.15	9.10	9.10	9.00	23.98	14.05	9.09	0.10	-0.36	-0.97
M-3	24.10	24.00	23.90	24.00	14.10	13.90	14.10	14.20	9.00	8.90	9.00	9.00	24.00	14.08	8.98	0.00	-0.54	0.28
M-4	23.90	23.80	24.00	23.70	14.00	14.00	14.00	14.00	9.00	8.95	9.10	9.00	23.85	14.00	9.01	0.62	0.00	-0.14
M-5	24.00	23.80	24.00	23.80	14.00	14.00	14.10	14.20	8.90	8.90	9.00	9.00	23.90	14.08	8.95	0.42	-0.54	0.56
M-6	23.90	23.80	24.00	23.90	14.10	14.10	14.10	13.90	9.00	9.00	9.00	8.95	23.90	14.05	8.99	0.42	-0.36	0.14
M-7	23.90	23.90	24.10	23.80	14.00	14.10	14.00	14.00	9.00	8.90	9.00	9.00	23.93	14.03	8.98	0.31	-0.18	0.28
M-8	24.10	24.00	24.00	24.00	14.00	14.10	14.10	13.90	9.00	9.00	9.10	9.00	24.03	14.03	9.03	-0.10	-0.18	-0.28
M-9	24.10	24.10	24.00	23.90	14.10	14.00	14.00	14.10	9.00	9.00	9.05	8.90	24.03	14.05	8.99	-0.10	-0.36	0.14
M-10	24.00	24.00	24.00	24.00	14.10	14.10	14.10	14.20	9.10	9.00	9.00	8.90	24.00	14.13	9.00	0.00	-0.89	0.00
PROMEDIO													23.96	14.05	9.01	0.18	-0.38	-0.14
CLASIFICACION DE LA UNIDAD																V	V	V

Tabla 7. Variación dimensional de la unidad – Ladrillera Tauro

LARGO	ANCHO	ALTURA
24.00	14.00	9.00

LADRILLERA TAURO																		
UNIDAD	LARGO				ANCHO				ALTURA				PROMEDIO			VARIACION DIMENCIONAL		
	L1	L2	L3	L4	A1	A2	A3	A4	H1	H2	H3	H4	LARGO	ANCHO	ALTURA	V% Largo	V% Ancho	V% Alto
M-1	23.90	23.90	24.00	24.00	14.20	14.30	14.30	14.10	8.80	9.30	9.30	9.30	23.95	14.23	9.18	0.21	-1.61	-1.94
M-2	24.20	24.10	24.30	23.90	13.60	14.00	13.80	13.80	9.00	9.00	9.30	9.00	24.13	13.80	9.08	-0.52	1.43	-0.83
M-3	23.90	23.70	23.60	23.70	14.00	14.00	14.00	14.00	9.10	9.30	8.80	9.30	23.73	14.00	9.13	1.15	0.00	-1.39
M-4	23.90	23.80	24.10	23.90	14.20	14.10	14.20	14.30	9.00	9.15	8.90	9.50	23.93	14.20	9.14	0.31	-1.43	-1.53
M-5	24.10	24.00	24.20	24.00	14.10	14.10	14.10	14.20	8.90	9.20	9.10	9.30	24.08	14.13	9.13	-0.31	-0.89	-1.39
M-6	23.70	23.80	23.90	23.90	14.10	14.00	14.10	14.10	8.90	9.00	9.00	9.30	23.83	14.08	9.05	0.73	-0.54	-0.56
M-7	23.90	23.60	24.00	23.70	14.20	14.10	14.10	14.30	8.80	9.50	9.20	9.20	23.80	14.18	9.18	0.83	-1.25	-1.94
M-8	24.20	24.00	23.90	23.80	14.10	14.40	14.10	14.00	9.00	9.40	9.10	9.30	23.98	14.15	9.20	0.10	-1.07	-2.22
M-9	24.00	23.80	24.10	24.00	13.80	13.70	14.10	14.00	9.00	9.00	9.00	8.80	23.98	13.90	8.95	0.10	0.71	0.56
M-10	24.10	24.10	24.20	24.00	14.20	14.40	14.20	14.20	9.20	8.80	9.40	9.20	24.10	14.25	9.15	-0.42	-1.79	-1.67
PROMEDIO												23.95	14.09	9.12	0.22	-0.64	-1.29	
CLASIFICACION DE LA UNIDAD															V	V	V	

Tabla 8. Variación dimensional de la unidad – Ladrillera Yarabamba

LARGO	ANCHO	ALTURA
22.50	13.00	8.00

LADRILLERA YARABAMBA																		
UNIDAD	LARGO				ANCHO				ALTURA				PROMEDIO			VARIACION DIMENCIONAL		
	L1	L2	L3	L4	A1	A2	A3	A4	H1	H2	H3	H4	LARGO	ANCHO	ALTURA	V% Largo	V% Ancho	V% Alto
M-1	21.6	22	21.2	22	13	12.8	12.7	13.1	8.3	7.9	7.8	8	21.7	12.9	8.0	3.56	0.77	0.00
M-2	22.4	22.3	22.2	22.4	12.5	13	12.9	13	8	7.6	7.9	7.5	22.3	12.9	7.8	0.78	1.15	3.13
M-3	21.7	22.2	22.4	22.1	12.9	12.7	12.5	13	8.5	7.6	7.7	8	22.1	12.8	8.0	1.78	1.73	0.62
M-4	22.2	22.1	22.4	22.2	12.9	13	12.7	12.9	7.6	7.6	7.8	8	22.2	12.9	7.8	1.22	0.96	3.13
M-5	22	22.4	22.4	22.5	12.7	12.7	12.6	13	7.9	7.4	7.8	8	22.3	12.8	7.8	0.78	1.92	2.81
M-6	22.3	22.2	21.6	22	12.7	12.9	12.9	12.5	7.4	7.9	8.1	8	22.0	12.8	7.9	2.11	1.92	1.88
M-7	22.3	22.3	22.3	22.4	12.6	13	12.9	12.9	7.6	8	7.8	7.7	22.3	12.9	7.8	0.78	1.15	2.81
M-8	22.3	22.3	21.9	22.2	12.8	12.8	12.9	13.1	7.7	7.4	7.8	7.7	22.2	12.9	7.7	1.44	0.77	4.38
M-9	22.4	22.3	22	22.3	13	13.1	12.6	13	8	7.7	7.4	8	22.3	12.9	7.8	1.11	0.58	2.81
M-10	22	22.3	22.5	22.3	12.8	12.9	12.7	12.8	7.7	7.8	7.2	7.6	22.3	12.8	7.6	1.00	1.54	5.31
PROMEDIO													22.2	12.8	7.8	1.46	1.25	2.69
CLASIFICACION DE LA UNIDAD																IV	V	V

Tabla 9. Variación dimensional de la unidad – Ladrillera Alto San Martin

LARGO	ANCHO	ALTURA
23.00	13.50	8.00

LADRILLERA ALTO SAN MARTIN																		
UNIDAD	LARGO				ANCHO				ALTURA				PROMEDIO			VARIACION DIMENCIONAL		
	L1	L2	L3	L4	A1	A2	A3	A4	H1	H2	H3	H4	LARGO	ANCHO	ALTURA	V% Largo	V% Ancho	V% Alto
M-1	22.5	22.8	22.4	22.3	13.1	13.1	13.6	13.1	7.6	7.5	7.7	8	22.5	13.2	7.7	2.17	2.04	3.75
M-2	22.5	22.7	22.2	22.4	13.4	13.5	13.2	13.4	7.4	7.6	7.4	7.3	22.5	13.4	7.4	2.39	0.93	7.19
M-3	22.5	22.5	22	22.6	13.6	13.6	13.3	13.6	7.3	7.5	7.4	7.7	22.4	13.5	7.5	2.61	-0.19	6.56
M-4	22.5	22.9	22.9	22.8	13.5	14	13.9	13.6	7.6	7.7	7.8	8	22.8	13.8	7.8	0.98	-1.85	2.81
M-5	22.1	22.3	21.8	22.2	12.6	13	13	12.7	7.5	7.8	7.5	7.5	22.1	12.8	7.6	3.91	5.00	5.31
M-6	22.8	22.6	22.5	22.7	13.4	13.8	13.7	13.8	7.5	7.6	7.8	7.9	22.7	13.7	7.7	1.52	-1.30	3.75
M-7	22.4	22.8	22.9	22.7	13.9	13.7	13.6	14	7.7	7.7	7.8	7.6	22.7	13.8	7.7	1.30	-2.22	3.75
M-8	22.4	22.3	22	22.4	13.2	13.6	13.3	13.7	7.7	7.4	7.4	7.6	22.3	13.5	7.5	3.15	0.37	5.94
M-9	22.9	22.2	22.3	23	13.1	12.9	12.9	12.9	7.7	7.5	7.8	7.5	22.6	13.0	7.6	1.74	4.07	4.69
M-10	22.2	23	22.5	22.4	13.3	13	13.2	13	7.6	7.5	7.8	8.2	22.5	13.1	7.8	2.07	2.78	2.81
PROMEDIO													22.5	13.4	7.6	2.2	1.0	4.7
CLASIFICACION DE LA UNIDAD																III	V	III

4.2.1.3. RESUMEN E INTERPRETACION DE RESULTADOS:

A continuación, se muestra la Tabla 10 que resume los resultados de la variabilidad dimensional y se compara con la clasificación la norma E.070. Se muestra en esta tabla, que las unidades de Alto San Martín tiene una variación dimensional en el altura, significativamente mayor que las otras unidades.

Tabla 10. Resultados de la Variabilidad Dimensional

	VARIACION DIMENCIONAL			CLASIFICACION SEGÚN NORMA
	V% Largo	V% Ancho	V% Alto	
LADRILLERA CHOQUE	-0.04	-1.07	-1.28	V
LADRILLERA EL DIAMANTE	0.18	-0.38	-0.14	V
LADRILLERA TAURO	0.22	-0.64	-1.29	V
LADRILLERA YARABAMBA	1.46	1.25	2.69	IV
LADRILLERA SAN MARTIN	2.2	1	4.7	III

El ensayo de variación dimensional determina el espesor de las juntas de la albañilería. Recordemos que por cada incremento de 3 mm en el espesor de las juntas horizontales, adicionales al mínimo requerido de 10 mm, la resistencia a compresión y al corte de la albañilería disminuye en 15% aproximadamente [San Bartolomé, 1998]. Según la norma E.070, el espesor mínimo de las juntas horizontales será 10 mm y el espesor máximo debe ser 15mm o dos veces la tolerancia dimensional de la altura de la unidad de albañilería + 4mm, el valor que sea mayor

Tabla 11. Espesor de juntas horizontales

	DESVIACION ESTANDAR (de la altura)	JUNTA CALCULADA = 4 mm + 2 ξ (mm)
CHOQUE	0.93	5.85
DIAMANTE	0.55	5.10
TAURO	0.75	5.50
YARABAMBA	1.229	6.46
ALTO SAN MARTIN	1.337	6.67

Por inspección de la Tabla 10 y 11; se deduce que las unidades de las cinco zonas estudiadas, no tendrán una reducción significativa de la resistencia, siempre y cuando se cumpla con el requerimiento mínimo de 10 mm de junta horizontal y como máximo de 15 mm [San Bartolomé, 1998].

****En las juntas que contengan refuerzo horizontal el espesor mínimo es de 6mm más el diámetro de la barra**

4.2.2 ALABEO:

La concavidad y convexidad se medirán con una regla y una cuña graduada como lo estipula la Norma 331.018 de ITINTEC (ver Figura 15). Para este ensayo se analizó una muestra representativa de 10 unidades de cada ladrillera. Según el proyecto de norma E.070 [SENCICO, 2004], el alabeo de la unidad de albañilería será tomado como el valor promedio. El resultado indica si la unidad es cóncava, convexa, u horizontal

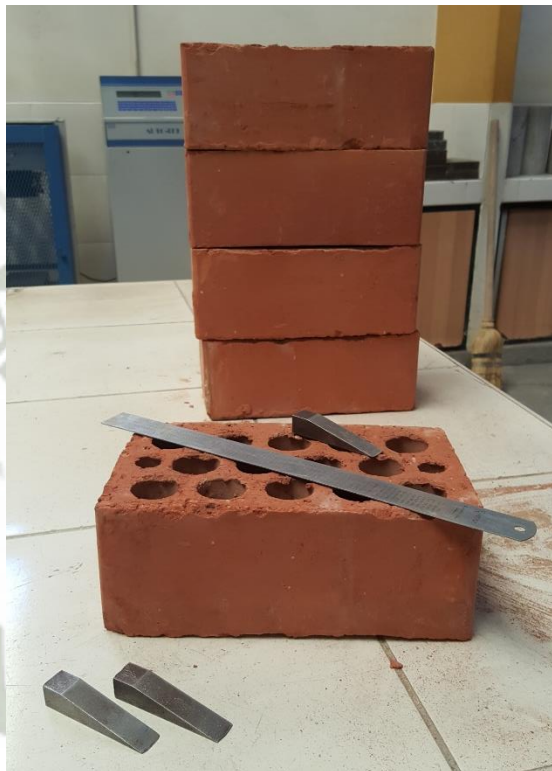


Fig. 15 Herramientas para medir la concavidad y convexidad

4.2.2.1. METODOS DE ENSAYO ITINTEC 331.018

- Aparatos.-Dos cuñas de acero graduadas a medio milímetro de las características que indica la Fig16.

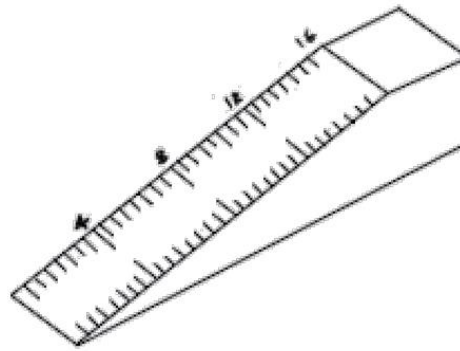


Fig. 16, Las medidas están detalladas en mm

- Muestra.- Estará constituida por ladrillos secos enteros obtenidos según la Norma ITINTEC 331.019. Pueden usarse los mismos ladrillos usados en la determinación de dimensiones.
- Procedimiento.- Según el alabeo se presenta como concavidad o convexidad, seguir el procedimiento que para cada caso se detalla a continuación en las dos caras mayores del ladrillo.
 - Medición de concavidad.- Se coloca el borde recto de la regla ya sea longitudinalmente o sobre una diagonal de una de las caras mayores del ladrillo. Se introduce la cuña en el punto correspondiente a la flecha máxima. Se efectúa la lectura con la precisión de 1 mm y se registra el valor obtenido.



Fig. 17. Medición de la concavidad

- Medición de convexidad.- Se emplea alternativamente uno de los procedimientos siguientes:
 - ✓ Se coloca al borde recto de la regla sea sobre una diagonal o bien sobre dos aristas opuestas de una de las caras mayores de ladrillo. Se introduce en cada vértice una cuña y se busca el punto de apoyo de la regla sobre la diagonal, para el cual en ambas cuñas se obtenga la misma medida.
 - ✓ Se apoya el ladrillo por la cara a medir sobre una superficie plana, se introduce cada una de las cuñas en dos vértices opuestos diagonalmente o en dos aristas, buscando el punto para el cual en ambas cuñas se obtenga la misma medida.

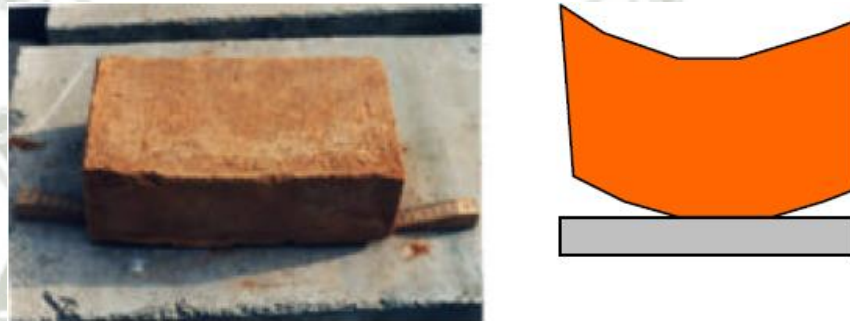


Fig. 18. Medición de la convexidad

Expresión de resultados.- Se indica el promedio de los valores correspondientes a concavidad y/o convexidad obtenidos en milímetros enteros

4.2.2.2. RESULTADOS Y CLASIFICACION:

A continuación, se muestran en las Tablas 12 @ 16 indicando los resultados de la concavidad y convexidad de las diferentes ladrilleras.

Tabla 12. Alabeo de la unidad – Ladrillera Choque

ALABEO - LADRILLERA CHOQUE											
UNIDAD	DIAGONAL 1		DIAGONAL 2		DIAGONAL 3		DIAGONAL 4		PROMEDIO		TIPO
	CONCAVO	CONVEXIDAD	CONCAVO	CONVEXIDAD	CONCAVO	CONVEXIDAD	CONCAVO	CONVEXIDAD	CONCAVO	CONVEXIDAD	
L-1	2.0		1.5		0.0	0.5	0.0		0.88	0.13	V
L-2	2.0		2.5		0.5		0.0		1.25	0.00	V
L-3	0.5		0.0		2.5		1.5		1.13	0.00	V
L-4	2.5		2.0		0.5		0.5		1.38	0.00	V
L-5	2.5		2.0		0.0		0.0	1.0	1.13	0.25	V
L-6	0.5		0.0	0.5	1.0		1.5		0.75	0.13	V
L-7	0.5		0.5		1.5		1.0		0.88	0.00	V
L-8	0.0		0.0		0.5		0.5		0.25	0.00	V
L-9	0.0		0.0		1.5		1.0		0.63	0.00	V
L-10	0.0		0.0		1.5		1.0		0.63	0.00	V
									0.89	0.05	V

Tabla 13. Alabeo de la unidad – Ladrillera Diamante

ALABEO – LADRILLERA EL DIAMANTE											
UNIDAD	DIAGONAL 1		DIAGONAL 2		DIAGONAL 3		DIAGONAL 4		PROMEDIO		TIPO
	CONCAVO	CONVEXIDAD	CONCAVO	CONVEXIDAD	CONCAVO	CONVEXIDAD	CONCAVO	CONVEXIDAD	CONCAVO	CONVEXIDAD	
L-1	0		0		1		1		0.50	0.00	v
L-2	0		0		1		1		0.50	0.00	v
L-3	0.5		0.5		0		0		0.25	0.00	v
L-4	0		0		0.5		1		0.38	0.00	v
L-5	0		0		1		1		0.50	0.00	v
L-6	0		0		1.5		1.5		0.75	0.00	v
L-7	0		0		1.5		2		0.88	0.00	v
L-8	2.5		2		0		0		1.13	0.00	v
L-9	1.5		2		0		0		0.88	0.00	v
L-10	0		0		2.5		2		1.13	0.00	v
									0.69	0.00	v

Tabla 14. Alabeo de la unidad – Ladrillera Tauro

ALABEO –LADRILLERA TAURO											
UNIDAD	DIAGONAL 1		DIAGONAL 2		DIAGONAL 3		DIAGONAL 4		PROMEDIO		TIPO
	CONCAVO	CONVEXIDAD	CONCAVO	CONVEXIDAD	CONCAVO	CONVEXIDAD	CONCAVO	CONVEXIDAD	CONCAVO	CONVEXIDAD	
L-1	0		0		0.5		0		0.13	0	V
L-2	0		0		0		0		0	0	V
L-3	0.5		0.5		0		0.5		0.38	0	V
L-4	1		2.5		1		1		1.38	0	V
L-5	0.5		0.5		0		0		0.25	0	V
L-6	0		0		1		1		0.5	0	V
L-7	1.5		4		0		0		1.38	0	IV
L-8	0		0		0.5		0.5		0.25	0	V
L-9	0.5		2.5		0		0		0.75	0	V
L-10	0		0		0.5		0		0.13	0	V
									0.51	0	V

Tabla 15. Alabeo de la unidad – Ladrillera Yarabamba

ALABEO –LADRILLERA YARABAMBA											
UNIDAD	DIAGONAL 1		DIAGONAL 2		DIAGONAL 3		DIAGONAL 4		PROMEDIO		TIPO
	CONCAVO	CONVEXIDAD	CONCAVO	CONVEXIDAD	CONCAVO	CONVEXIDAD	CONCAVO	CONVEXIDAD	CONCAVO	CONVEXIDAD	
L-1	2			5	3		4		2.25	1.25	IV
L-2	1	0	4	1	5	1	5	1	3.75	0.75	IV
L-3	3		5		3		5		4.00	0.00	IV
L-4	2	1	3	0		2		2	1.25	1.25	V
L-5	5		0	3		3	1	5	1.50	2.75	IV
L-6	3	2	5		4		2		3.00	1.00	IV
L-7	3	0	2	4	5	1	1	4	2.75	2.25	IV
L-8	2	0		3		3		2	0.50	2.00	IV
L-9	1	4		3	4	1	3	1	2.00	2.25	IV
L-10	1			5		2	3		1.00	1.75	V
									2.20	1.53	IV

Tabla 16. Alabeo de la unidad – Ladrillera Alto San Martin

ALABEO-LADRILLERA ALTO SAN MARTIN											
UNIDAD	DIAGONAL 1		DIAGONAL 2		DIAGONAL 3		DIAGONAL 4		PROMEDIO		TIPO
	CONCAVO	CONVEXIDAD	CONCAVO	CONVEXIDAD	CONCAVO	CONVEXIDAD	CONCAVO	CONVEXIDAD	CONCAVO	CONVEXIDAD	
L-1		4	0.5		4		1		1.38	1.00	V
L-2	4		1			1	0		1.25	0.25	V
L-3	3	0	3	0	3	0	2	2	2.75	0.50	IV
L-4	0	0	2	0	1	0	1	0	1.00	0.00	V
L-5	0	1	0	1	2		3		1.25	0.50	V
L-6	1	0	3	0	1		0		1.25	0.00	V
L-7		3	1	0	2		1		1.00	0.75	V
L-8	2		2		2		2		2.00	0.00	V
L-9	0	2		1		2		1	0.00	1.50	V
L-10		1		5	3	0	1		1.00	1.50	V
									1.29	0.60	V

4.2.2.3. RESUMEN E INTERPRETACION DE RESULTADOS.

A continuación, se muestra la Tabla 17. Que resume los resultados de alabeo de la unidad de arcilla cocida de las 5 ladrilleras estudiadas y se compara con el proyecto de norma E.070 [SENCICO, 2004]. La Norma INDECOPI 331.017.

Tabla 17. Resultados de Alabeo de las unidades de arcilla

	Alabeo Promedio (mm)		Clasificación según la Norma E 070
	CONCAVO	CONVEXIDAD	
LADRILLERA CHOQUE	0.89	0.05	V
LADRILLERA EL DIAMANTE	0.69	0.00	V
LADRILLERA TAURO	0.51	0.00	V
LADRILLERA YARABAMBA	2.20	1.53	IV
LADRILLERA SAN MARTIN	1.29	0.60	V

Como se mencionó en la variación dimensional si las juntas de mortero son mayores de 15 mm, reducirán la resistencia de la albañilería, el alabeo también determina esta característica; asimismo, puede disminuir la adherencia con el mortero al formarse vacíos como especie de cangrejas en las zonas más alabeadas; o incluso puede producir fallas de tracción por flexión en la unidad [San Bartolomé, 1998].

Por inspección de la Tabla 17, se puede interpretar, que las cinco zonas productoras de unidades de arcilla calcinada, no tendrán este tipo de problema, porque el alabeo promedio obtenido de los ensayos es de 2.20 mm, menor a lo especificado en la norma, que indica 4 mm para el ladrillo tipo IV y 2 mm para el tipo V.

4.2.3 RESISTENCIA A LA COMPRESION fb:

El ensayo de compresión de la unidad, se desarrolló en base a las especificaciones de la norma ITINTEC 331.018 y 331.019. Donde se recomienda ensayar 5 especímenes por lote, por tanto se ensayó un total de 25 especímenes (5 de cada ladrillera).

Este ensayo se realizó con testigos de medias unidades secas, para lo cual, en las superficies de asiento se colocó un capping de yeso, para nivelar y distribuir uniformemente la carga aplicada como se muestra en las Figuras 18 y 19.



Fig. 19



Fig. 20

4.2.3.1 METODOS DE ENSAYO ITINTEC 331.018

- **Aparatos.-** Cualquier máquina de las empleadas en el laboratorio para ensayos de compresión. Esta máquina debe de estar provista para la aplicación de la carga.

Sobre la mordaza inferior, bajo el espécimen, se coloca una plancha metálica de una dureza Rockwell C 60 (número Vinel 620) cuya desviación con respecto a un plano horizontal no sea mayor de 0,03 mm. Si el área del bloque de apoyo es menor que la cara del espécimen que debe estar en contacto con él, debe

intercalarse una plancha de acero que cumpla iguales condiciones de horizontalidad que la descrita en el párrafo anterior y cuyo espesor sea por lo menos igual a un tercio de la distancia entre el punto de contacto del rodillo y la arista más alejada del espécimen.

- **Muestra.-** Estará constituida por medios ladrillos secos, obtenidos por corte perpendicular al largo del espécimen. El corte se hará por cualquier método que no los destroce y que dé superficies planas y paralelas.
- **Recubrimiento de la muestra.-** Si las caras del espécimen presentan irregularidades se rellenan con una capa de cemento Portland, que se dejará fraguar 24 horas, antes de aplicar el recubrimiento, por medio de uno de los dos procedimientos que se detallan a continuación.
 - a) Recubrimiento de yeso. Se cubre ambas caras opuestas del espécimen con solución alcohólica de goma laca, dejándolas secar perfectamente. Se aplica una capa delgada de pasta de yeso cocido extendiéndola hasta obtener una superficie plana y uniforme. Se repite el procedimiento en la otra cara del espécimen.
 - b) Recubrimiento con azufre. Se usa una mezcla que contenga 40% a 60% de azufre en polvo (en masa) completándose con arcilla refractaria cocida u otro material inerte apropiado que pasa por el tamiz ITINTEC N° 100 (149 m) Se usa un recipiente de aproximadamente la misma medida del ladrillo y de 1,25 cm de profundidad. Se aceita ligeramente el molde y se vierte 0,5 cm de azufre calentado y fluido.
Se coloca inmediatamente sobre el líquido la superficie del ladrillo que se va a recubrir, sosteniendo el espécimen de tal manera que el recubrimiento sea uniforme.
- **Procedimiento.-** Se coloca el espécimen con una de sus caras mayores sobre el apoyo de la máquina y se hace descender el vástago solidario al cabezal, maniobrando suavemente la rótula hasta obtener un contacto perfecto sobre la cara superior del espécimen, asegurando que el eje de la misma coincida con el eje longitudinal del espécimen. Se aplica la carga cuidando que la velocidad del cabezal de la máquina no sea mayor de 1,27 mm/min.

- **Expresión de resultados.-** Se calcula la resistencia a compresión con la siguiente ecuación:

$$fb = \frac{P}{A} \text{ ----- (Ecuación 2)}$$

En donde:

Fb = es la resistencia a la compresión del ladrillo.

P = Carga de rotura aplicada indicada por la máquina.

A = Área bruta de la unidad.

La resistencia característica se obtendrá restando una desviación estándar al valor promedio de la muestra.

El quitarle una desviación estándar al valor promedio estadísticamente significa que por lo menos el 84% de las unidades ensayadas tendrán una resistencia mayor al valor característico fb o que es aceptable tener hasta el 16% de unidades defectuosas.

4.2.3.2. RESULTADOS Y CLASIFICACION:

En las Tablas 18 @ 22, se determina la resistencia a compresión (f'b)

Tabla 18. Resistencia a compresión (f'b) Ladrillera Choque

LADRILLERA CHOQUE					
Muestra	Largo L (cm)	Ancho a (cm)	Ppistón (kg)	Área Neta (cm ²)	f'b (kg/cm ²)
1	12.025	14.150	15576	170.15	91.54
2	12.050	14.175	22330	170.81	130.73
3	11.950	14.125	23400	168.79	138.63
4	12.000	14.175	17510	170.10	102.94
10	12.038	14.100	22690	169.73	133.68
f'b				Promedio	119.51
σ				Desviación estándar	20.91
Prom - σ					98.59
CLASIFICACION DE LA UNIDAD					III

Tabla 19. Resistencia a compresión ($f'b$) Ladrillera Diamante

LADRILLERA DIAMANTE						
Muestra	Largo L (cm)	Ancho a (cm)	Ppistón (kg)	Área Neta (cm ²)	$f'b$ (kg/cm ²)	
6	11.95	14.05	33280.00	167.90	198.22	
7	11.96	14.03	39500.00	167.77	235.44	
8	12.01	14.03	32230.00	168.48	191.30	
9	12.01	14.05	30570.00	168.78	181.13	
10	12.00	14.13	31010.00	169.50	182.95	
$f'b$					Promedio	197.81
δ					Desviación estándar	22.12
					Prom - δ	175.69
					CLASIFICACION DE LA UNIDAD	IV

Tabla 20. Resistencia a compresión ($f'b$) Ladrillera Tauro

LADRILLERA TAURO						
Muestra	Largo L (cm)	Ancho a (cm)	Ppistón (kg)	Área Neta (cm ²)	$f'b$ (kg/cm ²)	
1	11.98	14.23	38550.00	170.48	226.13	
2	12.06	13.80	37410.00	166.43	224.78	
3	11.86	14.00	45430.00	166.04	273.61	
4	11.96	14.20	31340.00	169.83	184.54	
5	12.04	14.13	39860.00	170.13	234.30	
$f'b$					Promedio	228.67
δ					Desviación estándar	31.70
					Prom - δ	196.97
					CLASIFICACION DE LA UNIDAD	V

Tabla 21. Resistencia a compresión ($f'b$) Ladrillera Yarabamba

LADRILLERA YARABAMBA					
Muestra	Largo L (cm)	Ancho a (cm)	Ppistón (kg)	Área Neta (cm ²)	$f'b$ (kg/cm ²)
6	11.01	12.75	25110	140.41	178.83
7	11.16	12.85	19900	143.44	138.74
8	11.09	12.90	20020	143.03	139.97
9	11.13	12.93	24770	143.79	172.26
10	11.14	12.80	17660	142.56	123.88
			$f'b$	Promedio	150.74
			δ	Desviación estándar	23.63
			Prom - δ		127.10
			CLASIFICACION DE LA UNIDAD		III

Tabla 22. Resistencia a compresión ($f'b$) Ladrillera Alto San Martin

LADRILLERA ALTO SAN MARTIN					
Muestra	Largo L (cm)	Ancho a (cm)	Ppistón (kg)	Área Neta (cm ²)	$f'b$ (kg/cm ²)
2	11.23	13.38	19650.00	150.13	130.88
7	11.20	13.80	25190.00	154.56	162.98
8	11.39	13.45	23490.00	153.16	153.37
9	11.05	12.95	40950.00	143.10	286.17
10	11.33	13.13	35030.00	148.64	235.67
			$f'b$	Promedio	193.81
			δ	Desviación estándar	64.86
			Prom - δ		128.95
			CLASIFICACION DE LA UNIDAD		III

4.2.3.3. RESUMEN E INTERPRETACION DE RESULTADOS

A continuación, se muestra la Tabla 22, donde se presenta el resumen de resistencia a la compresión de las unidades de arcilla cocida de las cinco ladrilleras estudiadas y se compara con el proyecto de norma E.070 [SENCICO, 2004], donde la resistencia mínima es de 81 kg/cm² para la unidad tipo II.

Tabla 23. Resumen de resistencia a la compresión de las unidades de arcilla

	Resistencia a la Compresión		Clasificación según la Norma E 070
	f' b (kg/cm ²)	f' b - δ (kg/cm ²)	
LADRILLERA CHOQUE	119.50	98.59	III
LADRILLERA EL DIAMANTE	197.81	175.69	IV
LADRILLERA TAURO	228.67	196.97	V
LADRILLERA YARABAMBA	150.74	127.10	III
LADRILLERA SAN MARTIN	193.81	128.95	III

4.2.4 DENSIDAD

A partir de ensayos realizados se ha establecido que existe una relación estrecha entre la densidad del ladrillo y sus otras propiedades. A mayor densidad mejores propiedades de resistencia y de perfección geométrica.

4.2.4.1. METODOS DE ENSAYO ITINTEC 331.018

○ **Aparatos:**

- Balanza con capacidad no menor de 2 kg y que permita efectuar pesadas con una precisión de 0,5 g.
- Recipiente de agua que pueda contener las muestras completamente sumergidas.

- Horno con libre circulación de aire que permita mantener una temperatura comprendida entre 110°C y 115°C.
- **Muestra:** Estará constituida por ladrillos secos enteros, obtenidos según Norma ITINTEC 331.019.
- **Procedimiento:**

Se calientan los especímenes en el horno entre 110°C y 115°C y se pesan luego de enfriarlos a temperatura ambiente. Se repite el tratamiento hasta que no se tenga variaciones en el peso obteniéndose (Pseco).

NOTA.- Para enfriar los especímenes se recomienda colocarlos sin amontonarlos en un espacio abierto con libre circulación de aire, manteniéndolos a temperatura ambiente durante 4 horas.

Se coloca el espécimen en un recipiente lleno de agua destilada hirviendo, disponiéndolo de modo que el líquido pueda circular libremente por los costados, manteniéndolo durante 3 h en ebullición.



Fig. 21 Reposo de ladrillos en agua hirviendo.

Fuente: Tesis: “Factores De Corrección De La Resistencia En Compresión De Prismas De Albañilería Por Efectos De Esbeltez” Presentado Por - Dante Eddo Bonilla Mancilla

Se pesa el espécimen sumergido (P2) equilibrando previamente la balanza con el dispositivo de suspensión y el espécimen sumergido.

Se retira el espécimen del recipiente secando el agua superficial con un trapo húmedo y se pesa (P1).

- **Expresión de resultados:**

$$D = \frac{P_{seco}}{V} \text{ ----- (Ecuación 5)}$$

$$V = P1 - P2 \text{ ----- (Ecuación 6)}$$

P1 = peso del espécimen saturado (3 horas en ebullición), en gramos.

P2 = peso del espécimen saturado sumergido, en gramos. (Figura N° 3.9).

Pseco = peso del espécimen seco, en gramos.

V = volumen en centímetros cúbicos.

4.2.4.2. RESULTADOS Y CLASIFICACION:

En las Tablas 24 @ 29, se determina la Densidad de las unidades

Tabla 24. Densidad Ladrillera Choque

DENSIDAD - LADRILLERA CHOQUE					
Unidad	Peso (gr)			Volumen (cm3)	Densidad (gr/cm3)
	Seco	Saturado	Saturado Sum		
M-1	3345.00	3900.90	1953.60	1947.30	1.72
M-2	3499.50	3982.20	2000.50	1981.70	1.77
M-3	3501.50	3973.10	1994.80	1978.30	1.77
M-4	3542.50	3949.90	1977.70	1972.20	1.80
M-5	3579.50	3946.50	1982.10	1964.40	1.82
				Prom	1.77

Tabla 25. Densidad Ladrillera Diamante

DENSIDAD - LADRILLERA DIAMANTE					
Unidad	Peso (gr)			Volumen (cm3)	Densidad (gr/cm3)
	Seco	Saturado	Saturado Sum		
M-1	4086.50	4466.20	2178.10	2288.10	1.79
M-2	3871.00	4157.90	2016.60	2141.30	1.81
M-3	4188.00	4447.70	2129.30	2318.40	1.81
M-4	4161.50	4465.00	2167.30	2297.70	1.81
M-5	3924.00	4411.20	2162.50	2248.70	1.75
				Prom	1.79

Tabla 26. Densidad Ladrillera Tauro

DENSIDAD - LADRILLERA TAURO					
Unidad	Peso (gr)			Volumen (cm3)	Densidad (gr/cm3)
	Seco	Saturado	Saturado Sum		
M-1	3383.50	3961.90	2070.70	1891.20	1.79
M-2	3743.50	3997.50	2097.60	1899.90	1.97
M-3	3576.50	4019.30	2113.00	1906.30	1.88
M-4	3563.50	3990.90	2086.40	1904.50	1.87
M-5	3679.50	4026.60	2114.70	1911.90	1.92
				Prom	1.89

Tabla 27. Densidad Ladrillera Yarabamba

DENSIDAD - LADRILLERA YARABAMBA					
Unidad	Peso (gr)			Volumen (cm3)	Densidad (gr/cm3)
	Seco	Saturado	Saturado Sum		
M-1	3761.50	4061.30	1921.70	2139.60	1.76
M-2	3466.50	3913.60	1830.90	2082.70	1.66
M-3	3572.50	4028.10	1911.90	2116.20	1.69
M-4	3742.50	4081.00	1922.90	2158.10	1.73
M-5	3592.50	4062.40	1933.80	2128.60	1.69
				Prom	1.71

Tabla 28. Densidad Ladrillera Alto San Martin

DENSIDAD - LADRILLERA ALTO SAN MARTIN					
Unidad	Peso (gr)			Volumen (cm3)	Densidad (gr/cm3)
	Seco	Saturado	Saturado Sum		
M-1	3640.00	3984.20	1794.90	2189.30	1.66
M-2	3258.50	3828.50	1701.80	2126.70	1.53
M-3	3322.50	3893.30	1716.20	2177.10	1.53
M-4	3185.50	3916.40	1587.50	2328.90	1.37
M-5	3331.00	3711.80	1708.30	2003.50	1.66
				Prom	1.55

4.2.4.3. RESUMEN E INTERPRETACION DE RESULTADOS

Como se puede notar en la Tabla 29, el rango de valores se encuentra entre 1.55 gr/cm³ y 1.89 gr/cm³, rango en el que se encuentran la gran mayoría de unidades de arcilla cocida artesanal con escaso control de calidad [Gallegos, 1989].

Tabla 29. Resumen Densidad de las unidades de arcilla

Ladrillera	Densidad (gr/cm ³)
Choque	1.77
Diamante	1.79
Tauro	1.89
Yarabamba	1.71
Alto San Martin	1.55

La densidad de las unidades de albañilería es una de las propiedades más importantes, a mayor densidad, mayor la resistencia de la unidad.

4.2.5 ABSORCION

Para obtener la durabilidad de las unidades de albañilería se realizaron ensayos de absorción. Si una unidad tiene un alto índice de absorción quiere decir que será más porosa, por ende menos resistente al intemperismo.

El límite máximo de absorción que especifica la Norma Técnica E.070 para las unidades de arcilla es de 22%.

4.2.5.1 METODOS DE ENSAYO ITINTEC 331.018

- **Aparatos:**
 - Balanza con capacidad no menor de 2 kg y que permita efectuar pesadas con una precisión de 0,5 g.
 - Recipiente de agua que pueda contener las muestras completamente sumergidas.
 - Horno con libre circulación de aire que permita mantener una temperatura comprendida entre 110°C y 115°C.
- **Muestra:** Estará constituida por medios ladrillos secos, obtenidos por corte perpendicular al largo del espécimen. El corte se hará por cualquier método que no los destruya y que dé superficies planas y paralelas.
- **Procedimiento:**

Se calientan los especímenes en el horno entre 110°C y 115°C y se pesan luego de enfriarlos a temperatura ambiente. Se repite el tratamiento hasta que no se tenga variaciones en el peso obteniéndose W_s .

NOTA.- Para enfriar los especímenes se recomienda colocarlos sin amontonarlos en un espacio abierto con libre circulación de aire manteniéndolos a temperatura ambiente durante 4 horas.

Se introducen los especímenes secos en un recipiente lleno de agua destilada, manteniéndolos completamente sumergidos durante 24 h, asegurando que la temperatura del baño esté comprendida entre 15°C y 30°C. Transcurrido el lapso indicado, se retiran los especímenes del baño, secando el agua superficial con un trapo húmedo y se pesan W_d .

Los especímenes deben pesarse dentro de los 5 min a partir del instante en que se extraen del recipiente.

Expresión de resultados.- El contenido de agua absorbida se calcula con la ecuación siguiente:

$$Absorción\% = \frac{(W_s - W_d) \times 100}{W_d} \quad \text{----- (Ecuación 3)}$$

Dónde:

Wd = Peso seco del espécimen.

Ws = Peso del espécimen saturado, después de la inmersión en agua fría durante 24 horas.

4.2.5.2. RESULTADOS Y CLASIFICACION:

En las Tablas 30 @ 34, se determina la resistencia a compresión (f' b)

Tabla 30. Porcentaje de Absorción Ladrillera Choque

ABSORCION - LADRILLERA CHOQUE			
Unidad	Peso (gr)		% Absorción
	Seco	Saturado	
M-1	3383.50	3961.90	17.09
M-2	3743.50	3997.50	6.79
M-3	3576.50	4019.30	12.38
M-4	3563.50	3990.90	11.99
M-5	3679.50	4026.60	9.43
	Prom		11.54

Tabla 31. Porcentaje de Absorción Ladrillera Diamante

ABSORCION - LADRILLERA DIAMANTE			
Unidad	Peso		% Absorción
	Seco	Saturado	
M-1	3345.00	3900.90	16.62
M-2	3499.50	3982.20	13.79
M-3	3501.50	3973.10	13.47
M-4	3542.50	3949.90	11.50
M-5	3579.50	3946.50	10.25
	Prom		13.13

Tabla 32. Porcentaje de Absorción Ladrillera Tauro

ABSORCION - LADRILLERA TAURO			
Unidad	Peso		% Absorción
	Seco	Saturado	
M-1	4086.50	4466.20	9.29
M-2	3871.00	4157.90	7.41
M-3	4188.00	4447.70	6.20
M-4	4161.50	4465.00	7.29
M-5	3924.00	4411.20	12.42
		Prom	8.52

Tabla 33. Porcentaje de Absorción Ladrillera Yarabamba

ABSORCION - LADRILLERA YARABAMBA			
Unidad	Peso		% Absorción
	Seco	Saturado	
M-1	3761.50	4061.30	7.97
M-2	3466.50	3913.60	12.90
M-3	3572.50	4028.10	12.75
M-4	3742.50	4081.00	9.04
M-5	3592.50	4062.40	13.08
		Prom	11.15

Tabla 34. Porcentaje de Absorción Ladrillera Alto San Martín

ABSORCION - LADRILLERA ALTO SAN MARTIN			
Unidad	Peso		% Absorción
	Seco	Saturado	
M-1	3640.00	3984.20	9.46
M-2	3258.50	3828.50	17.49
M-3	3322.50	3893.30	17.18
M-4	3185.50	3916.40	22.94
M-5	3331.00	3711.80	11.43
		Prom	15.70

4.2.5.3. RESUMEN E INTERPRETACION DE RESULTADOS.

La Norma Técnica E.070 nos señala que para que una unidad sea aceptable su nivel de absorción no será mayor que 22%. Nuestras unidades están dentro de ese límite con un valor para la absorción máximo con la ladrillera de Alto San Martin de 15.7%. En la Tabla N° 3.45, se muestra el resumen de los resultados.

Tabla 35. Resumen Absorción de las unidades de arcilla

Ladrillera	% ABSORCION
Choque	11.54
Diamante	13.13
Tauro	8.52
Yarabamba	11.15
Alto San Martin	15.70

4.2.6 SUCCION:

Está demostrado que con ladrillos que tienen una succión excesiva no se logra las uniones adecuadas entre el mortero y el ladrillo. El mortero, debido a la rápida pérdida del agua que es absorbida por el ladrillo, se deforma y endurece no logrando un contacto completo e íntimo con la cara del siguiente ladrillo. El resultado es una adhesión pobre e incompleta, dejando uniones de baja resistencia y permeables al agua.

4.2.6.1. METODOS DE ENSAYO ITINTEC 331.018

- **Aparatos:**
 - **Bandeja o recipiente** para agua, con una profundidad interior de no mayor de 12,5 mm y de un largo y ancho tales que resulte un área de no menor de 2 000 cm². La base de la bandeja debe ser plana y horizontal. Se debe incorporar a la bandeja un dispositivo que permita mantener el nivel de agua 2.5 mm por encima de los soportes.
 - **Soporte** para los ladrillos.- Se usará dos barras idénticas de metal no corrosible, con sección rectangular de 10 mm de altura y de un ancho no mayor de 5 mm.
 - **Balanza** con capacidad no menor de 2 kg y que permita efectuar pesadas con una precisión de 0,5 g.
 - **Horno** con libre circulación de aire que permita mantener una temperatura comprendida entre 110°C y 115°C.

- **Sala de temperatura constante**, Cuarto que mantenga una temperatura de $24^{\circ}\text{C} \pm 2,0^{\circ}\text{C}$.
 - **Cronómetro** Calibrado en segundos, que indique un período de 1 minuto.
- **Muestra.**- Ladrillos enteros o mitades de ladrillos.
- **Procedimiento**
1. Se secan los especímenes en el horno entre 110°C y 115°C y se pesan luego de enfriarlos a temperatura ambiente.
 2. Se miden con una precisión de 1 mm, el largo y ancho de la superficie del espécimen que estará en contacto con el agua. Se pesa el espécimen con una aproximación de 0,5 g.
 3. Se monta la bandeja para la prueba, en la Sala de Temperatura Constante. Se coloca de forma horizontal el fondo de la bandeja mediante un nivel de burbuja. Se coloca el espécimen encima de los soportes contando como tiempo cero el momento de contacto del ladrillo con el agua. Durante el período de contacto, $1 \text{ min} \pm 1 \text{ s}$ se mantiene el nivel de agua en el original agregando agua según sea necesario.
 4. Al final del tiempo de contacto, se saca el espécimen y se seca el agua superficial con un trapo húmedo.
 5. Se pesa el espécimen con una precisión de 0,5 g. La pesada se realiza en un lapso no mayor de 2 min después de su retiro del contacto con el agua.




PROCEDIMIENTO PARA MEDIR LA SUCCIÓN EN LAS UNIDADES DE ALBAÑILERÍA		
		
<ul style="list-style-type: none"> ▪ En un recipiente nivelado, verter agua en forma constante para mantener el nivel del agua en el recipiente. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Colocar el ladrillo en el recipiente, manteniendo el nivel del agua constante en la bandeja, de tal modo que la cara de asiento esté en contacto con una película de agua de 3mm. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Después de 1 minuto retirar el ladrillo, secarlo con un paño húmedo y pesarlo (W_h).

Fig. 22 Procedimiento para medir la succión en las unidades de Albañilería
Fuente: Tesis: “Factores De Corrección De La Resistencia En Compresión De Prismas De Albañilería Por Efectos De Esbeltez” Presentado Por - Dante Eddo Bonilla Mancilla

○ **Expresión de resultados.**

La diferencia en peso en gramos entre la pesada final y la inicial, es el peso de agua absorbida por el ladrillo durante un minuto de contacto con el agua. Si el área de contacto del ladrillo no difiere en $\pm 2,5\%$ de 200 cm^2 , se dará como resultado el aumento de peso en gramos.

Si el área del espécimen difiere en más de 2,5% de 200 cm² se corregirá el peso mediante la fórmula siguiente:

$$\text{Succión} \left(\frac{\text{gr}}{200\text{cm}^2 \times \text{min}} \right) = \frac{200 \times (P_m - P_s)}{A} \quad \text{----- (Ecuación 4)}$$

Donde:

A: Área de contacto.

Ps = peso seco de la muestra

Pm = peso de la muestra húmeda, después de la succión



4.2.6.2 RESULTADOS DE ENSAYOS

A continuación, se muestran en las Tablas 36 @ 40 los resultados de las ladrilleras seleccionadas.

Tabla 36. Succión de la unidad – Ladrillera Choque

SUCCION - LADRILLERA CHOQUE								
Unidad	Largo	Ancho	Altura	Peso (gr)		Área de asiento	(Pm - Ps)	Succión (gr/200 cm ² / min)
	cm	cm	Cm	Ps	Pm	(cm ²)	(gr)	
M-1	23.93	14.23	8.99	3398.00	3539.00	340.33	141.00	82.86
M-2	24.03	14.18	9.13	3498.00	3594.50	340.55	96.50	56.67
M-3	24.08	14.15	9.10	3466.00	3581.50	340.66	115.50	67.81
M-4	23.95	14.13	9.11	3509.00	3580.00	338.29	71.00	41.98
M-5	24.00	14.10	9.13	3567.50	3587.00	338.40	19.50	11.52
							Promedio	52.17

Tabla 37. Succión de la unidad – Ladrillera Diamante.

SUCCION - LADRILLERA EL DIAMANTE								
Unidad	Largo	Ancho	Altura	Peso (gr)		Área de asiento	(Pm - Ps)	Succión (gr/200 cm ² / min)
	cm	cm	cm	Ps	Pm	(cm ²)	(gr)	
M-1	23.96	14.05	9.13	3288.00	3378.50	336.67	90.50	53.76
M-2	23.98	14.05	9.09	3367.50	3449.00	336.85	81.50	48.39
M-3	24.00	14.08	8.98	3352.50	3483.00	337.80	130.50	77.26
M-4	23.85	14.00	9.01	3331.50	3423.00	333.90	91.50	54.81
M-5	23.90	14.08	8.95	3339.00	3421.00	336.39	82.00	48.75
							Promedio	56.60

Tabla 38. Succión de la unidad – Ladrillera Tauro

SUCCION - LADRILLERA TAURO								
Unidad	Largo	Ancho	Altura	Peso (gr)		Área de asiento	(Pm - Ps)	Succión (gr/200 cm ² /min)
	cm	cm	cm	Ps	Pm	(cm ²)	(gr)	
M-1	23.83	14.08	9.05	3886.50	3989.50	335.34	103.00	61.43
M-2	23.80	14.18	9.18	3604.50	3690.50	337.37	86.00	50.98
M-3	23.98	14.15	9.20	3853.00	3927.50	339.25	74.50	43.92
M-4	23.98	13.90	8.95	3861.00	3949.50	333.25	88.50	53.11
M-5	24.10	14.25	9.15	3865.50	4073.00	343.43	207.50	120.84
							Promedio	66.06

Tabla 39. Succión de la unidad – Ladrillera Yarabamba.

SUCCION - LADRILLERA YARABAMBA								
Unidad	Largo	Ancho	Altura	Peso (gr)		Área de asiento	(Pm - Ps)	Succión (gr/200 cm ² /min)
	cm	cm	cm	Ps	Pm	(cm ²)	(gr)	
M-1	21.70	12.90	8.00	3534.50	3637.00	279.93	102.50	73.23
M-2	22.33	12.85	7.75	3377.00	3491.50	286.88	114.50	79.83
M-3	22.10	12.78	7.95	3500.00	3574.00	282.33	74.00	52.42
M-4	22.23	12.88	7.75	3547.00	3641.50	286.15	94.50	66.05
M-5	22.33	12.75	7.78	3533.50	3685.50	284.64	152.00	106.80
							Promedio	75.67

Tabla 40. Succión de la unidad – Ladrillera Alto San Martín.

SUCCION - LADRILLERA ALTO SAN MARTIN								
Unidad	Largo	Ancho	Altura	Peso (gr)		Área de asiento	(Pm - Ps)	Succión (gr/200 cm ² /min)
	cm	cm	cm	Ps	Pm	(cm ²)	(gr)	
M-1	22.50	13.23	7.70	3412.50	3544.50	297.56	132.00	88.72
M-2	22.40	13.53	7.48	3261.00	3395.00	302.96	134.00	88.46
M-3	22.78	13.75	7.78	3324.20	3506.50	313.16	182.30	116.43
M-4	22.10	12.83	7.58	3204.50	3363.50	283.43	159.00	112.20
M-5	22.65	13.68	7.70	3286.50	3406.00	309.74	119.50	77.16
							Promedio	96.59

4.2.6.3. RESUMEN E INTERPRETACION DE RESULTADOS.

La succión más aceptable la tienen las unidades de la Ladrillera Choque, probablemente porque tengan mayor humedad, pero en general, todas tienen valores de succión muy altos, En la Tabla 41, se presenta el resume de los resultados.

Tabla 41. Resumen de la Succión de las unidades de arcilla

Ladrillera	Succión (gr/200cm ² /min)
Choque	52.17
Diamante	56.60
Tauro	66.06
Yarabamba	75.67
Alto San Martin	96.59

Se considera que para succiones mayores de 20 gramos por minuto en un área de 200 cm² es requisito indispensable que los ladrillos se saturen antes de su uso.

Al obtenerse valores de succión promedio sustancialmente mayores que el límite indicado, se concluye que es indispensable que todo el ladrillo de arcilla se sature con agua inmediatamente antes de asentarlo, la forma de efectuar esta operación dependerá de la retentividad del mortero a emplearse.

Esta propiedad no está normada como requisito ya que todo ladrillo investigado excede el límite; sin embargo se incluye la prueba de succión para aquellos ladrillos de arcilla que eventualmente puedan no requerir el tratamiento de saturado con agua. [ITINTEC 331.017]

Según Ángel San Bartolomé (1998), la succión debería tener un valor comprendido entre 10 y 20 gr/200cm²-min. Si aplicamos ese criterio, ninguna unidad está en este rango, por lo que las unidades deben tratarse antes de su asentado para reducir la succión

CAPITULO 5

PROPIEDADES DE LA ALBANILERIA SIMPLE

5.1 INTRODUCCION

La resistencia de la albañilería a compresión axial (f'_m) y a corte (v'_m) se determinará de manera empírica (recurriendo a tablas o registros históricos de resistencia de las unidades) o mediante ensayos de prismas, de acuerdo a la importancia de la edificación y a la zona sísmica donde se encuentre, según se indica en la Tabla.

Tabla 42. Método para determinar compresión axial (f'_m) y a corte (v'_m)

Fuente: Reglamento nacional de edificaciones E-070-Albanileria

MÉTODOS PARA DETERMINAR f'_m y v'_m									
RESISTENCIA CARACTERÍSTICA	EDIFICIOS DE 1 A 2 PISOS			EDIFICIOS DE 3 A 5 PISOS			EDIFICIOS DE MAS DE 5 PISOS		
	Zona Sísmica			Zona Sísmica			Zona Sísmica		
	3	2	1	3	2	1	3	2	1
(f'_m)	A	A	A	B	B	A	B	B	B
(v'_m)	A	A	A	B	A	A	B	B	A

- A: Obtenida de manera empírica conociendo la calidad del ladrillo y del mortero.
- B: Determinadas de los ensayos de compresión axial de pilas y de compresión diagonal de muretes mediante ensayos de laboratorio de acuerdo a lo indicado en las NTP 399.605 y 399.621

La resistencia de la albañilería a compresión axial (f'_m) y a corte (v'_m) define el comportamiento estructural de la edificación. Con el propósito de determinar dichas resistencias, muchos investigadores diseñaron una serie de ensayos capaces de evaluar estructuralmente sus materiales y componentes.

Tal evaluación se realiza en distintos componentes, unidades, pilas y muretes. En esta parte se obtienen todas las características de la albañilería simple.

5.2. PILAS DE ALBAÑILERÍA

El ensayo se realiza en una máquina universal de compresión, aplicando un ritmo de carga controlado hasta que el espécimen no admite más carga. El resultado del ensayo se obtiene de dividir esta carga última entre el área del testigo. Esta área será el área bruta para prismas de unidades sólidas o de unidades huecas rellenas con concreto líquido o de unidades tubulares. El área será la neta para unidades huecas (sin relleno de concreto líquido) o perforadas.

5.2.1. MARCO TEÓRICO

Las pilas de albañilería son prismas compuestos por unidades de albañilería (ladrillos) enteras o cortadas con sierra, asentadas una sobre otra mediante mortero. La altura de los prismas no debe ser excesiva, a fin de facilitar su construcción, almacenaje y transporte desde la obra hacia el laboratorio.

Estas pilas, a la edad de 28 días, son ensayadas a compresión axial y los resultados se utilizan para diseñar estructuralmente los muros de los edificios y para controlar la calidad de la albañilería en la construcción.

Sin embargo, la resistencia característica a compresión axial de las pilas (f'_m) depende de la relación altura-espesor o esbeltez, por lo que La norma Peruana NTE E.070 establece que las pilas de albañilería no tendrán menos de 3 hiladas o 40 cm de altura (lo que sea mayor) y tendrán una relación altura entre espesor (esbeltez) no menor de 2 ni mayor que 5, de preferencia se debe utilizar una esbeltez igual a 5. Para corregir el valor de f'_m se debe multiplicar por un coeficiente que depende de la esbeltez del prisma que se muestra a continuación.

Tabla 43. Factores de corrección de f'_m por esbeltez

Fuente: Reglamento nacional de edificaciones E-070-Albanileria

FACTORES DE CORRECCIÓN DE f'_m POR ESBELTEZ						
Esbeltez	2,0	2,5	3,0	4,0	4,5	5,0
Factor	0,73	0,80	0,91	0,95	0,98	1,00

5.2.2. MATERIALES Y EQUIPO:

5.2.2.1. MATERIALES

- **Ladrillos de arcilla:**

Se utilizaron ladrillos de las ladrilleras que se están estudiando, dos ladrilleras artesanales y tres mecanizadas.

- **Mortero:**

El mortero tiene como finalidad adherir las unidades, absorbiendo todas las irregularidades de éstas, así como sellar las juntas contra la penetración del aire y de la humedad.

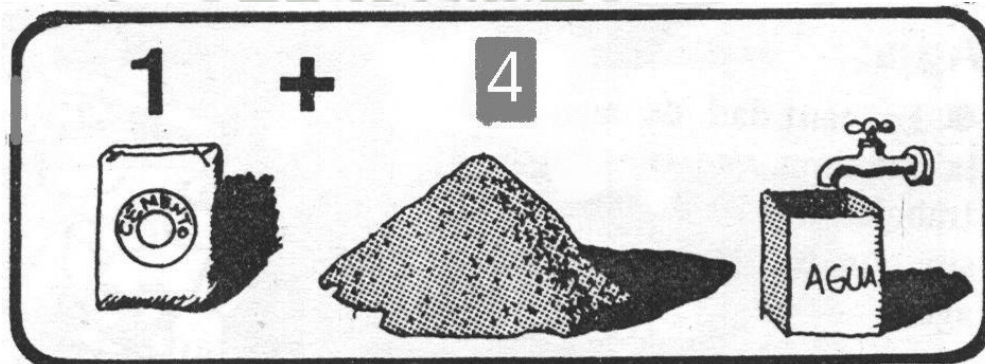


Fig. 23. Materiales Pilas de Albañilería

Para asentar las unidades de las pilas se utilizó mortero en proporción volumétrica cemento-arena 1: 4.

- **Base de mortero (capping):**

Se realiza para dar uniformidad a la cara superior e inferior de las pilas de albañilería, quedando de esta manera lisas. El fin que persigue este proceso es que las cargas se distribuyan uniformemente sobre las pilas.

El refrendado debe ser tan delgado como sea posible, su espesor debe ser aproximadamente 3 mm. Y no debe ser superior a 8 mm. El refrendado de pilas puede realizarse con yeso de alta resistencia, o azufre y mortero de azufre. En nuestro caso para estos ensayos trabajamos con yeso de alta resistencia (Capeado)

5.2.2.2. EQUIPO

- **Máquina para ensayos a compresión:**

La máquina de ensayo tendrá una precisión de más o menos 1% sobre el rango de la carga anticipado.

La máquina de ensayo deberá de tener la rigidez suficiente para transmitir los esfuerzos del ensayo sin alterar las condiciones de distribución y dirección de la carga. Deberá tener un sistema de rotula que permita que coincidan la resultante de la carga con el eje del prisma.

Las superficie de los platos de aplicación de la carga deberán ser lisas y planas, las dimensiones de las aristas de los platos de carga deberán ser mayores a iguales a las aristas del prisma.

5.2.3. PREPARACION DE ENSAYO:

5.2.3.1. MEDICIÓN DE PRISMA

Se medirá el prisma con aprox de 1mm, la longitud y el ancho en ambos bordes de las caras superior e inferior de los prismas, se determinara la longitud y ancho del prisma promediando las 4 medidas de cada dimensión. Se medirá la altura del prisma en el centro de cada cara con una aproximación de 1mm y del mismo modo se promediara las 4 medidas.

5.2.3.2 ALMACENAMIENTO DEL PRISMA

Los prismas serán almacenados a una temperatura no menor de 10°C durante 28 días. Los prismas podrán ensayarse a menor edad que la nominal de 28 días pero no menor de 14 días; en este caso, la resistencia característica se obtendrá incrementándola por los factores mostrados en la Tabla 44.

Tabla 44. Factores de incremento por edad

Fuente: Reglamento nacional de edificaciones E-070-Albanilería

INCREMENTO DE f'_m y v'_m POR EDAD			
Edad		14 días	21 días
Muretes	Ladrillos de arcilla	1,15	1,05
	Bloques de concreto	1,25	1,05
Pilas	Ladrillos de arcilla y Bloques de concreto	1,10	1,00

5.2.3.3. REFRENDADO DEL PRISMA

Se aplica en las zonas irregulares del prisma que recibirá la carga en contacto con los cabezales metálicos del equipo de ensayo a compresión, se utilizara un método que no reduzca la integridad del mismo, esto para suavizar las irregularidades de las superficies del prisma.

Se colocara el refrendado en la parte superior e inferior del prisma antes del ensayo con un compuesto de azufre o con mezcla de cemento y yeso de alta resistencia

El espesor promedio de la capa de refrendado no excederá de 3mm. Se efectuar el refrendado como mínimo 2 horas antes de ensayar los especímenes.

5.2.3.4. COLOCACIÓN DEL PRISMA EN LA MÁQUINA DE ENSAYO

Se limpiaran las caras de carga de los platos de la máquina y del prisma. Se colocara el prisma sobre el plato de carga inferior y se alinearan los ejes del prisma con el eje del centro de aplicación de la carga de la máquina.

5.2.3.5. CARGA

Se aplicara carga al prisma a una velocidad uniforme y continua sin producir impacto, de modo que el ensayo demore entre 3 min y 4 min en alcanzar la carga máxima.

5.2.3.6 RESISTENCIA DEL PRISMA EN LA ALBAÑILERÍA

Se calcula la resistencia de cada prisma de albañilería dividiendo la carga máxima en compresión soportada por este, entre el área de la sección transversal.

- **Área de la sección transversal:** Se tomara el área de la sección transversal de los prismas, con el área bruta de las unidades de albañilería.

5.2.4. EXPRESIÓN DE RESULTADOS.

Resistencia a la compresión: La resistencia a la compresión $f'm$ está definida como la carga máxima axial entre el área de la sección transversal. Es una de las principales propiedades de la unidad de albañilería, valores altos indican que son de buena calidad para fines estructurales y de exposición; en cambio valores bajos, indican poca resistencia y poca durabilidad. El cálculo de la resistencia en compresión $f'm$, se determinó con la ecuación

$$Fm = C \frac{Pmax}{Area} \text{ ----- (Ecuación 7)}$$

Donde C es un coeficiente de corrección por esbeltez, y toma valores según la Tabla 43 [NTE E.070, 2004].

Se calcula la resistencia en compresión de la albañilería $F'm$ para cada muestra de prisma, promediando los valores individuales de cada prisma y la desviación estándar $\bar{\sigma}$ de la muestra ensayada, $F'm$ se obtendrá restando a Fm el valor de la desviación estándar.

$$F'm = Fm - \bar{\sigma} \text{ ----- (Ecuación 8)}$$

El restar una desviación estándar significa que estadísticamente el 84% de las pilas ensayadas tendrán una resistencia mayor que el valor característico.

5.2.5. RESULTADOS DE ENSAYOS

En las Tablas 45 @ 49, se muestran los resultados de la resistencia en compresión $f'm$. Según la propuesta de norma E.070, La resistencia característica $F'm$ en pilas se obtendrá como el valor promedio de las muestras ensayadas menos una vez la desviación estándar.

Tabla 45. Resistencia en compresión $f'm$ Ladrillera Choque

LADRILLERA CHOQUE						
Pila	Área	Pmax	fm	Esbeltez	Coefficiente	F'm
	(cm ²)	(Kg)	(kg/cm ²)	(alt / esp)	Corrección	(kg/cm ²)
P-1	340.31	10740	31.560	3.180	0.92	29.035
P-2	341.62	19150	56.057	3.220	0.92	51.572
P-3	337.59	19360	57.348	3.189	0.92	52.760
P-4	340.20	19490	57.290	3.168	0.92	52.707
P-5	340.33	20010	58.795	3.260	0.92	54.092
f'b					Promedio	48.03
σ					Desviación estándar	10.66
					Prom - σ	37.38

Tabla 46. Resistencia en compresión $f'm$ Ladrillera Diamante

LADRILLERA DIAMANTE						
Pila	Área	Pmax	fm	Esbeltez	Coefficiente	F'm
	(cm ²)	(Kg)	(kg/cm ²)	(alt / esp)	Corrección	(kg/cm ²)
P-1	336.67	27260	80.97	2.09	0.743	60.16
P-2	336.85	29670	88.08	2.07	0.740	65.18
P-3	337.80	32140	95.15	2.09	0.743	70.69
P-4	333.90	33000	98.83	2.10	0.744	73.53
P-5	336.39	26960	80.14	2.04	0.736	58.99
f'b					Promedio	65.71
σ					Desviación estándar	6.37
					Prom - σ	59.34

Tabla 47. Resistencia en compresión $f'm$ Ladrillera Tauro

LADRILLERA TAURO						
Pila	Área	Pmax	fm	Esbeltez	Coefficiente	F'm
	(cm ²)	(Kg)	(kg/cm ²)	(alt / esp)	Corrección	(kg/cm ²)
P-1	340.45	36740.00	107.92	2.08	0.74	79.97
P-2	332.12	34640.00	104.30	2.12	0.75	77.91
P-3	332.73	34680.00	104.23	2.10	0.74	77.55
P-4	338.91	27280.00	80.49	2.07	0.74	59.57
P-5	339.47	26360.00	77.65	2.08	0.74	57.54
f'b					Promedio	70.51
σ					Desviación estándar	10.97
					Prom - σ	59.53

Tabla 48. Resistencia en compresión $f'm$ Ladrillera Yarabamba

LADRILLERA YARABAMBA						
Pila	Área (cm ²)	Pmax (Kg)	fm (kg/cm ²)	Esbeltez (alt / esp)	Coefficiente Corrección	F'm (kg/cm ²)
P-1	297.56	15340.00	51.55	1.90	0.72	36.91
P-2	300.27	12350.00	41.13	1.81	0.70	28.91
P-3	302.96	15310.00	50.53	1.81	0.70	35.53
P-4	313.16	24670.00	78.78	1.84	0.71	55.78
P-5	283.43	16917.50	59.69	1.93	0.72	42.98
f'b					Promedio	40.02
δ					Desviación estándar	10.13
					Prom - δ	29.89

Tabla 49. Resistencia en compresión $f'm$ Ladrillera Alto San Martin

LADRILLERA ALTO SAN MARTIN						
Pila	Área (cm ²)	Pmax (Kg)	fm (kg/cm ²)	Esbeltez (alt / esp)	Coefficiente Corrección	F'm (kg/cm ²)
P-1	279.93	11000	39.30	2.02	0.73	28.80
P-2	286.88	22120	77.11	1.96	0.72	55.83
P-3	282.33	11290	39.99	2.02	0.73	29.31
P-4	286.15	12390	43.30	1.96	0.72	31.35
P-5	284.64	14200	49.89	1.99	0.73	36.37
f'b					Promedio	36.33
δ					Desviación estándar	11.30
					Prom - δ	25.03

5.2.5.1. RESUMEN E INTERPRETACION DE RESULTADOS.

La norma E070, Tabla 50, para el ensayo de compresión axial de pilas, nos dan valores teóricos de F'm:

Tabla 50. Resistencia característica de la Albañilería.

Fuente: Reglamento nacional de edificaciones E-070-Albanilería

TABLA 9 (**) RESISTENCIAS CARACTERÍSTICAS DE LA ALBAÑILERÍA Mpa (kg / cm ²)				
Materia Prima	Denominación	UNIDAD f'_b	PILAS f'_m	MURETES v'_m
Arcilla	King Kong Artesanal	5,4 (55)	3,4 (35)	0,5 (5,1)
	King Kong Industrial	14,2 (145)	6,4 (65)	0,8 (8,1)
	Rejilla Industrial	21,1 (215)	8,3 (85)	0,9 (9,2)
Sílice-cal	King Kong Normal	15,7 (160)	10,8 (110)	1,0 (9,7)
	Dédalo	14,2 (145)	9,3 (95)	1,0 (9,7)
	Estándar y mecano (*)	14,2 (145)	10,8 (110)	0,9 (9,2)
Concreto	Bloque Tipo P (*)	4,9 (50)	7,3 (74)	0,8 (8,6)
		6,4 (65)	8,3 (85)	0,9 (9,2)
		7,4 (75)	9,3 (95)	1,0 (9,7)
		8,3 (85)	11,8 (120)	1,1 (10,9)

- Como vemos el valor teórico para pilas de ladrillo King Kong industrial es de 65 Kg/cm² y el valor teórico para las pilas de ladrillo King Kong – Artesanal es de 35kg/cm²

Tabla 51. Resistencia característica de la Albañilería.

	Resistencia a Compresión Axial		
	F'm (kg/cm ²)	F'm- ζ (kg/cm ²)	Clasificación según la Norma E 070 (kg/cm ²)
LADRILLERA CHOQUE	48.03	37.38	65
LADRILLERA EL DIAMANTE	65.71	59.34	65
LADRILLERA TAURO	70.51	59.53	65
LADRILLERA YARABAMBA	36.33	25.03	35
LADRILLERA SAN MARTIN	40.02	29.89	35



Fig. 24 Ensayo de Pilas Ladrillera Choque



Fig. 25 Ensayo de Pilas Ladrillera Diamante



Fig. 26 Ensayo de Pilas Ladrillera Tauro

5.3 COMPRESION DIAGONAL

Este método de ensayo fue desarrollado para medir con mayor precisión de la que era posible con otros métodos, la resistencia a la compresión diagonal (corte) de la albañilería.

El ensayo de compresión diagonal se realiza según el procedimiento especificado por la norma técnica peruana NTP 399.621 (INDECOPI 2004), que es similar a ASTM E 519-00.

El ensayo consiste en utilizar un testigo estándar de albañilería, el cual se carga diagonalmente a una carga de compresión creciente y a un ritmo controlado hasta la rotura.

5.3.1. GENERALIDADES

- El tamaño de la muestra ha sido elegido como el menor tamaño que sería razonablemente representativo de un muro de albañilería (600mm x 600mm) a escala natural, y que permita el uso de máquinas de ensayo tales como las que se emplean en muchos laboratorios.
- La resistencia de la albañilería a corte (v'_m) se determinará de manera empírica (recurriendo a tablas o registros históricos de resistencia de las unidades) o mediante ensayos de prismas, de acuerdo a la importancia de la edificación y a la zona sísmica donde se encuentre, según se indica en la Tabla 42.

Tabla 42. Método para determinar compresión axial (f'_m) y a corte (v'_m)

Fuente: Reglamento nacional de edificaciones E-070-Albanileria

MÉTODOS PARA DETERMINAR f'_m y v'_m									
RESISTENCIA CARACTERÍSTICA	EDIFICIOS DE 1 A 2 PISOS			EDIFICIOS DE 3 A 5 PISOS			EDIFICIOS DE MAS DE 5 PISOS		
	Zona Sísmica			Zona Sísmica			Zona Sísmica		
	3	2	1	3	2	1	3	2	1
(f'_m)	A	A	A	B	B	A	B	B	B
(v'_m)	A	A	A	B	A	A	B	B	A

- A: Obtenida de manera empírica conociendo la calidad del ladrillo y del mortero.
- B: Determinadas de los ensayos de compresión axial de pilas y de compresión diagonal de muretes mediante ensayos de laboratorio de acuerdo a lo indicado en las NTP 399.605 y 399.621

- Cuando se construyan conjuntos de hasta dos pisos en las zonas sísmicas 3 y 2, será verificado con ensayo v´m con tres muretes por cada 1000 m² de área techada.
- Cuando se construyan conjuntos de tres o más pisos en las zona sísmicas 3 y 2, será verificado con ensayo v´ m con tres muertes por cada 500 m² de área techada.
- Los prismas de albañilería deben representar de la mejor manera posible las condiciones reales con que la edificación será construida. El tamaño de los prismas es mínimo, con el objeto de poderlos manipular tanto en el transporte hacia un laboratorio como en el montaje sobre los dispositivos de ensayo. Se recomienda que las pilas consten de por lo menos 3 hiladas y que el lado del murete cuadrado sea de por lo menos 60cm, a fin de obtener resultados representativos.

5.3.2. REFRENDADO O CAPING

Se aplica en las zonas irregulares del prisma que recibirá la carga en contacto con los cabezales metálicos del equipo de ensayo a compresión, se utilizara un método que no reduzca la integridad del mismo, esto para suavizar las irregularidades de las superficies del prisma. El espesor promedio de la capa de refrendado no excederá de 3mm. Se efectuar el refrendado como mínimo 2 horas antes de ensayar los especímenes.



Fig. 27 Refrendado de murete

Para el caso de muretes construidos con ladrillos huecos o tubulares, antes de aplicar el capping, deberá taponarse con mortero 1:3 las perforaciones de aquellos ladrillos en contacto con los cabezales angulares metálicos, a fin de evitar fallas locales por concentración de esfuerzos (trituration).

5.3.3. ALMACENAMIENTO

Después de la construcción de los muretes, estos no deberán ser movidos por lo menos durante 7 días. Los prismas serán almacenados a una temperatura no menor de 10°C, lo óptimo está dentro de 24°C a $\pm 8^\circ\text{C}$, durante 28 días, a una humedad relativa entre 25% y 75%, y libres de corrientes de aire.

Los prismas podrán ensayarse a una edad menor que la nominal de 28 días pero no menor de 14 días; en este caso, la resistencia característica se obtendrá incrementándola por los factores mostrados en la Tabla 44.

Tabla 44. Factores de incremento por edad

Fuente: Reglamento nacional de edificaciones E-070-Albanilería

INCREMENTO DE f'_m y v'_m POR EDAD			
Edad		14 días	21 días
Muretes	Ladrillos de arcilla	1,15	1,05
	Bloques de concreto	1,25	1,05
Pilas	Ladrillos de arcilla y Bloques de concreto	1,10	1,00

5.3.4 MATERIALES

- **Ladrillos de arcilla:**

Se utilizaron ladrillos de las ladrilleras que se están estudiando, dos ladrilleras artesanales y tres mecanizadas.

- **Mortero:**

El mortero tiene como finalidad adherir las unidades, absorbiendo todas las irregularidades de éstas, así como sellar las juntas contra la penetración del aire y de la humedad.

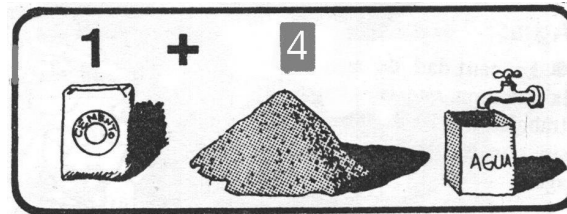


Fig. 23. Materiales Pilas de Albañilería

Para asentar las unidades de las pilas se utilizó mortero en proporción volumétrica cemento-arena 1: 4.

- **Refrendado**

Se utilizó para el capping una mezcla de cemento + yeso + agua, conocido como diablo fuerte. Este refrendado o capping se coloca en las esquinas del murete, las cuales van a estar en contacto con los cabezales metálicos del equipo.

5.3.5 PROCEDIMIENTO DE ENSAYO

- **Geometría:**

Las longitudes del murete serán como mínimo de 60 x 60 y un máximo de 68 x 68 aproximadamente, colocadas en 6 hiladas de 2.5 ladrillos por hilada aproximadamente con una junta de 1.5 cm.

- **Construcción:**

Se deben de seleccionar los ladrillos eliminando los que tenían esquinas defectuosas o rajaduras, posteriormente se efectúa el corte de las unidades para el asentado de las mismas.

El mortero utilizado será cemento arena en una proporción de 1:4. No se utilizara mortero con cal

En el asentado de las unidades se trató de controlar la verticalidad de los muros, los espesores de juntas, y las alturas de las hiladas.

- **Ensayo:**

Se tomaran las medidas de cada murete, midiendo las longitudes de sus lados y la longitud diagonal. Se trasladaran los muretes desde el lugar de construcción, al laboratorio evitando sacudidas, saltos y volteos.

Se debe de preparar el equipo a compresión, para colocar el murete verificando la posición correcta del mismo, centrado los cabezales tanto superior como inferior.

5.3.6. TÉCNICA DE ENSAYO – RESUMEN:

- Las longitudes serán como mínimo de 60 x 60 y un máximo de 68 x 68 aproximadamente.
- Colocados en 6 hiladas de 2.5 ladrillos por hilada aproximadamente con una junta de 1.5 cm.
- Se seleccionaron los ladrillos eliminando los que tenían esquinas defectuosas o rajaduras, posteriormente se efectuó el corte de las unidades para el asentado de las mismas.
- El mortero utilizado fue cemento arena en una proporción de 1:4. No se utilizó mortero con cal.
- En el asentado de las unidades se trató de controlar la verticalidad de los muros, los espesores de juntas, y las alturas de las hiladas.
- Finalmente se realizó el curado de los muretes.

5.3.7. EXPRESIÓN DE RESULTADOS.

- La resistencia a corte puro de un murete ($v'm$) se determina dividiendo la carga diagonal de rotura entre el área bruta de la diagonal cargada (“D t”), que es lo mismo que dividir la carga diagonal proyectada en la dirección de las hiladas entre el área bruta de la hilada (“L t”) en muretes cuadrados.

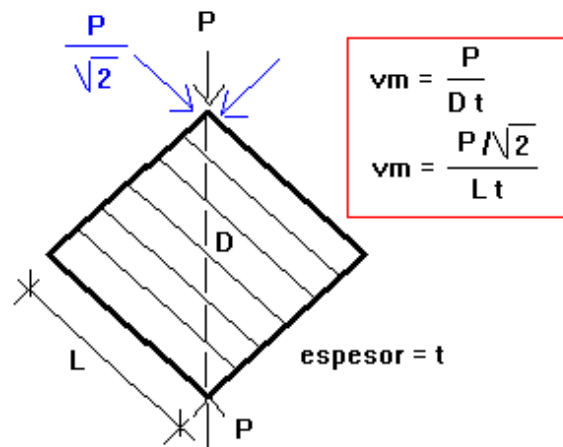


Figura 26.0 Resistencia característica $v'm$

$$V_m = \frac{P}{D \times t} \text{ ----- (Ecuación 9)}$$

V_m = Resistencia a compresión diagonal de los muretes $V'm$

D = Dimensión diagonal.

t = Espesor del murete.

- La resistencia característica $v'm$ en muretes se obtendrá como el valor promedio de la muestra ensayada menos una vez la desviación estándar.

$$V_m = V_m - \sigma \text{ ----- (Ecuación 10)}$$

El restar una desviación estándar al valor promedio, estadísticamente, significa que el 84% de los muretes ensayados tendrá una resistencia mayor que el valor característico.

- En el caso de no realizarse ensayos, podrá emplearse los valores mostrados en la Tabla 9, correspondientes a pilas y muretes construidos con mortero 1:4 (cuando la unidad es de arcilla).

Tabla 50. Resistencia característica de la Albañilería.

Fuente: Reglamento nacional de edificaciones E-070-Albanileria

TABLA 9 (**)				
RESISTENCIAS CARACTERÍSTICAS DE LA ALBAÑILERÍA Mpa (kg / cm²)				
Materia Prima	Denominación	UNIDAD f'_b	PILAS f'_m	MURETES v'_m
Arcilla	King Kong Artesanal	5,4 (55)	3,4 (35)	0,5 (5,1)
	King Kong Industrial	14,2 (145)	6,4 (65)	0,8 (8,1)
	Rejilla Industrial	21,1 (215)	8,3 (85)	0,9 (9,2)
Sílice-cal	King Kong Normal	15,7 (160)	10,8 (110)	1,0 (9,7)
	Dédalo	14,2 (145)	9,3 (95)	1,0 (9,7)
	Estándar y mecano (*)	14,2 (145)	10,8 (110)	0,9 (9,2)
Concreto	Bloque Tipo P (*)	4,9 (50)	7,3 (74)	0,8 (8,6)
		6,4 (65)	8,3 (85)	0,9 (9,2)
		7,4 (75)	9,3 (95)	1,0 (9,7)
		8,3 (85)	11,8 (120)	1,1 (10,9)

5.3.8 RESULTADOS DE ENSAYOS

En las Tablas 52 @ 56, se muestran los resultados de la resistencia en compresión diagonal de los muretes V'_m . Según la propuesta de norma E.070, La resistencia característica V'_m en se obtendrá como el valor promedio de las muestras ensayadas menos una vez la desviación estándar.

Tabla 52. Resistencia al corte V'_m Ladrillera Choque

LADRILLERA CHOQUE						
Muestra	Largos		Espesor (cm)	Carga aplicada Pu (kg)	Área Neta (cm ²)	Presión V'_m (kg/cm ²)
	L1 (cm)	L2 (cm)				
1	58.50	60.30	14.10	10279.00	1184.60	8.68
2	58.80	60.00	14.10	8877.00	1184.52	7.49
3	59.00	60.10	14.20	10045.00	1195.92	8.40
				f'_b	Promedio	8.19
				δ	Desviación estándar	0.62
Prom - δ						7.57

Tabla 53. Resistencia al corte V'm Ladrillera Diamante

LADRILLERA DIAMANTE							
Muestra	Largos		Espesor (cm)	Carga aplicada Pu (kg)	Área Neta (cm ²)	Presión V'm (kg/cm ²)	
	L1 (cm)	L2 (cm)					
1	59.10	60.10	14.10	12848.00	1188.49	10.81	
2	59.40	59.90	14.00	17520.00	1181.02	14.83	
3	59.90	60.30	14.20	14951.00	1206.92	12.39	
					f'b	Promedio	12.68
					δ	Desviación estándar	2.03
					Prom - δ		10.65

Tabla 54. Resistencia al corte V'm Ladrillera Tauro

LADRILLERA TAURO							
Muestra	Largos		Espesor (cm)	Carga aplicada Pu (kg)	Área Neta (cm ²)	Presión V'm (kg/cm ²)	
	L1 (cm)	L2 (cm)					
1	59.00	60.00	13.90	15885.00	1169.67	13.58	
2	59.00	60.70	14.20	12381.00	1202.02	10.30	
3	59.10	60.40	14.00	13783.00	1183.06	11.65	
					f'b	Promedio	11.84
					δ	Desviación estándar	1.65
					Prom - δ		10.19

Tabla 55. Resistencia al corte V'm Ladrillera Yarabamba

LADRILLERA YARABAMBA							
Muestra	Largos		Espesor (cm)	Carga aplicada Pu (kg)	Área Neta (cm ²)	Presión V'm (kg/cm ²)	
	L1 (cm)	L2 (cm)					
1	59.40	60.00	13.90	12615.00	1173.57	10.75	
2	59.60	60.20	13.00	7709.00	1101.26	7.00	
3	60.00	60.40	13.00	6541.00	1106.77	5.91	
					f'b	Promedio	7.89
					δ	Desviación estándar	2.54
					Prom - δ		5.35

Tabla 56. Resistencia al corte V'm Ladrillera San Martin

LADRILLERA ALTO SAN MARTIN							
Muestra	Largos		Espesor (cm)	Carga aplicada Pu (kg)	Área Neta (cm ²)	Presión V'm (kg/cm ²)	
	L1 (cm)	L2 (cm)					
1	59.60	60.10	13.90	13549.00	1176.52	11.52	
2	59.60	60.20	12.90	15418.00	1092.79	14.11	
3	59.30	60.00	13.90	12381.00	1172.59	10.56	
					f'b	Promedio	12.06
					δ	Desviación estándar	1.84
					Prom - δ		10.22

5.3.9. RESUMEN E INTERPRETACION DE RESULTADOS.

La norma E070, Tabla 50, para el ensayo de compresión diagonal de muretes, nos dan valores teóricos de $V' m$:

Tabla 50. Resistencia característica de la Albañilería.

Fuente: Reglamento nacional de edificaciones E-070-Albanilería

TABLA 9 (**)				
RESISTENCIAS CARACTERÍSTICAS DE LA ALBAÑILERÍA Mpa (kg / cm²)				
Materia Prima	Denominación	UNIDAD f'_b	PILAS f'_m	MURETES v'_m
Arcilla	King Kong Artesanal	5,4 (55)	3,4 (35)	0,5 (5,1)
	King Kong Industrial	14,2 (145)	6,4 (65)	0,8 (8,1)
	Rejilla Industrial	21,1 (215)	8,3 (85)	0,9 (9,2)
Sílice-cal	King Kong Normal	15,7 (160)	10,8 (110)	1,0 (9,7)
	Dédalo	14,2 (145)	9,3 (95)	1,0 (9,7)
	Estándar y mecano (*)	14,2 (145)	10,8 (110)	0,9 (9,2)
Concreto	Bloque Tipo P (*)	4,9 (50)	7,3 (74)	0,8 (8,6)
		6,4 (65)	8,3 (85)	0,9 (9,2)
		7,4 (75)	9,3 (95)	1,0 (9,7)
		8,3 (85)	11,8 (120)	1,1 (10,9)

Tabla 57. Resumen de la Resistencia al corte $V' m$

	Resistencia al Corte		Clasificación según la Norma E 070	
	$V' m$ (kg/cm ²)	$V' m - \xi$ (kg/cm ²)		
LADRILLERA CHOQUE	8.19	7.57	8.1	ok
LADRILLERA EL DIAMANTE	12.68	10.65	8.1	ok
LADRILLERA TAURO	11.84	10.19	8.1	ok
LADRILLERA YARABAMBA	7.89	5.35	5.1	ok
LADRILLERA SAN MARTIN	12.06	10.22	5.1	ok

- El grado de optimización que se obtenga en la adherencia entre la unidad y el mortero se refleja en los ensayos de compresión diagonal de los muretes. Así, por ejemplo, cuando la adherencia es óptima, la falla atraviesa tanto a la unidad como al mortero (Fig.28), lográndose maximizar la resistencia a fuerza cortante; en cambio, cuando no se ha logrado optimizar la adherencia unidad-mortero la falla es escalonada a través de las juntas (Fig.29).

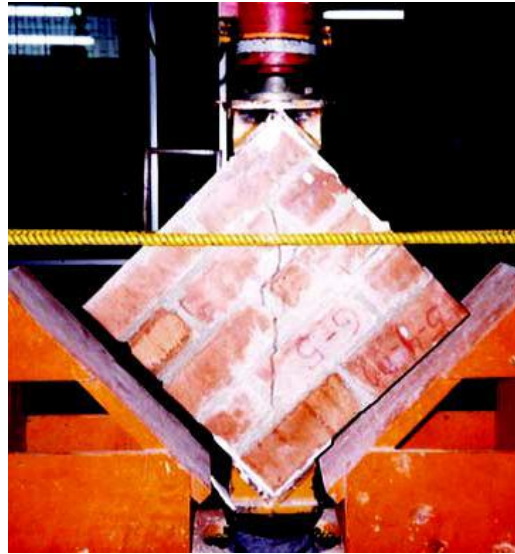


Fig 28 Ensayo a compresión Diagonal la adherencia es óptima.



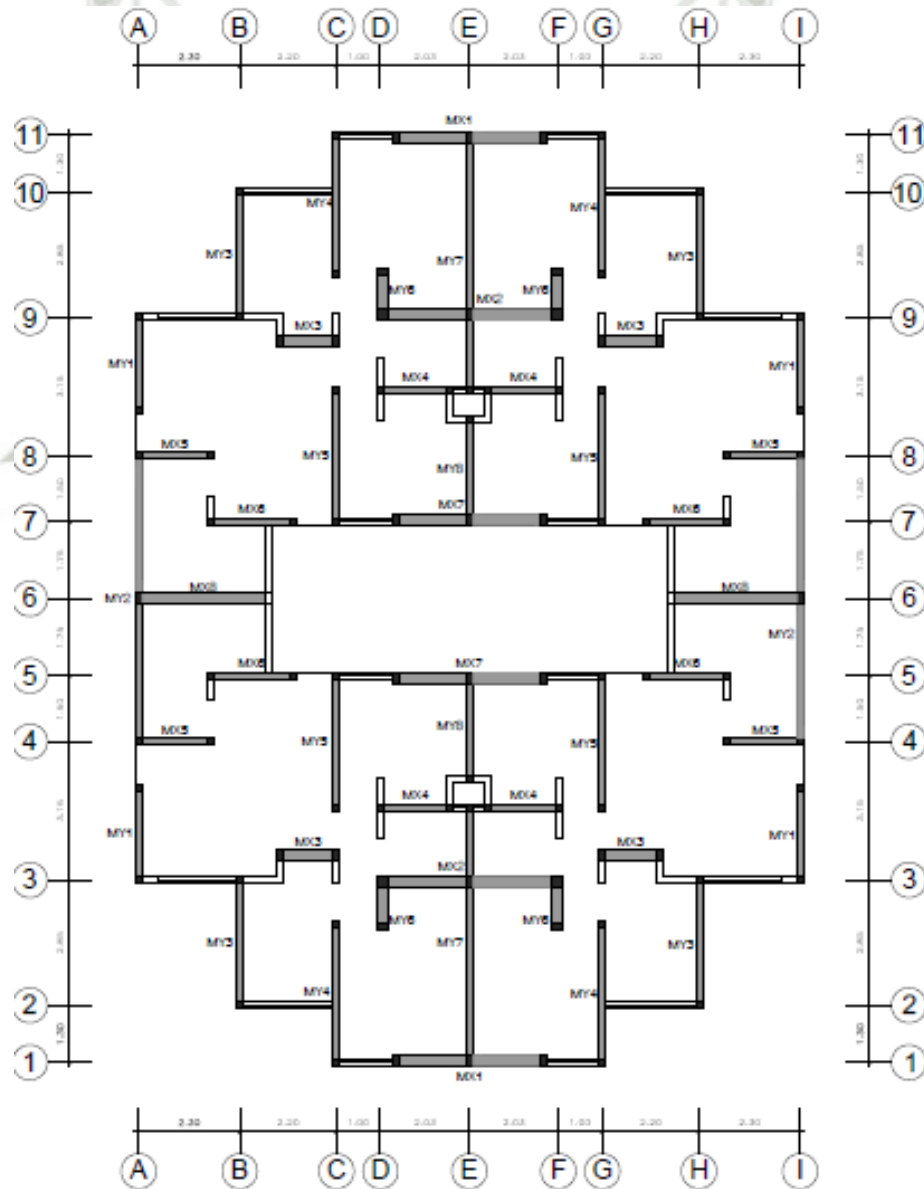
Fig. 29 Ensayo a compresión Diagonal falla es escalonada a través de las juntas.

CAPITULO 6

ESTRUCTURACION Y APLICACIÓN DE RESULTADOS AL DISEÑO DE ALBAÑILERÍA CONFINADA

De acuerdo a las especificaciones de la Norma Técnica de Edificaciones E.070 - Albañilería, se analizará el esfuerzo axial máximo de cada ladrillera a ser estudiada y así con el poder diseñar a los muros confinados de un edificio de 4 pisos cuya planta típica se muestra en la Fig.1.

El edificio se diseñara con la ladrillera que nos del esfuerzo axial más favorable.



6.1 CARACTERÍSTICAS DEL EDIFICIO:

6.1.1 INFORMACIÓN GENERAL

- ✓ Ubicación del edificio: Arequipa sobre Arena
- ✓ Uso: Departamentos
- ✓ Sistema de techo: Losa maciza armada en dos direcciones espesor $h = 0.15$ m
- ✓ Altura de piso a piso: 2.60 m
- ✓ Altura de alfeizares $h = 0.90$ m (excepto en baños $h = 1.80$ m)
- ✓ Peralte de vigas $h = 0.15$ m

6.1.2 CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES

6.1.2.1 CONCRETO

- ✓ Resistencia a la compresión $f'c = 210$ kgf/cm²
- ✓ Módulo de elasticidad $E_c = 218820$ kgf/cm²
- ✓ Módulo de Poisson $\nu = 0.15$

6.1.2.2 ACERO DE REFUERZO

- ✓ Corrugado esfuerzo de a la fluencia $f_y = 4200$ kgf/cm²

6.1.2.3 ALBAÑILERÍA

Tabla 58. Resumen de las características de las ladrilleras

Ladrillera	t	f'b	f'm	v'm	Em	Gm
	cm	kgf/cm ²	kgf/cm ²	kgf/cm ²	kgf/cm ²	kgf/cm ²
Choque	14.15	98.59	37.38	7.57	18690	7476
Diamante	14.05	175.69	59.34	10.65	29670	11868
Tauro	14.09	197	59.53	10.19	29765	11906
Yarabamba	12.8	127.1	29.89	5.35	14945	5978
Alto San Martín	13.4	128.95	25.03	10.22	12515	5006

6.2 ESTRUCTURACION Y PREDIMENCIONAMIENTO

6.2.1 ESTRUCTURACIÓN

✓ **Muros**

Toda la estructura está compuesta por muros confinados. La estructura es simétrica en planta por ende el centro de rigidez con el de masa coincidirán, esto se demostrara más adelante

✓ **Escaleras**

Estas están aisladas de la estructura y no serán calculadas en este apartado.

✓ **Alfeizar**

Los alfeizares son aislados de la estructura principal con tensores y columnetas.

6.2.2 PRE DIMENSIONAMIENTO

6.2.2.1 ESPESOR EFECTIVO DE MUROS

Para la zona sísmica 3, el espesor efectivo mínimo, descontando tarrajeo, es $t = h / 20 = 245/20 = 12.25$ cm, donde “h” es la altura libre de la albañilería. **Todas las unidades de albañilería en estudio superan este valor.**

6.2.2.2 DENSIDAD MÍNIMA DE MUROS

La densidad mínima de muros reforzados (confinados en este ejemplo), para cada dirección del edificio, se determina con la expresión.

$$\frac{\sum L t}{A_p} \geq \frac{Z U S N}{56} \quad \text{----- (Ecuación 11)}$$

Donde:

- L = longitud total del muro incluyendo sus columnas (sólo intervienen muros con $L > 1.2$ m)
- t = espesor efectivo = 0.14 m, excepto para el muro X2 de concreto armado.
- A_p = área de la planta típica = 243.23 m².
- $Z = 0.35$; el edificio está ubicado en la zona sísmica 3 (Norma E.030)
- $U = 1$; el edificio es de uso común, destinado a vivienda (Norma E.030)
- $S = 1.15$; el edificio está ubicado sobre suelo de buena calidad.
- $N = 4$; número de pisos del edificio

Aplicando los datos mencionados en la ecuación 11 el dato de la densidad mínima de muros es: **0.029**

Tabla 59. Longitud de muros en X-X y Y-Y

LONGITUD DE MUROS X-X					
Muro	S/C	Cant	L	Soga	Cabeza
			m	m	m
MX1	Cabeza	2	3.5	0.00	7.00
MX2	Cabeza	2	4.2	0.00	8.40
MX3	Cabeza	4	1.45	0.00	5.80
MX4	Soga	4	1.75	7.00	
MX5	Soga	4	1.8	7.20	
MX6	Soga	4	2	8.00	
MX7	Cabeza	2	3.5		7.00
MX8	Cabeza	2	3.1		6.20
TOTAL				22.20	34.40

LONGITUD DE MUROS Y-Y					
Muro	S/C	Cant	L	Soga	Cabeza
			m	m	m
MY1	Soga	4	2.25	9.00	
MY2	Soga	2	6.65	13.30	
MY3	Soga	4	3	12.00	
MY4	Soga	4	3.3	13.20	
MY5	Soga	4	3.15	12.60	
MY6	Cabeza	4	1.2		4.80
MY7	Soga	2	5.95	11.90	
MY8	Soga	2	2.5	5.00	
TOTAL				77.00	4.80

Se indica la longitud de los muros, identificando los muros de soga y de cabeza, el número de muros de iguales características (Cant).

Tabla 60. Densidad de muros en X-X y Y-Y

	t (m)	LONGITUDES		Ac		DENSIDAD	
		EN XX	EN YY	EN XX	EN YY	EN XX	EN YY
Muro de soga	0.14	34.4	77	4.816	10.78	0.020	0.044
Muro de cabeza	0.24	22.2	4.8	5.328	1.152	0.022	0.005
Placa espesor A	0.15	0	0	0	0	0.000	0.000
Placa espesor B	0.25	0	0	0	0	0.000	0.000
			$\Sigma=$			0.042	0.049
						OK	OK

TABLA 6.3

Se indica el área de corte ($Ac = L t$), y además se verifica que la densidad de muros que presenta el edificio en cada dirección excede al valor mínimo reglamentario (0.029).

6.3 METRADO DE CARGAS:

6.3.1 CARGAS UNITARIAS

Pesos Volumétricos

- Concreto Armado 2.4 tnf/m^3
- Albañilería 1.8 tnf/m^3

Techos

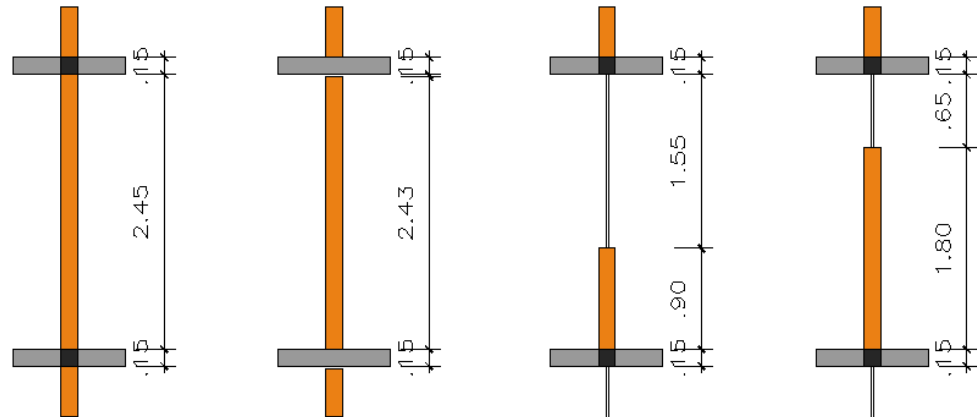
- Losa de techo $2.4 \cdot 0.15 = 0.36 \text{ tnf/m}^2$
- Sobrecarga CM 0.10 tnf/m^2 , en azotea 0.05 tnf/m^2
- Viva 0.20 tnf/m^2 , en azotea 0.10 tnf/m^2

Muros

- Albañilería de soga $1.8 \cdot 0.14 = 0.252 \text{ tnf/m}^2$
- Albañilería de cabeza $1.8 \cdot 0.24 = 0.432 \text{ tnf/m}^2$

6.3.2 CARGAS DIRECTAS:

Es el peso propio del muro, peso de soleras, dinteles, ventanas y alféizares



- Peso lineal de muro portante:
 - ✓ Piso Típico Soga $w = 2.45 \times 0.252 + 0.15 \times 0.15 \times 2.4 = \mathbf{0.671}$ **tnf/m.**
 - ✓ Piso Típico Cabeza $w = 2.45 \times 0.432 + 0.15 \times 0.25 \times 2.4 = \mathbf{1.148}$ **tnf/m**
- Peso lineal de tabique:
 - ✓ Piso Típico $w = 2.43 \times 0.252 = \mathbf{0.61}$ **tnf/m**
- Peso lineal de alfeizar h = 0.90 m
 - ✓ Piso Típico $w = 0.90 \times 0.252 + 0.15 \times 0.15 \times 2.4 = \mathbf{0.28}$ **tnf/m**
 - ✓ Azotea $w = 0.15 \times 0.15 \times 2.4 = \mathbf{0.05}$ **tnf/m**
- Peso lineal de alfeizar h = 1.80 m
 - ✓ Piso Típico $w = 1.80 \times 0.252 + 0.15 \times 0.15 \times 2.4 = \mathbf{0.51}$ **tnf/m**
 - ✓ Azotea $w = 0.15 \times 0.15 \times 2.4 = \mathbf{0.05}$ **tnf/m**

6.3.3 CARGAS INDIRECTAS:

Son las cargas provenientes de la losa del techo; peso propio, acabados y sobrecarga.

6.3.3.1 PISO TÍPICO

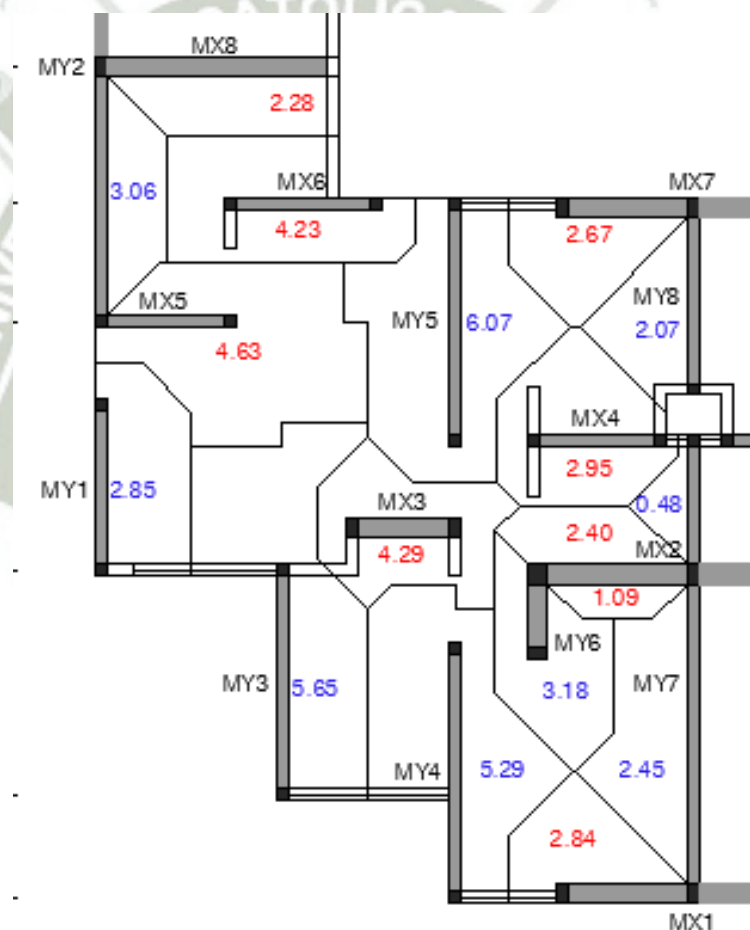
- Carga muerta
 - ✓ $w_D = 0.36 + 0.10 = \mathbf{0.46}$ **tnf/m²**
- Carga Viva
 - ✓ $w_L = \mathbf{0.20}$ **tnf/m²**

6.3.3.2 AZOTEA

- Carga muerta
 $wD = 0.36 + 0.05 = 0.41 \text{ tnf/m}^2$
- Carga Viva
 $wL = 0.10 \text{ tnf/m}^2$

6.4 ÁREAS TRIBUTARIAS Y CARGAS POR MURO

A continuación se muestra la estimación de las áreas tributarias designadas para cada muro. Las áreas en rojo corresponden a los muros X, mientras que las denotadas en azul corresponden a los muros Y.



6.4.1 CARGAS POR AREAS:

Tabla 61. Metrado de cargas por áreas de influencia.

MURO	CANT	AI	Piso Típico		Azotea	
			PD	PL	PD	PL
			0.46	0.2	0.41	0.1
			tnf	tnf	tnf	tnf
MX1	2	11.36	5.22	2.27	4.66	1.14
MX2	2	13.98	6.43	2.80	5.73	1.40
MX3	4	17.15	7.89	3.43	7.03	1.71
MX4	4	11.78	5.42	2.36	4.83	1.18
MX5	4	18.51	8.51	3.70	7.59	1.85
MX6	4	17.07	7.85	3.41	7.00	1.71
MX7	2	10.68	4.91	2.14	4.38	1.07
MX8	2	9.11	4.19	1.82	3.74	0.91
MY1	4	11.38	5.23	2.28	4.66	1.14
MY2	2	12.24	5.63	2.45	5.02	1.22
MY3	4	22.59	10.39	4.52	9.26	2.26
MY4	4	21.15	9.73	4.23	8.67	2.12
MY5	4	24.28	11.17	4.86	9.95	2.43
MY6	4	12.70	5.84	2.54	5.21	1.27
MY7	2	11.68	5.37	2.34	4.79	1.17
MY8	2	8.31	3.82	1.66	3.41	0.83
TOTAL		233.95	107.62	46.79	95.92	23.40

6.4.2 CARGAS LINEALES DE MUROS PORTANTES:

- **Peso de Muros Portantes:**

Tabla 62. Metrado de cargas de muros portantes.

Muro	S/C	Cant	L	Soga	Cabeza	Carga
				0.671	1.148	Directa
				m	m	tnf
MX1	Cabeza	2	3.50	0.00	7.00	8.04
MX2	Cabeza	2	4.20	0.00	8.40	9.64
MX3	Cabeza	4	1.45	0.00	5.80	6.66
MX4	Soga	4	1.75	7.00		4.70
MX5	Soga	4	1.80	7.20		4.83
MX6	Soga	4	2.00	8.00		5.37
MX7	Cabeza	2	3.50		7.00	8.04
MX8	Cabeza	2	3.10		6.20	7.12
MY1	Soga	4	2.25	9.00		6.04
MY2	Soga	2	6.65	13.30		8.92
MY3	Soga	4	3.00	12.00		8.05
MY4	Soga	4	3.30	13.20		8.86
MY5	Soga	4	3.15	12.60		8.45
MY6	Cabeza	4	1.20		4.80	5.51
MY7	Soga	2	5.95	11.90		7.98
MY8	Soga	2	2.50	5.00		3.36
TOTAL						111.56

- **Peso de Elementos de confinamiento Peso de Muros Portantes:**

Tabla 63. Medrado de cargas de elementos de confinamiento de muros portantes.

Muro	S/C	15x25	25x25	Carga
		0.2205	0.3675	Directa
		und	und	tnf
MX1	Cabeza	1.00	4.00	1.69
MX2	Cabeza	2.00	2.00	1.18
MX3	Cabeza	8.00		1.76
MX4	Soga	8.00		1.76
MX5	Soga		6.00	2.21
MX6	Soga	8.00		1.76
MX7	Cabeza	1.00	4.00	1.69
MX8	Cabeza	1.00	3.00	1.10
MY1	Soga	8.00		1.76
MY2	Soga		3.00	1.10
MY3	Soga	8.00		1.76
MY4	Soga	8.00		1.76
MY5	Soga	8.00		1.76
MY6	Cabeza	4.00	2.00	1.62
MY7	Soga	4.00		0.88
MY8	Soga	3.00		0.66
TOTAL				24.48

6.4.3 CARGAS DE TABIQUES DE ALBAÑILERÍA:

- **Peso de Muros No Portantes:**

Tabla 64. Medrado de cargas de muros no portantes.

Muro	Piso Tipico			
	Tabique	Alf h = 0.90	Alf h = 1.80	Carga
	0.61	0.28	0.51	Directa
	m	m	m	tnf
MX1		2.40		0.67
MX2				0.00
MX3	5.20			3.17
MX4	6.50		0.55	4.25
MX5				0.00
MX6	2.00	4.80		2.56
MX7		2.40		0.67
MX8		3.10		0.87
MY1	1.40	2.90		1.67
MY2				0.00
MY3	2.40	8.40		3.82
MY4		6.50		1.82
MY5		4.10		1.15
MY6				0.00
MY7			0.55	0.28
MY8				0.00
TOTAL				20.92

- **Peso de Elementos de confinamiento Peso de Muros No Portantes:**

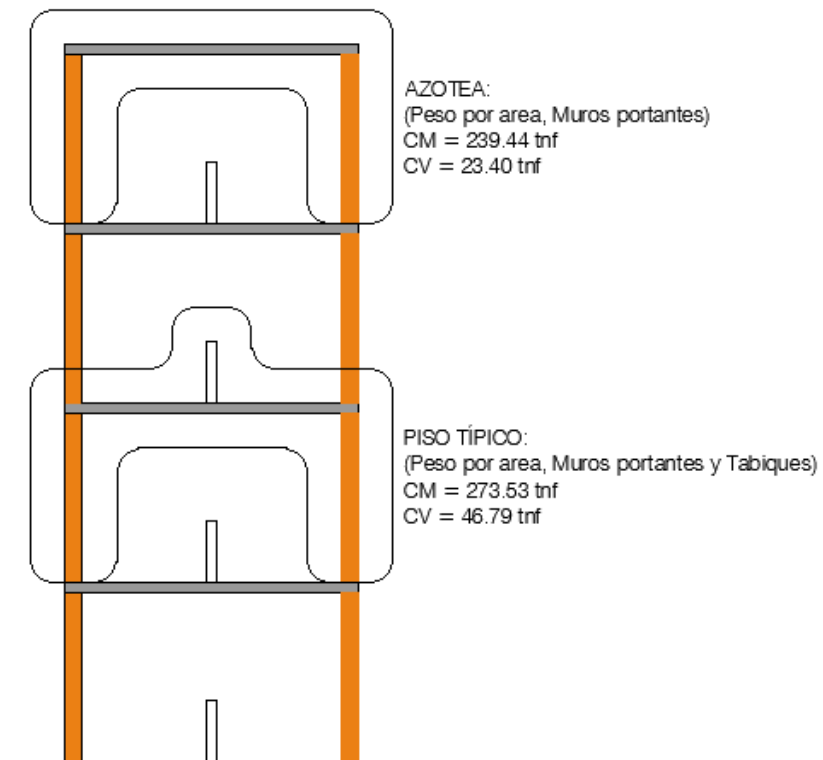
Tabla 65. *Metrado de cargas de elemento de confinamiento de muros no portantes.*

		C	T	Carga
Muro	S/C	0.0648	0.2916	Directa
		und	und	tnf
MX1	Cabeza	4.00		0.26
MX2	Cabeza			0.00
MX3	Cabeza		8.00	2.33
MX4	Soga		12.00	3.50
MX5	Soga			0.00
MX6	Soga	1.00	1.00	0.36
MX7	Cabeza	4.00		0.26
MX8	Cabeza	4.00		0.26
MY1	Soga	4.00		0.26
MY2	Soga			0.00
MY3	Soga	8.00	4.00	1.68
MY4	Soga	8.00		0.52
MY5	Soga	4.00		0.26
MY6	Cabeza			0.00
MY7	Soga			0.00
MY8	Soga		4.00	1.17
TOTAL				10.85

6.4.4 RESUMEN METRADO DE CARGAS

Tabla 66. *Metrado de cargas de cargas por piso*

Muro	Piso Tipico		Azotea	
	CM	CV	CM	CV
	tnf	tnf	tnf	tnf
MX1	15.88	2.27	14.38	1.14
MX2	17.25	2.80	16.55	1.40
MX3	21.81	3.43	15.45	1.71
MX4	19.62	2.36	11.29	1.18
MX5	15.55	3.70	14.62	1.85
MX6	17.90	3.41	14.13	1.71
MX7	15.57	2.14	14.10	1.07
MX8	13.54	1.82	11.96	0.91
MY1	14.96	2.28	12.47	1.14
MY2	15.66	2.45	15.04	1.22
MY3	25.71	4.52	19.08	2.26
MY4	22.69	4.23	19.29	2.12
MY5	22.79	4.86	20.17	2.43
MY6	12.97	2.54	12.33	1.27
MY7	14.52	2.34	13.65	1.17
MY8	9.01	1.66	7.42	0.83
	275.44	46.79	231.96	23.40

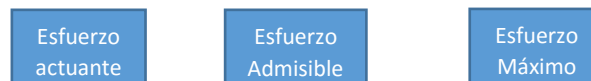


6.5 ESFUERZO AXIAL MÁXIMO

El esfuerzo axial máximo (σ_m) es producido por la carga de gravedad máxima de servicio acumulada en cada muro (P_m), incluyendo la sobrecarga al 100%.

Con el esfuerzo axial máximo podemos prevenir las fallas por pandeo en muros esbeltos sujetos a cargas verticales excesivas.

$$\sigma_m = \frac{P_m}{L \times t} \leq 0.2 \times f_m \left[1 - \left(\frac{h}{35 \times t} \right)^2 \right] \leq 0.15 \times f_m \quad \text{----- (Ecuación 12)}$$



****En caso de no cumplirse con esta expresión se tendrá que mejorar la calidad de la albañilería (f_m), esto se podría hacer aumentando el espesor del muro, transformando el muro a concreto armado, usando losas macizas o aligeradas**

en dos direcciones, buscando siempre reducir la magnitud de la carga axial (P_m).

De acuerdo a la ecuación 11 se procederá con su aplicación a las 5 ladrilleras en estudio, para así identificar el muro más cargado y de acuerdo a la estructuración dada calcular la cantidad de pisos que soportara cada una de las 5 ladrilleras.

Tabla 67. Metrado de cargas por muros.

Muro	Piso Típico		Azotea	
	CM	CV	CM	CV
	tnf	tnf	tnf	tnf
MX1	7.94	1.14	7.19	0.57
MX2	8.63	1.40	8.28	0.70
MX3	5.45	0.86	3.86	0.43
MX4	4.91	0.59	2.82	0.29
MX5	3.89	0.93	3.66	0.46
MX6	4.48	0.85	3.53	0.43
MX7	7.78	1.07	7.05	0.53
MX8	6.77	0.91	5.98	0.46
MY1	3.74	0.57	3.12	0.28
MY2	7.83	1.22	7.52	0.61
MY3	6.43	1.13	4.77	0.56
MY4	5.67	1.06	4.82	0.53
MY5	5.70	1.21	5.04	0.61
MY6	3.24	0.63	3.08	0.32
MY7	7.26	1.17	6.83	0.58
MY8	4.50	0.83	3.71	0.42

6.5.1 ANALISIS DE ESFUERZOS.

6.5.1.1 Ladrillera Choque:

$f'm$	= 37.38	kgf/cm ²
$0.15f'm$	= 5.61	kgf/cm ³
h	= 245.00	cm

✓ Para 2 niveles:

Muro	L	t	Piso Típico		Azotea		ESFUERZOS EN MUROS			AXIAL
	m	m	CM tnf	CV tnf	CM tnf	CV tnf	σ act kg/cm ²	σ adm kg/cm ²	σ max kg/cm ²	
MX1	3.50	0.24	7.94	1.14	7.19	0.57	2.00	6.840	5.61	OK
MX2	4.20	0.24	8.63	1.40	8.28	0.70	1.88	6.840	5.61	OK
MX3	1.45	0.24	5.45	0.86	3.86	0.43	3.05	6.840	5.61	OK
MX4	1.75	0.14	4.91	0.59	2.82	0.29	3.51	5.607	5.61	OK
MX5	1.80	0.24	3.89	0.93	3.66	0.46	2.07	6.840	5.61	OK
MX6	2.00	0.14	4.48	0.85	3.53	0.43	3.32	5.607	5.61	OK
MX7	3.50	0.24	7.78	1.07	7.05	0.53	1.96	6.840	5.61	OK
MX8	3.10	0.24	6.77	0.91	5.98	0.46	1.90	6.840	5.61	OK
MY1	2.25	0.14	3.74	0.57	3.12	0.28	2.45	5.607	5.61	OK
MY2	6.65	0.14	7.83	1.22	7.52	0.61	1.85	5.607	5.61	OK
MY3	3.00	0.14	6.43	1.13	4.77	0.56	3.07	5.607	5.61	OK
MY4	3.30	0.14	5.67	1.06	4.82	0.53	2.62	5.607	5.61	OK
MY5	3.15	0.14	5.70	1.21	5.04	0.61	2.85	5.607	5.61	OK
MY6	1.20	0.24	3.24	0.63	3.08	0.32	2.53	6.840	5.61	OK
MY7	5.95	0.14	7.26	1.17	6.83	0.58	1.90	5.607	5.61	OK
MY8	2.50	0.14	4.50	0.83	3.71	0.42	2.70	5.607	5.61	OK

✓ Para 3 niveles:

Muro	L	t	Piso Típico		Azotea		ESFUERZOS EN MUROS			AXIAL
	m	m	CM tnf	CV tnf	CM tnf	CV tnf	σ act kg/cm ²	σ adm kg/cm ²	σ max kg/cm ²	
MX1	3.50	0.24	7.94	1.14	7.19	0.57	3.08	6.840	5.61	OK
MX2	4.20	0.24	8.63	1.40	8.28	0.70	2.88	6.840	5.61	OK
MX3	1.45	0.24	5.45	0.86	3.86	0.43	4.86	6.840	5.61	OK
MX4	1.75	0.14	4.91	0.59	2.82	0.29	5.76	5.607	5.61	NO PASA
MX5	1.80	0.24	3.89	0.93	3.66	0.46	3.18	6.840	5.61	OK
MX6	2.00	0.14	4.48	0.85	3.53	0.43	5.22	5.607	5.61	OK
MX7	3.50	0.24	7.78	1.07	7.05	0.53	3.01	6.840	5.61	OK
MX8	3.10	0.24	6.77	0.91	5.98	0.46	2.93	6.840	5.61	OK
MY1	2.25	0.14	3.74	0.57	3.12	0.28	3.82	5.607	5.61	OK
MY2	6.65	0.14	7.83	1.22	7.52	0.61	2.82	5.607	5.61	OK
MY3	3.00	0.14	6.43	1.13	4.77	0.56	4.87	5.607	5.61	OK
MY4	3.30	0.14	5.67	1.06	4.82	0.53	4.07	5.607	5.61	OK
MY5	3.15	0.14	5.70	1.21	5.04	0.61	4.42	5.607	5.61	OK
MY6	1.20	0.24	3.24	0.63	3.08	0.32	3.87	6.840	5.61	OK
MY7	5.95	0.14	7.26	1.17	6.83	0.58	2.91	5.607	5.61	OK
MY8	2.50	0.14	4.50	0.83	3.71	0.42	4.23	5.607	5.61	OK

6.5.1.2 Ladrillera Diamante:

$f'm$	59.34	kgf/cm ²
$0.15f'm$	8.90	kgf/cm ³
h	245.00	cm

✓ Para 2 niveles:

Muro			Piso Típico		Azotea		ESFUERZOS EN MUROS			
	L	t	CM	CV	CM	CV	σ act	σ adm	σ max	AXIAL
	m	m	tnf	tnf	tnf	tnf	kg/cm ²	kg/cm ²	kg/cm ²	
MX1	3.50	0.24	7.94	1.14	7.19	0.57	2.00	10.858	8.90	OK
MX2	4.20	0.24	8.63	1.40	8.28	0.70	1.88	10.858	8.90	OK
MX3	1.45	0.24	5.45	0.86	3.86	0.43	3.05	10.858	8.90	OK
MX4	1.75	0.14	4.91	0.59	2.82	0.29	3.51	8.901	8.90	OK
MX5	1.80	0.24	3.89	0.93	3.66	0.46	2.07	10.858	8.90	OK
MX6	2.00	0.14	4.48	0.85	3.53	0.43	3.32	8.901	8.90	OK
MX7	3.50	0.24	7.78	1.07	7.05	0.53	1.96	10.858	8.90	OK
MX8	3.10	0.24	6.77	0.91	5.98	0.46	1.90	10.858	8.90	OK
MY1	2.25	0.14	3.74	0.57	3.12	0.28	2.45	8.901	8.90	OK
MY2	6.65	0.14	7.83	1.22	7.52	0.61	1.85	8.901	8.90	OK
MY3	3.00	0.14	6.43	1.13	4.77	0.56	3.07	8.901	8.90	OK
MY4	3.30	0.14	5.67	1.06	4.82	0.53	2.62	8.901	8.90	OK
MY5	3.15	0.14	5.70	1.21	5.04	0.61	2.85	8.901	8.90	OK
MY6	1.20	0.24	3.24	0.63	3.08	0.32	2.53	10.858	8.90	OK
MY7	5.95	0.14	7.26	1.17	6.83	0.58	1.90	8.901	8.90	OK
MY8	2.50	0.14	4.50	0.83	3.71	0.42	2.70	8.901	8.90	OK

✓ Para 3 niveles:

Muro			Piso Típico		Azotea		ESFUERZOS EN MUROS			
	L	t	CM	CV	CM	CV	σ act	σ adm	σ max	AXIAL
	m	m	tnf	tnf	tnf	tnf	kg/cm ²	kg/cm ²	kg/cm ²	
MX1	3.50	0.24	7.94	1.14	7.19	0.57	3.08	10.858	8.90	OK
MX2	4.20	0.24	8.63	1.40	8.28	0.70	2.88	10.858	8.90	OK
MX3	1.45	0.24	5.45	0.86	3.86	0.43	4.86	10.858	8.90	OK
MX4	1.75	0.14	4.91	0.59	2.82	0.29	5.76	8.901	8.90	OK
MX5	1.80	0.24	3.89	0.93	3.66	0.46	3.18	10.858	8.90	OK
MX6	2.00	0.14	4.48	0.85	3.53	0.43	5.22	8.901	8.90	OK
MX7	3.50	0.24	7.78	1.07	7.05	0.53	3.01	10.858	8.90	OK
MX8	3.10	0.24	6.77	0.91	5.98	0.46	2.93	10.858	8.90	OK
MY1	2.25	0.14	3.74	0.57	3.12	0.28	3.82	8.901	8.90	OK
MY2	6.65	0.14	7.83	1.22	7.52	0.61	2.82	8.901	8.90	OK
MY3	3.00	0.14	6.43	1.13	4.77	0.56	4.87	8.901	8.90	OK
MY4	3.30	0.14	5.67	1.06	4.82	0.53	4.07	8.901	8.90	OK
MY5	3.15	0.14	5.70	1.21	5.04	0.61	4.42	8.901	8.90	OK
MY6	1.20	0.24	3.24	0.63	3.08	0.32	3.87	10.858	8.90	OK
MY7	5.95	0.14	7.26	1.17	6.83	0.58	2.91	8.901	8.90	OK
MY8	2.50	0.14	4.50	0.83	3.71	0.42	4.23	8.901	8.90	OK

✓ Para 4 niveles:

Muro			Piso Típico		Azotea		ESFUERZOS EN MUROS			AXIAL
	L	t	CM	CV	CM	CV	σ act	σ adm	σ max	
	m	m	tnf	tnf	tnf	tnf	kg/cm ²	kg/cm ²	kg/cm ²	
MX1	3.50	0.24	7.94	1.14	7.19	0.57	4.17	10.858	8.90	OK
MX2	4.20	0.24	8.63	1.40	8.28	0.70	3.87	10.858	8.90	OK
MX3	1.45	0.24	5.45	0.86	3.86	0.43	6.67	10.858	8.90	OK
MX4	1.75	0.14	4.91	0.59	2.82	0.29	8.00	8.901	8.90	OK
MX5	1.80	0.24	3.89	0.93	3.66	0.46	4.30	10.858	8.90	OK
MX6	2.00	0.14	4.48	0.85	3.53	0.43	7.12	8.901	8.90	OK
MX7	3.50	0.24	7.78	1.07	7.05	0.53	4.06	10.858	8.90	OK
MX8	3.10	0.24	6.77	0.91	5.98	0.46	3.96	10.858	8.90	OK
MY1	2.25	0.14	3.74	0.57	3.12	0.28	5.18	8.901	8.90	OK
MY2	6.65	0.14	7.83	1.22	7.52	0.61	3.79	8.901	8.90	OK
MY3	3.00	0.14	6.43	1.13	4.77	0.56	6.67	8.901	8.90	OK
MY4	3.30	0.14	5.67	1.06	4.82	0.53	5.53	8.901	8.90	OK
MY5	3.15	0.14	5.70	1.21	5.04	0.61	5.98	8.901	8.90	OK
MY6	1.20	0.24	3.24	0.63	3.08	0.32	5.22	10.858	8.90	OK
MY7	5.95	0.14	7.26	1.17	6.83	0.58	3.92	8.901	8.90	OK
MY8	2.50	0.14	4.50	0.83	3.71	0.42	5.75	8.901	8.90	OK

Para 5 niveles:

Muro			Piso Típico		Azotea		ESFUERZOS EN MUROS			AXIAL
	L	t	CM	CV	CM	CV	σ act	σ adm	σ max	
	m	m	tnf	tnf	tnf	tnf	kg/cm ²	kg/cm ²	kg/cm ²	
MX1	3.50	0.24	7.94	1.14	7.19	0.57	5.25	10.858	8.90	OK
MX2	4.20	0.24	8.63	1.40	8.28	0.70	4.87	10.858	8.90	OK
MX3	1.45	0.24	5.45	0.86	3.86	0.43	8.49	10.858	8.90	OK
MX4	1.75	0.14	4.91	0.59	2.82	0.29	10.24	8.901	8.90	NO PASA
MX5	1.80	0.24	3.89	0.93	3.66	0.46	5.41	10.858	8.90	OK
MX6	2.00	0.14	4.48	0.85	3.53	0.43	9.03	8.901	8.90	NO PASA
MX7	3.50	0.24	7.78	1.07	7.05	0.53	5.12	10.858	8.90	OK
MX8	3.10	0.24	6.77	0.91	5.98	0.46	4.99	10.858	8.90	OK
MY1	2.25	0.14	3.74	0.57	3.12	0.28	6.55	8.901	8.90	OK
MY2	6.65	0.14	7.83	1.22	7.52	0.61	4.76	8.901	8.90	OK
MY3	3.00	0.14	6.43	1.13	4.77	0.56	8.47	8.901	8.90	OK
MY4	3.30	0.14	5.67	1.06	4.82	0.53	6.99	8.901	8.90	OK
MY5	3.15	0.14	5.70	1.21	5.04	0.61	7.55	8.901	8.90	OK
MY6	1.20	0.24	3.24	0.63	3.08	0.32	6.57	10.858	8.90	OK
MY7	5.95	0.14	7.26	1.17	6.83	0.58	4.94	8.901	8.90	OK
MY8	2.50	0.14	4.50	0.83	3.71	0.42	7.28	8.901	8.90	OK

6.5.1.3 Ladrillera Tauro:

✓ Para 2 niveles:

Muro	Cant	L m	t m	Piso Típico		Azotea		ESFUERZOS EN MUROS			AXIAL
				CM	CV	CM	CV	σ act	σ adm	σ max	
				tnf	tnf	tnf	tnf	kg/cm ²	kg/cm ²	kg/cm ²	
MX1	2	3.50	0.24	7.94	1.14	7.19	0.57	2.00	10.893	8.93	OK
MX2	2	4.20	0.24	8.63	1.40	8.28	0.70	1.88	10.893	8.93	OK
MX3	4	1.45	0.24	5.45	0.86	3.86	0.43	3.05	10.893	8.93	OK
MX4	4	1.75	0.14	4.91	0.59	2.82	0.29	3.51	8.930	8.93	OK
MX5	4	1.80	0.24	3.89	0.93	3.66	0.46	2.07	10.893	8.93	OK
MX6	4	2.00	0.14	4.48	0.85	3.53	0.43	3.32	8.930	8.93	OK
MX7	2	3.50	0.24	7.78	1.07	7.05	0.53	1.96	10.893	8.93	OK
MX8	2	3.10	0.24	6.77	0.91	5.98	0.46	1.90	10.893	8.93	OK
MY1	4	2.25	0.14	3.74	0.57	3.12	0.28	2.45	8.930	8.93	OK
MY2	2	6.65	0.14	7.83	1.22	7.52	0.61	1.85	8.930	8.93	OK
MY3	4	3.00	0.14	6.43	1.13	4.77	0.56	3.07	8.930	8.93	OK
MY4	4	3.30	0.14	5.67	1.06	4.82	0.53	2.62	8.930	8.93	OK
MY5	4	3.15	0.14	5.70	1.21	5.04	0.61	2.85	8.930	8.93	OK
MY6	4	1.20	0.24	3.24	0.63	3.08	0.32	2.53	10.893	8.93	OK
MY7	2	5.95	0.14	7.26	1.17	6.83	0.58	1.90	8.930	8.93	OK
MY8	2	2.50	0.14	4.50	0.83	3.71	0.42	2.70	8.930	8.93	OK

✓ Para 3 niveles:

Muro	Cant	L m	t m	Piso Típico		Azotea		ESFUERZOS EN MUROS			AXIAL
				CM	CV	CM	CV	σ act	σ adm	σ max	
				tnf	tnf	tnf	tnf	kg/cm ²	kg/cm ²	kg/cm ²	
MX1	2	3.50	0.24	7.94	1.14	7.19	0.57	3.08	10.893	8.93	OK
MX2	2	4.20	0.24	8.63	1.40	8.28	0.70	2.88	10.893	8.93	OK
MX3	4	1.45	0.24	5.45	0.86	3.86	0.43	4.86	10.893	8.93	OK
MX4	4	1.75	0.14	4.91	0.59	2.82	0.29	5.76	8.930	8.93	OK
MX5	4	1.80	0.24	3.89	0.93	3.66	0.46	3.18	10.893	8.93	OK
MX6	4	2.00	0.14	4.48	0.85	3.53	0.43	5.22	8.930	8.93	OK
MX7	2	3.50	0.24	7.78	1.07	7.05	0.53	3.01	10.893	8.93	OK
MX8	2	3.10	0.24	6.77	0.91	5.98	0.46	2.93	10.893	8.93	OK
MY1	4	2.25	0.14	3.74	0.57	3.12	0.28	3.82	8.930	8.93	OK
MY2	2	6.65	0.14	7.83	1.22	7.52	0.61	2.82	8.930	8.93	OK
MY3	4	3.00	0.14	6.43	1.13	4.77	0.56	4.87	8.930	8.93	OK
MY4	4	3.30	0.14	5.67	1.06	4.82	0.53	4.07	8.930	8.93	OK
MY5	4	3.15	0.14	5.70	1.21	5.04	0.61	4.42	8.930	8.93	OK
MY6	4	1.20	0.24	3.24	0.63	3.08	0.32	3.87	10.893	8.93	OK
MY7	2	5.95	0.14	7.26	1.17	6.83	0.58	2.91	8.930	8.93	OK
MY8	2	2.50	0.14	4.50	0.83	3.71	0.42	4.23	8.930	8.93	OK

✓ Para 4 niveles:

Muro	Cant	L m	t m	Piso Típico		Azotea		ESFUERZOS EN MUROS			AXIAL
				CM	CV	CM	CV	σ act	σ adm	σ max	
				tnf	tnf	tnf	tnf	kg/cm2	kg/cm2	kg/cm2	
MX1	2	3.50	0.24	7.94	1.14	7.19	0.57	4.17	10.893	8.93	OK
MX2	2	4.20	0.24	8.63	1.40	8.28	0.70	3.87	10.893	8.93	OK
MX3	4	1.45	0.24	5.45	0.86	3.86	0.43	6.67	10.893	8.93	OK
MX4	4	1.75	0.14	4.91	0.59	2.82	0.29	8.00	8.930	8.93	OK
MX5	4	1.80	0.24	3.89	0.93	3.66	0.46	4.30	10.893	8.93	OK
MX6	4	2.00	0.14	4.48	0.85	3.53	0.43	7.12	8.930	8.93	OK
MX7	2	3.50	0.24	7.78	1.07	7.05	0.53	4.06	10.893	8.93	OK
MX8	2	3.10	0.24	6.77	0.91	5.98	0.46	3.96	10.893	8.93	OK
MY1	4	2.25	0.14	3.74	0.57	3.12	0.28	5.18	8.930	8.93	OK
MY2	2	6.65	0.14	7.83	1.22	7.52	0.61	3.79	8.930	8.93	OK
MY3	4	3.00	0.14	6.43	1.13	4.77	0.56	6.67	8.930	8.93	OK
MY4	4	3.30	0.14	5.67	1.06	4.82	0.53	5.53	8.930	8.93	OK
MY5	4	3.15	0.14	5.70	1.21	5.04	0.61	5.98	8.930	8.93	OK
MY6	4	1.20	0.24	3.24	0.63	3.08	0.32	5.22	10.893	8.93	OK
MY7	2	5.95	0.14	7.26	1.17	6.83	0.58	3.92	8.930	8.93	OK
MY8	2	2.50	0.14	4.50	0.83	3.71	0.42	5.75	8.930	8.93	OK

✓ Para 5 niveles:

Muro	Cant	L m	t m	Piso Típico		Azotea		ESFUERZOS EN MUROS			AXIAL
				CM	CV	CM	CV	σ act	σ adm	σ max	
				tnf	tnf	tnf	tnf	kg/cm2	kg/cm2	kg/cm2	
MX1	2	3.50	0.24	7.94	1.14	7.19	0.57	5.25	10.893	8.93	OK
MX2	2	4.20	0.24	8.63	1.40	8.28	0.70	4.87	10.893	8.93	OK
MX3	4	1.45	0.24	5.45	0.86	3.86	0.43	8.49	10.893	8.93	OK
MX4	4	1.75	0.14	4.91	0.59	2.82	0.29	10.24	8.930	8.93	NO PASA
MX5	4	1.80	0.24	3.89	0.93	3.66	0.46	5.41	10.893	8.93	OK
MX6	4	2.00	0.14	4.48	0.85	3.53	0.43	9.03	8.930	8.93	NO PASA
MX7	2	3.50	0.24	7.78	1.07	7.05	0.53	5.12	10.893	8.93	OK
MX8	2	3.10	0.24	6.77	0.91	5.98	0.46	4.99	10.893	8.93	OK
MY1	4	2.25	0.14	3.74	0.57	3.12	0.28	6.55	8.930	8.93	OK
MY2	2	6.65	0.14	7.83	1.22	7.52	0.61	4.76	8.930	8.93	OK
MY3	4	3.00	0.14	6.43	1.13	4.77	0.56	8.47	8.930	8.93	OK
MY4	4	3.30	0.14	5.67	1.06	4.82	0.53	6.99	8.930	8.93	OK
MY5	4	3.15	0.14	5.70	1.21	5.04	0.61	7.55	8.930	8.93	OK
MY6	4	1.20	0.24	3.24	0.63	3.08	0.32	6.57	10.893	8.93	OK
MY7	2	5.95	0.14	7.26	1.17	6.83	0.58	4.94	8.930	8.93	OK
MY8	2	2.50	0.14	4.50	0.83	3.71	0.42	7.28	8.930	8.93	OK

6.5.1.4 Ladrillera Yarabamba:

✓ Para 2 niveles:

Muro	Cant	L m	t m	Piso Típico		Azotea		ESFUERZOS EN MUROS			AXIAL
				CM	CV	CM	CV	σ act	σ adm	σ max	
				tnf	tnf	tnf	tnf	kg/cm2	kg/cm2	kg/cm2	
MX1	2	3.50	0.24	7.94	1.14	7.19	0.57	2.00	5.469	4.48	OK
MX2	2	4.20	0.24	8.63	1.40	8.28	0.70	1.88	5.469	4.48	OK
MX3	4	1.45	0.24	5.45	0.86	3.86	0.43	3.05	5.469	4.48	OK
MX4	4	1.75	0.14	4.91	0.59	2.82	0.29	3.51	4.484	4.48	OK
MX5	4	1.80	0.24	3.89	0.93	3.66	0.46	2.07	5.469	4.48	OK
MX6	4	2.00	0.14	4.48	0.85	3.53	0.43	3.32	4.484	4.48	OK
MX7	2	3.50	0.24	7.78	1.07	7.05	0.53	1.96	5.469	4.48	OK
MX8	2	3.10	0.24	6.77	0.91	5.98	0.46	1.90	5.469	4.48	OK
MY1	4	2.25	0.14	3.74	0.57	3.12	0.28	2.45	4.484	4.48	OK
MY2	2	6.65	0.14	7.83	1.22	7.52	0.61	1.85	4.484	4.48	OK
MY3	4	3.00	0.14	6.43	1.13	4.77	0.56	3.07	4.484	4.48	OK
MY4	4	3.30	0.14	5.67	1.06	4.82	0.53	2.62	4.484	4.48	OK
MY5	4	3.15	0.14	5.70	1.21	5.04	0.61	2.85	4.484	4.48	OK
MY6	4	1.20	0.24	3.24	0.63	3.08	0.32	2.53	5.469	4.48	OK
MY7	2	5.95	0.14	7.26	1.17	6.83	0.58	1.90	4.484	4.48	OK
MY8	2	2.50	0.14	4.50	0.83	3.71	0.42	2.70	4.484	4.48	OK

✓ Para 3 niveles:

Muro	Cant	L m	t m	Piso Típico		Azotea		ESFUERZOS EN MUROS			AXIAL
				CM	CV	CM	CV	σ act	σ adm	σ max	
				tnf	tnf	tnf	tnf	kg/cm2	kg/cm2	kg/cm2	
MX1	2	3.50	0.24	7.94	1.14	7.19	0.57	3.08	5.469	4.48	OK
MX2	2	4.20	0.24	8.63	1.40	8.28	0.70	2.88	5.469	4.48	OK
MX3	4	1.45	0.24	5.45	0.86	3.86	0.43	4.86	5.469	4.48	NO PASA
MX4	4	1.75	0.14	4.91	0.59	2.82	0.29	5.76	4.484	4.48	NO PASA
MX5	4	1.80	0.24	3.89	0.93	3.66	0.46	3.18	5.469	4.48	OK
MX6	4	2.00	0.14	4.48	0.85	3.53	0.43	5.22	4.484	4.48	NO PASA
MX7	2	3.50	0.24	7.78	1.07	7.05	0.53	3.01	5.469	4.48	OK
MX8	2	3.10	0.24	6.77	0.91	5.98	0.46	2.93	5.469	4.48	OK
MY1	4	2.25	0.14	3.74	0.57	3.12	0.28	3.82	4.484	4.48	OK
MY2	2	6.65	0.14	7.83	1.22	7.52	0.61	2.82	4.484	4.48	OK
MY3	4	3.00	0.14	6.43	1.13	4.77	0.56	4.87	4.484	4.48	NO PASA
MY4	4	3.30	0.14	5.67	1.06	4.82	0.53	4.07	4.484	4.48	OK
MY5	4	3.15	0.14	5.70	1.21	5.04	0.61	4.42	4.484	4.48	OK
MY6	4	1.20	0.24	3.24	0.63	3.08	0.32	3.87	5.469	4.48	OK
MY7	2	5.95	0.14	7.26	1.17	6.83	0.58	2.91	4.484	4.48	OK
MY8	2	2.50	0.14	4.50	0.83	3.71	0.42	4.23	4.484	4.48	OK

6.5.1.5 Ladrillera alto san Martin:

✓ Para 2 niveles:

Muro	Cant	L m	t m	Piso Típico		Azotea		ESFUERZOS EN MUROS			
				CM	CV	CM	CV	σ act	σ adm	σ max	AXIAL
				tnf	tnf	tnf	tnf	kg/cm2	kg/cm2	kg/cm2	
MX1	2	3.50	0.24	7.94	1.14	7.19	0.57	2.00	4.580	3.75	OK
MX2	2	4.20	0.24	8.63	1.40	8.28	0.70	1.88	4.580	3.75	OK
MX3	4	1.45	0.24	5.45	0.86	3.86	0.43	3.05	4.580	3.75	OK
MX4	4	1.75	0.14	4.91	0.59	2.82	0.29	3.51	3.755	3.75	OK
MX5	4	1.80	0.24	3.89	0.93	3.66	0.46	2.07	4.580	3.75	OK
MX6	4	2.00	0.14	4.48	0.85	3.53	0.43	3.32	3.755	3.75	OK
MX7	2	3.50	0.24	7.78	1.07	7.05	0.53	1.96	4.580	3.75	OK
MX8	2	3.10	0.24	6.77	0.91	5.98	0.46	1.90	4.580	3.75	OK
MY1	4	2.25	0.14	3.74	0.57	3.12	0.28	2.45	3.755	3.75	OK
MY2	2	6.65	0.14	7.83	1.22	7.52	0.61	1.85	3.755	3.75	OK
MY3	4	3.00	0.14	6.43	1.13	4.77	0.56	3.07	3.755	3.75	OK
MY4	4	3.30	0.14	5.67	1.06	4.82	0.53	2.62	3.755	3.75	OK
MY5	4	3.15	0.14	5.70	1.21	5.04	0.61	2.85	3.755	3.75	OK
MY6	4	1.20	0.24	3.24	0.63	3.08	0.32	2.53	4.580	3.75	OK
MY7	2	5.95	0.14	7.26	1.17	6.83	0.58	1.90	3.755	3.75	OK
MY8	2	2.50	0.14	4.50	0.83	3.71	0.42	2.70	3.755	3.75	OK

✓ Para 3 niveles:

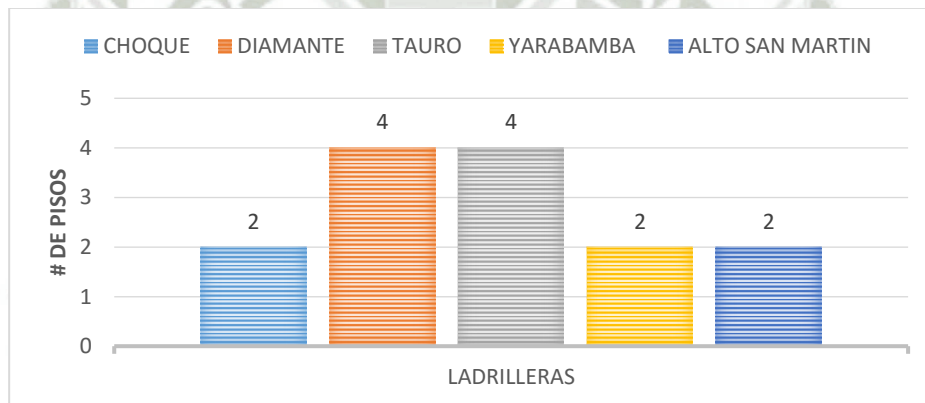
Muro	Cant	L m	t m	Piso Típico		Azotea		ESFUERZOS EN MUROS			
				CM	CV	CM	CV	σ act	σ adm	σ max	AXIAL
				tnf	tnf	tnf	tnf	kg/cm2	kg/cm2	kg/cm2	
MX1	2	3.50	0.24	7.94	1.14	7.19	0.57	3.08	4.580	3.75	OK
MX2	2	4.20	0.24	8.63	1.40	8.28	0.70	2.88	4.580	3.75	OK
MX3	4	1.45	0.24	5.45	0.86	3.86	0.43	4.86	4.580	3.75	NO PASA
MX4	4	1.75	0.14	4.91	0.59	2.82	0.29	5.76	3.755	3.75	NO PASA
MX5	4	1.80	0.24	3.89	0.93	3.66	0.46	3.18	4.580	3.75	OK
MX6	4	2.00	0.14	4.48	0.85	3.53	0.43	5.22	3.755	3.75	NO PASA
MX7	2	3.50	0.24	7.78	1.07	7.05	0.53	3.01	4.580	3.75	OK
MX8	2	3.10	0.24	6.77	0.91	5.98	0.46	2.93	4.580	3.75	OK
MY1	4	2.25	0.14	3.74	0.57	3.12	0.28	3.82	3.755	3.75	NO PASA
MY2	2	6.65	0.14	7.83	1.22	7.52	0.61	2.82	3.755	3.75	OK
MY3	4	3.00	0.14	6.43	1.13	4.77	0.56	4.87	3.755	3.75	NO PASA
MY4	4	3.30	0.14	5.67	1.06	4.82	0.53	4.07	3.755	3.75	NO PASA
MY5	4	3.15	0.14	5.70	1.21	5.04	0.61	4.42	3.755	3.75	NO PASA
MY6	4	1.20	0.24	3.24	0.63	3.08	0.32	3.87	4.580	3.75	NO PASA
MY7	2	5.95	0.14	7.26	1.17	6.83	0.58	2.91	3.755	3.75	OK
MY8	2	2.50	0.14	4.50	0.83	3.71	0.42	4.23	3.755	3.75	NO PASA

6.5.2 RESUMEN E INTERPRETACION DE RESULTADOS:

De acuerdo a los esfuerzos hallados, según la estructuración planteada, podemos concluir que las diferentes ladrilleras pueden resistir la siguiente cantidad de niveles:

Tabla 68 Resumen de cantidad de niveles de acuerdo al esfuerzo admisible que puede resistir los muros portantes de acuerdo a la ladrilleras estudiadas

LADRILLERAS	# Niveles
CHOQUE	2
DIAMANTE	4
TAURO	4
YARABAMBA	2
ALTO SAN MARTIN	2



*****Con estos resultados se decidió realizar posteriormente un análisis tomando como base una vivienda de 4 niveles, altura de entrepiso de 2.20m, muros de espesor 15cm.***

CAPITULO 7

ANALISIS SISMICO

7.1 GENERALDADES

El análisis sísmico es el estudio de su comportamiento de una estructura frente a posibles movimientos telúricos, obteniendo la respuesta en fuerzas producidas en los distintos elementos del edificio y sus desplazamientos.

- a) **SISMO MODERADO.** o de servicio, es aquél que no origina el agrietamiento diagonal de los muros portantes hechos de albañilería, es aquel que proporciona fuerzas de inercia equivalentes a la mitad de los valores producidos por el “sismo severo”, es decir la estructura está sometida a un análisis elástico donde equivale a emplear $R = 6$.

Los elementos de confinamiento entre muros deben funcionar como una primera línea de resistencia sísmica, disipando energía antes de que fallen los muros de albañilería.

- b) **SISMO SEVERO.** Es aquél proporcionado por la NTE E.30 Diseño sismo resistente, empleando un coeficiente de reducción $R = 3$.

Los objetivos de la Norma E.070 son fundamentalmente dos: 1) que ante la acción sismos moderados la estructura se comporte en el rango elástico; y, 2) que ante la acción sismos severos la estructura quede en estado económicamente reparable.

7.2 ANALISIS SISMICO

7.2.1 CALCULO DE LA CORTANTE BASAL

Es la fuerza cortante total en la base de la estructura, en sus diferentes direcciones.

$$V = \frac{\sum U_x C_x S}{R} \times P \text{ ----- (Ecuación 13)}$$

Para la estimación del peso de la edificación se ha tomado solo el 25% de la carga viva, según Norma E030.

DATOS PARA EL PROYECTO			
Z =	0.35	hn (m) =	13
U =	1		
S =	1.15	CM (tn) =	1333.68
T _p =	0.6	CV (tn) =	210.56
T _L =	2	P (tn) =	1386.32

Solo existe irregularidad en planta, $I_a=0.90$ por la existencia de esquinas entrantes, superando el 20% permisible por la Norma E030

Revisar Norma E030

Esquinas Entrantes

La estructura se califica como irregular cuando tiene esquinas entrantes cuyas dimensiones en ambas direcciones son mayores que 20 % de la correspondiente dimensión total en planta.

Norma –E -0.30 Sismo Resistente

a) Cortante Basal Sismo Moderado:

CORTANTE BASAL $R_o = 6$			
EN XX		EN YY	
C _T =	60	C _T =	60
T (s) =	0.17	T (s) =	0.17
C =	2.50	C =	2.50
R _o =	6	R _o =	6
I _a =	1	I _a =	1
I _p =	0.9	I _p =	0.9
R _x =	5.4	R _y =	5.4
C/R =	0.463	C/R =	0.463
	0.186		0.186
V _{EST} (tn) =	204.89	V _{EST} (tn) =	204.89

b) Cortante Basal Sismo Severo:

CORTANTE BASAL $R_o = 3$					
EN XX			EN YY		
$C_T =$	60		$C_T =$	60	
$T (s) =$	0.17		$T (s) =$	0.17	
$C =$	2.50		$C =$	2.50	
$R_o =$	3		$R_o =$	3	
$I_a =$	1		$I_a =$	1	
$I_p =$	0.9		$I_p =$	0.9	
$R_x =$	2.7		$R_y =$	2.7	
$C/R =$	0.926		$C/R =$	0.926	
	0.373			0.373	
$V_{EST} (tn) =$	409.79		$V_{EST} (tn) =$	409.79	

7.2.2 DISTRIBUCION DE FUERZA SISMICA

$$F_i = \alpha_i \times V \text{ ----- (Ecuación 14)}$$

$$\alpha_i = \frac{P_i \times (h_i)^k}{\sum_{j=1}^n P_j \times (h_j)^k} \text{ ----- (Ecuación 15)}$$

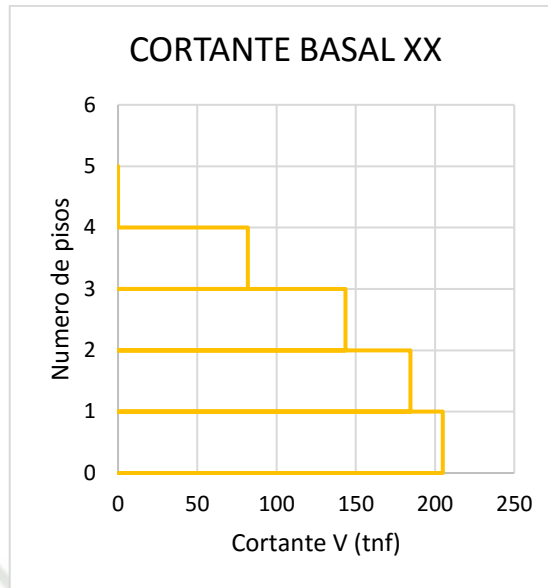
Donde n es el número de pisos del edificio, k es un exponente relacionado con el período fundamental de vibración de la estructura (T), en la dirección considerada, que se calcula de acuerdo a:

- a) Para T menor o igual a 0,5 segundos: $k = 1,0$.
- b) Para T mayor que 0,5 segundos: $k = (0,75 + 0,5 T) \leq 2,0$

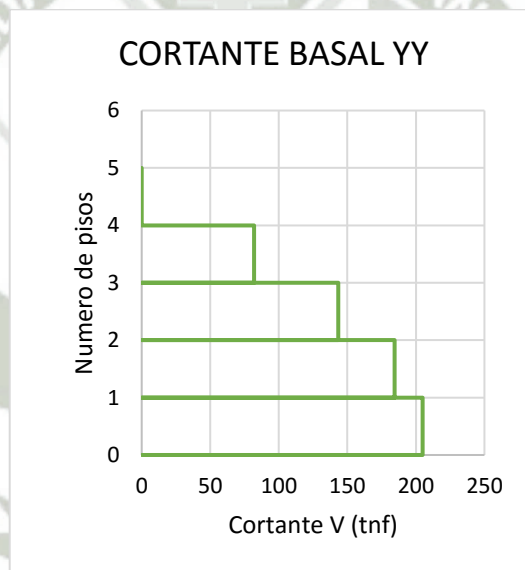
Ahora se distribuye esta cortante basal para cada nivel del edificio.

a) Fuerza sísmica y cortante en entre piso - Sismo Moderado:

		$k_x = 1$				$k_y = 1$				
PISO	P	h	ANALISIS EN XX			ANALISIS EN YY				
			$P \times h^{k_x}$	a_x	F_x	V_x	$P \times h^{k_y}$	a_y	F_y	V_y
4	287.14	10.4	2986.23	0.400	81.96	81.96	2986.23	0.667	81.96	81.96
3	287.14	7.8	2239.67	0.300	61.47	143.43	2239.67	0.500	61.47	143.43
2	287.14	5.2	1493.12	0.200	40.98	184.40	1493.12	0.333	40.98	184.40
1	287.14	2.6	746.56	0.100	20.49	204.89	746.56	0.167	20.49	204.89
	1148.55		7465.58		204.89		4479.35		204.89	



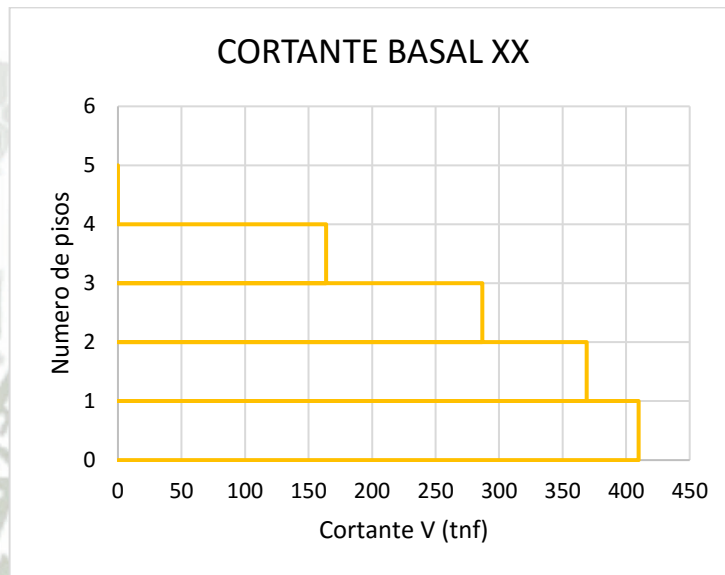
Cortante basal en la dirección XX



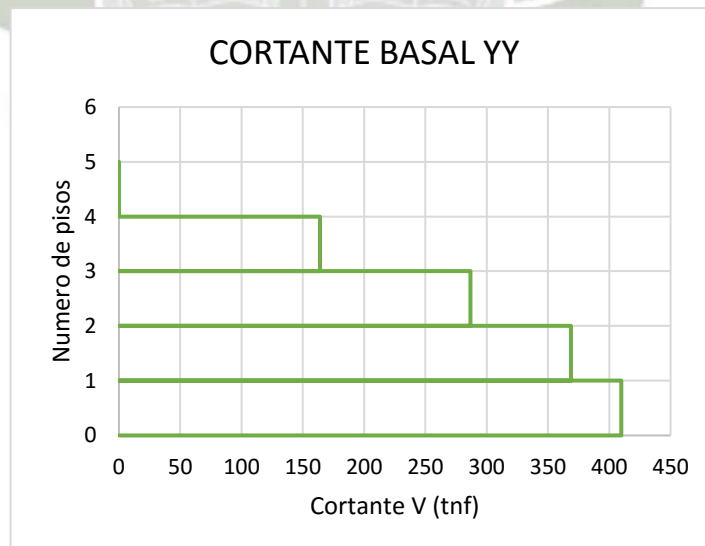
Cortante basal en la dirección YY

b) Fuerza sísmica y cortante en entre piso - Sismo Severo:

			$k_x =$	1				$k_y =$	1		
PISO	P	h	ANÁLISIS EN XX				ANÁLISIS EN YY				
			$P \cdot h^{k_x}$	a_x	F_x	V_x	$P \cdot h^{k_y}$	a_y	F_y	V_y	
4	287.14	10.4	2986.23	0.400	163.91	163.91	2986.23	0.667	163.91	163.91	
3	287.14	7.8	2239.67	0.300	122.94	286.85	2239.67	0.500	122.94	286.85	
2	287.14	5.2	1493.12	0.200	81.96	368.81	1493.12	0.333	81.96	368.81	
1	287.14	2.6	746.56	0.100	40.98	409.79	746.56	0.167	40.98	409.79	
	1148.55		7465.58		409.79		4479.35		409.79		



Cortante basal en la dirección XX



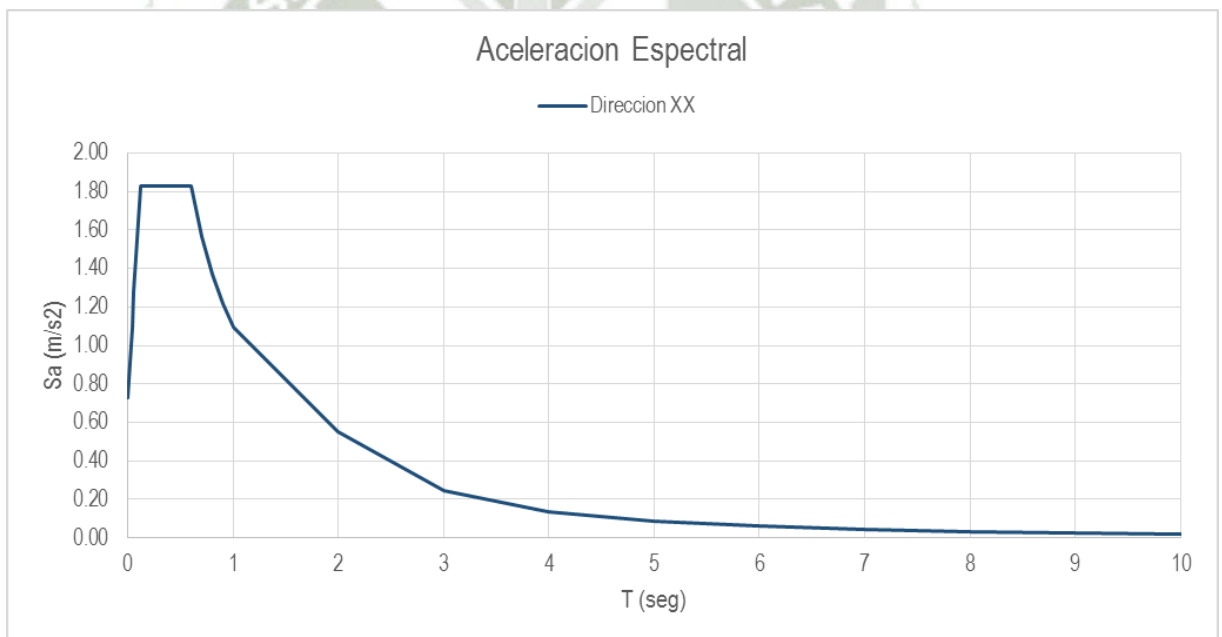
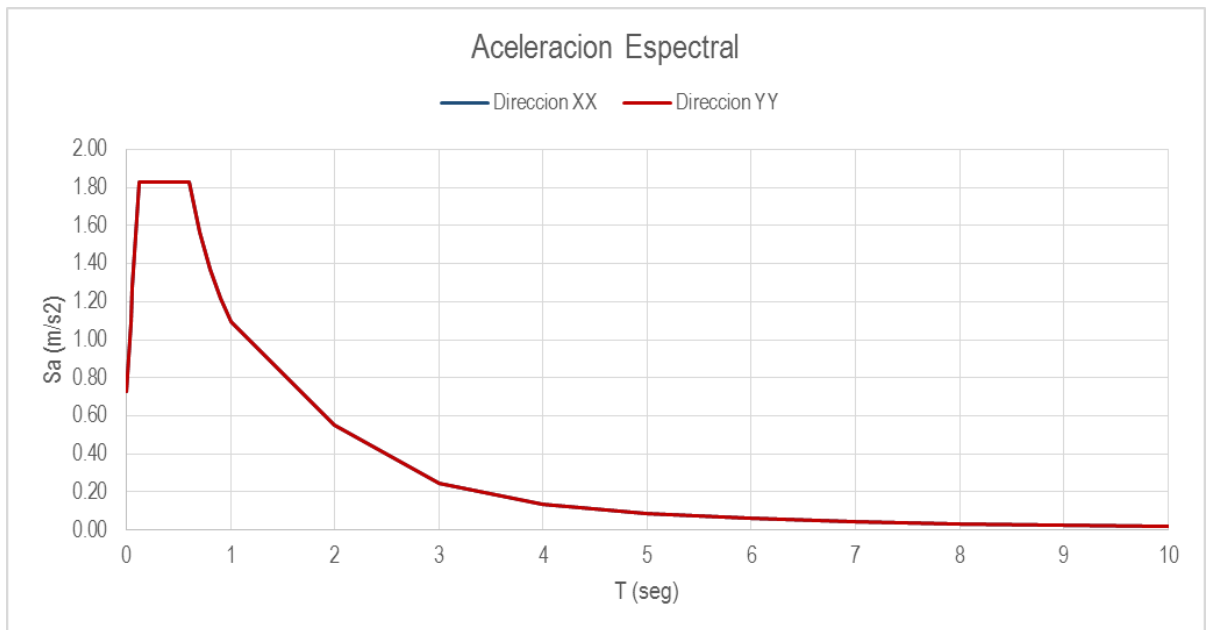
Cortante basal en la dirección Y Y

7.2.3 ANÁLISIS SÍSMICO DINÁMICO

Para el cálculo de los espectros se han utilizado las recomendaciones descritas en la norma E030. Donde finalmente se ha calculado los siguientes parámetros para el análisis sísmico dinámico de la estructura.

ANÁLISIS DINÁMICO: ESPECTROS					
ESPECTRO EN XX			ESPECTRO EN YY		
Sa =	0.7312	C	Sa =	0.7312	C
T	C	Sa	T	C	Sa
0	1.00	0.731	0	1.00	0.731
0.02	1.25	0.914	0.02	1.25	0.914
0.04	1.50	1.097	0.04	1.50	1.097
0.06	1.75	1.280	0.06	1.75	1.280
0.08	2.00	1.462	0.08	2.00	1.462
0.1	2.25	1.645	0.1	2.25	1.645
0.12	2.50	1.828	0.12	2.50	1.828
0.14	2.50	1.828	0.14	2.50	1.828
0.16	2.50	1.828	0.16	2.50	1.828
0.18	2.50	1.828	0.18	2.50	1.828
0.2	2.50	1.828	0.2	2.50	1.828
0.25	2.50	1.828	0.25	2.50	1.828
0.3	2.50	1.828	0.3	2.50	1.828
0.35	2.50	1.828	0.35	2.50	1.828
0.4	2.50	1.828	0.4	2.50	1.828
0.45	2.50	1.828	0.45	2.50	1.828
0.5	2.50	1.828	0.5	2.50	1.828
0.55	2.50	1.828	0.55	2.50	1.828
0.6	2.50	1.828	0.6	2.50	1.828
0.7	2.14	1.567	0.7	2.14	1.567
0.8	1.88	1.371	0.8	1.88	1.371
0.9	1.67	1.219	0.9	1.67	1.219
1	1.50	1.097	1	1.50	1.097
2	0.75	0.548	2	0.75	0.548
3	0.33	0.244	3	0.33	0.244
4	0.19	0.137	4	0.19	0.137
5	0.12	0.088	5	0.12	0.088
6	0.08	0.061	6	0.08	0.061
7	0.06	0.045	7	0.06	0.045
8	0.05	0.034	8	0.05	0.034
9	0.04	0.027	9	0.04	0.027
10	0.03	0.022	10	0.03	0.022

A continuación se muestra la gráfica de los espectros calculados para la estructura

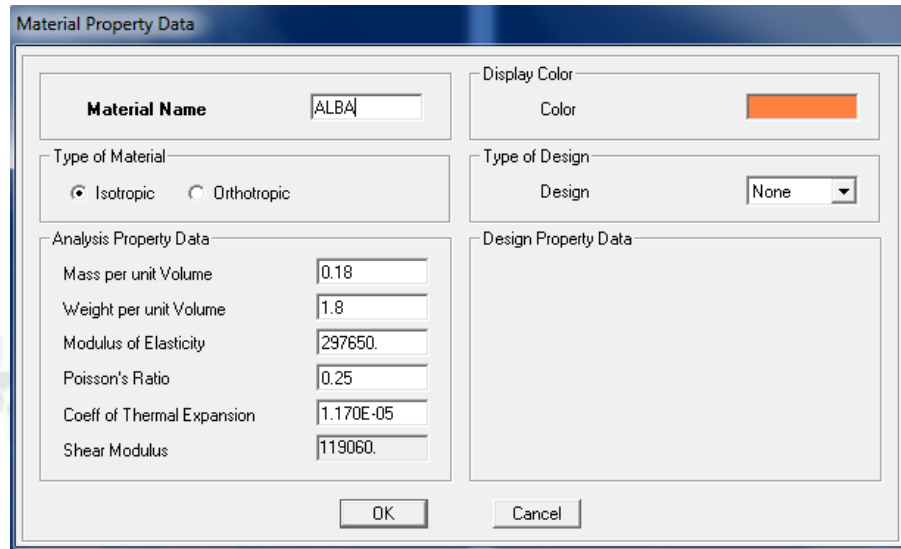


Para este caso las aceleraciones espectrales en el sentido XX coinciden con las del sentido YY por tener la misma configuración estructural

7.3 MODELAMIENTO COMPUTACIONAL

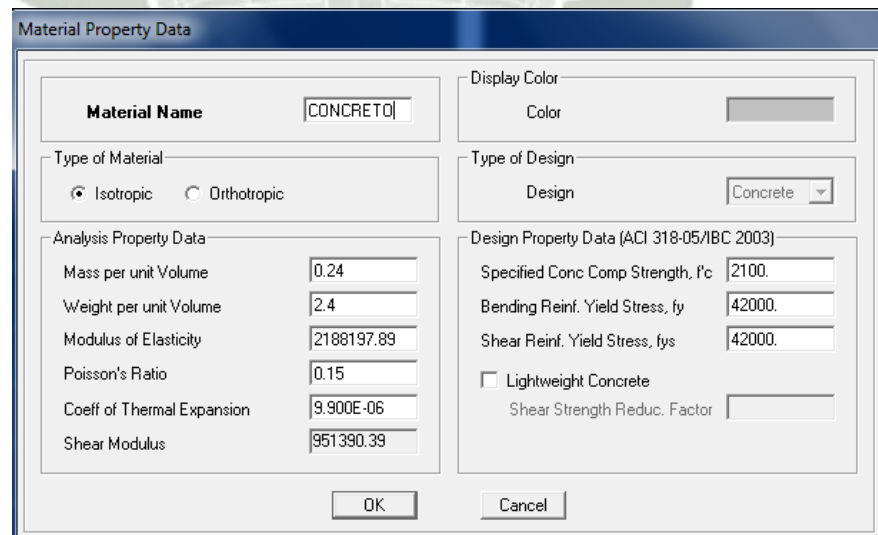
Para el modelamiento computacional se ha utilizado el programa ETABS v9.7.

Se crearon los materiales de acuerdo a los datos presentados en el capítulo anterior, tanto así para la albañilería como para el concreto.



The screenshot shows the 'Material Property Data' dialog box for a material named 'ALBA'. The 'Material Name' field contains 'ALBA'. The 'Type of Material' is set to 'Isotropic'. The 'Type of Design' is set to 'None'. The 'Analysis Property Data' section includes the following values: Mass per unit Volume (0.18), Weight per unit Volume (1.8), Modulus of Elasticity (297650), Poisson's Ratio (0.25), Coeff of Thermal Expansion (1.170E-05), and Shear Modulus (119060). The 'Design Property Data' section is empty. The 'Display Color' is set to a light orange color. The 'OK' and 'Cancel' buttons are visible at the bottom.

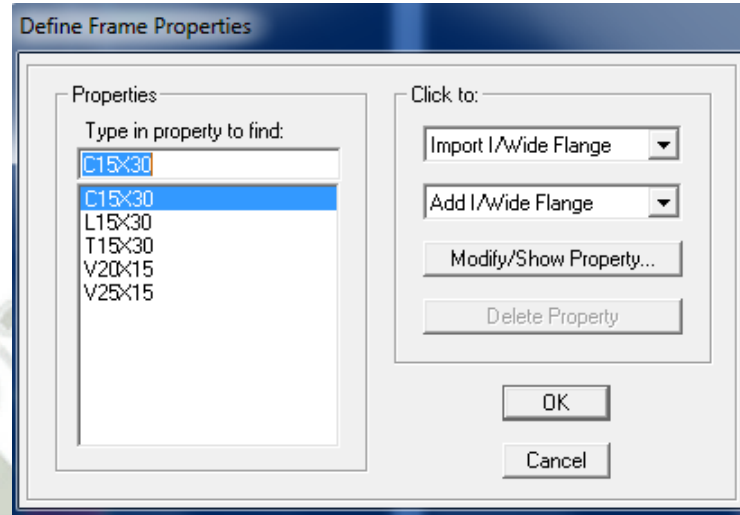
Se consideró un $f'_m=59.53$ que corresponde a la albañilería con mejor resistencia en estudio (Ladrillera Tauro)



The screenshot shows the 'Material Property Data' dialog box for a material named 'CONCRETO'. The 'Material Name' field contains 'CONCRETO'. The 'Type of Material' is set to 'Isotropic'. The 'Type of Design' is set to 'Concrete'. The 'Analysis Property Data' section includes the following values: Mass per unit Volume (0.24), Weight per unit Volume (2.4), Modulus of Elasticity (2188197.89), Poisson's Ratio (0.15), Coeff of Thermal Expansion (9.900E-06), and Shear Modulus (951390.39). The 'Design Property Data (ACI 318-05/IBC 2003)' section includes: Specified Conc Comp Strength, f'_c (2100), Bending Reinf. Yield Stress, f_y (42000), and Shear Reinf. Yield Stress, f_{ys} (42000). The 'Lightweight Concrete' checkbox is unchecked. The 'Shear Strength Reduc. Factor' field is empty. The 'Display Color' is set to a light gray color. The 'OK' and 'Cancel' buttons are visible at the bottom.

Para el concreto se usó una resistencia de $f'_c=210\text{kgf/cm}^2$.

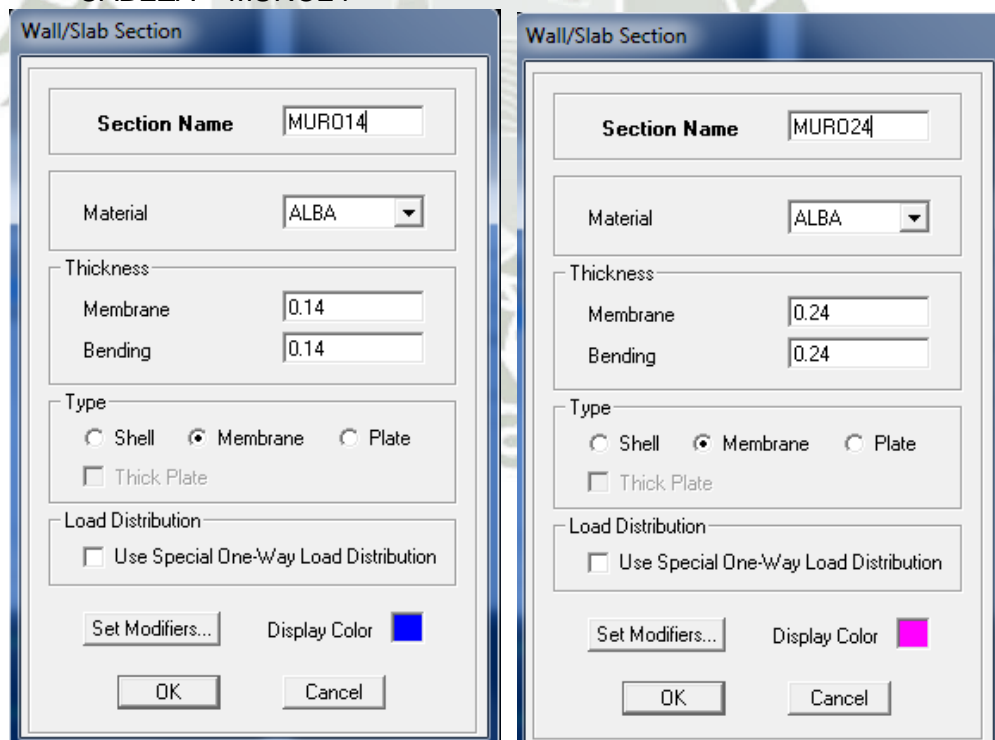
Posteriormente se pasó a la creación de las columnas de confinamiento y vigas de amarre, en las losas, no se va a modelar las vigas soleras pues estas están embebidas en la losa y no absorberá grandes esfuerzos después del análisis.



Sección de elementos FRAME creados en el modelo

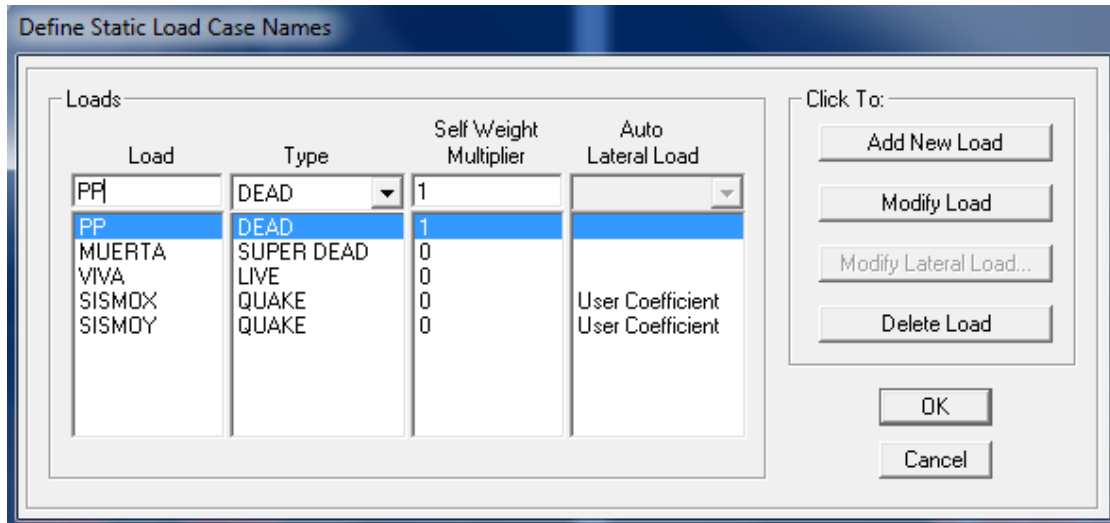
Luego se definió las diferentes características el espesor de los muros de albañilería:

- ✓ SOGA – MUROS14
- ✓ CABEZA – MURO24

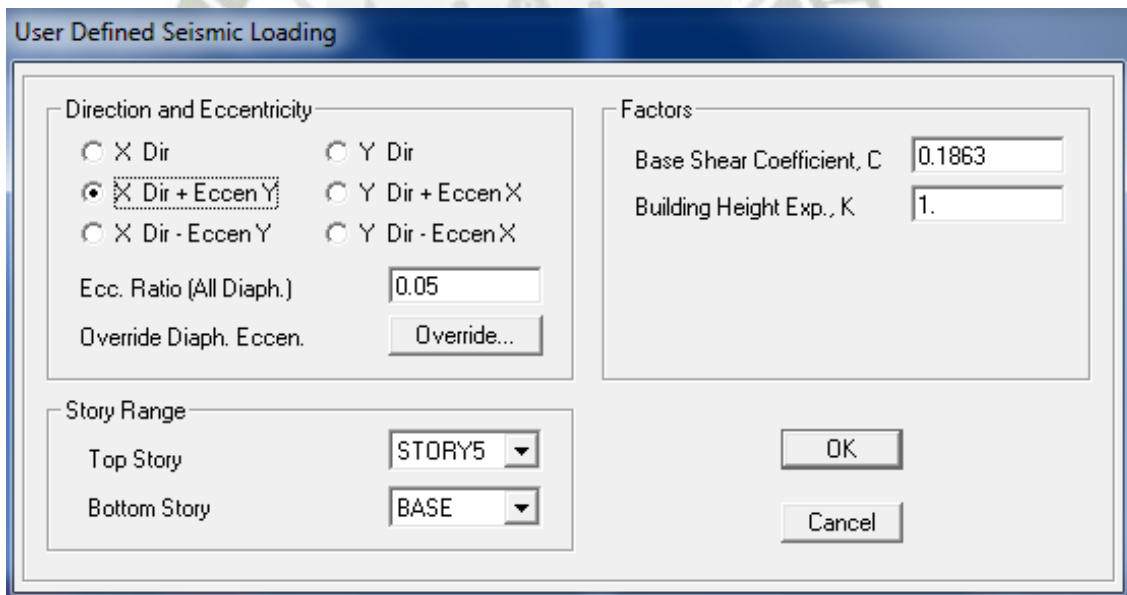


Espesor de elementos WALL en el modelo

Luego de ello se crearon los estados carga, separando la carga muerta del Peso Propio de la estructura.

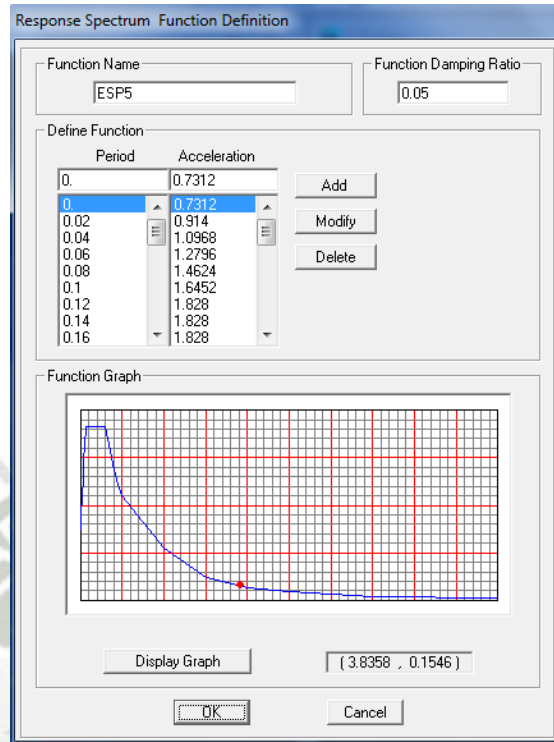


Así también se crearon los estados de carga correspondiente al análisis sísmico estático, consideran el 5% de excentricidad accidental que exige la norma E030

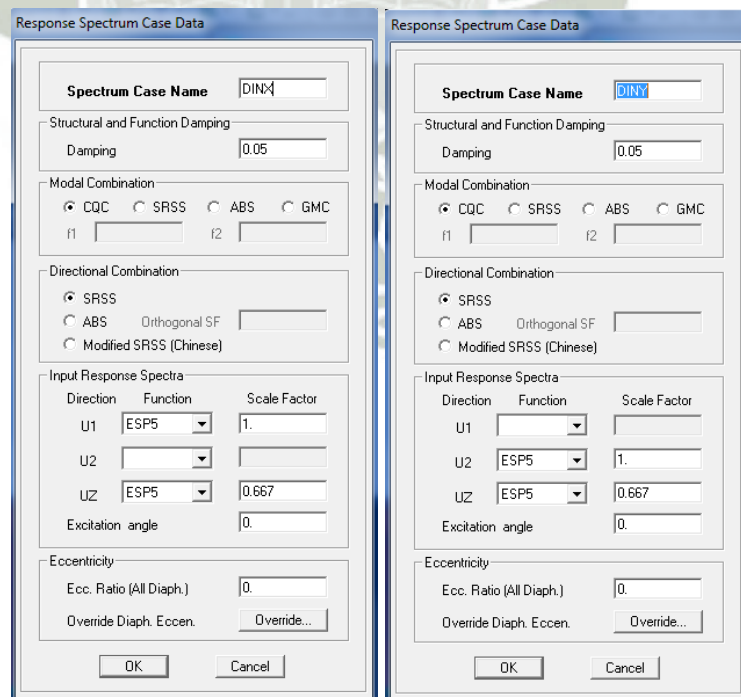


En la imagen anterior se observa que se colocó el mismo coeficiente correspondiente a la cortante basal calculada anteriormente.

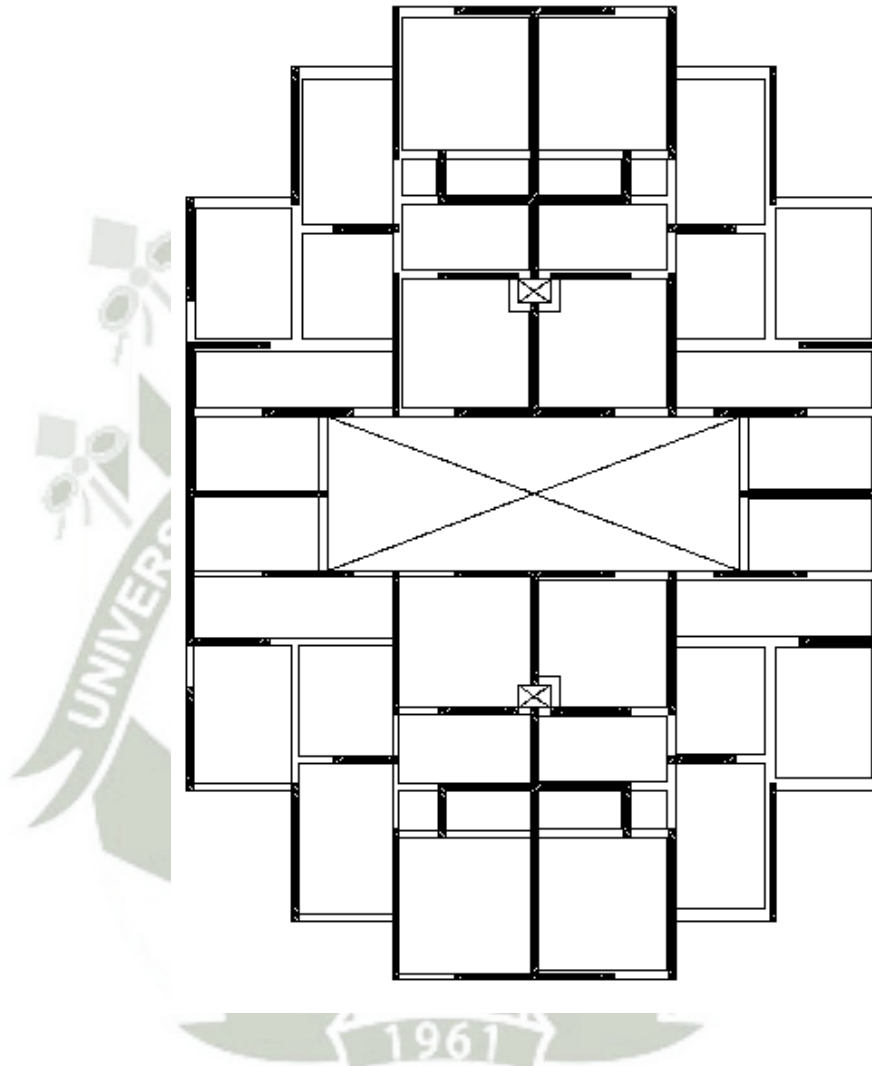
Luego se ingresaron los valores correspondientes a la aceleración espectral. Donde se ha considerado un amortiguamiento del 5%



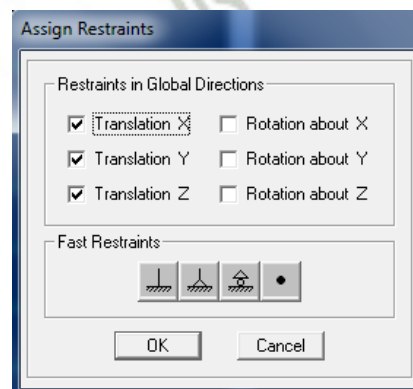
A continuación se introducen las aceleraciones espectrales de la respuesta espectral para cada sentido del edificio



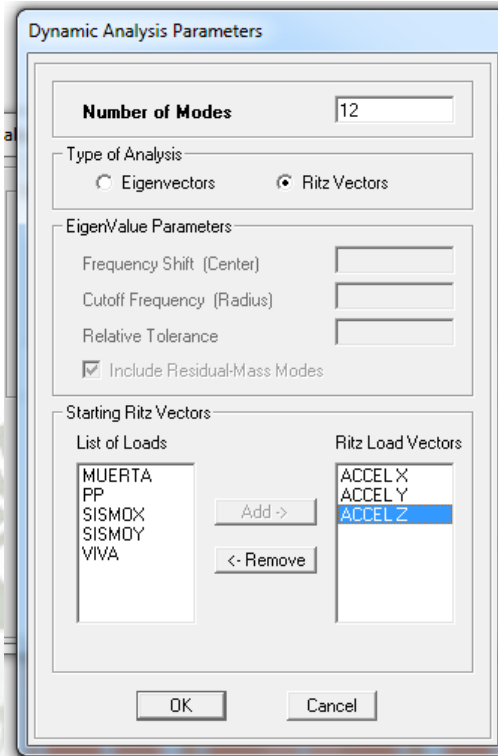
Luego se dibujó todos elementos a modelarse, para las losas se distribuyeron vigas chatas de amarre tal como se muestra a continuación.



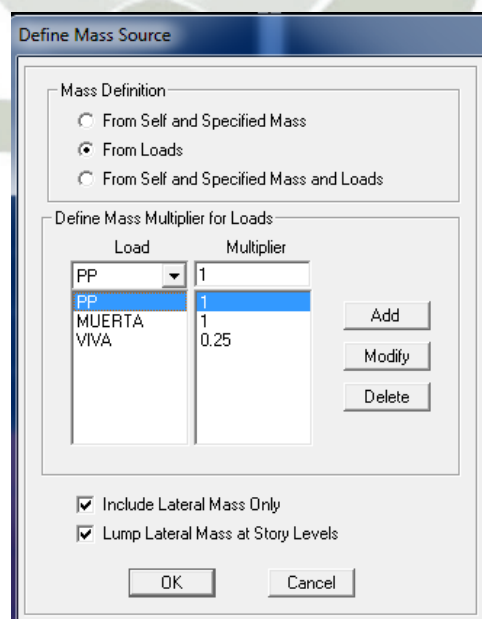
Se asignaron las condiciones de apoyo como empotradas en toda la base



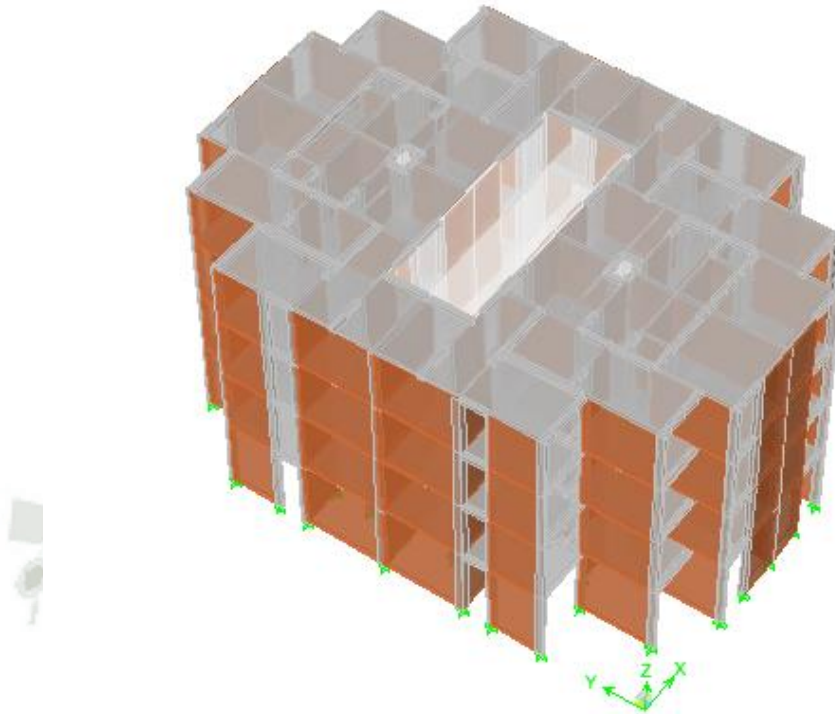
Posterior a ello se asignó el número total de modos de vibración para el análisis de la estructura, como en este caso se han generado 4 niveles, se consideran 3 grados de libertad por nivel lo que resulta 12 modos de vibración para la estructura.



Para que el programa pueda calcular la cortante basal necesita saber cuál es el peso sísmico a considerar. Que como se vio para estructuras de uso común es $CM+0.25CV$

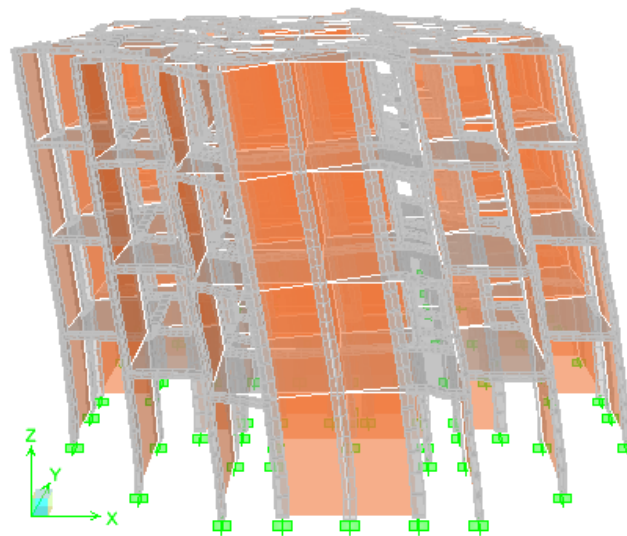


Finalmente el modelo está listo para ser analizado.

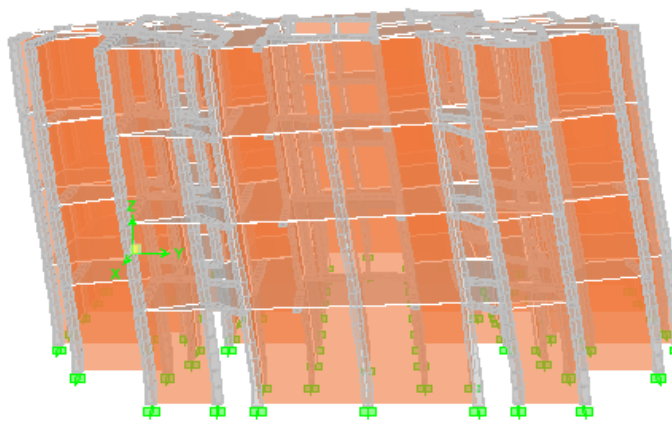


7.3.1 PERIODOS DE LA ESTRUCTURA

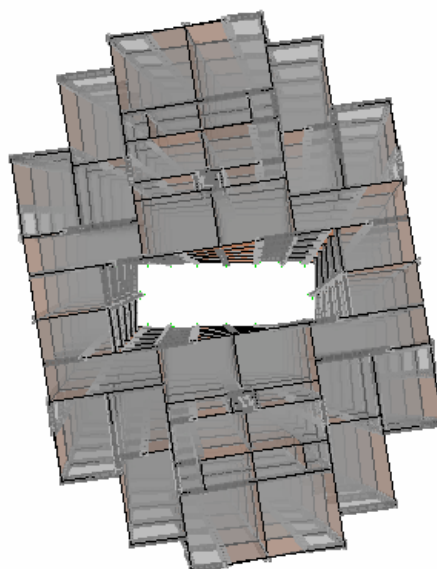
Una vez corrida la estructura en ETABS, analizamos los modos de vibración obtenidos y sus respectivos periodos de vibración.



Modo 1 – Traslación en XX – $T = 0.3034$ seg



Modo 2 – Traslación en YY $T = 0.2288$ seg



Modo 3 – Rotación en ZZ – $T = 0.2522$ seg

7.3.2 CENTRO DE MASA Y CENTRO DE RIGIDEZ

Center Mass Rigidity											
Center Mass Rigidity											
Story	Diaphragm	MassX	MassY	XCM	YCM	CumMassX	CumMassY	XCCM	YCCM	XCR	YCR
STORY1	D1	28.6038	28.6038	7.525	10.550	28.6038	28.6038	7.525	10.550	7.525	10.550
STORY2	D2	27.8707	27.8707	7.525	10.550	27.8707	27.8707	7.525	10.550	7.525	10.550
STORY3	D3	27.8707	27.8707	7.525	10.550	27.8707	27.8707	7.525	10.550	7.525	10.550
STORY4	D4	27.8707	27.8707	7.525	10.550	27.8707	27.8707	7.525	10.550	7.525	10.550
STORY5	D5	17.5814	17.5814	7.525	10.550	17.5814	17.5814	7.525	10.550	7.525	10.550

7.3.2.1 CONTROL DE DERIVAS

Para el control de derivas

DATOS DEL ANALISIS			
EN XX		EN YY	
Rx =	5.4	Ry =	5.4
Distorsion Max	0.005	Distorsion Max	0.005
Tipo	IRREGULAR	Tipo	IRREGULAR
Factor	1	Factor	1

CONTROL DE DERIVAS

PISO	ALTURA [m]	DESPLAZAMIENTO ELASTICO				DESP INELASTICO Y DERIVAS				CONTROL DE DERIVAS		
		SISMO XX		SISMO YY		DESP INELASTICO		DERIVAS		NIVEL	SISMO XX	SISMO YY
		Dx [cm]	ENTREPISO [cm]	Dy [cm]	ENTREPISO [cm]	Dx INE [cm]	Dy INE [cm]	Dx	Dy			
4	2.6	0.48500	0.143	0.2817	0.072	0.77	0.39	0.0030	0.0015	PISO 4	PASA	PASA
3	2.6	0.34250	0.142	0.2097	0.078	0.77	0.42	0.0029	0.0016	PISO 3	PASA	PASA
2	2.6	0.20080	0.122	0.1314	0.074	0.66	0.40	0.0025	0.0015	PISO 2	PASA	PASA
1	2.6	0.07930	0.079	0.0574	0.057	0.43	0.31	0.0016	0.0012	PISO 1	PASA	PASA

CAPÍTULO 8

DISEÑO EN ALBAÑILERÍA

8.1 VERIFICACIONES PARA EL DISEÑO

En este capítulo se realizará el cálculo del diseño por sismo moderado, resistencia al corte global, fuerzas internas ante sismo severo y verificación del agrietamiento en pisos superiores.

8.1.1 DISEÑO POR SISMO MODERADO

a) Resistencia al Agrietamiento Diagonal

La resistencia al corte (V_m) de los muros de albañilería de unidades de arcilla y/o concreto se calculará en cada entrepiso mediante las siguientes expresiones:

$$V_m = 0.5 \times v'_m \times \alpha \times t \times L + 0.23 P_g \quad \text{-----} \quad \text{(Ecuación 16)}$$

Donde:

v'_m = Resistencia característica a corte de la albañilería

P_g = Carga gravitacional de servicio, con sobrecarga reducida (NTE E.030 Diseño Sismo resistente)

t = espesor efectivo del muro.

L = longitud total del muro (incluyendo a las columnas en el caso de muros confinados)

α = factor de reducción de resistencia al corte por efectos de esbeltez, calculado como:

$$\frac{1}{3} \leq \alpha = \frac{V_e \times L}{M_e} \leq 1 \quad \text{-----} \quad \text{(Ecuación 17)}$$

Donde:

“ V_e ” es la fuerza cortante del muro obtenida del análisis elástico; y, “ M_e ” es el momento flector del muro obtenido del análisis elástico.

b) Control de Figuración

El control de figuración tendrá como objetivo verificar que todos los muros de albañilería no se fisuren ante los sismos moderados, ya que estos son los que se presentan frecuentemente.

Se deberá verificar que en cada entrepiso se satisfaga la siguiente expresión:

$$V_e \leq 0.55 V_m V_1 \quad \text{-----} \quad \text{(Ecuación 18)}$$

Dónde:

“ V_e ” es la fuerza cortante producida por el sismo moderado en el muro en análisis y “ V_m ” es la fuerza cortante asociada al agrietamiento diagonal de la albañilería

8.1.2 DISEÑO POR SISMO SEVERO

a) Verificación de la resistencia al corte del edificio

En cualquier piso, la resistencia global a fuerza cortante (V_m) deberá ser mayor o igual a la fuerza cortante producida por el sismo severo (V_E). Cuando se tenga exceso de resistencia ($V_m > V_E$), se podrá dejar de confinar algunos muros internos.

$$\sum V_{mi} \geq V_{Ei} \quad \text{-----} \quad \text{(Ecuación 19)}$$

Cumplida la expresión $\sum V_{mi} \geq V_{Ei}$, por los muros portantes de carga sísmica, el resto de muros que componen al edificio podrán ser no reforzados para la acción sísmica coplanar.

Cuando $V_m > 3 V_E = R V_E$, culmina el diseño y se coloca refuerzo mínimo. Esta expresión indica que todos los muros del edificio se comportarán elásticamente ante el sismo severo.

b) Verificación de la necesidad de colocar refuerzo horizontal en los muros

La función del refuerzo horizontal es tratar de coser la grieta diagonal, para evitar el deterioro de la albañilería, y mantener la unión entre la albañilería y las columnas. Este refuerzo debe ser continuo a lo largo de la albañilería, anclando en las columnas de confinamiento.

Todo muro confinado cuyo cortante bajo sismo severo sea mayor o igual a su resistencia al corte ($V_u \geq V_m$), o que tenga un esfuerzo a compresión axial producido por la carga gravitacional considerando toda la sobrecarga (σ), mayor o igual que $0,05 f'm$, deberá llevar refuerzo horizontal continuo anclado a las columnas de confinamiento.

En los edificios de más de tres pisos, todos los muros portantes del primer Nivel deberán ser reforzados horizontalmente.

La cuantía del acero de refuerzo horizontal será: $\rho = A_s / (s.t) \geq 0,001$. Las varillas de refuerzo penetrarán en las columnas de confinamiento por lo menos 12,5 cm y terminarán con gancho a 90º vertical de 10 cm de longitud.

c) Verificación del agrietamiento diagonal en los entrepisos superiores

Cabe la posibilidad de que los pisos superiores al primero ($i > 1$) se agrieten diagonalmente.

Esto ocurre cuando la fuerza cortante última ($V_{ui} = V_{ei} (V_m1/V_{e1})$) excede la resistencia correspondiente V_{mi} .

La fractura diagonal de los muros superiores al primer piso ($i > 1$), podría presentarse, por ejemplo, cuando se disminuye la calidad de la albañilería en los pisos superiores, o cuando una placa en el primer piso se transforma en albañilería confinada en el piso siguiente.

De no cumplirse cualquiera de estos requisitos indicados en 8.1.1 y 8.1.2, deberá cambiarse la calidad de albañilería, el espesor del muro o convertirlo en placa de concreto armado. Para estos dos últimos casos se debe analizar el edificio nuevamente.

Cabe indicar que todo muro de un piso superior que tenga $V_u \geq V_m$ se agrietará por corte y se diseñará como muro del primer piso, en resumen:

- ✓ *Para Sismo Moderado (S M): Todos los muros cumplen $V_e < 0.55V_m$*
- ✓ *Para Sismo Severo (S S): Los muros del primer piso se diseñaran por corte, así como los muros de pisos superiores que no cumplan $V_u < V_m$*

8.2 APLICACIÓN DE LAS VERIFICACIONES PARA EL DISEÑO:

Como bien se indicó en los anteriores capítulos, el análisis sísmico y el diseño en Albañilería confinada se hará únicamente a los...muros ms esforzados tanto en x como en y con los datos obtenidos de la ladrillera Tauro.

Para dicho procedimiento se tendrán en cuenta las siguientes variables:

- L = longitud total del muro (m)
- P_g = carga axial de gravedad = $PD + 0.25PL$.
- V_e, M_e fuerza cortante y momento flector por sismo moderado.
- $1/3 \leq \alpha = V_e L / M_e \leq 1.0$ factor de reducción de la resistencia al corte por esbeltez.
- $V_m = 0.5 \sqrt{m} a t L + 0.23 P_g$ = resistencia a fuerza cortante
- $t = 0.13$ m = espesor efectivo de los muros.
- \sqrt{m} = resistencia a corte puro de los muretes de albañilería.
- $2.0 \leq V_{m1} / V_{e1} \leq 3.0$ factor de amplificación para pasar a condición de sismo severo.
- $V_u = V_e (V_{m1} / V_{e1})$ = fuerza cortante última ante sismo severo.
- $M_u = M_e (V_{m1} / V_{e1})$ = momento flector último ante sismo severo.
- V_E = cortante de entrepiso ante sismo severo.

a) PISO 1 ---- SISMO EN XX – YY

FUERZAS INTERNAS - PISO 1														SISMO MODERADO				SISMO SEVERO		
MURO	Cant	L m	t m	Piso Típico		Azotea		Ve tnf	Me tnf.m	PD tnf	PV tnf	PG tnf	PM tnf	α []	Vm tnf	0.55 Vm tnf	CORTE []	Vm/Ve	Vu tnf	Mu tnf.m
				CM tnf	CV tnf	CM tnf	CV tnf													
MX1	2	3.5	0.24	7.94	1.14	7.19	0.57	11.09	39.45	31.01	3.97	32.01	34.99	1.0	49.46	27.20	OK	3.0	33.26	118.34
MX2	2	4.2	0.24	8.63	1.40	8.28	0.70	19.57	58.74	34.15	4.89	34.33	10.37	1.0	59.25	32.59	OK	3.0	58.71	176.22
MX3	4	1.45	0.24	5.45	0.86	3.86	0.43	2.35	4.03	20.22	3.00	20.33	5.15	0.8	19.67	10.82	OK	3.0	7.05	12.09
MX4	4	1.75	0.14	4.91	0.59	2.82	0.29	4.03	6.61	17.54	2.06	17.61	3.71	1.0	16.53	9.09	OK	3.0	12.08	19.82
MX5	4	1.8	0.24	3.89	0.93	3.66	0.46	4.18	6.59	15.32	3.24	15.43	5.04	1.0	25.56	14.06	OK	3.0	12.53	19.76
MX6	4	2	0.14	4.48	0.85	3.53	0.43	4.95	7.41	16.96	2.99	17.07	4.81	1.0	18.19	10.01	OK	3.0	14.85	22.23
MX7	2	3.5	0.24	7.78	1.07	7.05	0.53	13.09	36.74	30.40	3.74	30.54	8.65	1.0	49.82	27.40	OK	3.0	39.27	110.22
MX8	2	3.1	0.24	6.77	0.91	5.98	0.46	12.85	30.28	26.29	3.19	26.40	7.35	1.0	43.98	24.19	OK	3.0	38.55	90.83
MY1	4	2.25	0.14	3.74	0.57	3.12	0.28	3.58	6.51	14.34	1.99	14.41	3.97	1.0	19.36	10.65	OK	3.0	10.73	19.52
MY2	2	6.65	0.14	7.83	1.22	7.52	0.61	16.35	41.20	31.01	4.28	31.16	9.36	1.0	54.60	30.03	OK	3.0	49.05	123.60
MY3	4	3	0.14	6.43	1.13	4.77	0.56	5.63	11.95	24.05	3.95	24.19	6.46	1.0	26.96	14.83	OK	3.0	16.89	35.84
MY4	4	3.3	0.14	5.67	1.06	4.82	0.53	6.24	13.50	21.84	3.70	21.97	6.41	1.0	28.59	15.73	OK	3.0	18.71	40.50
MY5	4	3.15	0.14	5.70	1.21	5.04	0.61	6.39	13.41	22.14	4.25	22.29	6.86	1.0	27.60	15.18	OK	3.0	19.17	40.22
MY6	4	1.2	0.24	3.24	0.63	3.08	0.32	2.27	3.51	12.81	2.22	12.89	4.04	0.8	14.35	7.89	OK	3.0	6.81	10.53
MY7	2	5.95	0.14	7.26	1.17	6.83	0.58	16.97	36.71	28.61	4.09	28.75	8.58	1.0	49.05	26.98	OK	2.9	49.05	106.13
MY8	2	2.5	0.14	4.50	0.83	3.71	0.42	5.41	9.72	17.22	2.91	17.33	4.96	1.0	21.82	12.00	OK	3.0	16.23	29.15

- Los muros del piso 1 no se agrietan por corte ante el sismo moderado ($V_e < 0.55 V_m$).
- $\Sigma V_{mx} = 724.83 \text{ ton} > V_{Ex} = 409.79 \text{ ton}$ ($\Sigma V_{mx} = 1.77 V_{Ex} < 3 V_{Ex}$) -----> Resistencia global Ok.
 $\Sigma V_{my} = 718.42 \text{ ton} > V_{Ey} = 409.79 \text{ ton}$ ($\Sigma V_{my} = 1.75 V_{Ey} < 3 V_{Ey}$) -----> Resistencia global Ok.

b) PISO 2 ---- SISMO EN XX – YY

FUERZAS INTERNAS - PISO 2														SISMO MODERADO				SISMO SEVERO		
MURO	Cant	L m	t m	Piso Típico		Azotea		Ve tnf	Me tnf.m	PD tnf	PV tnf	PG tnf	PM tnf	α []	Vm tnf	0.55 Vm tnf	CORTE []	Vm/Ve	Vu tnf	Mu tnf.m
				CM tnf	CV tnf	CM tnf	CV tnf													
MX1	2	3.5	0.24	7.94	1.14	7.19	0.57	8.10	20.36	23.07	2.84	23.78	25.91	1.0	48.27	26.55	OK	3.0	24.30	61.08
MX2	2	4.2	0.24	8.63	1.40	8.28	0.70	13.92	32.22	25.53	3.50	26.40	29.02	1.0	57.43	31.59	OK	3.0	41.76	96.66
MX3	4	1.45	0.24	5.45	0.86	3.86	0.43	1.71	2.85	14.77	2.14	15.31	16.91	0.9	18.95	10.42	OK	3.0	5.13	8.55
MX4	4	1.75	0.14	4.91	0.59	2.82	0.29	3.18	4.58	12.63	1.47	13.00	14.11	1.0	15.47	8.51	OK	3.0	9.54	13.74
MX5	4	1.8	0.24	3.89	0.93	3.66	0.46	3.11	5.35	11.43	2.31	12.01	13.74	1.0	24.77	13.62	OK	3.0	9.33	16.05
MX6	4	2	0.14	4.48	0.85	3.53	0.43	4.95	5.17	12.48	2.13	13.02	14.62	1.0	17.26	9.49	OK	3.0	14.85	15.51
MX7	2	3.5	0.24	7.78	1.07	7.05	0.53	9.63	23.94	22.62	2.67	23.29	25.29	1.0	48.15	26.48	OK	3.0	28.89	71.82
MX8	2	3.1	0.24	6.77	0.91	5.98	0.46	9.39	20.32	19.52	2.28	20.09	21.80	1.0	42.53	23.39	OK	3.0	28.17	60.96
	0																			
MY1	4	2.25	0.14	3.74	0.57	3.12	0.28	2.64	4.64	10.60	1.42	10.95	12.02	1.0	18.57	10.21	OK	3.0	7.92	13.92
MY2	2	6.65	0.14	7.83	1.22	7.52	0.61	11.68	26.14	23.18	3.06	23.94	26.24	1.0	52.94	29.12	OK	3.0	35.04	78.42
MY3	4	3	0.14	6.43	1.13	4.77	0.56	4.15	8.28	17.62	2.82	18.33	20.45	1.0	25.62	14.09	OK	3.0	12.45	24.84
MY4	4	3.3	0.14	5.67	1.06	4.82	0.53	4.59	9.32	16.17	2.64	16.83	18.81	1.0	27.41	15.08	OK	3.0	13.77	27.96
MY5	4	3.15	0.14	5.70	1.21	5.04	0.61	4.68	9.06	16.44	3.03	17.20	19.47	1.0	26.42	14.53	OK	3.0	14.04	27.18
MY6	4	1.2	0.24	3.24	0.63	3.08	0.32	1.63	2.78	9.57	1.59	9.96	11.16	0.7	12.62	6.94	OK	3.0	4.89	8.34
MY7	2	5.95	0.14	7.26	1.17	6.83	0.58	12.06	24.01	21.35	2.92	22.08	24.27	1.0	47.52	26.14	OK	3.0	36.18	72.03
MY8	2	2.5	0.14	4.50	0.83	3.71	0.42	3.94	6.82	12.72	2.08	13.24	14.80	1.0	20.88	11.48	OK	3.0	11.82	20.46

- Los muros del piso 2 no se agrietan por corte ante el sismo moderado ($V_e < 0.55 V_m$).
- $\Sigma V_{mx} = 660.67 \text{ ton} > V_{Ex} = 368.81 \text{ ton}$ ($\Sigma V_{mx} = 1.89 V_{Ex} < 3 V_{Ex}$) -----> Resistencia global Ok.
 - $\Sigma V_{my} = 644.69 \text{ ton} > V_{Ey} = 368.81 \text{ ton}$ ($\Sigma V_{my} = 1.86 V_{Ey} < 3 V_{Ey}$) -----> Resistencia global Ok.
- Los muros del piso 2 no se agrietan por corte ante el sismo severo ($V_u < V_m$).

c) PISO 3 ---- SISMO EN XX – YY

FUERZAS INTERNAS - PISO 3														SISMO MODERADO				SISMO SEVERO		
MURO	Cant	L m	t m	Piso Típico		Azotea		Ve tnf	Me tnf.m	PD tnf	PV tnf	PG tnf	PM tnf	α []	Vm tnf	0.55 Vm tnf	CORTE []	Vm/Ve	Vu tnf	Mu tnf.m
				CM tnf	CV tnf	CM tnf	CV tnf													
MX1	2	3.5	0.24	7.94	1.14	7.19	0.57	5.12	1.28	15.13	1.70	15.56	16.84	1.0	46.38	25.51	OK	3.0	15.35	3.83
MX2	2	4.2	0.24	8.63	1.40	8.28	0.70	8.27	5.70	16.90	2.10	17.43	19.00	1.0	55.37	30.45	OK	3.0	24.81	17.10
MX3	4	1.45	0.24	5.45	0.86	3.86	0.43	1.07	1.67	9.32	1.29	9.64	10.60	0.9	18.69	10.28	OK	3.0	3.21	5.01
MX4	4	1.75	0.14	4.91	0.59	2.82	0.29	2.34	2.56	7.73	0.88	7.95	8.61	1.0	14.31	7.87	OK	3.0	7.01	7.67
MX5	4	1.8	0.24	3.89	0.93	3.66	0.46	2.05	4.12	7.54	1.39	7.89	8.93	0.9	21.50	11.83	OK	3.0	6.14	12.35
MX6	4	2	0.14	4.48	0.85	3.53	0.43	4.95	2.93	8.01	1.28	8.33	9.29	1.0	16.18	8.90	OK	3.0	14.85	8.79
MX7	2	3.5	0.24	7.78	1.07	7.05	0.53	6.17	11.14	14.84	1.60	15.24	16.44	1.0	46.30	25.47	OK	3.0	18.51	33.42
MX8	2	3.1	0.24	6.77	0.91	5.98	0.46	5.93	10.37	12.75	1.37	13.09	14.12	1.0	40.92	22.50	OK	3.0	17.79	31.10
	0									0.00	0.00	0.00	0.00							
MY1	4	2.25	0.14	3.74	0.57	3.12	0.28	1.71	2.78	6.86	0.85	7.07	7.71	1.0	17.68	9.72	OK	3.0	5.12	8.33
MY2	2	6.65	0.14	7.83	1.22	7.52	0.61	7.01	11.08	15.35	1.84	15.81	17.19	1.0	51.07	28.09	OK	3.0	21.03	33.24
MY3	4	3	0.14	6.43	1.13	4.77	0.56	2.67	4.62	11.20	1.69	11.62	12.89	1.0	24.07	13.24	OK	3.0	8.01	13.85
MY4	4	3.3	0.14	5.67	1.06	4.82	0.53	2.95	5.14	10.50	1.59	10.89	12.08	1.0	26.04	14.32	OK	3.0	8.84	15.42
MY5	4	3.15	0.14	5.70	1.21	5.04	0.61	2.97	4.72	10.74	1.82	11.20	12.56	1.0	25.04	13.77	OK	3.0	8.91	14.15
MY6	4	1.2	0.24	3.24	0.63	3.08	0.32	0.99	2.05	6.33	0.95	6.56	7.28	0.6	10.01	5.51	OK	3.0	2.97	6.15
MY7	2	5.95	0.14	7.26	1.17	6.83	0.58	7.16	11.32	14.09	1.75	14.52	15.84	1.0	45.78	25.18	OK	3.0	21.47	33.95
MY8	2	2.5	0.14	4.50	0.83	3.71	0.42	2.47	3.93	8.22	1.25	8.53	9.46	1.0	19.79	10.89	OK	3.0	7.41	11.78

- Los muros del piso 3 no se agrietan por corte ante el sismo moderado ($V_e < 0.55 V_m$).
- $\Sigma V_{mx} = 698.56 \text{ ton} > V_{Ex} = 286.85 \text{ ton}$ ($\Sigma V_{mx} = 2.43 V_{Ex} < 3 V_{Ex}$) -----> Resistencia global Ok.
 - $\Sigma V_{my} = 685.21 \text{ ton} > V_{Ey} = 286.85 \text{ ton}$ ($\Sigma V_{my} = 2.39 V_{Ey} < 3 V_{Ey}$) -----> Resistencia global Ok.
- Los muros del piso 3 no se agrietan por corte ante el sismo severo ($V_u < V_m$).

8.3 DISEÑO DE LOS MUROS AGRIETADOS POR CORTE

Se admite que, ante la acción del sismo severo, todos los muros del primer piso fallan por corte. Además, cada dirección se diseña en forma independiente, en este diseño solo se considerara el diseño de los muros más esforzados X-1, X-2, Y-2 y Y-7.

Por otro lado, a fin de facilitar el proceso constructivo, se tratará de reducir y uniformizar la cantidad de columnas de confinamiento.

El diseño de los muros se está realizando con un programa realizado en Excel, donde solo habrá necesidad de ingresar los datos para obtener el diseño final.

- Muro X-1:

Diseño de Viga Solera

Factor de reducción por tracción

$$f = 0.9$$

Tracción en solera

$$T_s = 12.4 \text{ tnf}$$

Acero en viga Solera

$$A_{vs} = 3.27 \text{ cm}^2$$

Diámetro de varilla

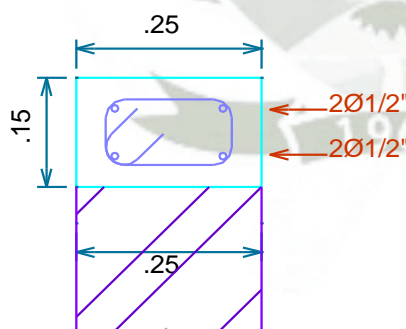
$$\phi 1/2 \quad 1.29 \text{ cm}^2$$

Numero de varillas

3

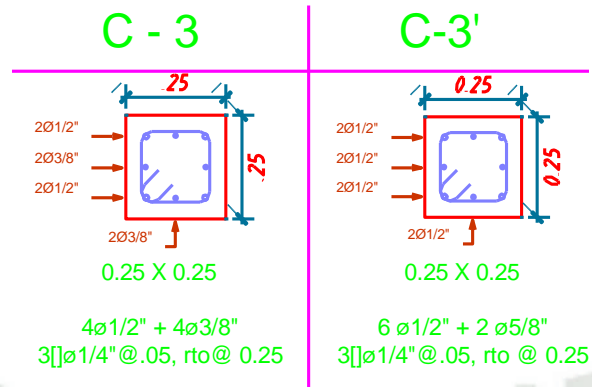
NOTA: Colocar estribaje mínimo: 1@0.05, 4@0.10, rto@0.25

VS2



MURO X-1 PISO 1				
Descripción	UND	VAR		
Longitud de paños	m		1.75	1.75
Numero de columna			1	2
Ubicación de columnas			EXT	INT
Peralte de columna	cm	d =	25	25
Ancho de columna	cm	t =	25	25
Area de columna	cm ²	A _c =	625	625
Ubicación horizontal de columnas	m	x ₁ =	0.00	1.75
Primer momento del area	m.cm ²	M _A =	0	1093.8
Ubicación del centroide	m	CG =		
Distancia de centroide a eje de columnas	m	y _i =	1.75	0.00
	m ²	y _i ² =	3.06	0.00
Fuerza axial en cada columna por el M	tnf	Fi =	16.50	0.00
Fuerza Cortante	tnf	Vc =	9.27	6.18
Tracción	tnf	T =	13.42	31.54
Compresión	tnf	C =	19.58	-14.23
Diseño por Corte Fricción y Tracción Combinada				
Factor de reduccion compresion	f =	0.85		
Factor de juntas	m =	1		
Area requerida cf	cm ²	A _{cf1} =	260	173
Area minima cf	cm ²	A _{cf2} =	480	480
Area por corte fricción	cm ²	A _{cf} =	480	480
Peralte requerido por cf	cm	d _{cf} =	19	19
Chequeo de peralte corte fricción			OK	OK
Acero por Corte Friccion	cm ²	A _{sf} =	2.60	1.73
Acero por Traccion	cm ²	A _{ct} =	3.76	8.84
Area de acero requerido	cm ²	A _{sr} =	6.36	10.57
Area de acero minima	cm ²	A _{s min} =	3.13	3.13
Arera de acero diseñado	cm ²	A _s =	6.36	10.57
Numero de varillas	∅1/2	1.29	5	9
Diseño por compresion				
Estrivos (0.7) Zunchos (0.75)	f =	0.7		
Sin muros transversales (0.8) con muros t (1)	d =	1		
Area de Nucleo Requerido	cm ²	A _{nr} =	13	-352
Espesor de nucleo	cm	t _n =	21	21
Peralte requerido por compresion	cm	d _c =	5	-13
Chequeo de peralte corte fricción			OK	OK
Area de nucleo	cm ²	A _n =	441	441
Diseño de estribos				
Numero de varillas	∅1/4	0.32		
Espaciamiento S1	cm	s ₁ =	4.9	4.9
Espaciamiento S2	cm	s ₂ =	5.1	5.1
Espaciamiento S3	cm	s ₃ =	6.3	6.3
NOTA: Espaciar en 45cm o en	cm		37.5	37.5

Se obtuvo para las columnas:



- Muro X-2:

Diseño de Viga Solera

Factor de reducción por tracción

$f = 0.9$

Tracción en solera

$T_s = 14.9 \text{ tnf}$

Acero en viga Solera

$A_{vs} = 3.93 \text{ cm}$

Diámetro de varilla

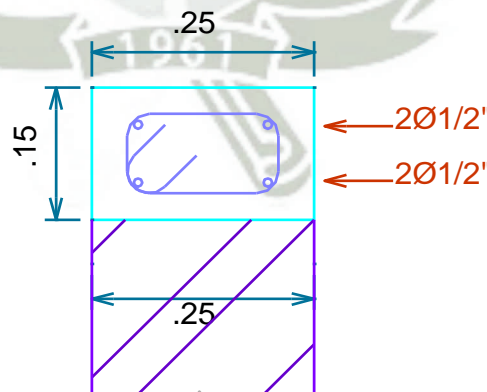
$\phi 1/2 \quad 1.29 \text{ cm}^2$

Numero de varillas

4

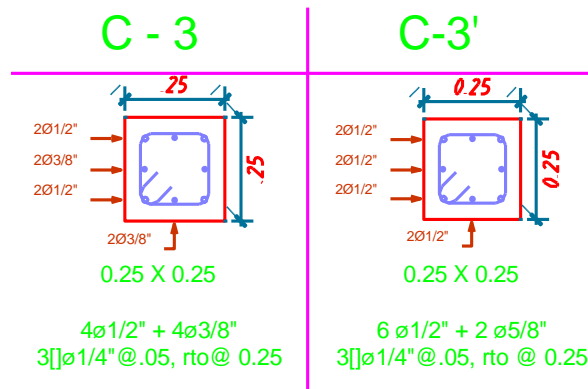
NOTA: Colocar estribaje mínimo: 1@0.05, 4@0.10, rto@0.25

VS2



MURO X-2 PISO 1					
Descripción	UND	VAR			
Longitud de paños	m		2.10	2.10	0.00
Numero de columna			1	2	3
Ubicación de columnas			EXT	INT	EXT
Peralte de columna	cm	d =	25	25	25
Ancho de columna	cm	t =	25	25	25
Area de columna	cm ²	A _c =	625	625	625
Ubicación horizontal de columnas	m	x _i =	0.00	2.10	4.20
Primer momento del area	m.cm ²	M _A =	0	1312.5	2625
Ubicación del centroide	m	CG =			
Distancia de centroide a eje de columnas	m	y _i =	2.10	0.00	2.10
	m ²	y _i ² =	4.41	0.00	4.41
Fuerza axial en cada columna por el M	tnf	F _i =	24.60	0.00	24.60
Fuerza Cortante	tnf	V _c =	11.16	7.44	11.16
Tracción	tnf	T =	12.81	22.91	12.81
Compresión	tnf	C =	36.40	-5.56	36.40
Diseño por Corte Fricción y Tracción Combinada					
Factor de reduccion compresion	f =		0.85		
Factor de juntas	m =		1		
Area requerida cf	cm ²	A _{cf1} =	312	208	312
Area minima cf	cm ²	A _{cf2} =	480	480	480
Area por corte fricción	cm ²	A _{cf} =	480	480	480
Peralte requerido por cf	cm	d _{cf} =	19	19	19
Chequeo de peralte corte friccion			OK	OK	OK
Acero por Corte Friccion	cm ²	A _{sf} =	3.12	2.08	3.12
Acero por Traccion	cm ²	A _{ct} =	3.59	6.42	3.59
Area de acero requerido	cm ²	A _{sr} =	6.71	8.50	6.71
Area de acero minima	cm ²	A _{s,min} =	3.13	3.13	3.13
Arera de acero diseñado	cm ²	A _s =	6.71	8.50	6.71
Numero de varillas	∅1/2	1.29	6	7	6
Diseño por compresion					
Estrivos (0.7) Zunchos (0.75)	f =		0.7		
Sin muros transversales (0.8) con muros t (1)	d =		1		
Area de Nucleo Requerido	cm ²	A _{nr} =	140	-236	140
Espesor de núcleo	cm	t _n =	21	21	21
Peralte requerido por compresion	cm	d _c =	11	-7	11
Chequeo de peralte corte friccion			OK	OK	OK
Area de nucleo	cm ²	A _n =	441	441	441
Diseño de estribos					
Numero de varillas	∅1/4	0.32			
Espaciamiento S1	cm	s ₁ =	4.9	4.9	4.9
Espaciamiento S2	cm	s ₂ =	5.1	5.1	5.1
Espaciamiento S3	cm	s ₃ =	6.3	6.3	6.3
NOTA: Espaciar en 45cm o en	cm		37.5	37.5	37.5

Se obtuvo para las columnas:



- Muro Y-2:

Diseño de Viga Solera

Factor de reducción por tracción

$f = 0.9$

Tracción en solera

$T_s = 13.7 \text{ tnf}$

Acero en viga Solera

$A_{vs} = 3.63 \text{ cm}$

Diametro de varilla

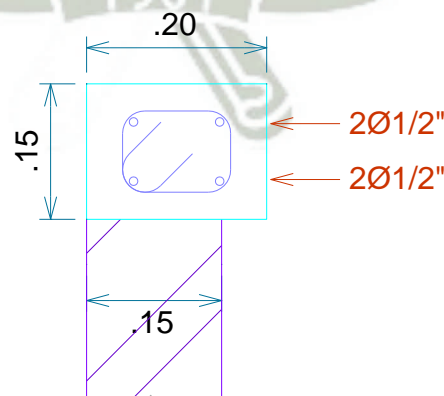
$\phi 1/2 \quad 1.29 \text{ cm}^2$

Numero de varillas

3

NOTA: Colocar estribaje mínimo: 1@0.05, 4@0.10, rto@0.25

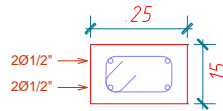
VS1



MURO Y-2 PISO 1					
Descripción	UND	VAR			
Longitud de paños	m		3.33	3.33	0.00
Numero de columna			1	2	3
Ubicación de columnas			EXT	INT	EXT
Peralte de columna	cm	d =	25	25	25
Ancho de columna	cm	t =	15	15	15
Area de columna	cm ²	A _c =	375	375	375
Ubicación horizontal de columnas	m	x _i =	0.00	3.33	6.65
Primer momento del area	m.cm ²	M _A =	0	1246.9	2494
Ubicación del centroide	m	CG =			
Distancia de centroide a eje de columnas	m	y _i =	3.33	0.00	3.33
	m ²	y _i ² =	11.06	0.00	11.06
Fuerza axial en cada columna por el M	tnf	F _i =	8.49	0.00	8.49
Fuerza Cortante	tnf	V _c =	10.28	6.85	10.28
Tracción	tnf	T =	-2.20	9.50	-2.20
Compresión	tnf	C =	19.18	0.60	19.18
Diseño por Corte Fricción y Tracción Conbinada					
Factor de reduccion compresion		f =	0.85		
Factor de juntas		m =	1		
Area requerida cf	cm ²	A _{cf1} =	288	192	288
Area minima cf	cm ²	A _{cf2} =	280	280	280
Area por corte fricción	cm ²	A _{cf} =	288	280	288
Peralte requerido por cf	cm	d _{cf} =	19	19	19
Chequeo de peralte corte friccion			OK	OK	OK
Acero por Corte Friccion	cm ²	A _{sf} =	2.88	1.92	2.88
Acero por Tracción	cm ²	A _{ct} =	-0.62	2.66	-0.62
Area de acero requerido	cm ²	A _{sr} =	2.26	4.58	2.26
Area de acero minima	cm ²	A _{s min} =	2.00	2.00	2.00
Arera de acero diseñado	cm ²	A _s =	2.26	4.58	2.26
Numero de varillas	∅1/2	1.29	2	4	2
Diseño por compresion					
Estrivos (0.7) Zunchos (0.75)		f =	0.7		
Sin muros transversales (0.8) con muros t (1)		d =	1		
Area de Nucleo Requerido	cm ²	A _{nr} =	103	-98	103
Espesor de nucleo	cm	t _n =	11	11	11
Peralte requerido por compresion	cm	d _c =	13	-5	13
Chequeo de peralte corte friccion			OK	OK	OK
Area de nucleo	cm ²	A _n =	231	231	231
Diseño de estribos					
Numero de varillas	∅1/4	0.32			
Espaciamiento S1	cm	s ₁ =	6.2	6.2	6.2
Espaciamiento S2	cm	s ₂ =	9.7	9.7	9.7
Espaciamiento S3	cm	s ₃ =	6.3	6.3	6.3
NOTA: Espaciar en 45cm o en	cm		37.5	37.5	37.5

Se obtuvo para las columnas:

C-1



0.25 X 0.15

4Ø1/2"
3[Ø1/4" @ .05, rto @ 0.25

- Muro Y-7:

Diseño de Viga Solera

Factor de reducción por tracción

$$f = 0.9$$

Tracción en solera

$$T_s = 17.3 \text{ tnf}$$

Acero en viga Solera

$$A_{Vs} = 4.57 \text{ cm}^2$$

Diámetro de varilla

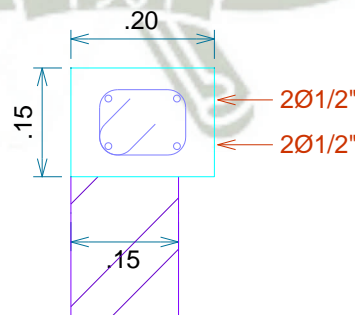
$$\phi 1/2 \quad 1.29 \text{ cm}^2$$

Numero de varillas

4

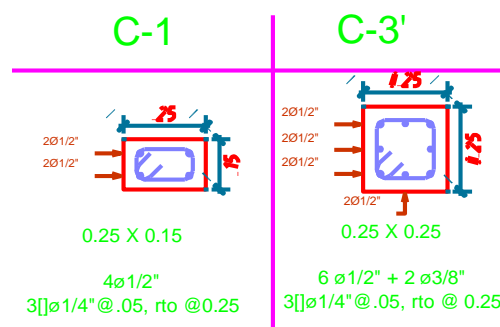
NOTA: Colocar estribaje mínimo: 1@0.05, 4@0.10, rto@0.25

VS1



MURO Y-7 PISO 1					
Descripción	UND	VAR			
Longitud de paños	m		4.18	1.78	0.00
Numero de columna			1	2	3
Ubicación de columnas			EXT	INT	EXT
Peralte de columna	cm	d =	25	25	25
Ancho de columna	cm	t =	25	25	15
Area de columna	cm ²	A _c =	625	625	375
Ubicación horizontal de columnas	m	x _i =	0.00	4.18	5.95
Primer momento del area	m.cm ²	M _A =	0	2609.4	2231
Ubicación del centroide	m	CG =			
Distancia de centroide a eje de columnas	m	y _i =	2.98	1.20	2.97
	m ²	y _i ² =	8.87	1.43	8.83
Fuerza axial en cada columna por el M	tnf	Fi =	7.20	2.89	7.18
Fuerza Cortante	tnf	Vc =	12.96	8.64	12.96
Tracción	tnf	T =	-2.68	13.30	-2.70
Compresión	tnf	C =	17.07	2.63	17.06
Diseño por Corte Fricción y Tracción Combinada					
Factor de reduccion compresion	f =		0.85		
Factor de juntas	m =		1		
Area requerida cf	cm ²	A _{cf1} =	363	242	363
Area minima cf	cm ²	A _{cf2} =	280	280	280
Area por corte fricción	cm ²	A _{cf} =	363	280	363
Peralte requerido por cf	cm	d _{cf} =	15	11	24
Chequeo de peralte corte fricción			OK	OK	OK
Acero por Corte Friccion	cm ²	A _{sf} =	3.63	2.42	3.63
Acero por Traccion	cm ²	A _{ct} =	-0.75	3.72	-0.76
Area de acero requerido	cm ²	A _{sr} =	2.88	6.14	2.88
Area de acero minima	cm ²	A _{s min} =	3.13	3.13	2.00
Arera de acero diseñado	cm ²	A _s =	3.13	6.14	2.88
Numero de varillas	∅1/2	1.29	3	5	3
Diseño por compresion					
Estrivos (0.7) Zunchos (0.75)	f =		0.7		
Sin muros transversales (0.8) con muros t (1)	d =		1		
Area de Nucleo Requerido	cm ²	A _{nr} =	66	-117	72
Espesor de nucleo	cm	t _n =	21	21	11
Peralte requerido por compresion	cm	d _c =	7	-2	11
Chequeo de peralte corte fricción			OK	OK	OK
Area de nucleo	cm ²	A _n =	441	441	231
Diseño de estribos					
Numero de varillas	∅1/4	0.32			
Espaciamiento S1	cm	s ₁ =	4.9	4.9	6.2
Espaciamiento S2	cm	s ₂ =	5.1	5.1	9.7
Espaciamiento S3	cm	s ₃ =	6.3	6.3	6.3
NOTA: Espaciar en 45cm o en	cm		37.5	37.5	37.5

Se obtuvo para las columnas:



8.4 REFUERZO HORIZONTAL DE LOS MUROS AGRIETADOS:

De acuerdo a lo indicado por Norma E.070, se requiere colocar refuerzos horisontales, en todos los muros del 1er nivel, por ser una edificación mayor a 3 niveles:

Del mismo modo se colocara refuerzo en los muros del 2do y 3er nivel, ya que el esfuerzo a compresión axial producido por la carga gravitacional es mayor que $0.005f'm$.

Para muros $t = 14$ cm

- $r = A_s / (s t) = 0.001$. → considerando acero de 8 mm cada 3 hiladas

Para muros $t = 0.24$

- $r = A_s / (s t) = 0.001$. → considerando acero de 8 mm cada 2 hiladas.
- **Muro X-1:**

Diseño de Viga Solera

Factor de reducción por tracción

$$f = 0.9$$

Tracción en solera

$$T_s = 12.1 \text{ tnf}$$

Acero en viga Solera

$$A_{vs} = 3.19 \text{ cm}$$

Diámetro de varilla

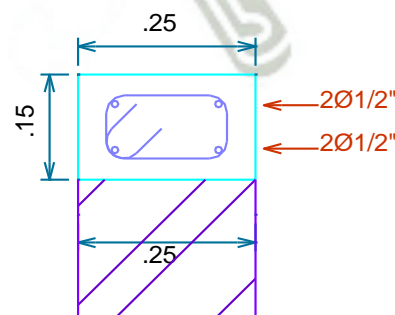
$$\phi 1/2 \quad 1.29 \text{ cm}^2$$

Numero de varillas

3

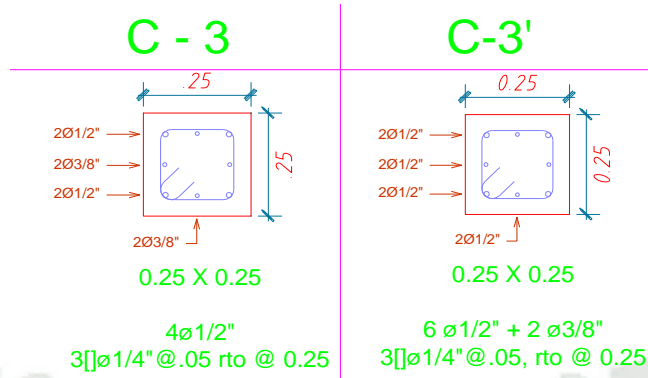
NOTA: Colocar estribaje mínimo: 1@0.05, 4@0.10, rto@0.25

VS2



MURO X-1 PISO 2					
Descripción	UND	VAR			
Longitud de paños	m		1.75	1.75	0.00
Numero de columna			1	2	3
Ubicación de columnas			EXT	INT	EXT
Peralte de columna	cm	d =	25	25	25
Ancho de columna	cm	t =	25	25	25
Area de columna	cm ²	A _c =	625	625	625
Ubicación horizontal de columnas	m	x _i =	0.00	1.75	3.50
Primer momento del area	m.cm ²	M _A =	0	1093.8	2188
Ubicación del centroide	m	CG =			
Distancia de centroide a eje de columnas	m	y _i =	1.75	0.00	1.75
	m ²	y _i ² =	3.06	0.00	3.06
Fuerza axial en cada columna por el M	tnf	Fi =	0.56	0.00	0.56
Fuerza Cortante	tnf	V _c =	9.05	6.03	9.05
Tracción	tnf	T =	-7.37	25.86	-7.37
Compresión	tnf	C =	8.49	-8.97	8.49
Diseño por Corte Fricción y Tracción Combinada					
Factor de reduccion compresion	f =		0.85		
Factor de juntas	m =		1		
Area requerida cf	cm ²	A _{cf1} =	254	169	254
Area mínima cf	cm ²	A _{cf2} =	480	480	480
Area por corte fricción	cm ²	A _{cf} =	480	480	480
Peralte requerido por cf	cm	d _{cf} =	19	19	19
Chequeo de peralte corte friccion			OK	OK	OK
Acero por Corte Friccion	cm ²	A _{sf} =	2.54	1.69	2.54
Acero por Traccion	cm ²	A _{ct} =	-2.06	7.24	-2.06
Area de acero requerido	cm ²	A _{sr} =	0.47	8.93	0.47
Area de acero minima	cm ²	A _{s min} =	3.13	3.13	3.13
Arera de acero diseñado	cm ²	A _s =	3.13	8.93	3.13
Numero de varillas	∅1/2		1.29	3	7
Diseño por compresion					
Estrivos (0.7) Zunchos (0.75)	f =		0.7		
Sin muros transversales (0.8)	d =		1		
Area de Nucleo Requerido	cm ²	A _{nr} =	-2	-273	-2
Espesor de nucleo	cm	t _n =	21	21	21
Peralte requerido por compresion	cm	d _c =	4	-9	4
Chequeo de peralte corte friccion			OK	OK	OK
Area de nucleo	cm ²	A _n =	441	441	441
Diseño de estribos					
Numero de varillas	∅1/4		0.32		
Espaciamento S1	cm	s ₁ =	4.9	4.9	4.9
Espaciamento S2	cm	s ₂ =	5.1	5.1	5.1
Espaciamento S3	cm	s ₃ =	6.3	6.3	6.3
NOTA: Espaciar en 45cm o en	cm		37.5	37.5	37.5

Se obtuvo para las columnas:



• **Muro X-2:**

Diseño de Viga Solera

Factor de reducción por tracción

$f = 0.9$

Tracción en solera

$T_s = 14.4 \text{ tnf}$

Acero en viga Solera

$A_{vs} = 3.80 \text{ cm}$

diámetro de varilla

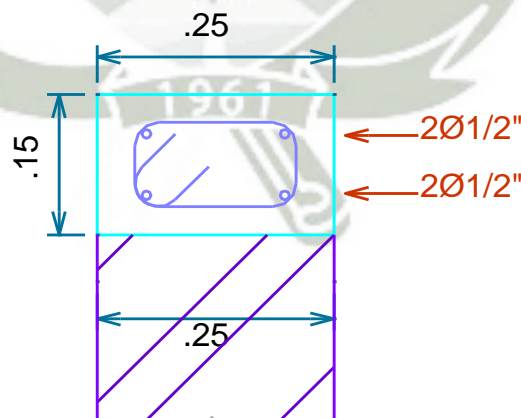
$\phi 1/2 \quad 1.29 \text{ cm}^2$

Numero de varillas

3

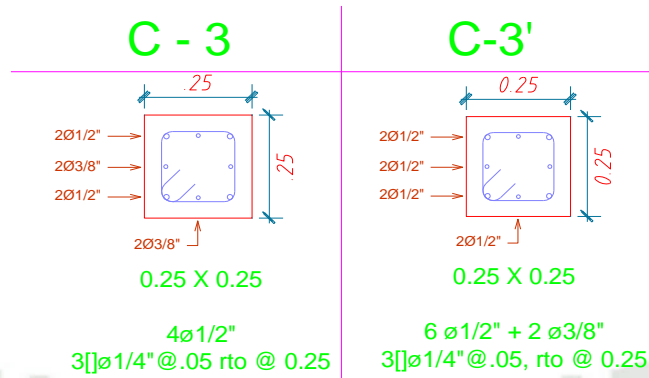
NOTA: Colocar estribaje mínimo: 1@0.05, 4@0.10, rto@0.25

VS2



MURO X-2 PISO 2					
Descripción	UND	VAR			
Longitud de paños	<i>m</i>		2.10	2.10	0.00
Numero de columna			1	2	3
Ubicación de columnas			EXT	INT	EXT
Peralte de columna	<i>cm</i>	<i>d</i> =	25	25	25
Ancho de columna	<i>cm</i>	<i>t</i> =	25	25	25
Area de columna	<i>cm</i> ²	<i>A_c</i> =	625	625	625
Ubicación horizontal de columnas	<i>m</i>	<i>x_i</i> =	0.00	2.10	4.20
Primer momento del area	<i>m.cm</i> ²	<i>M_A</i> =	0	1312.5	2625
Ubicación del centroide	<i>m</i>	<i>CG</i> =			
Distancia de centroide a eje de columnas	<i>m</i>	<i>y_i</i> =	2.10	0.00	2.10
	<i>m</i> ²	<i>y_i</i> ² =	4.41	0.00	4.41
Fuerza axial en cada columna por el M	<i>tnf</i>	<i>F_i</i> =	6.26	0.00	6.26
Fuerza Cortante	<i>tnf</i>	<i>V_c</i> =	10.77	7.18	10.77
Tracción	<i>tnf</i>	<i>T</i> =	-2.54	24.70	-2.54
Compresión	<i>tnf</i>	<i>C</i> =	15.06	-7.95	15.06
Diseño por Corte Fricción y Tracción Combinada					
Factor de reduccion compresion	<i>f</i> =		0.85		
Factor de juntas	<i>m</i> =		1		
Area requerida cf	<i>cm</i> ²	<i>A_{cf1}</i> =	302	201	302
Area minima cf	<i>cm</i> ²	<i>A_{cf2}</i> =	480	480	480
Area por corte fricción	<i>cm</i> ²	<i>A_{cf}</i> =	480	480	480
Peralte requerido por cf	<i>cm</i>	<i>d_{cf}</i> =	19	19	19
Chequeo de peralte corte friccion			OK	OK	OK
Acero por Corte Friccion	<i>cm</i> ²	<i>A_{sf}</i> =	3.02	2.01	3.02
Acero por Traccion	<i>cm</i> ²	<i>A_{ct}</i> =	-0.71	6.92	-0.71
Area de acero requerido	<i>cm</i> ²	<i>A_{sr}</i> =	2.31	8.93	2.31
Area de acero minima	<i>cm</i> ²	<i>A_{s min}</i> =	3.13	3.13	3.13
Arera de acero diseñado	<i>cm</i> ²	<i>A_s</i> =	3.13	8.93	3.13
Numero de varillas	$\phi 1/2$	1.29	3	7	3
Diseño por compresion					
Estrivos (0.7) Zunchos (0.75)	<i>f</i> =		0.7		
Sin muros transversales (0.8)	<i>d</i> =		1		
Area de Nucleo Requerido	<i>cm</i> ²	<i>A_{nr}</i> =	50	-265	50
Espesor de nucleo	<i>cm</i>	<i>t_n</i> =	21	21	21
Peralte requerido por compresion	<i>cm</i>	<i>d_c</i> =	6	-9	6
Chequeo de peralte corte friccion			OK	OK	OK
Area de nucleo	<i>cm</i> ²	<i>A_n</i> =	441	441	441
Diseño de estribos					
Numero de varillas	$\phi 1/4$	0.32			
Espaciamento S1	<i>cm</i>	<i>s₁</i> =	4.9	4.9	4.9
Espaciamento S2	<i>cm</i>	<i>s₂</i> =	5.1	5.1	5.1
Espaciamento S3	<i>cm</i>	<i>s₃</i> =	6.3	6.3	6.3
NOTA: Espaciar en 45cm o en	<i>cm</i>		37.5	37.5	37.5

Se obtuvo para las columnas:



• Muro Y-2

Diseño de Viga Solera

Factor de reducción por tracción

$f = 0.9$

Tracción en solera

$T_s = 13.2 \text{ tnf}$

Acero en viga Solera

$A_{vs} = 3.50 \text{ cm}$

Diametro de varilla

$\phi 1/2$

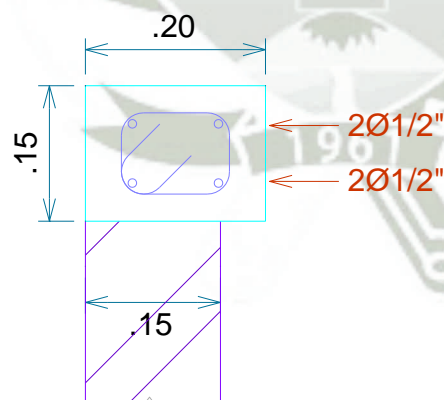
1.29 cm^2

Numero de varillas

3

NOTA: Colocar estribaje mínimo: 1@0.05, 4@0.10, rto@0.25.

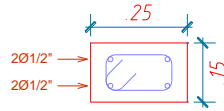
VS1



MURO Y-2 PISO 2					
Descripción	UND	VAR			
Longitud de paños	m		3.33	3.33	0.00
Numero de columna			1	2	3
Ubicación de columnas			EXT	INT	EXT
Peralte de columna	cm	d =	25	25	25
Ancho de columna	cm	t =	15	15	15
Area de columna	cm ²	A _c =	375	375	375
Ubicación horizontal de columnas	m	x _i =	0.00	3.33	6.65
Primer momento del area	m.cm ²	M _A =	0	1246.9	2494
Ubicación del centroide	m	CG =			
Distancia de centroide a eje de columnas	m	y _i =	3.33	0.00	3.33
	m ²	y _i ² =	11.06	0.00	11.06
Fuerza axial en cada columna por el M	tnf	Fi =	2.04	0.00	2.04
Fuerza Cortante	tnf	Vc =	9.93	6.62	9.93
Tracción	tnf	T =	-5.94	11.52	-5.94
Compresión	tnf	C =	10.02	-1.77	10.02
Diseño por Corte Fricción y Tracción Combinada					
Factor de reducción compresion	f =		0.85		
Factor de juntas	m =		1		
Area requerida cf	cm ²	A _{cf1} =	278	185	278
Area minima cf	cm ²	A _{cf2} =	280	280	280
Area por corte fricción	cm ²	A _{cf} =	280	280	280
Peralte requerido por cf	cm	d _{cf} =	19	19	19
Chequeo de peralte corte friccion			OK	OK	OK
Acero por Corte Friccion	cm ²	A _{sf} =	2.78	1.85	2.78
Acero por Traccion	cm ²	A _{ct} =	-1.66	3.23	-1.66
Area de acero requerido	cm ²	A _{sr} =	1.12	5.08	1.12
Area de acero minima	cm ²	A _{s min} =	2.00	2.00	2.00
Arera de acero diseñado	cm ²	A _s =	2.00	5.08	2.00
Numero de varillas	∅1/2	1.29	2	4	2
Diseño por compresion					
Estrivos (0.7) Zunchos (0.75)	f =		0.7		
Sin muros transversales (0.8)	d =		1		
Area de Nucleo Requerido	cm ²	A _{nr} =	35	-129	35
Espesor de nucleo	cm	t _n =	11	11	11
Peralte requerido por compresion	cm	d _c =	7	-8	7
Chequeo de peralte corte friccion			OK	OK	OK
Area de nucleo	cm ²	A _n =	231	231	231
Diseño de estribos					
Numero de varillas	∅1/4	0.32			
Espaciamento S1	cm	s ₁ =	6.2	6.2	6.2
Espaciamento S2	cm	s ₂ =	9.7	9.7	9.7
Espaciamento S3	cm	s ₃ =	6.3	6.3	6.3
NOTA: Espaciar en 45cm o en	cm		37.5	37.5	37.5

Se obtuvo para las columnas:

C-1



0.25 X 0.15

4Ø1/2"
3[Ø1/4"@.05, rto @0.25

- Muro Y-7

Diseño de Viga Solera

Factor de reducción por tracción

$$f = 0.9$$

Tracción en solera

$$T_s = 16.7 \text{ tnf}$$

Acero en viga Solera

$$A_{vs} = 4.41 \text{ cm}$$

Diámetro de varilla

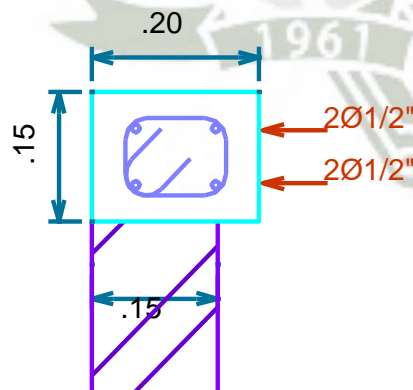
$$\phi 1/2 \quad 1.29 \text{ cm}^2$$

Numero de varillas

4

NOTA: Colocar estribaje mínimo: 1@0.05,4@0.10,rto@0.25

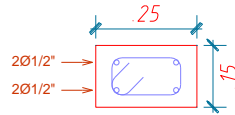
VS1



MURO Y-7 PISO 2					
Descripción	UND	VAR			
Longitud de paños	m		4.18	1.78	0.00
Numero de columna			1	2	3
Ubicación de columnas			EXT	INT	EXT
Peralte de columna	cm	d =	25	25	25
Ancho de columna	cm	t =	25	25	15
Area de columna	cm ²	A _c =	625	625	375
Ubicación horizontal de columnas	m	x _i =	0.00	4.18	5.95
Primer momento del area	m.cm ²	M _A =	0	2609.4	2231
Ubicación del centroide	m	CG =			
Distancia de centroide a eje de columnas	m	y _i =	2.98	1.20	2.97
	m ²	y _i ² =	8.87	1.43	8.83
Fuerza axial en cada columna por el M	tnf	F _i =	2.15	0.86	2.15
Fuerza Cortante	tnf	V _c =	12.50	8.34	12.50
Tracción	tnf	T =	-5.21	13.07	-5.21
Compresión	tnf	C =	9.51	-1.56	9.50
Diseño por Corte Fricción y Tracción Combinada					
Factor de reduccion compresion	f =		0.85		
Factor de juntas	m =		1		
Area requerida cf	cm ²	A _{cf1} =	350	233	350
Area minima cf	cm ²	A _{cf2} =	280	280	280
Area por corte fricción	cm ²	A _{cf} =	350	280	350
Peralte requerido por cf	cm	d _{cf} =	14	11	23
Chequeo de peralte corte fricción			OK	OK	OK
Acero por Corte Friccion	cm ²	A _{sf} =	3.50	2.33	3.50
Acero por Traccion	cm ²	A _{ct} =	-1.46	3.66	-1.46
Area de acero requerido	cm ²	A _{sr} =	2.04	6.00	2.04
Area de acero minima	cm ²	A _{s min} =	3.13	3.13	2.00
Arera de acero diseñado	cm ²	A _s =	3.13	6.00	2.04
Numero de varillas	∅1/2		1.29	3	5
Diseño por compresion					
Estrivos (0.7) Zunchos (0.75)	f =		0.7		
Sin muros transversales (0.8)	d =		1		
Area de Nucleo Requerido	cm ²	A _{nr} =	6	-148	30
Espesor de nucleo	cm	t _n =	21	21	11
Peralte requerido por compresion	cm	d _c =	4	-3	7
Chequeo de peralte corte fricción			OK	OK	OK
Area de nucleo	cm ²	A _n =	441	441	231
Diseño de estribos					
Numero de varillas	∅1/4		0.32		
Espaciamiento S1	cm	s ₁ =	4.9	4.9	6.2
Espaciamiento S2	cm	s ₂ =	5.1	5.1	9.7
Espaciamiento S3	cm	s ₃ =	6.3	6.3	6.3
NOTA: Espaciar en 45cm o en	cm		37.5	37.5	37.5

Se obtuvo para las columnas:

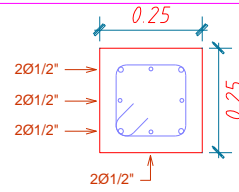
C-1



0.25 X 0.15

4Ø1/2"
3[Ø1/4"@.05, rto @0.25

C-3'



0.25 X 0.25

6 Ø1/2" + 2 Ø3/8"
3[Ø1/4"@.05, rto @ 0.25



CONCLUSIONES

1. De acuerdo a los ensayos de la resistencia a la compresión de la unidad de albañilería (ladrillo), podemos concluir que entre las ladrilleras mecanizadas, la ladrillera Tauro es la que obtuvo mejores resultados 196.97 kg/cm² por lo que este ladrillo es de clase V.
2. De las 5 ladrilleras ensayadas, la ladrillera con menor resistencia a la compresión es la ladrillera Choque (98.59 kg/cm²), sin embargo, las ladrilleras artesanales obtuvieron mejores resultados, Yarabamba (127.10kg/cm²) y alto san Martín (128.95kg/cm²).
3. Para el diseño de una edificación es necesario saber los datos de la resistencia a la compresión axial y la resistencia al corte, con las unidades de albañilería a utilizar (ladrillera), ya que como se ha demostrado no todas las ladrilleras cumplen con los datos recomendados por la normal E070.
4. Las ladrilleras artesanales en estudio son las que muestran, porcentajes de variación dimensional y alabeo más elevados, lo cual puede disminuir la adherencia con el mortero y el ladrillo, al formarse vacíos como especie de cangrejas en las zonas más alabeadas; o incluso puede producir fallas de tracción por flexión en la unidad.
5. De acuerdo a los resultados obtenidos de los ensayos para fines estructurales, se puede desarrollar la siguiente clasificación de acuerdo al tipo de ladrillo según la norma.

CLASIFICACION DE LA UNIDAD PARA FINES ESTRUCTURALES TABLA 1 E070		
LADRILLERAS	CLASIFICACION	DESCRIPCION
CHOQUE	III	Resistencia y durabilidad media. Aptos para construcciones de albañilería de uso general.
DIAMANTE	IV	Resistencia y durabilidad alta. Aptos para construcciones de albañilería en condiciones de servicio riguroso.
TAURO	V	Resistencia y durabilidad muy altas. Aptos para construcciones de albañilería en condiciones de servicio particularmente rigurosas
YARABAMBA	III	Resistencia y durabilidad media. Aptos para construcciones de albañilería de uso general.
ALTO SAN MARTIN	III	Resistencia y durabilidad media. Aptos para construcciones de albañilería de uso general.

6. El nivel de absorción de las 5 ladrilleras ensayadas no supera el 22% indicado en la norma E-070, por lo que podemos concluir que el porcentaje de porosidad de las unidades es bajo y por ende tendrán mayor resistencia al intemperismo.

7. Las ladrilleras industrializadas Diamante y Tauro, son las que tienen resultados más altos de la resistencia al corte y a compresión axial respectivamente. En cuanto a las ladrilleras artesanales la ladrillera de Yarabamba es la que tienen mejores resultados
8. De acuerdo a la estructuración planteada para la edificación y a la evaluación de esfuerzos axiales máximos producido por cargas de gravedad, podemos concluir que las diferentes ladrilleras pueden resistir la siguiente cantidad de niveles:

	LADRILLERAS	# Niveles
INDUSTRIAL	CHOQUE	2
	DIAMANTE	4
	TAURO	4
ARTESANAL	YARABAMBA	2
	ALTO SAN MARTIN	2

Y de acuerdo a lo indicado en la tabla 2 de la norma E070, los resultados están dentro de lo establecido según las limitaciones para fines estructurales, con excepción de la ladrillera Choque, que en este caso siendo una ladrillera industrializada, solo soporta hasta 2 niveles.

*****Ojo los valores obtenidos se han analizado de acuerdo a una sola estructuración planteada, por lo que en caso se requiera construir más pisos se puede variar la estructuración, por ejemplo: a los muros que no han pasado el esfuerzo axial máximo se les podría variar el espesor o considerarlos como muros de concreto armado.***

9. De acuerdo a los resultados obtenidos de las propiedades de cada ladrillera, se ha realizado una clasificación de acuerdo a la calidad del producto de estas ladrilleras:

	Variación Dimensional	Alabeo	Densidad (gr/cm ³)	Succión (gr/200cm ² /min)	% ABSORCIÓN	f ^b - ξ	F ^m - ξ	V ^m - ξ	Clasificación
						(kg/cm ²)	(kg/cm ²)	(kg/cm ²)	
LADRILLERA TAURO	V	V	1.89	66.06	8.52	196.97	59.53	10.19	I
LADRILLERA EL DIAMANTE	V	V	1.79	56.6	13.13	175.69	59.34	10.65	II
LADRILLERA CHOQUE	V	V	1.77	52.17	11.54	98.59	37.38	7.57	III
LADRILLERA YARABAMBA	IV	IV	1.71	75.67	11.15	127.1	29.89	10.22	IV
LADRILLERA SAN MARTIN	III	V	1.55	96.59	15.7	128.95	25.03	5.35	V

En el cuadro podemos apreciar que las ladrilleras industrializadas siempre tienen mejores resultados que una artesanal, esto debido al control de calidad que estas llevan.

10. De acuerdo al diseño realizado, se obtuvo como resultado que ninguno de los muros, del nivel 1 al nivel 4 se agrieta por corte antes sismo moderado, por lo que se realizó el diseño de los muros agrietados por corte únicamente del 1er nivel.
- 11.
12. Todos los muros cumplieron con que la resistencia global a la fuerza cortante $\Sigma V_m > VE$ (cortante producía por el sismo severo), pero ningún muro se comporta elásticamente ante sismo severo $\Sigma V_m > 3VE$.
13. El diseño de los elementos de confinamiento deberá absorber los esfuerzos máximos bajo la suposición de la falla total de los elementos de albañilería, para las columnas de confinamiento primará los esfuerzos cortantes y para las vigas soleras se tendrá que prestar mayor atención a las fuerzas axiales, recalcando de que estas últimas no necesitan peralte para garantizar una buena resistencia a la tracción.
14. En edificaciones donde la distribución de elementos permite que esta sea diseñada por muros de albañilería en ambos sentidos del sismo y lograr garantizar un adecuado comportamiento sísmico no solo es requerimiento cumplir con la densidad mínima de muros establecida por la norma, sino además de ello, conseguir que las densidades de muros calculadas en ambos sentidos tenga una variación entre ella muy corta, es decir que los valores de ambas se parezcan, esto interpretado en términos de respuesta sísmica implicara que la edificación tenga un comportamiento similar para las dos direcciones, evitando así problemas de inestabilidad torsional.

RECOMENDACIONES

1. De acuerdo a estudio realizado se recomienda trabajar con la ladrillera Tauro o Diamante, en cuanto a ladrilleras mecanizadas y con la ladrillera de Yarabamba en cuanto a ladrilleras artesanales.
2. Se recomienda por lo menos hacer los ensayos de resistencia a la compresión ($f'b$), resistencia al corte ($V'm$) y compresión axial ($f'm$).
3. Se recomienda tener mucho cuidado al momento del traslado y almacenamiento de las unidades, ya que estas para ser usadas no deben presentar fracturas.
4. Se recomienda realizar los ensayos por lote, ya que las características de estos pueden variar.
5. Se recomienda que las unidades de albañilería no presenten resquebrajaduras, fracturas, hendidura, grietas u otros defectos que afecten su durabilidad y resistencia.
6. Hay que tener en cuenta que el espesor máximo de las juntas de la albañilería no debe de ser mayor a 15 mm, ya que este disminuye la resistencia a compresión y al corte de la albañilería.
7. Se recomienda regar los ladrillos durante 30 minutos, entre 10 y 15 horas antes del asentado, para así evitar una adhesión pobre e incompleta.
8. La unidad de albañilería no deberá de exceder el 22 % de absorción, ya que si tiene un índice más alto será menos resistente a la intemperie.
9. Debe evitarse el uso unidades mal cocidas, ya que estas presentan el punto inicial de falla.
10. Se debe tener bastante cuidado al momento de la colocación de las pilas en los platos de la máquina de compresión, debe realizarse alineando los ejes de la máquina, con los ejes centroides de las pilas para que el esfuerzo se reparta uniformemente.

11. En cuanto al capeado, se debe hacer con bastante cuidado, de manera que quede uniforme y liso para que al momento de hacer los ensayos el esfuerzo se reparta uniformemente.
12. Debe existir un control exhaustivo a la mano de obra durante la elaboración de las muestras de muretes y hacer la verificación de la adherencia entre mortero y unidad a la hora de la construcción del murete.
13. Después de la construcción, los muretes y prismas no deberán ser movidos por lo menos durante 7 días, ya que estos pueden sufrir algún daño y debilitarse.
14. Verificación del correcto llenado de los alveolos de las unidades en la zona de aplicación de carga para minimizar los riesgos por fallas locales o en los apoyos.



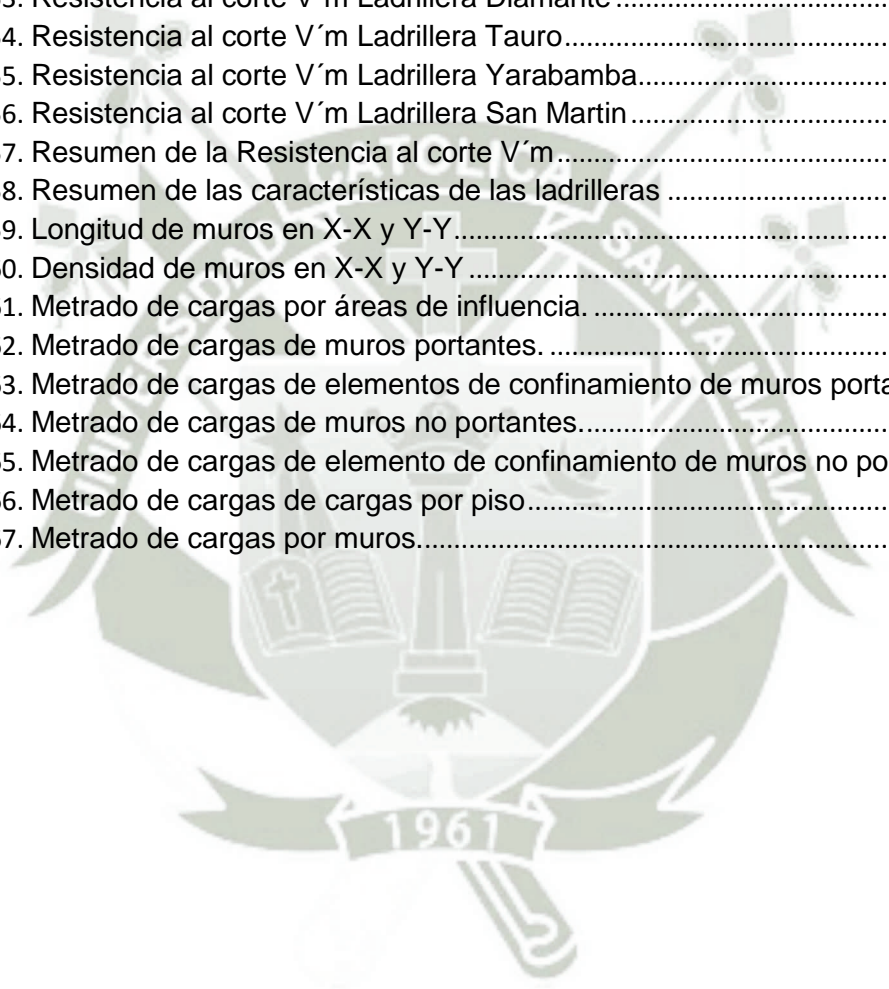
BIBLIOGRAFIA

- **CRITERIOS PARA CONSTRUCCIONES DE LADRILLO MAS SEGURAS**
Por: DANIEL QUIUN W.
Profesor Principal, Pontificia Universidad Católica del Perú
Miembro del Comité de Albañilería SENCICO
- **“EVALUACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS ESTRUCTURALES DE LA ALBAÑILERIA PRODUCIDA CON UNIDADES FABRICADAS EN LA REGIÓN CENTRAL JUNIN”**
Tesis para optar el grado académico de Magíster en Ingeniería Civil Presentada por:
DIONISIA ROSA AGUIRRE GASPAR.
- **“DISEÑO ESTRUCTURAL DE UN EDIFICIO DE VIVIENDA DE ALBAÑILERÍA CONFINADA”**
Tesis para optar el grado académico de Magíster en Ingeniería Civil Presentada por:
LUIS MIGUEL ALEXIS HERNÁNDEZ PINEDO.
- **“EJEMPLO DE APLICACIÓN DE LA NORMA E.070 EN EL DISEÑO DE UN EDIFICIO DE ALBAÑILERÍA CONFINADA”**
Por: ÁNGEL SAN BARTOLOMÉ
- **COMENTARIOS A LA NORMA TÉCNICA DE EDIFICACIÓN E.070 “ALBAÑILERÍA”**
Por: ÁNGEL SAN BARTOLOMÉ
- **NORMA E-030 SISMO RESISTENTE 2016**
- **“NORMAS TÉCNICAS ITINTEC 331.017”**
ELEMENTOS DE ARCILLA COCIDA de Arcilla usados en Albañilería Requisitos
- **“NORMAS TÉCNICAS ITINTEC 331.019”**
ELEMENTOS DE ARCILLA COCIDA de Arcilla usados en Albañilería Requisitos
- **NORMAS TÉCNICAS ITINTEC 331.018**
ELEMENTOS DE ARCILLA COCIDA de Arcilla usados en Albañilería Requisitos
- **NTP 399.613 – NORMA TECNICA PERUANA - NORMA DE UNIDADES.**
- **<http://ladrillos.es/como-se-fabrican-los-ladrillos/>**
- **Presentación de la Norma Técnica de Edificación E.070 ALBAÑILERIA - SENCICO/TACNA 24/08/2004**

INDICE DE TABLAS

Tabla 1	
Fuente: Material predominante en las paredes de la vivienda, como porcentaje del total (INEI 2005, 1993)	3
Tabla 2. Numero de muestras.....	8
Tabla 3. Clasificación de la unidad de albañilería para fines estructurales.	15
Tabla 4. Limitaciones en el uso de la unidad de albañilería para fines estructurales.	20
Tabla 5. Variación dimensional del largo de la unidad – Ladrillera Choque.....	28
Tabla 6. Variación dimensional del largo de la unidad – Ladrillera Diamante.....	29
Tabla 7. Variación dimensional de la unidad – Ladrillera Tauro.....	30
Tabla 8. Variación dimensional de la unidad – Ladrillera Yarabamba.....	31
Tabla 9. Variación dimensional de la unidad – Ladrillera Alto San Martin	32
Tabla 10. Resultados de la Variabilidad Dimensional	33
Tabla 11. Espesor de juntas horizontales	33
Tabla 12. Alabeo de la unidad – Ladrillera Choque.....	37
Tabla 13. Alabeo de la unidad – Ladrillera Diamante.....	38
Tabla 14. Alabeo de la unidad – Ladrillera Tauro	39
Tabla 15. Alabeo de la unidad – Ladrillera Yarabamba	40
Tabla 16. Alabeo de la unidad – Ladrillera Alto San Martin.....	41
Tabla 17. Resultados de Alabeo de las unidades de arcilla.....	42
Tabla 18. Resistencia a compresión (f' b) Ladrillera Choque	45
Tabla 19. Resistencia a compresión (f' b) Ladrillera Diamante	46
Tabla 20. Resistencia a compresión (f' b) Ladrillera Tauro.....	46
Tabla 21. Resistencia a compresión (f' b) Ladrillera Yarabamba	47
Tabla 22. Resistencia a compresión (f' b) Ladrillera Alto San Martin	47
Tabla 23. Resumen de resistencia a la compresión de las unidades de arcilla	48
Tabla 24. Densidad Ladrillera Choque.....	50
Tabla 25. Densidad Ladrillera Diamante	51
Tabla 26. Densidad Ladrillera Tauro	51
Tabla 27. Densidad Ladrillera Yarabamba.....	51
Tabla 28. Densidad Ladrillera Alto San Martin	52
Tabla 29. Resumen Densidad de las unidades de arcilla	52
Tabla 30. Porcentaje de Absorción Ladrillera Choque	54
Tabla 31. Porcentaje de Absorción Ladrillera Diamante.....	54
Tabla 32. Porcentaje de Absorción Ladrillera Tauro	55
Tabla 33. Porcentaje de Absorción Ladrillera Yarabamba	55
Tabla 34. Porcentaje de Absorción Ladrillera Alto San Martin.....	55
Tabla 35. Resumen Absorción de las unidades de arcilla	56
Tabla 36. Succión de la unidad – Ladrillera Choque	60
Tabla 37. Succión de la unidad – Ladrillera Diamante.....	60
Tabla 38. Succión de la unidad – Ladrillera Tauro.....	61
Tabla 39. Succión de la unidad – Ladrillera Yarabamba.	61
Tabla 40. Succión de la unidad – Ladrillera Alto San Martin.....	61
Tabla 41. Resumen de la Succión de las unidades de arcilla.....	62

Tabla 42. Método para determinar compresión axial (f'm) y a corte (v'm)	63
Tabla 43. Factores de corrección de f'm por esbeltez.....	64
Tabla 44. Factores de incremento por edad	67
Tabla 45. Resistencia en compresión f'm Ladrillera Choque.....	69
Tabla 46. Resistencia en compresión f'm Ladrillera Diamante.....	69
Tabla 47. Resistencia en compresión f'm Ladrillera Tauro	69
Tabla 48. Resistencia en compresión f'm Ladrillera Yarabamba	70
Tabla 49. Resistencia en compresión f'm Ladrillera Alto San Martin	70
Tabla 50. Resistencia característica de la Albañilería.....	71
Tabla 51. Resistencia característica de la Albañilería.....	71
Tabla 52. Resistencia al corte V'm Ladrillera Choque	79
Tabla 53. Resistencia al corte V'm Ladrillera Diamante	80
Tabla 54. Resistencia al corte V'm Ladrillera Tauro.....	80
Tabla 55. Resistencia al corte V'm Ladrillera Yarabamba.....	81
Tabla 56. Resistencia al corte V'm Ladrillera San Martin	81
Tabla 57. Resumen de la Resistencia al corte V'm.....	82
Tabla 58. Resumen de las características de las ladrilleras	85
Tabla 59. Longitud de muros en X-X y Y-Y	87
Tabla 60. Densidad de muros en X-X y Y-Y	88
Tabla 61. Metrado de cargas por áreas de influencia.	91
Tabla 62. Metrado de cargas de muros portantes.	91
Tabla 63. Metrado de cargas de elementos de confinamiento de muros portantes.....	92
Tabla 64. Metrado de cargas de muros no portantes.....	92
Tabla 65. Metrado de cargas de elemento de confinamiento de muros no portantes. ...	93
Tabla 66. Metrado de cargas de cargas por piso.....	93
Tabla 67. Metrado de cargas por muros.....	95




ANEXOS I

Cimiento corrido y Losa maciza

CIMIENTO CORRIDO CC- 1-1

DISEÑO DE CIMIENTO CORRIDO X



GBS Consultoria

DATOS DEL PROYECTO

1. DATOS DE SUELO :

Peso Especifico : kg/m³

Angulo de Friccion: °

Capacidad Portante: Kg/cm²

Peso Especifico de Muro : Kg/cm³ Modif. Muro

Peso Especifico de C°A° : Kg/cm³ Modif. C°A°

Peso Especifico de C°C° : Kg/cm³ Modif. C°C°


Agregar Peso Adicional sobre el muro

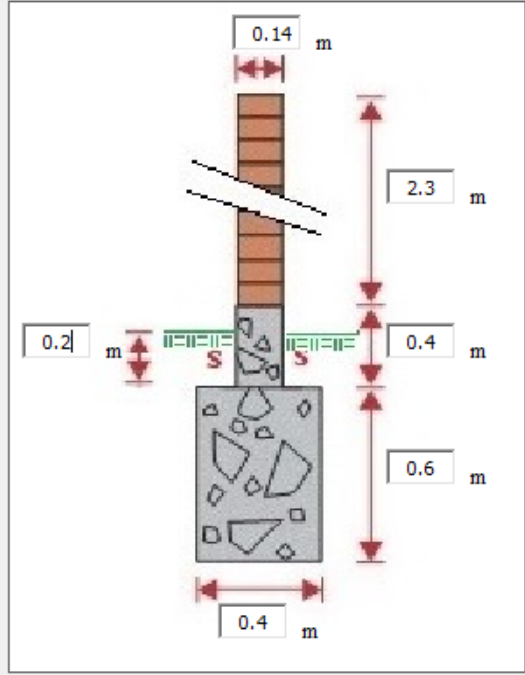
2. DATOS DE MURO :

CRITERIO SISMICO

Ancho de Solera (S+S): m

Ancho de Sobrecimiento: m





Nombre de Proyecto: DISEÑO DE CIMIENTO CORRIDO
Propietario: GBS S.A
Fecha: Marzo / 2016 **Hecho Por:** A.A.
Revisado: UNO

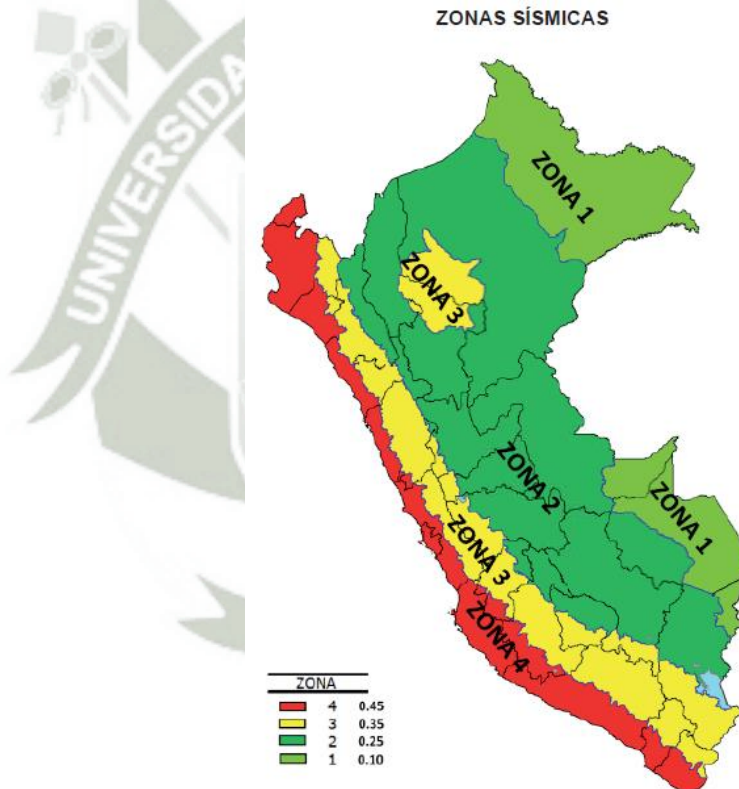
DISEÑO DE CIMIENTO CORRIDO

1. DATOS DEL SUELO

Peso Específico (ν) : 1890 kg/cm³
 Angulo de Fricción (\emptyset) : 24 °
 Capacidad Portante : 1.55 Kg/cm²

2. DATOS DEL MURO

Espesor de Muro : 0.15 m
 Según *Tabla N°1 (NORMA E030-2014/DS-003-2016)*

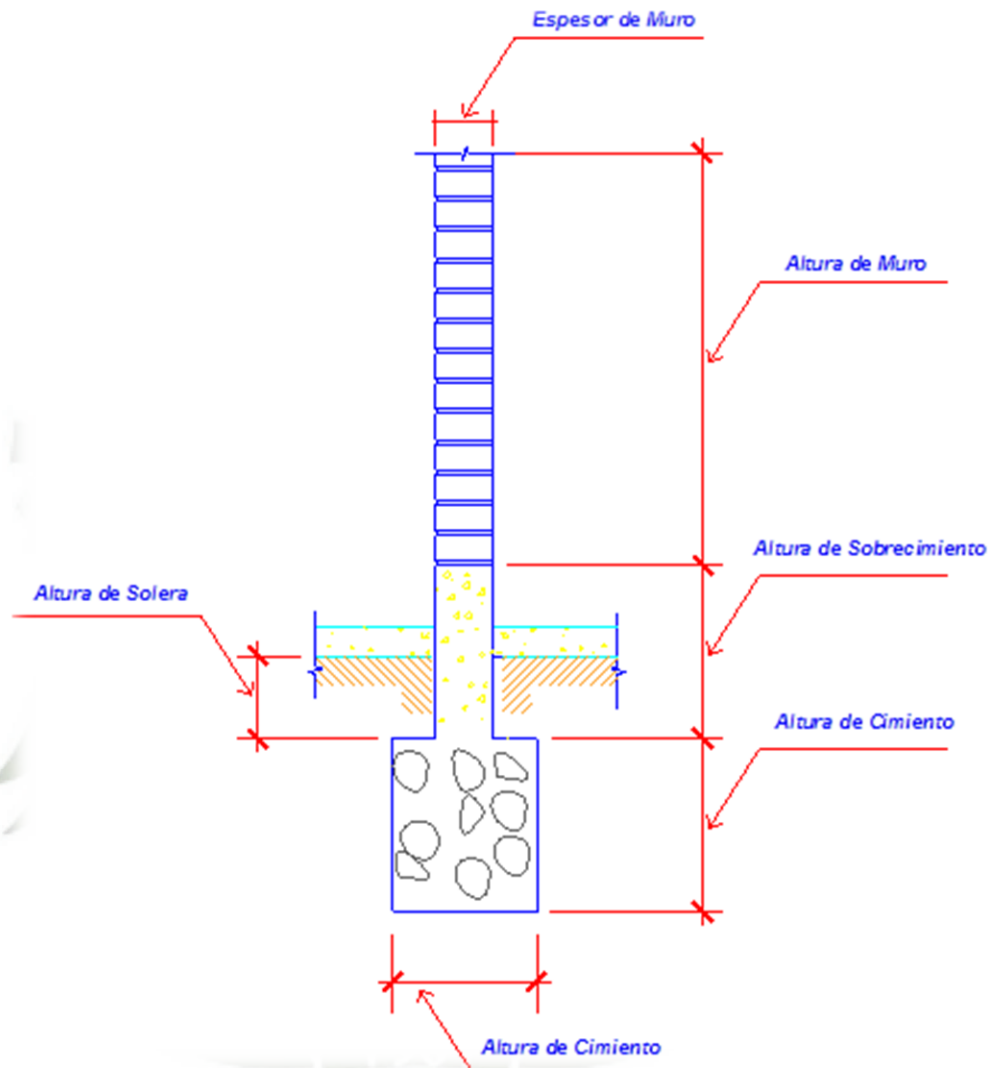


Elegimos una **Zona 3** con un Coeficiente Sísmico de **0.35**
 Con un Factor de Uso (U) acuerdo a la *Tabla N°6 E030-2014* se trata de una Edificaciones Comunes

Según la *Tabla N°3 E030-2014* de tenemos un suelo de Roca o Suelo Muy Rígidos el correspondiente valor del factor de ampliación del suelo es 1.

Altura de Muro (h) : 2.3 m
 Ancho Solera : 0.2 m

Altura de Solera	: 0.2 m
Ancho de Sobre cimiento (S/C)	: 0.15 m
Altura de sobre cimiento	: 0.4 m
Peso específico del muro (μm)	: 1800 Kg/cm ³
Peso específico del C°A° (μm)	: 2400 Kg/cm ³
Peso específico del C°S° (μm)	: 2300 Kg/cm ³



3. DATOS DEL CIMIENTO

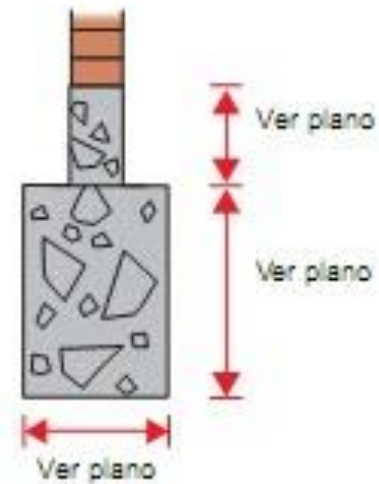
Ancho del cimiento (a)	: 0.4 m
Altura del cimiento (hc)	: 0.6 m
Profundidad del cimiento (hf)	: 0.8 m
Altura de relleno (hr)	: 0.2 m

$$K_a = \tan^2\left(45^\circ - \frac{\phi}{2}\right)$$

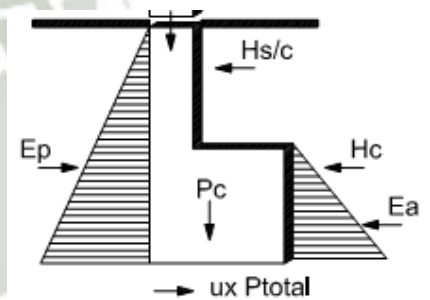
$$K_p = \tan^2\left(45^\circ + \frac{\phi}{2}\right)$$

$$E_a = \frac{K_a * \gamma_s * hc^2 * B}{2}$$

$$E_p = \frac{K_p * \gamma_s * hc^2 * B}{2}$$



Ka: 0.422
Kp: 2.371
Ea: 182.304 kg
Ep: 1024.272 kg



4. CALCULO DEL PESO TOTAL

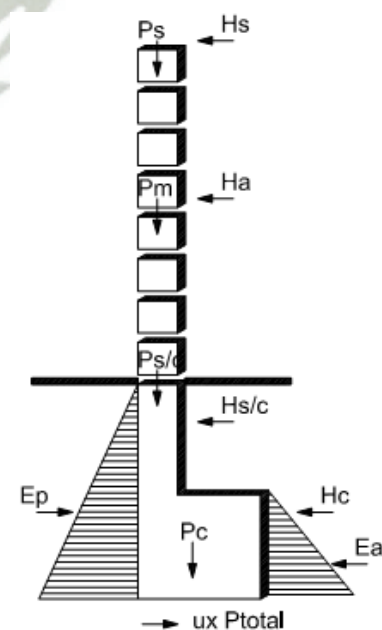
P solera	: 96 kg
P muro	: 621 kg
P S/C	: 138 kg
P cimiento	: 552 kg
P relleno	: 120 kg

Siendo el Ptotal: **1527 kg**

Empuje sísmico sobre la solera (Hs)	: 19.2 kg
Empuje sísmico sobre el muro (Ha)	: 165.6 kg
Empuje sísmico sobre el S/C (Hs/C)	: 36.8 kg
Empuje sísmico sobre la cimentación (Hc)	: 110.4 kg

Fuerza Resistente (Fr)

$$Fr = \mu * P_{total} + Ep$$



$$Fr = 2551.272 \text{ Kg}$$

Fuerza actuante (Fa)

$$Fa = Hs + Ha + Hc + H_{s/c} + Ea$$

$$Fa = 514.304 \text{ kg}$$

$$\text{F.S.D} = 4.961$$

Por lo tanto el 4.961 > 1.55 entonces **Cumple con la Primera Comprobación.**

5. EXTREMO IZQUIERDO

Momento de volteo (Mv)

ELEMENTO	H	d	M (kg-m)
Solera	6.72 Kg	3.4 m	22.848
Muro de albañilería	57.96 Kg	2.15 m	124.614
Sobre cimiento	12.88 Kg	0.8 m	10.304
Cimiento	38.64 Kg	0.3 m	11.592
Empuje Activo	182.304 Kg	0.2 m	36.461

$$Mv : 205.819 \text{ kg-m}$$

Momento Resistente

$$Mr: 578.539 \text{ kg-m}$$

Luego:

$$\text{F.S.D.} = Mr/Ma$$

$$\text{F.S.D: } 2.811$$

Por lo tanto el 2.811 > 1.55 entonces **Cumple con la Segunda Comprobación.**

6. EXTREMO DERECHO

Momento de volteo (Mv)

ELEMENTO	H	d	M (kg-m)
Solera	6.72 Kg	3.4 m	22.848
Muro de albañilería	57.96 Kg	2.15 m	124.614
Sobre cimiento	12.88 Kg	0.8 m	10.304
Cimiento	38.64 Kg	0.3 m	11.592
Empuje Activo	182.304 Kg	0.267 m	48.675

$$Mv: 218.033 \text{ Kg}$$

Momento Resistente

Mr: 578.539 Kg-m

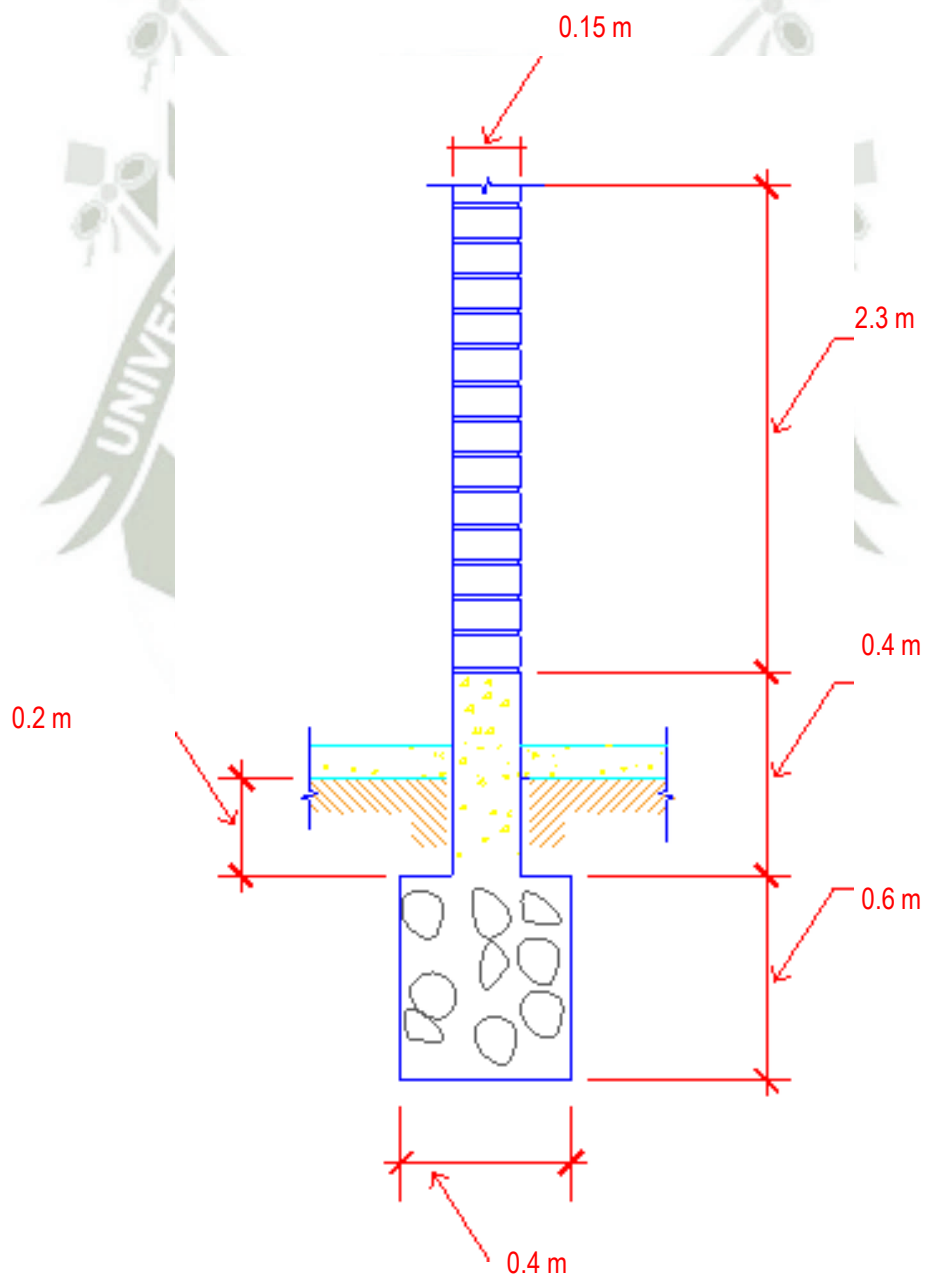
Luego:

$$\mathbf{F.S.D. = Mr/Ma}$$

F.S.D: 2.653


Por lo tanto el 2.65 > 0.15 entonces **Cumple con la Tercera Comprobación.**

DIMECIONES FINALES



CIMIENTO CORRIDO CC- 2-2

DISEÑO DE CIMIENTO CORRIDO X



DATOS DEL PROYECTO

1. DATOS DE SUELO :

Peso Especifico : kg/m³

Angulo de Friccion: °

Capacidad Portante: Kg/cm²

Peso Especifico de Muro : Kg/cm³ Modif. Muro

Peso Especifico de C°A° : Kg/cm³ Modif. C°A°

Peso Especifico de C°C° : Kg/cm³ Modif. C°C°

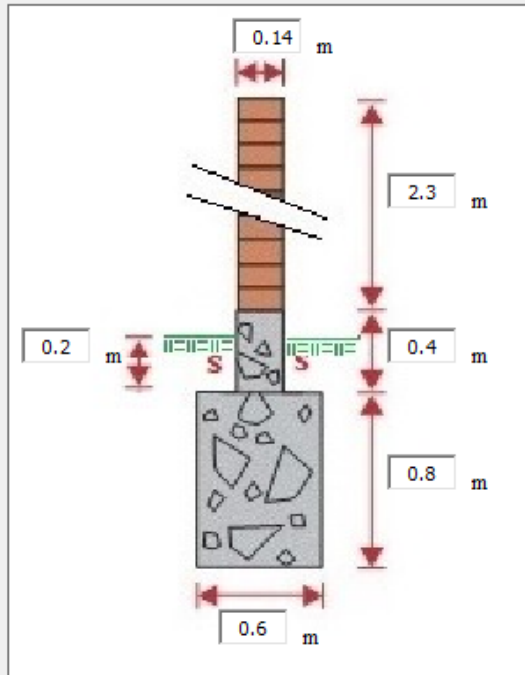
Agregar Peso Adicional sobre el muro Kg


2. DATOS DE MURO :

CRITERIO SISMICO

Ancho de Solera (S+S): m

Ancho de Sobrecimiento: m



EJEMPLO
CALCULAR
LIMPIAR


Nombre de Proyecto: DISEÑO DE CIMIENTO CORRIDO

Propietario: GBS S.A

Fecha: Marzo / 2016 **Hecho Por:** A.A.

Revisado: UNO

DISEÑO DE CIMIENTO CORRIDO

1. DATOS DEL SUELO

Peso Específico (ν) : 1890 kg/cm³
 Angulo de Fricción (\emptyset) : 24 °
 Capacidad Portante : 1.55 Kg/cm²

2. DATOS DEL MURO

Espesor de Muro : 0.15 m
 Según *Tabla N°1 (NORMA E030-2014/DS-003-2016)*



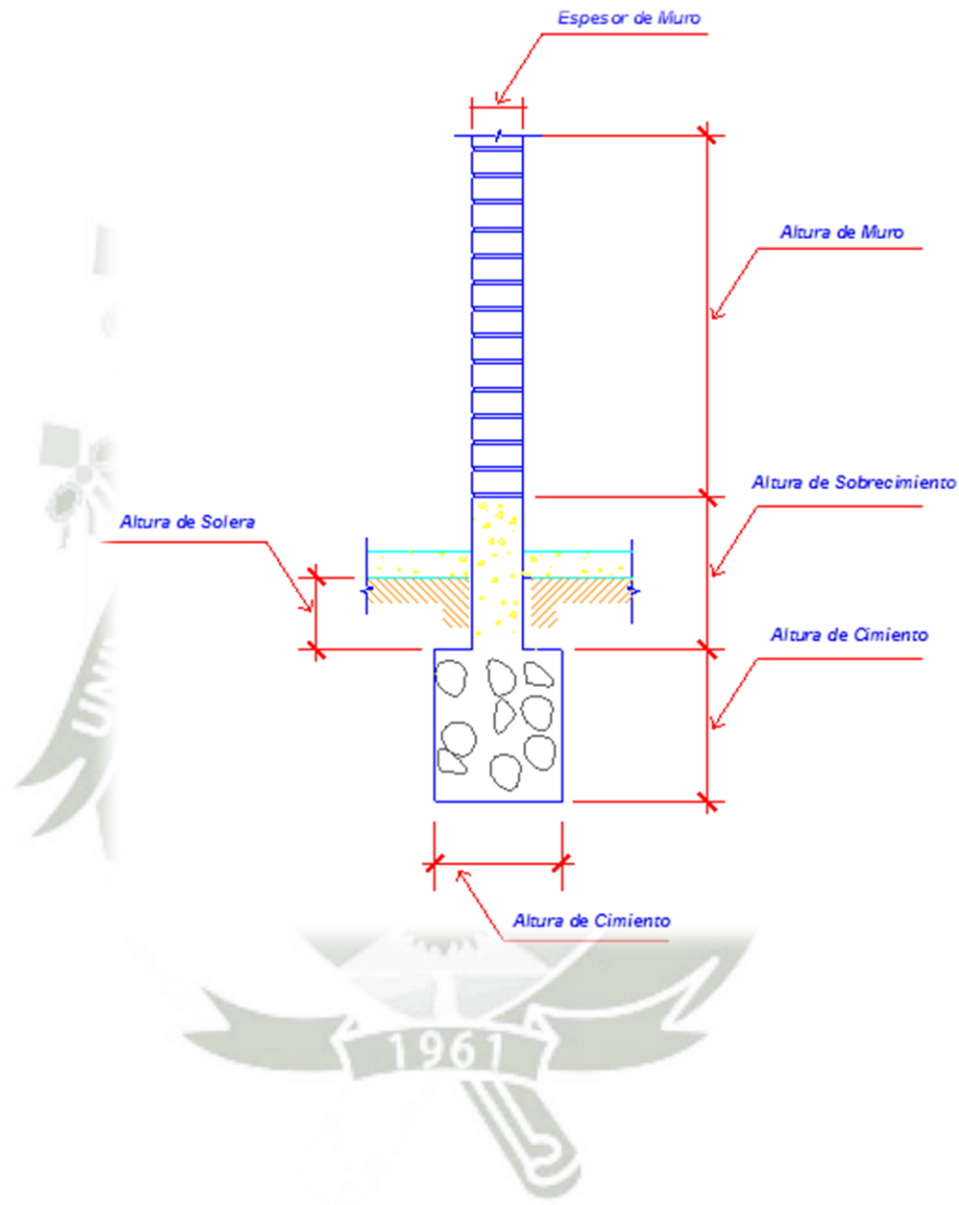
Elegimos una **Zona 3** con un Coeficiente Sísmico de **0.35**

Con un Factor de Uso (U) acuerdo a la *Tabla N°6 E030-2014* se trata de una Edificaciones Comunes

Según la *Tabla N°3 E030-2014* de tenemos un suelo de Roca o Suelo Muy Rigidos el correspondiente valor del factor de ampliación del suelo es 1.

Altura de Muro (h) : 2.3 m
 Ancho Solera : 0.2 m

Altura de Solera	: 0.2 m
Ancho de Sobre cimiento (S/C)	: 0.15 m
Altura de sobre cimiento	: 0.4 m
Peso específico del muro (γ_m)	: 1800 Kg/cm ³
Peso específico del C°A° (γ_a)	: 2400 Kg/cm ³
Peso específico del C°S° (γ_s)	: 2300 Kg/cm ³



3. DATOS DEL CIMIENTO

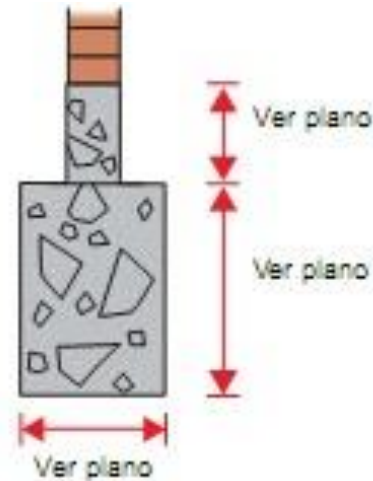
Ancho del cimiento (a)	: 0.6 m
Altura del cimiento (hc)	: 0.8 m
Profundidad del cimiento (hf)	: 1 m
Altura de relleno (hr)	: 0.2 m

$$Ka = tg(45^\circ - \frac{\phi}{2})^2$$

$$Kp = tg(45^\circ + \frac{\phi}{2})^2$$

$$Ea = \frac{Ka * \gamma_s * hc^2 * B}{2}$$

$$Ep = \frac{Kp * \gamma_s * hc^2 * B}{2}$$

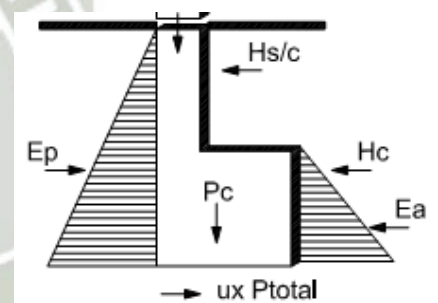


Ka: 0.422

Kp: 2.371

Ea: 324.096 kg

Ep: 1820.928 kg



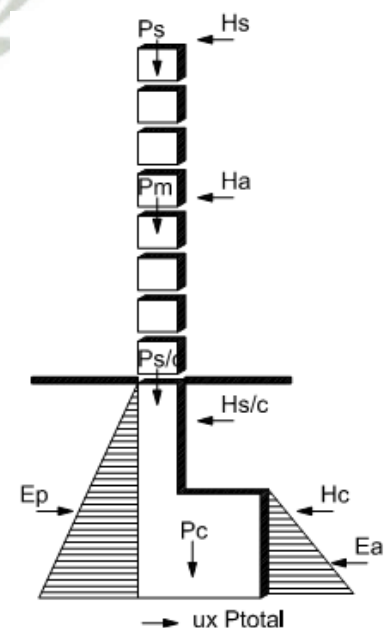
4. CALCULO DEL PESO TOTAL

P solera	: 96 kg
P muro	: 621 kg
P S/C	: 138 kg
P cimiento	: 1104 kg
P relleno	: 216 kg

Siendo el Ptotal: **2175 kg**

Empuje sísmico sobre la solera (Hs)	: 19.2 kg
Empuje sísmico sobre el muro (Ha)	: 165.6 kg
Empuje sísmico sobre el S/C (Hs/C)	: 36.8 kg
Empuje sísmico sobre la cimentación (Hc)	: 220.8 kg

Fuerza Resistente (Fr)



$$Fr = \mu * P_{total} + Ep$$

$$Fr = 3995.928 \text{ Kg}$$

Fuerza actuante (Fa)

$$Fa = Hs + Ha + Hc + H_{s/c} + Ea$$

$$Fa = 766.496 \text{ kg}$$

$$\text{F.S.D} = 5.213$$

Por lo tanto el 5.213 > 1.55 entonces **Cumple con la Primera Comprobacion.**

5. EXTREMO IZQUIERDO

Momento de volteo (Mv)

ELEMENTO	H	d	M (kg-m)
Solera	6.72 Kg	3.6 m	24.192
Muro de albañilería	57.96 Kg	2.35 m	136.206
Sobre cimiento	12.88 Kg	1 m	12.88
Cimiento	77.28 Kg	0.4 m	30.912
Empuje Activo	324.096 Kg	0.267 m	86.534

$$Mv : 290.724 \text{ kg-m}$$

Momento Resistente

$$Mr: 1259.476 \text{ kg-m}$$

Luego:

$$\text{F.S.D.} = Mr/Ma$$

$$\text{F.S.D: } 4.332$$

Por lo tanto el 4.332 > 1.55 entonces **Cumple con la Segunda Comprobacion.**

6. EXTREMO DERECHO

Momento de volteo (Mv)

ELEMENTO	H	d	M (kg-m)
Solera	6.72 Kg	3.6 m	24.192
Muro de albañilería	57.96 Kg	2.35 m	136.206
Sobre cimiento	12.88 Kg	1 m	12.88
Cimiento	77.28 Kg	0.4 m	30.912
Empuje Activo	324.096 Kg	0.333 m	107.924

$$Mv: 312.114 \text{ Kg}$$

Momento Resistente

Mr: 1259.476 Kg-m

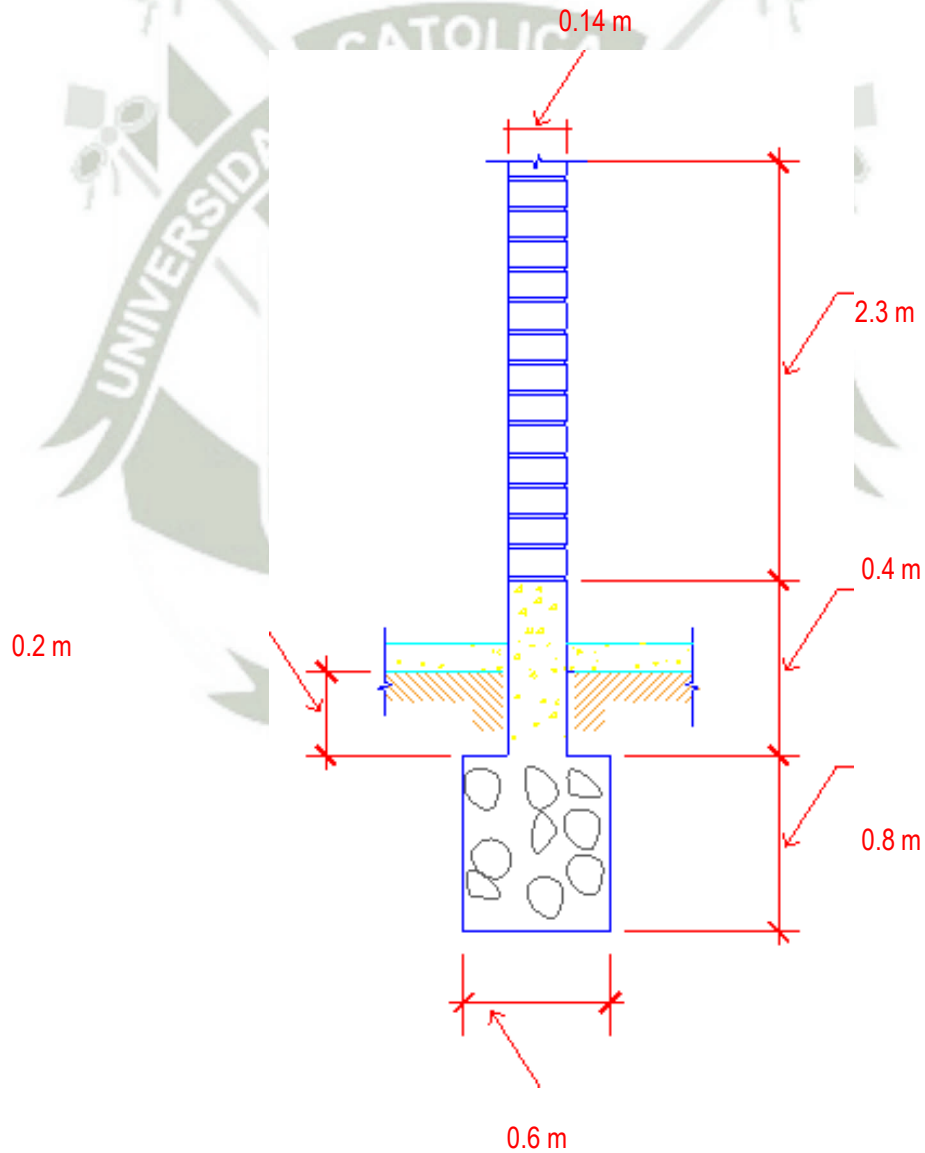
Luego:

F.S.D. = Mr/Ma

F.S.D: 4.035

Por lo tanto el 4.04 > 0.15 entonces **Cumple con la Tercera Comprobacion.**

7. DIMECIONES FINALES



CIMIENTO CORRIDO CC- 3-3

DISEÑO DE CIMIENTO CORRIDO

GBS Consultoría

DATOS DEL PROYECTO

1. DATOS DE SUELO :

Peso Especifico : 1890 kg/m³

Angulo de Friccion: 24 °

Capacidad Portante: 1.55 Kg/cm²

Peso Especifico de Muro : 1800 Kg/cm³ Modif. Muro

Peso Especifico de C°A° : 2400 Kg/cm³ Modif. C°A°

Peso Especifico de C°C° : 2300 Kg/cm³ Modif. C°C°

Agregar Peso Adicional sobre el muro 39040 Kg

2. DATOS DE MURO :

CRITERIO SISMICO

Ancho de Solera (S+S): 0.2 m

Ancho de Sobrecimiento: 0.15 m

EJEMPLO **CALCULAR** LIMPIAR



Nombre de Proyecto: DISEÑO DE CIMIENTO CORRIDO

Propietario: GBS S.A

Fecha: Marzo / 2016 **Hecho Por:** A.A.

Revisado: UNO

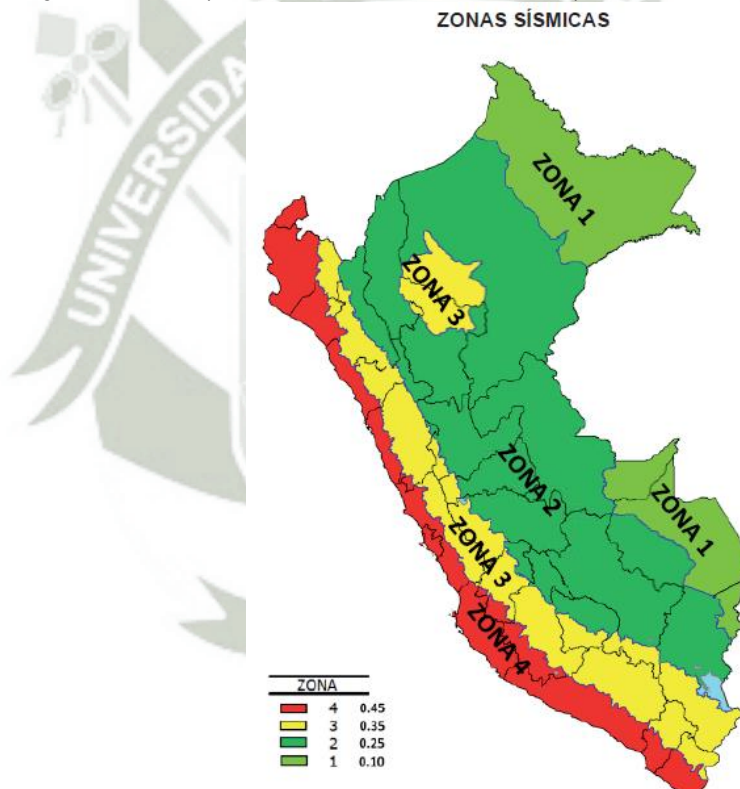
DISEÑO DE CIMIENTO CORRIDO

1. DATOS DEL SUELO

Peso Específico (ν) : 1890 kg/cm³
 Angulo de Fricción (\emptyset) : 24 °
 Capacidad Portante : 1.55 Kg/cm²

2. DATOS DEL MURO

Espesor de Muro : 0.24 m
 Según *Tabla N°1 (NORMA E030-2014/DS-003-2016)*



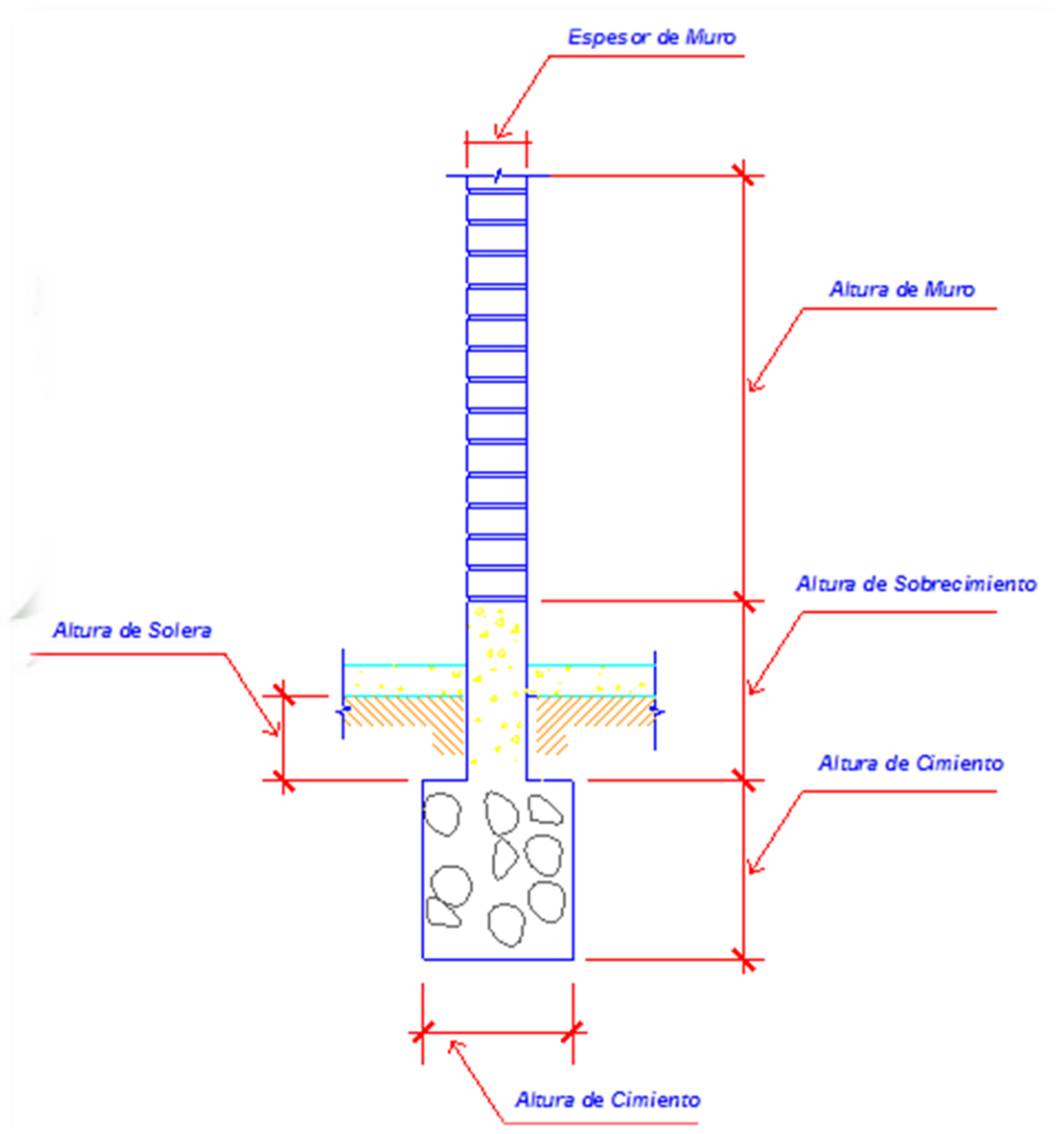
Elegimos una **Zona 3** con un Coeficiente Sísmico de **0.35**

Con un Factor de Uso (U) acuerdo a la *Tabla N°6 E030-2014* se trata de una Edificaciones Comunes

Según la *Tabla N°3 E030-2014* de tenemos un suelo de Roca o Suelo Muy Rígidos el correspondiente valor del factor de ampliación del suelo es 1.

Altura de Muro (h) : 2.3 m
 Ancho Solera : 0.2 m

Altura de Solera	: 0.2 m
Ancho de Sobre cimient (S/C)	: 0.15 m
Altura de sobre cimient	: 0 m
Peso específico del muro (μm)	: 1800 Kg/cm ³
Peso específico del C°A° (μm)	: 2400 Kg/cm ³
Peso específico del C°S° (μm)	: 2300 Kg/cm ³



3. DATOS DEL CIMIENTO

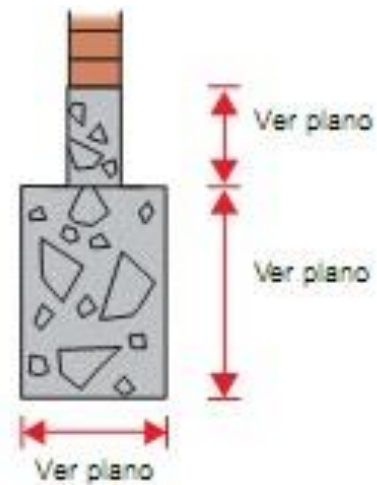
Ancho del cimiento (a)	: 0.7 m
Altura del cimiento (hc)	: 0.8 m
Profundidad del cimiento (hf)	: 1 m
Altura de relleno (hr)	: 0.2 m

$$K_a = \operatorname{tg}\left(45^\circ - \frac{\phi}{2}\right)^2$$

$$K_p = \operatorname{tg}\left(45^\circ + \frac{\phi}{2}\right)^2$$

$$E_a = \frac{K_a * \gamma_s * hc^2 * B}{2}$$

$$E_p = \frac{K_p * \gamma_s * hc^2 * B}{2}$$

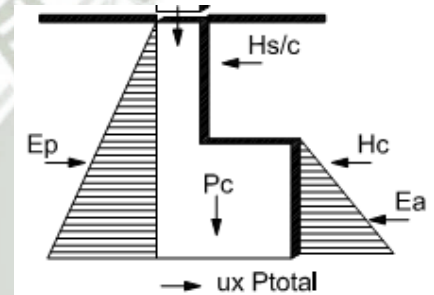


Ka: 0.422

Kp: 2.371

Ea: 324.096 kg

Ep: 1820.928 kg



4. CALCULO DEL PESO TOTAL

P solera	: 96 kg
P muro	: 993.6 kg
P S/C	: 0 kg
P cimiento	: 1288 kg
P relleno	: 264 kg

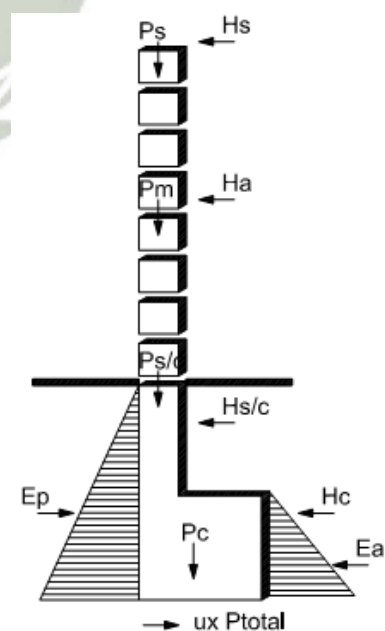
Siendo el Ptotal: **2641.6 kg**

Empuje sísmico sobre la solera (Hs)	: 19.2 kg
Empuje sísmico sobre el muro (Ha)	: 165.6 kg
Empuje sísmico sobre el S/C (Hs/C)	: 0 kg
Empuje sísmico sobre la cimentación (Hc)	: 257.6 kg

Fuerza Resistente (Fr)

$$Fr = \mu * P_{total} + Ep$$

$$Fr = 4462.528 \text{ Kg}$$



Fuerza actuante (Fa)

$$Fa = Hs + Ha + Hc + H_{s/c} + Ea$$

$$Fa = 766.496 \text{ kg}$$

$$\text{F.S.D} = 5.822$$

Por lo tanto el 5.822 > 1.55 entonces **Cumple con la Primera Comprobacion.**

5. EXTREMO IZQUIERDO

Momento de volteo (Mv)

ELEMENTO	H	d	M (kg-m)
Solera	6.72 Kg	3.2 m	21.504
Muro de albañilería	57.96 Kg	1.95 m	113.022
Sobre cimiento	0 Kg	0.8 m	0
Cimiento	90.16 Kg	0.4 m	36.064
Empuje Activo	324.096 Kg	0.267 m	86.534

$$Mv : 257.124 \text{ kg-m}$$

Momento Resistente

$$Mr: 1531.536 \text{ kg-m}$$

Luego:

$$\text{F.S.D.} = Mr/Ma$$

$$\text{F.S.D: } 5.956$$

Por lo tanto el 5.956 > 1.55 entonces **Cumple con la Segunda Comprobacion.**

6. EXTREMO DERECHO

Momento de volteo (Mv)

ELEMENTO	H	d	M (kg-m)
Solera	6.72 Kg	3.2 m	21.504
Muro de albañilería	57.96 Kg	1.95 m	113.022
Sobre cimiento	0 Kg	0.8 m	0
Cimiento	90.16 Kg	0.4 m	36.064
Empuje Activo	324.096 Kg	0.333 m	107.924

$$Mv: 278.514 \text{ Kg}$$

Momento Resistente

$$Mr: 1531.536 \text{ Kg-m}$$

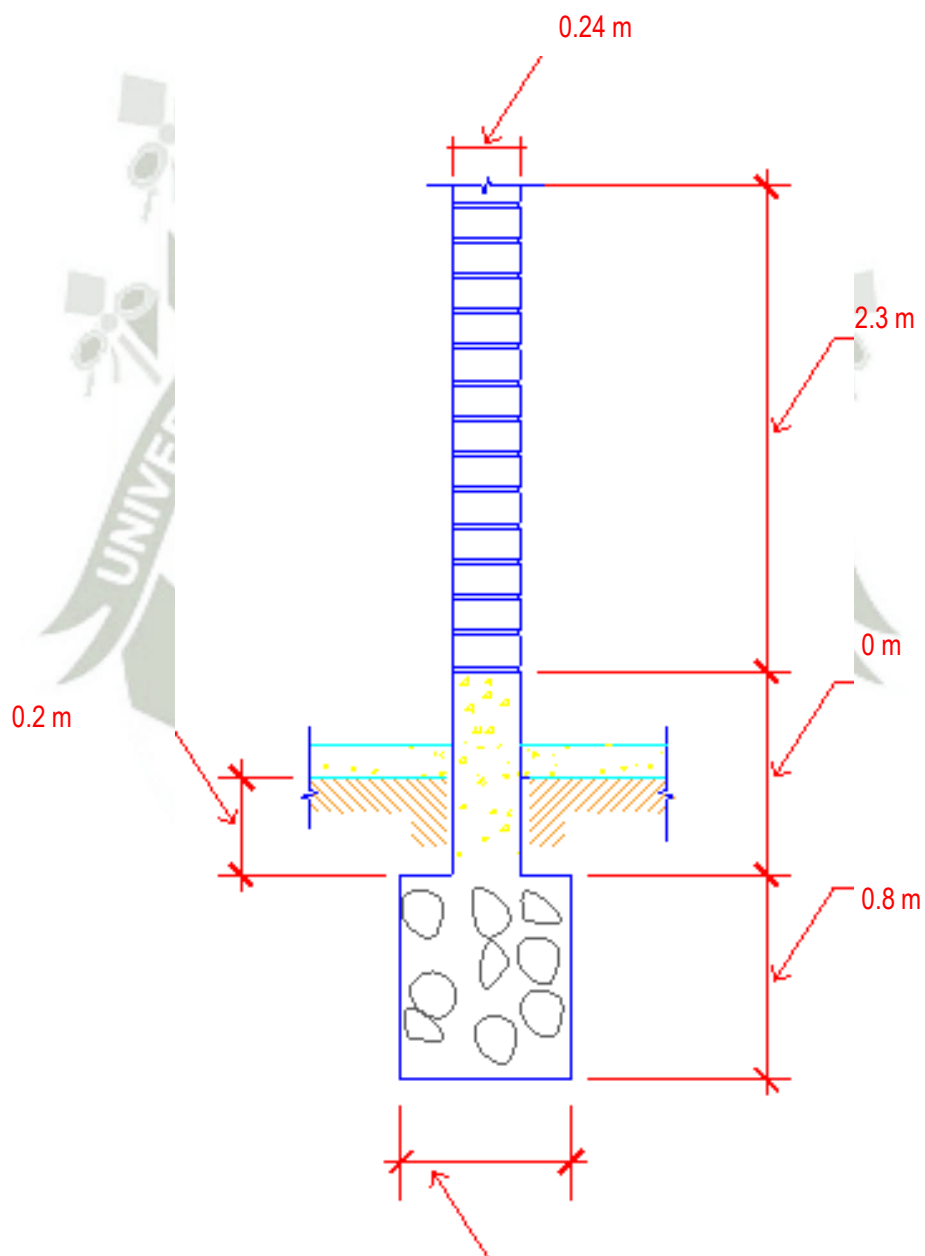
Luego:

$$\mathbf{F.S.D. = Mr/Ma}$$

F.S.D: 5.499

Por lo tanto el $5.5 > 0.15$ entonces **Cumple con la Tercera Comprobacion.**

7. DIMECIONES FINALES



DISEÑO DE LOSA MACIZA

Datos:

Se diseñará el paño con las luces más grandes para así uniformizar el refuerzo en toda la losa.

Carga viva = 200kgf/m²

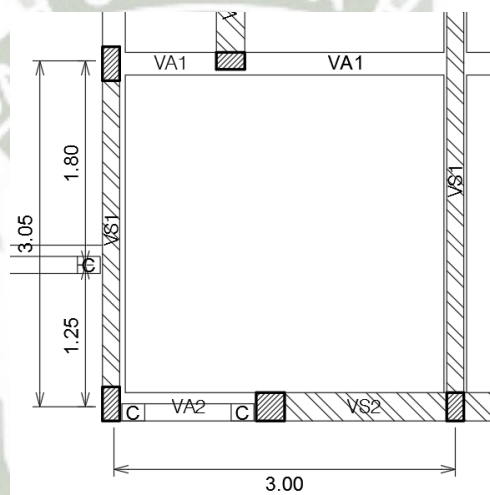
Carga muerta piso terminado = 100kgf/m²

$f'c=210\text{kgf/cm}^2$

$f^*c= 0.8f'c= 168\text{kgf/cm}^2$

$f''c=0.85f^*c=142.8\text{kgf/cm}^2$

$f_y=4200\text{kgf/cm}^2$



6.3.3 Losas apoyadas en su perímetro

6.3.3.1 Momentos flexionantes debidos a cargas uniformemente distribuidas

Los momentos flexionantes en losas perimetralmente apoyadas se calcularán con los coeficientes de la tabla 6.1 si se satisfacen las siguientes limitaciones:

- Los tableros son aproximadamente rectangulares;
- La distribución de las cargas es aproximadamente uniforme en cada tablero;
- Los momentos flexionantes negativos en el apoyo común de dos tableros adyacentes difieren entre sí en una cantidad no mayor que 50 por ciento del menor de ellos; y
- La relación entre carga viva y muerta no es mayor de 2.5 para losas monolíticas con sus apoyos, ni mayor de 1.5 en otros casos.

Para valores intermedios de la relación, m , entre el claro corto, a_1 , y el claro largo a_2 , se interpolará linealmente.

6.3.3.5 Peralte mínimo

Cuando sea aplicable la tabla 6.1 podrá omitirse el cálculo de deflexiones si el peralte efectivo no es menor que el perímetro del tablero entre 250 para concreto clase 1 y 170 para concreto clase 2. En este cálculo, la longitud de lados discontinuos se incrementará 50 por ciento si los apoyos de la losa no son monolíticos con ella, y 25 por ciento cuando lo sean. En losas alargadas no es necesario tomar un peralte mayor que el que corresponde a un tablero con $a_2 = 2a_1$.

La limitación que dispone el párrafo anterior es aplicable a losas en que

$$f_s \leq 252 \text{ MPa} \text{ y } w \leq 3.8 \text{ kN/m}^2$$

$$\left(f_s \leq 2520 \text{ kg/cm}^2 \text{ y } w \leq 380 \text{ kg/m}^2 \right)$$

para otras combinaciones de f_s y w , el peralte efectivo mínimo se obtendrá multiplicando por

$$0.182 \sqrt[4]{f_s w} \quad (6.7)$$

$$\left(0.032 \sqrt[4]{f_s w} \right)$$

el valor obtenido según el párrafo anterior. En esta expresión f_s es el esfuerzo en el acero en condiciones de servicio, en MPa y w es la carga uniformemente distribuida en condiciones de servicio, en kN/m^2 (f_s puede suponerse igual a $0.6f_y$) (f_s y w en kg/cm^2 y kg/m^2 , respectivamente, en la expresión entre paréntesis).

1.- Cálculo del peralte mínimo

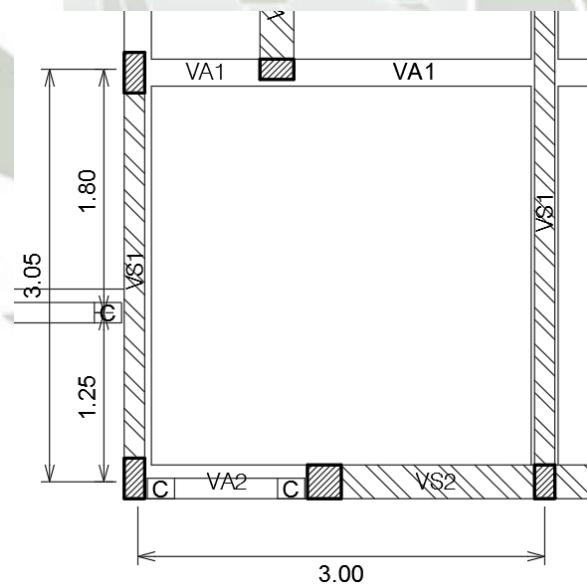
$$d = \begin{cases} \frac{p}{250} & \text{(Para concreto clase I)} \\ \frac{p}{170} & \text{(Para concreto clase II)} \end{cases} \quad \text{Si y solo si} \quad \begin{cases} F_s \leq 2520 \text{ Kg/cm}^2 \\ W \leq 380 \text{ Kg/m}^2 \end{cases}$$

Caso Contrario

$$d = \begin{cases} \frac{P_{\text{Corregido}}}{250} & \text{(Para concreto clase I)} \\ \frac{P_{\text{Corregido}}}{170} & \text{(Para concreto clase II)} \end{cases} \quad \text{Donde: } P_{\text{Corregido}} = 0.032^4 \sqrt{F_s W}$$

$$\text{Lados Discontinuos} \begin{cases} 1.50 & \text{(Losas NO Monolíticas)} \\ 1.25 & \text{(Losas Monolíticas)} \end{cases}$$

Entonces procedemos a calcular el espesor mínimo de la losa:



$$\text{Perímetro} = 180 + 300 + 305 + 1.25(300 + 125) = 1316.25 \text{ cm}$$

$$F_s = 0.60 \times 4200 = 2520 \text{ kgf/cm}^2$$

$$W_{\text{total}} = CV + CM + PP = 200 + 100 + 2400 \times 0.15 = 660 \text{ kgf/m}^2$$

- Sin embargo: $660 > 380 \text{ kgf/m}^2$ NO CUMPLE, entonces calculamos el perímetro corregido

$$P_{\text{corregido}} = \text{Perimetro} \times 0.032 \times (F_s \times W)^{1/4} = P \times 1.15$$

$$P_{\text{corregido}} = 1316.25 \times 1.15 = 1512.60 \text{ cm}$$

- Ahora el espesor mínimo de la losa será:

$$d = P / 250 = 1512.60 / 250 = 6.05 \text{ cm}$$

$$h = d + 2.5 \text{ cm} = 6.05 + 2.5 = 8.55 \text{ cm CUMPLE UNA LOSA DE 15 cm}$$

- Ahora procedemos al DISEÑO

$$W_{\text{ultimo}} = 1.4 \text{ CM} + 1.4 \text{ PP} + 1.7 \text{ CV}$$

$$W_{\text{ultimo}} = 1.4 \times (100) + 1.4 \times (360) + 1.7 \times (200) = 984 \text{ kgf/m}^2$$

$$a_1 = 300 - 25 = 275 \text{ cm}; a_2 = 305 - 25 = 280 \text{ cm}$$

$$a_1 / a_2 = 275 / 280 = 0.9821$$

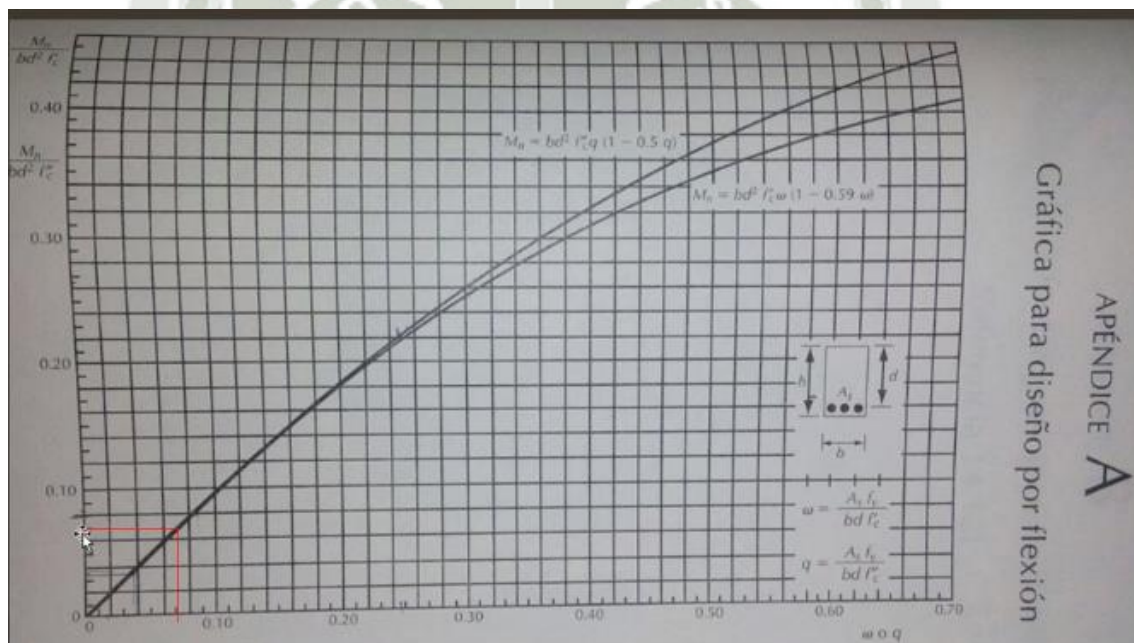
$$10^{-4} w_u a_1^2 = 10^{-4} \times 984 \times 2.75^2 = 0.74$$

Tabla 6.1 Coeficientes de momentos flexionantes para tableros rectangulares, franjas centrales¹

Tablero	Momento	Claro	Relación de lados corto a largo, $\alpha_1 = a_1/a_2$													
			0		0.5		0.6		0.7		0.8		0.9		1.0	
			I ²	II ²	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II
Interior Todos los bordes continuos	Neg. en bordes interiores	corto	998	1018	553	565	489	498	432	438	381	387	333	338	288	292
		largo	516	544	409	431	391	412	371	388	347	361	320	330	288	292
	Positivo	corto	630	668	312	322	268	276	228	236	192	199	158	164	126	130
		largo	175	181	139	144	134	139	130	135	128	133	127	131	126	130
De borde Un lado corto discontinuo	Neg. en bordes interiores	corto	998	1018	568	594	506	533	451	478	403	431	357	388	315	346
		largo	516	544	409	431	391	412	372	392	350	369	326	341	297	311
	Neg. en bordes dis.	largo	326	0	258	0	248	0	236	0	222	0	206	0	190	0
		Positivo	corto	630	668	329	356	292	306	240	261	202	219	167	181	133
De borde Un lado largo discontinuo	Neg. en bordes interiores	corto	1060	1143	583	624	514	548	453	481	397	420	346	364	297	311
		largo	587	687	465	545	442	513	411	470	379	426	347	384	315	346
	Neg. en bordes dis.	corto	651	0	362	0	321	0	283	0	250	0	219	0	190	0
		Positivo	corto	751	912	334	366	285	312	241	263	202	218	164	175	129
De esquina Dos lados adyacentes discontinuos	Neg. en bordes interiores	corto	1060	1143	598	653	530	582	471	520	419	464	371	412	324	364
		largo	600	713	475	564	455	541	429	506	394	457	360	410	324	364
	Neg. en borde discontinuos	corto	651	0	362	0	321	0	277	0	250	0	219	0	190	0
		largo	326	0	258	0	248	0	236	0	222	0	206	0	190	0
Extremo Tres bordes discontinuos un lado lar- go continuo	Positivo	corto	751	912	358	416	306	354	259	298	216	247	176	199	137	153
		largo	191	212	152	168	146	163	142	158	140	156	138	154	137	153
	Neg. en borde cont.	corto	1060	1143	970	1070	890	1010	810	940	730	870	650	790	570	710
		largo	651	0	370	0	340	0	310	0	280	0	250	0	220	0
Neg. en bordes disc.	corto	220	0	220	0	220	0	220	0	220	0	220	0	220	0	
	largo	751	912	730	800	670	760	610	710	550	650	490	600	430	540	
Positivo	corto	185	200	430	520	430	520	430	520	430	520	430	520	430	520	
	largo	185	200	430	520	430	520	430	520	430	520	430	520	430	520	

Extremo	Neg. en borde cont.	largo	570	710	570	710	570	710	570	710	570	710	570	710	570	710	
	Tres bordes discontinuos un lado corto continuo	Neg. en borde disc.	corto	570	0	480	0	420	0	370	0	310	0	270	0	220	0
	Positivo	largo	330	0	220	0	220	0	220	0	220	0	220	0	220	0	220
		corto	1100	1670	960	1060	840	950	730	850	620	740	540	660	430	520	
Aislado	Neg. en bordes discontinuos	corto	570	0	550	0	530	0	470	0	430	0	380	0	330	0	
		largo	330	0	330	0	330	0	330	0	330	0	330	0	330	0	
Cuatro lados discontinuos	Positivo	corto	1100	1670	830	1380	800	1330	720	1190	640	1070	570	950	500	830	
		largo	200	250	500	830	500	830	500	830	500	830	500	830	500	830	

- 1 Para las franjas extremas multiplíquense los coeficientes por 0.60.
 - 2 Caso I. Losa colada monolíticamente con sus apoyos.
 - 3 Caso II. Losa no colada monolíticamente con sus apoyos.
- Los coeficientes multiplicados por $10^{-4} w a_1^2$, dan momentos flexionantes por unidad de ancho; si w está en kN/m^2 (en kg/m^2) y a_1 en m, el momento da en kN-m/m (en kg-m/m)
- Para el caso I, a_1 y a_2 pueden tomarse como los claros libres entre paños de vigas; para el caso II se tomarán como los claros entre ejes, pero sin exceder del claro libre más dos veces el espesor de la losa.



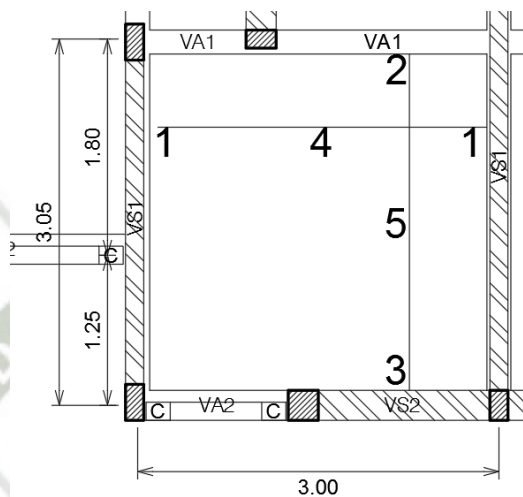
Apéndice para el cálculo de w en función a Q

Se elabora el siguiente cuadro para el cálculo de los momentos

Factor	0.74
--------	------

Tablero	Momento	ID	Claro	Alfa	Mi (kg - m)	$Q=Mi/FRbd^2f'c$	w	$ro=wf''c/fy$	Cuántia mínima	Acero	Separación
									ro mínimo	$As = ro*b*d$	$\phi 3/8''$
De borde con lado corto discontinuo	Negativo en bordes interiores	1	Corto	315	233.10	0.018	0.018	0.0006	0.002	2.6	27.31
		2	Largo	297	219.78	0.017	0.017	0.0006	0.002	2.6	27.31
	Negativo en bordes discontinuos	3	Largo	190	140.60	0.011	0.011	0.0004	0.002	2.6	27.31
	Positivo	4	Corto	133	98.42	0.006	0.006	0.0002	0.002	2.6	27.31
5		Largo	129	95.46	0.006	0.006	0.0002	0.002	2.6	27.31	

Positivo	$FRbd^2f'c$	1689324
Negativo	$FRbd^2f'c$	1285200

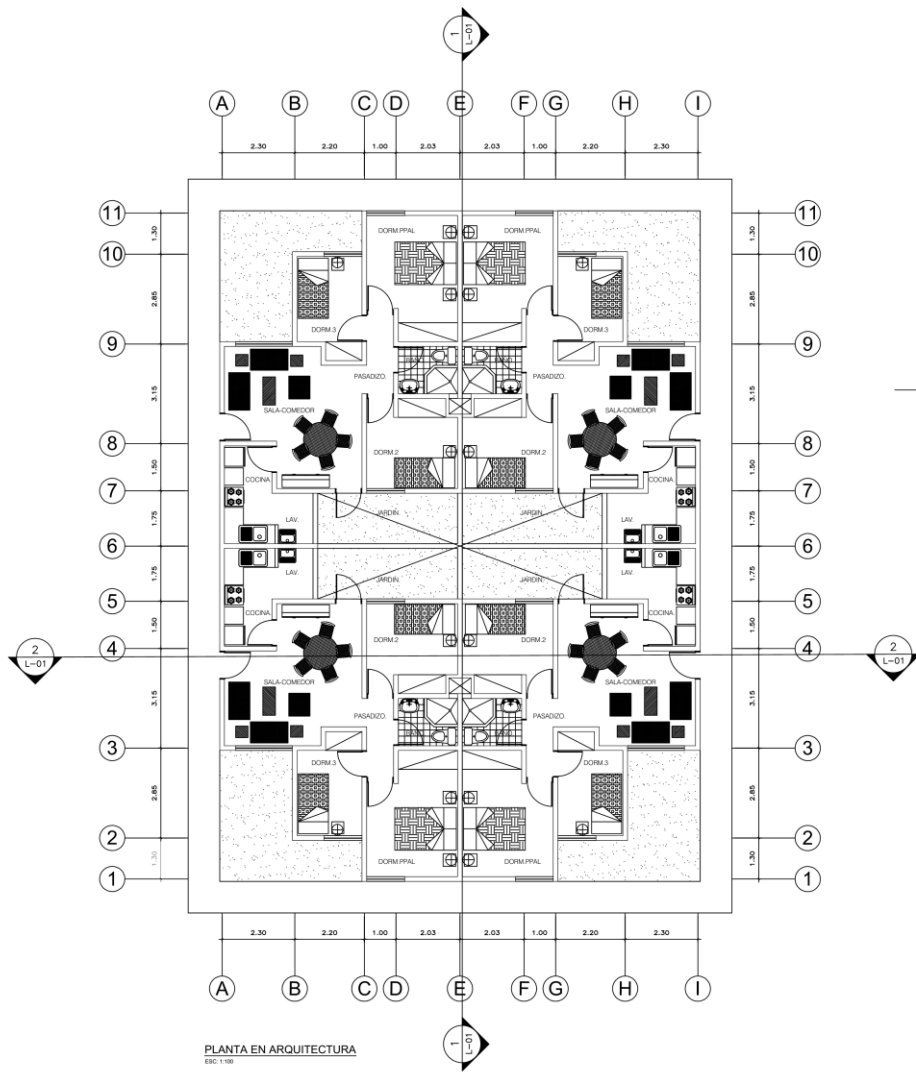


El espaciamiento mínimo para un acero de $\phi 3/8''$ tanto en el momento positivo como negativo es 27.31cm, por ende el diseño final de la losa queda como doble malla $\phi 3/8'' @ 25cm$

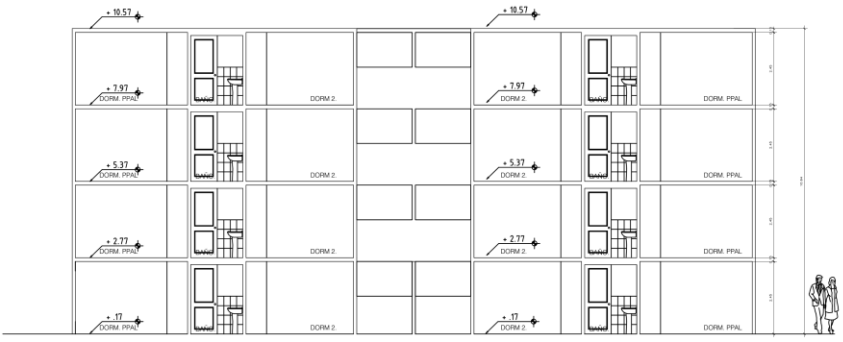


ANEXOS II

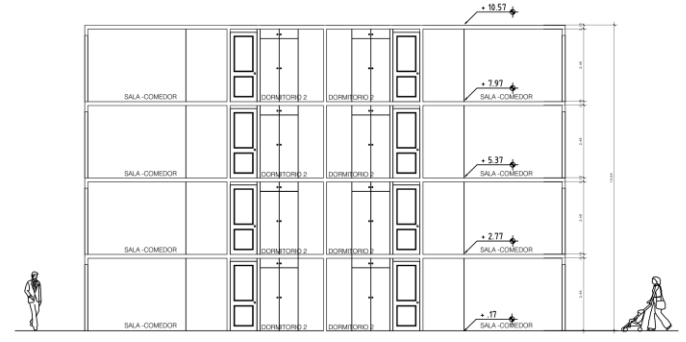
PLANOS




PLANTA EN ARQUITECTURA
ESC: 1/100

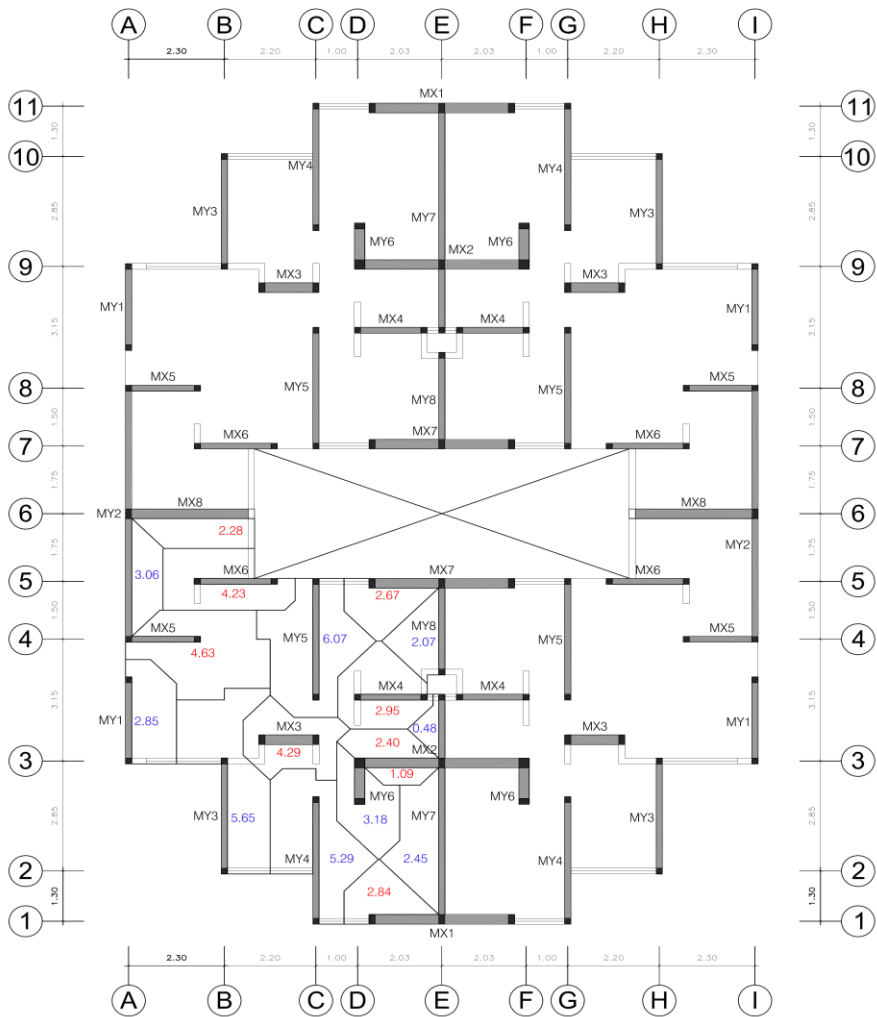


CORTE 1-1
ESC: 1/100

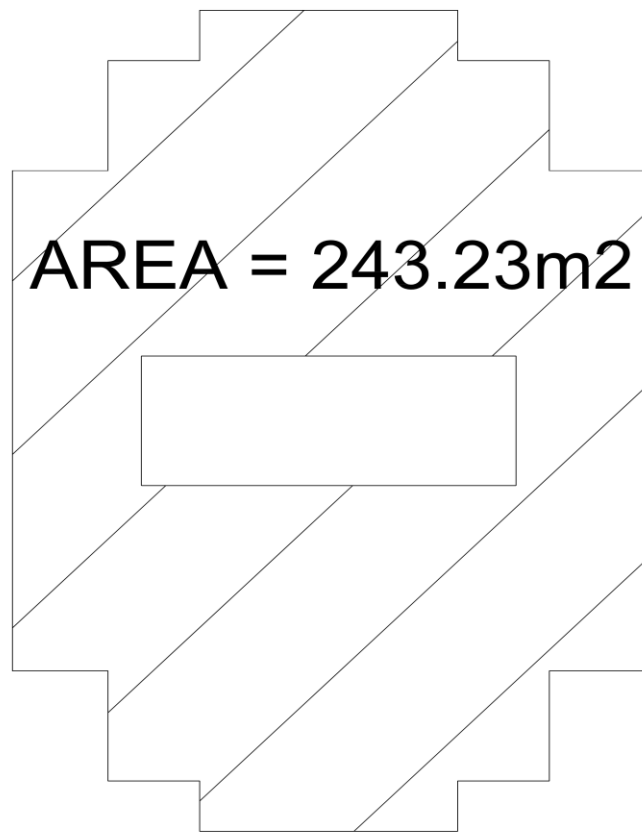


CORTE 2-2''
ESC: 1/100


	UNIVERSIDAD CATOLICA DE SANTA MARIA	
	TESIS: ANALISIS DE LAS PROPIEDADES FISICO MECANICAS DE LOS LADRILLOS DE ARCILLA CALCINADA EN LAS PRINCIPALES LADRILLERAS DE LA REGION AREQUIPA Y SU CAPACIDAD MAXIMA EN UNA EDIFICACION	
PLANO:	ARQUITECTURA	ESCALA: Indicada
BACHILLER:	Angela Lorena Chavez Anyosa	FECHA: 24/05/2017
		A-01



AREAS TRIBUTARIAS
ESC: 1/75



AREA EN PLANTA
ESC: 1/75

	UNIVERSIDAD CATOLICA DE SANTA MARIA	
	<small>TESIS: ANALISIS DE LAS PROPIEDADES FISICO MECANICAS DE LOS LADRILLOS DE ARCILLA CALCINADA EN LAS PRINCIPALES LADRILLERAS DE LA REGION AREQUIPA Y SU CAPACIDAD MAXIMA EN UNA EDIFICACION</small>	
	<small>PLANO:</small>	<small>ESCALA:</small>
	<small>BACHILLER:</small>	<small>FECHA:</small>
	AREAS TRIBUTARIAS	Indicada
	Angella Lorena Chavez Anyosa	24/05/2017
		L-01

ESPECIFICACIONES GENERALES

CONCRETO

1. LA RESISTENCIA MÍNIMA A COMPRESION f_c DEL CONCRETO A LOS 28 DIAS SERA:

a. ELEMENTOS DE CONCRETO REFORZADO

CIMENTACIONES Y BASES $f_c=210$ kg/cm²

ESTRUCTURAS SANITARIAS ENTERRADAS COMO CAMARAS Y CISTERNAS $f_c=210$ kg/cm²

LOSA SOBRE TERRENO $f_c=175$ kg/cm²

ESTRUCTURAS: COLUMNAS, VIGAS Y LOSAS $f_c=210$ kg/cm²

b. ELEMENTOS DE CONCRETO SIMPLE

CONCRETO CICLOPEO

$f_c=140$ kg/cm² + 30% PIEDRA GRANDE (MAX 6")

SOBRECIMENTOS

$f_c=140$ kg/cm² + 25% PIEDRA MEDIANA (MAX 3")

SOLADOS

$f_c=100$ kg/cm²

CIMENTOS CORRIDOS

$f_c=175$ kg/cm²

ACERO

1. EL ACERO DE REFUERZO DEBE CUMPLIR CON LA NORMA ASTM A615, Y TENDRA RESISTENCIA A LA FLUENCIA DE 4200 kg/cm² (GRADO 60").

2. EL ACERO DE REFUERZO SERA DOBLADO EN FRIJO NO SE PERMITIRA EL REDOBLADO DE LOS GANCHOS.

3. NO SE PERMITIRA EL CORTE DE REFUERZO CON SOPLETE.

ALBAÑILERIA

1. LAS UNIDADES DE ALBAÑILERIA CUMPLIRAN LA NORMA E-070

2. LAS UNIDADES DE ALBAÑILERIA DEBEN SER LADRILLO DE ARCILLA TIPO V - LADRILLERA TAURO

3. LAS CARACTERISTICAS DE RESISTENCIA SON:

$f_b = 197$ kg/cm²

$f_m = 59.53$ kg/cm²

4. MÁXIMO ESPESOR DE MORTERO = 1.5cm

NORMAS Y REGLAMENTOS USADOS

1. REGLAMENTO NACIONAL DE EDIFICACIONES

NORMA TECNICA DE EDIFICACIONES E-020 (CARGAS)

NORMA TECNICA DE DISEÑO SISMO RESISTENTE E-030

NORMA TECNICA DE CONCRETO ARMADO E-060

NORMA TECNICA DE ALBAÑILERIA ESTRUCTURAL E-070

ANALISIS SISMICO

PARAMETROS PARA EL ANALISIS ESTATICO :

ZONA Z=0.35 SUELO S=1.15

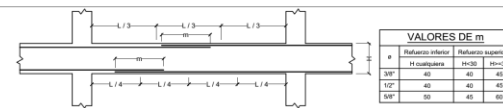
USO U=1.00 PERIODOS DEL TERRENO TP=0.60s TL=2.00s

- DIRECCION XX DIRECCION YY
- SISTEMA ESTRUCTURAL ALBAÑILERIA CONFINADA
- COEFICIENTE DE REDUCCION SISMICA R=5.4

PERIODO DE LA ESTRUCTURA T=0.17

DESPLAZAMIENTO EN EL ULTIMO NIVEL $\Delta x = 0.77$ cm - $\Delta y = 0.39$ cm

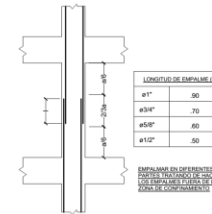
DESPLAZAMIENTO RELATIVO dx= 0.0030 dy=0.0015



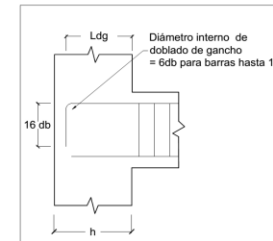
EMPALMES TRASLAPADOS PARA VIGAS Y LOSAS



DETALLE DOBLADO ESTRIBOS EN COLUMNAS O VIGAS

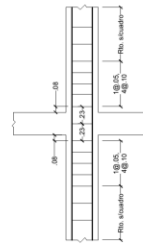


DETALLE DE EMPALME DE COLUMNAS

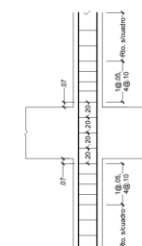


DETALLE LONGITUDES DE DESARROLLO

ϕ	db(cm)	Ab(cm ²)	f_c (kg/cm ²)			
			210	280	350	420
3/8"	0.95	0.71	Ldg (cm)	Ldg (cm)	Ldg (cm)	Ldg (cm)
1/2"	1.27	1.29	21	18	16	15
5/8"	1.59	2.00	28	24	22	20
3/4"	1.91	2.84	35	30	27	25
1"	2.54	5.10	42	36	32	30
			56	48	43	39

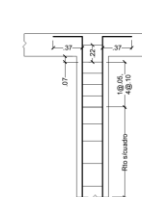


Con Vigas Chatas

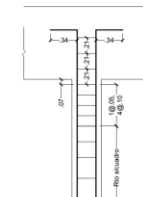


Con Vigas Peraltadas

REFUERZO TRANSVERSAL DE COLUMNAS



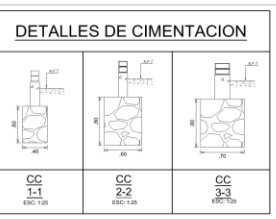
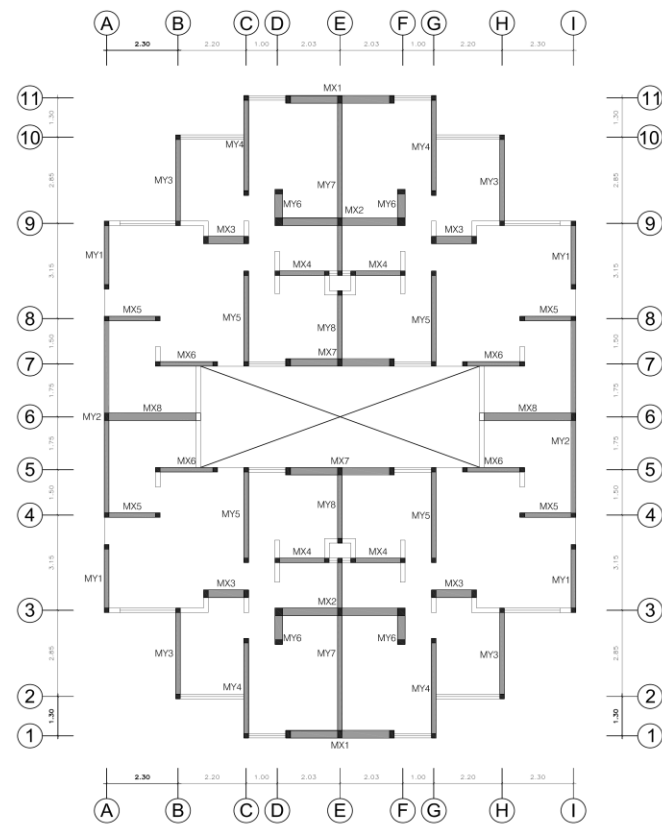
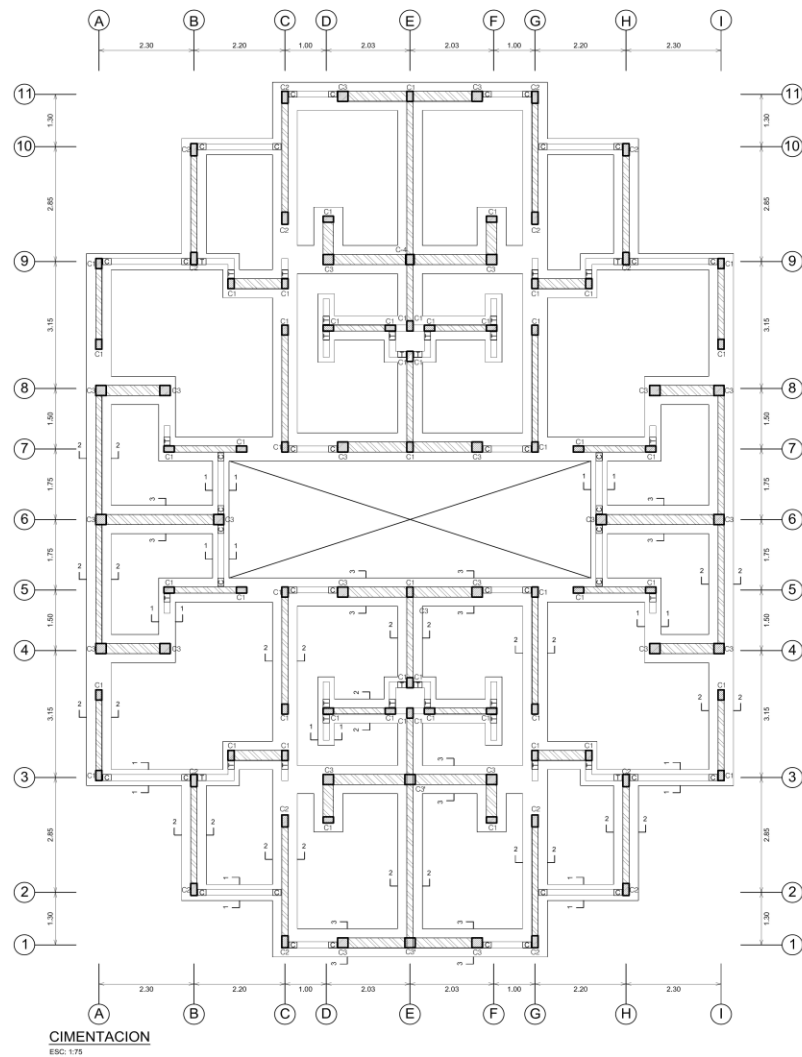
Con Vigas Chatas



Con Vigas Peraltadas

REMATE DE COLUMNAS

	UNIVERSIDAD CATOLICA DE SANTA MARIA	
	TESIS: ANALISIS DE LAS PROPIEDADES FISICO MECANICAS DE LOS LADRILLOS DE ARCILLA CALCINADA EN LAS PRINCIPALES LADRILLERAS DE LA REGION AREQUIPA Y SU CAPACIDAD MAXIMA EN UNA EDIFICACION	
PLANO:	ESPECIFICACIONES	ESCALA: Indicada
BACHILLER:	Angela Lorena Chavez Anyosa	FECHA:
		ES-01



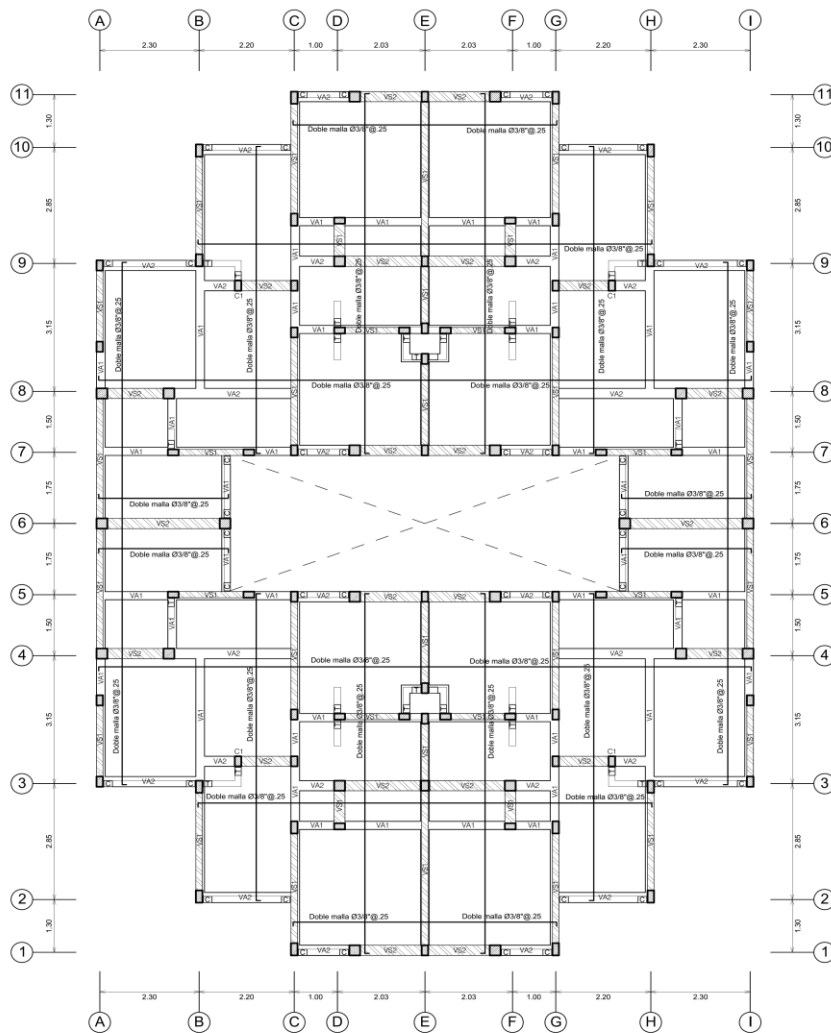
UNIVERSIDAD CATOLICA DE SANTA MARIA

TESIS: ANALISIS DE LAS PROPIEDADES FISICO MECANICAS DE LOS LADRILLOS DE ARCILLA CALCINADA EN LAS PRINCIPALES LADRILLERAS DE LA REGION AREQUIPA Y SU CAPACIDAD MAXIMA EN UNA EDIFICACION

PLANO: ESTRUCTURACION - CIMENTACION ESCALA: Indicada

BACHILLER: Angela Lorena Chavez Anyosi FECHA: 24/05/2017

ES-02

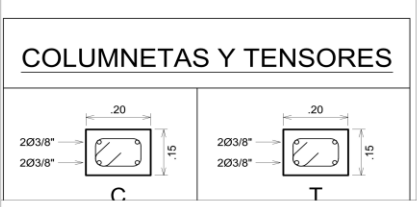


LOSA TÍPICA
ESC: 1/75

DETALLE DE RECOMENTACION

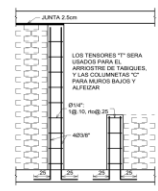
LOSA DE IN-USE
DOBLE MALLA # 3/8" @ 0.25 CORRIDA EN TODA LA LOSA.

CUADRO DE COLUMNAS				
NIVEL	C-1	C-2	C - 3	C-3'
1°	 0.25 X 0.15 4ø1/2" 3[ø1/4" @ 0.05, no @ 0.25	 0.30 X 0.15 4ø1/2" + 4ø3/8" 3[ø1/4" @ 0.05, no @ 0.25	 0.25 X 0.25 4ø1/2" + 4ø3/8" 3[ø1/4" @ 0.05, no @ 0.25	 0.25 X 0.25 6 ø1/2" + 2 ø3/8" 3[ø1/4" @ 0.05, no @ 0.25
2°			0.25 X 0.25 4ø1/2" 3[ø1/4" @ 0.05, no @ 0.25	0.25 X 0.25 4ø1/2" 3[ø1/4" @ 0.05, no @ 0.25
3°				
4°				

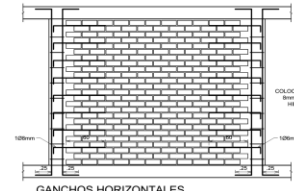


DETALLE DE VIGAS

VIGAS SOLERAS		VIGAS DE AMARRE	
VS1	VS2	VA1	VA2
□ Ø1/4"-1 @ 05, 4 @ 10 @ 2 @ 15, RTO @ 25		□ Ø1/4"-1 @ 05, 4 @ 10 @ 2 @ 15, RTO @ 25	



DETALLE ELEVACION T A C
ESC: 1/40



GANCHOS HORIZONTALES
ESC: 1/30

UNIVERSIDAD CATOLICA DE SANTA MARIA

TESIS: ANALISIS DE LAS PROPIEDADES FISICO MECANICAS DE LOS LADRILLOS DE ARCILLA CALCINADA EN LAS PRINCIPALES LADRILLERAS DE LA REGION AREQUIPA Y SU CAPACIDAD MAXIMA EN UNA EDIFICACION

PLANO: LOSA TÍPICA PLANTA Y DETALLES
BACHILLER: Angela Lorena Chavez Anyosa

ESCALA: Indicada
FECHA: 24/05/2017

ES-03

ANEXOS III

CERTIFICADOS



AREQUIPA-PERU

UNIVERSIDAD CATOLICA DE SANTA MARIA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO

CONSTANCIA

La que suscribe, **Ing. Milagros Guillén Málaga**, Coordinadora del Laboratorio de Suelos y Concreto del Programa Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad Católica de Santa María de Arequipa,

HACE CONSTAR

Que el(la) señor(ita) Bachiller en Ingeniería Civil:

ANGELA LORENA CHAVEZ ANYOSA

Código N° 2008600602

Ha realizado los ensayos de Laboratorio de Concreto y Materiales de Construcción para complementar su trabajo de tesis para optar el título de Ingeniero Civil cuyo Título es: **“ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES FISICO MECANICAS DE LOS LADRILLOS DE ARCILLA CALCINADA EN LAS PRINCIPALES LADRILLERAS DE LA REGION AREQUIPA Y SU CAPACIDAD MAXIMA EN UNA EDIFICACION”**.

Los ensayos efectuados por la señorita tesista fueron los siguientes:

- 25 Ensayo de Alabeo.
- 25 Ensayo de variación de dimensiones.
- 25 Preparación y ensayos de resistencia de compresión: Unidades de Ladrillo.
- 25 Elaboración y ensayos de resistencia de compresión: Pilas de Ladrillo.
- 25 Ensayo de Absorción.
- 25 Ensayo de Succión.

Los trabajos realizados en las instalaciones del Laboratorio de Suelos y Concreto, han sido realizados entre el 08/01/2016 y el 30/01/2016.

Se expide la presente constancia a solicitud de los interesados para los fines que estimen conveniente.

Arequipa, 23 de Marzo del 2016

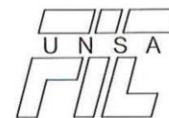
UNIVERSIDAD CATOLICA DE SANTA MARIA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL



ING. MILAGROS GUILLÉN MALAGA
COORDINADORA LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN AGUSTIN
DE AREQUIPA
Av. Independencia s/n - Area Ingenierías



FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE CONCRETO Y EMC
Teléfono N° 299992

ENSAYO: COMPRESION DIAGONAL DE MURETE

SOLICITA ANGELA LORENA CHAVEZ ANYOSA
OBRA PROYECTO DE TESIS: "ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES FÍSICO MECÁNICAS DE LOS LADRILLOS DE ARCILLA CALCINADA EN LAS PRINCIPALES LADRILLERAS DE LA REGIÓN AREQUIPA Y SU CAPACIDAD MÁXIMA EN UNA EDIFICACIÓN"
LOCALIZACIÓN UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTA MARÍA - AREQUIPA
FABRICANTE LADRILLERA TAURO
MATERIAL 03 MURETES DE ALBAÑILERÍA
Construido con Unid. de Albañilería Mecanizada KK SH-9 de 24x14x9 cm, con 17 Alveolos Hexagonales.
NORMA NORMA TÉCNICA E.070 ALBAÑILERÍA - 2006
NTP 399.621 - 2004
FECHA AREQUIPA, 2016 MARZO 16
EXPEDIENTE 161-2370

MUESTRA N°	FECHA DE FABRICAC.	FECHA ENSAYO	EDAD DÍAS	LARGOS		ESPESOR (cm)	CARGA APLICADA Pu (kg)	ÁREA A (cm ²)	PRESIÓN v'm (kg/cm ²)	PRESIÓN v'm (MPa)
				L1 (cm)	L2 (cm)					
M - 1	30/01/2016	09/03/2016	39	59.0	60.0	13.9	15885	827.05	13.58	1.33
M - 2	30/01/2016	09/03/2016	39	59.0	60.7	14.2	12381	849.87	10.30	1.01
M - 3	30/01/2016	09/03/2016	39	59.1	60.4	14.0	13783	836.50	11.65	1.14

Promedio X = 11.84 kg/cm²
Desviación Estándar S = 1.65 kg/cm²
v'm = 10.19 kg/cm²

Corrección por Edad (28 días) F = 1.00

Resistencia de la Albañilería Característica

v'm = 10.19 kg/cm ²
v'm = 1.00 MPa

NOTA:

Los muretes fueron construidos en el frontis del Laboratorio de Ingeniería Civil - UNSA por la Solicitante, así como los datos de origen de estos, han sido proporcionados al Laboratorio por la Tesista.

Laboratorio de Concreto y Ensayo de Materiales
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL - UNSA

Ing. Jorge A. Ivuri Pérez
JEFE DE LABORATORIO
CIP N° 37242



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN AGUSTIN
DE AREQUIPA
Av. Independencia s/n - Area Ingenierias



FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE CONCRETO Y EMC
Teléfono N° 299992

ENSAYO: COMPRESION DIAGONAL DE MURETE

SOLICITA ANGELA LORENA CHAVEZ ANYOSA
OBRA PROYECTO DE TESIS: "ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES FÍSICO MECÁNICAS DE LOS LADRILLOS DE ARCILLA CALCINA EN LAS PRINCIPALES LADRILLERAS DE LA REGIÓN AREQUIPA Y SU CAPACIDAD MÁXIMA EN UNA EDIFICACIÓN"
LOCALIZACIÓN UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARIA - AREQUIPA
FABRICANTE LADRILLERA EL DIAMANTE
MATERIAL 03 MURETES DE ALBAÑILERÍA
Construido con Unid. de Albañilería Mecanizada KK H-9 de 24x14x9 cm, con 17 Alveolos Hexagonales.
NORMA NORMA TÉCNICA E.070 ALBAÑILERIA - 2006
NTP 399.621 - 2004
FECHA AREQUIPA, 2016 MARZO 16
EXPEDIENTE 161-2370

MUESTRA N°	FECHA DE FABRICAC.	FECHA ENSAYO	EDAD DIAS	LARGOS		ESPESOR (cm)	CARGA APLICADA Pu (kg)	ÁREA A (cm ²)	PRESIÓN v'm (kg/cm ²)	PRESIÓN v'm (MPa)
				L1 (cm)	L2 (cm)					
M - 1	29/01/2016	10/03/2016	41	59.1	60.1	14.1	12848	840.36	10.81	1.06
M - 2	29/01/2016	10/03/2016	41	59.4	59.9	14.0	17520	835.10	14.83	1.45
M - 3	29/01/2016	10/03/2016	41	59.9	60.3	14.2	14951	853.42	12.39	1.21

Promedio X = 12.68 kg/cm²
Desviación Estándar S = 2.03 kg/cm²
v'm = 10.65 kg/cm²

Corrección por Edad (28 días) F = 1.00

Resistencia de la Albañilería Característica

v'm = 10.65 kg/cm ²
v'm = 1.04 MPa

NOTA:

Los muretes fueron construidos en el frontis del Laboratorio de Ingeniería Civil - UNSA por la Solicitante, así como los datos de origen de estos, han sido proporcionados al Laboratorio por la Tesista.

Laboratorio de Concreto y Ensayo de Materiales
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL - UNSA

Ing. Jorge A. Iruri Pérez
JEFE DE LABORATORIO
CIP N° 37242



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN AGUSTIN
DE AREQUIPA
Av. Independencia s/n - Area Ingenierias



FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE CONCRETO Y EMC
Teléfono N° 299992

ENSAYO: COMPRESION DIAGONAL DE MURETE

SOLICITA ANGELA LORENA CHAVEZ ANYOSA
OBRA PROYECTO DE TESIS: "ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES FÍSICO MECÁNICAS DE LOS LADRILLOS DE ARCILLA CALCINADA EN LAS PRINCIPALES LADRILLERAS DE LA REGIÓN AREQUIPA Y SU CAPACIDAD MÁXIMA EN UNA EDIFICACIÓN"
LOCALIZACIÓN UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARIA - AREQUIPA
FABRICANTE LADRILLERA CHOQUE
MATERIAL 03 MURETES DE ALBAÑILERÍA
Construido con Unid. de Albañilería Mecanizada KK H-9 de 24x14x9 cm, con 17 Alveolos Circulares.
NORMA NORMA TÉCNICA E.070 ALBAÑILERÍA - 2006
NTP 399.621 - 2004
FECHA AREQUIPA, 2016 MARZO 16
EXPEDIENTE 161-2370

MUESTRA N°	FECHA DE FABRICAC.	FECHA ENSAYO	EDAD DIAS	LARGOS		ESPESOR (cm)	CARGA APLICADA Pu (kg)	ÁREA A (cm2)	PRESIÓN v'm (kg/cm2)	PRESIÓN v'm (MPa)
				L1 (cm)	L2 (cm)					
M - 1	29/01/2016	09/03/2016	40	58.5	60.3	14.1	10279	837.54	8.68	0.85
M - 2	29/01/2016	09/03/2016	40	58.8	60.0	14.1	8877	837.54	7.49	0.73
M - 3	29/01/2016	09/03/2016	40	59.0	60.1	14.2	10045	845.61	8.40	0.82

Promedio X = 8.19 kg/cm2
Desviación Estandar S = 0.62 kg/cm2
v'm = 7.57 kg/cm2

Corrección por Edad (28 días) F = 1.00

Resistencia de la Albañilería Característica

v'm =	7.57 kg/cm2
v'm =	0.74 MPa

NOTA:

Los muretes fueron construidos en el frontis del Laboratorio de Ingeniería Civil - UNSA por la Solicitante, así como los datos de origen de estos, han sido proporcionados al Laboratorio por la Tesista.

Laboratorio de Concreto y Ensayo de Materiales
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL - UNSA

Ing. Jorge A. Ivry Pérez
JEFE DE LABORATORIO
CIP N° 87242



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN AGUSTIN
DE AREQUIPA
Av. Independencia s/n - Area Ingenierias



FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE CONCRETO Y EMC
Teléfono N° 299992

ENSAYO: COMPRESIÓN DIAGONAL DE MURETE

SOLICITA ANGELA LORENA CHAVEZ ANYOSA
 OBRA PROYECTO DE TESIS: "ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES FÍSICO MECÁNICAS DE LOS LADRILLOS DE ARCILLA CALCINADA EN LAS PRINCIPALES LADRILLERAS DE LA REGIÓN AREQUIPA Y SU CAPACIDAD MÁXIMA EN UNA EDIFICACIÓN"
 LOCALIZACIÓN UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTA MARÍA - AREQUIPA
 FABRICANTE LADRILLERA YARABAMBA
 MATERIAL 03 MURETES DE ALBAÑILERIA
 Construido con Unid. de Albañilería Artesanal King Kong de 24x13.8x7 cm, sin Perforaciones (Unidad Sólida)
 NORMA NORMA TÉCNICA E.070 ALBAÑILERÍA - 2006
 NTP 399.621 - 2004
 FECHA AREQUIPA, 2016 MARZO 16
 EXPEDIENTE 161-2370

MUESTRA N°	FECHA DE FABRICAC.	FECHA ENSAYO	EDAD DÍAS	LARGOS		ESPESOR (cm)	CARGA APLICADA Pu (kg)	ÁREA A (cm ²)	PRESIÓN v'm (kg/cm ²)	PRESIÓN v'm (MPa)
				L1 (cm)	L2 (cm)					
M - 1	01/02/2016	09/03/2016	37	59.4	60.0	13.9	12615	829.83	10.75	1.05
M - 2	01/02/2016	09/03/2016	37	59.6	60.2	13.0	7709	778.70	7.00	0.69
M - 3	01/02/2016	09/03/2016	37	60.0	60.4	13.0	6541	782.60	5.91	0.58

Promedio X = 7.89 kg/cm²
 Desviación Estándar S = 2.54 kg/cm²
 v'm = 5.35 kg/cm²

Corrección por Edad (28 días) F = 1.00

Resistencia de la Albañilería Característica
 v'm = 5.35 kg/cm²
 v'm = 0.52 MPa

NOTA:

Los muretes fueron construidos en el frontis del Laboratorio de Ingeniería Civil - UNSA por la Solicitante, así como los datos de origen de estos, han sido proporcionados al Laboratorio por la Tesista.

Laboratorio de Concreto y Ensayo de Materiales
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL - UNSA

Ing. Jorge A. Aruri Pérez
JEFE DE LABORATORIO
CIP N° 87242