



UNIVERSIDAD  
PRIVADA  
DEL NORTE

# FACULTAD DE INGENIERIA

---

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

“ANÁLISIS COMPARATIVO DE COSTOS DE UNA VIVIENDA ECONÓMICA DE UN PISO DE ADOBE Y OTRA DE ALBAÑILERÍA CONFINADA EN LA ZONA URBANA DE CAJAMARCA”

Tesis para optar el título de:

**Ingeniero Civil**

**Autor:**

Carmen Julissa Cáceres Arroyo

**Asesor:**

Ing. Miguel Mosqueira Moreno

Cajamarca – Perú

2014

## APROBACIÓN DE LA TESIS

El asesor y los miembros del jurado evaluador asignados, **APRUEBAN** la tesis desarrollada por la Bachiller Carmen Julissa Cáceres Arroyo, denominada:

“ANÁLISIS COMPARATIVO DE COSTOS DE UNA VIVIENDA ECONÓMICA DE UN PISO DE ADOBE Y OTRA DE ALBAÑILERÍA CONFINADA EN LA ZONA URBANA DE CAJAMARCA”

---

Ing. Miguel Mosqueira Moreno  
**ASESOR**

---

Ing. Orlando Aguilar Aliaga  
**JURADO**  
**PRESIDENTE**

---

Ing. Gerson Quispe Rodríguez  
**JURADO**

---

Ing. Alcibiades Quiroz Cueva  
**JURADO**

## **DEDICATORIA**

A mi madre

con mucho amor y cariño

le dedico todo mi esfuerzo

y trabajo puesto para

la realización de esta tesis.

## **AGRADECIMIENTOS**

Mi madre ha sido el fundamento de mi existencia, a ella le debo lo que soy. Gracias a mi madre por su incondicional apoyo, protección y motivación al logro de mis metas. A mi hermana, por siempre estar conmigo y su preocupación constante.

Agradezco al Ingeniero Miguel Mosqueira Moreno, por su disposición a lo largo de este trabajo.

Por último, quiero dar las gracias a todos mis familiares y amigos, que de alguna u otra manera aportaron a mi desarrollo durante este largo proceso que ya culmina.

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

|   | PÁG  |
|---|------|
| APROBACIÓN DE LA TESIS                      | ii   |
| DEDICATORIA                                 | iii  |
| AGRADECIMIENTOS                             | iv   |
| ÍNDICE DE CONTENIDOS                        | v    |
| ÍNDICE DE TABLAS                            | vii  |
| ÍNDICE DE PLANOS                            | viii |
| RESUMEN                                     | ix   |
| ABSTRACT                                    | x    |
| CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN                    | 01   |
| 1. Realidad problemática                    | 01   |
| 2. Formulación del problema.                | 01   |
| 3. Justificación.                           | 01   |
| 4. Objetivos                                | 02   |
| a)    Objetivo General.                     | 02   |
| b)    Objetivos Específicos.                | 02   |
| CAPÍTULO 2. MARCO TEÓRICO                   | 03   |
| 1. Antecedentes.                            | 03   |
| 2. Bases Teóricas.                          | 03   |
| 2.1.    Arquitectura                        | 03   |
| 2.2.    Estructuras                         | 03   |
| 2.2.1.    Vivienda de adobe                 | 04   |
| 2.2.2.    Vivienda de albañilería confinada | 08   |
| 2.3.    Instalaciones                       | 17   |
| 2.4.    Metrados                            | 17   |

|   |            |
|---|------------|
| 2.5. Costos y presupuestos                  | 18         |
| 3. Definición de términos básicos           | 22         |
| <b>CAPÍTULO 3. HIPÓTESIS</b>                | <b>23</b>  |
| 1. Formulación de la hipótesis.             | 23         |
| 2. Variables                                | 23         |
| 3. Operacionalización de variables          | 24         |
| <b>CAPÍTULO 4. MATERIALES Y MÉTODOS</b>     | <b>25</b>  |
| 1. Tipo de diseño de investigación.         | 25         |
| 2. Material de estudio.                     | 25         |
| 2.1. Población.                             | 25         |
| 2.2. Muestra.                               | 25         |
| 3. Técnicas, procedimientos e instrumentos. | 25         |
| 3.1. Para recolectar datos.                 | 25         |
| 3.2. Para procesar datos.                   | 218        |
| <b>CAPÍTULO 5. RESULTADOS</b>               | <b>219</b> |
| <b>CAPÍTULO 6: DISCUSIÓN</b>                | <b>220</b> |
| <b>CONCLUSIONES</b>                         | <b>221</b> |
| <b>RECOMENDACIONES</b>                      | <b>222</b> |
| <b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>           | <b>223</b> |
| <b>ANEXOS</b>                               | <b>224</b> |

## ÍNDICE DE TABLAS

|   |    |
|---|----|
| <b>Tabla N°01:</b> Módulo de elasticidad  | 06 |
| <b>Tabla N°02:</b> Esfuerzos admisibles   | 07 |
| <b>Tabla 03:</b> Operacionalización de variables                                      | 24 |
| <b>Tabla N°04:</b> Refuerzo en muros de adobe   | 28 |
| <b>Tabla N° 05:</b> Volumen de muros de albañilería                                   | 38 |
| <b>Tabla N° 06:</b> Centro de masas   | 41 |
| <b>Tabla N° 07:</b> Rigidez en la dirección X   | 42 |
| <b>Tabla N° 08:</b> Rigidez en la dirección Y   | 42 |
| <b>Tabla N° 09:</b> Características de los elementos para el diseño de losa $e=0.20m$ | 51 |
| <b>Tabla N° 10:</b> Metrado de cargas para losa $e=0.20m$                             | 52 |
| <b>Tabla N° 11:</b> Tramos en losa $e=0.20m$  | 52 |
| <b>Tabla N° 12:</b> Forma de As en losa $e=0.20m$                                     | 53 |
| <b>Tabla N° 13:</b> Verificación por flexión y corte en losa $e=0.20m$                | 54 |
| <b>Tabla N° 14:</b> Determinación del acero propuesto en losa $e=0.20m$               | 55 |
| <b>Tabla N° 15:</b> Características de los elementos para el diseño de losa $e=0.17m$ | 56 |
| <b>Tabla N° 16:</b> Metrado de cargas para losa $e=0.17m$                             | 57 |
| <b>Tabla N° 17:</b> Tramos en losa $e=0.17m$  | 57 |
| <b>Tabla N° 18:</b> Forma de As en losa $e=0.17m$                                     | 58 |
| <b>Tabla N° 19:</b> Verificación por flexión y corte en losa $e=0.17m$                | 59 |
| <b>Tabla N° 20:</b> Determinación del acero propuesto en losa $e=0.17m$               | 59 |
| <b>Tabla N° 21:</b> Verificación de acero en columnas T                               | 61 |
| <b>Tabla N° 22:</b> Verificación de acero en columnas L                               | 61 |
| <b>Tabla N° 22:</b> Verificación de acero Vigas                                       | 61 |

## ÍNDICE DE PLANOS

### **Proyecto de vivienda en adobe**

A1: Distribución

A2: Cortes

A3: Elevaciones

D1: Detalle de techo de calamina

E1: Cimentación

E2: Asentado de adobes

E3: Refuerzo de muros

E4: Viga collarín

E5: Armado de techo

IE: Instalaciones Eléctricas

IS: Instalaciones Sanitarias

IS: Desagüe de aguas de lluvia

### **Proyecto de vivienda en albañilería confinada**

A1: Distribución

A2: Cortes

A3: Elevaciones

D1: Detalle de techo de calamina

E1: Cimentación

E2: Losa aligerada

IE: Instalaciones Eléctricas

IS: Instalaciones Sanitarias

IS: Desagüe de aguas de lluvia

## RESUMEN

La presente tesis tiene como objetivo determinar el análisis económico comparativo entre una vivienda de adobe y una vivienda de albañilería confinada, ambas de un nivel y con características similares. El proyecto contempla una vivienda de un piso proyectada en un área de 151.81 m<sup>2</sup>, ubicada en la Av. San Martín cdra. 22, tanto como para adobe como para albañilería confinada. Ambas viviendas contarán con dos dormitorios, cocina, sala-comedor, baño, lavandería y patio. Debido a la ubicación del terreno donde se proyecta la vivienda, se considera una capacidad admisible del terreno de 1.0 kg/cm<sup>2</sup>. En cuanto al diseño de la vivienda en adobe, se empleó la norma E.080 Adobe y para el diseño de la vivienda en albañilería confinada se empleó la norma E.070 Albañilería y la norma E.060 Concreto Armado del reglamento Nacional de edificaciones. Posterior al análisis de las estructuras se procedió a realizar los planos y metrados de los mismos. Se elaboraron también los proyectos de Instalaciones Eléctricas y Sanitarias, con sus planos respectivos. A continuación se elaboraron los costos unitarios de cada partida y el presupuesto para cada edificación, empleando el S10 y con precios actualizados al mes de Octubre del presente año. Finalmente se presenta el costo de cada una de las viviendas, de manera tal que puede compararse y se demuestra que la vivienda de albañilería confinada es más económica que la de adobe, para efectos de área útil.

## **ABSTRACT**

This thesis aims to determine the comparative economic analysis between a dust house and a house of confined masonry, both one level and with similar features. The project includes a projected housing in an area of 151.81 m<sup>2</sup>, located at San Martín avenue, as well as for dust to confined masonry. Both houses will have two bedrooms, kitchen, living room, bathroom, laundry and yard. Due to the location of the land where housing projects, is considered an allowable capacity of the ground of 1.0 kg / cm<sup>2</sup>. As for the design of housing in dust, Adobe E.080 standard was used and the design of housing in confined masonry Standard E.070 and E.060 Masonry Reinforced Concrete norm of the National Building Regulations was used. After analyzing structures proceeded to make plans and measure thereof. Projects Electrical Installations and Health, with their respective planes were also developed. Then the unit costs of each item and the budget for each building were developed using the S10 and updated to October of this year prices. Finally the cost of each of the houses, so that can be compared and shown to confined masonry housing is cheaper than adobe, for purposes of useful area is presented.

## **CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN**

### **1. Realidad problemática**

En el Perú no se cuenta con un análisis comparativo de costos de viviendas con diferentes tipos de materiales de construcción. Eligiéndose así materiales que se creen que son más económicos que otros, sin un fundamento o análisis que lo respalde, publicado por el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (2014)

Siendo el mismo caso para la zona urbana de la ciudad de Cajamarca, donde tradicionalmente se construyen viviendas de adobe, asumiendo, entre otros aspectos, que son más económicas que aquellas construidas con ladrillo, concreto y acero, publicado por el Instituto Nacional de Estadística e Informática (2013)

Sin embargo, existen reportes de edificaciones proyectadas inicialmente en adobe y construidas luego en ladrillo, concreto y acero, como es el caso del local del colegio de periodistas de Cajamarca, donde inicialmente se proyectó en adobe, pero el costo resultó menor en albañilería confinada.

Este análisis comparativo de costos es importante pues el costo sería la principal ventaja de una edificación de adobe, pues esta es más insegura ante sismos y sus muros ocupan mucho más área que en el otro caso.

### **2. Formulación del problema.**

¿Qué vivienda construida en la zona urbana de Cajamarca, es más económica y cuánto, considerando adobe y albañilería confinada?

### **3. Justificación.**

Al construir una vivienda en la zona urbana de Cajamarca se elige el adobe como material de construcción partiendo de la premisa de que una vivienda con este material es más económica sin ningún sustento de este parámetro, pues no existen estudios que ayuden a tomar esta decisión.

Las viviendas de adobe son inseguras ante sismos y Cajamarca está ubicada en la zona 3, la cual es la zona con mayor riesgo sísmico según la norma E.030 del reglamento nacional de edificaciones.

Además se debe tener en cuenta que en la zona urbana el terreno tiene un alto costo y las viviendas construidas de adobe no optimizan el uso del terreno por tener un mayor espesor de muro que las viviendas de albañilería confinada.

Es por estas razones que se hace necesario realizar un estudio y comparación de los beneficios que tiene optar por una construcción de adobe o de albañilería confinada.

#### **4. Objetivos**

##### **a. Objetivo General.**

Comparar los costos de una vivienda de adobe y una vivienda de albañilería confinada en la zona urbana de Cajamarca.

##### **b. Objetivos Específicos.**

- Diseñar una vivienda de adobe y una vivienda de albañilería confinada de un nivel.
- Realizar el análisis de costos unitarios y presupuestos para cada vivienda.

## **CAPÍTULO 2. MARCO TEÓRICO**

### **1. Antecedentes.**

A continuación se presenta dos estudios que buscan objetivos similares a los del proyecto. En ellos se realiza un análisis de costos entre dos tipos de estructura, determinando cuál de ellas es más económica.

- Ulloa, J. (2005). Planeamiento integral de la construcción de cuatro bloques de cincuenta viviendas unifamiliares para el programa mi vivienda. (Tesis para optar el título de ingeniero civil), PUCP, Lima, Perú. Se muestra el análisis comparativo de costos y plazos de ejecución entre un sistema de placas esbeltas y albañilería confinada. Donde se determina que el sistema de placas esbeltas es más económica que la construcción en albañilería confinada, además de tener un menor tiempo de ejecución en el primero, lo que conlleva, también a un ahorro en los Gastos Generales.
- Pinedo, M (2012). Comparación entre muros de suelo reforzado con elementos extensibles y no extensibles. (Tesis para optar el título de ingeniero civil), PUCP, Lima, Perú. Se muestra un análisis comparativo técnico y económico entre muros de suelo reforzado con elementos extensibles y no extensibles, dando como resultado que los muros de suelo reforzado con elementos inextensibles son en un 23 a 34 por ciento más costosos que los muros de suelo reforzado con elementos extensibles.

### **2. Bases Teóricas.**

#### **2.1. Arquitectura**

Según la norma A.020 constituyen edificaciones para fines de vivienda aquellas que tienen como uso principal o exclusivo la residencia de las familias, satisfaciendo sus necesidades habitacionales y funcionales de manera adecuada.

Es así que una vivienda debe cumplir con los requerimientos arquitectónicos que se muestran en la norma A.010. De tal manera, que para lograr la calidad arquitectónica de una edificación se debe tener en cuenta que esta debe responder a su funcionalidad y estética.

### **Acceso y circulación**

Se entenderá que las edificaciones deben tener como mínimo, un acceso desde el exterior y que los elementos móviles de los accesos al accionarse, no podrán invadir las vías y áreas de uso público.

En cuanto a la circulación, se tendrá en cuenta que el ancho de pasajes y circulaciones interiores medidos entre los muros que lo conforman será de 0.90 m.

### **Iluminación y ventilación**

Para la iluminación y ventilación para viviendas unifamiliares, los pozos para tal fin tendrán una dimensión mínima de 2.00 m por lado. Estos, pueden estar techados con una cubierta transparente y dejando un área abierta para ventilación mayor a 50%. Esta cubierta no reduce el área libre.

Para la entrada de aire desde el exterior, todo ambiente debe contar con, al menos, un vano. Este elemento de ventilación, no será inferior al 5% de la habitación que se ventila.

### **Cubiertas**

En las cubiertas se debe contar con un sistema de recolección canalizado en todo su recorrido, para el agua de lluvia, hasta el sistema de drenaje público o hasta el nivel del terreno. Además, las partes más bajas de techos inclinados podrán tener una altura menor a 2.30 m y en cuanto a las vigas y dinteles, estas deben estar a una altura mínima de 2.10 m sobre el nivel del piso terminado.

## **2.2. Estructuras**

Para el diseño estructural de la vivienda, tanto para el caso de albañilería confinada como para adobe, se recurre a las normas que se presentan en el Reglamento nacional de edificaciones.

### **2.2.1. Vivienda en adobe**

Para el diseño de la vivienda en adobe se debe controlar que la longitud de los muros de adobe sea suficiente en cada dirección; que los

vanos sean pequeños y preferentemente estar centrados en los muros; además se debe definir un sistema de refuerzo para asegurar el amarre de las esquinas y encuentros.

### **Cimentación**

La profundidad de la cimentación será de 60 cm medida a partir del terreno natural y con un ancho mínimo de 40 cm.

En el proyecto se considera una cimentación con albañilería de piedra de 6" a 8" con un mortero Tipo II el cual es un mortero que debe cumplir con los mismos lineamientos de las unidades de adobe.

El sobrecimiento tendrá una altura de 20 cm y será del mismo ancho que los muros. Será de mampostería de piedra de 6" a 8" asentada con mortero Tipo I, el cual es un mortero de suelo y algún aglomerante como cemento, cal o asfalto.

### **Muros**

Se debe controlar la esbeltez en todos los muros para asegurar su estabilidad. Para ello el espesor de los muros se determinará en función a su altura libre y la longitud máxima del muro entre arriostres verticales será 12 veces el espesor del muro.

Para verificar el espesor de los muros, se recurre a la tabla 4 de la norma E.080 Adobe, donde se definirá además el tipo de refuerzo que solicitará cada muro.

Entre los refuerzos más comunes se tiene caña, madera o similares, malla de alambre y columnas de concreto armado. Para lo cual, se recurrirá al refuerzo exterior con malla de alambre en los encuentros que lo soliciten para asegurar un traslape adecuado. La colocación se hará en ambas caras del muro utilizando alambre negro N° 8.

Se debe controlar que el ancho de las puertas y ventanas sea menor a 1/3 de la longitud del muro.

Para los encuentros entre muros que sean diferentes a 90° se diseñaran bloques especiales detallándose los encuentros.

### **Techo**

Los techos deberán ser livianos y distribuirán su carga en el mayor número posible de muros, de esta manera se evitará la concentración de esfuerzos en los muros; el techo será fijado a los muros a través de las vigas soleras.

Se deberá considerar las pendientes, características de impermeabilidad, aislamiento térmico y longitud de los aleros de acuerdo a las condiciones climáticas del lugar, para este caso, Cajamarca.

### **Diseño de viguetas de madera**

Para el diseño de viguetas se empleará un procedimiento de diseño de elementos en flexión, para lo cual se debe seguir el siguiente procedimiento:

1. Definir las bases de cálculo
  - a. Grupo de madera a utilizarse. Según la clasificación realizada en el Manual de Diseño para Maderas del Grupo Andino la madera utilizada pertenece al grupo B, por tratarse de eucalipto.
  - b. Cargas a considerarse en el diseño. Según se especifica en el artículo 7 de la norma E.020 se debe considerar una sobrecarga de 30 kg/ m<sup>2</sup>, la cual es para techos con coberturas livianas. En este caso se empleará una cobertura de teja andina. Para determinar el peso propio de la vigueta se multiplicará el ancho, peralte y peso por metro de eucalipto.
  - c. Módulo de elasticidad, el cual está definido por el grupo, como se muestra a continuación:

**Tabla N°01:** Módulo de elasticidad

| GRUPO | E mín  | E promedio |
|-------|--------|------------|
| A     | 95,000 | 130,000    |
| B     | 75,000 | 100,000    |
| C     | 55,000 | 90,000     |

**Fuente:** Norma E.010, 2006

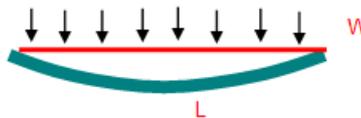
Resistencia a la flexión, el cual está definido por el grupo, como se muestra a continuación:

**Tabla N°02:** Esfuerzos admisibles

| GRUPO | Flexión<br>f m | Tracción<br>Paralela<br>f t | Compresión<br>Paralela<br>f c // | Compresión<br>Perpendicular<br>f c ! | Corte<br>Paralelo<br>f v |
|-------|----------------|-----------------------------|----------------------------------|--------------------------------------|--------------------------|
| A     | 210            | 145                         | 145                              | 40                                   | 15                       |
| B     | 150            | 105                         | 110                              | 28                                   | 12                       |
| C     | 100            | 75                          | 80                               | 15                                   | 8                        |

**Fuente:** Norma E.010, 2006

2. Efectos máximos: máximo momento flector (M) y máxima fuerza cortante (V). Para una carga repartida se empleará las siguientes fórmulas:



$$V = \frac{WL}{2} \dots\dots\dots (1.1)$$

$$M = \frac{WL^2}{8} \dots\dots\dots (1.2)$$

3. Calcular el momento de inercia (I)

$$I_{xx} = \frac{b x h^3}{12} \dots\dots\dots (1.3)$$

$$I_{yy} = \frac{h \times b^3}{12} \dots\dots\dots (1.4)$$

4. Calcular el módulo de sección (S)

$$S_{xx} = \frac{b \times h^2}{6} \dots\dots\dots (1.5)$$

$$S_{yy} = \frac{h \times b^2}{6} \dots\dots\dots (1.6)$$

5. Determinar el esfuerzo actuante

$$f_{act.} = \frac{M_{xx}}{S_{xx}} \dots\dots\dots (1.7)$$

6. Verificar que el esfuerzo actuante sea menor que el esfuerzo admisible.

### 2.2.2. Vivienda de albañilería confinada

#### Albañilería Confinada:

Los elementos de albañilería confinada se diseñaron empleando la Norma E.070, definido en el Artículo 3.3 como mampostería confinada con elementos de concreto armado en todo su perímetro vaciados posteriormente.

Considerando que la vivienda se ubica en la zona sísmica 3, la Tabla 2 del Artículo 5.3 indica que se podrá emplear unidades sólido artesanal o sólido - industriales en muros portantes distribuidos en todo el edificio, los cuales deben tener una longitud mayor o igual a 1.20 m para ser considerados como contribuyentes en la resistencia a las fuerzas horizontales, como indica el Artículo 17.

En el Artículo 23.2 se indica que el diseño se realizará por el método de resistencia, buscando que la estructura no sufra daños ante sismos moderados y proveer la resistencia necesaria para soportar un sismo severo, limitando el nivel de daños en los muros para que sean económicamente reparables.

Los elementos de acoplamiento entre muros deben ser conducidos a una falla dúctil por flexión, para buscar que estos disipen la energía antes que fallen los muros de albañilería.

### Concreto Armado:

El diseño se hará para la combinación de fuerzas gravitacionales y las fuerzas debidas al “sismo moderado”, utilizando los factores de amplificación de carga y de reducción de resistencia ( $\phi$ ) especificados en la NTE E.060 Concreto Armado. La cimentación será dimensionada bajo condiciones de servicio para los esfuerzos admisibles del suelo.

### Análisis por carga vertical

Las cargas verticales provienen de las cargas muertas y de las sobrecargas aplicadas en los muros.

#### i) Metodología para el análisis

1. Para cada muro se evalúa las cargas actuantes acumulativas según su área tributaria.
2. Se determinan los esfuerzos actuantes de la carga axial vertical

$$f_a = \frac{P_D + P_L}{A} \dots\dots\dots (2.2)$$

$$f_a = \frac{P_D + P_L}{t \times l} \dots\dots\dots (1.2)$$

3. Se determina el esfuerzo actuante de carga vertical ( $F_a$ )

$$F_a = 0.20 f'_m \left[ 1 - \left( \frac{h}{35t} \right)^2 \right] \dots\dots\dots (1.3)$$

Donde:

$f'_m$  : resistencia a la compresión de albañilería

$h$  : altura del muro

$t$  : espesor efectivo del muro

4. Se compara el esfuerzo actuante ( $f_a$ ) con el esfuerzo admisible ( $F_a$ )
  - a. Si  $f_a < F_a$ , entonces la sección del muro es adecuada para este efecto.
  - b. Si  $f_a > F_a$ , entonces la sección del muro no es suficiente. En este caso se aumentará el espesor de muro o la resistencia a la compresión de la albañilería ( $f'm$ )
5. Se verifica el espesor del muro. Se debe cumplir que:

#### **Análisis por carga horizontal (sismo)**

Las edificaciones de albañilería son estructuras compuestas de muro de ladrillo reforzado, cimentación, entrepiso y techo de concreto armado como diafragmas horizontales.

Para modelar la edificación se toma en cuenta que los muros se encuentran empotrados en la cimentación. La fuerza cortante en la base del edificio determinada de acuerdo a la Norma E.030, es repartida en cada piso del edificio. Esta fuerza existente en cada nivel es distribuida proporcionalmente a las rigideces laterales de cada muro.

#### **Determinación de la rigidez de un muro de albañilería**

La rigidez de un muro de ladrillo se expresa como la relación que existe entre la fuerza aplicada y la deformación generada por esta fuerza.

El desplazamiento total del muro está compuesto por la deformación por flexión y la deformación por corte, es decir:

$$d = df + ds, \quad df = \frac{H}{K_f} \quad y \quad ds = \frac{H}{K_s}$$

$K_f$  y  $K_s$  son la rigidez por flexión y por corte, respectivamente

Si denominamos a  $K$  como la rigidez total equivalente del muro, después de reemplazar en la expresión anterior, se tiene:

$$\frac{H}{K} = \frac{H}{K_s} + \frac{H}{K_f} \dots\dots\dots (1.4)$$

$$K = \frac{1}{\frac{1}{K_s} + \frac{1}{K_f}} \dots\dots\dots (1.5)$$

Rigidez por flexión:

$$df = \frac{Hh^3}{3E_L I} \dots\dots\dots (1.6)$$

$$I = \frac{tl^3}{12} \dots\dots\dots (1.7)$$

$$K_f = \frac{H}{\sigma_f} \dots\dots\dots (1.8)$$

$$K_f = \frac{E_m t}{4\left(\frac{h}{l}\right)^3} \dots\dots\dots (1.9)$$

Rigidez por corte:

$$d_s = \frac{1.2 Hh}{GA} \dots\dots\dots (1.10)$$

Donde:

G=módulo de corte=0.40Em

A=Área=1xt

Luego la rigidez del muro será:

$$K = \frac{E_m t}{4\left(\frac{h}{l}\right)^3 + 3\left(\frac{h}{l}\right)} \dots\dots\dots (1.11)$$

Donde:

Em : módulo de elasticidad de la albañilería

t : dimensión del muro perpendicular a la dirección analizada

l : dimensión del muro paralela a la dirección analizada

h : altura del muro

### Cálculo de la fuerza sísmica “V” en la base del edificio

La fuerza horizontal o cortante total en la base de la edificación producida por la presencia de un sismo se determinara con la siguiente fórmula, de acuerdo a la Norma E.030:

$$V = \left( \frac{ZUCS}{R} \right) P \quad \dots\dots\dots (1.12)$$

$$\frac{C}{R} \geq 0.1 \quad C = 2.5 \left( \frac{T_p}{T} \right)^{1.25}$$

$$C \leq 2.5 \quad T = \frac{h_n}{C_T}$$

Donde:

V: Fuerza cortante en la base de la estructura

Z: Factor de zona

U: Factor de Uso e importancia de la edificación

S: Factor de suelo

C: Coeficiente de amplificación sísmica

R: Coeficiente de reducción de solicitaciones sísmicas

P: Peso total de la edificación

T: Periodo fundamental de la estructura

Tp: Periodo que define la plataforma del espectro para cada tipo de suelo.

h<sub>n</sub>: Altura total de la edificación en metros

C<sub>T</sub>: Coeficient para estimar el periodo predominante de un edificio

K: Constante de proporcionalidad.

### Distribución de la fuerza sísmica (V) en altura

De acuerdo a la norma E.030, la fuerza cortante se distribuirá entre los distintos niveles, incluyendo el último de acuerdo a la siguiente expresión:

$$F = \left[ \frac{P_i h_i}{\sum_{j=1}^n P_j h_j} \right] V \quad \dots\dots\dots (1.13)$$

Donde:

Fi: Fuerza horizontal en el nivel i

Pi: Peso del nivel i

Hi: Altura del nivel i respecto a la base

V: Fuerza cortante en la base de la estructura

Distribución de la fuerza cortante de nivel (Vn) en cada muro.

La fuerza cortante de cada nivel se distribuye proporcionalmente a la rigidez lateral Ki del muro. Este cálculo se hace para las dos direcciones "x", "y"

- a. Cálculo de la rigidez lateral de muros (K)

La rigidez de un muro de albañilería viene dada por la siguiente expresión:

$$K = \frac{E_m t}{4\left(\frac{h}{l}\right)^3 + 3\left(\frac{h}{l}\right)} \quad \dots\dots\dots (1.14)$$

Donde:

Em : módulo de elasticidad de la albañilería

t : dimensión del muro perpendicular a la dirección analizada

l : dimensión del muro paralela a la dirección analizada

h : altura del muro

- b. Cálculo de la fuerza cortante tradicional de cada muro

La fuerza cortante que le corresponde a cada muro será

$$V_{tras} = \left[ \frac{K_i}{\sum_{i=1}^n K_i} \right] V_n \quad \dots\dots\dots (1.15)$$

Donde:

V<sub>tras</sub>: Fuerza cortante por traslación en el muro i

V<sub>n</sub>: Fuerza cortante en el nivel n

K<sub>i</sub>: Rigidez lateral del muro i

### Corrección por torsión

La fuerza cortante de cada nivel se distribuye proporcionalmente a la rigidez lateral K<sub>i</sub> del muro. Este cálculo se hace para las dos direcciones “x”, “y”

- a. Cálculo del centro de rigidez

Con la rigidez lateral de cada muro y su ubicación con respecto a un sistema de ejes referenciales se determina las coordenadas del centro de rigidez del edificio.

$$X_{cr} = \frac{\sum_{i=1}^n (K_{iy} \cdot X_i)}{\sum_{i=1}^n K_{iy}} \quad \dots\dots\dots (2.16)$$

$$Y_{cr} = \frac{\sum_{i=1}^n (K_{ix} \cdot Y_i)}{\sum_{i=1}^n K_{ix}} \quad \dots\dots\dots (2.17)$$

- b. Cálculo del centro de masas

Cuando la disposición de los muros es aproximadamente simétrica será suficiente considerar el centro de masas igual al centro de gravedad de la figura geométrica. Caso contrario, se debe metrar la carga para cada nivel y calcular el centro de masas así:

$$X_{cm} = \frac{\sum_{i=1}^n (P_i \cdot X_i)}{\sum_{i=1}^n P_i} \quad \dots\dots\dots (2.18)$$

$$Y_{cm} = \frac{\sum_{i=1}^n (P_i \cdot Y_i)}{\sum_{i=1}^n P_i} \dots\dots\dots (2.19)$$

Donde:

Pi: Carga de gravedad que soporta el muro i

Xi, Yi: Ubicación de cada muro respecto a un sistema de ejes referenciales

c. Efectos de torsión

Si el centro de masas no coincide con el centro de rigidez, se produce un momento torsor, el cual produce un incremento en los cortantes de los muros de albañilería; los cuales deben ser considerados para efectos de diseño.

c.1. Cálculo del momento torsor

De acuerdo a la Norma E.030, para cada dirección de análisis de excentricidad accidental en cada nivel ( $e_{acc}$ ), se considerará como 0,10 veces la dimensión del edificio en la dirección perpendicular a la aplicación de fuerzas.

$$Mt = V_n \cdot e'$$

$$e'_1 = |e| + e_{acc} \text{ (condición1)}$$

$$e'_2 = |e| - e_{acc} \text{ (condición2)}$$

El momento torsor se evalúa en cada nivel y para cada dirección de sismo, por lo tanto, se tendrá dos momentos torsores para cada dirección de acuerdo a la expresión anterior.

Sismo en el sentido X:

Excentricidad real:  $e_y = y_{cm} - y_{cr} = e$

Excentricidad accidental:  $e_{accy} = 0.10 d_y$

$$M_{t1x} = V_{nx} (|e_y| + e_{accy}) \dots\dots\dots (2.20)$$

$$M_{t2x} = V_{nx} (|e_y| - e_{accy}) \dots\dots\dots (2.21)$$

Sismo en sentido y:

Excentricidad real:  $e_x = x_{cm} - x_{cr} = e$

Excentricidad accidental:  $e_{accx} = 0.10 d_x$

$$M_{t1y} = V_{ny}(|e_x| + e_{accx})$$

$$M_{t2y} = V_{ny}(|e_x| - e_{accx})$$

c.2. Cálculo de los incrementos de la fuerza cortante debido al momento torsor

Para cada muro existirán dos incrementos de fuerza cortante:

Dirección "x"

$$\Delta V_{1ix} = \frac{M_{t1x} \left( \frac{K_{ix}}{E_m} \right) \bar{y}}{J} \dots\dots\dots (2.22)$$

$$\Delta V_{2ix} = \frac{M_{t2x} \left( \frac{K_{ix}}{E_m} \right) \bar{y}}{J} \dots\dots\dots (2.23)$$

Dirección "y"

$$\Delta V_{1iy} = \frac{M_{t1y} \left( \frac{K_{iy}}{E_m} \right) \bar{x}}{J} \dots\dots\dots (2.24)$$

$$\Delta V_{2iy} = \frac{M_{t2y} \left( \frac{K_{iy}}{E_m} \right) \bar{x}}{J} \dots\dots\dots (2.25)$$

$$\bar{y} = y_i - y_{cr} \quad ; \quad \bar{x} = x_i - x_{cr}$$

$$J = \sum \left( \frac{K_{ix}}{E_m} \right) (\bar{y}^2) + \sum \left( \frac{K_{iy}}{E_m} \right) (\bar{x}^2) \dots\dots\dots (2.26)$$

Donde:

Mtx: Momento torsor producido por la fuerza cortante (Vn) en la dirección "x"

$M_{ty}$ : Momento torsor producido por la fuerza cortante ( $V_n$ ) en la dirección “y”

J: Momento polar de inercia

$X_i$ : Absisa del centro de gravedad del muro i, respecto a un sistema coordenado referencial.

$Y_i$ : Ordena del centro de gravedad del muro i, respecto a un sistema coordenado referencial.

$\bar{x}$ : Absisa del centro de rigidez del muro i, respecto al sistema coordenado cuyo origen es el centro de rigidez del edificio.

$\bar{y}$ : Ordenada del centro de rigidez del muro i, respecto al sistema coordenado cuyo origen es el centro de rigidez del edificio.

Por lo tanto para cada muro y cada dirección se tendrá:

$V_{tras}$  : Cortante del muro por traslación

$\Delta V_1$ : Incremento de la fuerza cortante por traslación debido a la condición 1.

$\Delta V_2$ : Incremento de la fuerza cortante por traslación debido a la condición 2.

Luego, la fuerza cortante total para efectos de diseño de cada muro será:

$$V_{diseño} = V_{traslacion} + \Delta V_{torsion}$$

### 2.3. Instalaciones

Para realizar un correcto diseño de instalaciones y que cumplan con los requerimientos mínimos de la vivienda se recurrirá a la Norma IS.010 Instalaciones sanitarias para edificaciones y a la Norma EM.010 Instalaciones eléctricas interiores del Reglamento nacional de edificaciones.

### 2.4. Metrados

Según Delgado, 2010 los metrados son un conjunto ordenado de datos obtenidos mediante la medición y la lectura de los planos de la infraestructura a construir. Dicha lectura es una interpretación de las

dimensiones del diseño realizado en los planos y se ejecuta con la ayuda de un escalímetro o de un software como Autocad. Los metrados se realizan con el objetivo de cuantificar los trabajos a realizar y así calcular el costo de los mismos.

Para lograr este objetivo debe hacerse un estudio integral de los planos y las especificaciones técnicas del proyecto. Es muy importante interrelacionar los planos de: Arquitectura, Estructuras, Instalaciones Sanitarias y las Instalaciones Eléctricas.

Durante el estudio del proyecto será necesario reunir cada actividad en grupos bien definidos, según sus características. Los criterios para esta agrupación serán determinados por el proyectista. Cada grupo de tareas recibirá la denominación de “partida”.

Una partida es un conjunto de trabajos agrupados de acuerdo a determinados criterios, con el fin de hacer su medición, programación, evaluación y costos. El orden para ejecutar estos trabajos es de primordial importancia ya que brinda la secuencia en que se tomarán las medidas de los planos.

## 2.5. Costos y Presupuestos

Según Delgado, 2010 el costo es el valor de adquisición o producción de un objeto o un servicio. Esta expresión genérica se hace específica cuando se utiliza con los términos necesario para individualizar un costo diario.

Y el Presupuesto es el cómputo anticipado del costo de una obra, es decir, ese valor que se presupone tiene una obra antes de la ejecución de los trabajos.

### Clasificación de costos:

- **Costos directos:** Son aquellos que inciden directamente en el costo de la obra y están compuesto por la suma de gastos de materiales, mano de obra y equipo y/o herramientas necesarias para la realización de las partidas de un presupuesto de obra.

- **Costos directo de obra:** Materiales Directo a pie de obra. Son los que intervienen directamente en la ejecución de la partida de una obra considerada.
- **Mano de obra neta:** es la que interviene en forma inmediata en la ejecución de la partida, considerando sólo el importe de las horas trabajadas. Es necesario considerar en el costo unitario los beneficios sociales.
- **Auxiliares de obra:** Son las cantidades de alquiler de equipos, herramientas, encofrados, etc.

### **Costos Directivos**

El Análisis de Costos Unitarios es el resultado obtenido del examen minucioso de los recursos que son necesarios para la construcción de una unidad de medida de una partida que comprende un proyecto a nivel de ejecución. Al hacer el análisis de costos unitarios se tienen que realizar el cálculo de los costos de materiales que se necesitan en el trabajo, mano de obra, equipo y herramientas para lo cual se debe disponer de costos actualizados de materiales, de remuneraciones de mano de obra y del alquiler de maquinaria.

#### **A) Costos de Mano de Obra**

En construcción civil el rendimiento se mide en hora hombre (HH), lo cual es el trabajo realizado por un hombre en el tiempo de una hora. De acuerdo a ley el número de horas de trabajo a la semana es de 48 hrs y generalmente para los trabajadores de construcción civil se ha fijado que realicen el trabajo 8 horas y media de lunes a viernes y 5 horas y media el día sábado.

**Especialización en el Trabajo de Construcción Civil:** Con la finalidad de exigir óptima calidad de trabajo es necesario clasificar al personal de acuerdo a su especialización, además se debe tener en cuenta las categorías.

**Categorías de Trabajo:** De conformidad al pacto colectivo suscrito entre la asociación de ingenieros constructores del Perú y el sindicato de trabajadores de construcción civil las labores que realizan cada uno de los trabajadores esta dado en 3 categorías.

**Operario:** Es el trabajador calificado en una especialidad que puede ser albañilería, carpintero, encofrador, instalaciones eléctricas, instalaciones sanitarias, etc.

**Oficial:** Es aquel que no alcanza calificación en el ramo de una especialidad y labora como ayudante o auxiliar del operario.

**Peón:** Trabajador no calificado que es ocupado indistintamente como ayudante en diversas tareas de la construcción.

**Coefficientes de Aporte de Mano de Obra:** Los coeficientes de mano de obra en edificación son diferentes para otros trabajos como caminos, obras hidráulicas, viviendas, etc. Este coeficiente se determina con la siguiente expresión:

$$H.H = \frac{n \times 8}{R}$$

Donde:

H.H. = Hora Hombre.

n = Cantidad de trabajadores de una categoría.

8 = Hora de trabajo diario (01 jornal)

R = Rendimiento diario.

**Personal Base:** Cantidad de trabajadores de las diferentes categorías que son necesarios para realizar una cierta cantidad de una partida de una determinada obra.

**Costo de Mano de Obra:** Este costo está determinado por categorías e intervienen los siguientes rubros: Jornal básico, leyes sociales y

bonificaciones. Todos estos rubros están dados por resoluciones subdirectorales, por decreto leyes, por decreto supremo, por resoluciones directorales. El porcentaje de leyes sociales se determina a partir de:

- Porcentajes Fijos.
- Porcentajes deducidos.
- Régimen de prestación de salud.
- Seguro social obligatorio de accidentes de trabajo.
- Fondo nacional de vivienda.

Las bonificaciones se dan por altitud, movilidad, alimentación, trabajo en contacto con el agua, altura, etc.

### **B) Materiales**

Para determinar el costo adecuado de los materiales que se necesita simplemente se realizan cotizaciones en los diferentes distribuidores, fábricas, ferreterías, etc. Cuando la construcción se encuentra alejada, se incluye el valor del flete el cual es el costo de transporte desde el depósito hasta el almacén de la obra.

**Coeficiente de Aporte:** Estos coeficientes son cantidades de materiales que se utilizan en una determinada partida, se dan en diferentes unidades de acuerdo al material que intervienen. Existen diferentes tablas de aportes de materiales las cuales se deben determinar de acuerdo a las características específicas de cada actividad o partida

### **C) Equipo y Herramientas**

El coeficiente de aporte de este rubro es muy importante, su incidencia sería de acuerdo al rubro de trabajo.

**Coeficiente de Aporte:**

$$H.M = \frac{nx8}{R}$$

Dónde:

H.M. = Hora Maquina.

n = Cantidad de unidades de una determinad maquinaria.

8 = Horas trabajadas en un día.

R = Rendimiento diario.

**Alquiler de Maquinaria:** El costo de alquiler de equipo está dado por decreto supremo y la actualización de las tarifas lo realiza una comisión multisectorial. El alquiler se pública en el diario oficial El Peruano y esto es variable de acuerdo al lugar donde va a operar.

**Costo de Operación:** Son ocasionados durante el desarrollo del trabajo. Se considera mantenimiento y reparación (M.R.), combustible, lubricantes, filtros, mano de obra (operador) y neumáticos (tren de rodaje).

**Costo Directo Total:** Es el resultado del metrado multiplicado por el respectivo costo unitario de cada partida. Para encontrar el presupuesto de la obra, para el presente estudio se debe determinar el costo directo.

### 3. Definición de términos básicos

**Área construida:** según Jurado, 2012 el área construida de una vivienda es el área del polígono exterior que delimita un espacio cubierto. Por tanto incluye todos los espacios construidos, esto es tanto los que van a ser utilizados por los habitantes del edificio como los necesarios para ubicar el cerramiento, la tabiquería, la estructura y las instalaciones.

**Área útil:** según Jurado, 2012 el área útil de una vivienda es el área del polígono exterior que delimita un espacio cubierto, descontando los elementos constructivos destinados al cerramiento, a la tabiquería, a la estructura y a las instalaciones. Por tanto incluye sólo los espacios construidos que van a ser utilizados por los habitantes del edificio.

**Costo por metro cuadrado:** está definido como el resultado de la sumatoria de los componentes horizontales que definen el costo por metro cuadrado.

### **CAPÍTULO 3. HIPÓTESIS**

#### **1. Formulación de la hipótesis.**

Una vivienda de albañilería confinada es más económica que una vivienda de adobe, de un nivel en más del 50%.

#### **2. Variables.**

- Costo de la vivienda construida en adobe.
- Costo de la vivienda construida en albañilería confinada.

### 3. Operacionalización de variables.

**Tabla 03:** Operacionalización de variables

| TÍTULO   | HIPÓTESIS   | VARIABLES   | DEFINICIÓN  | INDICADORES                  | UNIDAD         | INSTRUMENTOS               |
|--|---|---|---|------------------------------|----------------|----------------------------|
| Análisis comparativo de costos de una vivienda de un piso construida en adobe y albañilería confinada. | Una vivienda de albañilería confinada es más económica que una vivienda de adobe, de un nivel en más del 50%. | Costo de la vivienda construida en adobe.                 | Suma de costos de materiales, equipos, mano de obra y dirección técnica necesarios para construir la edificación. | Área total                   | m <sup>2</sup> | Plano                      |
|  |   |   |   | Área construida              | m <sup>2</sup> | Plano                      |
|  |   |   |   | Área útil                    | m <sup>2</sup> | Plano                      |
|  |   |   |   | Metrados                     |                | Hoja de cálculo Excel      |
|  |   |   |   | Análisis de Costos Unitarios | Soles          | Programa computacional S10 |
|  |   |   |   | Presupuesto                  | Soles          | Programa computacional S10 |
|  |   | Costo de la vivienda construida en albañilería confinada. | Suma de costos de materiales, equipos, mano de obra y dirección técnica necesarios para construir la edificación. | Área total                   | m <sup>2</sup> | Plano                      |
|  |   |   |   | Área construida              | m <sup>2</sup> | Plano                      |
|  |   |   |   | Área útil                    | m <sup>2</sup> | Plano                      |
|  |   |   |   | Metrados                     |                | Hoja de cálculo Excel      |
|  |   |   |   | Análisis de Costos Unitarios | Soles          | Programa computacional S10 |
|  |   |   |   | Presupuesto                  | Soles          | Programa computacional S10 |

Fuente: Elaboración propia.

## **CAPÍTULO 4. MATERIALES Y MÉTODOS**

### **1. Tipo de diseño de investigación.**

La presente es una investigación Descriptiva que considera principalmente el análisis comparativo de costos de una vivienda económica de un piso construida en adobe y en albañilería confinada.

### **2. Material de estudio.**

#### **2.1 Población.**

Una vivienda proyectada en un terreno de 151.81 m<sup>2</sup> ubicado en la Av. San Martín cdra. 22.

#### **2.2 Muestra.**

Una vivienda proyectada en adobe y la misma proyectada en albañilería confinada.

### **3. Técnicas, procedimientos e instrumentos.**

#### **3.1 Para recolectar datos.**

Los procedimientos a realizar para la recolección de información son los siguientes:

##### **3.1.1. Diseño de la distribución de una vivienda de un piso.**

La primera etapa de la presente tesis se inicia con el desarrollo arquitectónico de la vivienda construida en albañilería confinada y la misma en adobe, la cual incluye planos en planta, corte, elevaciones y detalles. El proyecto contempla una vivienda de un piso de 131.42 m<sup>2</sup> de área ubicada en la Av. San Martín cdra. 22.

Para el caso de la vivienda en albañilería confinada se tiene proyectada un área construida de 89.79 m<sup>2</sup> y para el caso de la vivienda en adobe un área construida de 107.57 m<sup>2</sup>. Ambas viviendas contarán con dos dormitorios, cocina, sala-comedor, baño, lavandería y patio. Dando así

los espacios para las funciones de aseo personal, descanso, alimentación y recreación que se establecen en la Norma A.020 Vivienda.

Además se tiene en cuenta que los ambientes de aseo podrán prestar servicio desde cualquier ambiente de la vivienda. La cocina podrá prestar servicio desde la sala comedor. La lavandería podrá prestar servicio desde la cocina en el caso de la vivienda en albañilería confinada y desde una circulación común en el caso de la vivienda en adobe.

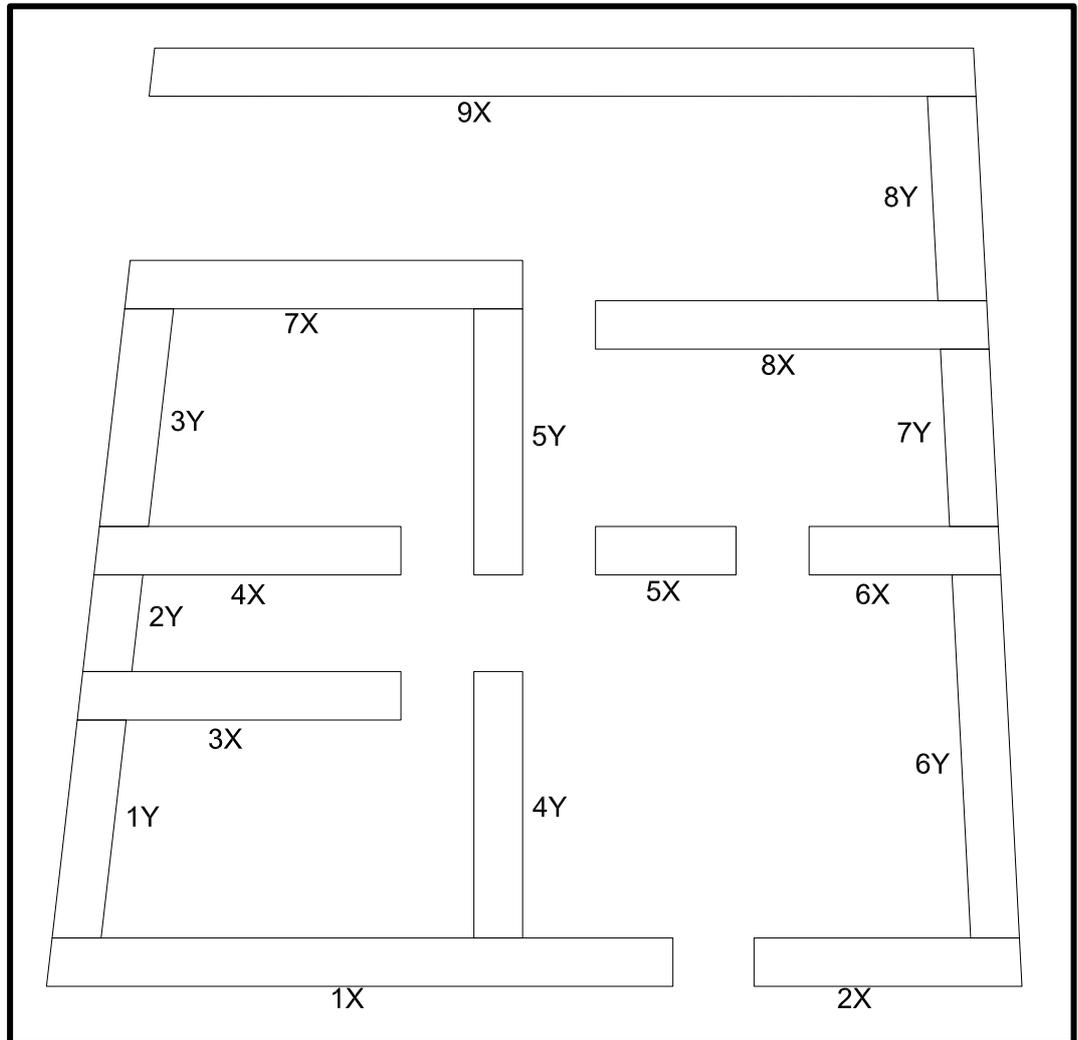
### **3.1.2. Diseño de la estructura de la vivienda de adobe.**

#### **A. Determinación de la esbeltez de los muros**

Al determinar la esbeltez en cada uno de los muros se definirá según la tabla 4 de la norma E.080 Adobe, se define el tipo de arriostres y refuerzos obligatorios en cada uno de ellos.

A continuación se presenta la distribución de los muros.

**Figura N°01:** Distribución de muros



**Fuente:** Elaboración propia

En el cuadro siguiente se muestra a cada uno de los muros con los refuerzos necesarios.

**Tabla N°04:** Refuerzo en muros de adobe

| Muro | Altura (h) | Espesor (e) | Esbeltez ( $\Lambda = h/e$ ) | Arriostres y Refuerzos  |
|------|------------|-------------|------------------------------|---|
| 1X   | 2.52       | 0.60        | 4.20                         | Solera  |
| 2X   | 2.52       | 0.60        | 4.20                         | Solera  |
| 3X   | 3.57       | 0.60        | 5.95                         | Solera  |
| 4X   | 3.93       | 0.60        | 6.55                         | Solera + elementos de refuerzo horizontal y vertical en los encuentros de muros |
| 5X   | 3.93       | 0.60        | 6.55                         | Solera + elementos de refuerzo horizontal y vertical en los encuentros de muros |
| 6X   | 3.93       | 0.60        | 6.55                         | Solera + elementos de refuerzo horizontal y vertical en los encuentros de muros |
| 7X   | 3.12       | 0.60        | 5.20                         | Solera  |
| 8X   | 3.09       | 0.60        | 5.15                         | Solera  |
| 9X   | 2.45       | 0.60        | 4.08                         | Solera  |
| 1Y   | 3.39       | 0.60        | 5.65                         | Solera  |
| 2Y   | 3.93       | 0.60        | 6.55                         | Solera + elementos de refuerzo horizontal y vertical en los encuentros de muros |
| 3Y   | 3.93       | 0.60        | 6.55                         | Solera + elementos de refuerzo horizontal y vertical en los encuentros de muros |
| 4Y   | 3.39       | 0.60        | 5.65                         | Solera  |
| 5Y   | 3.93       | 0.60        | 6.55                         | Solera + elementos de refuerzo horizontal y vertical en los encuentros de muros |
| 6Y   | 3.93       | 0.60        | 6.55                         | Solera + elementos de refuerzo horizontal y vertical en los encuentros de muros |

|    |      |      |      |   |
|----|------|------|------|---|
| 7Y | 3.93 | 0.60 | 6.55 | Solera + elementos de refuerzo horizontal y vertical en los encuentros de muros |
| 8Y | 2.45 | 0.60 | 4.08 | Solera  |

Fuente: Elaboración propia

## B. Diseño de Viguetas

### -) Cálculo para una sección de 3" x 6"

#### Solicitaciones:

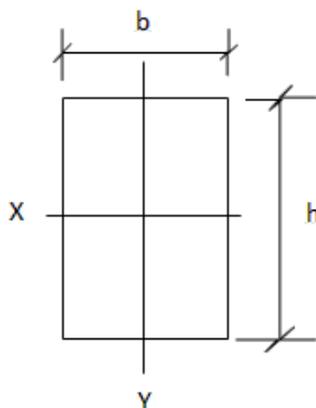
|              |            |
|--------------|------------|
| Sobrecarga   | 30 kg/m    |
| Peso Propio  | 6 kg/m     |
| Peso de teja | 13.00 kg/m |
| Cielo raso   | 20 kg/m    |
| <hr/>        |            |
| Total        | 69 kg/m    |

$$L = 5.1 \text{ m}$$

$$M = 224.34 \text{ kg-m}$$

$$22433.63 \text{ kg-cm}$$

#### Cálculo de parámetros geométricos



$$b = 7.5$$

$$h = 15$$

$$A = 7.5 \times 15 = 112.5$$

$$I_{xx} = \frac{7.5 \times 15^3}{12} = 2109.3750$$

$$I_{yy} = \frac{15 \times 7.5^3}{12} = 527.3438$$

$$S_{xx} = \frac{7.5 \times 15^2}{6} = 281.2500$$

$$S_{yy} = \frac{15 \times 7.5^2}{6} = 140.6250$$

### Bases de cálculo

|                            |          |            |
|----------------------------|----------|------------|
| Grupo de madera a Utilizar | Grupo =  | B          |
| Módulo de Elasticidad      | Epro =   | 100,000.00 |
|                            | E0.005 = | 75,000.00  |
| Resistencia a la Flexión   | f m =    | 150.00     |
| Condiciones de apoyo       |          |            |
| Longitud del elemento      | L =      | 510.00     |

### CARGAS DE DISEÑO

|                                   |       |           |
|-----------------------------------|-------|-----------|
| Momento máx. de servicio (diseño) | Mxx = | 22,433.63 |
|                                   | Myy = | 0.00      |

### ESFUERZOS DE TRABAJO (para diseño)

El elemento parte de un grupo cuyo trabajo está garantizado

$$f_m = 1.1 \times 150 = 165$$

$$E = 100,000.00$$

### PREDIMENSIONAMIENTO

|  |       |            |
|--|-------|------------|
| Elegir sección comercial con S mayor que : |       | 135.961364 |
|  | Sxx = | 281.25     |
|  | Syy = | 140.63     |

### ESFUERZO ACTUANTE

|              |          |       |
|--------------|----------|-------|
| Dirección XX | f act. = | 79.76 |
| Dirección YY | f act. = | 0.00  |

## DISEÑO METODO

### ELASTICO

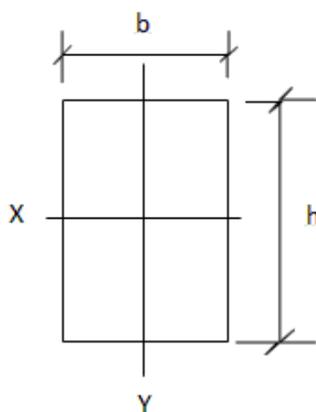
|              | f act. | f adm. | Resultado |
|--------------|--------|--------|-----------|
| Dirección XX | 79.76  | 110.00 | CUMPLE    |
| Dirección YY | 0.00   | 110.00 | CUMPLE    |

### -) Cálculo para una sección de 2" x 5"

#### Solicitaciones:

|              |               |
|--------------|---------------|
| Sobrecarga   | 30 kg/m       |
| Peso Propio  | 6 kg/m        |
| Peso de teja | 13.00 kg/m    |
| Cielo raso   | 20 kg/m       |
| <hr/>        |               |
| Total        | 69 kg/m       |
| <br>         |               |
| L =          | 3.3 m         |
| M =          | 93.93 kg-m    |
|              | 9392.63 kg-cm |

#### Cálculo de parámetros geométricos



$$b = 5$$

$$h = 12.5$$

$$A = 5 \times 12.5 = 62.5$$

$$I_{xx} = \frac{5 \times 12.5^3}{12} = 813.82$$

$$I_{yy} = \frac{12.5 \times 5^3}{12} = 130.2083$$

$$S_{xx} = \frac{5 \times 12.5^2}{6} = 130.2083$$

$$S_{yy} = \frac{12.5 \times 5^2}{6} = 52.0833$$

### Bases de cálculo

|                            |                      |            |
|----------------------------|----------------------|------------|
| Grupo de madera a Utilizar | Grupo =              | B          |
| Módulo de Elasticidad      | E <sub>pro</sub> =   | 100,000.00 |
|                            | E <sub>0.005</sub> = | 75,000.00  |
| Resistencia a la Flexión   | f <sub>m</sub> =     | 150.00     |
| Condiciones de apoyo       |                      |            |
| Longitud del elemento      | L =                  | 330.00     |

### CARGAS DE DISEÑO

|                                   |                   |          |
|-----------------------------------|-------------------|----------|
| Momento máx. de servicio (diseño) | M <sub>xx</sub> = | 9,392.63 |
|                                   | M <sub>yy</sub> = | 0.00     |

### ESFUERZOS DE TRABAJO (para diseño)

El elemento parte de un grupo cuyo trabajo está garantizado

$$f_m = 1.1 \times 100 = 110$$

$$E = 90,000.00$$

### PREDIMENSIONAMIENTO

|  |                   |        |
|--|-------------------|--------|
| Elegir sección comercial con S mayor que : |                   | 56.925 |
|  | S <sub>xx</sub> = | 130.21 |
|  | S <sub>yy</sub> = | 52.08  |

### ESFUERZO ACTUANTE

|              |          |       |
|--------------|----------|-------|
| Dirección XX | f act. = | 72.14 |
| Dirección YY | f act. = | 0.00  |

## DISEÑO METODO

### ELASTICO

|              | f act. | f adm. | Resultado |
|--------------|--------|--------|-----------|
| Dirección XX | 72.14  | 165.00 | CUMPLE    |
| Dirección YY | 0.00   | 165.00 | CUMPLE    |

### C. Diseño de Cimentación

|                           |   |              |
|---------------------------|---|--------------|
| Ancho de influencia       |   | 3.55 m       |
| Longitud de muro          |   | 1 m          |
| Peso del muro             | $4 \times 0.6 \times 1 \times 1600 =$   | 3840 kg/m    |
| Sobrecimiento             | $0.3 \times 0.6 \times 1 \times 1800 =$ | 324 kg/m     |
| Cimiento                  | $0.8 \times 0.6 \times 1 \times 1800 =$ | 864 kg/m     |
| Sobrecarga                | $50 \times 3.55 =$                      | 177.5 kg/m   |
| Carga a nivel de cimiento |   | 5205.5 kg/m  |
| Carga a nivel de cimiento |   | 52.055 kg/cm |
| $\sigma_t =$              |   | 1 kg/cm      |
| $A = P/\sigma_t =$        |   | 52.055 cm    |

El ancho de la cimentación no puede ser menor que el ancho de los muros, es así que se asume **A = 60 cm**

### 3.1.3. Diseño de la estructura de la vivienda de albañilería confinada.

#### B. Predimensionamiento

##### 1) Espesor de muro

$$t \geq h/20$$

$$t = 0.12 \text{ m}$$

$$\Rightarrow t = \mathbf{0.15} \text{ m}$$

##### 2) Espesor de losa

|                      |                      |
|----------------------|----------------------|
| $e \geq L/25$        | $e \geq L/25$        |
| $L = 4.80 \text{ m}$ | $L = 3.00 \text{ m}$ |
| $e = 0.19 \text{ m}$ | $e = 0.12 \text{ m}$ |

$$\Rightarrow e = 0.20 \text{ m}$$

$$\Rightarrow e = 0.17 \text{ m}$$

### 3) Vigas

$$b = 0.5$$

$$*L/14$$

$$b = 0.17 \text{ m}$$

$$ev = 300.00 \text{ cm}^2$$

### 4) Separación máxima entre columnas de amarre

$$\text{Sep máx} = 2h$$

$$\text{Sep máx} = 4.80 \text{ m}$$

## C. Metrado de Cargas

CARGAS VIVAS:

ALIGERADO(e=0.20m):

carga viva 50 kg/m<sup>2</sup>

carga total: 50 kg/m<sup>2</sup>

**TOTAL CARGA VIVA(CV): 50 kg/m<sup>2</sup>**

CARGAS MUERTAS:

ALIGERADO(e=0.20m):

peso propio: 300 kg/m<sup>2</sup>

carga total: 300 kg/m<sup>2</sup>

**TOTAL CARGA MUERTA(CM): 300 kg/m<sup>2</sup>**

CARGA DE

SERVICIO:

CS= 350 kg/m<sup>2</sup>

CARGA ULTIMA:

CU= 580 kg/m<sup>2</sup>

CARGA REPARTIDA POR VIGUETA:

CARGA x VIGUETA= 232 kg/m

CARGAS VIVAS:

ALIGERADO(e=0.17m):

carga viva 50 kg/m<sup>2</sup>

carga total: 50 kg/m<sup>2</sup>

**TOTAL CARGA VIVA(CV): 50 kg/m<sup>2</sup>**

0.1 Tn/m

CARGAS MUERTAS:

ALIGERADO(e=0.17m):

peso propio: 280 kg/m<sup>2</sup>

carga total: 280 kg/m<sup>2</sup>

**TOTAL CARGA MUERTA(CM): 280 kg/m<sup>2</sup>**

CARGA DE  
SERVICIO:

CS= 330 kg/m<sup>2</sup>

CARGA ULTIMA:

CU= 546 kg/m<sup>2</sup>

CARGA REPARTIDA POR VIGUETA:

CARGA x VIGUETA= 218.4 kg/m

## Diseño de muros de albañilería confinada

### C.1. Cálculo del peso de la estructura

| Característica | Valor | Unidad            |     |                   |
|----------------|-------|-------------------|-----|-------------------|
| y concreto     | 2400  | kg/m <sup>3</sup> |     |                   |
| y ladrillo     | 1800  | kg/m <sup>3</sup> | 1.8 | Tn/m <sup>3</sup> |

#### 1. Losa aligerada

Área de la losa e= 0.17    44.59 m<sup>2</sup>

Área de la losa e= 0.20    54.06 m<sup>2</sup>

P =        28703 kg

#### 2. Vigas soleras

|   | Peralte | Ancho | Longitud |
|---|---------|-------|----------|
| x | 0.2     | 0.15  | 5.23     |
|   | 0.2     | 0.15  | 6.22     |
|   | 0.2     | 0.15  | 4.88     |
|   | 0.2     | 0.15  | 4.72     |
|   | 0.2     | 0.15  | 5.98     |
|   | 0.2     | 0.15  | 4.4      |
| y | 0.2     | 0.15  | 8.8      |
|   | 0.2     | 0.15  | 8.75     |
|   | 0.2     | 0.15  | 2.53     |
|   | 0.2     | 0.15  | 8.76     |

P= 4759.92 Kg

### 3. Columnas

| Tipo  | Cantidad | Área | Altura | Total |
|-------|----------|------|--------|-------|
| C1-1  | 1        | 0.04 | 2.95   | 0.11  |
| C1-2  | 8        | 0.04 | 2.40   | 0.72  |
| C1-3  | 1        | 0.04 | 3.90   | 0.15  |
| C1-4  | 2        | 0.04 | 3.50   | 0.26  |
| C1-5  | 2        | 0.04 | 3.73   | 0.28  |
| C1-6  | 1        | 0.04 | 2.55   | 0.10  |
| C1-7  | 5        | 0.04 | 3.11   | 0.58  |
| C1-15 | 1        | 0.04 | 3.35   | 0.13  |
| C1-16 | 1        | 0.04 | 3.79   | 0.14  |
| C2-8  | 1        | 0.05 | 2.95   | 0.15  |
| C2-9  | 2        | 0.05 | 2.40   | 0.24  |
| C2-10 | 1        | 0.05 | 2.55   | 0.13  |
| C2-11 | 1        | 0.05 | 3.11   | 0.16  |
| C3-12 | 1        | 0.07 | 3.90   | 0.27  |
| C3-13 | 1        | 0.07 | 3.50   | 0.25  |
| C3-14 | 1        | 0.07 | 3.73   | 0.26  |
|       |          |      |        | 3.92  |

P= 9396.54 Kg

### 4. Sobrecarga

Techo inclinado: 50 Kg/m<sup>2</sup>

P= 4932.50 Kg

## 5. Muros

**Tabla N° 05:** Volumen de muros de albañilería

|                                | Nº DE<br>VECE<br>S | LARGO<br>(m) | ANCHO<br>(m) | H<br>(m) | TOTAL<br>(m3) |
|--------------------------------|--------------------|--------------|--------------|----------|---------------|
| EJE A-A                        |                    |              |              |          |               |
| TRAMO 1-2                      | 1.00               | 1.96         | 0.15         | 2.20     | 0.647         |
| TRAMO 2-4                      | 1.00               | 2.75         | 0.15         | 2.45     | 1.011         |
| TRAMO 2-4 (Sección triangular) | 1.00               | 2.75         | 0.15         | 0.90     | 0.371         |
| TRAMO 4-5                      | 1.00               | 1.01         | 0.15         | 3.39     | 0.514         |
| TRAMO 4-5 (-Ventana alta)      | -1.00              | 1.01         | 0.15         | 0.60     | 0.091         |
| TRAMO 4-5 (Sección triangular) | 1.00               | 1.01         | 0.15         | 0.36     | 0.055         |
| TRAMO 5-6                      | 1.00               | 4.12         | 0.15         | 2.84     | 1.755         |
| TRAMO 5-6 (Sección triangular) | 1.00               | 4.12         | 0.15         | 0.91     | 0.562         |
| EJE B-B                        |                    |              |              |          |               |
| TRAMO 2-4                      | 1.00               | 2.85         | 0.15         | 2.45     | 1.047         |
| TRAMO 2-4 (Sección triangular) | 1.00               | 2.85         | 0.15         | 0.90     | 0.385         |
| TRAMO 5-6                      | 1.00               | 4.10         | 0.15         | 2.84     | 1.747         |
| TRAMO 5-6 (Sección triangular) | 1.00               | 4.10         | 0.15         | 0.91     | 0.56          |
| EJE C-C                        |                    |              |              |          |               |
| TRAMO 2-3                      | 1.00               | 2.30         | 0.15         | 2.96     | 1.021         |
| TRAMO 2-3 (Sección triangular) | 1.00               | 2.30         | 0.15         | 0.77     | 0.266         |
| EJE D-D                        |                    |              |              |          |               |
| TRAMO 1-2                      | 1.00               | 2.82         | 0.15         | 2.31     | 0.977         |
| TRAMO 2-3                      | 1.00               | 2.30         | 0.15         | 2.96     | 1.021         |
| TRAMO 2-3 (Sección triangular) | 1.00               | 2.30         | 0.15         | 0.77     | 0.266         |
| TRAMO 3-6                      | 1.00               | 4.35         | 0.15         | 2.33     | 1.52          |
| TRAMO 3-6 (Sección triangular) | 1.00               | 4.35         | 0.15         | 1.41     | 0.92          |
| EJE 1-1                        |                    |              |              |          |               |
| TRAMO A-D                      | 1.00               | 9.10         | 0.15         | 2.20     | 3.003         |
| EJE 2-2                        |                    |              |              |          |               |
| TRAMO A-B                      | 1.00               | 1.80         | 0.15         | 2.45     | 0.662         |
| TRAMO A-B (ventana parte       | 1.00               | 2.10         | 0.15         | 0.75     | 0.236         |

|                                    |      |      |      |                           |       |
|------------------------------------|------|------|------|---------------------------|-------|
| inferior)                          |      |      |      |                           |       |
| TRAMO A-B (ventana parte superior) | 1.00 | 2.10 | 0.15 | 0.21                      | 0.066 |
| TRAMO B-C (puerta)                 | 1.00 | 0.90 | 0.15 | 0.75                      | 0.101 |
| TRAMO C-D                          | 1.00 | 1.08 | 0.15 | 3.01                      | 0.488 |
| TRAMO C-D (ventana parte inferior) | 1.00 | 2.20 | 0.15 | 0.75                      | 0.248 |
| TRAMO C-D (ventana parte superior) | 1.00 | 2.20 | 0.15 | 0.75                      | 0.248 |
| TRAMO C-D (puerta)                 | 1.00 | 0.90 | 0.15 | 0.75                      | 0.101 |
| EJE 3-3                            |      |      |      |                           |       |
| TRAMO C-D                          | 1.00 | 3.68 | 0.15 | 3.77                      | 2.081 |
| TRAMO C-D (puerta)                 | 1.00 | 0.90 | 0.15 | 1.37                      | 0.185 |
| EJE 4-4                            |      |      |      |                           |       |
| TRAMO A-B                          | 1.00 | 3.45 | 0.15 | 3.39                      | 1.754 |
| TRAMO A-B (puerta)                 | 1.00 | 0.90 | 0.15 | 0.99                      | 0.134 |
| EJE 5-5                            |      |      |      |                           |       |
| TRAMO A-B                          | 1.00 | 3.60 | 0.15 | 3.75                      | 2.025 |
| TRAMO A-B (puerta)                 | 1.00 | 0.90 | 0.15 | 1.35                      | 0.182 |
| EJE 6-6                            |      |      |      |                           |       |
| TRAMO A-B                          | 1.00 | 2.46 | 0.15 | 2.84                      | 1.048 |
| TRAMO A-B (ventana parte inferior) | 1.00 | 2.34 | 0.15 | 0.75                      | 0.263 |
| TRAMO A-B (ventana parte superior) | 1.00 | 2.34 | 0.15 | 0.59                      | 0.207 |
| TRAMO C-D                          | 1.00 | 2.29 | 0.15 | 2.30                      | 0.79  |
| TRAMO C-D (ventana parte inferior) | 1.00 | 2.34 | 0.15 | 0.75                      | 0.263 |
| S/E                                | 1.00 | 0.40 | 0.15 | 3.39                      | 0.203 |
| S/E (Sección triangular)           | 1.00 | 0.40 | 0.15 | 0.36                      | 0.022 |
| S/E (puerta)                       | 1.00 | 0.90 | 0.15 | 0.99                      | 0.134 |
|                                    |      |      |      | Total de volumen de muros |       |
|                                    |      |      |      | 29.00                     |       |

Fuente: Elaboración propia

**Peso de muros**

|                |
|----------------|
| P= 52193.59 Kg |
|----------------|

**Peso total de la estructura**

|                |
|----------------|
| P= 99985.75 Kg |
|----------------|

**C.2. Cálculo de la fuerza por sismo**

V: Cortante Basal

Z: Factor de zona

U: Factor de uso

C: Factor de amplificación sísmica

S: Factor de suelo

R: Coeficiente de Reducción de fuerza sísmica

P: peso total de la edificación

|          |   |
|----------|---|
| ZONA=    | 3 |
| # pisos= | 1 |

|    |             |
|----|-------------|
| Z= | 0.4         |
| U= | 1           |
| C= | 2.5         |
| S= | 1.2         |
| R= | 6           |
| P= | 99985.75 Kg |

|                  |       |
|------------------|-------|
| T <sub>p</sub> = | 0.6   |
| h <sub>n</sub> = | 4.27  |
| C <sub>T</sub> = | 60    |
| T=               | 0.071 |

|           |                 |
|-----------|-----------------|
| V=        | 19997.15 Kg     |
| <b>V=</b> | <b>20.00 Tn</b> |

**Tabla N° 06:** Centro de masas

**C.3. Cálculo del centro de masas**

| Muro     | l (m) | h (m) | t (m) | $\gamma_m$ (Kg/m <sup>3</sup> ) | Peso     | Coordenadas |       | P*x         | P*y        |
|----------|-------|-------|-------|---------------------------------|----------|-------------|-------|-------------|------------|
|          |       |       |       |                                 | (kg)     | x           | y     |             |            |
| M X 1    | 2.89  | 2.95  | 0.15  | 1800                            | 2301.885 | 4.096       | 0.075 | 9428.52096  | 172.641375 |
| M X 2    | 2.73  | 2.4   | 0.15  | 1800                            | 1769.04  | 7.907       | 0.075 | 13987.79928 | 132.678    |
| M X 3    | 3.96  | 3.9   | 0.15  | 1800                            | 4169.88  | 2.51        | 3.225 | 10466.3988  | 13447.863  |
| M X 4    | 3.81  | 3.5   | 0.15  | 1800                            | 3600.45  | 2.59        | 4.575 | 9325.1655   | 16472.0588 |
| M X 5    | 4.02  | 3.73  | 0.15  | 1800                            | 4048.542 | 9.501       | 5.02  | 38465.19754 | 20323.6808 |
| M X 6    | 2.2   | 2.55  | 0.15  | 1800                            | 1514.7   | 4.44        | 7.67  | 6725.268    | 11617.749  |
| M X 7    | 1.58  | 3.11  | 0.15  | 1800                            | 1326.726 | 8.28        | 7.67  | 10985.291   | 10175.988  |
| MY1cos83 | 0.888 | 3     | 0.15  | 1800                            | 719.28   | 0.52        | 3.877 | 374.026     | 2788.649   |

|              |       |   |      |      |         |        |       |           |           |
|--------------|-------|---|------|------|---------|--------|-------|-----------|-----------|
| MY5<br>cos93 | 0.397 | 3 | 0.15 | 1800 | 321.57  | 11.647 | 3.873 | 3745.326  | 1245.441  |
| MY1sen83     | 7.754 | 3 | 0.15 | 1800 | 6280.74 | 0.52   | 3.877 | 3265.985  | 24350.429 |
| MY 2         | 3.15  | 3 | 0.15 | 1800 | 2551.5  | 5.467  | 1.725 | 13949.051 | 4401.338  |
| MY 3         | 3.1   | 3 | 0.15 | 1800 | 2511    | 5.467  | 6.048 | 13727.637 | 15186.528 |
| MY 4         | 2.8   | 3 | 0.15 | 1800 | 2268    | 6.517  | 6.345 | 14780.556 | 14390.460 |
| MY5sen93     | 7.745 | 3 | 0.15 | 1800 | 6273.45 | 11.647 | 3.873 | 73066.872 | 24297.072 |

**Fuente:** Elaboración propia

|                           |           |
|---------------------------|-----------|
| $\Sigma_{\text{pesos}} =$ | 39656.763 |
|---------------------------|-----------|

|            |            |            |
|------------|------------|------------|
| $\Sigma =$ | 222293.093 | 159002.570 |
|------------|------------|------------|

$$X_{cm1} = 5.605$$

$$Y_{cm1} = 4.009$$

#### C.4. Cálculo de la rigidez y centro de rigidez

##### Dirección "X"

$$f'm = 350000 \text{ Kg/m}^2$$

**Tabla N° 07:** Rigidez en la dirección X

| Muro     | l (m) | h (m) | t (m)    | K(x) (kg/m)  | Y (m)    | K(x)*Y       |
|----------|-------|-------|----------|--------------|----------|--------------|
| M X 1    | 2.89  | 2.95  | 0.15     | 23918125.66  | 0.075    | 1793859.42   |
| M X 2    | 2.73  | 2.40  | 0.15     | 32679193.59  | 0.075    | 2450939.52   |
| M X 3    | 3.96  | 3.90  | 0.15     | 25828473.45  | 3.225    | 83296826.87  |
| M X 4    | 3.81  | 3.50  | 0.15     | 29879717.40  | 4.575    | 136699707.11 |
| M X 5    | 4.02  | 3.73  | 0.15     | 29269805.06  | 5.02     | 146934421.39 |
| M X 6    | 2.20  | 2.55  | 0.15     | 18029733.48  | 7.67     | 138288055.81 |
| M X 7    | 1.58  | 3.11  | 0.15     | 4806374.02   | 7.67     | 36864888.70  |
| MY1cos83 | 0.89  | 3.00  | 0.15     | 1064665.88   | 3.877    | 4127709.60   |
| MY5cos93 | 0.40  | 3.00  | 0.15     | 100073.45    | 3.873    | 387584.49    |
|          |       |       | $\Sigma$ | 165576161.99 | $\Sigma$ | 550843992.91 |

$$Y_{CR} = 3.327$$

##### Dirección "Y"

**Tabla N° 08:** Rigidez en la dirección Y

| Muro     | l (m) | h (m) | t (m)    | K(y)         | X (m)    | K(y)*X        |
|----------|-------|-------|----------|--------------|----------|---------------|
| MY1sen83 | 7.754 | 3     | 0.15     | 125686900.79 | 0.52     | 65357188.41   |
| M Y 2    | 3.15  | 3     | 0.15     | 27722801.92  | 5.467    | 151560558.07  |
| M Y 3    | 3.1   | 3     | 0.15     | 26805619.83  | 5.467    | 146546323.59  |
| M Y 4    | 2.8   | 3     | 0.15     | 21514336.92  | 6.517    | 140208933.69  |
| MY5sen93 | 7.745 | 3     | 0.15     | 125492463.74 | 11.647   | 1461610725.23 |
|          |       |       | $\Sigma$ | 327222123.20 | $\Sigma$ | 1965283729.00 |

$$X_{CR} = 6.006$$

### C.5. Cálculo del cortante directo

| Muro      | Cortante (Kg) |
|-----------|---------------|
| M X 1     | 2888.67       |
| M X 2     | 3946.77       |
| M X 3     | 3119.39       |
| M X 4     | 3608.67       |
| M X 5     | 3535.01       |
| M X 6     | 2177.51       |
| M X 7     | 580.48        |
| MY1cos83  | 128.58        |
| MY5 cos93 | 12.09         |
| MY1sen83  | 15179.60      |
| M Y 2     | 3348.17       |
| M Y 3     | 3237.40       |
| M Y 4     | 2598.35       |
| MY5sen93  | 15156.12      |

### C.6. Cálculo de excentricidades

a) Excentricidad Teórica

|                              |
|------------------------------|
| $e_x = -0.401$ $e_y = 0.683$ |
|------------------------------|

b) Excentricidad accidental

$$dx = 11.92$$

$$dy = 7.75$$

|                                      |
|--------------------------------------|
| $e_{xacc} = 1.19$ $e_{yacc} = 0.775$ |
|--------------------------------------|

c) Excentricidad de diseño

$$e_{x1} = 1.593$$

$$e_{x2} = -0.791$$

$$e_{y1} = 1.458$$

$$e_{y2} = -0.092$$

**C.7. Cálculo de momentos torsores**

Sismo en la dirección x

$$Mt_{1x} = 29148.6$$

$$Mt_{2x} = -1847$$

Sismo en la dirección y

$$Mt_{1y} = 31846.2$$

$$Mt_{2y} = -15827$$

**C.8. Cálculo del cortante por torsión**

|           | (Kg/m)      |       |       |        |                   |
|-----------|-------------|-------|-------|--------|-------------------|
| Muro      | k           | Y     | Ycr   | d      | kd <sup>2</sup>   |
| M X 1     | 23918125.66 | 0.075 | 3.327 | -3.252 | 252920023.31      |
| M X 2     | 32679193.59 | 0.075 | 3.327 | -3.252 | 345563131.57      |
| M X 3     | 25828473.45 | 3.225 | 3.327 | -0.102 | 267832.39         |
| M X 4     | 29879717.40 | 4.575 | 3.327 | 1.248  | 46550346.22       |
| M X 5     | 29269805.06 | 5.020 | 3.327 | 1.693  | 83911249.01       |
| M X 6     | 18029733.48 | 7.670 | 3.327 | 4.343  | 340096891.72      |
| M X 7     | 4806374.02  | 7.670 | 3.327 | 4.343  | 90663173.95       |
| MY1 cos83 | 1064665.88  | 3.877 | 3.327 | 0.550  | 322258.78         |
| MY5 cos93 | 100073.45   | 3.873 | 3.327 | 0.546  | 29851.91          |
|           |             |       |       | Σ      | 1160324758.8<br>6 |

|          | (Kg/m)       |        |       |        |                 |
|----------|--------------|--------|-------|--------|-----------------|
| Muro     | k            | X      | Xcr   | d      | kd <sup>2</sup> |
| MY1sen83 | 125686900.79 | 0.520  | 3.327 | -2.807 | 990199502.87    |
| M Y 2    | 27722801.92  | 5.467  | 3.327 | 2.140  | 126979336.47    |
| M Y 3    | 26805619.83  | 5.467  | 3.327 | 2.140  | 122778347.93    |
| M Y 4    | 21514336.92  | 6.517  | 3.327 | 3.190  | 218955171.80    |
| MY5sen93 | 125492463.74 | 11.647 | 3.327 | 8.320  | 8687241367.22   |
|          |              |        |       | Σ      | 10146153726.28  |

$$\Sigma Kd_2 = 11306478485.15$$

**.) Cortantes incrementales para los muros portantes**

M X 1

$$\Delta V_{1y} = -219.07$$

$$\Delta V_{2y} = 108.87$$

M X 2

$$\Delta V_{1y} = -299.32$$

$$\Delta V_{2y} = 148.76$$

M X 3

$$\Delta V_{1y} = -7.41$$

$$\Delta V_{2y} = 3.68$$

M X 4

$$\Delta V_{1y} = 105.05$$

$$\Delta V_{2y} = -52.21$$

M X 5

$$\Delta V_{1y} = 139.59$$

$$\Delta V_{2y} = -69.37$$

M X 6

$$\Delta V_{1y} = 220.56$$

$$\Delta V_{2y} = -109.61$$

M X 7

$$\Delta V_{1y} = 58.80$$

$$\Delta V_{2y} = -29.22$$

### C.9. Cortantes finales para diseño de muros portantes

M X 1

$$V_{\text{diseño}} = 2997.54$$

M X 5

$$V_{\text{diseño}} = 3640.05$$

M X 2

$$V_{\text{diseño}} = 3946.77$$

M X 6

$$V_{\text{diseño}} = 2317.10$$

M X 3

$$V_{\text{diseño}} = 3119.39$$

M X 7

$$V_{\text{diseño}} = 580.48$$

M X 4

$$V_{\text{diseño}} = 3612.35$$

Se debe tener en cuenta que:

- .) Si  $\Delta V_1 > 0$ ;  $\Delta V_2 > 0$  entonces se toma el mayor valor.
- .) Si  $\Delta V_1 < 0$ ;  $\Delta V_2 < 0$  entonces No se considera y se diseña con  $V_{\text{tras}}$ .
- .) Si  $\Delta V_1 > 0$ ;  $\Delta V_2 < 0$  entonces se toma el valor positivo.
- .) Si  $\Delta V_1 < 0$ ;  $\Delta V_2 > 0$  entonces se toma el valor positivo.

### D. Diseño por corte

#### 1. DATOS PARA EL DISEÑO (muro 1x)

##### a) GEOMETRIA

- . Longitud (l): 4.02 m.
- . Altura libre (h): 4.01 m.
- . Espesor efectivo (t): 0.15 m.

. Espesor de losa (e): 0.2 m.

\* Área de la sección  $A = t \times l$

A= 6030 cm<sup>2</sup>

\* Módulo de sección  $S = t \times \frac{l^2}{6}$

S= 404010.00 cm<sup>3</sup>

\* Momento de Inercia  $I = S \times \frac{l}{2}$

I= 81206010 cm<sup>4</sup>

#### b) CARGAS ACTUANTES

Carga muerta (P<sub>d</sub>): 1206 Kg.

Carga viva (P<sub>l</sub>): 201 Kg.

Carga Total P = P<sub>d</sub> + P<sub>l</sub> : 1407 Kg.

Fuerza Cortante de diseño (V): 2997.54 kg

#### c) RESISTENCIA

f'm= 35 Kg/cm<sup>2</sup>

f'c= 175 Kg/cm<sup>2</sup>

f<sub>y</sub>= 4200 Kg/cm<sup>2</sup>

## 2. DISEÑO POR COMPRESIÓN AXIAL

a) EL ESFUERZO ACTUANTE ( $f_a$ ) SERÁ:

$$f_a = 0.94 \quad \text{Kg/cm}^2$$

b) EL ESFUERZO ADMISIBLE ( $F_a$ ) SERÁ:

$$F_a = 2.92 \quad \text{Kg/cm}^2$$

c) COMPARACIÓN: Si  $f_a \leq F_a \dots \text{Ok}$

Comparación: OK

## 3. DISEÑO POR CORTE

a) EL ESFUERZO CORTANTE ACTUANTE SERÁ:

$$V_a = 0.50 \quad \text{Kg/cm}^2$$

b) EL ESFUERZO CORTANTE PARA MORTERO CON CAL:

$$V_m = 1.8 + 0.18f_d < 3.3 \text{ Kg/cm}^2$$

$$f_d = \frac{P_d}{A}$$

$$f_d = 0.20$$

$$V_m = 1.84 \quad \text{Kg/cm}^2$$

c) COMPARACIÓN:

$$\text{Si: } V_a < V_m \dots \text{OK}$$

Comparación: OK

#### 4. DISEÑO POR FLEXIÓN

##### a) CÁLCULO DEL MOMENTO MÁXIMO DE FLEXIÓN

$$\bar{h} = 4.27 \quad \text{m.}$$

|             |
|-------------|
| M= 12799.50 |
|-------------|

 Kg-m

##### b) EFUERZOS ADMISIBLES

###### b.1) Compresión axial (Fa)

$$F_a = 2.92 \quad \text{Kg/cm}^2$$

###### b.2) Compresión por flexión (Fm)

$$F_m = 14 \quad \text{Kg/cm}^2$$

###### b.3) Módulo de Elasticidad (Em)

$$E_m = 17500 \quad \text{Kg/cm}^2$$

###### b.3) Módulo de Rigidez (Ev)

$$E_v = 7000 \quad \text{Kg/cm}^2$$

##### c) CÁLCULO DE LOS EFUERZOS ACUANTES

###### c.1) Esfuerzo acuante por compresión axial (fa)

$$f_a = 0.94 \quad \text{Kg/cm}^2$$

**c.2) Esfuerzo acuante de compresión por flexión (fm)**

$$f_m = 3.17 \text{ Kg/cm}^2$$

Luego:

|              |      |                    |
|--------------|------|--------------------|
| $\sigma_t =$ | 2.23 | Kg/cm <sup>2</sup> |
|--------------|------|--------------------|

|              |      |                    |
|--------------|------|--------------------|
| $\sigma_c =$ | 4.11 | Kg/cm <sup>2</sup> |
|--------------|------|--------------------|

|       |        |     |
|-------|--------|-----|
| $x =$ | 141.49 | cm. |
|-------|--------|-----|

Fuerza de tracción

|       |         |    |
|-------|---------|----|
| $T =$ | 2366.52 | Kg |
|-------|---------|----|

**d) VERIFICACIÓN POR FLEXOCOMPRESIÓN**

$$C = 0.55 \quad \text{OK}$$

**D. Diseño de losa**

**i) Diseño para losa con espesor  $e = 0.20\text{m}$**

**Tabla N° 09:** Características de los elementos para el diseño de losa  $e=0.20\text{m}$

|                                    |                                 |   |
|------------------------------------|---------------------------------|---|
| <b>Diseño de Losa Aligerada</b>    | $f'c = 175.00 \text{ Kg/cm}^2$  | <b>Datos del Aligerado</b>                        |
|                                    | $f_y = 4200.00 \text{ Kg/cm}^2$ | Ancho de Viguetas : $bw = 10.00 \text{ cm}$       |
| Factores de Reducción de Capacidad | <b>Resistencia Del Concreto</b> | Ancho de Ladrillo $B = 30.00 \text{ cm}$          |
| Por Flexión : $f = 0.90$           | $b_1 = 0.85$                    | Altura del Ladrillo : $H = 15.00 \text{ cm}$      |
| Por Corte : $f = 0.85$             | $r_b = 0.01771$                 | Altura de la Losa : $hf = 5.00 \text{ cm}$        |
| Factores de Carga :                | $r_{\text{máx}} = 0.01328$      | Número de Viguetas / m : $2.50 \text{ vig/m}$     |
| Por Carga Muerta : $1.40$          | $w_{\text{máx.}} = 0.319$       | Peralte Total de La Losa : $h = 20.00 \text{ cm}$ |
| Por Carga Viva : $1.70$            | $K = 45.29$                     |   |

**Fuente:** Elaboración propia

**Tabla N° 10:** Metrado de cargas para losa e=0.20m

| <b>Cargas Muertas</b> |                             | <b>SobreCargas</b>        |                             |
|-----------------------|-----------------------------|---------------------------|-----------------------------|
| Carga de la Losa :    | 0.30 Tn/m <sup>2</sup>      | Sobre Cargas :            | 0.05 Tn/m <sup>2</sup>      |
|                       |                             |                           |                             |
|                       |                             |                           | $W_L = 0.05 \text{ Tn/m}^2$ |
|                       |                             |                           | $W_L = 0.02 \text{ Tn/m}$   |
|                       | $W_D = 0.30 \text{ Tn/m}^2$ | <b>Carga Factorizada</b>  |                             |
|                       | $W_D = 0.12 \text{ Tn/m}$   | $W_U = 0.37 \text{ Tn/m}$ |                             |

Fuente: Elaboración propia

**Tabla N° 11:** Tramos en losa e=0.20m

| Descripción | Código | h (cm) | b (cm) | dc (cm) | d (cm) | f Mc (Tn.m) | Mu (Tn.m) | hf (cm) |
|-------------|--------|--------|--------|---------|--------|-------------|-----------|---------|
| Apoyo       | A      | 20.00  | 40.00  | 3.00    | 17.00  | 4.71        | 0.19      | 5.00    |
| Tramo       | A - B  | 20.00  | 40.00  | 3.00    | 17.00  | 4.71        | 0.42      | 5.00    |
| Apoyo       | B      | 20.00  | 40.00  | 3.00    | 17.00  | 4.71        | 0.14      | 5.00    |
| Tramo       | B - C  | 20.00  | 40.00  | 3.00    | 17.00  | 4.71        | 0.09      | 5.00    |
| Apoyo       | C      | 20.00  | 40.00  | 3.00    | 17.00  | 4.71        | 0.05      | 5.00    |

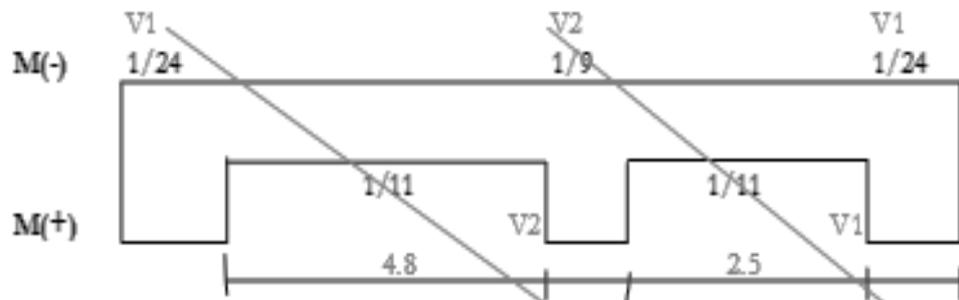
Fuente: Elaboración propia

**Tabla N° 12:** Forma de As en losa e=0.20m

| Descripción | Código | Ubicación del Eje Neutro |           |             |        | Forma de As (cm <sup>2</sup> ) |
|-------------|--------|--------------------------|-----------|-------------|--------|--------------------------------|
|             |        | As (cm <sup>2</sup> )    | Cuantía r | Descripción | Código |                                |
| Apoyo       | A      | 0.35                     | 0.000520  | 0.012487202 | 0.29   | Simplemente Armada             |
| Tramo       | A – B  | 0.77                     | 0.001135  | 0.027244804 | 0.64   | Simplemente Armada             |
| Apoyo       | B      | 0.26                     | 0.000376  | 0.009032987 | 0.21   | Simplemente Armada             |
| Tramo       | B - C  | 0.16                     | 0.000242  | 0.00580692  | 0.14   | Simplemente Armada             |
| Apoyo       | C      | 0.10                     | 0.000141  | 0.00338737  | 0.08   | Simplemente Armada             |

Fuente: Elaboración propia

**Momentos de diseño**



**MOMENTOS NEGATIVOS**

$M_4 = 0.19$

$M_7 = 0.14$

$M_9 = 0.05$

**MOMENTOS POSITIVOS**

M4-7= 0.42

M7-9= 0.09

**CORTANTES**

|         |      |           |           |
|---------|------|-----------|-----------|
|         |      | <b>V1</b> | <b>V2</b> |
| VA =    | 0.48 | 0.5       | 0.58      |
| VB(v1)= | 0.56 | 0.5       | 0.58      |
| VB(v2)= | 0.48 | 0.5       | 0.58      |

**Tabla N° 13:** Verificación por flexión y corte en losa e=0.20m

| Cuantía por Contracción y Temperatura : |        |                                   |              |            |                |              | $r_{CT} :$                                    | 0.0018                 | Acero por Contracción y Temperatura :<br>$A_{s_{CT}} = 0.9 \text{ cm}^2$ |
|---|--------|-----------------------------------|--------------|------------|----------------|--------------|---|------------------------|--|
| Cuantía Mínima :                        |        |                                   |              |            |                |              | $r_{\text{mín}} :$                            | 0.0025                 |  |
| Tramo                                   | Código | Ancho de Verificación<br>b ( cm ) | Mu<br>(Tn.m) | Vu<br>(Tn) | f Mc<br>(Tn.m) | f Vc<br>(Tn) | Verificación y Cálculo del Ancho de Diseño bw |                        |  |
|   |        |                                   |              |            |                |              | Por Flexión<br>Condición                      | Por Corte<br>Condición |  |
| Apoyo                                   | A      | 10                                | 0.1939       | 0.48       | 1.18           | 1.01         | Cumple  | Cumple                 |  |
| Tramo                                   | A - B  | 40                                | 0.4231       |            | 4.71           |              | Cumple  |                        |  |
| Apoyo                                   | B      | 10                                | 0.1403       | 0.48       | 1.18           | 1.01         | Cumple  | Cumple                 |  |
| Tramo                                   | B - C  | 40                                | 0.0902       |            | 4.71           |              | Cumple  |                        |  |
| Apoyo                                   | C      | 10                                | 0.0526       | 0.48       | 1.18           | 1.01         | Cumple  | Cumple                 |  |

Fuente: Elaboración propia

**Tabla N° 14:** Determinación del acero propuesto en losa  $e=0.20m$

| Tramo | Código | w    | r       | As<br>(cm <sup>2</sup> ) | f ( Plg ) | N° Var. | As (cm <sup>2</sup> ) |
|-------|--------|------|---------|--------------------------|-----------|---------|-----------------------|
| Apoyo | 4´     | 0.04 | 0.00182 | <b>0.43</b>              | 3/8       | 1       | <b>0.71</b>           |
| Tramo | 4´-7   | 0.02 | 0.00098 | <b>0.67</b>              | 3/8       | 1       | <b>0.71</b>           |
| Apoyo | 7      | 0.03 | 0.00131 | <b>0.43</b>              | 3/8       | 1       | <b>0.71</b>           |
| Tramo | 4´-    | 0    | 0.00021 | <b>0.43</b>              | 3/8       | 1       | <b>0.71</b>           |
| Apoyo | 9      | 0.01 | 0.00048 | <b>0.43</b>              | 3/8       | 1       | <b>0.71</b>           |

**Fuente:** Elaboración propia

ii) Diseño para losa con espesor  $e = 0.17$

Tabla N° 15: Características de los elementos para el diseño de losa  $e=0.17m$

| <b>Diseño de Losa Aligerada</b>    | $f'c = 175.00 \text{ Kg/cm}^2$  | <b>Datos del Aligerado</b>                        |
|------------------------------------|---------------------------------|---|
|                                    |                                 | $f_y = 4200.00 \text{ Kg/cm}^2$                   |
| Factores de Reducción de Capacidad | <b>Resistencia Del Concreto</b> | Ancho de Ladrillo $B = 30.00 \text{ cm}$          |
| Por Flexión : $f = 0.90$           | $b_1 = 0.85$                    | Altura del Ladrillo : $H = 12.00 \text{ cm}$      |
| Por Corte : $f = 0.85$             | $r_b = 0.01771$                 | Altura de la Losa : $hf = 5.00 \text{ cm}$        |
| Factores de Carga :                | $r_{m\acute{a}x} = 0.01328$     | Número de Viguetas / m : $2.50 \text{ vig/m}$     |
| Por Carga Muerta : $1.40$          | $w_{m\acute{a}x} = 0.319$       | Peralte Total de La Losa : $h = 17.00 \text{ cm}$ |
| Por Carga Viva : $1.70$            | $K = 45.29$                     |   |

Fuente: Elaboración propia

**Tabla N° 16:** Metrado de cargas para losa e=0.17m

| <b>Cargas Muertas</b> |                        | <b>SobreCargas</b>        |                        |
|-----------------------|------------------------|---------------------------|------------------------|
| Carga de la Losa :    | 0.27 Tn/m <sup>2</sup> | Sobre Cargas :            | 0.05 Tn/m <sup>2</sup> |
|                       |                        | $W_L =$                   | 0.05 Tn/m <sup>2</sup> |
|                       |                        | $W_L =$                   | 0.02 Tn/m              |
| $W_D =$               | 0.27 Tn/m <sup>2</sup> | <b>Cargas Factorizada</b> |                        |
| $W_D =$               | 0.11 Tn/m              | $W_U =$                   | 0.19 Tn/m              |

Fuente: Elaboración propia

**Tabla N° 17:** Tramos en losa e=0.17m

| Descripción | Código | h<br>(cm) | b<br>(cm) | dc<br>(cm) | d<br>(cm) | f Mc<br>(Tn.m) | Mu<br>(Tn.m) | hf<br>(cm) |
|-------------|--------|-----------|-----------|------------|-----------|----------------|--------------|------------|
| Apoyo       | A      | 17.00     | 40.00     | 3.00       | 14.00     | 3.83           | 0.07         | 5.00       |
| Tramo       | A - B  | 17.00     | 40.00     | 3.00       | 14.00     | 3.83           | 0.15         | 5.00       |
| Apoyo       | B      | 17.00     | 40.00     | 3.00       | 14.00     | 3.83           | 0.03         | 5.00       |
| Tramo       | B - C  | 17.00     | 40.00     | 3.00       | 14.00     | 3.83           | 0.02         | 5.00       |
| Apoyo       | C      | 17.00     | 40.00     | 3.00       | 14.00     | 3.83           | 0.16         | 5.00       |
| Tramo       | C -D   | 17.00     | 40.00     | 3.00       | 14.00     | 3.83           | 0.10         | 5.00       |
| Apoyo       | D      | 17.00     | 40.00     | 3.00       | 14.00     | 3.83           | 0.00         | 5.00       |

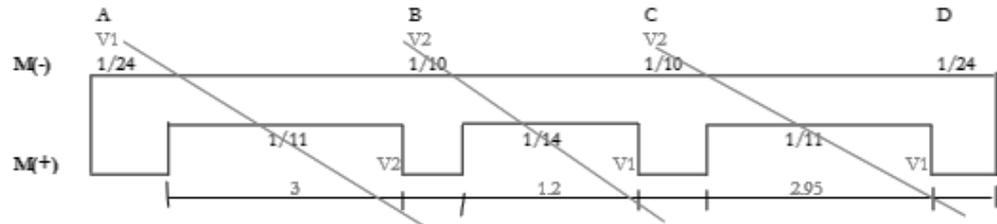
Fuente: Elaboración propia

**Tabla N° 18:** Forma de As en losa  $e=0.17m$

| Descripción | Código | Ubicación del Eje Neutro |           |             |      | Forma de Diseño de la Sección |
|-------------|--------|--------------------------|-----------|-------------|------|-------------------------------|
|             |        | As (cm <sup>2</sup> )    | Cuantía r | w           | C    |                               |
| Apoyo       | A      | 0.16                     | 0.000285  | 0.006847087 | 0.13 | Simplemente Armada            |
| Tramo       | A - B  | 0.35                     | 0.000622  | 0.014939098 | 0.29 | Simplemente Armada            |
| Apoyo       | B      | 0.06                     | 0.000110  | 0.002629281 | 0.05 | Simplemente Armada            |
| Tramo       | B - C  | 0.04                     | 0.000078  | 0.001878058 | 0.04 | Simplemente Armada            |
| Apoyo       | C      | 0.37                     | 0.000662  | 0.015889806 | 0.31 | Simplemente Armada            |
| Tramo       | C - D  | 0.23                     | 0.000414  | 0.009931129 | 0.19 | Simplemente Armada            |
| Apoyo       | D      | 0.00                     | 0.000000  | 0           | 0.00 | Simplemente Armada            |

Fuente: Elaboración propia

### Momentos de diseño



#### MOMENTOS NEGATIVOS

$$\begin{aligned} M_A &= 0.07 \\ M_B &= 0.03 \\ M_C &= 0.16 \\ M_D &= 0.00 \end{aligned}$$

#### MOMENTOS POSITIVOS

$$\begin{aligned} M_{A-B} &= 0.15 \\ M_{B-C} &= 0.02 \\ M_{C-D} &= 0.10 \\ M_{D-E} &= 0.00 \end{aligned}$$

### CORTANTES

|      | V1   | V2       |
|------|------|----------|
| VA = | 0.15 | 0.2778   |
| VB = | 0.03 | 0.127788 |
| VC = | 0.17 | 0.27317  |
| VD = | 0.15 | 0.27317  |
|      |      | 0        |

**Tabla N° 19:** Verificación por flexión y corte en losa  $e=0.17m$

| Tramo | Código | Ancho de Verificación<br>b ( cm ) | Mu<br>(Tn.m) | Vu<br>(Tn) | f Mc<br>(Tn.m) | f Vc<br>(Tn) | Verificación y Cálculo del Ancho de Diseño bw |                       |
|-------|--------|-----------------------------------|--------------|------------|----------------|--------------|---|-----------------------|
|       |        |                                   |              |            |                |              | Por Flexión                                   | Por Corte             |
|       |        |                                   |              |            |                |              | Condición                                     | Condición<br>b ( cm ) |
| Apoyo | A      | 10.00                             | 0.0695       | 0.15       | 0.96           | 0.91         | Cumple  | Cumple                |
| Tramo | A - B  | 40.00                             | 0.1515       |            | 3.83           |              | Cumple  |                       |
| Apoyo | B      | 10.00                             | 0.0267       | 0.03       | 0.96           | 0.91         | Cumple  | Cumple                |
| Tramo | B - C  | 40.00                             | 0.019        |            | 3.83           |              | Cumple  |                       |
| Apoyo | C      | 10.00                             | 0.1612       | 0.17       | 0.96           | 0.91         | Cumple  | Cumple                |
| Tramo | C - D  | 40.00                             | 0.1007       |            | 3.83           |              | Cumple  |                       |
| Apoyo | D      | 10.00                             | 0            | 0.15       | 0.96           | 0.91         | Cumple  | Cumple                |

Fuente: Elaboración propia

**Tabla N° 20:** Determinación del acero propuesto en losa  $e=0.17m$

| Tramo | Código | w    | r       | As<br>( cm <sup>2</sup> ) | f ( Plg ) | N° Var. | As<br>( cm <sup>2</sup> ) |
|-------|--------|------|---------|---------------------------|-----------|---------|---------------------------|
| Apoyo | A      | 0.02 | 0.00095 | <b>0.35</b>               | 3/8       | 1.0     | <b>0.71</b>               |
| Tramo | A - B  | 0.01 | 0.00052 | <b>0.35</b>               | 3/8       | 1.0     | <b>0.71</b>               |
| Apoyo | B      | 0.01 | 0.00036 | <b>0.35</b>               | 3/8       | 1.0     | <b>0.71</b>               |
| Tramo | B - C  | 0.00 | 0.00006 | <b>0.35</b>               | 3/8       | 1.0     | <b>0.71</b>               |
| Apoyo | C      | 0.04 | 0.00225 | <b>0.35</b>               | 3/8       | 1.0     | <b>0.71</b>               |
| Tramo | C - D  | 0.01 | 0.00034 | <b>0.35</b>               | 3/8       | 1.0     | <b>0.71</b>               |
| Apoyo | D      | 0.00 | 0.00000 | <b>0.35</b>               | 3/8       | 1.0     | <b>0.71</b>               |

Fuente: Elaboración propia

**E. Diseño de cimentación**

|                        |             |
|------------------------|-------------|
| Ancho de influencia    | 3.65 m      |
| Longitud de muro       | 1 m         |
| Peso de la losa e=17cm | 1095 kg/m   |
| Piso terminado         | 365 kg/m    |
| Peso del muro          | 1050.3 kg/m |
| Sobrecimiento          | 103.5 kg/m  |
| Cimiento               | 736 kg/m    |
| Sobrecarga             | 182.5 kg/m  |

Carga a nivel de  
cimiento 3532.3 kg/m

Carga a nivel de  
cimiento 35.323 kg/cm

$$\sigma_t = 1 \text{ kg/cm}$$

$$A = P/\sigma_t = 35.323 \text{ cm}$$

**Se asume un ancho de 40 cm**

## F. Verificación de acero en columnas

**Tabla N° 21:** Verificación de acero en columnas T

|              | d<br>varilla | área | n° de<br>fierros | área<br>de<br>acero | área de<br>columna | As<br>requerido |
|--------------|--------------|------|------------------|---------------------|--------------------|-----------------|
| Columna<br>T | 1/2          | 1.27 | 2                | 2.54                | 675                | 6.75            |
|              | 3/8          | 0.71 | 6                | 4.26                |                    | Ok              |

Fuente: Elaboración propia

**Tabla N° 22:** Verificación de acero en columnas L

|              | d<br>varilla | área | n° de<br>fierros | área<br>de<br>acero | área de<br>columna | As<br>requerido |
|--------------|--------------|------|------------------|---------------------|--------------------|-----------------|
| Columna<br>L | 1/2          | 1.27 | 2                | 2.54                | 546                | 5.46            |
|              | 3/8          | 0.71 | 5                | 3.55                |                    | Ok              |

Fuente: Elaboración propia

**Tabla N° 22:** Verificación de acero Vigas

|      | d<br>varilla | área | n° de<br>fierros | área<br>de<br>acero | área de<br>Viga | As<br>requerido |
|------|--------------|------|------------------|---------------------|-----------------|-----------------|
| Viga | 1/2          | 1.27 | 2                | 2.54                | 300             | 3               |
|      | 3/8          | 0.71 | 2                | 1.42                |                 | Ok              |

Fuente: Elaboración propia

### 3.1.4. Diseño de planos de la vivienda de adobe y de la vivienda de albañilería confinada

Luego de realizados los cálculos para el diseño de cada una de las viviendas, se procede a realizar los planos de estructuras, así como los de instalaciones sanitarias y eléctricas. Tales planos se encuentran anexados.

### **3.1.5. Metrados de la vivienda de adobe**

A continuación se muestran los metrados realizados para cada una de las partidas de Arquitectura, Estructuras, Instalaciones Eléctricas e Instalaciones Sanitarias correspondientes a la vivienda de adobe.

#### **3.1. Para procesar datos.**

Para realizar un análisis comparativo de costos entre la proyección de la vivienda de adobe y la de albañilería confinada, es necesario determinar las áreas útiles que cada una de ellas proporciona.

Se determina, el costo directo de ambas viviendas, para luego dividirlo por el área útil a la que corresponde. Es así que se tendrá un análisis comparativo de costos en base al área útil de una edificación.

## CAPÍTULO 5. RESULTADOS

La vivienda construida en adobe y la misma construida en albañilería confinada presenta los mismos ambientes con similar distribución, los cuales se presentan a continuación en el siguiente cuadro con sus respectivas áreas útiles y con el área construida total:

**Tabla N° 23:** Área útil y construida

| AMBIENTES             | ÁREAS (m <sup>2</sup> ) |                          |
|-----------------------|-------------------------|--------------------------|
|                       | Adobe                   | Albañilería convencional |
| Sala Comedor          | 24.37                   | 29.24                    |
| Dormitorio Principal  | 12.01                   | 15.16                    |
| Dormitorio Secundario | 10.36                   | 13.37                    |
| Cocina                | 8.08                    | 12.13                    |
| SS.HH                 | 3.18                    | 4.49                     |
| Total de área útil    | 58.00                   | 74.39                    |
| Área Construida       | 107.57                  | 89.79                    |
| Área Libre            | 44.24                   | 62.02                    |

**Fuente:** Elaboración propia

En el cuadro siguiente se presenta el costo directo de cada tipo de vivienda y la diferencia de este entre cada una de las viviendas. Además se establece una relación de costo con el área útil y con el área construida.

**Tabla N° 24:** Costos por área útil

|  | Adobe     | Albañilería confinada | Diferencia en costo | Diferencia en % |
|--|-----------|-----------------------|---------------------|-----------------|
| Total de área útil                       | 58.00     | 74.39                 |                     |                 |
| Área Construida                          | 107.57    | 89.79                 |                     |                 |
| Costo                                    | 93,833.63 | 78,646.81             | 15,186.82           | 19.31%          |
| Costo por m <sup>2</sup> área útil       | 1,617.82  | 1,057.22              | 560.60              | 53.03%          |
| Costo por m <sup>2</sup> área construida | 872.30    | 875.90                | -3.59               | -0.41%          |

**Fuente:** Elaboración propia

## **CAPÍTULO 6. DISCUSIÓN**

Comparado los muros empleados en cada una de las viviendas, se puede decir que la vivienda en adobe, por necesitar muros de 60 cm, resta espacios a las áreas útiles. En cambio en la vivienda de albañilería confinada se utilizan muros de 15 cm, los cuales permitirán que se haga un mejor empleo del área del terreno. Es así que en una misma área de terreno se tendrá ambientes con una mayor área útil y mayor área libre al proyectarse una vivienda de albañilería. En cambio si se proyecta una vivienda de adobe, los muros ocuparan un espacio exagerado en el terreno.

Entonces, se puede decir, que si se toma en cuenta el costo de cada vivienda con relación al área útil que ésta proporciona, se puede asegurar que una vivienda de albañilería es más económica que una vivienda de albañilería en un 53.03%.

## **CAPÍTULO 7. CONCLUSIONES**

1. Si se considera el concepto de área útil, que es la verdaderamente percibida por los usuarios, el costo de la edificación de adobe es 53.03% mayor que la de albañilería confinada, diseñadas ambas bajo las normas peruanas. De esta manera se cumple con la hipótesis.
2. Resulta muy complicado proyectar dos viviendas iguales con materiales tan distintos, por lo que resulta apropiado recurrir a costos unitarios globales.
3. Existen normas peruanas para diseño tanto en adobe como en albañilería confinada, las mismas que lamentablemente no se respetan en la práctica.
4. El costo de la vivienda en adobe resultó 19.31% mayor que aquella proyectada en albañilería confinada.
5. Si se considera el concepto de área construida los costos de dos viviendas de un piso proyectadas una en adobe y otra en albañilería confinada, diseñadas bajo las normas peruanas son muy similares, pues se encontró una variación menor al 1%.

## **CAPÍTULO 8. RECOMENDACIONES**

1. Se debe tener en cuenta que, para los usuarios, el área útil es lo que verdaderamente interesa en una vivienda y no los espacios que ocupan sus elementos estructurales.
2. En la zona urbana de Cajamarca, bajo los parámetros de costos, y resistencia a sismos deben proyectarse edificaciones en albañilería confinada antes que en adobe.
3. La Universidad debe incentivar la realización de otros trabajos en esta línea para brindar a la población una mayor información para la toma de decisiones sobre el tipo de material a emplear en sus viviendas.
4. La Municipalidad debe velar por la aplicación de las Normas peruanas de diseño, pues se observa que en especial las de adobe no son aplicadas, con el consiguiente incremento del riesgo de los ocupantes.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Norma A.010 Condiciones generales de diseño (Reglamento nacional de edificaciones)
2. Norma A.020 Vivienda (Reglamento nacional de edificaciones)
3. Norma E.020 Cargas (Reglamento nacional de edificaciones)
4. Norma E.030 Diseño Sismorresistente (Reglamento nacional de edificaciones)
5. Norma E.070 Albañilería (Reglamento nacional de edificaciones)
6. Norma E.080 Adobe (Reglamento nacional de edificaciones)
7. Norma IS.010 Instalaciones sanitarias para edificaciones (Reglamento nacional de edificaciones)
8. Norma EM.010 Instalaciones eléctricas interiores (Reglamento nacional de edificaciones)
9. Costos y Presupuestos en Edificaciones, Genaro Delgado Contreras, 2010.
10. Manual de diseño para maderas del grupo andino, Junta del Acuerdo de Cartagena, Lima-Perú, 1980.
11. Jurado, L. (2012, 15 de Junio). ¿Qué diferencia hay entre superficie útil y superficie construida?. En Blog: La casa de las casas. Recuperado el 15 de octubre de 2014, desde <http://lacasadelascasas.com/2012/06/15/superficie-util-frente-a-superficie-construida/>