



**UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA  
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA  
CARRERA INGENIERÍA CIVIL**

**“ANÁLISIS EN COSTO Y TIEMPO DE UNA VIVIENDA CON EL  
MÉTODO DE MAMPOSTERÍA ESTRUCTURAL EN  
COMPARACIÓN CON UNA ESTRUCTURA TRADICIONAL EN  
EL CANTÓN SANTA ELENA PROVINCIA DE SANTA ELENA”**

**TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR**

**AUTORES:**

**CHRISTIAN BYRON VILLÓN RAMÍREZ  
VALERIA BRIGITTE VILLO TOMALÁ**

**TUTOR:**

**ING. PINOARGOTE ROVELLO VIANNA, MSc**

La Libertad, Ecuador

2021

**UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA**

**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA**

**CARRERA INGENIERÍA CIVIL**

**“ANÁLISIS EN COSTO Y TIEMPO DE UNA VIVIENDA CON EL MÉTODO DE MAMPOSTERÍA ESTRUCTURAL EN COMPARACIÓN CON UNA ESTRUCTURA TRADICIONAL EN EL CANTÓN SANTA ELENA PROVINCIA DE SANTA ELENA”**

**TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR**

**AUTORES:**

**CHRISTIAN BYRON VILLÓN RAMÍREZ**

**VALERIA BRIGITTE VILLAO TOMALÁ**

**TUTOR:**

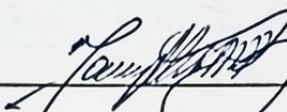
**ING. PINOARGOTE ROVELLO VIANNA, MSc**

La Libertad, Ecuador

2021

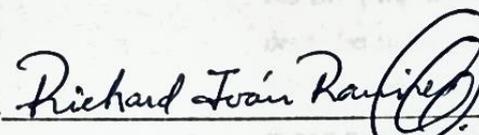
**UPSE**

## TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

f. 

**Ing. Jonny Villao-Borbor, MSc.**

**DIRECTOR DE LA CARRERA**

f. 

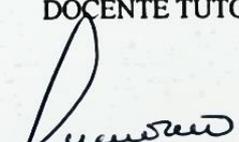
**Ing. Richard Ramírez**

**DOCENTE ESPECIALISTA**

f. 

**ING. Pinoargote Rovello Vianna, MSc**

**DOCENTE TUTOR**

f. 

**Ing. Lucrecia Cristina Moreno Alcívar.**

**DOCENTE GUÍA DE LA UCI Y SECRETARIA**

## **DEDICATORIA**

Este proyecto de titulación se lo dedico a mi mamita Lorenza que al transcurso de mi estudio se fue a los cielos y a mi Padre Franklin Villón que en el último semestre de la carrera Universitaria partió a la presencia de Dios nos dejaron un gran vacío en nuestros corazones, pero solo Dios y el tiempo me dio las fuerzas para seguir luchando. Sé que desde los cielos están muy orgullosos de mi por haber cumplido mi objetivo fueron mi motivo de inspiración, quienes hasta el último día de sus vidas me quisieron tanto y me brindaron su apoyo.

*Christian Byron Villón Ramírez*

Este proyecto se lo dedico a Dios, por guiarme y darme fuerzas necesarias para que culmine mi etapa universitaria

A mis padres, a mis hermanas y a mis primas que con todo su esfuerzo posible me permitieron llegar hasta aquí, que siempre me han brindado su apoyo y su incondicional.

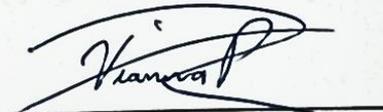
A mis amigos que de alguna manera se convirtieron en mi segunda familia y han sido participe de esta etapa estupenda como es la universidad.

***Valeria Brigitte Villao Tomalá***

## CERTIFICADO DE ANTIPLAGIO

En mi calidad de Tutor del Trabajo de Titulación, modalidad Proyecto de Investigación "ANÁLISIS EN COSTO Y TIEMPO DE UNA VIVIENDA CON EL MÉTODO DE MAMPOSTERÍA ESTRUCTURAL EN COMPARACIÓN CON UNA ESTRUCTURA TRADICIONAL EN EL CANTÓN SANTA ELENA PROVINCIA DE SANTA ELENA", elaborado por los estudiantes VILLÓN RAMÍREZ CHRISTIAN BYRON y la Srta. VILLO TOMALÁ VALERIA BRIGITTE, estudiantes de la carrera de Ingeniería Civil, Facultad de Ciencias de la Ingeniería de la Universidad Estatal Península de Santa Elena, previo a la obtención del título de Ingenieros Civiles, me permito declarar que una vez analizado en el sistema URKUND, corroborando que se encuentra dentro del límite permitido dando como resultado (0%) de similitud con otros trabajos, por consiguiente se emite el siguiente informe.

TUTOR

f. 

Ing. Mgs. Vianna Pinoargote Rovello.

C.I. 24400061632.



**UNIVERSIDAD ESTADAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA**

Creación: Ley No. 110 R.O. No. 366 (Suplemento) 1998-07-22

**Reporte Urkund.**

**Curiginal**

### Document Information

---

Analyzed document	UPSE-TESIS-VILLAGO-VILLON 2.docx (D126555790)
Submitted	2022-01-30T18:49:00.0000000
Submitted by	
Submitter email	valeria.villaotomala@upse.edu.ec
Similarity	0%
Analysis address	vpinoargote.upse@analysis.orkund.com

### Sources included in the report

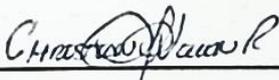
---

## DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Nosotros, **Christian Byron Villón Ramírez y Valeria Brigitte Villao Tomalá** declaramos bajo juramento que el presente trabajo de titulación denominado “ANÁLISIS EN COSTO Y TIEMPO DE UNA VIVIENDA CON EL MÉTODO DE MAMPOSTERÍA ESTRUCTURAL EN COMPARACIÓN CON UNA ESTRUCTURA TRADICIONAL EN EL CANTÓN SANTA ELENA PROVINCIA DE SANTA ELENA”, no tiene antecedentes de haber sido elaborado en la Facultad de Ciencias de la Ingeniería, Carrera de Ingeniería Civil, lo cual es un trabajo exclusivamente inédito de nuestra autoría.

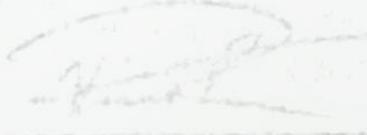
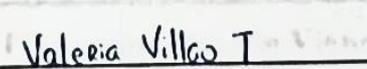
Por medio de la presente declaración cedemos los derechos de autoría y propiedad intelectual, correspondientes a este trabajo, a la Universidad Estatal Península de Santa Elena, según lo establecido por la ley de propiedad intelectual, por su reglamento y por la normativa institucional vigente.

Atentamente,

f. 

Villón Ramírez Christian Byron

C.I 2400205940

f.   
f. 

Villao Tomalá Valeria Brigitte

C.I 2450152018

La Libertad, a los 28 del mes de enero del año 2022.

## CERTIFICACIÓN DEL TUTOR

**Ing. Pinoargote Rovello Vianna, MSc**

**TUTOR DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**

**Universidad Estatal Península de Santa Elena** 27 de 2022.

En mi calidad de tutor del trabajo de titulación, modalidad proyecto de investigación “ANÁLISIS EN COSTO Y TIEMPO DE UNA VIVIENDA CON EL MÉTODO DE MAMPOSTERÍA ESTRUCTURAL EN COMPARACIÓN CON UNA ESTRUCTURA TRADICIONAL EN EL CANTÓN SANTA ELENA PROVINCIA DE SANTA ELENA” elaborado por el Sr. **VILLÓN RAMÍREZ CHRISTIAN BYRON** y la Srta. **VILLAO TOMALÁ VALERIA BRIGITTE**, egresados de la Carreta de Ingeniería Civil, Facultad de Ciencias de la Ingeniería de la Universidad Estatal Península de Santa Elena, previo a la obtención del Título de Ingeniero Civil, me permito declarar que luego de haberla dirigido, estudiado y revisado, la apruebo en su totalidad,

**TUTOR**



**Ing. Pinoargote Rovello Vianna, MSc**

**La Libertad, a los 30 del mes de enero del año 2022.**

# CERTIFICACIÓN DE GRAMATOLOGÍA

*Certificación de Gramatólogo*

Lic. ALEXI JAVIER HERRERA REYES

*Magister En Diseño Y Evaluación*

*De Modelos Educativos*

La Libertad, enero 27 de 2022.

## Certifica:

Que después de revisar el contenido del trabajo de titulación en opción al título de Ingeniero Civil de VILLÓN RAMÍREZ CHRISTIAN BYRON y VILLAO TOMALÁ VALERIA BRIGITTE, cuyo tema es: "ANÁLISIS EN COSTO Y TIEMPO DE UNA VIVIENDA CON EL MÉTODO DE MAMPOSTERÍA ESTRUCTURAL EN COMPARACIÓN CON UNA ESTRUCTURA TRADICIONAL EN EL CANTÓN SANTA ELENA PROVINCIA DE SANTA ELENA" me permito declarar que el trabajo investigativo se encuentra idóneo y puede ser expuesto ante el jurado respectivo para la defensa del tema en mención.

Es todo cuanto puedo manifestar en honor a la verdad.



Lic. Alexi Herrera R, MSc.  
Docente de Español A: Literatura  
Cel: 0963143788  
e-mail: alexiherrerareyes@hotmail.com

## **AGRADECIMIENTOS**

Le agradezco a Dios por permitirme culminar mi etapa universitaria, por darme salud y las ganas de continuar para no decaer.

A mis padres José Villao Pozo y Betty Tomalá Muñoz que son el pilar fundamental en mi vida, me ayudaron para que yo pueda continuar en mi estudio universitario, me apoyaron tanto económica como moralmente, gracias por todo lo que me han brindado en esta etapa.

A mis 5 hermanas, a mis primas, y a mis amigos que en cada momento confiaron en mí y que estuvieron para darme una ayuda en este transcurso.

A mi tutora Ing. Vianna Pinoargote, por su gran aporte técnico y por haberme brindado de su tiempo para así poder culminar con esta etapa de mi vida.

Le agradezco sobre todo a la Universidad Estatal Península de Santa Elena por haberme abierto las puertas de esta dichosa universidad, gracias por los conocimientos adquiridos por partes de todos los docentes en el transcurso de mi preparación académica

***Valeria Brigitte Villao Tomalá***

## **AGRADECIMIENTOS**

Mi eterno agradecimiento para Dios creador de nuestras vidas por darme las fuerzas para culminar esta etapa, a mi Mamá Zuly quien me apoyó incondicionalmente y estuvo presente en todo momento, a mi Tío Raúl Villón por enseñarme a nunca rendirme y ser mejor cada día que con Dios todo es posible, gracias por sus oraciones y sus consejos me dio la valentía y la seguridad para esforzarme y lograr mi objetivo, a mis hermanos Edwin, Karen, y Lisbeth que me ayudaron a enfrentar el proceso de estudio para obtener el título de Ingeniero Civil.

A mi tutora Ing. Vianna Pinoargote gracias a su constante direccionamiento para la finalización de este trabajo de titulación.

A mis amigos Ricky, Lisbeth y Richard quienes formaron parte de mi vida universitaria gracias a la paciencia que me ofrecieron.

A la Universidad Estatal Península de Santa Elena por haberme permitido ingresar a esta prestigiosa institución y formarme como profesional, gracias a los docentes de la Carrera de Ingeniería Civil que me brindaron sus conocimientos.

***Christian Byron Villón Ramírez***

## TABLA DE CONTENIDO

TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN .....	ii
DEDICATORIA .....	iii
CERTIFICADO DE ANTIPLAGIO .....	v
DECLARACIÓN DE AUTORÍA .....	vii
CERTIFICACIÓN DEL TUTOR.....	viii
CERTIFICACIÓN DE GRAMATOLOGÍA .....	ix
AGRADECIMIENTOS .....	x
LISTA DE FIGURAS.....	xix
LISTA DE TABLAS.....	xxii
RESUMEN.....	xxv
ABSTRACT .....	xxvi
CAPÍTULO I:.....	1
GENERALIDADES.....	4
1.1. Antecedentes .....	4
1.2. Planteamiento del Problema .....	7
1.3. Justificación .....	9
1.4. Objetivos.....	10
1.4.1 <i>Objetivo general</i> .....	10
1.4.2 <i>Objetivos Específicos</i> .....	10
1.5. Alcance.....	10
1.6. Hipótesis de trabajo .....	11

1.7. Variables.....	12
1.7.1 Variable Dependiente .....	12
1.7.2. Variable Independiente .....	12
1.8. Metodología .....	12
MARCO TEÓRICO .....	13
2.1. Conceptos Generales de Mampostería Estructural.....	13
2.2.2. Sistema Estructural .....	14
2.3. Definiciones específicas.....	14
2.3.1. Acero de armar .....	14
2.3.2. Hormigón de relleno .....	14
2.3.3. Mampostería .....	14
2.3.4. Mampostería armada .....	14
2.3.6. Mortero .....	15
2.4. Tipos de Mampostería .....	15
2.4.1. Mampostería Estructural .....	15
2.4.2. Mampostería Reforzada.....	15
2.4.3. Mampostería Simple (No reforzada).....	15
2.4.4. Mampostería de muros confinados.....	15
2.5. Unidades de Mampostería .....	18
2.6. Partes de un bloque. ....	19
2.7. Detalle de refuerzo .....	19
2.7.1. Diámetros máximos y mínimos .....	20

2.7.2. Refuerzo Vertical .....	20
2.7.3. Refuerzo Horizontal .....	21
2.8. Conceptos generales del método de estructura tradicional .....	22
2.8.1. Losa .....	23
2.8.2. Vigas.....	24
2.8.3. Columnas .....	24
2.8.4. Cimiento .....	24
2.8.5. Comparación de la estructura tradicional y mampostería estructural .....	25
2.8.6. Tipos de construcción tradicional .....	26
2.8.6.1. Sistema constructivo tradicional artesanal .....	26
2.8.6.2. Sistema constructivo tradicional racionalizado .....	26
2.8.6.3. Sistema de construcción tradicional evolucionado .....	26
2.8.7. Conexión viga-columna.....	26
2.8.8. Cargas.....	27
2.8.8.1. Carga Permanente (Carga Muerta).....	27
2.8.8.2. Carga Viva.....	27
2.8.8.3. Carga Sísmica .....	27
2.8.9. Combinaciones de Cargas .....	28
2.9. Cortante basal de diseño .....	29
2.10. Factor de Importancia .....	29
2.10.1. Factor de importancia de acuerdo al uso de la estructura .....	30
2.11. Derivas de Piso. ....	31

2.11.1. Valores de deriva máxima .....	31
2.12. Índice de Estabilidad.....	32
2.13. Módulos de vibración .....	32
2.14. Efecto P-Delta. ....	33
CAPÍTULO III .....	34
DISEÑO DE LA VIVIENDA CON EL SISTEMA DE MAMPOSTERÍA ESTRUCTURAL.....	34
3.1 Determinación de las cargas .....	34
3.1.1 Carga muerta.....	34
3.1.2 Carga Viva .....	34
3.1.3 Carga Sísmica .....	35
3.2 Modelamiento de la vivienda en el programa ETABS.....	37
3.2.1 Datos para el Modelamiento del sistema estructural .....	37
3.2.2 Proceso del Modelamiento.....	38
3.3. Densidad de muros.....	42
3.4 Diseño de losa. ....	43
3.5 Diseño de muro portante .....	43
3.5.1 Espesor mínimo del muro. ....	43
3.6 Ajuste del cortante basal .....	44
3.7 Calculo de Derivas .....	46
3.8 Calculo de Torsiones .....	47
3.9 Índice de estabilidad.....	48

3.10 Modos de Vibración .....	49
3.11 Diseño de muros estructurales .....	49
3.11.1 Diseño por flexo-compresión.....	49
3.11.2 Análisis de confinamiento del muro.....	51
3.11.3 Verificación de las capas de refuerzo .....	51
3.11.4 Verificación a cortante .....	52
3.11.5 Efectos de esbeltez del muro.....	53
3.11.6 Refuerzo alrededor de aberturas.....	54
3.12 Diseño de losa .....	55
3.12.1 Chequeo a flexión .....	59
3.12.2 Chequeo por cortante .....	59
CAPÍTULO IV .....	60
DISEÑO DE LA VIVIENDA CON EL SISTEMA TRADICIONAL .....	60
4.1 Determinación de las cargas .....	60
4.1.1 Carga muerta.....	60
4.1.2 Cargas viva.....	61
4.1.3 Carga sísmica .....	61
4.2. Espectro de Diseño.....	63
4.3. Modelamiento de la vivienda en el programa ETABS .....	64
4.5. Diseño de losa.....	70
4.6. Cortante basal dinámico .....	70
4.7. Diseño de columnas .....	74

4.7.1. Primer piso columnas de 25 x 25cm .....	74
4.7.3. Segundo piso columna de 25 x 25 cm .....	79
4.8. Diseño de vigas .....	85
4.9. Control de derivas .....	86
4.10. Irregularidad torsional .....	87
4.11. Control de efecto P- $\Delta$ o índice de estabilidad.....	89
4.12. Conexión viga-columna.....	90
.....	94
.....	94
4.14. Columna fuerte-viga débil .....	98
4.14.1. Comprobación columna fuerte- viga débil.....	98
4.14.1.1. Piso 1 columna 25x25 .....	98
4.14.1.2. Piso 2 Columna 25x25 .....	100
4.15 Modos de Vibración .....	102
CAPÍTULO V .....	103
PRESUPUESTO Y ANALISIS DE PRECIO UNITARIOS.....	103
5.1 Presupuesto del método de Mampostería Estructural.....	103
5.2 Presupuesto del método de Estructura Tradicional. ....	104
5.3 Cronograma Valorado.....	106
5.3.1 Método de mampostería Estructural .....	106
5.3.2 Método de mampostería Tradicional .....	107
CAPÍTULO VI .....	108

ANÁLISIS Y COMPARACIÓN DE RESULTADOS .....	108
6.1 Estructural .....	108
6.1.2 <i>Coficiente Corte basal</i> .....	109
6.1.3 <i>Periodo de Vibración</i> .....	109
6.2 Presupuesto .....	110
6.2.1 <i>Estructural</i> .....	110
6.3 Comparación .....	110
CAPÍTULO VII .....	113
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIÓN .....	113
7.1 CONCLUSIONES .....	113
7.2 RECOMENDACIONES .....	114
<i>REFERENCIAS</i> .....	115
<i>ANEXOS</i> .....	117
.....	118
.....	119
.....	120
.....	121

## LISTA DE FIGURAS

<i>Figura 1 Detalla alternativa estructural.....</i>	<i>16</i>
<i>Figura 2 Aberturas en mampostería. ....</i>	<i>17</i>
<i>Figura 3 Comportamiento de la mampostería en elementos a porticados y confinada .....</i>	<i>18</i>
<i>Figura 4 Partes de un bloque macizo y perforado de concreto. ....</i>	<i>19</i>
<i>Figura 5 Anclaje de las barras de refuerzo en las fundaciones. ....</i>	<i>20</i>
<i>Figura 6 Refuerzo vertical desde la fundación. ....</i>	<i>21</i>
<i>Figura 7 Ubicación del refuerzo horizontal en el muro. ....</i>	<i>21</i>
<i>Figura 8 Tipos de refuerzo horizontal. ....</i>	<i>22</i>
<i>Figura 9 Colocación del refuerzo horizontal en las distintas hiladas. ....</i>	<i>22</i>
<i>Figura 10 Refuerzo horizontal tipo escalerilla, que no impide la inyección. ....</i>	<i>22</i>
<i>Figura 11 Espectro de respuesta NEC-15.....</i>	<i>36</i>
<i>Figura 12 Creación de Paredes .....</i>	<i>38</i>
<i>Figura 13 Añadir nueva Propiedad .....</i>	<i>38</i>
<i>Figura 14 Datos de propiedades de la pared. ....</i>	<i>39</i>
<i>Figura 15 Dibujar Paredes (Plano). ....</i>	<i>39</i>
<i>Figura 16 Dibujar Paredes en toda la estructura. ....</i>	<i>40</i>
<i>Figura 17 Creación de puertas y ventanas. ....</i>	<i>40</i>
<i>Figura 18 Ubicación de las puertas y ventanas. ....</i>	<i>41</i>

<i>Figura 19 Creación de la losa</i> .....	41
<i>Figura 20 Encerrar el contorno de la losa.</i> .....	42
<i>Figura 21 Dimensiones para el diseño de losa.</i> .....	43
<i>Figura 22 Sección de losa examinada.</i> .....	55
<i>Figura 23 Coeficientes de momentos en losas macizas bidireccionales</i> .....	56
<i>Figura 24 Espectro de Respuesta</i> .....	62
<i>Figura 25 Espectro de diseño.</i> .....	63
<i>Figura 26 Creación de material con una resistencia de <math>f'c=210\text{kg/cm}^2</math></i> .....	64
<i>Figura 27 Creación de material con un esfuerzo de fluencia del acero <math>F_y = 2800</math> <math>\text{Kg/cm}^2</math></i> .....	65
<i>Figura 28 Colocación del tipo de material y secciones de columnas.</i> .....	65
<i>Figura 29 Colocación de la inercia de columnas.</i> .....	66
<i>Figura 30 Colocación del tipo de material y secciones de vigas.</i> .....	66
<i>Figura 31 Empotrar la estructura que genere las tres reacciones X,Y,Z.</i> .....	67
<i>Figura 32 Creación de los diagramas para cada piso</i> .....	67
<i>Figura 33 Patrones de cargas.</i> .....	67
<i>Figura 34 Ingreso del espectro de diseño.</i> .....	67
<i>Figura 35 Ingreso del espectro de diseño en el programa</i> .....	68
<i>Figura 36 Combinaciones de carga</i> .....	68
<i>Figura 37 Masa participativa</i> .....	68
<i>Figura 38 Estructura modelada en el Etbas</i> .....	68
<i>Figura 39 Requisitos mínimos para las estructuras de dos pisos con luces de hasta 5 metros</i> .....	69

<i>Figura 40 Diseño de losa</i> .....	70
<i>Figura 41 Momentos máximos de la columna</i> .....	74
<i>Figura 42 Diagrama de interacción para diseño de columnas</i> .....	76
<i>Figura 43 Sección de la columna</i> .....	79
<i>Figura 44 Momentos máximos de la columna</i> .....	79
<i>Figura 45 Diagrama de interacción para diseño de columnas</i> .....	81
<i>Figura 46 Sección de la columna</i> .....	85
<i>Figura 47 Diseño de vigas</i> .....	85
<i>Figura 48 Conexión viga columna parte exterior</i> .....	90
<i>Figura 49 Conexión viga-columna parte interior</i> .....	92
<i>Figura 50 Conexión viga - columna parte Interior</i> .....	94
<i>Figura 51 Conexión viga-columna parte interior</i> .....	96
<i>Figura 52 Cronograma Valorado de una vivienda con mampostería estructural</i> ..	106
<i>Figura 53 Cronograma Valorado de una vivienda con estructura tradicional</i> .....	107
<i>Figura 54 Peso Total de ambos Métodos Estructurales</i> .....	108
<i>Figura 55 Cortante basal de ambos Métodos Estructurales</i> .....	109
<i>Figura 56 Periodo de Vibración de ambos Métodos Estructurales</i> .....	109
<i>Figura 57 Costo de ambos Métodos Estructurales para una vivienda de dos pisos</i> . .....	110
<i>Figura 58 Número de viviendas construidas por el lapso de 6 meses</i> .....	110
<i>Figura 59 Estudios de precio unitarios</i> .....	117

## LISTA DE TABLAS

<i>Tabla 1 Comparación de las estructuras</i> .....	25
<i>Tabla 2 Factores de importancia</i> .....	30
<i>Tabla 3 Valores de deriva máxima</i> . ....	31
<i>Tabla 4 Carga Muerta de la estructura de planta baja</i> .....	34
<i>Tabla 5 Carga Sísmica</i> .....	35
<i>Tabla 6 Determinación de los coeficientes para el grafico de espectro de respuesta</i> . .....	35
<i>Tabla 7 Valores de los distintos factores para el cálculo de Sa</i> . ....	37
<i>Tabla 8 Densidad de muros</i> .....	42
<i>Tabla 9 Cálculo del cortante basal con los siguientes valores que se usaran</i> . ....	44
<i>Tabla 10 Cortante basal para el tipo de suelo</i> . ....	44
<i>Tabla 11 Comparación del cortante basal estático y dinámico en sentido X</i> . ....	44
<i>Tabla 12 Comparación del Cortante basal estático y cortante basal dinámico en sentido Y</i> . ....	45
<i>Tabla 13 Derivas inelásticas con sismo en sentido X</i> . ....	46
<i>Tabla 14 Derivas inelásticas con sismo en sentido Y</i> .....	46
<i>Tabla 15 Irregularidad torsional con sismo en sentido X</i> . ....	47
<i>Tabla 16 Irregularidad torsional con sismo en dirección Y</i> .....	47
<i>Tabla 17 índice de estabilidad con sismo en sentido x</i> .....	48
<i>Tabla 18 Índice de estabilidad con sismo en sentido Y</i> . ....	48
<i>Tabla 19 Modos de Vibración</i> . ....	49
<i>Tabla 20 Fuerzas que actúan en el muro analizado</i> . ....	50

<i>Tabla 21 Esfuerzo máximo</i> .....	54
<i>Tabla 22 Esfuerzo máximo</i> .....	54
<i>Tabla 23 Carga muerta del piso I.</i> .....	60
<i>Tabla 24 Carga muerta del piso I</i> .....	60
<i>Tabla 25 Carga Sísmica</i> .....	61
<i>Tabla 26 Determinación de los coeficientes para el grafico de espectro de respuesta</i> .....	62
<i>Tabla 27 Valores de los factores para Sa.</i> .....	64
<i>Tabla 28 Valores para calcular el cortante basal</i> .....	70
<i>Tabla 29 Constante basal para el tipo de suelo c.</i> .....	71
<i>Tabla 30 Cortante basal estático y cortante basal dinámico en sentido x</i> .....	71
<i>Tabla 31 Cortante basal estático y cortante basal dinámico en sentido Y</i> .....	72
<i>Tabla 32 Cortante Estático Dx</i> .....	73
<i>Tabla 33 Cortante Estático Dy</i> .....	73
<i>Tabla 34 Momentos de carga puntual en columnas.</i> .....	74
<i>Tabla 35 Momentos de carga puntual en columnas</i> .....	80
<i>Tabla 36 Verificación con <math>A_s &gt; A_{(s \text{ min})}</math></i> .....	86
<i>Tabla 37 Derivas de piso en dirección X</i> .....	87
<i>Tabla 38 Derivas de piso en dirección Y</i> .....	87
<i>Tabla 39 Irregularidad torsional en sentido x</i> .....	87
<i>Tabla 40 Irregularidad torsional en sentido y</i> .....	88
<i>Tabla 41 Índice de estabilidad en dirección X</i> .....	89
<i>Tabla 42 Índice de estabilidad en dirección y</i> .....	89

<i>Tabla 43 Modos de Vibración.....</i>	<i>102</i>
<i>Tabla 44 Presupuesto Estructural para vivienda con el sistema de Mampostería Estructural.....</i>	<i>103</i>
<i>Tabla 45 Presupuesto Estructural para vivienda con el sistema de Estructura Tradicional.....</i>	<i>104</i>
<i>Tabla 46 Número de viviendas.....</i>	<i>111</i>
<i>Tabla 47 Presupuesto de las viviendas construidas en un lapso de 6 meses.....</i>	<i>112</i>
<i>Tabla 48 Presupuesto de dos viviendas para ambos métodos Estructurales.....</i>	<i>112</i>
<i>Tabla 49 Presupuesto de doce viviendas para ambos métodos.....</i>	<i>112</i>

## RESUMEN

### “ANÁLISIS EN COSTO Y TIEMPO DE UNA VIVIENDA CON EL MÉTODO DE MAMPOSTERÍA ESTRUCTURAL EN COMPARACIÓN CON UNA ESTRUCTURA TRADICIONAL EN EL CANTÓN SANTA ELENA PROVINCIA DE SANTA ELENA”

**Autora:** Villao Tomalá Valeria Brigitte.

**Autor:** Christian Byron Villón Ramírez.

**Tutor:** Ing. Mgs. Vianna Andrea Pinoargote Rovello.

Este trabajo tiene como objetivo realizar el análisis de una vivienda con dos métodos que son mampostería estructural y el de estructura tradicional recalcando las ventajas y desventajas de cada uno de los dos métodos, exponiendo nuevas propuestas en el entorno de la construcción en obras civiles teniendo en cuenta la consideración del análisis comparativo en costo y tiempo. En la indagación se emprendió a realizar el modelamiento en el programa Etabs tanto para el método de mampostería estructural y estructura tradicional. Se realiza los cálculos de los elementos estructurales para que cumplan con los requisitos establecidos en la norma NEC-15 y ACI318-19, lo que nos permite determinar cómo se comporta una estructura con las dichas cargas establecidas. A partir de este proceso se ejecuta el presupuesto de cada uno de los dos métodos con la finalidad de hacer una comparación y determinar que, cuál de los dos métodos tanto como mampostería estructural y estructura tradicional presentan un menor costo y menor tiempo de construcción.

**Palabras clave:** *Mampostería estructural, estructura tradicional, análisis comparativo en costo y tiempo, normas, diseño, resistencia.*

## **ABSTRACT**

**Autora:** Villao Tomalá Valeria Brigitte.

**Autor:** Christian Byron Villón Ramírez.

**Tutor:** Ing. Mgs. Vianna Andrea Pinoargote Rovello.

The objective of this work is to carry out the analysis of a house with two methods that are structural masonry and that of traditional structure emphasizing the advantages and disadvantages of each of the two methods, exposing new proposals in the construction environment in works having in civil account the consideration of the comparative analysis in cost and time. In the investigation, modeling was undertaken in the Etabs program for both the structural masonry method and traditional structure. The calculations of the structural elements are made so that they comply with the requirements established in the Nec-15 and ACI 318-19 standards, which allows us to determine how a structure behaves with said established loads. From this process, the budget of each of the two methods is executed in order to make a comparison and determine which of the two methods, both structural masonry and traditional structure, have a lower cost and shorter construction time.

**Keywords:** *Structural masonry, traditional structure, comparative analysis in cost and time, standards, design, resistance.*

# CAPÍTULO I:

## INTRODUCCIÓN

Hoy en día, realizar un proyecto de construcción se debe tener en cuenta un sinnúmero de procedimientos, sistemas o métodos a utilizar para el desarrollo del mismo. Es por esta razón que este proyecto está enfocado en determinar cuál sistema es el más apropiado para la construcción de una vivienda o edificio. Teniendo en cuenta que en años anteriores solo realizaban una construcción de manera empírica y no realizaban un estudio técnico para una construcción, pues esto se debía al desconocimiento y carencia de preparación para lograr un mejor trabajo. La educación ha mejorado considerablemente y hoy en día existen mejores sistemas de construcción que se puede emplear en una obra a ejecutar.

Dentro de este trabajo se analizará dos tipos de sistemas como es el método de mampostería estructural y el método tradicional, en este análisis se podrá determinar características importantes tales como: costos, materiales, tiempo y sobretodo dar a los habitantes y constructores la seguridad que la obra construida será la mejor inversión que pudieron realizar, debido a que esta tendrá la dureza, estabilidad y resistencia para obras futuras.

Haciendo énfasis en la construcción de viviendas de mampostería estructural, dentro de este método se presenta una serie de ventajas sobre algunos otros métodos, entre ellas se encuentran la dureza ante las fuerzas sísmicas, a su vez este método permite garantizar la integridad de los elementos no estructurales de la vivienda, al mostrar menores desplazamientos, disminución significativa en la figuración de los muros, al estar reforzados tanto horizontal como vertical los muros soportan las fisuras por cortante que presentan comúnmente los muros. Este sistema es eficiente, debido a que brinda facilidades para la construcción.

En la actualidad este método ha sido muy utilizado porque es una solución confiable cuando se realizan proyectos con costos limitados, este presenta una disminución en los desperdicios de material, dentro de la mampostería, la variación específica que hace cambio al método tradicional es nada más que su diseño, lo que en teoría se consigue hacer un pedido puntual con las unidades necesarias.

Los muros algunas veces desempeñan una función arquitectónica y estructural, ya que esto hace parte de su fachada, además deja un elemento a la vista. En este proyecto los expertos logran tomar una decisión orientada sobre las ventajas que se presentan en un método constructivos frente a otro. Haciendo referencia en el método de la mampostería estructural, según investigaciones se puede determinar que son construcciones que radican en que sus elementos estructurales, son primordiales los muros que la acceden, para esta solución dichos muros con un refuerzo tanto como concreto y acero, igualmente los componentes de mampostería utilizados tienen una mayor resistencia a un ladrillo tradicional.

Mientras que el sistema constructivo representa a un conjunto de componentes o elementos, que consiente en lograr o alcanzar una gestión constructiva habitual, es decir para su realización, estos solicitan el empleo de un método y procedimiento constructivo, el mismo que va a depender de los materiales y metodologías que se utilicen, teniendo en cuenta que el material utilizado, se clasifican por materiales en los cerramientos externos y materiales en los cerramientos internos. Este método se encuentra conformado por diferentes elementos conectados entre sí, los cuales componen la estructura interna que afirma que una vivienda o edificación sea tangible. Una fachada esencial en este tipo de elementos es el método con la cual esta constituidos, para de esta cualidad certificar la disposición con la que se encuentran desenvueltos. (MONTERO, 2018)

En la actualidad existen diferentes tipos de procedimientos productivos que son determinados en base a los materiales que se utilizan, a las características que muestran en la construcción de los diferentes tipos de edificaciones y al procedimiento que tienen los diferentes mecanismos que lo integran en diferentes circunstancias.

El método estructural nombrado para el diseño de la vivienda tiene mucho que distinguir con las deducciones que se consiguen en la parte práctica de la estructura como en lo económico. Este análisis se realiza en el programa ETABS que es un software modificador para el estudio estructural y dimensionamiento de una vivienda, que por lo dicho nos aprobará conocer cómo se soportará esta estructura con los métodos constructivos y en las soluciones detallar las deducciones adquiridas a partir de esta.

El proyecto que se está llevando a cabo es de mucha importancia para los investigadores que intervienen el mismo perfil de indagación.

Debido a que las construcciones se van alterando con el pasar del período, investigando el beneficio de las personas al tiempo de residir en una vivienda. En la investigación realizada se presenta una comparación entre dos métodos constructivos los mismos que estarán englobados en la elaboración de un presupuesto y así mismo para conocer el tiempo de duración del proyecto se empleará un cronograma para conocer una misma construcción con los dos sistemas.

El avance razonable que investiga la provincia de Santa Elena está establecido en nuevos métodos de construcción que contengan plataformas apoyadas para su ejecución, con la investigación que se ejecutará en las viviendas de la provincia de Santa Elena, muestran mayor índice en el método de construcción tradicional, que podría ser reemplazado si se tomara en cuenta los costos y tiempo de la ejecución. En el proyecto se está empleando la indagación para comprobar de manera técnica cuáles serían las mejoras y pérdidas de construir con uno que otros sistemas y también cuál sería el comportamiento estructural de cada uno.

En la base técnica se consideran las normas establecidas en la NEC-15 para el diseño de vivienda con mampostería estructural de hormigón armado El análisis económico se cumplirá en base a los precios unitarios de los materiales que soportan la construcción de estos sistemas. La comparación que se ejecuta posteriormente del estudio de cada uno, los resultados obtenidos están basados en las conclusiones reales.

Normalmente se puede observar que los temas son muy importantes por lo que tienen que ver con la economía y la seguridad, tienen gran discrepancia al instante de diseñar de condición ordenada las estructuras.

Los técnicos deben tomar en cuenta los aspectos al momento de diseñar una vivienda, en las cuales se puede pronunciar los componentes de seguridad, facilidad, viabilidad y sostenibilidad de un proyecto, es por esta razón que este proyecto está enfocado en el análisis en costo y tiempo de una vivienda con mampostería estructural en comparación con una estructura tradicional dentro de la provincia de Santa Elena.

# GENERALIDADES

## 1.1. Antecedentes

En Ecuador, en su mayoría, las edificaciones no son sismo resistente debido a ciertas razones como construcciones antiguas, autoconstrucciones, desconocimiento, entre otras razones por lo que indica que el país es altamente vulnerable ante un evento sísmico de gran magnitud.

La mayoría de edificaciones se construyen sin control y sin la debida asesoría técnica, aumentando la vulnerabilidad estructural ante eventos sísmicos. El último sismo de gran magnitud que ocurrió en el Ecuador, se apreció todos los problemas que una estructura tiene en su configuración estructural, destrucción total o parcial en las edificaciones ubicadas en la zona cero.

La mayoría de pérdidas humanas son causadas por el colapso de las edificaciones, por lo tanto, se debe procurar que las edificaciones se encuentren construidas con la debida asesoría técnica, cumpliendo las recomendaciones que se encuentran en la NORMA NEC – 2015 vigente en el Ecuador. Concluyendo una edificación que cumplirá los requisitos que debe portar una estructura sismo resistente. (ALBA, 2017)

Las normas de construcción sismo resistentes no han sido efectivamente aplicadas, por esta razón los daños son severos cuando son sorprendidos por un evento sísmico de gran magnitud, con el tiempo se debe ir modificando y actualizando con el fin de garantizar la seguridad en los distintos métodos constructivos presentes en el país, donde se han elaborado estudios mayormente de estudiantes donde se han expuesto análisis de costos y tiempos constructivos entre varios métodos guiados a la realización de proyectos.

Las características de un proyecto partiendo desde el tipo de suelo que es el verdadero factor influyente en el costo final de la construcción.

En el Ecuador uno de los actuales retos a desafiar en los sistemas de mampostería de bloque de concreto es el apareamiento de fisuras en las paredes, luego de haber

culminado las mismas, la principal causa de las fisuras en paredes es el tiempo y el método de curado empleados en los bloques, según en las normas está establecido que debe ser 28 días para lograr una resistencia adecuada

La mayoría de construcciones, sin importar su uso, se edifican con métodos que dan a la estructura soporte y resistencia. Al transcurso del tiempo, el hombre ha ido adaptando a su medio con la finalidad de satisfacer sus necesidades y para lograrlo han usado diversas técnicas constructivas como son los métodos constructivos de mampostería que consisten en la superposición de elementos mampuestos de carácter natural o prefabricados unidos con mortero de pega, que trabajan en conjunto para recibir y transmitir las cargas sin que se produzcan deformaciones a la estructura, donde se han ido perfeccionando a razón de su progreso científico, técnico y social. (MENDEZ, 2019)

Se han realizado estudios de “OPTIMIZACIÓN DEL TIEMPO DE CONSTRUCCIÓN DE MAMPOSTERIA, MEDIANTE EL USO DE MACRO – BLOQUES DE HORMIGÓN CELULAR EN LA CIUDAD DE CUENCA” Donde se refiere al uso de mampostería que se remonta a la antigüedad donde se empleaban piedras montadas sin conglomerantes o con conglomerantes donde las piedras se colocaban una sobre otra para construir refugios. Los muros mampuestos empiezan a ser construidos cuando el hombre se hace sedentario.

La mampostería es un material considerablemente utilizado en la construcción de estructuras para viviendas de interés social y de interés medio. Debido a que la demanda de viviendas es mucho más superior a la oferta, se considera que en los últimos años han surgido nuevos métodos de construcción de mamposterías importantes investigaciones que han generado innovadoras formas de construir, con la finalidad de mejorar la eficiencia de distintos aspectos, y el rendimiento siendo factibles para la comunidad.

En construcción de paredes, la mampostería es la técnica que predomina en el medio por esa razón el principal objetivo de este proyecto de investigación se enfoca en comparar el método de mampostería estructural con una estructura tradicional evaluando el estudio financiero del proyecto teniendo en cuenta un análisis de precio unitario y un presupuesto total de obra por cada uno de los métodos constructivos a analizar.

Actualmente las personas consideran la necesidad de que las obras se elaboren con una propuesta que busque brindar las herramientas necesarias para la toma de decisiones en el cambio de método constructivo tradicional al de mampostería estructural tomando como base aspectos como beneficios estructurales de cada método y sus defectos, así también como los materiales necesarios, el presupuesto total antes mencionado generado por cada una de las opciones y por último la ejecución del proyecto en tiempos, logrando el mayor beneficio para la población.

Desde el punto de vista estructural, la mampostería puede ser: estructural, cuando los muros que conforman deben soportar tanto su propio peso como las cargas horizontales y verticales actuando sobre sus planos. Y no estructural cuando los muros deben soportar tan solo su propio peso y servir como división entre dos espacios. (SILVA, 2012)

El sistema de mampostería estructural de bloque de concreto, requiere supervisión técnica permanente, por lo que se compone de distintos procesos, que van desde el pegamento del bloque, colocación del refuerzo. Para el acero de refuerzo se debe tener cuidado en la verificación del diámetro de las varillas de refuerzo, además que no presente aplastamiento de las corrugas por lo que afectaría de manera significativa la adherencia entre la varilla y el concreto.

De acuerdo a investigaciones del trabajo de “MAMPOSTERIA POSTENSADA, UNA ALTERNATIVA CONSTRUCTIVA PARA ECUADOR Y REGIONES SISMICAS EN LA CIUDAD DE CUENCA – ECUADOR” en donde se emplea tanto bloque de concreto como ladrillo cerámico industrial y artesanal, por esta razón se decide considerar estos tres tipos de materiales para la selección de mampuestos que presentan las mejores características donde el bloque de mejor desempeño resulto el de Hormiazuay, con una resistencia promedio de 74kg/cm<sup>2</sup>, más del doble respecto al bloque de Disensa y aproximadamente tres veces superior al bloque de Opseret.

Las utilizations de estos mampuestos presentan muchas ventajas con respecto a otros materiales y métodos constructivos.

## 1.2. Planteamiento del Problema

Hoy en día las construcciones de edificios, viviendas, escuelas entre otros han sido elaborados mediante el método tradicional la misma que consistía en construir una vivienda sin utilizar planos, un estudio de suelo, y sobre todo sin una asesoría técnica, en donde casi todas las obras no tenían las resistencias adecuadas debido a que solo eran construidas por vigas y columnas.

En la actualidad dentro de la industria de la construcción ecuatoriana no es normal que durante los estudios previos o en el lapso de la prefactibilidad del proyecto se logre evaluar o pensar la más remota posibilidad del manejo de un método constructivo distinto al método tradicional, es por esta razón que en esta indagación damos a conocer a los constructores a que evalúen o valoren los beneficios que se pueden presentar en un método constructivo frente a otro método.

Pero con el pasar del tiempo, la industria de la construcción ecuatoriana fue mejorando y la utilización del método constructivo es totalmente distinta al tradicional.

Haciendo énfasis dentro de la provincia de Santa Elena, este método es el más común puesto que cada diseño de las vivienda o edificio ha sido elaborado con el sistema común, es decir eran construidas con bloques, maderas o cañas y así armaban sus viviendas y esto se evidencia viendo viviendas con mampostería sin refuerzo, cabe recalcar que uno de los factores influyentes es el desconocimiento de que existen diferentes métodos de construcción o carencia de asesoría técnica, es por esta razón que dentro de este proyecto se desarrolla un análisis en costo y tiempo con la finalidad de saber cuál método es más apropiado para realizar una construcción.

Actualmente dentro de la provincia de Santa Elena en el entorno de la construcción el uso de la mampostería estructural, es poco usual, puesto que este sistema compuesto por bloques de concreto y otros materiales se ve reflejado en prototipo residencial, productivo, edificios, oficinas entre otros, y pocos conocen que este sistema ayuda a resistir cargas de gravedad, sismo y vientos.

Dentro de este proyecto se considerará variables muy importantes que aportarán para el desarrollo de una construcción como es el tiempo y el costo en la realización de viviendas.

Teniendo siempre presente que las construcciones deben estar planteadas para compensar las necesidades de las personas. Asumiendo lo que es el costo y sobre todo la seguridad de dicha estructura. Sin dejar a un lado que hay que conocer con exactitud los equipos, materiales y sobre todo mano de obra a emplear con la finalidad de cumplir con el desarrollo de la construcción, para así analizar cual método es más factible entre el de construcción tradicional y el de mampostería estructural

Siempre se debe tener en cuenta que cuando se comienza realizando una estructura se debe establecer un estudio hábil y financiero teniendo en cuenta los requerimientos que va a tener la estructura para así lograr una vivienda resistente y estable, ante cualquier desastre natural.

El proyecto tiene como finalidad brindar todas las necesidades y servicios precisos para una familia al mínimo precio viable teniendo en cuenta una rentabilidad agradable para los técnicos del mismo, en la cual corresponde efectuar las metas del proyecto determinado, evaluando la utilización de los diferentes métodos constructivos examinando las fachadas como lo es el precio, tiempo aplicación de un sistema, las limitaciones en diseño y la aceptación de los compradores.

Luego de haber realizado el análisis se llegó a la conclusión de utilizar el método con mampostería estructural, debido a que este método es mejor empleado para la construcción de edificios, torres o casas, utilizando morteros de cemento, una de las ventajas más relevantes es que cuenta con muros de forma vertical, reforzando desde la parte interna y externa de la estructura y de esta manera garantizan resistencia y durabilidad.

En estas circunstancias la construcción ha cambiado mejorando las nuevas formas y técnicas para así perfeccionar la vivienda, el diseño de vivienda con mampostería estructural se establecerá como una elección sostenible esta dependerá de mucha investigación y análisis que se le va a realizar, pero los constructores son los que deciden si van a utilizar este método o algunos otro métodos al realizar dicha estructura, los constructores son los que deben tener en cuenta las diferentes opciones que consideren apropiadas dependiendo el precio, período y seguridad de los beneficiarios de las viviendas.

El propósito de este proyecto es implantar un análisis comparativo tanto de la parte metodologías y también del parte económico de una vivienda en la provincia de Santa Elena para promover que este método de construcción sea encajado en este ambiente, fundamentando que este tipo de estructura es muy importante para el desarrollo social de la provincia de Santa Elena y de la misma manera en la cual se puede garantizar la seguridad de todos los habitantes de dicha construcción. Por lo tanto, los dos métodos de construcción tienen similitudes y diferencias, pero con la realización de este proyecto nos permitirá sacar las conclusiones que definen el problema y estas conclusiones nos servirán para tomar decisiones importantes en la construcción de una obra a futuro.

En el país se está mejorando constantemente los métodos de construcción y los estudios que se está produciendo a cabo a raíz de las indagaciones en la cual intercede mucho en el desarrollo de los proyectos de construcción.

El análisis obtenido de dichas indagaciones es uno de los pasos más importante para el diseño de una vivienda y es el garante para la elección de los materiales de construcción por lo tanto hace que esta estructura sea más invulnerable y sobre todo segura, y dando a saber que el capital sea invertido de una forma más eficaz en la construcción de una vivienda para el diseño de una estructura con mampostería estructura de hormigón armado.

Por esta razón debido a lo ante indicado es una responsabilidad general e íntegra del técnico buscar métodos constructivos más económicos para de esta forma desarrollar vivienda accesible para los sectores más necesitados, a eso es lo que apunta esta indagación a brindar una fuente de averiguación confidencial y real para los constructores de vivienda habitual

### **1.3. Justificación**

Esta propuesta de aplicar el método de mampostería estructural busca brindar las herramientas necesarias para la toma de decisiones en el cambio de método constructivo tradicional, un tema muy importante para el área de construcción, puesto que cada día juegan un papel más protagónico ante los retos que presenta un mundo globalizado.

Este tema es de vital importancia en países como Ecuador, donde los fenómenos naturales ponen en evidencia ciertas deficiencias en los procesos constructivos de las viviendas producto de un deficiente diseño, construcción y aplicación de un método inadecuado de mampostería, incrementando de esta manera el déficit habitacional de nuestro país.

Es por ello que se toma como base aspectos de la planeación del proyecto, como son los beneficios estructurales de cada método y cada uno de sus defectos así también como los materiales necesarios o apropiados, y a su vez el presupuesto total generado por cada una de las opciones de métodos establecidos del proyecto y por último la ejecución del proyecto en tiempo, consiguiendo el mayor beneficio para los encargados de la obra.

Considerando el mejor sistema constructivo eficiente cuando en comparación con otras alternativas se obtiene mayor seguridad a un menor costo y en un menor tiempo.

## **1.4. Objetivos**

### ***1.4.1 Objetivo general***

Comparar el comportamiento estructural de una vivienda con el método de mampostería estructural en comparación con una estructura tradicional en la provincia de Santa Elena

### ***1.4.2 Objetivos Específicos***

- Diseñar estructuralmente una vivienda de dos pisos utilizando los métodos de mampostería estructural y el método de estructura tradicional.
- Establecer el comportamiento de las estructuras.
- Realizar una comparación entre el costo y tiempo para una vivienda empleando el método de mampostería estructural y el método de estructura tradicional.

## **1.5. Alcance**

El presente estudio desarrollara metodologías que puede ser utilizada en la construcción de viviendas en el país elaborada con mampostería estructural y tradicional.

Se desarrollará de la siguiente manera:

Estableciendo los requisitos necesarios que deben de cumplir los materiales componentes de la mampostería estructural y a su vez, materiales para una mampostería tradicional. Implantando los procesos constructivos aptos que se deben seguir para conseguir el pleno desempeño estructural y funcional de la vivienda. Corresponde a la construcción de Muros en Bloque de concreto.

La actividad incluye a la colocación del bloque y el mortero de pega y puede incluir la instalación de barras o alambres corrugados de acero, horizontales y verticales, colocados en las celdas de las piezas. El acero de refuerzo, tanto horizontal como vertical, se distribuirá a lo alto y largo del muro con el objetivo de mejorar la capacidad de deformación de la estructura.

Para el refuerzo vertical, los muros serán reforzados en sus extremos, en intersecciones de muros, se colocarán dos barras o alambres de acero de refuerzos continuos en la altura de la estructura.

Para el refuerzo horizontal se deberán aplicar al menos dos barras o alambres de acero de refuerzo continuos en la longitud de los muros colocados en la unión de estos.

No comprende la mampostería construida con otros elementos que no sea bloque de concreto y tampoco se realizará pruebas de laboratorio de las características de los materiales utilizados.

Al concluir, toda la información recaudada durante el estudio, podrá ser usada como una guía para la construcción de viviendas usando el mejor método que sea necesario que permita establecer y controlar, además que deben ser ejecutados desde las primeras fases del desarrollo del proyecto, empezando por la fase de estructuración, análisis y diseño estructural de las viviendas, para concluir con la etapa de construcción en la cual se establecerán los procesos de evaluación del método de mampostería estructural y tradicional.

## **1.6. Hipótesis de trabajo**

El análisis en cuanto a costo y tiempo de viviendas con sistema de mampostería estructural y tradicional logrará establecer una comparación idónea de los dos tipos

de viviendas de acuerdo a resultados de su diseño para que a futuro podamos tener otras visiones a base de las alternativas que estos nuevos sistemas ofrecen en la actualidad.

## **1.7. Variables**

### ***1.7.1 Variable Dependiente***

Para este proyecto se debe analizar el costo y tiempo de una vivienda comparando los dos métodos de construcción que son el método de mampostería estructural y el método de estructura tradicional, cumpliendo con todas las normas establecidas

### ***1.7.2. Variable Independiente***

Diseño de una vivienda con el método mampostería tradicional y con el método de estructura tradicional.

## **1.8. Metodología**

Para el procedimiento de la estructura se usará el programa ETABS es un software que se utiliza para el análisis estructural y el dimensionamiento de edificios, casa, entre otros.

En la cual nos servirá para analizar su comportamiento adjuntando las diferentes cargas aplicadas, su deformación con combinaciones que le iremos aplicando y sobre todo nos detallará el modelado de la estructura.

El proyecto tiene como finalidad el análisis en costo y tiempo de una vivienda utilizando dos métodos constructivos muy distintos, por la cual es necesario desarrollar el presupuesto con sus respectivos análisis de precios unitarios de cada método constructivos, y así e ir sacando el costo total de dicha estructura.

Luego procedemos a sacar los rubros de los dos métodos de construcción mediante la cual se realizará una comparación de las actividades correspondientes a cada método identificando las diferencias entre los rubros de diseño, y una vez reconocido esto se realiza el análisis cuantitativo de los costos y tiempo para definir cuál sistema es más económico y eficiente.

## CAPITULO II:

# MARCO TEÓRICO

### **2.1. Conceptos Generales de Mampostería Estructural**

La mampostería estructura ha ido evolucionando a lo largo de la historia, puesto que en las construcciones antiguas en el año 3000 a.c., se utilizaba lo era la piedra y el ladrillo.

La piedra era uno de los materiales más antiguos, y uno de los más importantes en las construcciones de la prehistoria, los constructores empezaron a darle forma a la piedra cuando se inventaron las suficientes herramientas para alisar los irregulares bordes y las superficies quebradas.

El ladrillo es otro de los materiales que se utilizaban en las construcciones de la prehistoria este material fue inventado hace casi 10,000 años. El ladrillo tiene algunas propiedades como son su resistencia, su durabilidad y su simplicidad lo que provoco a los constructores su uso extensivo, dando un lugar dominante al ladrillo y a la piedra.

A principios del año 1920, por aprietos económicos promovieron a la humanidad a que se debían encontrar alternativas a los sistemas de concreto y acero estructural. Se empezó a realizar una investigación profunda sobre el desempeño estructural de la mampostería reforzada, lo que inspiro a los constructores a desarrollar nuevos métodos constructivos no solo de bajos costos, sino que también a la comprensión básica de su comportamiento estructural. En la década del 1950 en estados unidos se desarrolló de la práctica remendadas para el diseño y construcción dándole lugar en el año 1996 al primer código de la ingeniería para la mampostería.

Luego del pasar de los años las construcciones de mamposterías incluye no solamente lo que antes se utilizaban lo que es la piedra de cantera y ladrillos de arcilla, sino que también se utilizan otros elementos manufacturados como son bloques de concreto, piedra artificial, tejas estructurales de arcilla. Terra cotta, bloques de vidrio, mortero, y componentes de metal.

Hoy en día la mampostería ha ido evolucionando a lo que antes era las construcciones tradiciones de los primeros siglos. Su capacidad estructural sigue en contantes indagaciones para un entendimiento del desempeño estructural de la mampostería.

## **2.2. Definiciones Generales.**

### ***2.2.1. Estructura***

Combinación constituida de las partes acopladas entre sí proyectada para proporcionar un cierto grado de rigidez.

### ***2.2.2. Sistema Estructural***

Elementos resistentes de la construcción y la representación en que se considera que trabajan a efectos de su modelación.

## **2.3. Definiciones específicas**

### ***2.3.1. Acero de armar***

Acero para armaduras de uso en mampostería.

### ***2.3.2. Hormigón de relleno***

Hormigón con la estabilidad y el tamaño del árido apropiado para rellenar espacios de la mampostería.

### ***2.3.3. Mampostería***

Conjunto ligado de piezas fijas con mortero.

### ***2.3.4. Mampostería armada***

Mampostería en la que se ubican varillas, por lo general de acero, embebidas en hormigón de modo que todos los materiales trabajen en conjunto

### ***2.3.5. Mampostería confinada***

Mampostería construida rígidamente contenida en sus cuatro fragmentos por columnas y vigas de hormigón armado.

### **2.3.6. Mortero**

Mezcla de conglomerantes inorgánicos, áridos y agua. En ocasiones aplicación de aditivos.

## **2.4. Tipos de Mampostería**

(Montero, 2018) Nos indica que existen algunos tipos de mamposterías en las cuales tenemos:

### **2.4.1. Mampostería Estructural**

La utilización de mampostería como elemento estructural no es una tecnología nueva, ha sido utilizada durante muchos años en el país y el mundo, a pesar de esto el desarrollo de la misma en el país ha sido poco.

Este sistema de construcción esta normado en el país y para utilización se debe cumplir con los requisitos indicados en la Norma correspondiente. En el capítulo de mampostería estructural de la norma ecuatoriana NEC-SE-MP (2014)

### **2.4.2. Mampostería Reforzada**

(Miranda, 2015) Afirma que es la construcción que está compuesta por base en piezas de mampostería vertical, unidas por medio de mortero, reforzada internamente con barras y alambres de acero y que cumple los requisitos mínimos de diseño. El mortero de relleno se puede colocar en todas las celdas verticales o también en donde se está ubicando el esfuerzo.

### **2.4.3. Mampostería Simple (No reforzada)**

(RODRIGUEZ, 2017) Nos indica que la mampostería sin refuerzo o mampostería simple o con esfuerzo que están unidas por medio de mortero que no cumple con los requisitos mínimos de esta norma.

### **2.4.4. Mampostería de muros confinados**

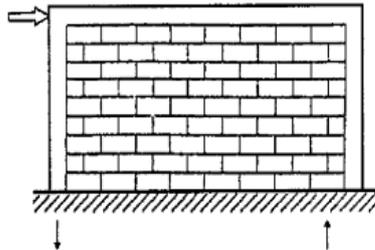
(RODRIGUEZ, 2017) Nos expresa que esta estructura está compuesta por piezas de mampostería unidas por medio de mortero, reforzada de manera principal con elementos de concreto reforzado construidos alrededor del muro o piezas de mampostería especiales donde se vació el hormigón de relleno logrando un confinamiento a la mampostería.

Cuando se empleen estas piezas especiales, están pueden ser consideradas como parte del recubrimiento de los elementos de concreto reforzado.

La mampostería se viene utilizando para la fabricación de vigas, columnas, paredes. Pero la posibilidad de generar elementos estructurales probados y confiables dependen del conocimiento y revisión de los materiales que los disponen. La mampostería estructural es aquella que más requiere de controles de calidad estrictos y efectivos.

Los muros brindan esencialmente 2 formas constructivas para armarlos estructuralmente. Una de ellas consiste en levantar las paredes reforzándolas internamente con material de acero transversal y longitudinal, así mismo rellenando las correspondientes cavidades de los bloques con concreto líquido. A este método de mampostería estructural se le conoce como muros de mampostería armados internamente. Los criterios de análisis y diseño de estas paredes no difieren mucho de aquellos usados para paredes de concreto armado. (CASTILLA, 1997)

**Figura 1** Detalla alternativa estructural.



Acción de volcamiento sobre muro de mampostería.

Las paredes rodeadas de elementos menores de concreto armado presentan la segunda forma estructural conocida como muros de mampostería confinada como muestra en la (**figura 1**).

Es importante recordar por que el confinamiento de los muros de mampostería mediante elementos menores de concreto armado, propone una opción para mejorar su comportamiento.

Se garantiza la estabilidad de las paredes cuando se someten a cargas horizontales perpendiculares a sus planos. La mejor prueba de ello se encuentra en el uso que se da en muchas partes a las paredes que sirven de lindero entre terrenos y otros.

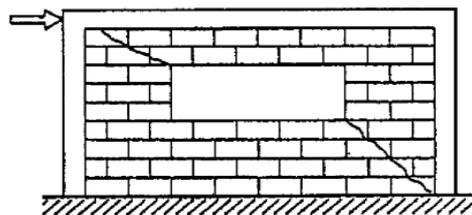
Aunque de esta manera no hay aporte significativo a la resistencia lateral, se logra impedir el colapso prematuro.

La figura 2 ilustra visiblemente otra función esencial que cumplen los elementos verticales de concreto armado, para resistir el volcamiento por acciones laterales paralelas al plano del muro, este mecanismo estrictamente controlado, puede ser una de las conveniencias de conseguir ciclos de histéresis estables para disipar energía inelástica al permitir que los aceros longitudinales de dichos miembros superen su límite elástico cuando se vean exigidos por las fuertes acciones sísmicas.

La presencia de aberturas como ventanas y otros pone en condición desventajosa a la pared al proporcionar por adelantado una gran grieta. La falta de vaciado con mortero a las juntas verticales de la mampostería así mismo genera un estado de pre-agrietamiento diagonal de los muros.

Por otro lado, no tomar provisiones para la colocación de los servicios puede ser otra forma de debilitar innecesariamente las paredes estructurales.

***Figura 2 Aberturas en mampostería.***

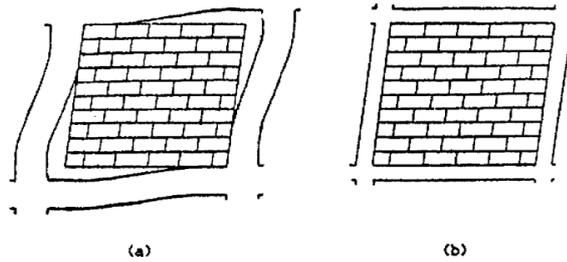


Retrasar el agotamiento de las paredes cuando son sometidas a acciones de cargas laterales y gravitacionales, es una de las funciones de confinamiento más importante.

La excesiva debilidad de la mampostería para resistir esfuerzos de tracción se refiere en que, si a los muros no se les adecua, se agrietan adquiriendo precipitadamente su ruina.

El confinamiento retarda la fisuración diagonal y aumenta la resistencia de las paredes y permite mayores niveles de deformación.

**Figura 3 Comportamiento de la mampostería en elementos a porticados y confinada**



Tomado de las recomendaciones para diseño (Castilla)

- a) Comportamiento de la mampostería en elementos a porticados.
- b) comportamiento de la mampostería confinada.

La ocurrencia reciente de sismos en el territorio nacional y en la región latinoamericana, demostraron que la inmensa mayoría de los fracasos dados por la mampostería estructural, obedeció más a vulnerabilidades generadas por deficiencias constructivas, que a la mala conducta de la mampostería.

No cerrar los lasos de confinamiento, interrumpir arbitrariamente el acero de refuerzo, no anclar debidamente las vigas de corona con las columnas, el amarre inadecuado de pisos y techos a los muros y la mala calidad de los materiales, son las distintas deficiencias que llevaron a daños severos y que desafortunadamente se repetían con mucha frecuencia. Si se evitaran estos ciertos detalles, se consiguiera reducir significativamente la amenaza de ruina sobre este método de estructura

## **2.5. Unidades de Mampostería**

Es aquel elemento prefabricado, de concreto conglomerado, paralelepípedos rectangulares de forma de prisma recto, y por lo general con perforaciones verticales al eje perpendicular desde el asiento de la pieza.

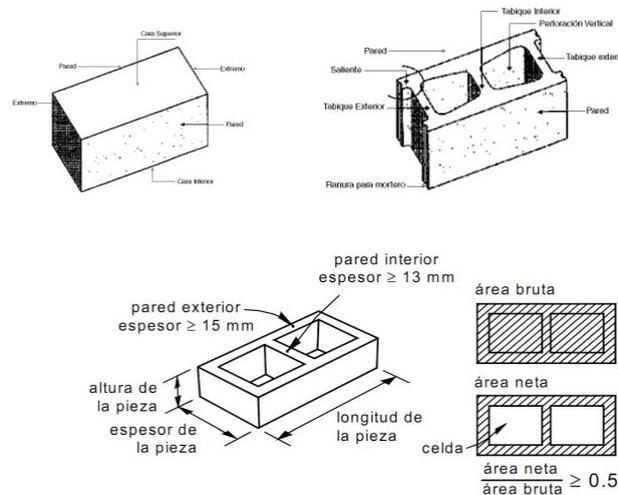
Los bloques de concreto se fabricaban en bloques macizos, pero en la actualidad se aligeran mediante espacios de diferentes formas. El uso se ha extendido en los últimos años por varias ventajas una de ellas es: Su excelente adherencia con el concreto.

Su posibilidad de refuerzo, en algunos puntos de aplicación de cargas, mediante relleno de canales coincidentes.

## 2.6. Partes de un bloque.

Contiene varias partes que son necesarias para propósitos de normalización. Los nombres establecidos pueden variar de acorde al léxico que se utilice en el lugar de construcción.

**Figura 4 Partes de un bloque macizo y perforado de concreto.**



Tomado de las recomendaciones para diseño (Castilla)

## 2.7. Detalle de refuerzo

Los refuerzos que se utiliza en los diferentes tipos de mampostería reforzada deben estar embebido en concreto, mortero de pega y debe cumplir con ciertos requisitos mínimos de recubrimiento, anclaje, adherencia y separación mínima y máxima con respecto a las unidades de mampostería. (SALINAS SILVA, 2012)

Siendo así el refuerzo que se emplee en elementos colocados internamente del muro o en el exterior, estará conformado por barras corrugadas, por malla de acero por alambres corrugados laminados en frio, o por armaduras soldadas por resistencia eléctrica de alambre de acero que cumplan con las normas.

Este tipo de refuerzo ayuda a repartir mejor la fuerza cortante evitando su concentración en los extremos y evita que al presentarse las grietas en los muros estas se abran ya que soporta parte de esta fuerza. El refuerzo longitudinal que se coloca dentro de las celdas de perforación vertical que posteriormente se inyectan con mortero, podrá cumplir con los requisitos descritos a continuación:

### **2.7.1. Diámetros máximos y mínimos**

El diámetro es de 10mm mínimo.

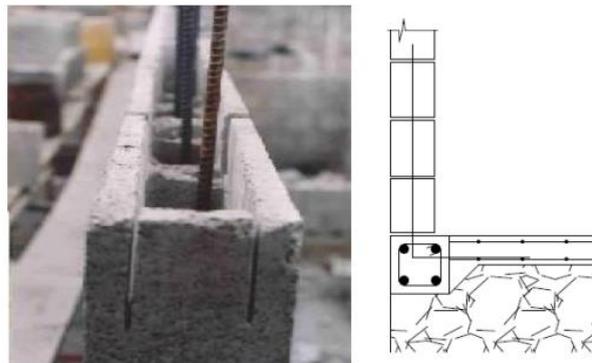
Para muros con espesor de 200mm o más se puede colocar un diámetro mayor a 25mm

Para muros menores de menos 200mm de espesor no puede tener un diámetro mayor que 20mm. El diámetro de la barra más gruesa no deberá exceder la mitad de la menor dimensión libre de la celda.

### **2.7.2. Refuerzo Vertical**

Se deben colocar en posición antes del vaciado de la fundación, verificando con cuidado contra el plano estructural, todas las barras que vayan a continuar deberán sobresalir la longitud de empalme especificado, a partir de la superficie de la fundación, para traslaparse con la barra superior.

**Figura 5 Anclaje de las barras de refuerzo en las fundaciones.**



Tomado de las recomendaciones para diseño (Castilla)

El refuerzo vertical se debe colocar en celdas especificadas en el plano estructural a medida que se levanta el muro o podría ser después de este dependiendo el caso que se tenga por continuidad del refuerzo, el muro debe estar limpio tanto en sus paredes como dentro de las celdas, las cuales se deben limpiar para eliminar los residuos del mortero de pega, por medio mecánicos o a chorro de aire.

Nunca se debe limpiar las celdas con chorro de agua, pues se estarían mojando los bloques con ello faltando a uno de los principios fundamentales del sistema y saturando las unidades alterando la adherencia del mortero de inyección a las unidades.

**Figura 6 Refuerzo vertical desde la fundación.**

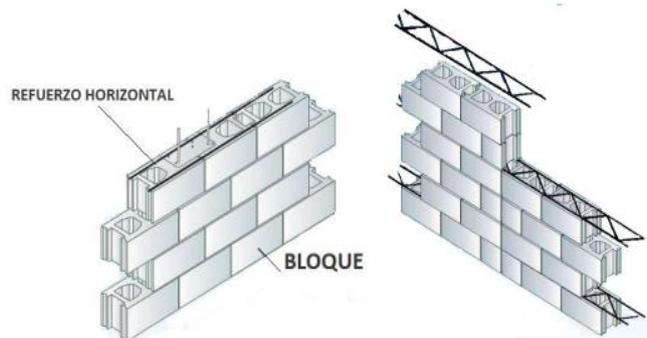


Tomado de las recomendaciones para diseño (Castilla)

### **2.7.3. Refuerzo Horizontal**

El refuerzo horizontal se debe colocar en el muro a medida que este se va construyendo y siguiendo las indicaciones de los planos, y diseños. Contribuye el control de las fisuras por contracción del muro las unidades más el mortero de pega, estos deben ser de diámetros inferiores al espesor de la junta de pega, para que se quede embebido en ella.

**Figura 7 Ubicación del refuerzo horizontal en el muro.**



Tomado de las recomendaciones para diseño (Castilla)

Se puede tener refuerzo de mayor diámetro, el cual se coloca embebido en mortero de inyección y se deben utilizar separadores para que las barras de acero no descansen sobre la superficie del bloque.

Los tipos más comunes de refuerzo horizontal son la escalerilla, la celosía, la malla y el alambión, los recomendados para ser empleados en la mampostería estructural son aquellos que no vayan a taponar las celdas que llevan refuerzo y mortero de inyección tales como el alambión, la escalerilla y la retícula de malla electro soldada.

***Figura 8 Tipos de refuerzo horizontal.***



Tomado de las recomendaciones para diseño (Castilla)

El refuerzo horizontal se coloca a medida que se avanza en la elevación del muro, deben quedar embebidos en el mortero de la junta horizontal requerido en los planos estructurales, se colocan espaciados según el diseño estructural y en el centro de tabique.

***Figura 9 Colocación del refuerzo horizontal en las distintas hiladas.***



Tomado de las recomendaciones para diseño (Castilla)

***Figura 10 Refuerzo horizontal tipo escalerilla, que no impide la inyección.***



Tomado de las recomendaciones para diseño (Castilla)

## **2.8. Conceptos generales del método de estructura tradicional**

El sistema constructivo ha ido evolucionando a lo largo de la historia, su objetivo es ofrecer una opción ágil y eficiente a los constructores que emprenden en determinado tipo de edificación. Estos sistemas se encuentran relacionados por algunos elementos interrelacionados entre sí, la cual está compuesta por la estructura interna que les da una seguridad a las edificaciones.

Uno de los aspectos principales en la estructura tradicional es el método con la cual están organizados, para que de esta forma pueda legalizar la calidad con la que se encuentran desarrollados.

A pesar de los años fueron evolucionando los métodos de construcción que en la actualidad existen diferentes sistemas constructivos, estos métodos se identifican en base a los materiales que se utilizan, además a sus características que se muestran en la construcción de los diferentes tipos de edificaciones y al procedimiento que tienen los diferentes mecanismos que lo integran en diferentes situaciones.

Además, como afirma Salvatierra (2017) Existe una estructura general de un sistema constructivo:

- Unidades
- Elementos
- Materiales
- Diseño

Este un método utilizado en el Ecuador, consiste en soportar la edificación mediante elementos verticales y horizontales (vigas y columnas) formando así un pórtico, se debe tener en cuenta las diferentes características específicas tanto del lugar donde se va a realizar la construcción y sobre todo cumpliendo requisitos que expresa la Norma de construcción ecuatoriana.

### ***2.8.1. Losa***

Montero (2018) afirma que la losa está formada por elementos horizontales planos, que reciben las cargas de uso. Este a su vez sino está en una colocación correcta el acero de refuerzo puede llegar a colapsar sin necesidad de que sobrevenga un sismo o alguna otra carga de tipo accidental. De manera que una vez terminada la obra se hayan obtenido las características que se desean en toda losa:

- Capacidad portante
- Solidez
- Capacidad de aislamiento acústico
- Capacidad de aislamiento térmico
- Resistencia al fuego
- Resistencia a las sacudidas sísmicas, etc.

### **2.8.2. Vigas**

Requejo (2014) expresa que las vigas son las piezas extensas que, unidas a las columnas, soportan las estructuras y las cargas en las obras, permitiendo flexibilidad, de hecho, estos elementos se utilizan para soportar los techos y las aberturas, y también como elemento estructural de puentes.

Por tal motivo, a la hora de elaborarlos o armarlos se debe comprobar que soporten a la perfección los esfuerzos de tracción y de compresión de modo simultáneo, como sucede al doblarse la pieza, los tipos de vigas son: Viga I, Viga voladiza, viga de toque, viga canal C.

Para el diseño de las vigas se toma como referencia a la norma del ACI 318, así como el diseño a flexión como para el diseño a corte, partiendo de los resultados del programa ETABS.

Diseño a flexión

Consideración a adoptadas

Acero mínimo:

$$A_{S_{min}} = \frac{14}{f_y} \cdot b \cdot d.$$

Acero máximo:

$$A_{S_{max}} = 0.5 \cdot \rho_b \cdot b \cdot d$$

Diseño a corte

### **2.8.3. Columnas**

Nos expresa (Montero, 2018) Son elementos estructurales que sirven para transmitir las cargas de la estructura al cimiento. Las formas, los armados y las especificaciones de las columnas estarán en razón directa del tipo de esfuerzos que están expuestas. Los tipos de columnas son: Columna aislada exenta, columna adosada y columna embebida.

### **2.8.4. Cimiento**

Como indica Montoya (2010), cimiento es aquella parte de la estructura encargada de transmitir las cargas al terreno. La cimentación posee un área en planta muy superior a la suma de las áreas de todos los soportes y muros de carga.

En la cual posee 3 tipos de cimentación las cuales son:

- Cimentación corrida rellano de zanja
- Placa de cimentación o también cimentación flotante
- Pilotes

### ***2.8.5. Comparación de la estructura tradicional y mampostería estructural.***

***Tabla 1 Comparación de las estructuras***

COMPARACION	ESTRUCTURA TRADICIONAL	MAMPOSTERIA ESTRUCTURAL
VENTAJAS	➤ Posee una estructura flexible.	➤ La precipitación de construcción
	➤ Planos no tan elaborados	➤ La disminución en el uso de madera, acero y hormigón
	➤ Su diseño se adapta cualquier tipo de estructura a cimentar	➤ Ahorro de tiempo y costo
	➤ menor inversión en equipos	➤ Posee una alta resistencia a la compresión
DESVENTAJAS	➤ Mas durabilidad	
	➤ su costo es elevado de mano de obra	➤ Tiene baja absorción de humedad.
	➤ consumo excesivo de materiales	➤ Tiene resistencia al fuego
	➤ operarios no calificados	➤ Medidas precisas que disminuyen la necesidad de acabados
	➤ estructura pesada.	

Autores: Villón Ramírez Christian

## **2.8.6. Tipos de construcción tradicional**

### ***2.8.6.1. Sistema constructivo tradicional artesanal***

Es uno de los más antiguos por lo que se utilizaban materiales poco elaborados del lugar por lo que los materiales eran bajos por la poca resistencia, este a su vez su herramienta manual y la intervención del hombre.

### ***2.8.6.2. Sistema constructivo tradicional racionalizado***

Este método es una variación al sistema tradicional, este método se utilizan procedimientos y síntesis racionalizados, tales como compartimientos livianos, servicios y mampostería livianas o alternativas.

### ***2.8.6.3. Sistema de construcción tradicional evolucionado***

Este sistema es muy diferente al anterior, por lo que se incluían nuevas técnicas que precipitar el proceso de construcción con el empleo de materiales elaborados en fábrica, posee mejores acabados. Y sobre todo son de mayor calidad.

## **2.8.7. Conexión viga-columna**

En el código ACI-319 nos indica que un nudo es la porción de una estructura común a miembros que se interceptan, donde la conexión está compuesta por el nudo y parte de los miembros adyacentes.

Existen varios tipos de nudos con referencias a su geometría, interiores, exteriores y esquineros que pueden ser de piso intermedio o de cubierta.

(Arquitectura+acero) Manifiesta que las conexiones vigas – columnas son una de las uniones más frecuentes en las estructuras de acero y concebirlas diseñándolas correctamente corresponde no solo a una decisión de cálculo estructural sino de manera muy significativa, a una decisión de la construcción.

La conexión entre viga y columnas se puede resaltar expresivamente en la edificación, dependiendo de su visibilidad.

## **2.8.8. Cargas**

### ***2.8.8.1. Carga Permanente (Carga Muerta)***

De acuerdo con la NEC-SE-CG (2015) especifica que las cargas muertas consisten en el peso de todos los materiales de construcción incorporados al edificio, que incluyen tales como: muro, paredes, pisos, recubrimiento, instalaciones eléctricas, sanitarias, mecánica, peso de materiales y todo lo que este permanente de la edificación.

### ***2.8.8.2. Carga Viva***

NEC-SE-CG (2015), enfatiza que las cargas vivas son utilizadas en el diseño de edificios y otras estructuras serán las máximas esperadas por el uso u ocupación previstos. Las cargas vivas de los pisos, techos y otras superficies similares deben diseñarse para soportar las distribuidas uniformemente o la concentrada, en libras o kilos Newtons (kN) también llamadas sobrecargas de uso que son las que se utilizan en el cálculo.

### ***2.8.8.3. Carga Sísmica***

Según NEC-SE--DS (2015) la carga sísmica “w” es la carga reactiva por sismo en la cual nos presenta dos casos que se deben analizar; el caso general y el caso especial.

Caso general.

$$W = D$$

Caso especial

$$W = D + 0.25 L$$

Donde:

D =carga muerta total de la estructura

L= carga viva del piso

### **2.8.9. Combinaciones de Cargas**

Como nos indica la NEC-SE-CG (2015) describe que la estructura, componentes y cimientos deben diseñarse de modo que su resistencia de diseño sea igual o superior a los efectos de las cargas factorizadas en las siguientes combinaciones.

#### **Combinación 1:**

1.4D

#### Combinación 2:

$1.2D + 1.6L + 0.5\max(Lr; S; R)$

#### Combinación 3:

$1.2D + 1.6\max(Lr; S; R) + \max(L; 0,5W)$

#### Combinación 4:

$1.2D + 1.0W + L + 0.5\max(Lr; S; R)$

#### Combinación 5:

$1.2D + 1.0 E + L + 0.2 S$

#### Combinación 6:

$0.9D + 1.0W$

#### Combinación 7:

$0.9D + 1.0E$

DONDE:

D = carga muerta o carga sobreimpuesta.

E = carga de sismo.

L= sobrecarga (carga viva).

Lr=Sobrecarga cubierta (carga viva).

S=Carga de granizo.

W=Carga de viento.

## 2.9. Cortante basal de diseño

La NEC-SE-DS, (2015) define al cortante basal como la fuerza total de diseño por cargas laterales, aplicada en la base de la estructura, resultado de la acción del sismo de diseño con o sin reducción, de acuerdo con las especificaciones estipuladas en la norma ecuatoriana de la construcción.

Donde se expresa por la siguiente formula:

$$V = \frac{I S_{\alpha}(T_{\alpha})}{R\phi_P\phi_E} * W$$

$S_{\alpha}(T_{\alpha})$ = Espectro de diseño en aceleración.

$\phi_P\phi_E$ = Coeficiente de configuración en planta y elevación.

**I** = Coeficiente de importancia.

**R** = Factor de reducción de resistencia sísmica.

**V** = Cortante basal de diseño.

**W** = Carga sísmica reactiva.

$T_{\alpha}$  = Periodo de vibración.

El coeficiente de aceleración  $S_{\alpha}$ , del espectro de respuesta elástica de aceleraciones (expresado como fracción de la aceleración de la gravedad “g”). Definido para una fracción de amortiguamiento respecto al crítico igual a 5% como no indica la NEC-SE-DS, (2015).

## 2.10. Factor de Importancia

Para poder determinar el factor de importancia que tiene una estructura la NEC-SE-DS (2015) muestra que se tomará el factor de importancia I correspondiente a la clasificación con las categorías que se muestran en la tabla 2.

El propósito del factor I es incrementar la demanda sísmica de diseño para estructuras, que por sus características de utilización o de importancia deben permanecer operativas o sufrir menores daños durante y después de la ocurrencia del sismo de diseño.

### ***2.10.1. Factor de importancia de acuerdo al uso de la estructura***

***Tabla 2 Factores de importancia.***

<b>Categoría</b>	<b>Tipo de uso, destino e importancia</b>	<b>Coefficiente I</b>
Edificaciones esenciales	Hospitales, clínicas, centros de Salud o de emergencias sanitaria. Instalaciones militares de policía, bomberos, defensa civil. Garajes o estacionamientos para vehículos y aviones que atienden emergencias. Torres de control aéreo. Estructuras de centros de telecomunicaciones u otros centros de atención de emergencias. Estructuras que albergan equipos de generación y distribución eléctrica. Tanques u otras estructuras utilizadas para depósito de agua u otras sustancias anti-incendio. Estructuras que albergan depósitos tóxicos, explosivos, químicos u otras sustancias peligrosas.	1.5
Estructuras de ocupación especial	Museos, iglesias, escuelas y centros de educación o deportivos que albergan más de trescientas personas. Todas las estructuras que albergan más de cinco mil personas. Edificios públicos que requieren operar continuamente.	1.3
Otras estructuras	Todas las estructuras de edificación y otras que no clasifican dentro de las categorías anteriores	1.0

Fuente: Tomadas de la NEC-SE-DS (2015)

## 2.11. Derivas de Piso.

La deriva de piso de diseño ( $\Delta$ ) se calcula como la diferencia de los desplazamientos de los centros de masa en la parte superior e inferior del piso. Cuando los centros de masa no se alinean verticalmente, se permiten calcular la desviación en la parte inferior del piso en función de la proyección vertical del centro de masa en la parte superior del piso.

La NEC-SE-DS (2015) nos indica que la deriva máxima para cualquier piso no excederá los límites de deriva inelástica establecidos en la tabla que se muestra a continuación, en la que la deriva máxima se formula como un porcentaje de la altura de piso:

### 2.11.1. Valores de deriva máxima

*Tabla 3 Valores de deriva máxima.*

Estructura de:	$\Delta_M$ máxima (sin unidad)
Hormigón armado, estructuras metálicas y de madera	0.02
Mampostería	0.01

Fuente: Tomadas de la NEC-SE-DS (2015).

### Torsión

Como menciona la NEC-SE-DS (2015) que el momento torsional de diseño en un piso determinado debe calcularse tal como nos indica la norma quien señala cuando existe irregularidad torsional, los efectos debe ser considerado incrementando la torsión accidental en cada nivel mediante un factor de amplificación torsional  $A_x$ , calculado con la siguiente formula:

$$A_x = \left( \frac{\delta_{max}}{1.2 \delta_{prom}} \right)^2$$

Donde:

$A_x$ = factor de amplificación torsional.

$\delta_{prom}$ = Promedio de desplazamiento de los puntos extremos de la estructura en el nivel x.

$\delta_{max}$ = Valor del desplazamiento máximo en el nivel x (se utilizará un valor =3.0)

## 2.12. Índice de Estabilidad.

La NEC-SE-DS (2015) detalla que el índice de estabilidad debe ser  $Q_I < 0.30$ . Si el índice de estabilidad llega a ser mayor a 0.30, esto ocasionará que la estructura sea potencialmente inestable y debe rigidizarse. El índice de estabilidad es la relación entre el momento de segundo orden y el momento de primer orden y se calcula con la siguiente formula

$$Q_i = \frac{P_i \Delta_i}{V_i h_i}$$

Donde:

$Q_i$ = El índice de estabilidad es la relación entre el momento de segundo orden y el momento de primer orden y se calcula con la siguiente formula

$P_i$  = Suma de la carga vertical total sin mayorar, incluyendo el peso muerto y la sobrecarga por carga viva, del piso i y de todos los pisos localizados sobre el piso i

$\Delta_i$ = Deriva del piso i calculada en el centro de masas del piso.

$V_i$ = Cortante sísmico del piso i

$h_i$ = Altura del piso i considerado

## 2.13. Módulos de vibración

Los modos de vibración son propiedades fundamentales dinámicas del sistema y cada uno de ellos pertenece a un periodo, una continuidad y un grado de libertad, no precisamente que dependa de primera mano de las acciones a las que se encuentre sometido, pero sí de la masa y rigidez de los elementos que determine una estructura.

Dicha estructura sujetará varios modos de vibración y sus debidas periodicidades.

## 2.14. Efecto P-Delta.

En el ASCE 7-16 (2016) se especifica la siguiente ecuación:

$$Q_i = \frac{P_i \Delta E_i}{V_{xi} h_i}$$

Dónde:

$P_x$  = es la carga de diseño vertical total sobre y por encima del nivel x [kip (kN)]; para calcular  $P_x$ , ningún factor de carga individual necesita exceder de 1.0.

$\Delta$  = Deriva de piso de diseño.

$V_x$  = Fuerza de corte sísmica que actúa entre los niveles x y x-1 [kip (kN)].

$h_{sx}$  = Altura de piso por debajo del nivel x [en. (mm)].

El coeficiente de estabilidad ( $\theta$ ) no debe exceder de  $\theta_{m\acute{a}x}$ , determinado de la siguiente manera como nos indica ASCE 7-16 (2016)

$$\theta_{m\acute{a}x} = \frac{0.5}{\beta C_d} \leq 0.25$$

Donde:

$\beta$  = Es la relación entre demanda de corte y la capacidad de corte para el piso entre los niveles x y x-1. Esta relación se puede tomar de manera conservadora como 1.0.

Cuando el coeficiente de estabilidad  $\theta$  sea mayor que 0.10 pero menor o igual que  $\theta_{m\acute{a}x}$ , el factor incremental relacionado con los efectos P-delta sobre los desplazamientos y las fuerzas de los miembros se determinara mediante un análisis racional.

Alternativamente, se permite multiplicar desplazamientos y fuerzas de miembros por  $\frac{1.0}{1-\theta}$ ; ASCE (2016).

## CAPÍTULO III

# DISEÑO DE LA VIVIENDA CON EL SISTEMA DE MAMPOSTERÍA ESTRUCTURAL

### 3.1 Determinación de las cargas

#### 3.1.1 Carga muerta

La carga muerta que se considerará en el modelamiento de la estructura quedará determinada por el peso propio de la losa y de las paredes que están colocadas en el programa Etabs, así mismo se deberán considerar sobrecargas que se detallan a continuación:

🚦 Para la planta baja tenemos una carga muerta total de 100kg/m<sup>2</sup>

*Tabla 4 Carga Muerta de la estructura de planta baja.*

MATERIAL	PRECIO UNITARIO (Kg/m <sup>2</sup> )
Instalaciones	50
Tumbado	50
Total	100

Autores: Villón Ramírez Christian

Villao Tomalá Valeria

#### 3.1.2 Carga Viva

La carga viva se la determina en base a la Norma Ecuatoriana de la Construcción, donde indica que para viviendas unifamiliares se considerara una carga de **200 kg/m<sup>2</sup>**.

En este caso tenemos una cubierta accesible destinada para áreas de paseo designada una carga de **306kg/m<sup>2</sup>**

### 3.1.3 Carga Sísmica

Para la carga sísmica, en base al programa de modelamiento Etabs procedemos a obtener el valor del Peso Propio por pisos en la sección de Story Forces.

**Tabla 5 Carga Sísmica**

Story	Peso Propio (Tonf)	PP-Pisos (Tonf)	CM (Kg/cm2)	CM Sobre impuesta (Tonf)	Live (Kgf/cm2)	Carga Sísmica (Tonf)
Story 3	7,047	7,047	100	0,486	306	17,65
Story 2	43,705	36,658	100	0,486	200	15
Story 1	122,438	85,78	100	0,486	200	15
						47,65

Autores: Villón Ramírez Christian

Villao Tomalá Valeria

Espectro de Respuesta. Así mismo tenemos los siguientes coeficientes mostrados a continuación:

**Tabla 6 Determinación de los coeficientes para el grafico de espectro de respuesta.**

Relación de amplificación dinámica $\eta = Sa/Z$	1.8
Coefficiente de importancia I	1
$T_c$	0,61
$T_o$	0,11
$S_a$	1,062

Autores: Villón Ramírez Christian

Villao Tomalá Valeria

Con los datos encontrados procedemos a obtener la siguiente grafica del espectro de respuesta.

**Figura 11 Espectro de respuesta NEC-15.**



Autores: Villón Ramírez Christian

Villao Tomalá Valeria

**Factor de importancia (I).** Siendo una Vivienda, la estructura analizada se encuentra en la categoría como Otras estructuras con un **Coefficiente (I) = 1**.

**Factor de reducción de resistencia R.** la estructura evaluada es considerada en la sección de sistemas estructurales de ductilidad limitada en Muros estructurales portantes con un coeficiente de  $R=3$  ya que se trata de una Mampostería reforzada limitada a 2 pisos.

**Espectro de Diseño.** La estructura a diseñarse será en base a este espectro considerando los factores de irregularidad en planta y elevación, factor de importancia y el factor de reducción.

**Coefficiente de tipo de edificación.** Pórticos especiales de hormigón armado con muros estructurales, mampostería estructural.

$$C_t = 0,055 \text{ y } \alpha = 0,75$$

**Altura máxima de la edificación.** Total, de pisos de la vivienda  $h_n = 9,1$

Por lo tanto  $T = C_t h_n^\alpha$ , donde:

**C<sub>t</sub>:** Coeficiente que depende del tipo de edificio.

**h<sub>n</sub>:** altura máxima de la edificación de n pisos, medida desde la base de la estructura, en metros.

**T:** Periodo de vibración.

Entonces el periodo de vibración fundamental es **T = 0,28816**

**Cortante basal.** Considerando los valores fundamentales para la obtención del cortante basal especificado anteriormente, tenemos lo siguiente:

**Tabla 7 Valores de los distintos factores para el cálculo de  $S_a$ .**

<i>Elemento</i>	<i>Factor</i>	<i>Valor</i>
<i>Espectro de diseño en aceleración.</i>	$S_a$	1,062
<i>Coeficiente de regularidad en elevación.</i>	$\phi E$	1
<i>Coeficiente de regularidad en planta.</i>	$\phi P$	1
<i>Coeficiente de importancia de la estructura.</i>	$I$	1
<i>Coeficiente de reducción de respuesta estructural.</i>	$R$	3

Autores: Villón Ramírez Christian

Villao Tomalá Valeria

Considerando el peso total de la estructura es de 47,65, entonces el coeficiente de cortante basal necesario para nuestra estructura es el siguiente:

$$V = \frac{I S_a(T_a)}{R \phi P \phi E} W \quad V = 0,354(47.65) \quad V = 16,86$$

## 3.2 Modelamiento de la vivienda en el programa ETABS

### 3.2.1 Datos para el Modelamiento del sistema estructural

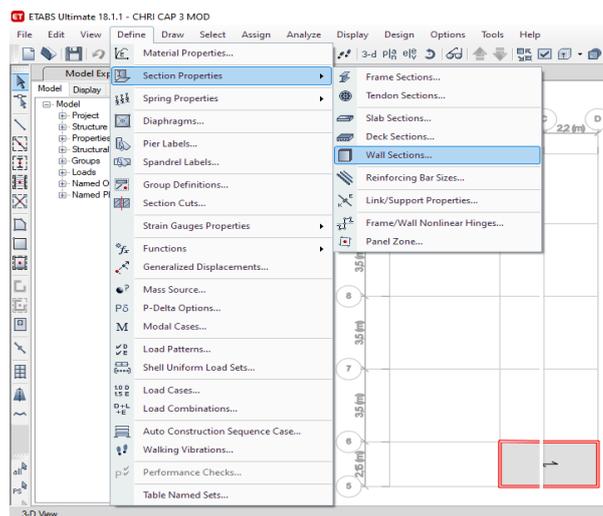
-  Peso específico del hormigón 2400 kg/m<sup>3</sup>
-  Esfuerzo del hormigón  
 $F'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ , tanto para losas, columnas y vigas.
-  Esfuerzo de fluencia del acero  $F_y = 4200 \text{ Kg/cm}^2$
-  Módulo de elasticidad del hormigón (E):  $15100\sqrt{f'_c}$

$E = 15100\sqrt{210} = 218819,79 \text{ kg/cm}^2 = 2188197,9 \text{ Ton/m}^2$ , para muros y losas

### 3.2.2 Proceso del Modelamiento

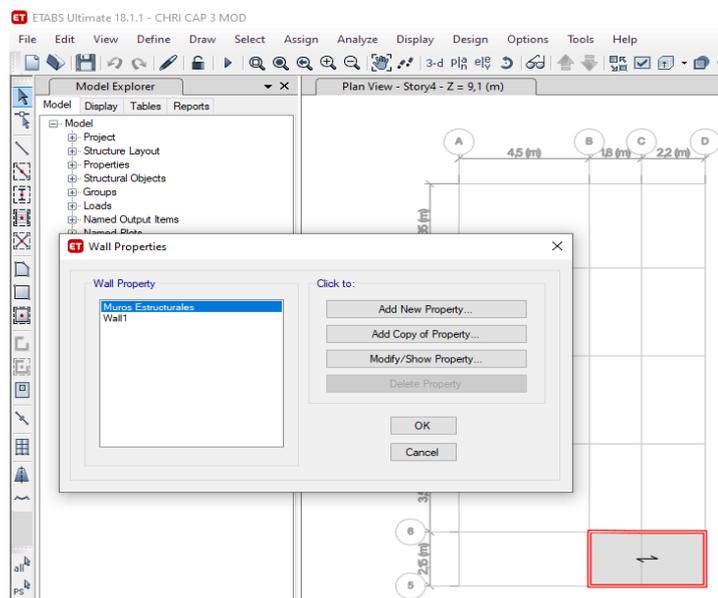
**Creación de Paredes.** Sirve para detallar las dimensiones que van a llevar. Dirigirse a **Define** luego, se desglosa varias opciones, seleccionar **Section Properties** y después **Wall Sections**. Que significa secciones de pared.

**Figura 12 Creación de Paredes**



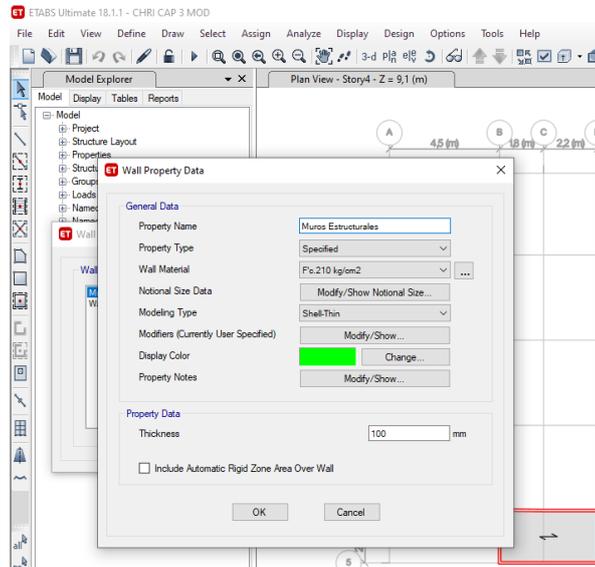
**Añadir nueva Propiedad.** Seleccionar la primera opción Add New Property para poder crear una nueva propiedad a usar como Muros Estructurales.

**Figura 13 Añadir nueva Propiedad**



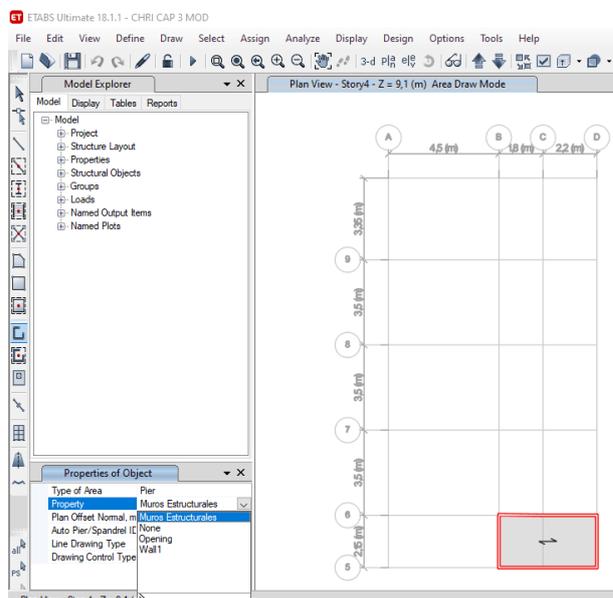
**Datos de propiedades de la pared.** Agregar un  $F'c = 210\text{kg/cm}^2$  (fuerza de compresión) y en Property Data colocamos 100 mm de grosor (Thickness). Y aceptamos.

**Figura 14 Datos de propiedades de la pared.**



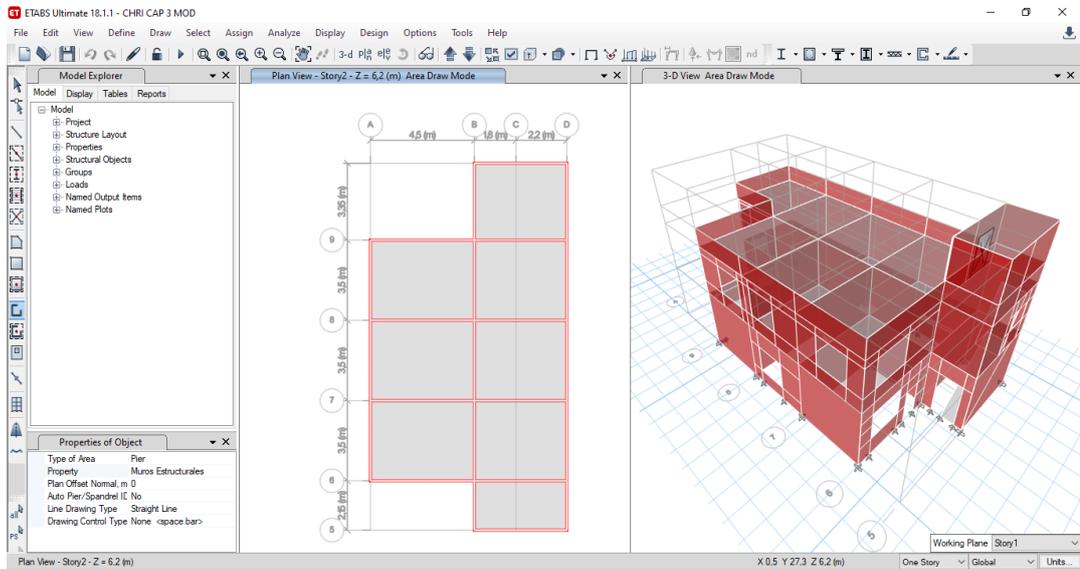
**Dibujar Paredes (Plano).** Seleccionar el ícono **draw wall (Plan)** que está en la columna de los íconos ubicados en la esquina izquierda. Luego aparece una ventanita **Properties of object** (Propiedades del objeto) y en Property seleccionar como **Muros Estructurales**.

**Figura 15 Dibujar Paredes (Plano).**



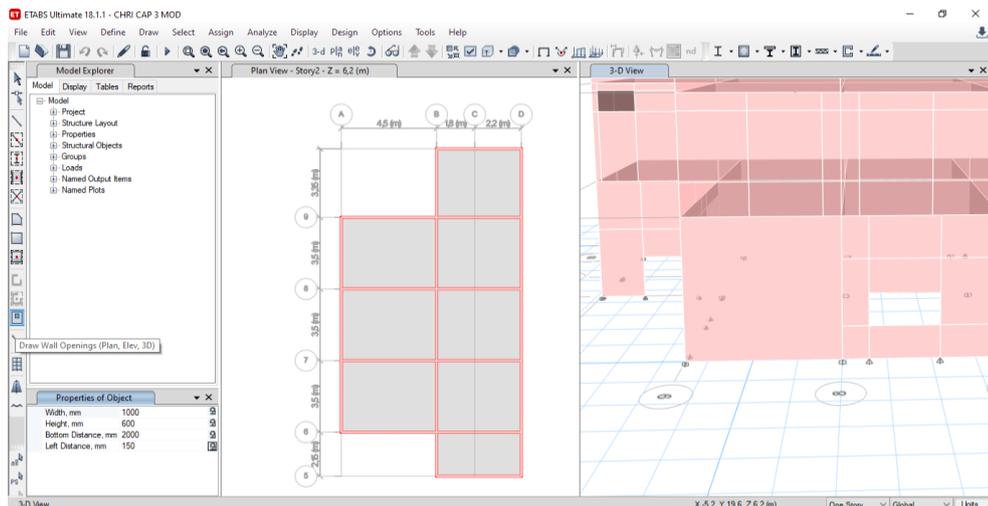
Dibujar Paredes en toda la estructura. Nos ubicamos en Plan View – Story2 – Z = 6,2(m) Area Draw Mode y empezamos a direccionar formando cada pared de la estructura.

**Figura 16 Dibujar Paredes en toda la estructura.**



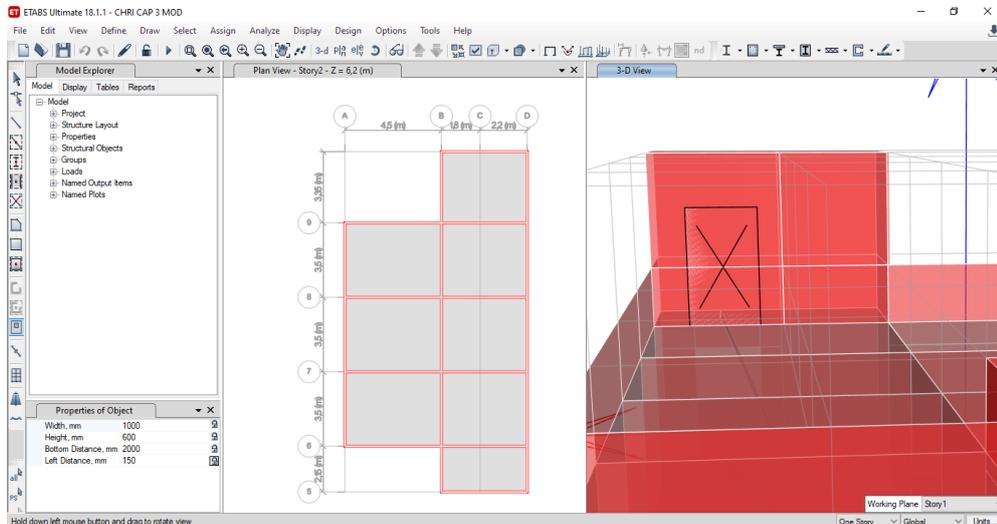
**Creación de puertas y ventanas.** Seleccionar el ícono **Draw Wall Openings** (Plan, Elev, 3D) ubicado en la columna izquierda y se desglosa una ventana que tiene varias opciones como **Width** (ancho 1000mm), **Height** (altura 600mm), **Bottom Distance** distancia inferior 2000mm desde el piso a la ventana. **Y Left Distance** (distancia izquierda 150mm desde la columna a la ventana).

**Figura 17 Creación de puertas y ventanas.**



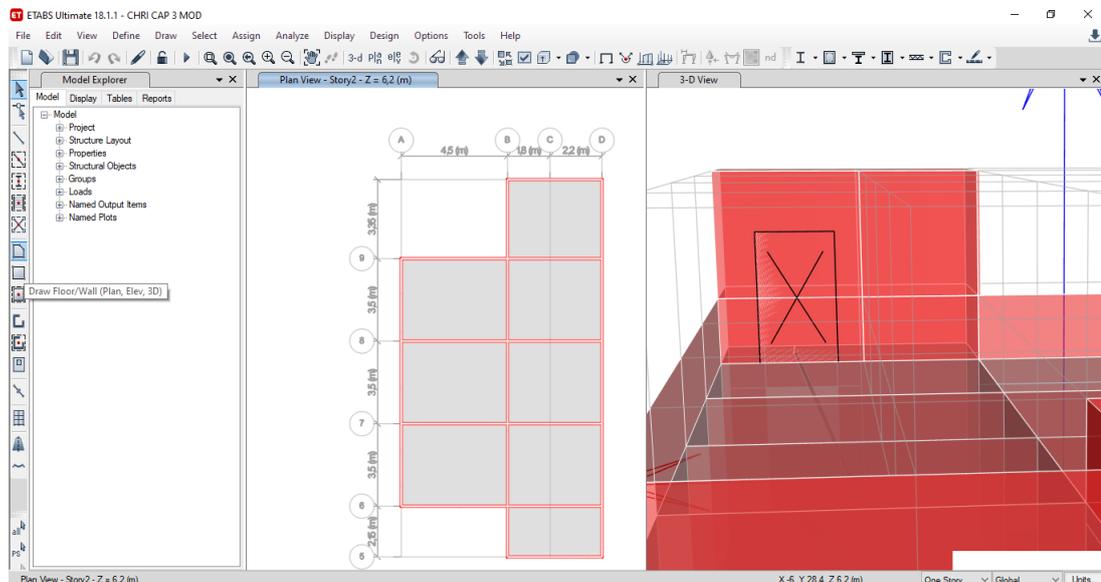
**Ubicación de las puertas y ventanas.** Luego de ingresadas las medidas en la tabla **Properties of Object** proceder a cerrar los candados que se encuentran en la derecha, después dirigirse a la estructura y seleccionar donde se va a ubicar, ya sea puerta o ventana.

*Figura 18 Ubicación de las puertas y ventanas.*



**Creación de la losa.** Seleccionamos el icono Draw Floor/ Wall (Plan, Elev, 3D) Dibujar suelo/pared (planta, elevación, 3d)

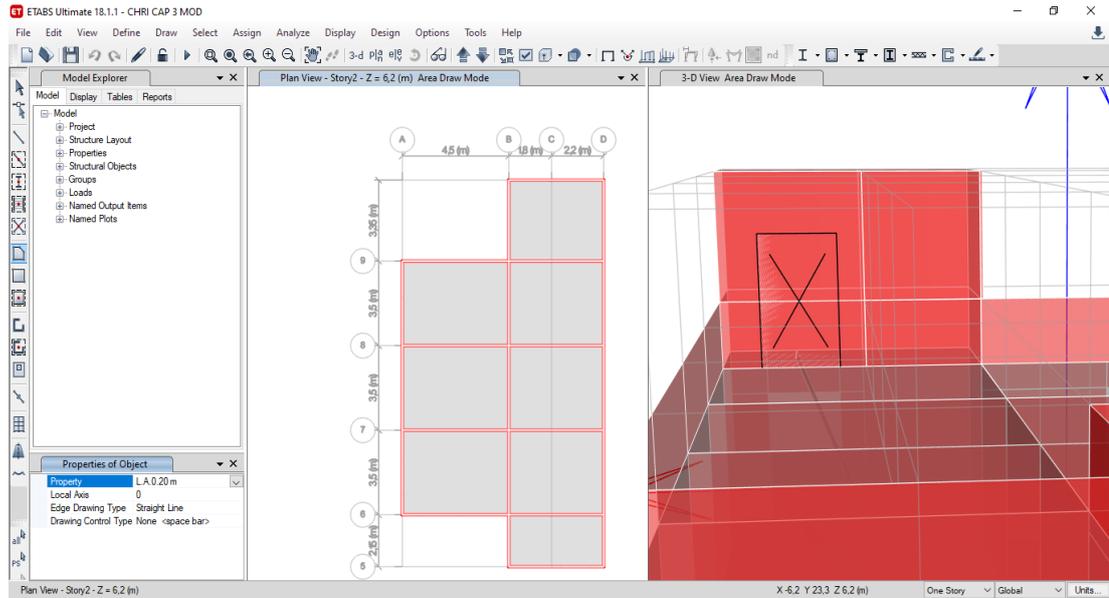
*Figura 19 Creación de la losa*



Así mismo se nos desglosa una tabla de opciones en **Properties of Object** y empezar a direccionar o encerrar el contorno de la losa.

**Figura 20 Encerrar el contorno de la losa.**

### 3.3. Densidad de muros.



Según la Norma Ecuatoriana de Construcción (NEC – 15) para estructuras de dos pisos debe ser mayor o igual a 1,5% entonces proceder a verificar la cantidad de muros (d%) en sentido X y sentido Y, se considera la siguiente formula:

$$d\% \geq \frac{Aw}{Ap}$$

**Entonces corresponde:**

**d (%)**: Índice de densidad de muros en cada dirección.

**Ap**:: Área total de la vivienda.

**Aw**: Sumatoria de las secciones transversales de los muros confinados en la dirección que se vaya considerar.

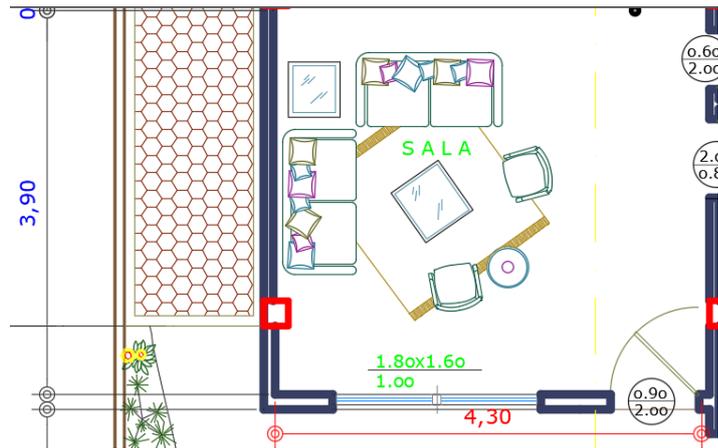
**Tabla 8 Densidad de muros**

		Aw(m2)	Ap.(m2)	d%
Piso 2	<b>Sentido X</b>	11,2	49,08	22,82
	<b>Sentido Y</b>	9,8	49,08	19,96
Piso 1	<b>Sentido X</b>	11,32	49,08	23,06
	<b>Sentido Y</b>	11,39	49,08	23,20

Autores: Villón Ramírez Christian  
Villao Tomalá Valeria

### 3.4 Diseño de losa.

*Figura 21 Dimensiones para el diseño de losa.*



Para la determinación del tipo de losa usamos la ecuación:  $\beta = \frac{L_{LARGO}}{L_{CORTO}} \leq 2.0$

$$\text{Entonces: } \beta = \frac{4,30}{3,90} \leq 2.0$$

$$\beta = 1,10 \leq 2.0 \text{ SI CUMPLE}$$

Luego procedemos a calcular la altura de la losa, como la relación determinada cumple por lo que se efectuara con losas en dos direcciones (bidireccionales). Se escogió la sección que posee con luces mas largas. Para estudiar la altura de la losa usamos lo siguiente:

$$h = \frac{\ln \left( 0.8 + \frac{fy}{1400} \right)}{36 + 9\beta}$$

$$h = \frac{4.3 \left( 0.8 + \frac{4200}{1400} \right)}{36 + (9 * 1.10)}$$

$$h = 0.1030m = 10.30cms$$

Entonces consideramos un espesor de losa maciza de 10 cm.

$$\frac{Ln}{33} = \frac{430}{33} = 13.03 \text{ cm}$$

$$h = 15cm$$

### 3.5 Diseño de muro portante

#### 3.5.1 Espesor mínimo del muro.

Para estos sistemas estructurales el espesor mínimo no debe ser menor de 1/30 de la altura del muro y mínimo de 80mm.

$$\frac{1}{30}(340) = 11.33 \text{ cms}$$

### 3.6 Ajuste del cortante basal

Para el cortante basal tenemos lo siguiente:

*Tabla 9 Cálculo del cortante basal con los siguientes valores que se usaran.*

<b>CORTANTE BASAL DE SUELO TIPO C DE SANTA ELENA</b>							
<b>n</b>	1.8	Z	0.5	Fa	1.18	Sa	1.062
<b>Ct</b>	0.055	$\alpha$	0.75	Ht	9.1	T	0.401
<b><math>\Phi_p</math></b>	1	$\Phi E$	1	R	3	K	1
<b>I</b>	1	Cs	0.354				

Autores: Villón Ramírez Christian

Villao Tomalá Valeria

Y el cortante basal distribuido por pisos en la siguiente tabla podemos observarla.

*Tabla 10 Cortante basal para el tipo de suelo.*

<b>Piso</b>	$h_i$	$\omega_i$	$\omega_i$	$\frac{\omega_i * (h_i)^k}{\sum \omega_i * (h_i)^k}$	$F_i$	$V_x$	<b>0.3*Fx (Ton)</b>
<b>PISO 3</b>	9.1	17.65	160.615	0.527	8.894	8.89	2.668
<b>PISO 2</b>	6.2	15.00	93.00	0.305	5.15	14.044	1.545
<b>PISO 1</b>	3.4	15.00	51.00	0.167	2.824	16.868	0.847
<b>WT</b>		<b>47.650</b>	<b>304.615</b>	<b>1</b>	<b>V</b>		<b>17.00</b>

Autores: Villón Ramírez Christian

Villao Tomalá Valeria

En la siguiente tabla 11 detalla la distribución de fuerza lateral en sentido X, con el corte basal estático encontrado y también que gracias al programa se obtuvo el cortante dinámico.

*Tabla 11 Comparación del cortante basal estático y dinámico en sentido X.*

<b>CORTANTE ESTÁTICO</b>				
<b>PISOS</b>	<b>CARGA</b>	<b>CORTE</b>	<b>80%</b>	<b>CORTANTE</b>

	<b>W</b>	<b>BASAL ESTATICO- VE (Ton)</b>	<b>CORTANTE ESTATICO</b>	<b>DINAMICO VD (Ton)</b>
<b>PISO 1</b>	17.65	8.894	7.115	9.0624
<b>PISO 2</b>	15.00	2.82	2.259	7.772
	<b>32.65</b>	<b>11.718</b>	<b>9.375</b>	<b>16.834</b>

Autores: Villón Ramírez Christian

Villao Tomalá Valeria

*Tabla 12 Comparación del Cortante basal estático y cortante basal dinámico en sentido Y.*

<b>CORTANTE ESTÁTICO</b>				
<b>PISOS</b>	<b>CARGA W</b>	<b>CORTE BASAL ESTATICO-VE (Ton)</b>	<b>80% CORTANTE ESTATICO</b>	<b>CORTANTE DINAMICO VD (Ton)</b>
<b>PISO 1</b>	17.65	8.894	7.115	8.9979
<b>PISO 2</b>	15.00	2.82	2.259	7.5961
	<b>32.65</b>	<b>11.718</b>	<b>9.375</b>	<b>16.594</b>

Autores: Villón Ramírez Christian

Villao Tomalá Valeria

El cortante dinámico total en la base conseguida por cualquier método de análisis dinámico, no debe ser para el caso de estructuras regulares como la de esta estructura <80% del cortante basal V conseguido por el método estático. Entonces se realiza el cálculo basándose en la ecuación en donde se verifica que se divide la sumatoria del cortante dinámico sobre la sumatoria del cortante estático.

En el sentido X se obtiene el siguiente resultado:

$$\frac{\sum VD}{\sum Ve} = \frac{16.834}{11.718} = 1.43$$

En el sentido Y se obtiene:

$$\frac{\Sigma VD}{\Sigma Ve} = \frac{16.594}{11.718} = 1.41$$

Se verifica que no cumple en ambas direcciones bajo la condición presentada anteriormente, entonces se procede a efectuar la corrección logrando un factor, que se procederá a multiplicar por la gravedad siendo de 9.806.

En el sentido X se consigue:

$$Fact. Correc = \frac{VD/VE}{\Sigma VD/\Sigma VE} = \frac{0.8}{1.43} = 0.55$$

$$Fact. Correc = 0.55 * 9.806 = 5.39$$

En el sentido Y se consigue:

$$Fact. Correct = \frac{VD/VE}{\Sigma VD/\Sigma VE} = \frac{0.8}{1.41} = 0.56$$

$$Fact. Correc = 0.56 * 9.8067 = 5.56$$

### 3.7 Calculo de Derivas

En las siguientes tablas representa las derivas inelásticas máximas por piso en cada dirección de la estructura.

**Tabla 13 Derivas inelásticas con sismo en sentido X.**

Story	Ux	Uy	Z	Deriva Elastica	Deriva Inelastica	Nec-15 <0,01
<b>Piso3(cubierta)</b>	0,00004	0,000421	9,1	0,000021	0,000047	SI CUMPLE
<b>Piso 2</b>	0,00002	0,0004	6,2	0,000003	0,00007	SI CUMPLE
<b>Piso 1</b>	0,000002	0,000026	3,4	0,000002	0,000002	SI CUMPLE

Autores: Villón Ramírez Christian  
Villao Tomalá Valeria

**Tabla 14 Derivas inelásticas con sismo en sentido Y.**

Story	Ux	Uy	Z	Deriva Elastica	Deriva Inelastica	Nec-15 <0,01
<b>Piso3(cubierta)</b>	0,00524	0,000247	9,1	0,0000955	0,002149	SI CUMPLE

<b>Piso 2</b>	0,00002	0,000705	6,2	0,0000398	0,000896	SI	
							CUMPLE
<b>Piso 1</b>	0,00118	0,000283	3,4	0,000347	0,0000781	SI	
							CUMPLE

Autores: Villón Ramírez Christian  
Villao Tomalá Valeria

### 3.8 Calculo de Torsiones

Verificamos que en las tablas 15 y 16 representa irregularidades torsionales por piso en cada dirección de la estructura, entonces concluye que no existe torsión excesiva.

*Tabla 15 Irregularidad torsional con sismo en sentido X.*

story	Ux	Uy	U	Deriva Elastica	Valor Max	Torsion Excesiva	Torsion <1,2
<b>Story 3</b>	0,0000123	0,000054	0,0000466	0,000012			
<b>Story 3</b>	0,0000235	0,000043	0,0000765	0,000011	0,000012	1.002	SI CUMPLE
<b>Story 2</b>	0,0000540	0,000079	0,0000530	0,000023			
<b>Story 2</b>	0,000045	0,000086	0,0000235	0,000065	0,000065	1.023	SI CUMPLE
<b>Story 1</b>	0,000034	0,000064	0,0000265	0,000036			
<b>Story 1</b>	0,0000652	0,000042	0,0000732	0,000013	0,000036	1,014	SI CUMPLE

Autores: Villón Ramírez Christian  
Villao Tomalá Valeria

*Tabla 16 Irregularidad torsional con sismo en dirección Y.*

story	Ux	Uy	U	Deriva Elastica	Valor Max	Torsion Excesiva	Torsion <1,2
<b>Story</b>	0,0000302	0,000078	0,0000232	0,000023			

<b>3</b>								
<b>Story</b>	0,0000234	0,000086	0,0000734	0,000011	0,000023	1.102	SI	
<b>3</b>								CUMPLE
<b>Story</b>	0,0000732	0,000026	0,0000792	0,000002				
<b>2</b>								
<b>Story</b>	0,0000623	0,000063	0,0000048	0,000042	0,000042	1.010	SI	
<b>2</b>								CUMPLE
<b>Story</b>	0,0000235	0,000053	0,0000235	0,000032				
<b>1</b>								
<b>Story</b>	0,0000654	0,000023	0,0000892	0,000019	0,000019	1,134	SI	
<b>1</b>								CUMPLE

Autores: Villón Ramírez Christian  
Villao Tomalá Valeria

### 3.9 Índice de estabilidad

Observamos en las Tablas 17 y 18 representa el análisis de los índices de estabilidad en sentido X y sentido Y respectivamente.

*Tabla 17 índice de estabilidad con sismo en sentido x*

STORY	P	V	UX	UY	R	□□	Qi	Qi<0,3
<b>PISO 3</b>	55.211	9.81	0,0000255	0,00007	0,0008	0,00005	-	SI
							0,0034	CUMPLE
<b>PISO 2</b>	49.992	8.99	0,0000563	0,00008	0,00022	0,00034	0,0023	SI
								CUMPLE
<b>PISO 1</b>	37.910	7.59	0,0000323	0,00005	0,00004	0,00023	-	SI
							0,0003	CUMPLE

Autores: Villón Ramírez Christian  
Villao Tomalá Valeria

*Tabla 18 Índice de estabilidad con sismo en sentido Y.*

STORY	P	V	UX	UY	R	□□	Qi	Qi<0,3
<b>PISO 3</b>	55.211	9.81	0,0000124	0,00024	0,00012	0,00012	0,0003	SI
								CUMPLE

<b>PISO 2</b>	49.992	8.99	0,0000812	0,00009	0,00045	0,00041	-	SI
							0,0012	CUMPLE
<b>PISO 1</b>	37.910	7.59	0,0000785	0,00096	0,00003	0,00097	0,0023	SI
								CUMPLE

Autores: Villón Ramírez Christian  
Villao Tomalá Valeria

### 3.10 Modos de Vibración

En la tabla 19 se encuentran los modos resultantes del software Etabs para el análisis dinámico considerando un modo de vibración por piso y analizando su comportamiento.

*Tabla 19 Modos de Vibración.*

CASE	MODE	PERIOD	UX	UY	RZ
<b>Modal</b>	1	0,045	0,00421	0,00123	0,0034
<b>Modal</b>	2	0,012	0,01204	0,00812	0,00043
<b>Modal</b>	3	0,010	0,00521	0,00293	0,00329

Autores: Villón Ramírez Christian

Villao Tomalá Valeria

Se concluye que en el Modo de vibración 1 se tiene traslación en el sentido Y, así mismo en el Modo de vibración 2 se tiene traslación en el sentido X, sin embargo, en el Modo de vibración 3 existe rotación.

### 3.11 Diseño de muros estructurales

#### 3.11.1 Diseño por flexo-compresión

Para el diseño del muro estructural se eligió el que está ubicado en el eje A designado Pier P1 teniendo las distintas dimensiones:

$$B_w = 10 \text{ cms}$$

$$h_w = 340 \text{ cms}$$

$$L_w = 350 \text{ cms}$$

Valores de las fuerzas que actúan sobre el muro obtenidas del software Etabs.

**Tabla 20 Fuerzas que actúan en el muro analizado.**

story	Pier	Output	P	V2	M3	$\sigma_{max}$	$\sigma_{min}$
<b>Story 1</b>	P2	0,9D+Ex+0,3Ey	25,1098	7,12412	8,8001	210.012	- 45.1023
<b>Story 1</b>	P2	0,9D+Ex+0,3Ey	42,2345	9.81241	-4,918	27.871	24.501
<b>Story 1</b>	P2	0,9D+Ey+0,3Ex	25,8923	-8,9212	17.841	125.981	51.124
<b>Story 1</b>	P2	0,9D+Ey+0,3Ex	22,9582	9,9212	8.9818	32.918	142.511
<b>Story 1</b>	P2	0,9D-Ex-0,3Ey	20,8471	5,3981	8,8001	210.012	115.512
<b>Story 1</b>	P2	0,9D-Ex0,3Ey	59,2390	4,9018	-4,918	27.871	104.041
<b>Story 1</b>	P2	1,2D+1,6L	25.1924	19,241	2,0192	112.41	241.012
<b>Story 1</b>	P2	1,2D+L+Ex+0,3Ey	12,981	23,451	4,0191	149.154	41.091
<b>Story 1</b>	P2	1,2D+L+Ex+0,3Ey	24,142	35,912	8,8001	210.012	71.912
<b>Story 1</b>	P2	1,2D+L+Ey+0,3Ex	14,241	32,981	-4,918	27.871	66.124
<b>Story 1</b>	P2	1,2D+L+Ey+0,3Ex	41,553	25,098	1,024	125.981	124.541

---

<b>Story</b>	P2	1,2D+L-Ex0,3Ey	55,297	27.091	3,171	103,712	241.912
--------------	----	----------------	--------	--------	-------	---------	---------

**1**

<b>Story</b>	P2	1,2D+L-Ex-0,3EY	24,907	16,191	8,8001	112,001	181.191
--------------	----	-----------------	--------	--------	--------	---------	---------

**1**

---

Autores: Villón Ramírez Christian

Villao Tomalá Valeria

### ***3.11.2 Análisis de confinamiento del muro***

Se calcula el esfuerzo máximo del muro por lo que se debe verificar el confinamiento en los extremos con los datos obtenidos anteriormente para realizar el análisis estructural.

$$\sigma = \frac{Pu}{Acv} + \frac{Mu * C}{I}$$

$$\sigma = \frac{14.241}{2.15} + \frac{4.918 * 3.5}{0.175}$$

$$\sigma = 104.983 \frac{ton}{m^2}$$

Se procede a comprobar que  $\sigma < 0,2 f'c$

$$\sigma < 0,2 * f'c$$

$$\sigma < 42 \frac{kg}{cm^2}$$

$$104.983 \frac{ton}{m^2} < 420 \text{ ton}/m^2$$

El espesor del muro se toma como apropiado porque cumple la relación determinada y debido a que los esfuerzos de compresión que soporta son bajos, no necesitara elementos de confinamiento.

### ***3.11.3 Verificación de las capas de refuerzo***

Para establecer dos capas de refuerzo debe cumplir con lo siguiente:

$$V_u > 0.53 * A_{cv} * \lambda * \sqrt{f'c}$$

$$32,981 > 0,53 * 25000 * 1 * \sqrt{210}$$

$$32981 > 192010.741 \text{ kg}$$

No es necesaria dos capas por lo que el  $Vu$  que se encontró basándose en el análisis estructural no supera la relación.

### 3.11.4 Verificación a cortante

Cálculo del  $Vu_{max}$

$$Vu_{max} = 0,6 * 21,2 * A_{cv}$$

$$Vu_{max} = 0,6 * 21,2 * 25000$$

$$Vu_{max} = 318000$$

$$Vu_{max} > Vu$$

$$318000 > 32981$$

Para calcular la capacidad nominal cortante  $Vn$  de muros estructurales se usa la siguiente formula:

$$Vn = (\alpha_c \gamma \sqrt{f'c} + \rho_t f_{yt}) A_{cv}$$

$$a_c = \frac{h_w}{l_w} \leq 1.5$$

$$\frac{3.4}{3.5} \leq 1.5$$

$$0.971 \leq 1.5$$

$$A_{cv} = t_w l_w$$

$$A_{cv} = 15 * (350)$$

$$A_{cv} = 5250 \text{ cm}^2$$

$$Vn = (a_c \lambda \sqrt{f'c} + \rho_t F_{yt}) A_{cv}$$

$$Vn = \left( 0.25 * 1 * \sqrt{210 \frac{kg}{cm^2}} + 0,0035 * 4200 \right) 2500 \text{ cm}^2$$

$$Vn = 45807.110$$

$$\phi Vn = 0.75(45807.110)$$

$$\phi Vn = 34355.332 \text{ kg}$$

$$\phi Vn \geq Vu$$

$$34355.332 \text{ kg} \geq 32981 \text{ kg}$$

**SI CUMPLE.**

### **Refuerzo longitudinal y transversal del muro.**

$$\rho t = 0,0035$$

$$\rho t \geq 0,035 + 0,5 \left( 2,5 - \frac{hw}{lw} \right) (\rho t - 0,0035)$$

El área del acero por cada metro de muro será:

$$As = 0,0035 * 1000 \text{ cm}^2$$

$$As = 3,5 \text{ cm}^2 / \text{m}$$

Si se utiliza un diámetro de 10mm cumple con el área de acero que solicita.

$$As = 0,785 \text{ cm}^2$$

$$s = \frac{0,78 \text{ cm}^2}{3,5 \text{ cm}^2 / \text{m}} = 0,222 \text{ m} = 22,28 \text{ cm}$$

### **Espaciamiento máximo del refuerzo longitudinal**

$$3h = 3 * 15 \text{ cm} = 45 \text{ cm}$$

Entonces sería 45cm

Por lo tanto, cuando se requiere refuerzo por cortante el espaciamento no debe exceder  $\frac{lw}{3}$

$$45 < 116,66 \text{ cm } \mathbf{CUMPLE.}$$

### **Espaciamiento máximo del refuerzo transversal**

$$3h = 3 * 15 \text{ cm} = 45 \text{ cm}$$

Entonces sería 45cm

Por lo tanto, cuando requiere refuerzo por cortante el espaciamento no debe exceder  $\frac{lw}{3}$

$$45 < 70 \text{ cm } \mathbf{CUMPLE.}$$

Se escoge malla electro soldada de 10mm@15cm, porque nos cumple con el área de acero y los espaciamentos máximos como la norma.

### **3.11.5 Efectos de esbeltez del muro**

Como referencia usamos las ecuaciones de la NEC para el cálculo de esbeltez del muro que están especificadas para muros con arriostamiento y sin arriostamiento.

$$e' = \frac{Mu}{Pu} + \frac{t}{25}$$

$$e' = \frac{4.918}{14.241} + \frac{0.1}{25}$$

$$e' = 0.3$$

Muros arriostrados

$$F_E = \left(1 - \frac{2e}{t}\right) \left[1 - \left(\frac{KH}{30t}\right)^2\right] \left(1 - \frac{H}{L}\right) + \frac{H}{L} \leq 0,9$$

$$F_E = \left(1 - \frac{2(0,3)}{0.1}\right) \left[1 - \left(\frac{0.8(3.4)}{30(0,1)}\right)^2\right] \left(1 - \frac{3.4}{3.5}\right) + \frac{3.4}{3.5} \leq 0,9$$

$$0.9 \leq 0.9$$

Se debe afectar la carga axial Pu del muro examinado porque el valor obtenido es menor igual a 0,9, entonces nos quedaría de la siguiente manera:

**Tabla 21 Esfuerzo máximo**

<b>ESFUERZO MAXIMO</b>		
<b>PU/FE</b>	15.823	Ton
<b>Mu</b>	4.918	Ton-n

Autores: Villón Ramírez Christian  
Villao Tomalá Valeria

**Tabla 22 Esfuerzo máximo**

<b>ESFUERZO MINIMO</b>		
<b>PU/FE</b>	5.67	Ton
<b>Mu</b>	8.001	Ton-m

Autores: Villón Ramírez Christian  
Villao Tomalá Valeria

### **3.11.6 Refuerzo alrededor de aberturas**

Según el ACI-318 (2019) se aprecia que en el capítulo 11 afirma que adicional al refuerzo mínimo que se obtuvo, aquellos muros que posean puertas y ventanas deben tener refuerzo alrededor de estas aberturas, es por esa razón que se debe colocar al

menos 1 barra No 16 en ambas direcciones en aquellos muros que se tenga solo una capa de refuerzo.

### 3.12 Diseño de losa

#### Carga muerta

$$CM = 0.1 \frac{Ton}{m^2}$$

$$PP = 0.48 Ton$$

#### Carga viva

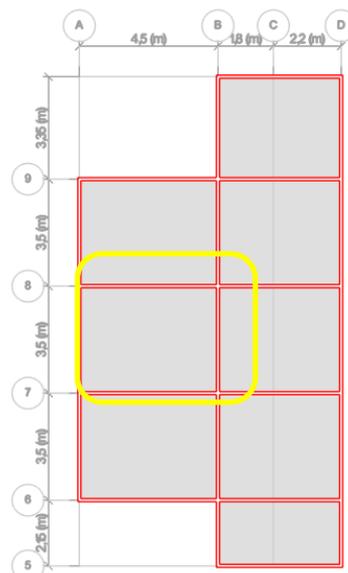
$$CV = \frac{0.2Ton}{m^2}$$

$$q_u = 1.2D + 1.6L$$

$$q_u = 1.2(0.58) + 1.6(0.2)$$

$$q_u = 1.016 Ton/m^2$$

**Figura 22 Sección de losa examinada.**



}

$$\beta = \frac{L_{largo}}{L_{corto}} \quad \beta = \frac{4.5}{3.5} = 1.28 \approx 1$$

Según el ACI-318 para la verificación de momentos y cortante de la losa maciza se usa el método de los coeficientes de momentos positivos y momentos negativos para el cálculo de la losa macizas bidireccionales.

**Figura 23 Coeficientes de momentos en losas macizas bidireccionales**

Coeficientes para momentos en losas bidireccionales con vigas, método ACI II							
Momentos=coef*w <sub>u</sub> *S <sub>2</sub>	Claro Corto						Claro Largo
	Valores de m						
	1	0,9	0,8	0,7	0,6	0,5	
Caso 1 – Tableros interiores							
M (-) en							
Borde continuo	0.033	0.040	0.048	0.055	0.063	0.083	0.033
Borde discontinuo							
M (+) a medio claro	0.025	0.030	0.036	0.041	0.047	0.062	0.025
Caso 2 – Un borde discontinuo							
M (-) en							
Borde continuo	0.041	0.048	0.055	0.062	0.069	0.085	0.041
Borde discontinuo	0.021	0.024	0.027	0.031	0.035	0.042	0.021
M (+) a medio claro	0.031	0.036	0.041	0.047	0.052	0.064	0.031
Caso 3 – Dos bordes discontinuos							
M (-) en							
Borde continuo	0.049	0.057	0.064	0.071	0.078	0.090	0.049
Borde discontinuo	0.025	0.028	0.032	0.036	0.039	0.045	0.025
M (+) a medio claro	0.037	0.043	0.048	0.054	0.059	0.068	0.037
Caso 4 – Tres bordes discontinuos							
M (-) en							
Borde continuo	0.058	0.066	0.074	0.082	0.090	0.098	0.058
Borde discontinuo	0.029	0.033	0.037	0.041	0.045	0.049	0.029
M (+) a medio claro	0.044	0.050	0.056	0.062	0.068	0.074	0.044
Caso 5 – Cuatro bordes discontinuos							
M (-) en							
Borde continuo							
Borde discontinuo	0.033	0.038	0.043	0.047	0.053	0.055	0.033
M (+) a medio claro	0.050	0.057	0.064	0.072	0.080	0.083	0.050

Fuente: Conseguido de Aguirre Almache (2019)

De acuerdo al valor de la relación de luces elegimos los valores del caso 2 de la tabla para realizar el cálculo ya que tenemos un borde discontinuo.

Para el claro corto.

$$C_{bc} = 0.041$$

$$C_{bd} = 0.021$$

$$C_{(M^+)} = 0.031$$

Y para los momentos en la dirección mayor y menor se calcula mediante esta expresión:

$$M = C q_u l_s^2$$

$$M_{bc} = 0.041 * \frac{1.016 \text{ ton}}{\text{m}^2} * 3.5^2 = 0.51 \text{ Ton} - m$$

$$M_{bd} = 0.021 * \frac{1.016 \text{ ton}}{\text{m}^2} * (3.5)^2 = 0.261 \text{ ton} - m$$

$$M_c = 0.031 * \frac{1.016Ton}{m^2} * (3.5)^2 = 0.42 Ton - m$$

Para el claro corto

$$C_{bc} = 0.041$$

$$C_{bd} = 0.021$$

$$C_{(M^+)} = 0.031$$

Y para los momentos en la dirección mayor y menor se calculan mediante la siguiente formula:

$$M = Cq_u l_s^2$$

$$M_{bc} = 0.041 * \frac{1.016ton}{m^2} * 3.5^2 = 0.51Ton - m$$

$$M_{bd} = 0.021 * \frac{1.016ton}{m^2} * (3.5)^2 = 0.261ton - m$$

$$M_c = 0.031 * \frac{1.016Ton}{m^2} * (3.5)^2 = 0.42 Ton - m$$

Ya obtenido los momentos procedemos a calcular el acero requerido, los valores que se lograron son por metro y el espaciamiento máximo es de 30cm por lo que se rige a la norma.

En base a la norma la cuantía de refuerzo mínima es:

$$\rho = 0.0018 \frac{420}{F_y}$$

$$\rho = 0.0018 \frac{420}{420}$$

$$\rho_{min} = 0.0018$$

Ya obtenida la cuantía de refuerzo mínima, calculamos el área de acero

$$A_{smin} = \rho_{min} * b * h$$

$$A_{smin} = 0.0018 * 100 * 15$$

$$A_{smin} = 2.7 \text{ cm}^2/m$$

Acero mínimo se multiplica por el espaciamiento asumido para su análisis.

$$A_{smin} = \rho_{min} * s * h$$

$$A_{s_{min}} = 0.0018 * 25 * 15$$

$$A_{s_{min}} = 0.67 \text{ cm}^2/\text{m}$$

Cálculo del área de acero

$$k = \frac{Mu * 100000}{0.9 * b * dex^2 * fc}$$

$$w = \frac{1 \pm \sqrt{1 - 2.36 * k}}{1.18}$$

$$\rho = w \frac{fc}{fy}$$

$$A_s = \rho * b * h$$

**Lado corto**

$$k = \frac{0.42 * 100000}{0.9 * 100 * (6\text{cm})^2 * 210}$$

$$k = 0.0617$$

$$w = \frac{1 \pm \sqrt{1 - 2.36 * 0.0617}}{1.18}$$

$$w = 0.0641$$

$$\rho = 0.0475 * \frac{210\text{kg}/\text{cm}^2}{4200\text{kg}/\text{cm}^2}$$

$$\rho = 0.00237$$

$$A_s = 0.00237 * 100 * 15$$

$$A_s = 3.55 \text{ cm}^2/\text{m}$$

Ya con los datos calculados anteriormente se puede seleccionar una malla de 10mm @20cm para ambos sentidos por lo que se obtuvo los mismos resultados de momentos.

$$s = \frac{0.78\text{cm}^2}{\frac{350\text{cm}^2}{m}}$$

$$s = 0.22 = 22\text{cm}$$

### 3.12.1 Chequeo a flexión

$$M_u = 0.42 \text{ ton} - m$$

$$R_u = 3.18 \text{ Mpa} = \frac{32.42 \text{ kg}}{\text{cm}^2}$$

$$M_n = b * d^2 * R_u$$

$$M_n = 100 * (6)^2 * 32.42$$

$$M_n = 1.16 \text{ ton} - m$$

$$\phi M_n = 0.9 * 1.16 \text{ ton} - m$$

$$\phi M_n = 1.05 \text{ Ton} - m$$

$$\phi M_n > M_u$$

$$1.05 \text{ ton} - m > 0.42 \text{ ton} - m$$

**SI CUMPLE**

### 3.12.2 Chequeo por cortante

$$V_u = 1.15 \frac{W_u * l_n}{2}$$

$$V_u = 1.15 \frac{0.561 * 3.5}{2}$$

$$V_u = 1.12 \text{ ton}$$

$$V_c = 0.53 \sqrt{f_c} * b * d$$

$$V_c = 0.53 \sqrt{210} * 100 * 5$$

$$V_c = 3.84 \text{ ton}$$

$$\phi V_c = 0.75 * 3.84 = 2.88 \text{ ton}$$

$$\phi V_c = 2.88$$

$$\phi V_c > V_u$$

$$2.88 \text{ ton} > 1.12$$

**SI CUMPLE**

# CAPÍTULO IV

## DISEÑO DE LA VIVIENDA CON EL SISTEMA TRADICIONAL

### 4.1 Determinación de las cargas

#### 4.1.1 Carga muerta

La carga muerta consiste en el peso de todos los materiales de construcción incorporados a la estructura, que incluyen, entre otros, paredes, pisos. Pesos de materiales y construcciones como son las mostrada en la siguiente tabla de acuerdo a la NEC establecen cuales son los valores correspondientes.

*Tabla 23 Carga muerta del piso 1.*

CARGA MUERTA	
MATERIAL	PRECIO UNITARIO (Kg/m <sup>2</sup> )
W. Mampostería	150
W. Enlucido	50
W. Tumbado	50
W. Cerámica	125
W. Instalaciones	50
W. Losa	216
<b>Total WD</b>	<b>641</b>

Autores: Villón Ramírez Christian  
Villao Tomalá Valeria

*Tabla 24 Carga muerta del piso 1*

CARGA MUERTA	
MATERIAL	PRECIO UNITARIO (Kg/m <sup>2</sup> )
W. Instalaciones	50

W. Tumbado	50
<b>Total WD</b>	<b>100</b>

Autores: Villón Ramírez Christian

Villao Tomalá Valeria

#### **4.1.2 Cargas viva**

Como indica NEC-SE-CG-Cargas-Sísmicas (2015) las cargas vivas para residencias (viviendas unifamiliares y bifamiliares) debe tener una carga de 200 kg/m<sup>2</sup>, para el primer piso. En el caso de cubierta tendrá una carga de 306kg/m<sup>2</sup>.

#### **4.1.3 Carga sísmica**

**Tabla 25 Carga Sísmica**

##### **Story Forces**

Story	Case	Peso Propio Ton	PP Ton/m <sup>2</sup>	Carga muerta D Ton/m <sup>2</sup>	CM Sobre impuesta Ton/m <sup>2</sup>	Carga viva L Ton/m <sup>2</sup>	Carga sísmica Ton/m <sup>2</sup>
Story 3	LinStatic	3.468	0.17	10	0.49	30.6	17.65
Story 2	LinStatic	2.1	0.01	44.2	2.15	20	49.20
Story 1	LinStatic	52.7946	0.31	59.2	2.88	20	64.20
							<b>131.05</b>

Autores: Villón Ramírez Christian

Villao Tomalá Valeria

**Tipo de perfil del suelo.** El tipo de perfil de suelo para la provincia de Santa Elena es un tipo “C”

**Coefficientes de Amplificación dinámica Fa, Fd y Fs.** Los coeficientes de amplificación en esta sección se especifican los valores de acuerdo a las definiciones.

**Fa (coeficiente de amplificación de suelo en la zona de periodo corto.)** De acuerdo a este coeficiente, según la Norma Ecuatoriana de la GConstrucción, indica que con un suelo tipo “C” tiene un factor Z igual a 0.5 en la cual tendremos un **Fa=1,18**

**Fd (Amplificación de las ordenadas del espectro elástico de respuesta de desplazamientos para diseño en roca).** Como menciona la norma ecuatoriana de la construcción el coeficiente para este tipo de suelo “C” tiene un factor Z igual a 0.5 en la cual habrá un **Fd=1.06**

**Fs (Comportamiento no lineal de los suelos).** Como menciona la norma ecuatoriana de la construcción el coeficiente para este tipo de suelo “C” tiene un factor Z igual a 0.5 en la cual se tiene un **Fs=1.23**

**Tabla 26 Determinación de los coeficientes para el grafico de espectro de respuesta**

Relación de amplificación $\eta$	<b>1.8</b>
Factor de importancia	1
Tc	0.61
To	0.11
Sa	1.062

Obteniendo los valores procedemos la construir la gráfica de espectro de respuesta

**Figura 24 Espectro de Respuesta**



**Coefficientes de irregularidad.** Los valores de los coeficientes fueron estudiados de acuerdo a las tablas de la norma ecuatoriana de la construcción obteniendo los valores de:

**La configuración de elevación ( $\phi_E$ ).** La altura de entrepiso y la configuración vertical de este sistema es constante por lo tanto ese valor va hacer  $\phi_E = 1$ .

**La configuración en planta  $\phi_P$ .** La configuración en planta ideal en el sistema estructural su centro de rigidez es semejante al centro de masa por lo tanto el valor es de  $\phi_P=1$ .

**Factor de importancia  $I$ .** la estructura que estamos estudiando se encuentra categorizada como Otras estructuras teniendo un coeficiente de  $I = 1$ .

**Factor de reducción de resistencia.** Esta estructura es considerada dentro de una sección de sistemas estructurales de ductilidad limitada con momento de un valor de  $R = 3$ , cómo se trata de Hormigón Armado con sección de dimensión menor a la detallada en la norma, limitada a viviendas de hasta 2 pisos con luces de hasta 5 metros.

#### 4.2. Espectro de Diseño.

Vamos a diseñar la estructura con este espectro, en base al espectro de respuesta en la cual para hallar este utilizamos el factor de irregularidad en planta y en elevación, su factor de importancia y su factor de reducción.

**Figura 25 Espectro de diseño.**



**Tabla 27 Valores de los factores para Sa.**

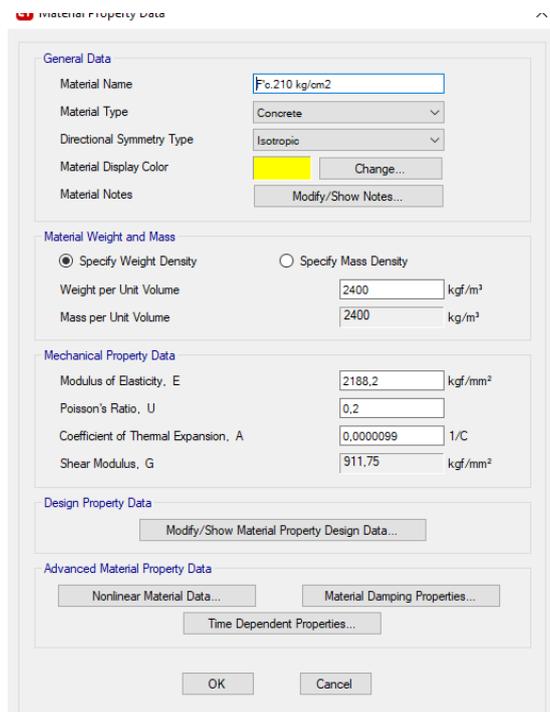
Elemento	Factor	Valor
Espectro de diseño en aceleración	Sa	1.062
Factores de configuración estructural en planta	$\phi_p$	1
Factores de configuración en elevación	$\phi_E$	1
Factores de reducción de respuesta estructural	R	3
Factor de importancia de la estructura	I	1

Como hemos hallado nuestro peso total de la estructura tan cómo se encuentra en la tabla con un peso de 131.05, entonces su coeficiente de cortante basal necesario para nuestra estructura es el que mostramos mediante la ecuación siguiente:

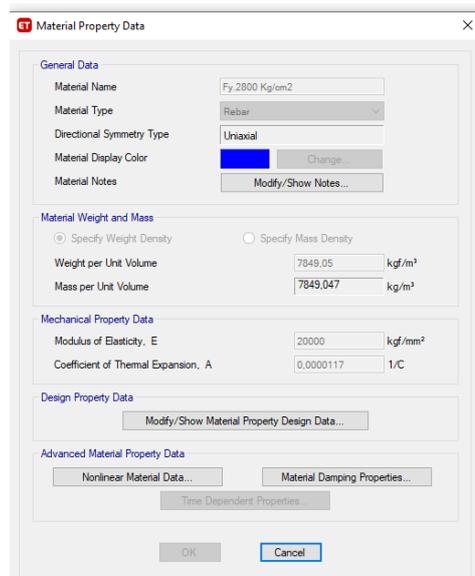
$$V = \frac{1 * 1.062}{3 * 1 * 1} W \quad \Rightarrow \quad 0.354(131.05) = 46.3917$$

### 4.3. Modelamiento de la vivienda en el programa ETABS

**Figura 26 Creación de material con una resistencia de  $f'c=210\text{kg/cm}^2$**



**Figura 27 Creación de material con un esfuerzo de fluencia del acero  $F_y = 2800$  Kg/cm<sup>2</sup>**

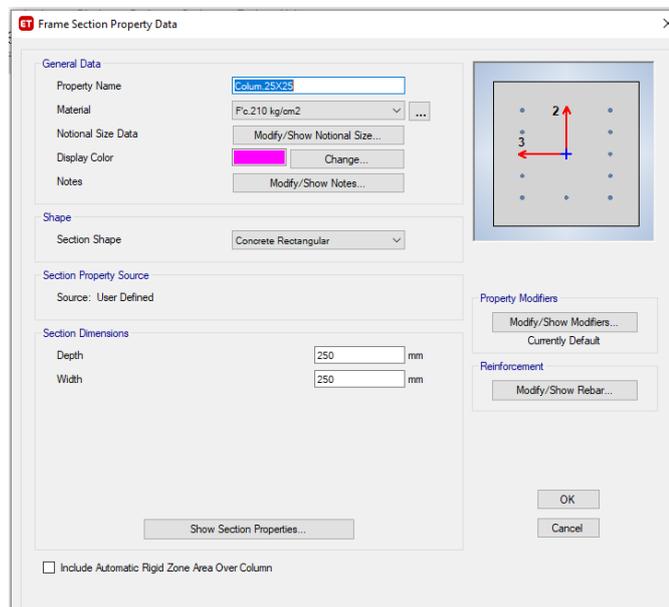


### Crear los elementos: Columnas y vigas

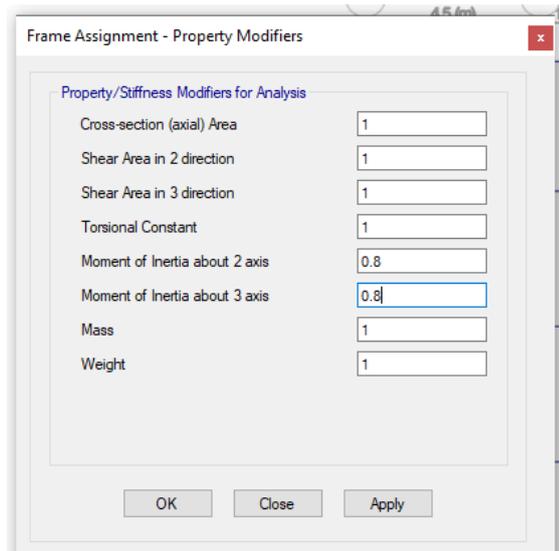
### Colocación del tipo de material y secciones de columnas

Opcion definir (DEFINE) Opcion propiedades de la seccion (SECTION PROPERTIES), Secciones de marco (FRAME SECTIONS), Opcion agregar nueva propiedad (ADD NEW PROPERTY), Opcion forma de seccion (SECTION SHAPE): concrete rectangular, Tipos de formas de uso frecuente (FREQUENTLY USED SHAPE TYPES)

**Figura 28 Colocación del tipo de material y secciones de columnas.**



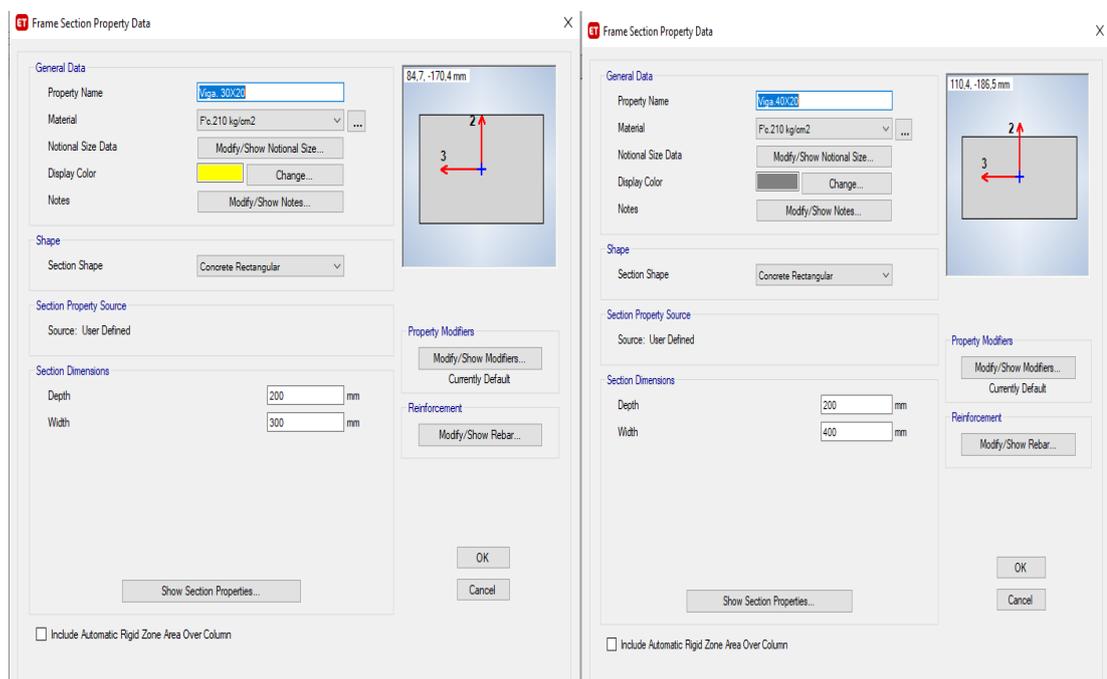
**Figura 29 Colocación de la inercia de columnas.**



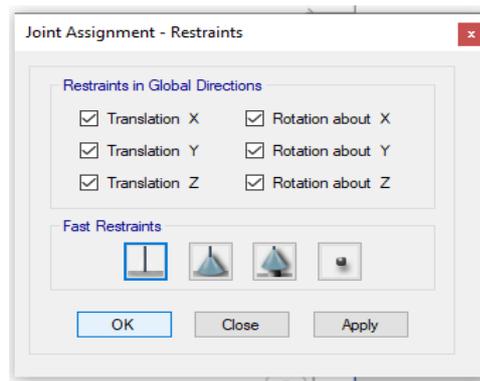
### Colocación del tipo de material y secciones de vigas

Opcion definir (DEFINE),Opcion propiedades de la sección (SECTION PROPERTIES),Secciones de marco (FRAME SECTIONS),Opcion agregar nueva propiedad (ADD NEW PROPERTY),Opcion forma de seccion (SECTION SHAPE) : concrete rectangular ,Tipos de formas de uso frecuente (FREQUENTLY USED SHAPE TYPES)

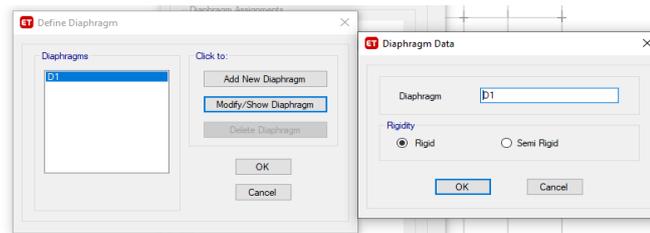
**Figura 30 Colocación del tipo de material y secciones de vigas.**



**Figura 31 Empotrar la estructura que genere las tres reacciones X,Y,Z.**

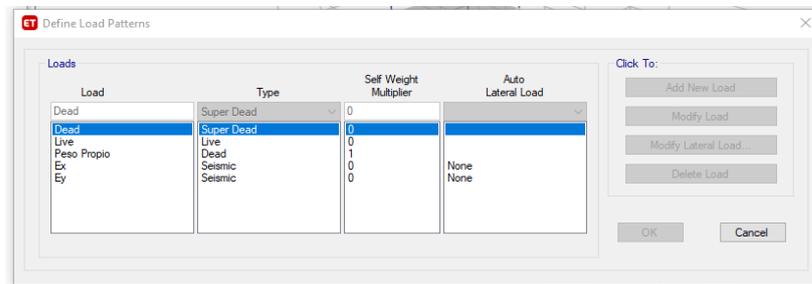


**Figura 32 Creación de los diagramas para cada piso**

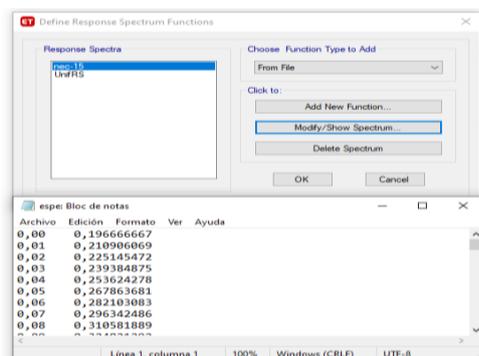


Para la asignacion de los diagramas seleccionamos todo el piso 1 e ir a Assing – joint –Diaphragm y se escoge en este caso D1 clic en Apply, se realiza lo mkismop para los demas pisos , pero aplicando los diagramas correspondientes.

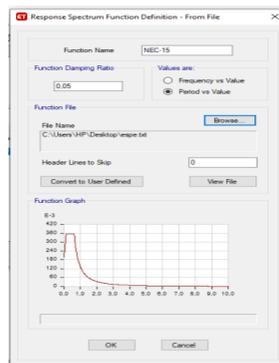
**Figura 33 Patrones de cargas.**



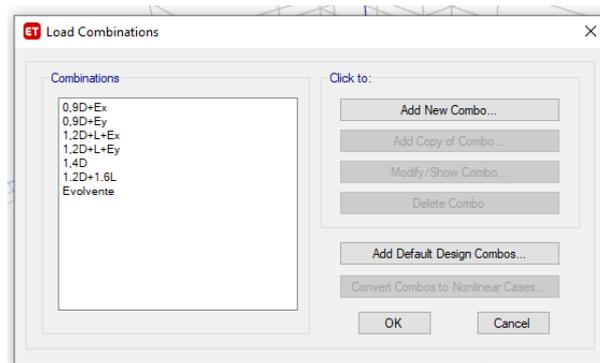
**Figura 34 Ingreso del espectro de diseño.**



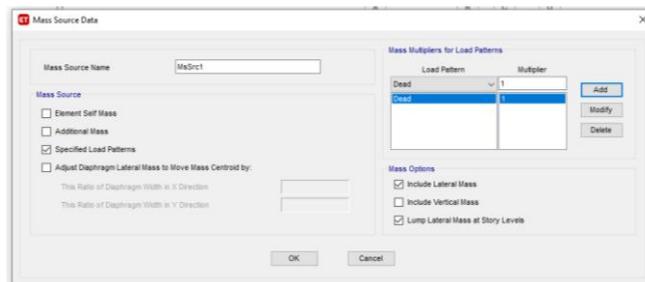
**Figura 35 Ingreso del espectro de diseño en el programa**



**Figura 36 Combinaciones de carga**

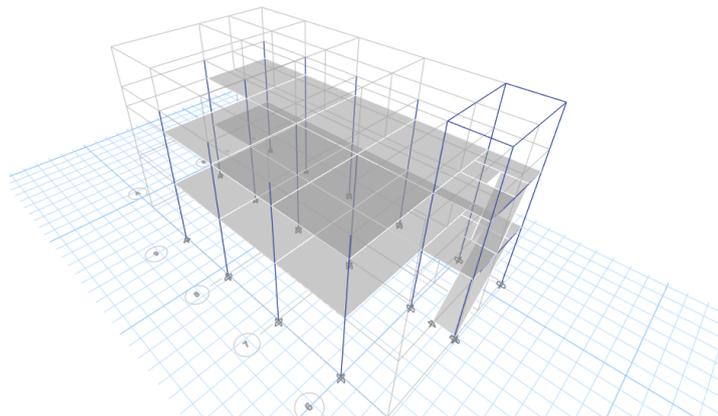


**Figura 37 Masa participativa**



Entonces se obtiene la estructura lista

**Figura 38 Estructura modelada en el Etbas**



#### 4.4. Diseño de elementos estructurales columnas y viga

La norma ecuatoriana de la construcción, establece que las dimensiones de las columnas y vigas para el piso 1 y 2 están dadas de acuerdo a la tabla que señala los requisitos mínimos en función del número de pisos con pórticos de hormigón armado y losas.

**Figura 39** Requisitos mínimos para las estructuras de dos pisos con luces de hasta 5 metros

Número de pisos de la vivienda	Elemento	Luz máxima (m)	altura total de entrepiso máxima (m)	Sección mínima base x altura (cm x cm)	Cuantía Longitudinal Mínima de acero laminado en caliente	Refuerzo de acero laminado Transversal Mínimo (estribos)
1	Columnas	4.0	2.50	20x20(a)	1%	Diámetro 8 mm @ 10 cm
	Vigas			15x20(b)	14/fy sup. 14/fy inf.	Diámetro 8 mm @ 5 en L/4 (extremos) y 10 cm (centro)
2	Columnas	4.0	2.50	Piso 1: 25x25 Piso 2: 20x20	1%	Diámetro 8 mm @ 10 cm
	Vigas			20x20 (b)	14/fy sup. 14/fy inf.	Diámetro 8 mm @ 5 en L/4 (extremos) y 10 cm (centro)

Tabla de la (NEC-SE-DS, 2015).

## 4.5. Diseño de losa

Figura 40 Diseño de losa

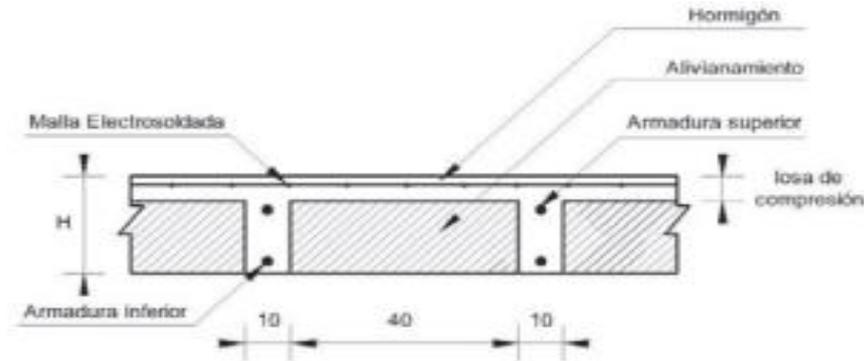


Tabla de la (NEC-SE-DS, 2015)

De acuerdo a la grafica se escoge una losa nervada en una sola direccion con una altura de 20cm, con un ancho de 10cm, con unos casetones removibles de 40 cm y un espesor minimo de losa de compresion de 5 cm.

$$V = (1 * 0.05) + (2 * 0.10 * 0.20)(1)$$

$$V = 0.09$$

$$W_{losa} = 0.09 * 2400$$

$$W_{losa} = 216kg/m^2$$

## 4.6. Cortante basal dinámico

Tabla 28 Valores para calcular el cortante basal

CORTANTE BASAL SUELO TIPO C- SANTA ELENA Z=0.5							
Coeficiente Sísmico		$C_S = \frac{I * S_a}{R * \phi_P * \phi_E}$		Cortante Basal $\rightarrow V = C_S * W$			
N	180	Z	0.5	Fa	1.18	Sa	1.062
Ct	0.055	A	0.9	ht	9.10	T	0.401
$\phi_P$	1	$\phi_E$	1	R	3	k	1
I	1	Cs	0.354			Vx	46.392

Autores: Villón Ramírez Christian

Villao Tomalá Valeria

*Tabla 29 Constante basal para el tipo de suelo c.*

<b>CORTANTE BASA, SUELO TIPO C- SANTA ELENA Z=0,5</b>							
<b>PISO</b>	$h_i$	$\omega_i$	$\omega_i * (h_i)^k$	$\frac{\omega_i * (h_i)^k}{\sum \omega_i * (h_i)^k}$	$F_i = F_X$	$V_X$	<b>0.3*Fx (Ton)</b>
<b>PISO3</b>	9.1	17.650	160.615	0.235	10.895	10.89	3.268
		0				5	
<b>PISO 2</b>	6.2	49.200	305.040	0.446	20.691	31.58	6.207
		0				6	
<b>PISO 1</b>	3.4	64.200	218.280	0.319	14.806	46.39	4.442
		0				2	
<b>WT</b>		131.05	683.935	1.000	<b>V</b>	46.00	
		00				0	

Autores: Villón Ramírez Christian

Villao Tomalá Valeria

En la siguiente tabla se podrá apreciar la distribución de fuerza lateral en dirección x, con un corte basal estático calculado y cortante dinámico obtenido del programa:

*Tabla 30 Cortante basal estático y cortante basal dinámico en sentido x*

<b>CORTANTE ESTATICO Dx</b>				
<b>PISOS</b>	<b>CARGA W</b>	<b>CORTE BASAL ESTATICO</b>	<b>80% CORTANTE ESTATICO</b>	<b>CORTANTE DINAMICO(TON )</b>
<b>2</b>	17.65	10.895	8.716	9.0624
<b>1</b>	64.20	14.806	11.845	7.772
	<b>81.85</b>	<b>25.701</b>	<b>20.561</b>	<b>16.834</b>

Autores: Villón Ramírez Christian

Villao Tomalá Valeria

**Tabla 31 Cortante basal estático y cortante basal dinámico en sentido Y**

<b>CORTANTE ESTÁTICO Dy</b>				
<b>PISOS</b>	<b>CARGA W</b>	<b>CORTE BASAL ESTÁTICO</b>	<b>80% CORTANTE ESTÁTICO</b>	<b>CORTANTE DINAMICO(TON )</b>
<b>2</b>	17.65	10.895	8.716	16.1397
<b>1</b>	64.20	14.806	11.845	13.8415
	81.85	<b>25.701</b>	20.561	<b>29.981</b>

Autores: Villón Ramírez Christian

Villao Tomalá Valeria

El valor del cortante dinámico total en la base conseguida por cualquier procedimiento de análisis dinámico, no debe ser para el caso de estructuras regulares como la de esta estructura <80% del cortante basal v obtenido por el método estático.

Por lo consiguiente, se realizar el cálculo perteneciente mediante la ecuación siguiente en donde se divide la sumatoria del cortante dinámico sobre la sumatoria del cortante estático.

En sentido X se obtiene lo siguiente:

$$\frac{\sum CD}{\sum CE} = \frac{16.834 \text{ Ton}}{25.701 \text{ Ton}} = 0.6550$$

En sentido Y se obtiene lo siguiente:

$$\frac{\sum CD}{\sum CE} = \frac{29.981 \text{ Ton}}{25.701 \text{ Ton}} = 1.1666$$

Se observa que no cumple en las direcciones tanto en “X”, “Y” con la condición mencionada anteriormente, por lo tanto, se realiza la corrección obteniendo un factor, que se procede a multiplicar por la aceleración de la gravedad que es 9.8067. En sentido X se obtiene lo siguiente:

$$Factor.correc = \frac{CD/CE}{\sum CD / \sum CE} = \frac{0.80}{0.6550 Ton} = 1.22134$$

$$Factor.correc = 1.2390 \times 9.8067 = 11.9773$$

En sentido Y se obtiene lo siguiente:

$$Factor.correc = \frac{CD/CE}{\sum CD / \sum CE} = \frac{0.80}{1.1666} = 0.686$$

$$Factor.correc = 0.686 \times 9.8067 = 6.7253$$

Lugo de haber hecho las respectivas correcciones en el programa se procede a realizar la verificación nuevamente.

**Tabla 32 Cortante Estático Dx**

<b>CORTANTE ESTATICO Dx</b>				
<b>PISOS</b>	<b>CARGA W</b>	<b>CORTE BASAL ESTATICO</b>	<b>80% CORTANTE ESTATICO</b>	<b>CORTANTE DINAMICO(TON)</b>
<b>2</b>	17.65	10.895	8.716	8.9979
<b>1</b>	64.20	14.806	11.845	7.5961
	81.85	<b>25.701</b>	20.561	<b>16.594</b>

Autores: Villón Ramírez Christian

Villao Tomalá Valeria

**Tabla 33 Cortante Estático Dy**

<b>CORTANTE ESTATICO Dy</b>				
<b>PISOS</b>	<b>CARGA W</b>	<b>CORTE BASAL ESTATICO</b>	<b>80% CORTANTE ESTATICO</b>	<b>CORTANTE DINAMICO(TON)</b>
<b>2</b>	17.65	10.895	8.716	16.2569
<b>1</b>	64.20	14.806	11.845	13.7242
	81.85	<b>25.701</b>	20.561	<b>29.981</b>

Autores: Villón Ramírez Christian

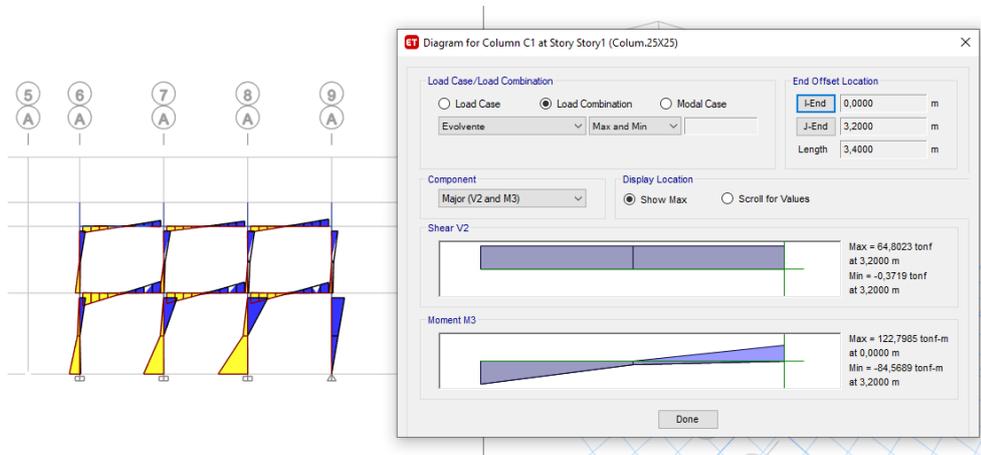
Villao Tomalá Valeria

## 4.7. Diseño de columnas

### 4.7.1. Primer piso columnas de 25 x 25cm

En la siguiente figura que se muestra se presenta el diagrama de los momentos producidos por la combinación de la equivalente, en la cual se equilibran a la columna C6 que soporta el momento máximo.

**Figura 41 Momentos máximos de la columna**



En la siguiente tabla se muestra el tipo de diseño que se ha utilizado, en este caso se utilizó el diagrama de interacción, en donde se emplea la mayor carga puntual y el mayor momento actuante de la columna.

**Tabla 34 Momentos de carga puntual en columnas.**

Momentos y Cargas P en columnas					
Story	Column	Load Case/Combo	Station M	P tonf	M3 tonf-m
Story1	C6	Dead	0	-5,007	-0,2373
Story1	C6	Dead	1,6	-5,007	0,1318
Story1	C6	Dead	3,2	-5,007	0,501
Story1	C6	Live	0	-3,641	-0,0539
Story1	C6	Live	1,6	-3,641	0,036
Story1	C6	Live	3,2	-3,641	0,1258
Story1	C6	Peso Propio	0	-5,7899	-0,0138
Story1	C6	Peso Propio	1,6	-5,5499	0,064
Story1	C6	Peso Propio	3,2	-5,3099	0,1419
Story1	C6	Ex	0	43,9159	4,0989
Story1	C6	Ex	1,6	43,9159	13,902
Story1	C6	Ex	3,2	43,9159	-56,2949
Story1	C6	Ey	0	0,0921	14,2875

Story1	C6	Ey	1,6	0,0921	2,1123
Story1	C6	Ey	3,2	0,0921	-10,0629
Story1	C6	1.2D+1.6L	0	-11,834	-0,3711
Story1	C6	1.2D+1.6L	1,6	-11,834	0,2157
Story1	C6	1.2D+1.6L	3,2	-11,834	0,8025
Story1	C6	1,2D+L+Ex	0	34,2665	3,7602
Story1	C6	1,2D+L+Ex	1,6	34,2665	14,0962
Story1	C6	1,2D+L+Ex	3,2	34,2665	-5,5678
Story1	C6	1,2D+L+Ey	0	-9,5573	13,9488
Story1	C6	1,2D+L+Ey	1,6	-9,5573	2,3065
Story1	C6	1,2D+L+Ey	3,2	-9,5573	-9,3359
Story1	C6	1,4D	0	-7,0098	-0,3323
Story1	C6	1,4D	1,6	-7,0098	0,1846
Story1	C6	1,4D	3,2	-7,0098	0,7014
Story1	C6	0,9D+Ey	0	-4,4142	14,0739
Story1	C6	0,9D+Ey	1,6	-4,4142	2,2309
Story1	C6	0,9D+Ey	3,2	-4,4142	-9,612
Story1	C6	0,9D+Ex	0	39,4096	3,8853
Story1	C6	0,9D+Ex	1,6	39,4096	14,0207
Story1	C6	0,9D+Ex	3,2	39,4096	-5,8439
Story1	C6	Evolvente	0	39,4096	3,8853
Story1	C6	Evolvente	1,6	39,4096	14,0962
Story1	C6	Evolvente	3,2	39,4096	0,8025
Story1	C6	Evolvente	0	-11,834	-0,3711
Story1	C6	Evolvente	1,6	-11,834	0,1846
Story1	C6	Evolvente	3,2	-11,834	-55,8439

Fuente: Programa Etabs

Después que se han obtenido los siguientes datos procedemos a diseñar:

$$Pu = 43.9159 \text{ Ton}$$

$$Pu = 43915.9 \text{ Kg}$$

$$Mu = 14.2875 \text{ Ton}$$

$$b = 25 \text{ cm}$$

$$Mu = 1428750 \text{ Kg}$$

$$h = 25 \text{ cm}$$

$$Fy = 4200 \text{ Kg/Cm}^2$$

$$d = 25 - 5 = 20 \text{ cm}$$

$$FR = 0.8(\text{con confinamiento})$$

$$r = 5$$

$$F'c = 210 \text{ Kg/Cm}^2$$

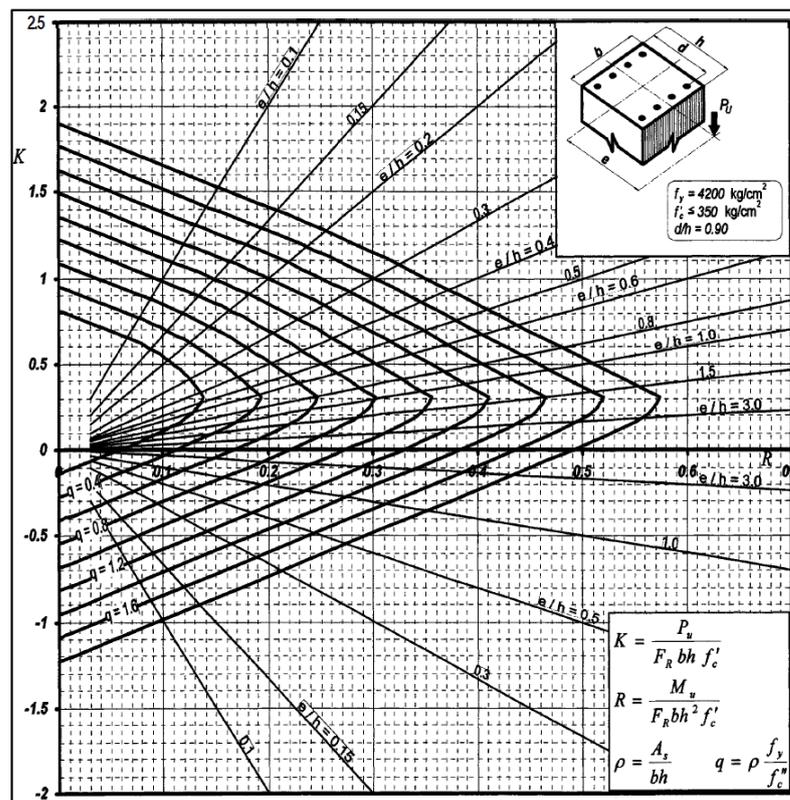
$$d/h = 0.8$$

Calculamos los valores de K y R

$$K = \frac{P_u}{F_R * b * h * f'_c} = \frac{43915.9}{0.8 * 25 * 25 * 210} = 0.4182 = 0.42$$

$$R = \frac{P_u}{F_R * b * h^2 * f'_c} = \frac{1428750}{0.8 * 25 * 25^2 * 210} = 0.5443 = 0.54$$

**Figura 42 Diagrama de interacción para diseño de columnas**



Nota: obtenida de Gonzales cueva y robles Fernández (2002)

Para este diseño de las columnas se utilizó el diagrama de interacción en donde se verifica que se debe de poseer para este tipo de estructura con un  $F_y = 4200 \text{ Kg/Cm}^2$  y, un  $F'_c \leq 350 \text{ Kg/Cm}^2$  y se está empleando un  $F'_c = 210 \text{ Kg/Cm}^2$  con una relación de peralte y la altura  $d/h = 0.90$

Realizando el diagrama de interacción se relacionan los valores de K y R se consigue un  $q = 0.7$ , Ese valor nos ayudara hallar el valor de la cuantía, empleando la siguiente formula:

$$\rho = q * \frac{f'c}{f_y} = 0.7 * \frac{142.8}{4200} = 0.0238$$

En el código de ACI nos indica que su cuantía mínima requerida debe estar entre el rango de 1% y 6%. Por lo que se puede acertar que la cuantía que hemos calculado si CUMPLE con lo establecido en el código ACI.

Luego procedemos a calcular el área del acero mediante la siguiente formula:

$$A_{s \text{ diseño}} = \rho * b * h = 0.0238 * 25 * 25 = 14.88 \text{ cm}^2$$

Las varillas que nos recomienda la norma para el armado de la columna son varillas 8 con un diámetro de 16mm

$$A_{s \text{ real}} = 8 * 2.01 = 16.08 \text{ cm}^2$$

Ese valor lo transformamos a cuantía y nos da un valor de:

$$\rho = \frac{A_s}{b * h} = \frac{16.08}{25 * 25} = 0.0257$$

En la norma del ACI nos indica que debe para cumplir el acero real tiene que ser mayor o igual al acero requerido

$$A_{s \text{ real}} \geq A_{s \text{ diseño}}$$

$$18.08 \text{ Cm}^2 \geq 14.88 \text{ cm}^2$$

Además, nos indica que la separación entre varillas en los ejes, no debe ser menor a 5cm ni sobrepasar los 15 cm con la siguiente formula:

$$S = \frac{(h - (2r) - (\#varillas * diametro \text{ de } varilla))}{\# \text{ espacios entre varillas}}$$

$$sh = \frac{(25 - (2 * 5) - (3 * 10))}{2} = 6 \text{ cm} \quad \text{CUMPLE}$$

$$sh = \frac{(25 - (2 * 5) - (3 * 10))}{2} = 6 \text{ cm} \quad \text{CUMPLE}$$

Se puede observar que el espaciamiento si cumple de acuerdo al diámetro de varillas, pero en este caso el acero no.

#### 4.7.2. Acero transversal.

Luego de que hemos hallado las secciones detalladas anteriormente se procede a calcular el acero trasversal para la columna

Datos

$$r = 5 \text{ cm}$$

$$\emptyset_{db} = 16 \text{ cm}$$

$$\emptyset_{sh} =$$

En la zona de confinamiento la longitud será

$$L_o = h_{c1} = 25 \text{ cm}$$

$$L_o = h_{c2} = 25 \text{ cm}$$

$$L_o = \frac{l_c}{6} = \frac{350}{6} = 58.33 \text{ cm}$$

$$L_o = 58.33 \text{ cm} \Rightarrow \text{"Controla"}$$

En la zona de confinamiento el espaciamiento entre estribo será

$$S_1 = \frac{h_{c1}}{4} = \frac{25}{4} = 6.25 \text{ cm}$$

$$S_1 = 6_{db} = 6 * 1 = 6 \text{ cm}$$

$$S_1 = S_o = 10 + \frac{35 - h_x}{3} = 10 * \frac{35 - 15}{3} = 17 \text{ cm}$$

$$\text{Se acoge como moderado } S_1 = 10 \text{ cm} \Rightarrow \text{"Controla"}$$

En la zona de confinamiento el espaciamiento entre estribo fuera será

$$S_2 = 6_{db} = 6 * 1 = 6 \text{ cm}$$

$$S_2 = 15 \text{ cm}$$

$$\text{Se acoge para mayor facilidad de trabajo } S_2 = 10 \text{ cm} \Rightarrow \text{"Controla"}$$

Diseñar por confinamiento

$$A_{ch} = 15 * 15 = 225 \text{ cm}^2$$

$$A_g = 25 * 25 = 625 \text{ cm}^2$$

$$A_{sh} = 0.3 \left( \frac{A_g}{A_{ch}} - 1 \right) \frac{f'c}{F_y}$$

$$A_{sh} = 0.3 \left( \frac{625}{225} - 1 \right) \frac{210}{4200} = 0.026667 \Rightarrow \text{"Controla"}$$

$$A_{sh} = 0.09 \left( \frac{f'c}{F_y} \right)$$

$$A_{sh} = \left( \frac{210}{4200} \right) = 0.0045$$

$$b_{C1} = h - 2r \Rightarrow 25 - 2(5) = 15 \text{ cm}$$

$$b_{C2} = h - 2r \Rightarrow 25 - 2(5) = 15 \text{ cm}$$

$$A_{sh} * b_{C1} = 0.027 * 15 = 0.40 \text{ cm}$$

$$A_{sh} * b_{C2} = 0.027 * 15 = 0.40 \text{ cm}$$

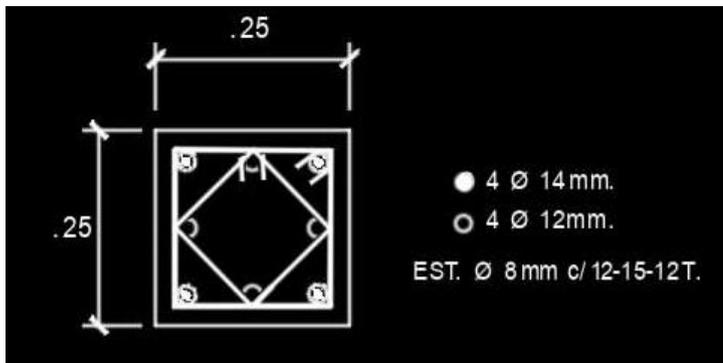
$$A_{sh \text{ requerido}} = A_{sh} * s \Rightarrow 0.40 * 10 = 4.00 \text{ cm}^2$$

$$A_{sh \text{ provisto}} = \# \text{ ramas} * \text{area} = 4 * 1.13 \text{ cm}^2 \Rightarrow 4.52 \text{ cm}^2$$

Entonces tenemos:

$$A_{sh \text{ provisto}} \geq A_{sh \text{ requerido}} \rightarrow 4.52 \text{ cm}^2 \geq 4.00 \text{ cm}^2 \text{ "Cumple"}$$

**Figura 43 Sección de la columna**



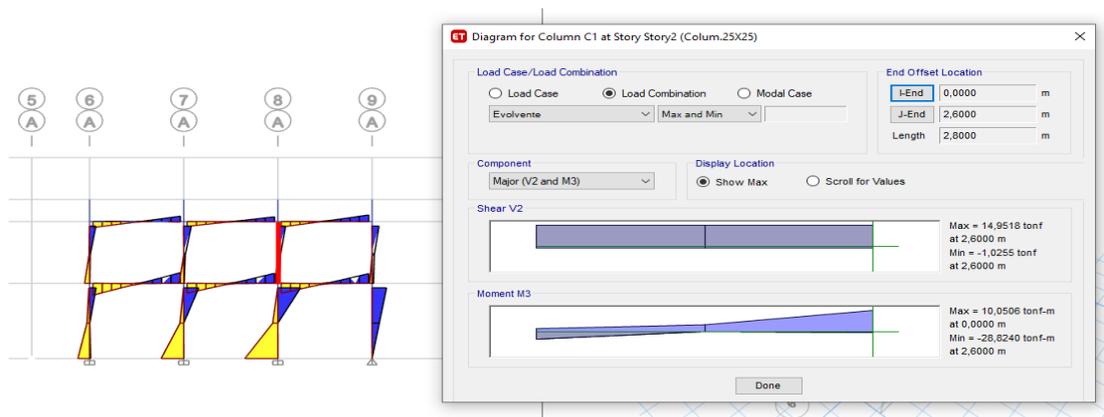
Autores: Villón Ramírez Christian

Villao Tomalá Valeria

### 4.7.3. Segundo piso columna de 25 x 25 cm

En la siguiente figura se presenta el diagrama de los momentos producidos por la combinación de la equivalente, en la cual se equilibran a la columna C6 que soporta el momento máximo.

**Figura 44 Momentos máximos de la columna**



En la siguiente tabla se muestra el tipo de diseño que se ha utilizado, en este caso se utilizó el diagrama de interacción, en donde se emplea la mayor carga puntual y el mayor momento actuante de la columna.

**Tabla 35 Momentos de carga puntual en columnas**

<b>Momentos y Cargas P en columnas</b>					
<b>Story</b>	<b>Column</b>	<b>Load Case/Combo</b>	<b>Station M</b>	<b>P tonf</b>	<b>M3 tonf-m</b>
Story2	C6	Dead	0	-0,7651	-0,7557
Story2	C6	Dead	1,3	-0,7651	-0,2165
Story2	C6	Dead	2,6	-0,7651	0,3228
Story2	C6	Live	0	-2,1859	-0,4099
Story2	C6	Live	1,3	-2,1859	0,0405
Story2	C6	Live	2,6	-2,1859	0,4909
Story2	C6	Peso Propio	0	-2,9294	-0,5459
Story2	C6	Peso Propio	1,3	-2,7344	-0,0164
Story2	C6	Peso Propio	2,6	-2,5394	0,5132
Story2	C6	Ex	0	13,4929	17,7106
Story2	C6	Ex	1,3	13,4929	-5,3568
Story2	C6	Ex	2,6	13,4929	-28,4242
Story2	C6	Ey	0	-1,2794	1,0042
Story2	C6	Ey	1,3	-1,2794	-1,0091
Story2	C6	Ey	2,6	-1,2794	-3,0223
Story2	C6	1.2D+1.6L	0	-4,4156	-1,5627
Story2	C6	1.2D+1.6L	1,3	-4,4156	-0,1949
Story2	C6	1.2D+1.6L	2,6	-4,4156	1,1728
Story2	C6	1,2D+L+Ex	0	10,3888	16,3939
Story2	C6	1,2D+L+Ex	1,3	10,3888	-5,576
Story2	C6	1,2D+L+Ex	2,6	10,3888	-27,546
Story2	C6	1,2D+L+Ey	0	-4,3835	-0,3125
Story2	C6	1,2D+L+Ey	1,3	-4,3835	-1,2283
Story2	C6	1,2D+L+Ey	2,6	-4,3835	-2,1441
Story2	C6	1,4D	0	-1,0712	-1,058
Story2	C6	1,4D	1,3	-1,0712	-0,303
Story2	C6	1,4D	2,6	-1,0712	0,4519
Story2	C6	0,9D+Ey	0	-1,968	0,324
Story2	C6	0,9D+Ey	1,3	-1,968	-1,2039
Story2	C6	0,9D+Ey	2,6	-1,968	-2,7318
Story2	C6	0,9D+Ex	0	12,8043	17,0305
Story2	C6	0,9D+Ex	1,3	12,8043	-5,5516

<b>Story2</b>	C6	0,9D+Ex	2,6	12,8043	-28,1337
<b>Story2</b>	C6	Evolvente	0	12,8043	17,0305
<b>Story2</b>	C6	Evolvente	1,3	12,8043	-0,1949
<b>Story2</b>	C6	Evolvente	2,6	12,8043	1,1728
<b>Story2</b>	C6	Evolvente	0	-4,4156	-1,5627
<b>Story2</b>	C6	Evolvente	1,3	-4,4156	-5,576
<b>Story2</b>	C6	Evolvente	2,6	-4,4156	-28,1337

Fuente: programa Etabs

Después que se han obtenido los siguientes datos procedemos a diseñar:

$$P_u = 13.4929 \text{ Ton}$$

$$P_u = 13492.9 \text{ Kg}$$

$$M_u = 17.7106 \text{ Ton}$$

$$b = 25 \text{ cm}$$

$$M_u = 1771060 \text{ Kg}$$

$$h = 25 \text{ cm}$$

$$F_y = 4200 \text{ Kg/Cm}^2$$

$$d = 25 - 5 = 20 \text{ cm}$$

$$F_R = 0.8 (\text{con confinamiento})$$

$$r = 5$$

$$F'_c = 210 \text{ Kg/Cm}^2$$

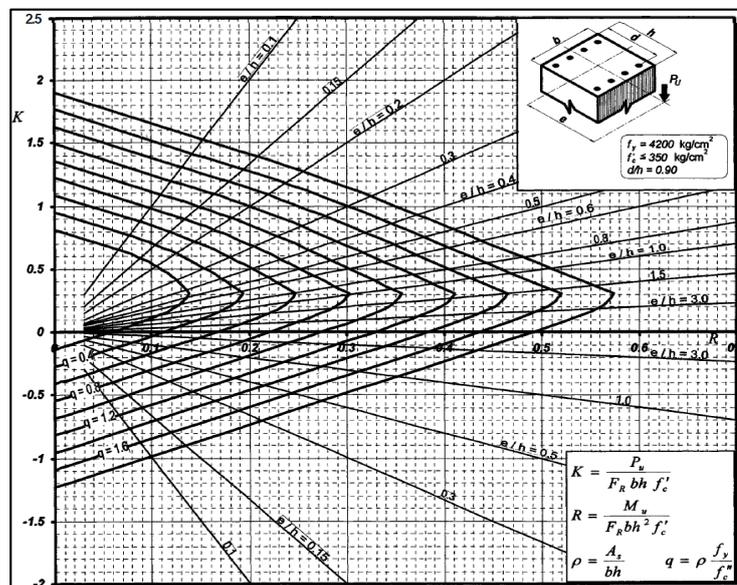
$$d/h = 0.8$$

Calculamos los valores de K y R

$$K = \frac{P_u}{F_R * b * h * f'_c} = \frac{13492.9}{0.8 * 25 * 25 * 210} = 0.1285 = 0.13$$

$$R = \frac{P_u}{F_R * b * h^2 * f'_c} = \frac{1771060}{0.8 * 25 * 25^2 * 210} = 0.6747 = 0.67$$

**Figura 45 Diagrama de interacción para diseño de columnas**



Nota: obtenida de Gonzales cueva y robles Fernández (2002)

Para este diseño de las columnas se utilizó el diagrama de interacción en donde se verifica que se debe de poseer para este tipo de estructura con un  $F_y = 4200 \text{ Kg/Cm}^2$  y, un  $F'_c \leq 350 \text{ Kg/Cm}^2$  y se está empleando un  $F'_c = 210 \text{ Kg/Cm}^2$  con una relación de peralte y la altura  $d/h = 0.90$

Realizando el diagrama de interacción podemos relacionar los valores de K y R se consigue un  $q = 0.7$ , Ese valor nos ayudara hallar el valor de la cuantía, empleando la siguiente formula:

$$\rho = q * \frac{f'_c}{f_y} = 0.7 * \frac{142.8}{4200} = 0.0238$$

En el código de ACI indica que su cuantía mínima requerida debe estar entre el rango de 1% y 6%. Por lo que se puede acertar que la cuantía que hemos calculado si CUMPLE con los establecidos en el código ACI.

Luego procedemos a calcular el área del acero mediante la siguiente formula:

$$A_{s \text{ diseño}} = \rho * b * h = 0.0238 * 25 * 25 = 14.88 \text{ cm}^2$$

Las varillas que nos recomienda la norma para el armado de la columna son varillas 8 con un diámetro de 16mm

$$A_{s \text{ real}} = 8 * 2.01 = 16.08 \text{ cm}^2$$

Ese valor lo transformamos a cuantía y nos da un valor de:

$$\rho = \frac{A_s}{b * h} = \frac{16.08}{25 * 25} = 0.0257$$

En la norma del ACI nos indica que debe para cumplir el acero real tiene que se mayor o igual al acero requerido

$$A_{s \text{ real}} \geq A_{s \text{ diseño}}$$

$$18.08 \text{ Cm}^2 \geq 14.88 \text{ cm}^2$$

Además, nos indica que la separación entre varillas en los ejes, no debe ser menor a 5cm ni sobrepasar los 15 cm con la siguiente formula:

$$S = \frac{(h - (2r) - (\#varillas * diametro \text{ de } varilla))}{\# \text{ espacios entre varillas}}$$

$$sh = \frac{(25 - (2 * 5) - (3 * 10))}{2} = 6 \text{ cm} \quad \text{CUMPLE}$$

$$sh = \frac{(25 - (2 * 5) - (3 * 10))}{2} = 6 \text{ cm} \quad \text{CUMPLE}$$

Se puede observar que el espaciamiento si cumple de acuerdo al diámetro de varillas, pero en este caso el acero no.

#### **4.7.4. Acero transversal.**

Luego de que hemos hallado las secciones detalladas anteriormente se procede a calcular el acero trasversal para la columna

Datos

$$r = 5 \text{ cm}$$

$$\emptyset_{db} = 16 \text{ cm}$$

$$\emptyset_{sh} =$$

En la zona de confinamiento la longitud será

$$L_o = h_{c1} = 25 \text{ cm}$$

$$L_o = h_{c2} = 25 \text{ cm}$$

$$L_o = \frac{l_c}{6} = \frac{350}{6} = 58.33 \text{ cm}$$

$$L_o = 58.33 \text{ cm} \Rightarrow \text{"Controla"}$$

En la zona de confinamiento el espaciamiento entre estribo será:

$$S_1 = \frac{h_{c1}}{4} = \frac{25}{4} = 6.25 \text{ cm}$$

$$S_1 = 6_{db} = 6 * 1 = 6 \text{ cm}$$

$$S_1 = S_o = 10 + \frac{35 - h_x}{3} = 10 * \frac{35 - 15}{3} = 17 \text{ cm}$$

Se acoge como moderado  $S_1 = 10 \text{ cm} \Rightarrow \text{"Controla"}$

En la zona de confinamiento el espaciamiento entre estribo fuera será:

$$S_2 = 6_{db} = 6 * 1 = 6 \text{ cm}$$

$$S_2 = 15 \text{ cm}$$

Se acoge para mayor facilidad de trabajo  $S_2 = 10 \text{ cm} \Rightarrow$  **"Controla"**

Diseñar por confinamiento

$$A_{ch} = 15 * 15 = 225 \text{ cm}^2$$

$$A_g = 25 * 25 = 625 \text{ cm}^2$$

$$A_{sh} = 0.3 \left( \frac{A_g}{A_{ch}} - 1 \right) \frac{f'c}{F_y}$$

$$A_{sh} = 0.3 \left( \frac{625}{225} - 1 \right) \frac{210}{4200} = 0.026667 \Rightarrow \text{"Controla"}$$

$$A_{sh} = 0.09 \left( \frac{f'c}{F_y} \right)$$

$$A_{sh} = \left( \frac{210}{4200} \right) = 0.0045$$

$$b_{c1} = h - 2r \Rightarrow 25 - 2(5) = 15 \text{ cm}$$

$$b_{c2} = h - 2r \Rightarrow 25 - 2(5) = 15 \text{ cm}$$

$$A_{sh} * b_{c1} = 0.027 * 15 = 0.40 \text{ cm}$$

$$A_{sh} * b_{c2} = 0.027 * 15 = 0.40 \text{ cm}$$

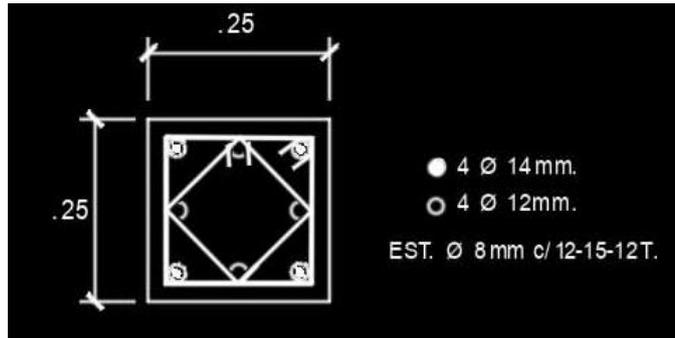
$$A_{sh \text{ requerido}} = A_{sh} * s \Rightarrow 0.40 * 10 = 4.00 \text{ cm}^2$$

$$A_{sh \text{ provisto}} = \# \text{ ramas} * \text{ area} = 4 * 1.13 \text{ cm}^2 \Rightarrow 4.52 \text{ cm}^2$$

Entonces tenemos:

$$A_{sh \text{ provisto}} \geq A_{sh \text{ requerido}} \rightarrow 4.52 \text{ cm}^2 \geq 4.00 \text{ cm}^2 \text{ "Cumple"}$$

**Figura 46 Sección de la columna**

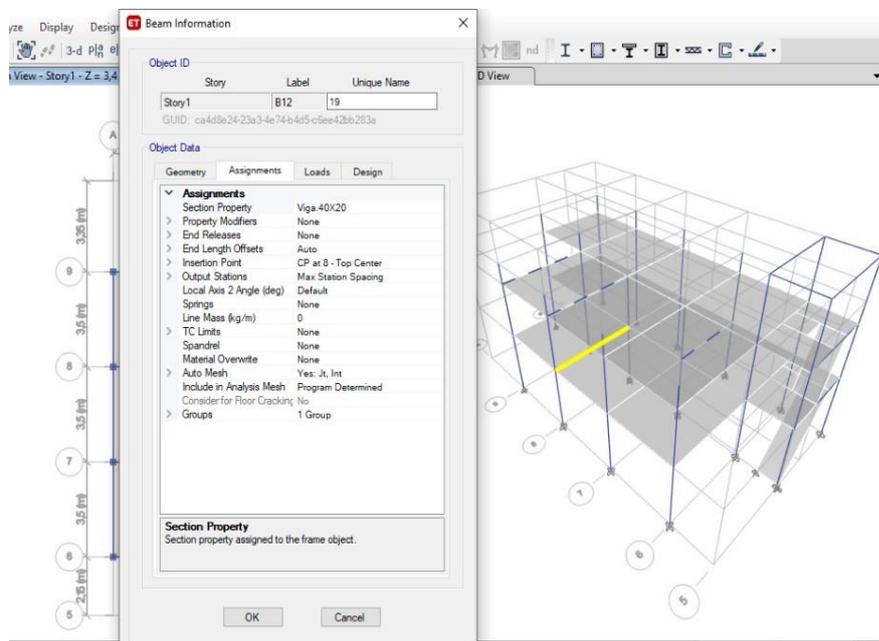


Autores: Villón Ramírez Christian

Villao Tomalá Valeria

### 4.8. Diseño de vigas

**Figura 47 Diseño de vigas**



Determinadas las cuantías de acero longitudinal que requiere la viga, en este caso se utilizaran las siguientes fórmulas que están establecidas en la norma.

$$A_{S_{min}} = \frac{\sqrt{F'c}}{4 * Fy} * bw * d$$

$$A_{S_{min}} = \frac{4 * \sqrt{210 \text{ kg/cm}^2}}{5 * 4200 \text{ kg/cm}^2} * 25 \text{ cm} * 25 \text{ cm}$$

$$A_{S_{min}} = 1.7 \text{ cm}^2$$

$$A_{s_{min}} = \frac{14}{F_y} * bw * d$$

$$A_{s_{min}} \frac{14}{4200kg/cm^2} * 25cm * 25cm$$

$$A_{s_{min}} = 2.08 cm^2$$

Entonces en este caso se escoge el valor mayor de las 2 ecuaciones halladas  $A_{s_{min}} = 2.08 cm^2$

Luego hallar la cuantía máxima permisible usando las fórmulas siguientes:

$$\rho = \frac{0.85 * f'c}{fy} * \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2 * R_n}{0.85 * f'c}} \right)$$

$$A_s = \rho * b * d$$

Este debe cumplir con  $A_s > A_{s_{min}}$

**Tabla 36 Verificación con  $A_s > A_{s_{min}}$**

TRAMO	Tramo 1		Tramo 2		Tramo 3	
	$\rho$	$A_s cm^2$	$\rho$	$A_s cm^2$	$\rho$	$A_s cm^2$
<b>Superior</b>	0.012768	7.98	0.01296	8.10125	0.010241	6.400625
			2			
<b>Inferior</b>	0.003364	2.1025	0.00728	4.553125	0.006166	3.85375
			5			
<b><math>A_s</math></b>	<b>“ cumple”</b>		<b>“ cumple”</b>		<b>“ cumple”</b>	
<b><math>&gt; A_{s_{min}}</math></b>						

Autores: Villón Ramírez Christian

Villao Tomalá Valeria

## 4.9. Control de derivas

En el diseño se deben examinar las deformaciones respectivas de entrepiso o derivas, en las cuales esta provoca daños en los elementos estructurales. Este control de derivas se realiza calculando a partir de análisis elástico, a las derivas inelásticas y luego comparándolas con las derivas límites permisibles Para este control de derivas se procede a realizar lo siguiente:

Con un factor de reducción  $R=3$ , se procede a calcular una vez obtenidos los desplazamientos del programa etbas.

**Tabla 37 Derivas de piso en dirección X**

<b>DERIVAS DE PISO EN X</b>					
<b>Story</b>	<b>U<sub>x</sub> (m)</b>	<b>U<sub>y</sub> (m)</b>	<b><math>\Delta_E</math></b>	<b><math>\Delta_M</math></b>	<b><math>\Delta_{MAX} &lt; 0,02</math></b>
<b>CUBIERTA</b>	-0.000293	0.00339	0.000113	0.000254	<b>“CUMPLE”</b>
<b>PISO 2</b>	3.46E-05	0.000594	0.000006	0.000013	<b>“CUMPLE”</b>
<b>PISO 1</b>	0.000003	0.000073	0.000001	0.000002	<b>“CUMPLE”</b>

Autores: Villón Ramírez Christian  
Villao Tomalá Valeria

**Tabla 38 Derivas de piso en dirección Y**

<b>DERIVAS DE PISO EN X</b>					
<b>Story</b>	<b>U<sub>x</sub> (m)</b>	<b>U<sub>y</sub> (m)</b>	<b><math>\Delta_E</math></b>	<b><math>\Delta_M</math></b>	<b><math>\Delta_{MAX} &lt; 0,02</math></b>
<b>CUBIERTA</b>	- 0.000293	0.00339	0.000964	0.002169	<b>“CUMPLE”</b>
<b>PISO 2</b>	3.46E-05	0.000594	0.000096	0.000216	<b>“CUMPLE”</b>
<b>PISO 1</b>	0.000003	0.000073	0.000021	0.000048	<b>“CUMPLE”</b>

Autores: Villón Ramírez Christian  
Villao Tomalá Valeria

#### **4.10. Irregularidad torsional**

**Tabla 39 Irregularidad torsional en sentido x**

Story	Ux	Uy	U	Deriva elástica m/m	Valor Max	Torsión Excesiv a	Torsión < 1.2
Story 3	868.203	426.312	967.222	-0.2050	-0.20504	0.97985	CUMPLE
Story 3	867.133	-211.467	892.545	-0.2134		7	
Story 2	324,004	414,58	526.172	-0.0449	-0.02238	0.66496	CUMPLE
Story 2	323,629	87,302	335.197	-0.0223			
Story 1	564,955	311,92	645.347	-0.0476	-0.0476	0.24419	CUMPLE
Story 1	1167,99	414,53	1239.37	-0.3427			
	5						

Autores: Villón Ramírez Christian

Villao Tomalá Valeria

**Tabla 40 Irregularidad torsional en sentido y**

Story	Ux mm	Uy mm	U	Deriva elástica	Valor Max	Torsión Excesiv a	Torsión < 1.2
Story 3	75019	594,348	75021.3	-25.6520	0.14219	-0.01114	CUMPLE
Story 3	89,902	145,64	171.153	0.14218			
Story 2	-3,815	564,57	564.582	-0.0388	-0.03884	0.51560	CUMPLE
Story 2	-3,437	479,315	479.327	-0.1118			
Story 1	106,4	344,124	360.197	0.0601	0.06011	1.16747	CUMPLE
Story 1	166,079	198,613	258.900	0.0428			

Autores: Villón Ramírez Christian

Villao Tomalá Valeria

#### 4.11. Control de efecto P-Δ o índice de estabilidad

Los efectos de P-Δ pertenecen a los efectos agregados a los de primer orden de análisis y se deben examinar en las dos direcciones primordiales de la estructura, estos son causado por los efectos de segundo orden que se calculan sobre la geometría deformada de la estructura por las cargas del análisis del primer orden y que producen un incremento en las fuerzas internas, momentos y las derivas de las estructuras.

$$Q_i = \frac{P_i \Delta E_i}{V_{xi} h_i}$$

Se procede a calcular el análisis de los índices de estabilidad en dirección X, dirección Y tan cómo se muestran en la siguiente tabla.

**Tabla 41 Índice de estabilidad en dirección X**

Story	Ux (m)	Uy (m)	ΔT	ΔE/H	Q	Qi < 0.3
<b>CUBIERT</b>	0.353256	-	-0.444108	-	-	<b>CUMPL</b>
<b>A</b>		0.215638		0.153140	1.59372	<b>E</b>
<b>PISO 2</b>	0.833408	-	0.368613	0.131647	-	<b>CUMPL</b>
		0.203863			0.05770	<b>E</b>
<b>PISO 3</b>	0.376878	0.312158	0.489366	0.143931	-	<b>CUMPL</b>
					0.03333	<b>E</b>

Autores: Villón Ramírez Christian

Villao Tomalá Valeria

**Tabla 42 Índice de estabilidad en dirección y**

Story	Ux (m)	Uy (m)	ΔT (m)	ΔE/H	Q	Qi < 0.3
<b>CUBIERT</b>	0.147788	0.672303	0.037196	0.012826	-	<b>CUMPL</b>
<b>A</b>					0.04451	<b>E</b>
<b>PISO 2</b>	0.146256	0.634521	0.248457	0.088734	-	<b>CUMPL</b>
					0.03889	<b>E</b>

<b>PISO 3</b>	0.018424	0.40228	0.402701	0.118441	-	<b>CUMPL</b>
					0.02743	<b>E</b>

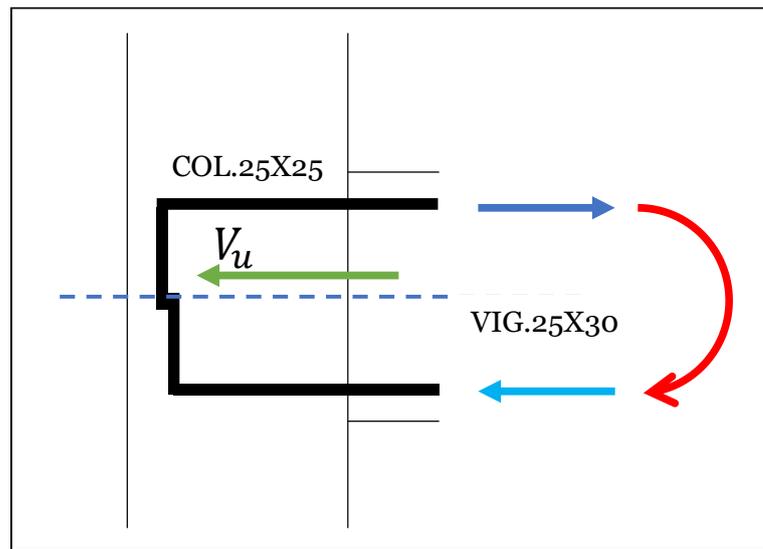
Autores: Villón Ramírez Christian

Villao Tomalá Valeria

#### 4.12. Conexión viga-columna

Conexión Exterior –primer piso

**Figura 48 Conexión viga columna parte exterior**



Autores: Villón Ramírez Christian

Villao Tomalá Valeria

Datos del nodo interior

$$F'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$$

$$d_{vig} = 35 \text{ cm}$$

$$Fy = 4200 \text{ Kg/cm}^2$$

$$L_{col} = 3.4\text{m} \Rightarrow 340\text{cm}$$

$$H_{col} = 25 \text{ cm}$$

$$\Phi = 0.75$$

$$B_{col} = 25 \text{ cm}$$

$$\# \text{ varillas} = 5 \text{ superior}$$

$$H_{vig} = 30 \text{ cm}$$

$$\# \text{ varillas} = 3 \text{ inferior}$$

$$B_{vig} = 25 \text{ cm}$$

$$As_{sup} = 7.34\text{cm}^2$$

$$r = 5 \text{ cm}$$

$$As_{inf} = 1.32 \text{ cm}^2$$

$$\Phi = 0.90$$

$$b_w = \frac{3}{4} b_{col} \Rightarrow \frac{3}{4} * 25 = 18.75$$

$$40 = 18.75 \text{ "NO CUMPLE"}$$

Para calcular Tensión tenemos la siguiente formula

$$T = 1.25 * A_s * f_y$$

$$T = 1.25 * 7.659 * 4200 = 40398,75 \text{ kg}$$

$$\alpha = \frac{T}{0.85 * f_c * b_{viga}}$$

$$\alpha = \frac{40398,75}{0.85 * 210 * 25} = 9,053 \text{ cm}$$

$$M_{pr} = T * \left( d - \frac{\alpha}{2} \right)$$

$$M_{pr} = 40398,75 * \left( 25 - \frac{9,053}{2} \right) = 827105,0 \text{ Kg} - \text{cm}$$

$$V_{col} = \frac{M_{pr}}{l_n}$$

$$V_{col} = \frac{827105,0}{340} = 2432,66 \text{ Kg}$$

Hallado el cortante equivalente mediante la siguiente formula

$$V_u = T_1 - V_{col}$$

$$V_u = 40398,75 - 2432,66 = 37966,09 \text{ Kg}$$

$$b_j = \frac{b_{col} + b_{viga}}{2}$$

$$b_j = \frac{25 + 25}{2} = 25 \text{ cm}$$

$$b_j \leq b_{viga} + h_{col}$$

$$25 \leq 50 \text{ " CUMPLE"}$$

$$A_j = b_j * h_{col}$$

$$A_j = 25 * 25 = 625 \text{ m}^2$$

Calculada la Resistencia nominal de dicho nodo que es:

$$V_n = 5,3 * \lambda * \sqrt{f_c} * A_j$$

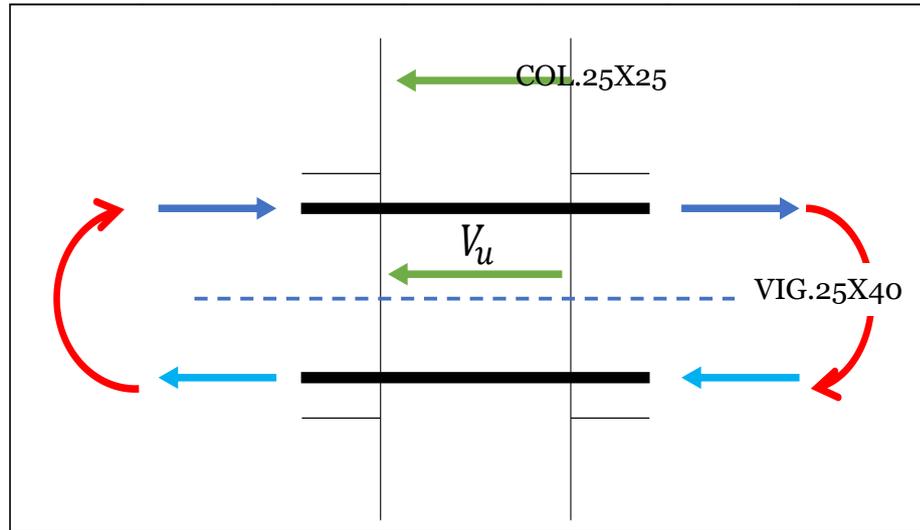
$$V_n = 5.3 * 1 * \sqrt{210} * 625 = 48002,69Kg$$

La Resistencia de diseño para cortante en los nudos viga columna debe cumplir

$$\phi V_n \geq V_u$$

$$40802,28 \geq 37966,09 \text{ "CUMPLE"}$$

**Figura 49 Conexión viga-columna parte interior**



Autores: Villón Ramírez Christian

Villao Tomalá Valeria

Datos del nodo interior

$$F'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$$

$$Fy = 4200 \text{ Kg/cm}^2$$

$$H_{col} = 25 \text{ cm}$$

$$B_{col} = 25 \text{ cm}$$

$$H_{vig} = 40 \text{ cm}$$

$$B_{vig} = 30 \text{ cm}$$

$$r = 5 \text{ cm}$$

$$b_w = \frac{3}{4} b_{col} \Rightarrow \frac{3}{4} * 25 = 18.75$$

$$40 = 18.75 \text{ "NO CUMPLE"}$$

$$d_{vig} = 35 \text{ cm}$$

$$L_{col} = 3.4m \Rightarrow 340cm$$

$$\Phi = 0.9\text{-cortante}$$

$$\# \text{ varillas} = 4 \text{ superior}$$

$$\# \text{ varillas} = 4 \text{ inferior}$$

$$A_{S_{sup}} = 9.43 \text{ cm}^2$$

$$A_{S_{inf}} = 2.26 \text{ cm}^2$$

$$\Phi = 0.85$$

Para calcular Tensión tenemos la siguiente formula

$$T = 1.25 * A_s * f_y$$

$$T_1 = 1.25 * 9.43 * 4200 = 49486,50 \text{ kg}$$

$$T_2 = 1.25 * 2.26 * 210 = 593.78 \text{ kg}$$

$$\alpha = \frac{T}{0.85 * f_c * b_{viga}}$$

$$\alpha_1 = \frac{49486,50}{0.85 * 210 * 30} = 9.241 \text{ cm}$$

$$\alpha_2 = \frac{593,78}{0.85 * 210 * 30} = 0,111 \text{ cm}$$

$$M_{pr} = T * \left( d - \frac{\alpha}{2} \right)$$

$$M_{pr1} = 49486,50 * \left( 35 - \frac{9,241}{2} \right) = 1503370,8 \text{ Kg} - \text{cm}$$

$$M_{pr2} = 593,78 * \left( 35 - \frac{0,111}{2} \right) = 20749,21 \text{ Kg} - \text{cm}$$

$$V_{col} = \frac{M_{pr}}{l_n}$$

$$V_{col} = \frac{1503370,8 + 20749,21}{340} = 4482,71 \text{ Kg}$$

Hallado el cortante equivalente mediante la siguiente formula

$$V_u = T_1 - V_{col}$$

$$V_u = 49486,50 + 593,78 - 4482,71 = 45597,57 \text{ Kg}$$

$$b_j = \frac{b_{col} + b_{viga}}{2}$$

$$b_j = \frac{25 + 30}{2} = 28 \text{ cm}$$

$$b_j \leq b_{viga} + h_{col}$$

$$28 \leq 55 \text{ " CUMPLE"}$$

$$A_j = b_j * h_{col}.$$

$$A_j = 28 * 25 = 700 \text{ cm}^2$$

Calculada la Resistencia nominal de dicho nodo que es:

$$V_n = 5,3 * \lambda * \sqrt{f_c} * A_j$$

$$V_n = 5.3 * 1 * \sqrt{210} * 700 = 53763,01 \text{ Kg}$$

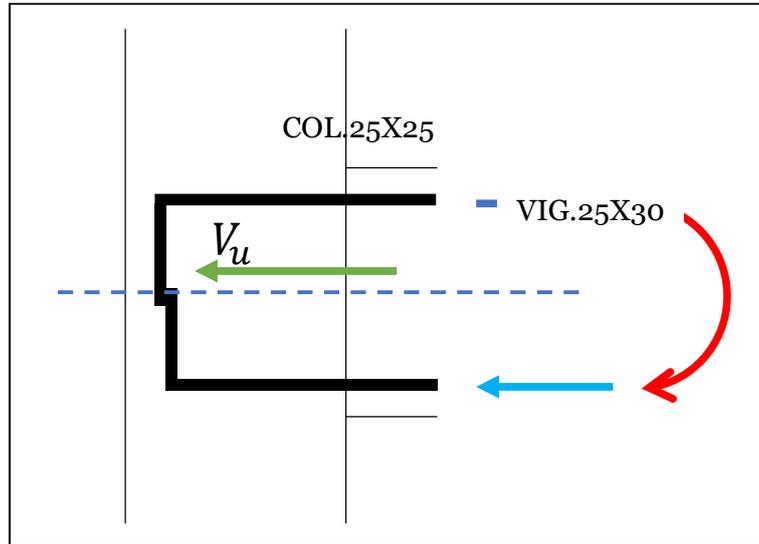
La Resistencia de diseño para cortante en los nudos viga columna debe cumplir

$$\phi V_n \geq V_u$$

$$45698,56 \geq 45597,57 \text{ "CUMPLE"}$$

### Conexión Exterior segundo piso

Figura 50 Conexión viga - columna parte Interior



Autores: Villón Ramírez Christian

Villao Tomalá Valeria

Datos del nodo interior

$$F'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$$

$$L_{col} = 3.4\text{m} \Rightarrow 340\text{cm}$$

$$Fy = 4200 \text{ Kg/cm}^2$$

$$\Phi = 0.75$$

$$H_{col} = 25 \text{ cm}$$

# varillas = 5 superior

$$B_{col} = 25 \text{ cm}$$

# varillas = 3 inferior

$$H_{vig} = 20 \text{ cm}$$

$$A_{S_{sup}} = 7.34\text{cm}^2$$

$$B_{vig} = 25 \text{ cm}$$

$$A_{S_{inf}} = 1.32 \text{ cm}^2$$

$$r = 5 \text{ cm}$$

$$\Phi = 0.90$$

$$d_{vig} = 35 \text{ cm}$$

$$b_w = \frac{3}{4} b_{col} \Rightarrow \frac{3}{4} * 25 = 18.75$$

$$40 = 18.75 \text{ "NO CUMPLE"}$$

Para calcular Tensión tenemos la siguiente formula

$$T = 1.25 * A_s * f_y$$

$$T = 1.25 * 7.659 * 4200 = 40398,75 \text{ kg}$$

$$\alpha = \frac{T}{0.85 * f_c * b_{viga}}$$

$$\alpha = \frac{40398,75}{0.85 * 210 * 25} = 9,053 \text{ cm}$$

$$M_{pr} = T * \left( d - \frac{\alpha}{2} \right)$$

$$M_{pr} = 40398,75 * \left( 25 - \frac{9,053}{2} \right) = 827105,0 \text{ Kg} - \text{cm}$$

$$V_{col} = \frac{M_{pr}}{l_n}$$

$$V_{col} = \frac{827105,0}{340} = 2432,66 \text{ Kg}$$

Hallado el cortante equivalente mediante la siguiente formula

$$V_u = T_1 - V_{col}$$

$$V_u = 40398,75 - 2432,66 = 37966,09 \text{ Kg}$$

$$b_j = \frac{b_{col} + b_{viga}}{2}$$

$$b_j = \frac{25 + 25}{2} = 25 \text{ cm}$$

$$b_j \leq b_{viga} + h_{col}$$

$$25 \leq 50 \text{ "CUMPLE"}$$

$$A_j = b_j * h_{col}$$

$$A_j = 25 * 25 = 625 \text{ m}^2$$

Calculada la Resistencia nominal de dicho nodo que es:

$$V_n = 5,3 * \lambda * \sqrt{f_c} * A_j$$

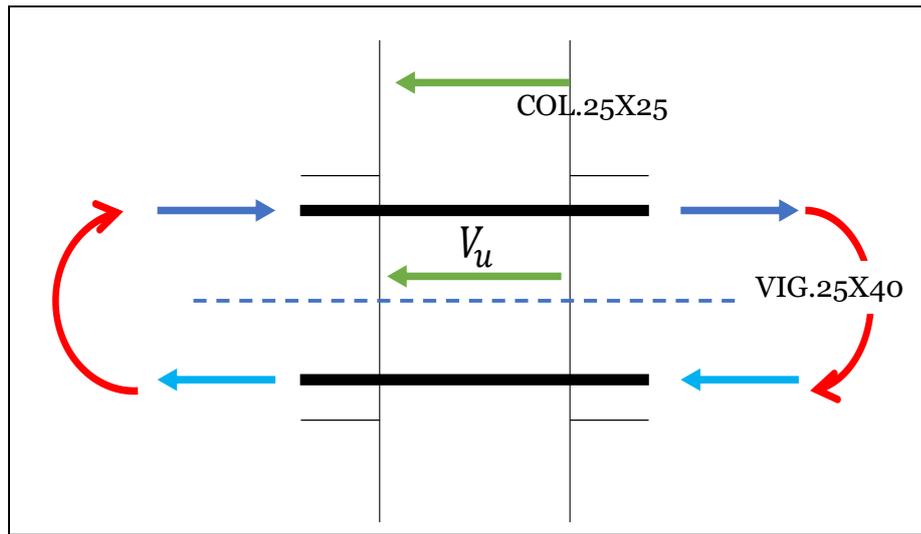
$$V_n = 5.3 * 1 * \sqrt{210} * 625 = 48002,69 \text{ Kg}$$

La Resistencia de diseño para cortante en los nudos viga columna debe cumplir

$$\phi V_n \geq V_u$$

$$40802,28 \geq 37966,09 \text{ "CUMPLE"}$$

**Figura 51 Conexión viga-columna parte interior**



Autores: Villón Ramírez Christian

Villao Tomalá Valeria

Datos del nodo interior

$$F'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$$

$$L_{col} = 3.4\text{m} \Rightarrow 340\text{cm}$$

$$Fy = 4200 \text{ Kg/cm}^2$$

$$\Phi = 0.9\text{-cortante}$$

$$H_{col} = 25 \text{ cm}$$

$$\# \text{ varillas} = 4 \text{ superior}$$

$$B_{col} = 25 \text{ cm}$$

$$\# \text{ varillas} = 4 \text{ inferior}$$

$$H_{vig} = 40 \text{ cm}$$

$$AS_{sup} = 9.43 \text{ cm}^2$$

$$B_{vig} = 30 \text{ cm}$$

$$AS_{inf} = 2.26 \text{ cm}^2$$

$$r = 5 \text{ cm}$$

$$\Phi = 0.85$$

$$d_{vig} = 35 \text{ cm}$$

$$b_w = \frac{3}{4} b_{col} \Rightarrow \frac{3}{4} * 25 = 18.75$$

$$40 = 18.75 \text{ "NO CUMPLE"}$$

Para calcular Tensión tenemos la siguiente formula

$$T = 1.25 * A_s * f_y$$

$$T_1 = 1.25 * 9.43 * 4200 = 49486,50 \text{ kg}$$

$$T_2 = 1.25 * 2.26 * 210 = 593.78 \text{ kg}$$

$$\alpha = \frac{T}{0.85 * f_c * b_{viga}}$$

$$\alpha_1 = \frac{49486,50}{0.85 * 210 * 30} = 9.241 \text{ cm}$$

$$\alpha_2 = \frac{593,78}{0.85 * 210 * 30} = 0,111 \text{ cm}$$

$$M_{pr} = T * \left( d - \frac{\alpha}{2} \right)$$

$$M_{pr1} = 49486,50 * \left( 35 - \frac{9,241}{2} \right) = 1503370,8 \text{ Kg} - \text{cm}$$

$$M_{pr2} = 593,78 * \left( 35 - \frac{0,111}{2} \right) = 20749,21 \text{ Kg} - \text{cm}$$

$$V_{col} = \frac{M_{pr}}{l_n}$$

$$V_{col} = \frac{1503370,8 + 20749,21}{340} = 4482,71 \text{ Kg}$$

Hallado el cortante equivalente mediante la siguiente formula

$$V_u = T_1 - V_{col}$$

$$V_u = 49486,50 + 593,78 - 4482,71 = 45597,57 \text{ Kg}$$

$$b_j = \frac{b_{col} + b_{viga}}{2}$$

$$b_j = \frac{25 + 30}{2} = 28 \text{ cm}$$

$$b_j \leq b_{viga} + h_{col}$$

$$28 \leq 55 \text{ " CUMPLE"}$$

$$A_j = b_j * h_{col}.$$

$$A_j = 28 * 25 = 700 \text{ cm}^2$$

Calculada la Resistencia nominal de dicho nodo que es:

$$V_n = 5,3 * \lambda * \sqrt{f_c} * A_j$$

$$V_n = 5.3 * 1 * \sqrt{210} * 700 = 53763,01 \text{ Kg}$$

La Resistencia de diseño para cortante en los nudos viga columna debe cumplir

$$\phi V_n \geq V_u$$

$$45698,56 \geq 45597,57 \text{ "CUMPLE"}$$

#### 4.14. Columna fuerte-viga débil

##### 4.14.1. Comprobación columna fuerte- viga débil

##### 4.14.1.1. Piso 1 columna 25x25

En este caso para poder comprobar esta condición debemos hallar los momentos de las vigas en cada extremo, por eso tenemos los siguientes:

Datos

$$A_{s_{sup}} = 7,70 \text{ cm}^2$$

$$b = 25 \text{ cm}$$

$$A_{s_{inf}} = 2,36 \text{ cm}^2$$

$$d = 20 \text{ cm}$$

$$F_y = 4200 \text{ Kg/cm}^2$$

$$\Phi = 0.9$$

$$F'_c = 210 \text{ Kg/cm}^2$$

Se procede a calcular el ancho efectivo de la viga en la parte superior y también el momento:

$$\alpha = \frac{A_s f_y}{0.85 f'_c b}$$

$$\alpha = \frac{7,70 * 4200}{0.85 * 210 * 25} = 7,242 \text{ cm}$$

$$M_{v1} = \Phi A_s f_y \left( d - \frac{\alpha}{2} \right)$$

$$M_{v1} = 0.9 * 7,70 * 4200 \left( 25 - \frac{7,242}{2} \right) = 621847,98 \text{ Kg} - \text{cm}$$

Después se procede a calcular el ancho efectivo de la viga en la parte inferior y también el momento:

$$\alpha = \frac{A_s f_y}{0.85 f'_c b}$$

$$\alpha = \frac{2.36 * 4200}{0.85 * 210 * 25} = 2.216 \text{ cm}$$

$$M_{v2} = \Phi A_s f_y \left( d - \frac{\alpha}{2} \right)$$

$$M_{v2} = 0.9 * 2,36 * 4200 \left( 25 - \frac{2.216}{2} \right) = 212682,10 \text{ Kg} - \text{cm}$$

$$\sum M_v = 621847,98 + 212682,10 = 834530,08 \text{ kg.cm}$$

Luego calculan los momentos que ocurren en las columnas en las cuales tenemos lo siguientes:

Datos

$$A_s = 12.32 \text{ cm}^2$$

$$b = 25 \text{ cm}$$

$$F_y = 4200 \text{ Kg/cm}^2$$

$$d = 25 \text{ cm}$$

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

$$\Phi = 0.9$$

$$n = 4 \text{ cm}$$

$$\rho = 0.024$$

Para poder calcular los momentos en las columnas se utilizan las siguientes formulas.

$$k = \sqrt{2\rho n + (\rho * n)^2} - \rho n$$

$$k = \sqrt{2 * 0.024 * 4 + (0.024 * 4)^2} - 0.024 * 4 = 0.351$$

$$j = 1 - \frac{k}{3}$$

$$j = 1 - \frac{0.351}{3} = 0.883$$

$$M_{c1} = \Phi A_s f_y * j * d$$

$$M_{c1} = 0.9 * 25 * 4200 * 0.883 * 25 = 1027450.15 \text{ kg.cm}$$

$$M_{c2} = 0.9 * 25 * 4200 * 0.883 * 25 = 1027450.15 \text{ kg.cm}$$

$$\sum M_c = 1027450.15 + 1027450.15 = 2054900.30 \text{ kg.cm}$$

Luego de haber hallado los valores anteriores se procede hacer la comprobación

$$\sum M_c \geq \frac{6}{5} \sum M_v$$

$$2054900.30 \geq \frac{6}{5} 605939.80$$

$$2054900.30 \geq 1001436,1 \Rightarrow \text{"Cumple"}$$

#### 4.14.1.2. Piso 2 Columna 25x25

En este caso para poder comprobar esta condición debemos hallar los momentos de las vigas en cada extremo, por eso tenemos los siguientes:

Datos

$$A_{s_{sup}} = 5.12 \text{ cm}^2$$

$$A_{s_{inf}} = 3.08 \text{ cm}^2$$

$$F_y = 4200 \text{ Kg/cm}^2$$

$$F'_c = 210 \text{ Kg/cm}^2$$

$$b = 25 \text{ cm}$$

$$d = 20 \text{ cm}$$

$$\Phi = 0.9$$

Se procede a calcular el ancho efectivo de la viga en la parte superior y también el momento:

$$\alpha = \frac{A_s f_y}{0.85 f'_c b}$$

$$\alpha = \frac{5.12 * 4200}{0.85 * 210 * 25} = 4.819 \text{ cm}$$

$$M_{v1} = \Phi A_s f_y \left( d - \frac{\alpha}{2} \right)$$

$$M_{v1} = 0.9 * 5.12 * 4200 \left( 20 - \frac{4.819}{2} \right) = 340469.73 \text{ Kg} - \text{cm}$$

Después se procede a calcular el ancho efectivo de la viga en la parte inferior y también el momento:

$$\alpha = \frac{A_s f_y}{0.85 f'_c b}$$

$$\alpha = \frac{3.08 * 4200}{0.85 * 210 * 25} = 2.902 \text{ cm}$$

$$M_{v2} = \Phi A_s f_y \left( d - \frac{\alpha}{2} \right)$$

$$M_{v2} = 0.9 * 3.08 * 4200 \left( 20 - \frac{2.902}{2} \right) = 216170.00 \text{ Kg} - \text{cm}$$

$$\sum M_v = 340469.73 + 216170.00 = 556639.73 \text{ kg.cm}$$

Luego se calculan los momentos que ocurren en la columna en las cuales tenemos los siguientes:

Datos

$$A_s = 12.32 \text{ cm}^2$$

$$F_y = 4200 \text{ Kg/cm}^2$$

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

$$n = 4 \text{ cm}$$

$$b = 25 \text{ cm}$$

$$d = 25 \text{ cm}$$

$$\Phi = 0.9$$

$$\rho = 0.024$$

Para poder calcular los momentos en las columnas vamos a utilizar las siguientes formulas.

$$k = \sqrt{2\rho n + (\rho * n)^2} - \rho n$$

$$k = \sqrt{2 * 0.024 * 4 + (0.024 * 4)^2} - 0.024 * 4 = 0.351$$

$$j = 1 - \frac{k}{3}$$

$$j = 0.918$$

$$M_{c1} = \Phi A_s f_y * j * d$$

$$M_{c1} = 0.9 * 12.32 * 4200 * 0.918 * 25 = 1068342.31 \text{ kg.cm}$$

$$M_{c2} = 0.9 * 12.32 * 4200 * 0.918 * 25 = 1068342.31 \text{ kg.cm}$$

$$\sum M_c = 1068342.31 + 1068342.31 = 2136684.63 \text{ kg.cm}$$

Luego de haber hallado los valores anteriores se procede hacer la comprobación

$$\sum M_c \geq \frac{6}{5} \sum M_v$$

$$2136684.63 \geq \frac{6}{5} 556639.73$$

$$2136684.63 \geq 463866.4403 \Rightarrow \text{"Cumple"}$$

#### 4.15 Modos de Vibración

En la tabla siguiente encontramos los modos resultantes del software Etabs para el análisis dinámico considerando un modo de vibración por piso y analizando su comportamiento.

**Tabla 43 Modos de Vibración.**

<b>CASE</b>	<b>MODE</b>	<b>PERIOD</b>	<b>UX</b>	<b>UY</b>	<b>RZ</b>
<b>Modal</b>	1	0,533	0.001	0.0033	0.00004
<b>Modal</b>	2	0.337	0.002	0.0168	0.0003
<b>Modal</b>	3	0.197	0.028	0.0002	0.0004

Autores: Villón Ramírez Christian

Villao Tomalá Valeria.

# CAPÍTULO V

## PRESUPUESTO Y ANALISIS DE PRECIO

### UNITARIOS

El presupuesto siendo el cálculo anticipado del costo de una obra para un determinado periodo de tiempo, detallado en un análisis de precios unitarios.

En este trabajo se calcula el presupuesto para el método de mampostería estructural y mampostería tradicional realizando la comparación establecida.

#### 5.1 Presupuesto del método de Mampostería Estructural.

*Tabla 44 Presupuesto Estructural para vivienda con el sistema de Mampostería Estructural*

<i>No</i>	<i>Descripción</i>	<i>Unidad</i>	<i>Cantidad</i>	<i>Precio</i>	<i>Precio</i>
<i>Rubro</i>				<i>Unitario</i>	<i>Total</i>
				(\$)	
<b><i>Preliminares</i></b>					
<i>1</i>	<i>Limpieza y Desbroce</i>	<i>m<sup>2</sup></i>	<i>300</i>	<i>0,27</i>	<i>81</i>
<i>2</i>	<i>Trazado y Replanteo</i>	<i>m<sup>2</sup></i>	<i>300</i>	<i>0,73</i>	<i>219</i>
<b><i>Movimiento de Tierra</i></b>					
<i>3</i>	<i>Excavación a maquina</i>	<i>m<sup>3</sup></i>	<i>300</i>	<i>4,93</i>	<i>1479</i>
<i>4</i>	<i>Relleno hidratado y compactado (material importado)</i>	<i>m<sup>3</sup></i>	<i>120</i>	<i>17,06</i>	<i>2047,2</i>
<b><i>Cimientos</i></b>					
<i>5</i>	<i>H. Simple f'c = 210kg/cm<sup>2</sup>(Plintos)</i>	<i>m<sup>3</sup></i>	<i>13,96</i>	<i>137,14</i>	<i>1914,5</i>
<i>6</i>	<i>H. Simple f'c = 210kg/cm<sup>2</sup>(Riostras)</i>	<i>m<sup>3</sup></i>	<i>11,72</i>	<i>315,26</i>	<i>3694,9</i>
<i>7</i>	<i>H. Simple f'c = 210kg/cm<sup>2</sup> e=7cm (Contrapiso)</i>	<i>m<sup>2</sup></i>	<i>7,21</i>	<i>16,81</i>	<i>121,2</i>
<b><i>Estructura</i></b>					

8	Encofrado Forsa Plus (Losa y Muros) Alquiler	m <sup>2</sup>	206	8	1648
9	Muro H. Simple f'c = 210 kg/cm <sup>2</sup> e = 10cm	m <sup>3</sup>	61	122,83	7492,6
10	H. Simple f'c = 210 kg/cm <sup>2</sup> (Losa Maciza)	m <sup>2</sup>	206	16,81	3462,9
11	Acero de Refuerzo Fy=4200 kg/cm <sup>2</sup> (inc. alambre #18)	Kg	2146,4	1,70	3648,9
<b>Precio Total de Mampostería Estructural</b>					<b>25809,10</b>

## 5.2 Presupuesto del método de Estructura Tradicional.

*Tabla 45 Presupuesto Estructural para vivienda con el sistema de Estructura Tradicional.*

No Rubro	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unitario (\$)	Precio Total
<b>Preliminares</b>					
1	Limpieza y Desbroce	m <sup>2</sup>	300	0,27	81
2	Trazado y Replanteo	m <sup>2</sup>	300	0,73	219
<b>Movimiento de Tierra</b>					
3	Excavación a maquina	m <sup>3</sup>	<b>900</b>	4,93	4437
4	Relleno hidratado y compactado	m <sup>3</sup>	<b>210</b>	17,06	3582,6
<b>Cimientos</b>					
5	Muro de hormigón ciclópeo f'c = 180kg/cm <sup>2</sup>	m <sup>3</sup>	<b>39,55</b>	142,47	5634,69
6	Re plantillo H.S e =	m <sup>2</sup>	<b>25,21</b>	8,09	203,95

	5cm. f'c =					
	140kg/cm <sup>2</sup>					
7	H. Simple f'c =	m <sup>3</sup>	<b>13,96</b>	137,14	1914,47	
	210kg/cm <sup>2</sup> (Plintos)					
8	H. Simple f'c =	m <sup>3</sup>	<b>11,72</b>	315,26	3694,85	
	210kg/cm <sup>2</sup> (Riostras)					
9	H. Simple f'c =	m <sup>2</sup>	<b>7,21</b>	16,81	121,20	
	210kg/ cm <sup>2</sup> (Contrapiso)					
10	Malla Electrosoldada (Contrapiso)	m <sup>2</sup>	<b>103,03</b>	6,70	690,30	
<b>Estructura</b>						
11	H. Simple f'c =	m <sup>3</sup>	<b>7,9</b>	323,27	2553,83	
	210kg/cm <sup>2</sup> Columnas (Inc. Encofrado)					
12	H. Simple f'c =	m <sup>3</sup>	<b>10,75</b>	323,27	3475,15	
	210kg/cm <sup>2</sup> Vigas					
13	H. Simple f'c =	m <sup>3</sup>	<b>10,3</b>	323,27	3329,68	
	210kg/cm <sup>2</sup> Losa Nervada (Inc. Encofrado)					
14	Bloque Alivianado losa 40 x 20 x 15cm	U	<b>824</b>	0,62	517,08	
15	Malla Electrosoldada (Losa)	m <sup>2</sup>	<b>206,06</b>	6,70	1380,602	
16	Acero de Refuerzo Fy = 4200 kg/cm <sup>2</sup>	Kg	<b>2836,42</b>	1,7	4821,91	
17	Paredes de bloque de hormigón de 10cm	m <sup>2</sup>	593	16,14	9571,02	
18	Enlucido Exterior	m <sup>2</sup>	<b>297,41</b>	8,56	2545,83	
19	Enlucido Interior	m <sup>2</sup>	<b>700,4</b>	8,48	5939,39	
<b>Precio Total de Estructura Tradicional</b>					<b>54713,56</b>	





## CAPÍTULO VI

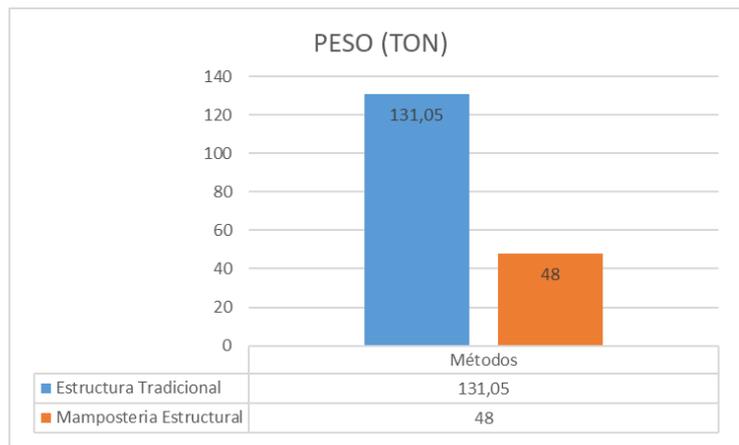
### ANÁLISIS Y COMPARACIÓN DE RESULTADOS

De acuerdo a los resultados obtenidos anteriormente procedemos a realizar un análisis del método de Mampostería Estructural con el método de estructura tradicional, estableciendo el costo y el tiempo que llevara la obra con la finalidad de efectuar una comparación de resultados de ambas alternativas y elegir el diseño estructural más óptimo considerando y cumpliendo la seguridad de las personas cuando se presente un evento sísmico.

#### 6.1 Estructural

##### 6.1.1 Peso de la estructura

*Figura 54 Peso Total de ambos Métodos Estructurales.*



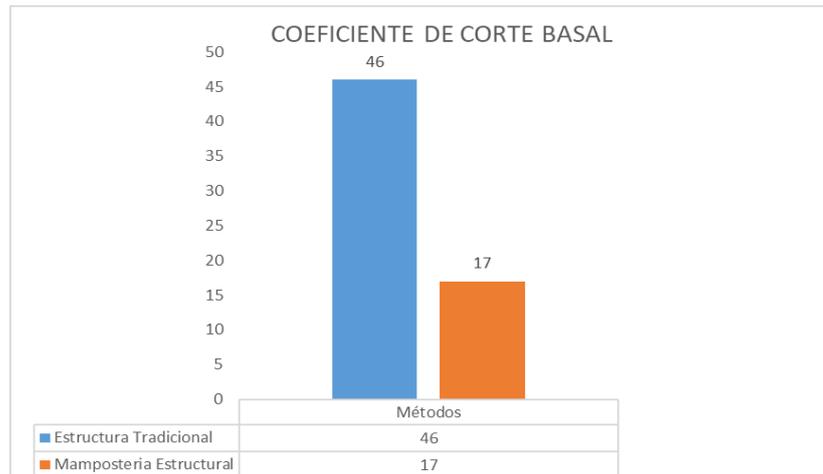
Autores: Villón Ramírez Christian

Villao Tomalá Valeria

De acuerdo a la comparación notamos que el método de mampostería tradicional es mayor a la de mampostería estructural en base al peso.

### 6.1.2 Coeficiente Corte basal

Figura 55 Cortante basal de ambos Métodos Estructurales.



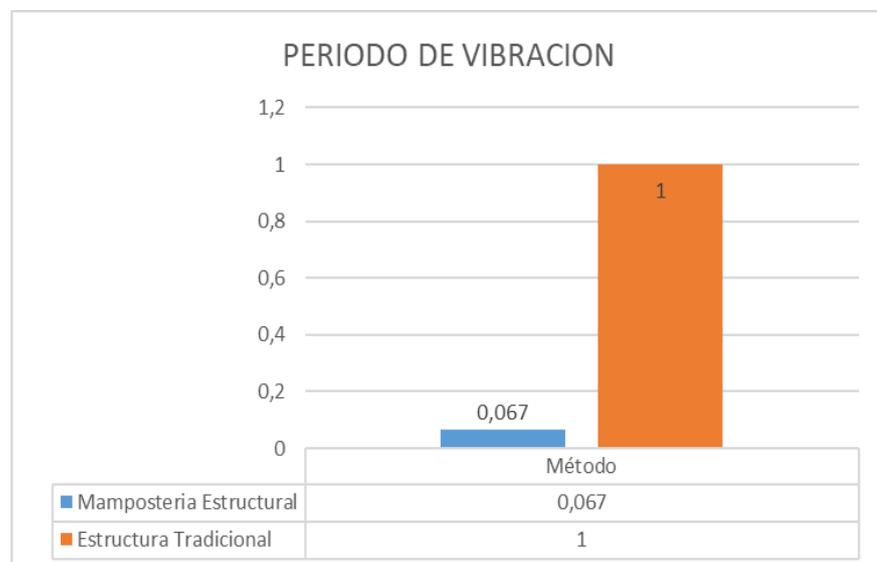
Autores: Villón Ramírez Christian

Villao Tomalá Valeria

De acuerdo al análisis comparativo se observa que el cortante basal del método de Estructura Tradicional es mayor que el método de Mampostería Estructural.

### 6.1.3 Periodo de Vibración

Figura 56 Periodo de Vibración de ambos Métodos Estructurales



Autores: Villón Ramírez Christian

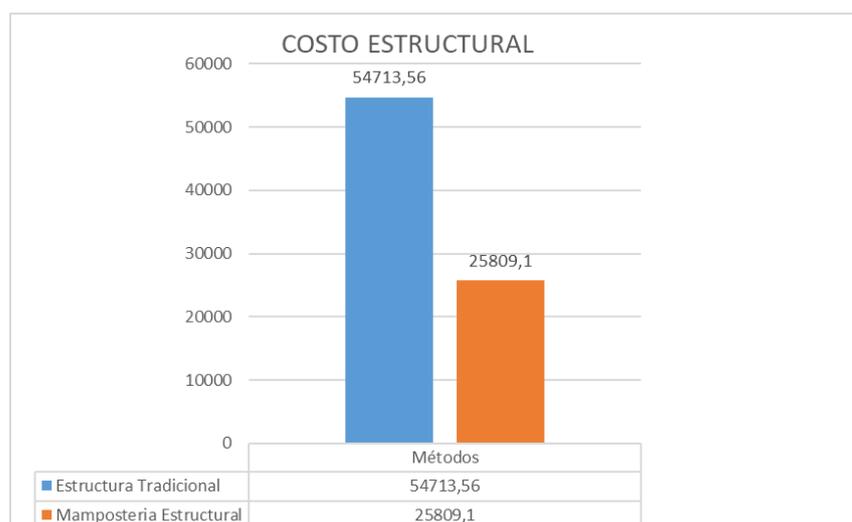
Villao Tomalá Valeria

Según los resultados el periodo de vibración del método de mampostería estructural es menor que el método de Estructura Tradicional porque el factor  $\alpha$  es 0,75 , por lo que indica que es menor al tradicional.

## 6.2 Presupuesto

### 6.2.1 Estructural

**Figura 57 Costo de ambos Métodos Estructurales para una vivienda de dos pisos.**



Autores: Villón Ramírez Christian

Villao Tomalá Valeria

Al comparar ambos métodos en lo que tiene que ver el presupuesto concluimos que la Estructura Tradicional tiene un costo más elevado que el método de Mampostería estructural.

## 6.3 Comparación

**Figura 58 Número de viviendas construidas por el lapso de 6 meses**

	N° MESES																								TOTAL DE VIVIENDAS
	1° Mes				2° Mes				3° Mes				4° Mes				5° Mes				6° Mes				
MÉTODOS \ N° SEMANAS	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	
Mampostería Estructural	[Orange bar]												[Orange bar]												2
Estructura Tradicional	[Blue bar]												[Blue bar]												12

Autores: Villón Ramírez Christian

Villao Tomalá Valeria

**Tabla 46 Número de viviendas**

<b>Método Constructivo</b>	<b>Total, de Viviendas</b>
<b>Mampostería Estructural</b>	12
<b>Estructura Tradicional</b>	2

Autores: Villón Ramírez Christian

Villao Tomalá Valeria

En el método de estructura tradicional las cargas se distribuyen empezando desde la losa, vigas, columnas y luego a la cimentación que necesitara una adecuada profundidad de acuerdo a la estructura que se va construir y en base a los estudios de suelos que se obtendrán de acuerdo a los ensayos que están establecidos.

A diferencia del método de Mampostería Estructural que de acuerdo a las investigaciones para este método usan lo que son muros que están formados por mallas electrosoldada siendo así que las cargas se transmiten a los muros por lo que se realiza una excavación mínima para zapatas corridas que son las que soportaran los esfuerzos de los muros en comparación al método de Estructura Tradicional que la dimensión de las zapatas será más alta.

Con respecto al tiempo en el método estructural tradicional se llevará algo más de tiempo por lo que este método requiere un buen fraguado para cada uno de los elementos estructurales como columnas, vigas y en especial la losa porque este requerirá de los elementos como plintos, riostras y columnas, de lo contrario no se podrá realizar la fundición de la losa por ende no se podrá continuar con la obra, sino que es fundamental para el buen desempeño de la estructura.

A diferencia de la mampostería Estructural que es más fácil y sencilla en su proceso de construcción porque se empieza con la formación de los muros con refuerzos y luego se le agrega hormigón para después continuar con la losa formando el cajón y de la misma manera se le agrega hormigón. Una de las ventajas que ofrece este método es en el rubro de enlucido siendo más sencillo de realizar porque en la mayor parte del modelo es liso. De acuerdo a la tabla anterior donde muestra el número de viviendas construidas por el lapso de 6 meses en la que usando el método de estructura tradicional se construirá dos viviendas, mientras que el sistema de Mampostería Estructural se ejecutará doce viviendas siendo el más óptimo.

**Tabla 47 Presupuesto de las viviendas construidas en un lapso de 6 meses**

<b>Presupuesto en 6 meses.</b>				
	<b>Presupuesto</b>	<b>por</b>	<b>No de Viviendas</b>	<b>Total</b>
	<b>Vivienda</b>			
<b>Estructura Tradicional</b>	54713,56		2	109427,12
<b>Mampostería Estructural</b>	25809,10		12	309709,20

Autores: Villón Ramírez Christian  
Villao Tomalá Valeria

De acuerdo a los resultados que de la tabla 48 de ser el caso de la construcción de dos viviendas para el método de estructura Tradicional y el método de Mampostería Estructural el más factible en Presupuesto sería el método de Mampostería Estructural. De la misma manera se analizó de ser el caso la construcción de doce viviendas para ambos métodos obteniendo como resultado el mismo del caso anterior siendo el más factible el método de Mampostería Estructural.

**Tabla 48 Presupuesto de dos viviendas para ambos métodos Estructurales.**

	<b>Presupuesto</b>	<b>por</b>	<b>No de Viviendas</b>	<b>Total</b>
	<b>Vivienda</b>			
<b>Estructura Tradicional</b>	54713,56		2	109427,12
<b>Mampostería Estructural</b>	25809,10		2	51618,20

Autores: Villón Ramírez Christian  
Villao Tomalá Valeria

**Tabla 49 Presupuesto de doce viviendas para ambos métodos**

	<b>Presupuesto</b>	<b>por</b>	<b>No de Viviendas</b>	<b>Total</b>
	<b>Vivienda</b>			
<b>Estructura Tradicional</b>	54713,56		12	656562,72
<b>Mampostería Estructural</b>	25809,10		12	309709.20

Autores: Villón Ramírez Christian  
Villao Tomalá Valeria

# CAPÍTULO VII

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIÓN

### 7.1 CONCLUSIONES

En este proyecto se ejecuta un estudio comparativo del comportamiento de las estructuras que comprende el análisis de los precios unitarios de dos tipos de construcciones, una con el método de mampostería estructural y el otro método de estructura tradicional, en este proyecto nos regimos en el diseño de los elementos con la norma Nec-15 y el ACI318-19 por lo que se muestra en los capítulos anteriormente llegamos a la conclusión que se cumplió con los objetivos planteado de este trabajo.

Una vez que hemos realizado las comprobaciones de los elementos estructurales que conforman cada uno de los métodos planteados podemos observar y comprobar que ambos métodos si cumplieron con los requisitos establecidos en la norma Nec-15 y el ACI 318-19.

En los dos métodos se tiene una adecuada rigidez lateral, debido a que los valores de derivas conseguidos son menores, pero cumplen con la deriva máxima admisibles que se establece en la Nec-15 para estructuras de hormigón armado menor al 2%. El método de mampostería estructural presento derivas de 0.002% y 0.0705% en dirección X y dirección Y, mientras que en el método de estructura tradicional presento derivas de 0.003% y 0.0594% en dirección X y dirección Y.

Con respecto a la comparación nos damos cuenta que el método de estructura tradicional se llevará algo más de tiempo por lo que este método requiere un buen fraguado para cada uno de los elementos estructurales como columnas, vigas y en especial la losa porque este requerirá de los elementos como plintos, riostras y columnas, de lo contrario no se podrá realizar la fundición de la losa por ende no se podrá continuar con la obra, sino que es fundamental para el buen desempeño de la estructura. A diferencia con el método de mampostería Estructural que es más fácil y sencilla en su proceso de construcción porque se empieza con la formación de los muros con refuerzos y luego se le agrega hormigón para después continuar con la losa formando el cajón y de la misma manera se le agrega hormigón.

Una de las ventajas que ofrece este método es en el rubro de enlucido siendo más sencillo de realizar porque en la mayor parte del modelo es liso.

La vivienda de 2 planta con el método de mampostería estructura consta con 11 rubros estructurales que nos permite obtener un precio de 25809,10 dólares, en cambio la vivienda con el método de estructura tradicional consta con 19 rubros y nos da un precio de 54713,56dólares. Por lo que nos damos cuenta que el método de mampostería estructural es más económico a la hora de emplear la obra.

Al emplear la comparación de dos métodos nos indica que el número de viviendas construidas en un tiempo de 6 meses, El método de mampostería estructural se ejecutara doce viviendas, mientras que en el método de estructura tradicional se ejecutara dos viviendas. En la cual nos hace más beneficioso realizar una estructura con el método de mampostería estructural ya que este tendrá una buena respuesta sísmica, también un menor costo de la construcción y se reduciría mucho tiempo.

## **7.2 RECOMENDACIONES**

Es recomendable ilustrar a técnicos y propietarios de proyecto respectos a las diferentes ventajas y desventajas que muestra el método de mampostería estructural en cuanto a costo tiempo, resistencia y durabilidad. Es necesario recomendar a los investigadores futuros en el entorno de la construcción que sea implementado y que se exijan o establezcan en los códigos de la construcción, nuevas propuestas tanto de alternativas de los distintos métodos constructivos de parte de los expertos y de las empresas constructoras, de tal manera que se actualicen los conocimientos indagando nuevas formas en el diseño, mejor rendimiento y optimización de materiales que se complementen con la utilización de nuevos materiales para su ejecución, siendo así más competitivos y estratégico en el mercado de construcción.

Se recomienda seguir los parámetros de diseño de elementos estructurales y de los requisitos mínimos de resistencia establecidos en la norma ACI-318 y la NEC, que van acceder a realizar un buen estudio de precios de los elementos que fueron diseñados de manera correcta También se encomienda abrir campo a los nuevos métodos de construcción siempre y cuando se efectúe con los requisitos de seguridad estructural que son basados en los estudios de elementos estructurales, por lo que se debe tener conocimiento renovado de los precios de los materiales

## REFERENCIAS

- ASCE 7-16. *Minimum Design Loads and Associated Criteria for Buildings and Other structures*. (2016). reston, virginia, united states of america: american society of civil engineers.
- ALBA, J. H. (2017). *DETERMINACION DE LOS PRINCIPALES PROBLEMAS DE CONFIGURACION ESTRUCTURAL EN EDIFICACIONES*. quito.
- Arquitectura+acero. (n.d.). *Conexiones típicas en estructuras de acero*. Retrieved from <http://www.arquitecturaenacero.org/uso-y-aplicaciones-del-acero/soluciones-constructivas/conexiones-tipicas-en-estructuras-de-acero>
- CASTILLA, E. (1997). *RECOMENDACIONES PARA EL DISEÑO SISMORESISTENTE DE EDIFICACIONES DE MAMPOSTERIA ESTRUCTURAL*. CARACAS.
- Castilla, E. (n.d.). recomendaciones para el diseño sismoresistente de edificaciones de mamposteria estructural. In E. Castilla.
- MENDEZ, A. F. (2019). *ESTUDIO Y ANALISIS COMPARATIVOS ENTRE METODOS*. BOGOTA.
- Miranda, O. A. (2015). *ANÁLISIS Y CONCEPTOS BÁSICOS PARA EL DISEÑO DE MAMPOSTERÍA ESTRUCTURAL SEGÚN LA NORMA DE SISMO RESISTENCIA NSR-10*. Bogota.
- Montero, F. M. (2018). “*Análisis comparativo de costos y tiempo para la construcción de un bloque de casas de vivienda social utilizando el método de construcción tradicional y el método de mampostería estructural, caso de estudio Conjunto habitacional Mirador de Santa Rosa*”.
- MONTERO, F. M. (2018). *Analisis comparativo de costos y tiempo para la construccion de un bloque de casas de vivienda social utilizando el metodo de construccion tradicional y el metodo de mamposteria estructural, caso de estudio conjunto habitacional Mirador de Santa Rosa*. QUITO.
- Montoya Javier, P. V. (2010). *CIMENTACIONES*.
- Msc. Alex Salvatierra Espinoza, J. V. (2017). *SISTEMAS CONSTRUCTIVOS VENTAJAS Y DESVENTAJAS*. Ecuador.
- requejo, J. (2014, Julio 14). *Arquitectura, construccion y diseño*. Retrieved from <https://joelrequejo.wordpress.com/2014/07/14/vigas/>

- RODRIGUEZ, I. A. (2017). *Norma minima de diseño y construcción de mampostería*.
- SALINAS SILVA, A. C. (2012). *ANÁLISIS Y DISEÑO DE VIVIENDA CON CARÁCTER SOCIAL Y SU RELACION EN EL COSTO DE CONSTRUCCIÓN*. AMBATO.
- SÁNCHEZ, N. L. (n.d.). *DE LOSA DE CONCRETO ARMADO*.
- SILVA, A. S. (2012). *ANÁLISIS Y DISEÑO DE VIVIENDA CON CARÁCTER SOCIAL RELACION EN EL COSTO DE CONSTRUCCIÓN*. AMBATO.
- Valencia, E. A. (2015). *NEC-SE-DS*.
- Valencia, E. D. (2014). *NEC-SE-MP:Mampostería Estructural*.
- Valencia, E. D. (2015). *NEC-SE-CG(Cargas no sísmicas)*.
- VALLEJO, M. B., & SALAZAR, L. A. (2012). *ANÁLISIS COMPARATIVO ECONOMICO- ESTRUCTURAL ENTRE SISTEMAS CONSTRUCTIVOS TRADICIONALES Y UN SISTEMA CONSYTRUCTIVO ALTERNATIVO LIVIANO*. QUITO.
- villegas, O. M. (2002). *Aspectos fundamentales del concreto reforzado*. Mexico.

## ANEXOS

**Figura 59 Estudios de precio unitarios**

### ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO: 1,00 UNIDAD: M2

DETALLE: LIMPIEZA Y DESBROCE

#### EQUIPOS

DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORARIO C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Herramienta menor 5 % M/O Retroexcavadora	1,000	35,0000	35,0000	0,0050	0,0020 0,1750
SUBTOTAL M =					0,1770

#### MANO DE OBRA

DESCRIPCION CATEGORIAS)	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORARIO C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Peon (estr.ocp. E2)	1,000	3,8300	3,8300	0,0050	0,0192
Maestro (estr.ocp. C1)	1,000	4,2900	4,2900	0,0050	0,0215
SUBTOTAL N =					0,0407

#### MATERIALES

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=A*B
SUBTOTAL O =				0,0000

#### TRANSPORTE

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B
SUBTOTAL P =				0,0000

TOTAL COSTO DIRECTOS X=(M+N+O+P)				0,2177
INDIRECTOS Y UTILIDAD . 25,00%				0,0544
OTROS INDIRECTOS ..... %				
COSTO TOTAL DEL RUBRO				0,2721
<b>VALOR OFERTADO</b>				<b>\$ 0,27</b>

La Libertad, Enero de 2022

### ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO: 2,00 UNIDAD: M2

DETALLE: TRAZADO Y REPLANTEO

#### EQUIPOS

DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Herramienta menor 5 % M/O					0,0186
Equipo topografico	1,000	3,0000	3,0000	0,0300	0,0900
SUBTOTAL M =					0,1086

#### MANO DE OBRA

DESCRIPCION CATEGORIAS)	CANTIDAD	JORNAL /HR B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Peon (estr.ocp. E2)	1,000	3,8300	3,8300	0,0300	0,1149
Maestro (estr.ocp. C1)	1,000	4,2900	4,2900	0,0030	0,0129
Topografo	1,000	4,2900	4,2900	0,0300	0,1287
Cadenero	1,000	3,8700	3,8700	0,0300	0,1161
SUBTOTAL N =					0,3726

#### MATERIALES

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=A*B
Tablas de Encofrado semidura	u	0,007	5,0000	0,0333
Cuarton semiduras	u	0,017	3,0000	0,0500
Pintura de caucho	gln	0,001	16,0000	0,0200
Clavo 2" x 8	Lb	0,002	0,9000	0,0018
Cementina (25kg)	sc	0,0001	2,0000	0,0001
SUBTOTAL O =				0,1052

#### TRANSPORTE

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B
SUBTOTAL P =				0,0000

TOTAL COSTO DIRECTOS X=(M+N+O+P)	0,5864
INDIRECTOS Y UTILIDAD . 25,00%	0,1466
OTROS INDIRECTOS ..... %	
COSTO TOTAL DEL RUBRO	0,7330
<b>VALOR OFERTADO</b>	<b>\$ 0,73</b>

La Libertad, Enero de 2022

**ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

RUBRO: 3,00 UNIDAD: M3

DETALLE: EXCAVACION A MAQUINA

**EQUIPOS**

DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Herramienta menor 5 % M/O					0,0213
Retroexcavadora	1,000	35,0000	35,0000	0,1000	3,5000
SUBTOTAL M =					3,5213

**MANO DE OBRA**

DESCRIPCION CATEGORIAS)	CANTIDAD A	JORNAL /HR B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Peon (estr.ocp. E2)	1,000	3,8300	3,8300	0,1000	0,3830
Maestro (estr.ocp. C1)	1,000	4,2900	4,2900	0,0100	0,0429
SUBTOTAL N =					0,4259

**MATERIALES**

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=A*B	
SUBTOTAL O =					0,0000

**TRANSPORTE**

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B	
SUBTOTAL P =					0,0000

TOTAL COSTO DIRECTOS X=(M+N+O+P)				3,9472
INDIRECTOS Y UTILIDAD . 25,00%				0,9868
OTROS INDIRECTOS ..... %				
COSTO TOTAL DEL RUBRO				4,9340
<b>VALOR OFERTADO</b>				<b>\$ 4,93</b>

La Libertad, Enero de 2022

**ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

RUBRO: 4,00

UNIDAD: M3

DETALLE: RELLENO HIDRATADO Y COMPACTADO CON MATERIA IMPORTADO

**EQUIPOS**

DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORAS C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Herramienta menor 5 % M/O					0,2130
Compactador manual	1,000	3,5000	3,5000	0,5000	1,7500
SUBTOTAL M =					1,9630

**MANO DE OBRA**

DESCRIPCION CATEGORIAS)	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORAS C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Peon (estr.ocp. E2)	2,000	3,8300	7,6600	0,5000	3,8300
Maestro (estr.ocp. C1)	1,000	4,2900	4,2900	0,1000	0,4290
SUBTOTAL N =					4,2590

**MATERIALES**

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=A*B
Cascajo mediano y fino	m3	1,200	6,0000	7,2000
Agua	m3	0,150	1,5000	0,2250
SUBTOTAL O =				7,4250

**TRANSPORTE**

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B
SUBTOTAL P =				0,0000

TOTAL COSTO DIRECTOS X=(M+N+O+P)	13,6470
INDIRECTOS Y UTILIDAD . 25,00%	3,4118
OTROS INDIRECTOS ..... %	
COSTO TOTAL DEL RUBRO	17,0588
<b>VALOR OFERTADO</b>	<b>\$ 17,06</b>

La Libertad, Enero de 2022

## ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO: 5,00 UNIDAD: M3  
 DETALLE: H. SIMPLE Fc= 210 kg/cm2 - PLINTOS

### EQUIPOS

DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Herramienta menor 5 % M/O					0,8315
Concretera de 1 Saco	1,000	4,2900	4,2900	0,5333	2,288
Vibrador de Manguera	1,000	3,5000	3,5000	0,5333	1,867
SUBTOTAL M =					4,9865

### MANO DE OBRA

DESCRIPCION CATEGORIAS)	CANTIDAD A	JORNAL /HR B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Peon (estr.ocp. E2)	5,000	3,8300	19,1500	0,5333	10,2133
Albañil (estr.ocp. D2)	2,000	3,8700	7,7400	0,5333	4,1280
Maestro (estr.ocp. C1)	1,000	4,2900	4,2900	0,5333	2,2880
SUBTOTAL N =					16,6293

### MATERIALES

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=A*B
Cemento tipo I(50 Kg)	kg	350,000	0,1600	56,0000
Piedra 3/4"	m3	0,900	22,0000	19,8000
Arena	m3	0,600	20,0000	12,0000
Agua	m3	0,200	1,5000	0,3000
SUBTOTAL O =				88,1000

### TRANSPORTE

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B
SUBTOTAL P =				0,0000

TOTAL COSTO DIRECTOS X=(M+N+O+P)	109,7158
INDIRECTOS Y UTILIDAD . 25,00%	27,4290
OTROS INDIRECTOS ..... %	
COSTO TOTAL DEL RUBRO	137,1448
<b>VALOR OFERTADO \$</b>	<b>137,14</b>

La Libertad, Enero de 2022

### ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO: 6,00 UNIDAD: M3  
 DETALLE: H. SIMPLE Fc= 210 kg/cm2 - RIOSTRAS

#### EQUIPOS

DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Herramienta menor 5 % M/O					0,5440
Concretera de 1 Saco	1,000	4,2900	4,2900	0,2000	0,858
Vibrador de Manguera	1,000	3,5000	3,5000	0,2000	0,700
SUBTOTAL M =					2,1020

#### MANO DE OBRA

DESCRIPCION CATEGORIAS)	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Peon (estr.ocp. E2)	5,000	3,8300	19,1500	0,2000	3,8300
Albañil (estr.ocp. D2)	4,000	3,8700	15,4800	0,2000	3,0960
Maestro (estr.ocp. C1)	1,000	4,2900	4,2900	0,2000	0,8580
Carpintero (estr.ocp. D2)	2,000	3,8700	7,7400	0,2000	1,5480
Fierrero (estr.ocp. D2)	2,000	3,8700	7,7400	0,2000	1,5480
SUBTOTAL N =					10,8800

#### MATERIALES

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=A*B
Cemento tipo I(50 Kg)	kg	600,000	0,1600	96,0000
Piedra 3/4"	m3	1,500	22,0000	33,0000
Arena	m3	1,200	20,0000	24,0000
Agua	m3	0,650	1,5000	0,9750
Tablas de Encofrado semidura	u	7,843	5,0000	39,2157
Cuarton semiduras	u	12,047	3,0000	36,1412
Tira de encofrado semiduras	u	3,765	1,5000	5,6471
Clavo 2"x 8	Lb	5,000	0,8500	4,2500
SUBTOTAL O =				239,2290

#### TRANSPORTE

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B
SUBTOTAL P =				0,0000

TOTAL COSTO DIRECTOS X=(M+N+O+P)	252,2110
INDIRECTOS Y UTILIDAD . 25,00%	63,0528
OTROS INDIRECTOS ..... %	
COSTO TOTAL DEL RUBRO	315,2638
<b>VALOR OFERTADO</b>	<b>\$ 315,26</b>

La Libertad, Enero de 2022

### ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO: 7,00 UNIDAD: m2  
 DETALLE: H. SIMPLE F'c= 210 kg/cm2 - CONTRAPISO

#### EQUIPOS

DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Herramienta menor 5 % M/O					0,1536
SUBTOTAL M =					0,1536

#### MANO DE OBRA

DESCRIPCION CATEGORIAS)	CANTIDAD A	JORNAL /HR B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Peon (estr.ocp. E2)	3,000	3,8300	11,4900	0,2000	2,2980
Albañil (estr.ocp. D2)	1,000	3,8700	3,8700	0,2000	0,7740
SUBTOTAL N =					3,0720

#### MATERIALES

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=A*B
Cemento tipo I(50 Kg)	kg	30,000	0,1600	4,8000
Piedra 3/4"	m3	0,130	22,0000	2,8600
Arena	m3	0,120	20,0000	2,4000
Agua	m3	0,110	1,5000	0,1650
SUBTOTAL O =				10,2250

#### TRANSPORTE

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B
SUBTOTAL P =				0,0000

TOTAL COSTO DIRECTOS X=(M+N+O+P)	13,4506
INDIRECTOS Y UTILIDAD . 25,00%	3,3627
OTROS INDIRECTOS ..... %	
COSTO TOTAL DEL RUBRO	16,8133
<b>VALOR OFERTADO</b>	<b>\$ 16,81</b>

La Libertad, Enero de 2022

### ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO: 8,00 UNIDAD: M3  
 DETALLE: Muros de H. Simple Fc=210kg/cm2 e=10 cm

#### EQUIPOS

DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORAR C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Herramienta menor 5 % M/O					0,0831
Concretera Isaco	1,000	4,2900	4,2900	0,0533	0,229
Vibrador de manguera	1,000	3,5000	3,5000	0,0533	0,187
SUBTOTAL M =					0,4991

#### MANO DE OBRA

DESCRIPCION CATEGORIAS)	CANTIDAD A	JORNAL /HR B	COSTO HORAR C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Peon (estr.ocp. E2)	5,000	3,8300	19,1500	0,0533	1,0213
Albañil (estr.ocp. D2)	2,000	3,8700	7,7400	0,0533	0,4128
Maestro (estr.ocp. C1)	1,000	4,2900	4,2900	0,0533	0,2288
SUBTOTAL N =					1,6629

#### MATERIALES

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=A*B
Cemento tipo I(50 Kg)	kg	400,000	0,1600	64,0000
Piedra 3/4"	m3	0,900	22,0000	19,8000
Arena	m3	0,600	20,0000	12,0000
Agua	m3	0,200	1,5000	0,3000
SUBTOTAL O =				96,1000

#### TRANSPORTE

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B
SUBTOTAL P =				0,0000

TOTAL COSTO DIRECTOS X=(M+N+O+P)	98,2620
INDIRECTOS Y UTILIDAD . 25,00%	24,5655
OTROS INDIRECTOS ..... %	
COSTO TOTAL DEL RUBRO	122,8275
<b>VALOR OFERTADO \$</b>	<b>122,83</b>

La Libertad, Enero de 2022

**ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

RUBRO: 9,00 UNIDAD: KG  
 DETALLE: ACERO DE REFUERZO FY=4200 Kg/cm2 (inc. Alambre # 18)

**EQUIPOS**

DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Herramienta menor 5 % M/O Cortadora - dobladora	1,000	0,500	0,500	0,0265	0,0159 0,0130
SUBTOTAL M =					0,0289

**MANO DE OBRA**

DESCRIPCION CATEGORIAS)	CANTIDAD A	JORNAL /HR B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Peon (estr.ocp. E2)	2,000	3,830	7,660	0,0265	0,2030
Fierrero (estr.ocp. D2)	1,000	3,870	3,870	0,0265	0,1030
Maestro (estr.ocp. C1)	1,000	4,290	4,290	0,0027	0,0110
SUBTOTAL N =					0,3170

**MATERIALES**

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=A*B
Acero de refuerzo fy=4200 kg/cm2	kg	1,050	0,9200	0,9660
Alambre Recocido # 18	kg	0,032	1,500	0,0473
SUBTOTAL O =				1,0133

**TRANSPORTE**

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B
SUBTOTAL P =				0,0000

TOTAL COSTO DIRECTOS X=(M+N+O+P)	1,3592
INDIRECTOS Y UTILIDAD . 25,00%	0,3398
OTROS INDIRECTOS ..... %	
COSTO TOTAL DEL RUBRO	1,6990
<b>VALOR OFERTADO</b>	<b>\$ 1,70</b>

La Libertad, Enero de 2022

### ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO: 14,00

UNIDAD: M3

DETALLE: MURO DE HORMIGON CICLOPEO F'c=180 KG/CM2 (60% HORMIGON Y 40% PIEDRA)

#### EQUIPOS

DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORAR C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Herramienta menor 5 % M/O Concretera de 1 Saco	1,000	4,2900	4,2900	1,0000	1,9440 4,2900
SUBTOTAL M =					6,2340

#### MANO DE OBRA

DESCRIPCION CATEGORIAS)	CANTIDAD A	JORNAL /HR B	COSTO HORAR C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Peon (estr.ocp. E2)	6,000	3,8300	22,9800	1,0000	22,9800
Albañil (estr.ocp. D2)	3,000	3,8700	11,6100	1,0000	11,6100
Maestro (estr.ocp. C1)	1,000	4,2900	4,2900	1,0000	4,2900
SUBTOTAL N =					38,8800

#### MATERIALES

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=A*B
Cemento tipo I(50 Kg)	kg	250,000	0,1600	40,0000
Piedra 3/4"	m3	0,540	22,0000	11,8800
Arena	m3	0,360	20,0000	7,2000
Agua	m3	0,120	1,5000	0,1800
Piedra Base	m3	0,640	15,0000	9,6000
SUBTOTAL O =				68,8600

#### TRANSPORTE

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B
SUBTOTAL P =				0,0000

TOTAL COSTO DIRECTOS X=(M+N+O+P)	113,9740
INDIRECTOS Y UTILIDAD . 25,00%	28,4935
OTROS INDIRECTOS ..... %	
COSTO TOTAL DEL RUBRO	142,4675
<b>VALOR OFERTADO</b>	<b>\$ 142,47</b>

La Libertad, Enero de 2022

**ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

RUBRO: 14,00 UNIDAD: M3

DETALLE: REPLANTILLO H.S e=5cm f'c=140 kg/cm2

**EQUIPOS**

DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORARIO C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Herramienta menor 5 % M/O					0,0998
Concretera de 1 Saco	1,000	4,2900	4,2900	0,0640	0,2750
SUBTOTAL M =					0,3748

**MANO DE OBRA**

DESCRIPCION CATEGORIAS)	CANTIDAD A	JORNAL /HR B	COSTO HORARIO C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Peon (estr.ocp. E2)	5,000	3,8300	19,1500	0,0640	1,2256
Albañil (estr.ocp. D2)	2,000	3,8700	7,7400	0,0640	0,4954
Maestro (estr.ocp. C1)	1,000	4,2900	4,2900	0,0640	0,2746
SUBTOTAL N =					1,9956

**MATERIALES**

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=A*B
Cemento tipo I(50 Kg)	kg	15,000	0,1600	2,4000
Piedra 3/4"	m3	0,045	22,0000	0,9900
Arena	m3	0,035	20,0000	0,7000
Agua	m3	0,010	1,5000	0,0150
SUBTOTAL O =				4,1050

**TRANSPORTE**

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B
SUBTOTAL P =				0,0000

TOTAL COSTO DIRECTOS X=(M+N+O+P)	6,4754
INDIRECTOS Y UTILIDAD . 25,00%	1,6189
OTROS INDIRECTOS ..... %	
COSTO TOTAL DEL RUBRO	8,0943
<b>VALOR OFERTADO</b>	<b>\$ 8,09</b>

La Libertad, Enero de 2022

**ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

RUBRO: 0,00

UNIDAD:

DETALLE: HORMIGON DE f'c=210 kg/cm2 en columnas con encofrado

(columnas)

**EQUIPOS**

DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORAS C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Herramienta menor 5 % M/O					2,9208
Concretera de 1 Saco	1,000	4,2900	4,2900	1,6667	7,150
Vibrador de Manguera	1,000	4,0000	4,0000	1,6667	6,667
<b>SUBTOTAL M =</b>					<b>16,7378</b>

**MANO DE OBRA**

DESCRIPCION CATEGORIAS)	CANTIDAD A	JORNAL /HR B	COSTO HORAS C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Peon (estr.ocp. E2)	5,000	3,8300	19,1500	1,6667	31,9167
Albañil (estr.ocp. D2)	2,000	3,8700	7,7400	1,6667	12,9000
Carpintero (estr.ocp. D2)	1,000	3,8700	3,8700	1,6667	6,4500
Maestro (estr.ocp. C1)	1,000	4,2900	4,2900	1,6667	7,1500
<b>SUBTOTAL N =</b>					<b>58,4167</b>

**MATERIALES**

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=A*B
Cemento tipo I(50 Kg)	kg	400,000	0,1600	64,0000
Piedra 3/4"	m3	0,900	22,0000	19,8000
Arena	m3	0,600	20,0000	12,0000
Agua	m3	0,200	1,5000	0,3000
Tablas de Encofrado semidura	u	8,627	5,0000	43,1373
Cuarton semiduras	u	10,659	3,0000	31,9765
Tira de encofrado semiduras	u	5,329	1,5000	7,9941
Clavo 2" x 8	Lb	5,000	0,8500	4,2500
<b>SUBTOTAL O =</b>				<b>183,4579</b>

**TRANSPORTE**

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B
<b>SUBTOTAL P =</b>				<b>0,0000</b>

TOTAL COSTO DIRECTOS X=(M+N+O+P)	258,6124
INDIRECTOS Y UTILIDAD . 25,00%	64,6531
OTROS INDIRECTOS ..... %	
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>	<b>323,2655</b>
<b>VALOR OFERTADO \$</b>	<b>323,27</b>

La Libertad, Enero de 2022

**ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

RUBRO: 11,00 UNIDAD: M2  
 DETALLE: ENLUCIDO DE PAREDES EXTERIORES

**EQUIPOS**

DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Herramienta menor 5 % M/O					0,2501
SUBTOTAL M =					0,2501

**MANO DE OBRA**

DESCRIPCION CATEGORIAS)	CANTIDAD A	JORNAL /HR B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Peon (estr.ocp. E2)	1,000	3,8300	3,8300	0,6154	2,3569
Albañil (estr.ocp. D2)	1,000	3,8700	3,8700	0,6154	2,3815
Maestro (estr.ocp. C1)	1,000	4,2900	4,2900	0,0615	0,2640
SUBTOTAL N =					5,0024

**MATERIALES**

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=A*B
Cemento tipo I(50 Kg)	kg	8,333	0,1500	1,2500
Arena	m3	0,017	20,0000	0,3333
Agua	m3	0,006	1,5000	0,0094
SUBTOTAL O =				1,5927

**TRANSPORTE**

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B
SUBTOTAL P =				0,0000

TOTAL COSTO DIRECTOS X=(M+N+O+P)	6,8452
INDIRECTOS Y UTILIDAD . 25,00%	1,7113
OTROS INDIRECTOS ..... %	
COSTO TOTAL DEL RUBRO	8,5565
<b>VALOR OFERTADO</b>	<b>\$ 8,56</b>

La Libertad, Enero de 2022

**ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

RUBRO: 11,00 UNIDAD: M2

DETALLE: ENLUCIDO PAREDES INTERIORES

**EQUIPOS**

DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Herramienta menor 5 % M/O					0,2501
SUBTOTAL M =					0,2501

**MANO DE OBRA**

DESCRIPCION CATEGORIAS)	CANTIDAD A	JORNAL /HR B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Peon (estr.ocp. E2)	1,000	3,8300	3,8300	0,6154	2,3569
Albañil (estr.ocp. D2)	1,000	3,8700	3,8700	0,6154	2,3815
Maestro (estr.ocp. C1)	1,000	4,2900	4,2900	0,0615	0,2640
SUBTOTAL N =					5,0024

**MATERIALES**

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=A*B
Cemento tipo I(50 Kg)	kg	7,500	0,1500	1,1250
Arena	m3	0,020	20,0000	0,4000
Agua	m3	0,007	1,5000	0,0103
SUBTOTAL O =				1,5353

**TRANSPORTE**

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B
SUBTOTAL P =				0,0000

TOTAL COSTO DIRECTOS X=(M+N+O+P)	6,7878
INDIRECTOS Y UTILIDAD . 25,00%	1,6970
OTROS INDIRECTOS ..... %	
COSTO TOTAL DEL RUBRO	8,4848
<b>VALOR OFERTADO \$</b>	<b>8,48</b>

La Libertad, Enero de 2022

**ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

RUBRO: 0,00

UNIDAD:

DETALLE: ACERO DE REFUERZO FY=4200 Kg/cm2 (inc. Alambre # 18)

**EQUIPOS**

DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Herramienta menor 5 % M/O Cortadora - dobladora	1,000	0,500	0,500	0,0265	0,0159 0,0130
SUBTOTAL M =					0,0289

**MANO DE OBRA**

DESCRIPCION CATEGORIAS)	CANTIDAD A	JORNAL /HR B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Peon (estr.ocp. E2)	2,000	3,830	7,660	0,0265	0,2030
Fierro (estr.ocp. D2)	1,000	3,870	3,870	0,0265	0,1030
Maestro (estr.ocp. C1)	1,000	4,290	4,290	0,0027	0,0110
SUBTOTAL N =					0,3170

**MATERIALES**

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=A*B
Acero de refuerzo fy=4200 kg/cm2	kg	1,050	0,9200	0,9660
Alambre Recocido # 18	kg	0,032	1,500	0,0473
SUBTOTAL O =				1,0133

**TRANSPORTE**

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B
SUBTOTAL P =				0,0000

TOTAL COSTO DIRECTOS X=(M+N+O+P)	1,3592
INDIRECTOS Y UTILIDAD . 25,00%	0,3398
OTROS INDIRECTOS ..... %	
COSTO TOTAL DEL RUBRO	1,6990
<b>VALOR OFERTADO</b>	<b>\$ 1,70</b>

La Libertad, Enero de 2022

**ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

RUBRO: 0,00 UNIDAD:  
 DETALLE: MALLA ELECTROSOLDAD LOSA, CONTRAPISO

**EQUIPOS**

DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Herramienta menor 5 % M/O Cortadora - dobladora	1,000	0,500	0,500	0,0303	0,0175 0,0150
SUBTOTAL M =					0,0325

**MANO DE OBRA**

DESCRIPCION CATEGORIAS)	CANTIDAD A	JORNAL /HR B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Peon (estr.ocp. E2)	2,000	3,830	7,660	0,0303	0,2320
Fierrero (estr.ocp. D2)	1,000	3,870	3,870	0,0303	0,1170
SUBTOTAL N =					0,3490

**MATERIALES**

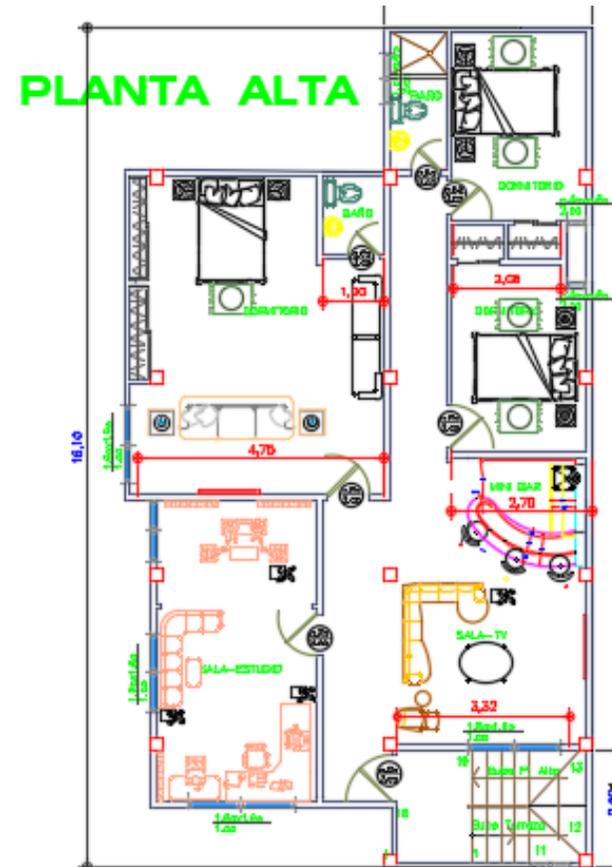
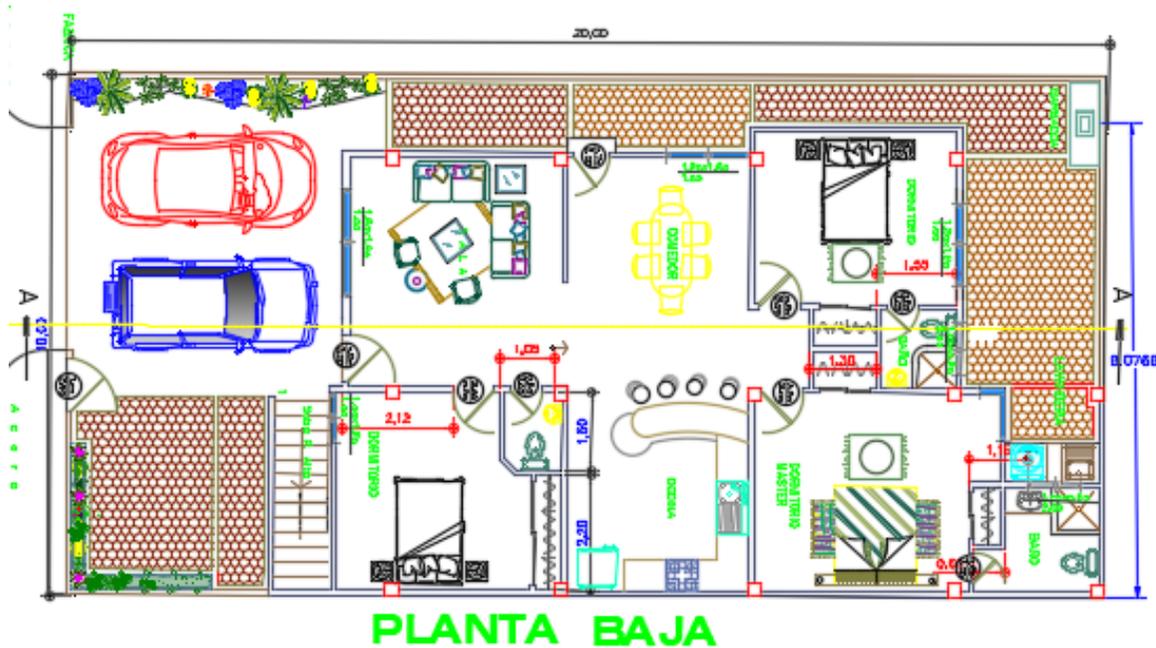
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=A*B
Malla electrosoldad D=10mm	kg	1,050	4,7000	4,9350
Alambre Recocido # 18	kg	0,032	1,500	0,0473
SUBTOTAL O =				4,9823

**TRANSPORTE**

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B
SUBTOTAL P =				0,0000

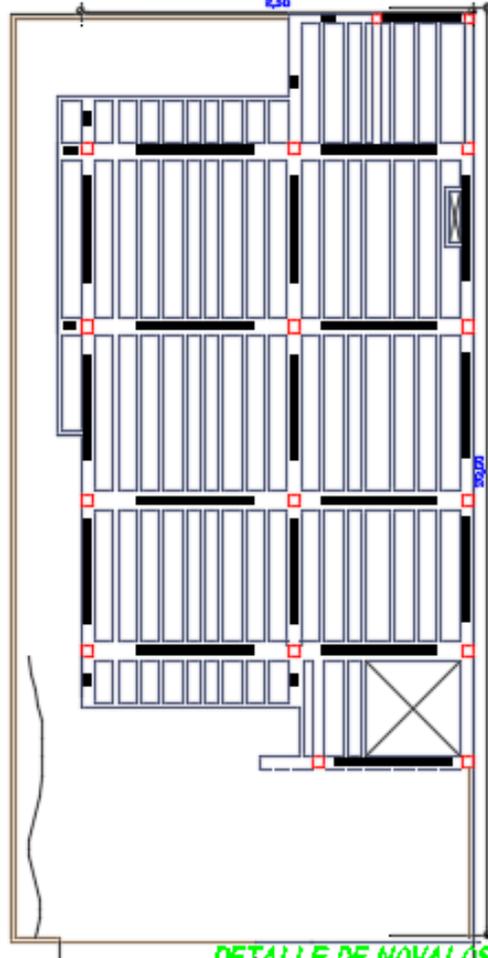
TOTAL COSTO DIRECTOS X=(M+N+O+P)	5,3638
INDIRECTOS Y UTILIDAD . 25,00%	1,3410
OTROS INDIRECTOS ..... %	
COSTO TOTAL DEL RUBRO	6,7048
<b>VALOR OFERTADO \$</b>	<b>6,70</b>

La Libertad, Enero de 2022

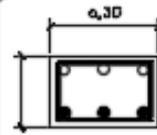


	<b>UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DESANTA ELENA FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERIA</b>			
	"ANÁLISIS EN COSTO Y TIEMPO DE UNA VIVIENDA CON EL MÉTODO DE MAMPOSTERÍA ESTRUCTURAL EN COMPARACIÓN CON UNA ESTRUCTURA TRADICIONAL EN EL CANTÓN SANTA ELENA PROVINCIA DE SANTA ELENA"			
CONTIENE:	PLANO ARQUITECTÓNICO PLANTA BAJA - PLANTA ALTA	ESCALA: 1:75	FECHA: ENERO 2022	
DISEÑO:	VILLAO TOMALÁ VALERIA BRIGITTE VILLON RAMÍREZ CHRISTIAN BYRON	LUGAR SANTA ELENA	LAMINA: 1/5	

## LOSA TIPO

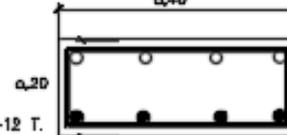


VL.1 (.30 X .20 ) CM.



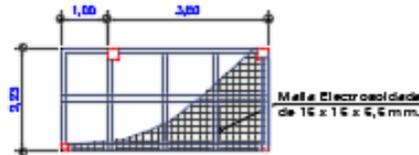
- 3 Ø 12 mm. SUP.
- 3 Ø 12 mm. INF.
- ESTRIBOS Ø 8 mm c/ 12-15-12 T.

VL.2 (.40 X .20 ) CM.

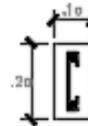


- 4 Ø 12 mm. SUP.
- 4 Ø 14 mm. INF.
- ESTRIBOS Ø 8 mm c/ 12-15-12 T.

### SECCION NOVALOSA (MEZZANINE)

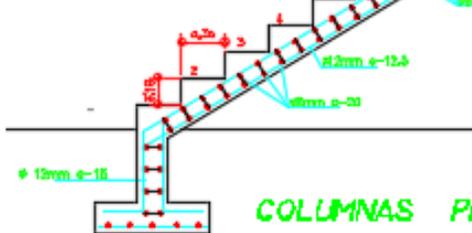


### NERVIO (NA)



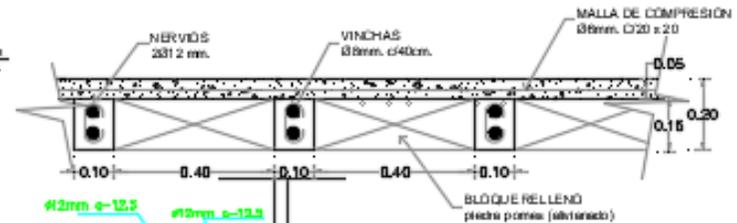
- 2 Ø 12 mm.

### CORTE 2-2

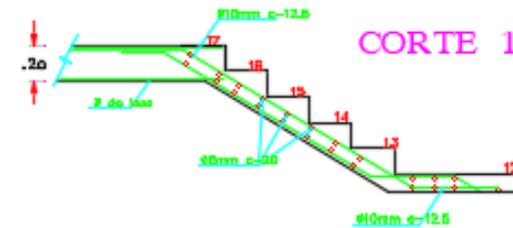


### COLUMNAS PLANTA BAJA

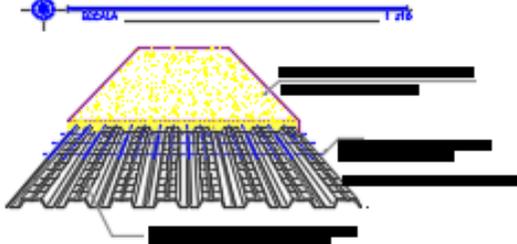
### SECCION LOSA



### CORTE 1-1



### DETALLE DE NOVALOSA



UNIVERSIDAD ESTADAL PENÍNSULA

DESANTA ELENA

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERIA

"ANÁLISIS EN COSTO Y TIEMPO DE UNA VIVIENDA CON EL MÉTODO DE MAMPOSTERIA ESTRUCTURAL EN COMPARACION CON UNA ESTRUCTURA



CONTIENE: PLANO DE LOSA-ESPECIFICACIONES VIGAS-ESCALERA

ESCALA: 1:75

FECHA: ENERO 2022

DISEÑO: VILLAO TOMALÁ VALERIA BRIGITTE  
VILLON RAMIREZ CHRISTIAN BYRON

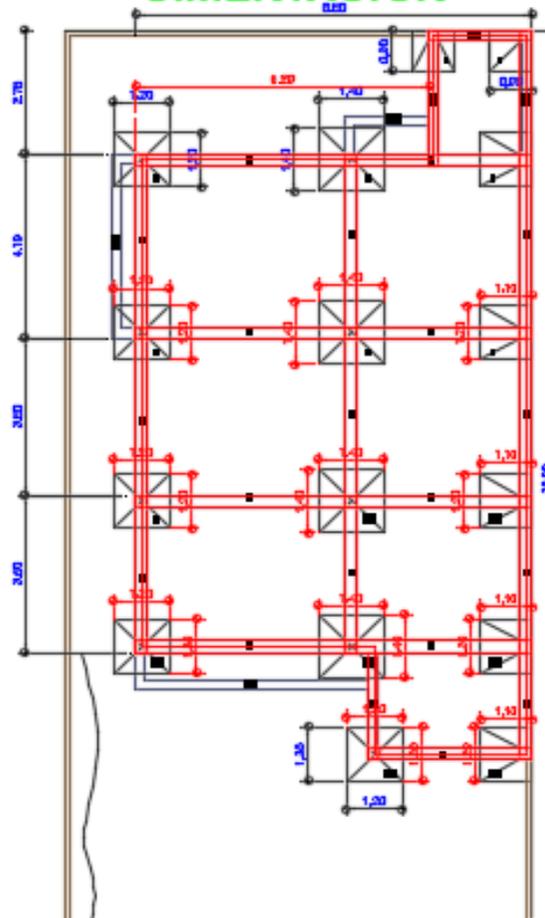
LUGAR

SANTA ELENA

LAMINA:

3/5

# CIMENTACION

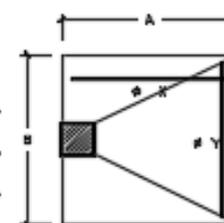


## PLANILLA DE PLINTOS

### CONSTRUCCION DE 2 PLANTAS

Nº PLINTOS	A X B	H	h	REFUERZOS
4 - 7 - 10 - 13	1.40 x 1.40	.25	.30	Ø 14 mm. c / 15 cm.
3 - 6 - 9 - 12 - 15	1.20 x 1.20	.25	.30	Ø 14 mm. c / 15 cm.
5 - 8 - 11 - 14 - 16	1.10 x 1.20	.25	.30	Ø 12 mm. c / 15 cm.
1 - 2	0.80 x 0.80	.25	.30	Ø 12 mm. c / 15 cm.

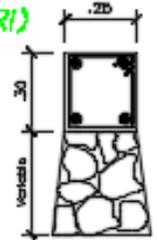
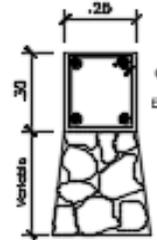
## PLANTA PLINTO



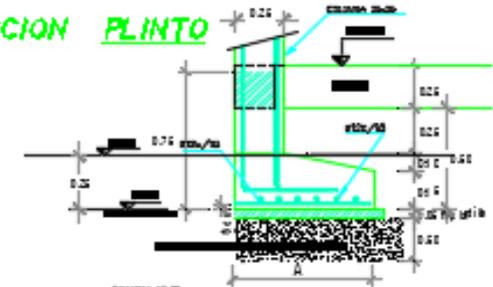
$F_e = 210 \text{ kg / cm}^2$   
 $F_y = 4200 \text{ kg / cm}^2$

Ø 14 mm. c / 15 cm.  
 AMBOS SENTIDOS

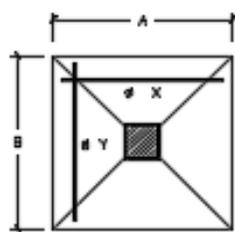
## RIOSTRAS(RI)



## SECCION PLINTO

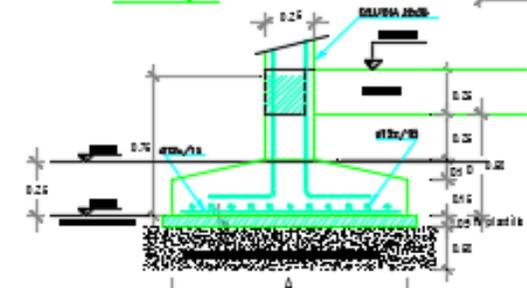


## PLANTA PLINTO

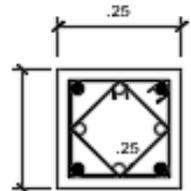


Ø 14 mm. c / 15 cm.  
 AMBOS SENTIDOS

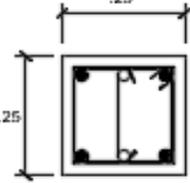
## SECCION PLINTO



## COLUMNAS PLANTA BAJA COLUMNAS 10- PISO ALTO



4 Ø 14 mm.  
 4 Ø 12 mm.  
 EST. Ø 8 mm of 12-15-12 T.



4 Ø 12 mm.  
 2 Ø 12 mm.  
 EST. Ø 8 mm of 12-15-12 T.



UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERIA

"ANÁLISIS EN COSTO Y TIEMPO DE UNA VIVIENDA CON EL MÉTODO DE MAMPOSTERIA ESTRUCTURAL EN COMPARACION CON UNA ESTRUCTURA"



<b>CONTIENE:</b>	PLANO CIMENTACION-PLANILLA DE PLINTOS- RIOSTRAS-COLUMNAS	<b>ESCALA:</b> 1:75	<b>FECHA:</b> ENERO 2022
<b>DISEÑO:</b>	VILLAO TOMALÁ VALERIA BRIGITTE VILLON RAMIREZ CHRISTIAN BYRON	<b>LUGAR:</b> SANTA ELENA	<b>LAMINA:</b> 2/5



## IMPLANTACION Y CUBIERTA



	UNIVERSIDAD ESTADAL PENINSULA DE SANTA ELENA FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERIA		
	"ANALISIS EN COSTO Y TIEMPO DE UNA VIVIENDA CON EL MÉTODO DE MAMPOSTERIA ESTRUCTURAL EN COMPARACION CON UNA ESTRUCTURA"		
CONTIENE:	IMPLANTACION Y CUBIERTA - TERRAZA	ESCALA: 1:75	FECHA: ENERO 2022
DISEÑO:	VILLAO TOMALÁ VALERIA BRIGITTE VILLON RAMIREZ CHRISTIAN BYRON	LUGAR: SANTA ELENA	LAMINA: 5/5