

**UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO USFQ**

**Colegio de Ciencias e Ingenierías**

**Avaluó de los costos de reposición de viviendas de interés social  
de la ciudad de Quito**

**Erika Alexandra Criollo Toapanta**

**Ingeniería Civil**

Trabajo de fin de carrera presentado como  
requisito para la obtención del título de  
Ingeniero Civil

Quito, 11 de mayo de 2021

# **UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO USFQ**

**Colegio de Ciencias e Ingeniarías**

## **HOJA DE CALIFICACIÓN DE TRABAJO DE FIN DE CARRERA**

**Avaluó de los costos de reposición de viviendas de interés social  
de la ciudad de Quito**

**Erika Alexandra Criollo Toapanta**

Nombre del profesor, Título académico

Juan Carlos Pantoja Moyano,  
M.Sc. en Ingeniería Civil

Quito, 11 de mayo 2021

## **©DERECHOS DE AUTOR**

Por medio del presente documento certifico que he leído todas las Políticas y Manuales de la Universidad San Francisco de Quito USFQ, incluyendo la Política de Propiedad Intelectual USFQ y estoy de acuerdo con su contenido, por lo que los derechos de propiedad intelectual del presente trabajo quedan sujetos a lo dispuesto en esas Políticas.

Asimismo, autorizo a la USFQ para que realice la digitalización y publicación de este trabajo en el repositorio virtual, de conformidad a lo dispuesto en el Art. 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

Nombres y apellidos: Erika Alexandra Criollo Toapanta

Código: 00138628

Cédula de identidad: 1725134132

Lugar y fecha: Quito, 11 de mayo de 2021

## ACLARACIÓN PARA PUBLICACIÓN

**Nota:** El presente trabajo, en su totalidad o cualquiera de sus partes, no debe ser considerado como una publicación, incluso a pesar de estar disponible sin restricciones a través de un repositorio institucional. Esta declaración se alinea con las prácticas y recomendaciones presentadas por el Committee on Publication Ethics COPE descritas por Barbour et al. (2017) Discussion document on best practice for issues around theses publishing, disponible en <http://bit.ly/COPETHeses>.

## UNPUBLISHED DOCUMENT

**Note:** The following capstone project is available through Universidad San Francisco de Quito USFQ institutional repository. Nonetheless, this project – in whole or in part – should not be considered a publication. This statement follows the recommendations presented by the Committee on Publication Ethics COPE described by Barbour et al. (2017) Discussion document on best practice for issues around theses publishing available on <http://bit.ly/COPETHeses>.

## **DEDICATORIA**

Este trabajo está dedicado principalmente a mis padres Miguel y Carmen por su amor, trabajo y sacrificio constante durante toda mi vida, por los consejos, valores y apoyo incondicional que me han brindado.

A mi hermano Christian por alegrarme los días y ser un apoyo fundamental en todos estos años de estudios.

## **AGRADECIMIENTOS**

Agradezco profundamente a mis padres por su apoyo incondicional en todos los años de mi carrera universitaria, por todo su amor, su entrega hacia mí y mi hermano.

A mi hermano porque juntos nos hemos apoyado en estos años de estudios.

A mi tutor Ing. Juan Carlos Pantoja, quien me ha brindado un constante apoyo e interés en el desarrollo de este proyecto.

## RESUMEN

Para realizar el análisis de riesgo sísmico del DMQ y evaluar las pérdidas económicas esperadas un componente a estudiar son los costos de reposición de las edificaciones localizadas dentro del modelo de exposición. A partir del terremoto del 16 de abril ocurrido en Pedernales el Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda (MIDUVI) aprueba el Plan Casa Para Todos como una medida para la reconstrucción de las viviendas afectadas. Sin embargo, este plan se emplea posteriormente para reubicación de familias cuyas viviendas se encuentran en zonas de invasión o peligro de colapso.

A partir de este estudio se establece la tipología estructural de las viviendas que hacen parte del programa de viviendas de interés social que se han construido en los últimos 5 años y que se prevé usarse para los planes de viviendas futuros y en caso de la reconstrucción debido a eventos sísmicos. Debido a su importancia es una necesidad estimar los costos de reposición de estas tipologías para su uso dentro del análisis de riesgo sísmico de la ciudad.

En este trabajo se estudian dos (2) tipologías estructurales para viviendas de interés social las cuales son mampostería estructural y pórticos de estructura metálica. Para cada una se propone dos metodologías para el cálculo del costo de reposición la estipulada en la Ordenanza 0093 y el análisis de precios unitarios. Las viviendas tipo analizadas consisten en una vivienda unifamiliar de área de 53 m<sup>2</sup> de un piso y una vivienda multifamiliar de área 63 m<sup>2</sup> por departamento de 3 pisos.

Según el estudio realizado para la vivienda unifamiliar se obtiene un valor de 398 \$/m<sup>2</sup> con el análisis de precios unitarios y 395 \$/m<sup>2</sup> con la metodología de la ordenanza 0093. Asimismo, para la vivienda multifamiliar se obtiene un valor de 341 \$/m<sup>2</sup> según el método de análisis de precios unitarios.

## ABSTRACT

To carry out the seismic risk analysis of the MDQ and evaluate the expected economic losses, a component to study is the replacement costs of the buildings located within the exposure model. Since the earthquake that occurred on April 16 in Pedernales, the Ministry of Urban Development and Housing (MIDUVI) proposes the *Casa Para Todos* Plan as a measure for the reconstruction of the affected homes. However, this plan is later used to relocate families whose homes are in areas of invasion or danger of collapse.

From this study, the structural typology of the houses that are part of the social interest housing program that have been built in the last 5 years and that is expected to be used for future housing plans and in case of reconstruction caused by seismic events. Due to their importance, it is necessary to estimate the replacement costs of these typologies for their use within the seismic risk analysis of the city.

In this work, two (2) structural typologies for low-income housing are studied, which are structural masonry and metal frame porches. For each one, two methodologies are proposed for calculating the replacement cost, the one stipulated in Ordinance 0093 and the analysis of unit prices. The type dwellings analyzed consist of a single-family dwelling with an area of 52 m<sup>2</sup> on one floor and a multi-family dwelling with an area of 63 m<sup>2</sup> on 3 floors.

According to the study carried out for single-family housing, a value of \$ 398 / m<sup>2</sup> is obtained with the unit price analysis and \$ 395/ m<sup>2</sup> with the methodology of ordinance 0093. Likewise, for multi-family housing a value of \$ 341 / m<sup>2</sup> according to the unit price analysis method.



## TABLA DE CONTENIDO

1. CAPITULO I: INTRODUCCIÓN.....	15
<b>1.1. Riesgo sísmico .....</b>	<b>15</b>
1.1.1. Amenaza .....	15
1.1.2. Sismicidad en Quito.....	15
1.1.3. Vulnerabilidad.....	16
1.1.4. Exposición.....	16
<b>1.2. Objetivos .....</b>	<b>17</b>
1.2.1. Objetivo General.....	17
1.2.2. Objetivos Específicos.....	17
<b>1.3. Justificación .....</b>	<b>17</b>
2. CAPITULO II: EXPOSICIÓN .....	18
<b>2.1. Generalidades del Distrito Metropolitano de Quito (D.M.Q) .....</b>	<b>18</b>
<b>2.2. Tipologías estructurales residenciales del D.M.Q .....</b>	<b>19</b>
2.2.1. Tipología estructural de hormigón armado hecho en sitio con losas planas y pórticos rellenos, no dúctil.....	19
2.2.2. Tipología estructural de hormigón armado hecho en sitio con postes y vigas, no dúctil.....	20
2.2.3. Tipología estructural de hormigón armado hecho en sitio con sistema dual pórticos y muros, dúctil .....	21
2.2.4. Tipología estructural de hormigón armado hecho en sitio con sistema resistente híbrido, no dúctil.....	22
2.2.5. Tipología estructural de hormigón armado hecho en sitio con losas planas, dúctil.....	23
2.2.6. Tipología estructural de hormigón armado hecho en sitio con pórticos rellenos, dúctil.....	24
2.2.7. Tipología estructural de pórticos rellenos de Hormigón armado hecho en sitio, no dúctil .....	24
2.2.8. Tipología estructural de mampostería sin reforzar con paredes de adobe, no dúctil.....	25
2.2.9. Tipología estructural de mampostería sin reforzar con bloques de hormigón y muros con aberturas, no dúctil.....	26
2.2.10. Tipología estructural de mampostería sin reforzar de unidades desconocidas, no dúctil.....	26
2.2.11. Tipologías estructurales de madera .....	27
2.2.12. Tipologías estructurales de acero .....	28
2.2.13. Tipologías estructurales de tierra .....	28
<b>2.3. Viviendas de interés social (vis).....</b>	<b>29</b>

2.3.1.	Proyecto nacional de vivienda vis Casa Para Todos (CPT).....	29
<b>2.4.</b>	<b>Proyecto distrital de viviendas vis San Francisco de Huarca</b> .....	<b>31</b>
2.4.1.	Vivienda Unifamiliar Proyecto San Francisco de Huarca .....	32
2.4.2.	Vivienda Multifamiliar Proyecto San Francisco de Huarca .....	33
<b>2.5.</b>	<b>Costo de reposición</b> .....	<b>34</b>
2.5.1.	Método Paramétrico.....	35
2.5.1.1.	Factor por calidad de construcción (FCC).....	35
2.5.1.2.	Factor de número de pisos (FNP) .....	36
2.5.1.3.	Factor de Altura de entrepiso (FAE) .....	36
2.5.1.4.	Factor de Perímetro a Superficie (FPS).....	36
2.5.1.5.	Factor de Zona Sísmica (FZS).....	36
2.5.1.6.	Factor de Capacidad de Suelo (FCS).....	36
2.5.1.7.	Factor de Economía de Escala (FEE).....	37
2.5.1.8.	Factor de Edad (FED).....	37
2.5.1.9.	Factor Interciudad (FIC).....	37
2.5.2.	Métodos de Ensamble de Costos .....	37
2.5.3.	Método de Análisis de Precios Unitarios.....	38
2.5.4.	Método del precio del valor unitario propuesto por el Municipio de Quito según la ordenanza No. 0093 .....	39
<b>2.6.</b>	<b>Tipologías estructurales de análisis</b> .....	<b>39</b>
2.6.1.	Mampostería Estructural de la vivienda vis multifamiliar 12D.....	39
2.6.1.1.	Elementos de la mampostería estructural .....	40
2.6.1.2.	Proceso Constructivo .....	41
<b>2.7.</b>	<b>Estimación de los costos de reposición de las tipologías seleccionadas.</b> .....	<b>41</b>
2.7.1.	Costo de reposición de la vivienda residencial vis unifamiliar según el método del precio del valor unitario estipulado en la Ordenanza N. 0093. ....	41
2.7.2.	Análisis de precios unitarios de la vivienda residencial vis unifamiliar .....	42
2.7.2.1.	Instalación eléctrica domiciliar de la vivienda residencial vis unifamiliar.....	43
2.7.2.2.	Instalación hidrosanitaria de la vivienda residencial vis unifamiliar .....	44
2.7.2.3.	Rubros referenciales de la vivienda residencial vis unifamiliar .....	45
2.7.3.	Análisis de precios unitarios de la vivienda residencial multifamiliar 12D. ....	47
2.7.3.1.	Instalación eléctrica domiciliar de la vivienda residencial vis multifamiliar 12D.....	49
2.7.3.2.	Instalación hidrosanitaria de la vivienda residencial vis multifamiliar 12D.....	50
2.7.3.3.	Análisis y diseño estructural de la vivienda residencial vis multifamiliar 12D.....	51

2.7.3.4. Rubros referenciales de la vivienda residencial vis multifamiliar 12D.....	54
3. CONCLUSIONES.....	57
4. BIBLIOGRAFÍA.....	59
ANEXOS.....	61
<b>ANEXO A: Tablas para el cálculo del costo de reposición de la Ordenanza 0093.....</b>	<b>61</b>
<b>ANEXO B: Tablas de cantidades de obra y costos para las viviendas residenciales vis unifamiliar y multifamiliar.....</b>	<b>64</b>
<b>ANEXO C: Planos arquitectónicos de las viviendas de análisis. ....</b>	<b>71</b>
<b>ANEXO D: Modelo en ETABS para la vivienda residencial vis multifamiliar 12D....</b>	<b>80</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Viviendas validadas para el proyecto CPT (MIDUVI, 2018) .....	31
Tabla 2: Tabla del factor de capacidad de suelo (Maldonado, 2008) .....	37
Tabla 3: Tabla de valores del factor de economía de escala.....	37
Tabla 4: Puntajes de acabados exteriores para la vivienda residencial vis unifamiliar.	42
Tabla 5: Características de distribución de áreas para la vivienda residencial unifamiliar.....	42
Tabla 6: Características de la estructura metálica para la vivienda residencial vis unifamiliar.....	43
Tabla 7: Cantidades de obra para la vivienda residencial vis unifamiliar .....	46
Tabla 8: Consolidado del costo de construcción por capítulo para la vivienda residencial vis unifamiliar y estimación del costo por metro cuadrado. ....	47
Tabla 9: Características de distribución de espacios para la vivienda residencial multifamiliar de 12D.....	48
Tabla 10: Cargas estimadas para la vivienda residencial vis multifamiliar 12D.....	52
Tabla 11: Periodos de vibración para la vivienda multifamiliar residencial 12D .....	54
Tabla 12: Cantidades de obra la vivienda residencial vis multifamiliar 12D.....	55
Tabla 13: Consolidado del costo de construcción por capítulo para la vivienda residencial vis multifamiliar 12D y estimación del costo por metro cuadrado. ....	56
Tabla 14: Tabla de acabos exteriores de la metodología de la Ordenanza 0093 .....	61
Tabla 15: Rangos para establecer categorías de acabados según el nivel social económico para la metodología del valor unitario estipulado en la ordenanza N.0093.....	62
Tabla 16: Costo de construcción por m <sup>2</sup> según el tipo de estructura de 1 a 5 pisos de la metodología según la ordenanza N.0093 .....	62
Tabla 17: Costo de construcción por m <sup>2</sup> según el tipo de estructura de 6 a >9 pisos de la metodología según la ordenanza N.0093 .....	63
Tabla 18: Cantidades de obra y costos para la vivienda residencial vis unifamiliar. ...	64
Tabla 19: Cantidades de obra y Costos de la vivienda residencial vis multifamiliar 12D.....	67
Tabla 20: Tablas de cargas estimadas para la modelación en ETABS de la vivienda residencial vis multifamiliar 12D.....	80

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Mapa Distrito Metropolitano de Quito .....	19
Figura 2: Fotografía de una vivienda residencial con tipología estructural de hormigón armado hecho en sitio con losa plana y pórtico relleno, no dúctil (Ayala, Sosa, & Chicaiza, 2017).....	20
Figura 3: Fotografía de una vivienda residencial con tipología estructural de hormigón armado hecho en sitio con postes y vigas, no dúctil (Ayala, Sosa, & Chicaiza, 2017) ..	21
Figura 4: Fotografía de una vivienda residencial con tipología estructural de hormigón armado en sitio con sistema dual pórtico y muros, dúctil (Ayala, Sosa, & Chicaiza, 2017).....	22
Figura 5: Fotografía de una vivienda residencial con tipología estructural de hormigón armado en sitio híbrido, no dúctil (Ayala, Sosa, & Chicaiza, 2017) .....	23
Figura 6: Fotografía de una vivienda residencial con tipología estructural de hormigón armado hecho en sitio con losa plana, dúctil (Ayala, Sosa, & Chicaiza, 2017) .....	23
Figura 7: Fotografía de una vivienda residencial con tipología estructural de hormigón armado hecho en sitio pórticos rellenos, dúctil (Ayala, Sosa, & Chicaiza, 2017).....	24
Figura 8: Fotografía de una vivienda residencial con tipología estructural de pórticos rellenos de hormigón armado hecho en sitio, no dúctil (Ayala, Sosa, & Chicaiza, 2017).....	25
Figura 9: Fotografía de una vivienda residencial con tipología estructural de mampostería sin reforzar con paredes de adobe, no dúctil (Ayala, Sosa, & Chicaiza, 2017).....	25
Figura 10: Fotografía de una vivienda residencial con tipología estructural de mampostería sin reforzar con bloques de hormigón muros con aberturas, no dúctil (Ayala, Sosa, & Chicaiza, 2017) .....	26
Figura 11: Fotografía de una vivienda residencial con tipología estructural de mampostería sin reforzar unidades desconocidas, no dúctil (Ayala, Sosa, & Chicaiza, 2017).....	27
Figura 12: Fotografía de una vivienda residencial con tipología estructural de madera (Ayala, Sosa, & Chicaiza, 2017).....	27
Figura 13: Fotografía de una vivienda residencial con tipología estructural de acero (Ayala, Sosa, & Chicaiza, 2017).....	28
Figura 14: Fotografía de una vivienda residencial con tipología estructural de tierra (Ayala, Sosa, & Chicaiza, 2017).....	29
Figura 15: Fotografía de la vivienda residencial unifamiliar de un piso (Angulo, 2020).	33
Figura 16: Esquema del sistema estructural metálico de la vivienda unifamiliar residencial (Ecuador Estratégico EP, 2018).....	33
Figura 17: Fotografía de la vivienda residencial vis multifamiliar 12D (Angulo, 2020)	34
Figura 18: Vivienda residencial vis multifamiliar 4D (Angulo, 2020).....	34
Figura 19: Esquema de armado de la mampostería estructural donde se muestra a) el acero de fuerzo y b) y los bloque con perforaciones verticales (Gutierrez, 2003).....	40
Figura 20: Esquema de distribución de espacios de la vivienda residencial vis unifamiliar.....	43

Figura 21: Esquema de la instalación eléctrica domiciliar de la vivienda residencial vis unifamiliar.....	44
Figura 22: Esquema de la instalación hidrosanitaria de la vivienda residencial vis unifamiliar donde la línea punteada se refiere a la instalación de agua caliente, la línea negra gruesa para agua fría y la línea delgada negra para aguas servidas. ....	45
Figura 23: Esquema de la planta baja de la vivienda residencial vis multifamiliar 12D.....	48
Figura 24: Instalación eléctrica de departamento tipo de la vivienda multifamiliar 12D.....	49
Figura 25: Esquema de instalación hidrosanitaria de la vivienda multifamiliar 12D donde se observa que la línea continua negra es la conexión de agua fría, la línea continua gris para agua caliente y la línea entrecortada para aguas servidas. ....	51
Figura 26: Modelo de la vivienda residencial vis multifamiliar 12D .....	52
Para este modelo se estiman las cargas muertas, cargas vivas y carga sísmica, las cuales se muestran en la Tabla 10. ....	52
Figura 27: Deriva de piso máxima en el eje X para la vivienda multifamiliar vis residencial 12D.....	53
Figura 28: Deriva de piso máximo en el eje Y para la vivienda multifamiliar vis residencial 12D .....	53
Figura 29: Plano arquitectónico de la vivienda residencial vis unifamiliar .....	71
Figura 30: Plano hidrosanitario de la vivienda residencial vis unifamiliar.....	72
Figura 31: Plano eléctrico vivienda residencial vis unifamiliar .....	73
Figura 32: Plano arquitectónico residencial de la vivienda vis multifamiliar 12D.....	74
Figura 33: Plano eléctrico residencial de la vivienda vis multifamiliar 12D .....	75
Figura 34: Plano hidrosanitario de la vivienda residencial vis multifamiliar 12D .....	76
Figura 35: Plano estructural en planta de la vivienda residencial vis multifamiliar 12D.....	77
Figura 36: Detalle estructural de la viga para la vivienda residencial vis multifamiliar 12D.....	78
Figura 37: Detalle estructural de la columna para la vivienda residencial multifamiliar 12D.....	79

## 1. CAPITULO I: INTRODUCCIÓN

### 1.1.Riesgo sísmico

El riesgo está implícito en todos los ámbitos de la vida del ser humano pues es la posibilidad de sufrir pérdidas debido a un evento adverso. El riesgo sísmico es la probabilidad de que se produzca un terremoto en un determinado lugar provocando daños a las estructuras, pérdidas humanas y económicas. Por otro lado, examina el impacto que tiene un sismo en la infraestructura, los efectos en la población y las actividades sociales y ambientales.

Además, el riesgo sísmico depende de tres factores importantes como es la amenaza, exposición y vulnerabilidad (Moya, Sosa & Chicaiza,2017).

#### 1.1.1. *Amenaza*

Es la probabilidad de ocurrencia a una intensidad determinada por medio de un evento físico que puede ser de origen natural como sismos, vientos y deslizamientos o por acción humana, la cual causa pérdidas en las infraestructuras, recursos ambientales y vidas. La amenaza produce daños directos e indirectos que pueden ser a corto y largo plazo, siendo los daños directos hacia la infraestructura, personas, bienes y ambiente durante la ocurrencia del sismo. Los daños a las actividades económicas, sociales, la falta de productividad, aumento de pobreza, aumento de costos de transportes, etc (Yamin, Ghesquiere, Cardona, & Ordaz, 2013).

La amenaza sísmica es la probabilidad estadística de excedencia de la aceleración del suelo durante en un lugar determinado, se la representa en términos de aceleración, velocidad o desplazamientos. Provoca efectos adversos en las actividades cotidianas de las personas.

#### 1.1.2. *Sismicidad en Quito.*

Ecuador es una zona de alto peligro sísmico debido a su ubicación en la zona de subducción de la Placa de Nazca por debajo de la Placa Sudamericana.

Quito está ubicada sobre la falla geológica de Quito de aproximadamente 50 km de

longitud, cuenta con un historial de actividad sísmico registrado en los últimos 400 años. Dentro de los registros sísmicos que ha experimentado la ciudad los tres (3) de mayor magnitud son los ocurridos en Guayllabamba en 1587 con una magnitud de 7 Mw, el ocurrido en Ambato en 1968 con una magnitud de 7.2 Mw y el ocurrido en Riobamba en 1797 con una magnitud de 7.6 Mw (Naya, 2010)

Del estudio realizado por Indyra Delgado, Emily Cabay y Yadira Llugsha en el año 2020, se encontró que la sismicidad en Quito está caracterizada por sismos de magnitudes entre 5 Mw a 6.9 Mw con aceleraciones en roca entre 0.05g y 0.06g originadas por la falla de Quito.

### ***1.1.3. Vulnerabilidad***

Es una medida de cuantificación acerca de la resistencia de una estructura, daño y su modo de falla (Baker , 2008). La vulnerabilidad sísmica determina la probabilidad de daño de los bienes expuestos ante un sismo, pues es la fragilidad social, ambiental, física y económica que posee un determinado lugar ante un evento sísmico. Asimismo, la vulnerabilidad sísmica es el grado de daño que se produce en edificaciones con la misma tipología estructural, pero evidenciando daños diferentes en cada una. Sin embargo, la vulnerabilidad, nos da entender que una edificación puede ser vulnerable pero no necesariamente estar en riesgo a menos que se encuentre ubicada en una zona de peligrosidad sísmica (Yépez, Barbat, & Canas, 1995).

### ***1.1.4. Exposición***

Es la cuantificación de individuos y bienes expuestos a la amenaza por ejemplo vías, estructuras, líneas vitales etc. Además, los modelos de exposición ayudan a estimar el riesgo sísmico y a identificar la ubicación de la vida de seres humanos e infraestructuras expuestas ante la ocurrencia de un terremoto (Yamin, Ghesquiere, Cardona, & Ordaz, 2013). Asimismo, la exposición sísmica abarca las estructuras, población, instalaciones e infraestructura ubicadas en zonas con alta probabilidad de ocurrencia de un terremoto (Osorio, 2015).



Dentro del análisis de riesgo sísmico, el parámetro que sirve para estimar la pérdida económica de las edificaciones es el costo de reposición. Esta cantidad se estima en base de las tipologías estructurales que se encuentran en el modelo de exposición, identificando el tipo de material, tipo de sistema estructural, la geometría y los acabados exteriores. En este trabajo se busca calcular el costo de reposición de las viviendas de interés social que se planean construir en el Distrito Metropolitano de Quito.

## **1.2. Objetivos**

### *1.2.1. Objetivo General*

Evaluar los costos de reposición de la vivienda de interés social que se empleará para la reconstrucción o reubicación en la ciudad de Quito propuesto por el Plan Casa Para Todos.

### *1.2.2. Objetivos Específicos*

- Definir e identificar tipologías estructurales presentes en la ciudad de Quito.
- Seleccionar la tipología estructural de las viviendas de interés social construidas en los últimos años en Quito.
- Estimar el costo de reposición por metro cuadrado de la vivienda de interés social seleccionada.
- Consultar las bases de datos existentes para la estimación de costos de construcción de la ciudad de Quito.
- Consultar las metodologías para determinar el costo de reposición por m<sup>2</sup> de una vivienda.

## **1.3. Justificación**

El proyecto identifica las tipologías estructurales presentes en el Distrito Metropolitano de Quito con el fin de estimar el costo de reposición por metro cuadrado de una vivienda de interés

social. Para posteriormente estimar las pérdidas económicas ocasionadas mediante un análisis de riesgo sísmico. Como resultado de este análisis se pretende generar herramientas para los tomadores de decisión que ayuden a precautelar los recursos necesarios para la atención adecuada post evento sísmico.

## **2. CAPITULO II: EXPOSICIÓN**

La exposición sísmica hace referencia a los elementos que son afectados de manera directa e indirecta por fenómenos naturales como los terremotos, los cuales provocan daños a las estructuras y seres vivos causando pérdidas económicas significativas.

### **2.1. Generalidades del Distrito Metropolitano de Quito (D.M.Q)**

El Distrito Metropolitano de Quito está ubicado al Norte de la provincia de Pichincha a 2850 m.s.n.m con una población de 2.239.191 habitantes (INEC , 2010) y una superficie de 4.235.2 km<sup>2</sup>. Además, la ciudad de Quito se encuentra limitada al Norte por la provincia de Imbabura, al Sur por los cantones Rumiñahui y Mejía, al Este por los cantones Pedro Moncayo, Cayambe y Provincia de Napo y al Oeste con los cantones Pedro Vicente Maldonado, Los Bancos y la Provincia de Santo Domingo de los Tsáchilas. El D.M.Q fue declarado Patrimonio Cultural de la Humanidad por la UNESCO en 1978 debido a la arquitectura barroca y está dividido en 9 administraciones zonales con 32 parroquias urbanas y 33 rurales. Por otro lado, en Quito hay 764000 viviendas aproximadamente, las cuales el 60% fueron construidas de manera informal (Municipio de Quito , 2012). A continuación, en la Figura 1 se muestra el mapa del Distrito Metropolitano de Quito.

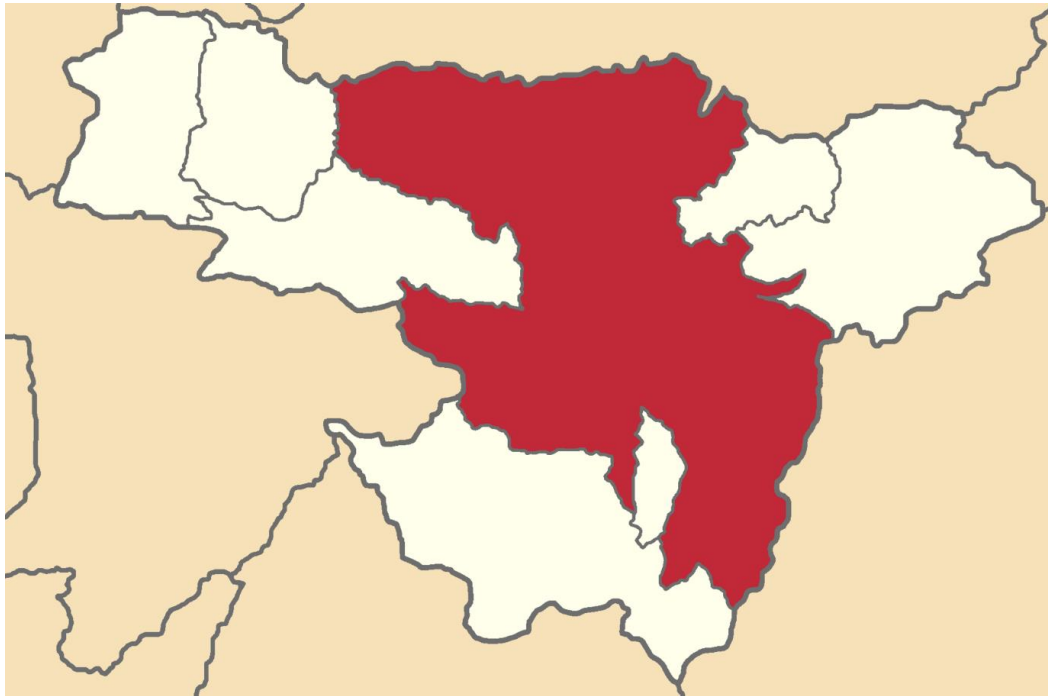


Figura 1: Mapa Distrito Metropolitano de Quito

## 2.2. Tipologías estructurales residenciales del D.M.Q

En el año 2015 se realizó un levantamiento topográfico de 11.556 edificaciones para conocer las tipologías estructurales existentes en el D.M.Q. Este levantamiento se dividió en 5 zonas homogéneas concentrándose en aquellas estructuras de uso residencial, mixtas, unifamiliar y multifamiliares con un número de pisos que varían entre 1 y 5 pisos.

Del levantamiento se establecieron 4 tipologías estructurales, las cuales se clasificaron según la taxonomía del Global Earthquake Model (de aquí en adelante GEM). Como resultado de este análisis se encuentra que la tipología estructural que predomina en la ciudad de Quito con un porcentaje del 77% es de concreto reforzado elaborado en sitio con paredes de mampostería no estructural y losa alivianada no dúctil (Ayala, Sosa & Chicaiza, 2017).

A continuación, se resumen las tipologías estructurales encontradas en este estudio.

### 2.2.1. *Tipología estructural de hormigón armado hecho en sitio con losas planas y pórticos rellenos, no dúctil*

Este tipo de edificaciones son para uso residencial y se utiliza en construcciones informales y formales pues sus paredes son de relleno adosado al pórtico (Ayala, Sosa & Chicaiza, 2017).

En la Figura 2 se observa la fotografía de la vivienda residencial con tipología estructural mencionada anteriormente.



Figura 2: Fotografía de una vivienda residencial con tipología estructural de hormigón armado hecho en sitio con losa plana y pórtico relleno, no dúctil (Ayala, Sosa, & Chicaiza, 2017).

### 2.2.2. *Tipología estructural de hormigón armado hecho en sitio con postes y vigas, no dúctil*

Estas construcciones son realizadas en proyectos del gobierno para viviendas de interés social, poseen cubiertas de material ligero y paredes de relleno adosado al pórtico (Ayala, Sosa & Chicaiza, 2017). En la Figura 3 se observa la fotografía de la vivienda residencial con tipología estructural mencionada anteriormente.



Figura 3: Fotografía de una vivienda residencial con tipología estructural de hormigón armado hecho en sitio con postes y vigas, no dúctil (Ayala, Sosa, & Chicaiza, 2017)

### ***2.2.3. Tipología estructural de hormigón armado hecho en sitio con sistema dual pórticos y muros, dúctil***

Este tipo de estructuras son de gran altura por lo cual oscilan de 10 a 20 pisos con paredes de relleno adosadas al pórtico y generalmente son construidas por privados (Ayala, Sosa & Chicaiza, 2017). En la Figura 4 se observa la fotografía de la vivienda residencial con tipología estructural mencionada anteriormente.



Figura 4: Fotografía de una vivienda residencial con tipología estructural de hormigón armado en sitio con sistema dual pórtico y muros, dúctil (Ayala, Sosa, & Chicaiza, 2017)

#### ***2.2.4. Tipología estructural de hormigón armado hecho en sitio con sistema resistente híbrido, no dúctil***

Son edificaciones informales porque el dueño realizó ampliaciones en diferentes pisos, sus paredes son de relleno adosadas a los pórticos (Ayala, Sosa & Chicaiza, 2017). En la Figura 5 se observa la fotografía de la vivienda residencial con tipología estructural mencionada anteriormente.



Figura 5: Fotografía de una vivienda residencial con tipología estructural de hormigón armado en sitio híbrido, no dúctil (Ayala, Sosa, & Chicaiza, 2017)

#### ***2.2.5. Tipología estructural de hormigón armado hecho en sitio con losas planas, dúctil***

Son viviendas de interés social construidas por el gobierno que oscilan de 4 a 5 pisos con paredes de relleno adosadas a los pórticos (Ayala, Sosa & Chicaiza, 2017). En la Figura 6 se observa la fotografía de la vivienda residencial con tipología estructural mencionada anteriormente.

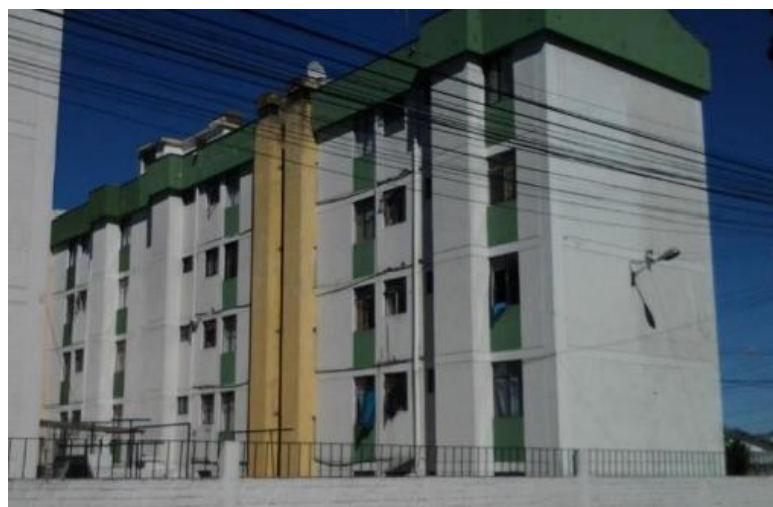


Figura 6: Fotografía de una vivienda residencial con tipología estructural de hormigón armado hecho en sitio con losa plana, dúctil (Ayala, Sosa, & Chicaiza,

2017)

**2.2.6. Tipología estructural de hormigón armado hecho en sitio con pórticos rellenos, dúctil**

Son edificaciones formales que oscilan entre 2 y 4 pisos construidas por los dueños de los predios, con paredes de relleno adosadas (Ayala, Sosa & Chicaiza, 2017). En la Figura 7 se observa la fotografía de la vivienda residencial con tipología estructural mencionada anteriormente.



Figura 7: Fotografía de una vivienda residencial con tipología estructural de hormigón armado hecho en sitio pórticos rellenos, dúctil (Ayala, Sosa, & Chicaiza, 2017)

**2.2.7. Tipología estructural de pórticos rellenos de Hormigón armado hecho en sitio, no dúctil**

Son edificaciones formales con paredes de ladrillo de relleno adosadas a los pórticos, con cubierta de teja y construidas por los dueños del terreno (Ayala, Sosa & Chicaiza, 2017). En la Figura 8 se observa la fotografía de la vivienda residencial con tipología estructural mencionada anteriormente.





Figura 8: Fotografía de una vivienda residencial con tipología estructural de pórticos rellenos de hormigón armado hecho en sitio, no dúctil (Ayala, Sosa, & Chicaiza, 2017)

#### 2.2.8. *Tipología estructural de mampostería sin reforzar con paredes de adobe, no dúctil*

Son estructuras con más de 100 años de construcción que oscilan entre 1 y 3 pisos, generalmente son consideradas patrimonio cultural y poseen paredes de adobe con cubierta de teja a 4 aguas (Ayala, Sosa & Chicaiza, 2017). En la Figura 9 se observa la fotografía de la vivienda residencial con tipología estructural mencionada anteriormente.



Figura 9: Fotografía de una vivienda residencial con tipología estructural de mampostería sin reforzar con paredes de adobe, no dúctil (Ayala, Sosa, & Chicaiza,

2017)

**2.2.9. Tipología estructural de mampostería sin reforzar con bloques de hormigón y muros con aberturas, no dúctil.**

Este tipo de edificaciones se construyen de manera informal, generalmente son de 1 piso con paredes de bloque y techo de zinc (Ayala, Sosa & Chicaiza, 2017). En la Figura 10 se observa la fotografía de la vivienda residencial con tipología estructural mencionada anteriormente.



Figura 10: Fotografía de una vivienda residencial con tipología estructural de mampostería sin reforzar con bloques de hormigón muros con aberturas, no dúctil

(Ayala, Sosa, & Chicaiza, 2017)

**2.2.10. Tipología estructural de mampostería sin reforzar de unidades desconocidas, no dúctil**

Son estructuras dañadas debido a los años, oscilan entre 1 y 2 pisos con techos de teja y se encuentran en el centro de Quito (Ayala, Sosa & Chicaiza, 2017). En la Figura 11 se observa la fotografía de la vivienda residencial con tipología estructural mencionada anteriormente.



Figura 11: Fotografía de una vivienda residencial con tipología estructural de mampostería sin reforzar unidades desconocidas, no dúctil (Ayala, Sosa, & Chicaiza, 2017)

#### 2.2.11. *Tipologías estructurales de madera*

Son edificaciones con techos de zinc o asbesto, con paredes de ladrillo o bloque. Generalmente estas estructuras son de 1 piso y su construcción es informal (Ayala, Sosa & Chicaiza, 2017). En la Figura 12 se observa la fotografía de la vivienda residencial con tipología estructural mencionada anteriormente.



Figura 12: Fotografía de una vivienda residencial con tipología estructural de madera (Ayala, Sosa, & Chicaiza, 2017)

### 2.2.12. *Tipologías estructurales de acero*

Son edificaciones actuales de 10 a 20 pisos que poseen fachadas de vidrio, paredes unidas a los pórticos con muros de hormigón armado en los ascensores y gradas (Ayala, Sosa & Chicaiza, 2017). En la Figura 13 se observa la fotografía de la vivienda residencial con tipología estructural mencionada anteriormente.



Figura 13: Fotografía de una vivienda residencial con tipología estructural de acero

(Ayala, Sosa, & Chicaiza, 2017)

### 2.2.13. *Tipologías estructurales de tierra*

Son edificios de un (1) piso, con techos de asbesto o zinc y paredes de tierra no dúctil, su construcción es informal y se encuentran en la periferia de la ciudad de Quito (Ayala, Sosa, & Chicaiza, 2017). En la Figura 14 se observa la fotografía de la vivienda residencial con tipología estructural mencionada anteriormente.



Figura 14: Fotografía de una vivienda residencial con tipología estructural de tierra

(Ayala, Sosa, & Chicaiza, 2017)

### 2.3. Viviendas de interés social (vis)

Las viviendas de interés social se construyen con el fin de otorgar viviendas dignas y de calidad a la población en condición de pobreza extrema o moderada. Según el reporte de pobreza y desigualdad del 2018 Ecuador posee un 9% de pobreza extrema a nivel nacional siendo Quito la ciudad con más pobreza con un porcentaje del 4.6% (Lombeida, 2018).

Una vivienda de interés social en el Ecuador está destinada a la población con menores ingresos económicos, en situación vulnerable, afectados por fenómenos naturales como terremotos y a víctimas de alguna catástrofe, que presentan la necesidad de una vivienda propia, garantizando que este tipo de población puedan acceder a un techo de calidad y digno. Además, estas viviendas son totalmente financiadas por el gobierno (MIDUVI, 2018). A continuación, se describe el proyecto Casa Para Todos propuesto por el MIDUVI en el año 2016, a raíz del terremoto ocurrido en Pedernales el 16 de abril del mismo año. Este proyecto adelantado por el gobierno es el único que ha construido edificaciones de interés social en los últimos 5 años.

#### 2.3.1. *Proyecto nacional de vivienda vis Casa Para Todos (CPT).*

Se crea como una solución a nivel nacional, con el fin de ayudar a las familias en condición de pobreza moderada o extrema que no poseen vivienda propia o aquellas familias que cumplen condiciones específicas de ingreso, estabilidad laboral o patrimonio. Durante el planteamiento

del proyecto se realizó una proyección de la demanda de viviendas de interés social de 8.786 en la provincia de Pichincha, en la cual Quito requiere 297 viviendas de interés social por parroquia. Además, todas las viviendas proyectadas para construirse dentro del proyecto CPT entre el 2017 y el 2021 se basan en la vivienda tipo del proyecto "Juntos por ti", en donde una vivienda de interés social es de 49.77 m<sup>2</sup>, de una sola planta, con muros portantes de mampostería reforzada, bloques de 10 cm de espesor y varillas de refuerzo de 10 milímetros las cuales fueron construidas para la reconstrucción de Pedernales y zonas afectadas por el sismo (MIDUVI, 2018). Por otro lado, el costo de las viviendas de interés social (vis) que cumplen con los reglamentos del MIDUVI varían entre 15.000 a 70.000 dólares, dependiendo de las posibilidades económicas de la población y del terreno que se les proporciona o poseen. Las viviendas de interés social aprobadas para el programa CPT son las siguientes:

Tabla 1: Viviendas validadas para el proyecto CPT (MIDUVI, 2018)

Tipo vivienda	Número de departamentos	Número dormitorios	Tipología estructural	Rango de áreas por departamento m <sup>2</sup>
Unifamiliar	1	2	-	41.77 - 50.62
			Policoncreto	49.77
			Madera de plástico	52.65
			Pórtico Estructural metálico de pared 10 cm.	51.03
			Muros portantes de mampostería estructural 12,5 cm.	51
			Policoncreto	60.62
Multifamiliar	4	3	Muros portantes de hormigón armado de espesor 8 cm	60.12
			Policoncreto pared 10 cm	65.95
			-	55.36 - 70.24
			Bloque estructural 14cm	53.87
			Bloque estructural 12.5 cm	53.68
			-	51.5 - 56.15
Multifamiliar	12	3	-	51.75
			-	53
			Bloque estructural 12.5 cm	-
			Bloque estructural 14cm	-
			Muros portantes de mampostería estructural 12,5 cm	52.25 - 56.15
			-	-

#### 2.4. Proyecto distrital de viviendas vis San Francisco de Huarca.

En el informe de rendición de cuentas del 2018 del MIDUVI, se establece que el proyecto San Francisco de Huarca ubicado en la parroquia de Chillogallo en la administración zonal de Quitumbe y que hace parte del proyecto nacional de vivienda de interés social Casa Para Todos fue el encargado de la construcción y entrega de 618 vis donde constan 94 viviendas

unifamiliares de una sola planta con un área de 53 m<sup>2</sup> que incluyen sala-comedor, cocina, baño y 2 dormitorios, 236 multifamiliares con bloques de 4 departamentos de 2 pisos y 288 viviendas multifamiliares de bloques de 12 departamentos de 3 pisos, estos departamentos constan de 53 m<sup>2</sup> a 63 m<sup>2</sup> respectivamente cada uno con sala-comedor, cocina, baño, 3 dormitorios y un área de lavandería. Este proyecto fue realizado por la empresa pública Ecuador Estratégico EP fue entregado a finales del 2019. Del análisis de este proyecto se establecen tres (3) tipologías estructurales para viviendas vis las cuales se han usado en proyectos de reconstrucción post evento sísmico y que se prevé su uso en futuros proyectos vis o de reubicación de familias en zonas vulnerables. A continuación, se describe las tipologías.

#### ***2.4.1. Vivienda Unifamiliar Proyecto San Francisco de Huarca***

La vivienda unifamiliar que se construyó en el sector de Chillogallo para el proyecto San Francisco de Huarca, consta de una sola planta sin posibilidad de ampliación vertical y están destinadas especialmente a personas con capacidades especiales. Posee un sistema constructivo de pórticos de estructura metálica de acero A36 con columnas de perfil angular y vigas tubulares de acero. El techo es construido con galvalumen de espesor 4 mm y correas tipo G con riostras de tubería estructural rectangular. Además, la losa de entre piso es de tipo Steel deck con placa colaborante, las ventanas son corredizas de aluminio con vidrio de 4mm, las puertas son de madera de color blanco, el piso es de baldosa y las paredes son de bloque de cemento de 10 cm (Angulo, 2020). En la Figura 15 se observa la fotografía de la vivienda residencial unifamiliar y en la Figura 16 se observa un esquema estructural metálico de la vivienda anteriormente mencionada.





Figura 15: Fotografía de la vivienda residencial unifamiliar de un piso (Angulo, 2020).

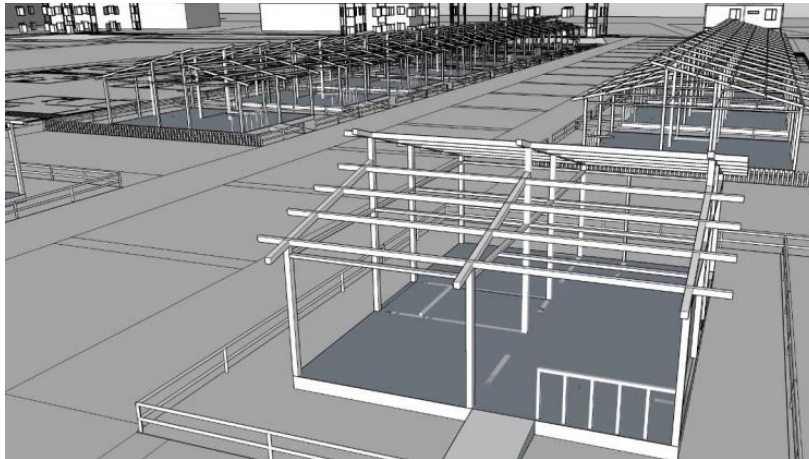


Figura 16: Esquema del sistema estructural metálico de la vivienda unifamiliar residencial (Ecuador Estrategico EP, 2018).

#### 2.4.2. *Vivienda Multifamiliar Proyecto San Francisco de Huarca*

Las viviendas multifamiliares de dicho proyecto constan de 12 departamentos (12D) y 4 departamentos (4D) con 3 y 2 pisos respectivamente, sin posibilidad de ampliación. Las viviendas vis 12D poseen un sistema constructivo de mampostería estructural y las viviendas 4D poseen muros portantes de hormigón armado. Estas dos (2) tipologías estructurales tienen ventanas corredizas de marco de aluminio con vidrio de 4 mm, puertas de madera, cubiertas inclinadas y paredes con bloque de 12.5 cm (Angulo, 2020).

A continuación, en la Figura 17 se muestra la vivienda residencial vis multifamiliar 12D y

en la Figura 18 la vivienda residencial vis multifamiliar 4D.



Figura 17: Fotografía de la vivienda residencial vis multifamiliar 12D (Angulo, 2020)



Figura 18: Vivienda residencial vis multifamiliar 4D (Angulo, 2020)

## 2.5. Costo de reposición.

El costo de reposición equivale al valor que nos costaría construir de nuevo un inmueble, tomando en cuenta que la calidad de materiales, costos y mano de obra varían en

el tiempo (Maldonado, 2008). En este proyecto para el cálculo del costo de reposición se desprecia el valor del terreno.

Existen varios métodos para calcular el costo reposición de las estructuras, por ejemplo, el método paramétrico, ensamble de costos, análisis de precios unitarios y el método estipulado en la ordenanza N. 0093 del municipio de Quito. Los resultados de estos métodos varían porque dependen de varios factores como es la calidad de construcción, número de pisos, capacidad del suelo, elementos constructivos, tipologías estructurales, acabados de exteriores, etc. A continuación, se detalla las metodologías enunciadas.

### **2.5.1. Método Paramétrico**

Este método considera características básicas como el uso o tipo de inmueble, calidad de construcción, tamaño del edificio, forma del edificio, distribución espacial, altura de techos y paredes, construcciones super-equipadas, número de pisos, instalaciones especiales, material especial como calefacción y efectos decorativos como estatuas, chimeneas.

Para calcular el costo de reposición por el método paramétrico primero se determina, el tipo de construcción, calidad, clase de materiales y características. Luego se mide la superficie de la estructura, dividiéndola en muros, pórticos, patio, ventanas, etc. Después con la ayuda de un manual de rubros referenciales y las áreas medidas se obtiene el costo de reposición, este valor es ajustado con los factores de ajuste. Los factores de ajuste se detallan a continuación (Maldonado, 2008).

#### **2.5.1.1. Factor por calidad de construcción (FCC)**

Este factor de ajuste toma en cuenta acabados de la construcción, comunidad ocupacional, intensidad de iluminación, clases de equipos, etc. Para determinar este factor se necesita:

- a) Identificar si la construcción es habitacional o No habitacional (NH), en el caso de ser NH se determina si la estructura tiene cubierta y posteriormente se clasifica según su uso en hoteles, instalaciones para deportes, comercio, abasto,

industria, educación, etc. Si la estructura no tiene cubierta se clasifica según su uso en estacionamientos, jardines, patios, canchas deportivas, etc.

- b) Con la ayuda de la “Matriz característica” se identifica las diferentes características de la estructura, para luego en la matriz de puntos sumar estos y determinar la clase el inmueble.
- c) Determinado estos factores, se estima el valor por metro cuadrados según los valores referenciales de uso.
- d) Es importante saber que al costo estimado se debe adicionar el valor de elementos especiales, accesorios y otros.

#### **2.5.1.2. Factor de número de pisos (FNP)**

Este factor se considera debido al costo que representa mover los materiales hacia los pisos superiores, pues se usa maquinaria, peones o ascensores. También se considera un 0.2% de costos adicionales del refuerzo de acero por casa piso.

#### **2.5.1.3. Factor de Altura de entrepiso (FAE)**

El factor se necesita para ajustar el valor de costos porque las estructuras poseen pisos de diferentes alturas, columnas y vigas con secciones transversales diferentes, instalaciones, acabados, etc. Este factor también varía dependiendo si el inmueble es oficina, casa, apartamento u hotel.

#### **2.5.1.4. Factor de Perímetro a Superficie (FPS)**

Se obtiene el incremento relativo de perímetro (IRPE) que es la división del perímetro real del edificio sobre el perímetro equivalente a un metro cuadrado.

#### **2.5.1.5. Factor de Zona Sísmica (FZS)**

Este factor se determina según la sismicidad del lugar si es alta, baja o asísmica y esto se ha determinado según registros sismos históricos.

#### **2.5.1.6. Factor de Capacidad de Suelo (FCS)**

Es considerado como un factor de afectación del 0.4% y se lo determina según el tipo de suelo roca, grava y arcilla.

Tabla 2: Tabla del factor de capacidad de suelo (Maldonado, 2008)

<b>Capacidad del suelo (Ton/m<sup>2</sup>)</b>	<b>FCS</b>
≥60 (roca)	0.996
30 (grava)	1
≤ 15 (arcilla)	1.004

#### **2.5.1.7. Factor de Economía de Escala (FEE)**

Este factor toma en cuenta el área de la construcción y el número de casas que se va a construir.

Tabla 3: Tabla de valores del factor de economía de escala

<b>Tamaño</b>	<b>Área construida</b>	<b>FEE</b>
Muy reducido	menor a 100 m <sup>2</sup>	1.15
Reducido	500- 100 m <sup>2</sup>	1.1
Promedio	1500 - 2500 m <sup>2</sup>	1
Grande	3500- 5000 m <sup>2</sup>	0.9
Muy grande	mayor a 10 000 m <sup>2</sup>	0.85

#### **2.5.1.8. Factor de Edad (FED)**

En este factor se toma en cuenta la pérdida de valor de las construcciones con el pasar del tiempo, se calcula a partir de la edad de la estructura.

#### **2.5.1.9. Factor Interciudad (FIC)**

Para calcular este valor se necesitan los resultados de cotizaciones que fueron realizadas en México.

### **2.5.2. Métodos de Ensamble de Costos**

Este método agrupa elementos constructivos para mayor facilidad; por ejemplo, la construcción se divide en partes como muros, paredes, losa, zapatas, ventanas, pisos, etc. Este método nos da una precisión de más o menos el 25% en relación con los demás métodos, y su

precisión se debe a que no considera algunos parámetros como en el método de precios unitarios, por lo cual es un método rápido que sirve para estimar el costo de cualquier construcción. Además, los valores de este método incluyen el costo de materiales temporales para la realización de la obra como, acarreo y desperdicios (Maldonado, 2008).

### 2.5.3. *Método de Análisis de Precios Unitarios*

El análisis de precio unitario es un modelo matemático sencillo que estima el costo por unidad de medida de un inmueble. Este método es detallado y preciso pues analiza la mano de obra, insumos, equipos y herramientas a utilizarse en la obra. Además, esta metodología analiza costos directos y sobrecostos, donde los costos directos son la mano de obra, maquinaria y equipo que se necesitan para la construcción de la edificación. Generalmente los materiales son los que más cuestan ya que representan del 52 al 57 % del costo total, por esta razón es de suma importancia su correcta cotización y control (Maldonado, 2008).

Por otro lado, los sobrecostos abarcan los costos directos, de financiamiento, de utilidad y cargos adicionales, los cuales se detallan a continuación.

- **Costos indirectos:** Generalmente representan el 20% de los costos directos e incluyen gastos de la oficina, central, de campo y prestaciones laborales del personal administrativo y directivo.
- **Costos de financiamiento:** Se refieren a los gastos de inversión de recursos propios o alquilados por parte del contratista con el fin de cumplir con el cronograma de ejecución de la obra.
- **Costos de utilidad:** es la ganancia que se le otorga al contratista por la ejecución de la obra.
- **Costos de cargos adicionales:** son gastos que se derivan de ordenamientos legales y disposiciones administrativas.

#### **2.5.4. Método del precio del valor unitario propuesto por el Municipio de Quito según la ordenanza No. 0093**

Este método fue presentado y aprobado en el año 2015 por el Municipio de Quito en la Ordenanza No.0093. La metodología analiza cuatro (4) tipos de edificaciones las cuales son cubiertas, abiertas, especiales y adicionales que poseen instalaciones especiales. Además, este método considera el número de pisos de la estructura, la tipología estructural, el nivel socioeconómico y los acabados exteriores de paredes, cubiertas, ventanas, vidrios y puertas.

#### **Costo de reposición por metro cuadrado de construcción, valor unitario (VU).**

Este valor por metro cuadrado de construcción se obtiene a partir de la tabla de acabados exteriores y la tabla de tipología estructurales, en las cuales se especifican el costo por metro cuadrado a partir del número del número de pisos, tipologías estructurales de la edificación y el nivel socioeconómico.

Además, según el puntaje obtenido de los acabados exteriores se establece el nivel socioeconómico en categorías de la A hasta la D. También existe la categoría para edificaciones que poseen 2 o más instalaciones especiales como sistema de climatización, sistema de música ambiental y sistema de iluminación fotocélula. Las tablas mencionadas se encuentran en el Anexo A.

### **2.6. Tipologías estructurales de análisis**

En este proyecto se calculan los costos de reposición de las viviendas residenciales unifamiliar y multifamiliar 12D, las cuales fueron descritas en la sección 2.4. Esto debido a que representan el 15.21% y el 46.60 % respectivamente del total de viviendas construidas dentro del proyecto San Francisco de Huaracay.

#### **2.6.1. Mampostería Estructural de la vivienda vis multifamiliar 12D.**

La mampostería estructural o reforzada son muros construidos a partir de bloques de perforación vertical, estos están unidos con mortero y reforzados internamente con barras de

acero. Esta tipología estructural es muy utilizada en construcción debido a su bajo costo y a su estabilidad porque al componerse de muros las cargas que soporta la edificación se distribuyen a los cimientos y luego al suelo. Además, para la construcción de esta tipología se necesita de personal calificado. (Gutierrez, 2003). En la Figura 19 se muestra el armado de la mampostería estructural donde se observa el acero de refuerzo y las perforaciones verticales de los bloques.

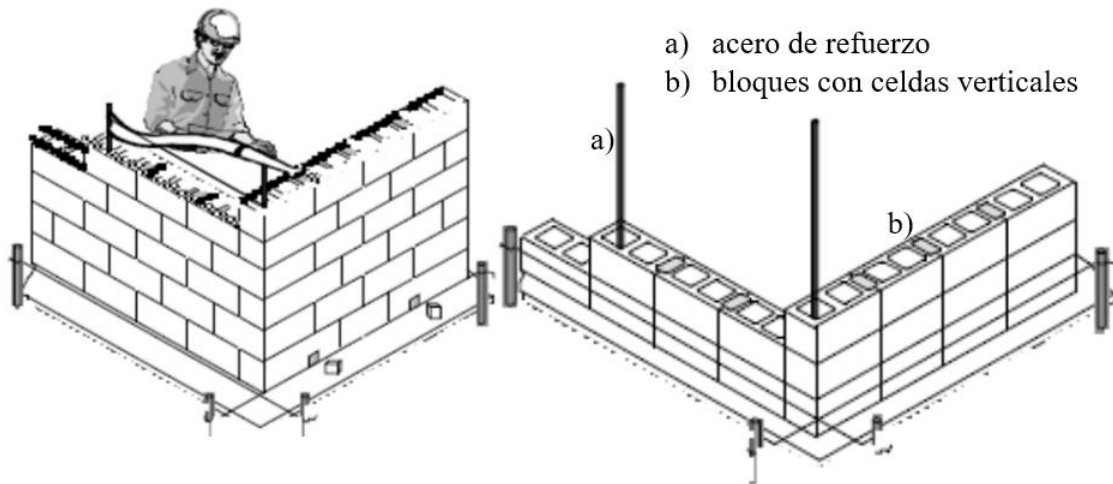


Figura 19: Esquema de armado de la mampostería estructural donde se muestra a) el acero de fuerza y b) y los bloques con perforaciones verticales (Gutierrez, 2003).

#### 2.6.1.1. Elementos de la mampostería estructural

- **Bloque de perforación vertical:** es un bloque de concreto con perforaciones verticales que dan origen a celdas, en las cuales, se coloca el refuerzo y se las puede rellenar de mortero parcial o completamente.
- **Dovelas:** Las dovelas están colocadas en puntos de transmisión de cargas a la cimentación, dan rigidez a los muros y se componen de acero de refuerzo embebido, lo cual, hace más resistente y flexible al muro.
- **Grafiles:** Son refuerzos horizontales que se colocan a lo largo de las hiladas, estos se unen a las dovelas en puntos específicos para que el muro trabaje en conjunto.
- **Acero de refuerzo:** Barras de acero de diámetro determinado, que deben cumplir los requisitos mínimos de NSR-10 capítulo D. Además, este refuerzo puede ser vertical si



se los coloca en las celdas, horizontal en las juntas y conectores en las intersecciones.

- **Mortero de pega:** puede ser premezclado o convencional y sirve para pegar los bloques para formar la mampostería.
- **Hormigón de inyección:** se lo puede preparar en obra o mecánicamente utilizando la mezcladora.
- **Cemento:** El cemento que se utiliza debe ser hidráulico, que produzca mayor plasticidad y retención de agua.

#### **2.6.1.2. Proceso Constructivo**

Para el proceso constructivo de mampostería estructural primero se prepara el terreno, se retira escombros, se construye drenajes para evitar empozamientos de agua, se realiza excavaciones para instalar mallas y colocar el concreto de la cimentación. El acero de refuerzo se coloca de tal forma que queden impregnados a la cimentación, en la cual se instala el acero de arranque que van en las celdas verticales (bloques). Luego se coloca la primera hilada teniendo el cuidado de dejar la caja de limpieza, los bloques que conforman la hilada deben estar nivelados y aplomados. Además, en las celdas verticales se debe colocar instalaciones eléctricas, potables, sanitarias, etc. Después de colocar las barras de acero se humedece la celda, se rellena con mortero y se funde la placa de entepiso o vigas de remate del muro (Gutierrez, 2003).

### **2.7. Estimación de los costos de reposición de las tipologías seleccionadas.**

#### **2.7.1. Costo de reposición de la vivienda residencial vis unifamiliar según el método del precio del valor unitario estipulado en la Ordenanza N. 0093.**

Según el método de la ordenanza N. 0093 y la tabla los de acabados exteriores se recolecta puntos según las características de la vivienda. Para esta vivienda se obtienen el puntaje mencionado en la Tabla 4.

Tabla 4: Puntajes de acabados exteriores para la vivienda residencial vis unifamiliar.

	<b>Descripción</b>	<b>Puntaje</b>
Paredes	Enlucido y pintado	3
Cubierta	Steel panel	2
Marcos de ventanas	Aluminio común natural	4
Vidrios	Claro	2
Puerta	Madera ordinaria	1
<b>Total</b>		<b>12</b>

Luego con los 12 puntos obtenidos se clasifica el nivel socioeconómico la vivienda como normal con nomenclatura C en la tabla del Nivel socioeconómico del Anexo A. Finalmente, con los datos obtenidos y la tipología estructural el costo de reposición es de **395 \$/m<sup>2</sup>**.

### 2.7.2. *Análisis de precios unitarios de la vivienda residencial vis unifamiliar*

La vivienda unifamiliar se encuentra distribuida en áreas habitacionales las cuales se especifican detalladamente en el Anexo C y la Tabla 5. Además, en la Figura 20 se observa un esquema de la distribución de espacios de la vivienda residencial unifamiliar y en la Tabla 6 se muestra las características de la estructura metálica para la vivienda anteriormente mencionada.

Tabla 5: Características de distribución de áreas para la vivienda residencial unifamiliar.

<b>Descripción</b>	<b>Características</b>	<b>Dimensiones</b>	<b>Unidades</b>
<b>Área del lote</b>	Área	73	m <sup>2</sup>
<b>Área de construcción</b>	Área	53	m <sup>2</sup>
	Dormitorio 1	8.55	m <sup>2</sup>
	Dormitorio 2	8.67	m <sup>2</sup>
<b>Distribución de espacios</b>	Sala-comedor, cocina	19.5	m <sup>2</sup>
	Baño	5.28	m <sup>2</sup>
	Lavandería (exterior)	0.5	m <sup>2</sup>

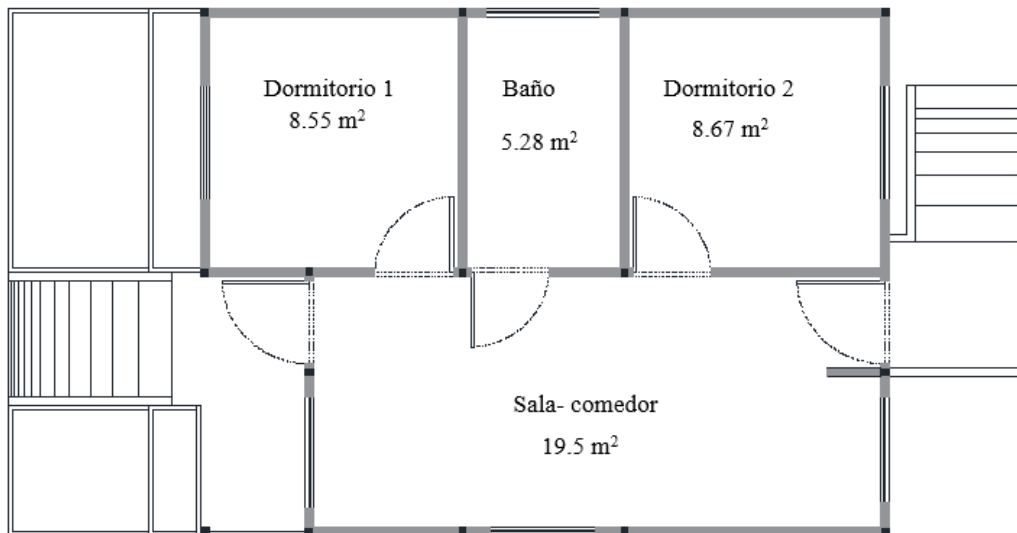


Figura 20: Esquema de distribución de espacios de la vivienda residencial vis unifamiliar

Tabla 6: Características de la estructura metálica para la vivienda residencial vis unifamiliar.

<b>Elemento</b>	<b>Descripción</b>	<b>Unidades</b>
<b>Columnas</b>	Perfil tubular 100x100x3	mm
<b>Vigas de cubierta</b>	Perfil tubular 200x100x3	mm
<b>Vigas entrepiso</b>	Perfil tubular 100x50x2	mm
<b>Correas</b>	Perfil G 100X50X15X2	mm
<b>Cubierta</b>	Galvalúmen espesor de 4	mm
<b>Placa de anclaje</b>	Metálico de 200x200x8	mm

#### **2.7.2.1. Instalación eléctrica domiciliar de la vivienda residencial vis unifamiliar.**

Se realiza la instalación y conexión de los puntos de luz que se requiere en la vivienda unifamiliar donde cada punto de iluminación consta de una boquilla empotrada al cielo raso con caja redonda, las instalaciones son entubadas con tuberías Conduit de 1" y ½".

El punto de tomacorriente 110 V se instala para electrodomésticos de uso diario y

tomacorriente 220 V para instalaciones especiales como cocina de inducción, lavadora y secadora. Cada punto consta de un cajetín rectangular, tubo Conduit de 1" y ½". Además, la vivienda posee una caja térmica que abarca seis (6) breakers, de dos (2) polos para cocina de inducción y un (1) polo para las demás conexiones. En la figura 21 se observa un esquema de la instalación eléctrica domiciliar de la vivienda residencial vis unifamiliar de un piso.

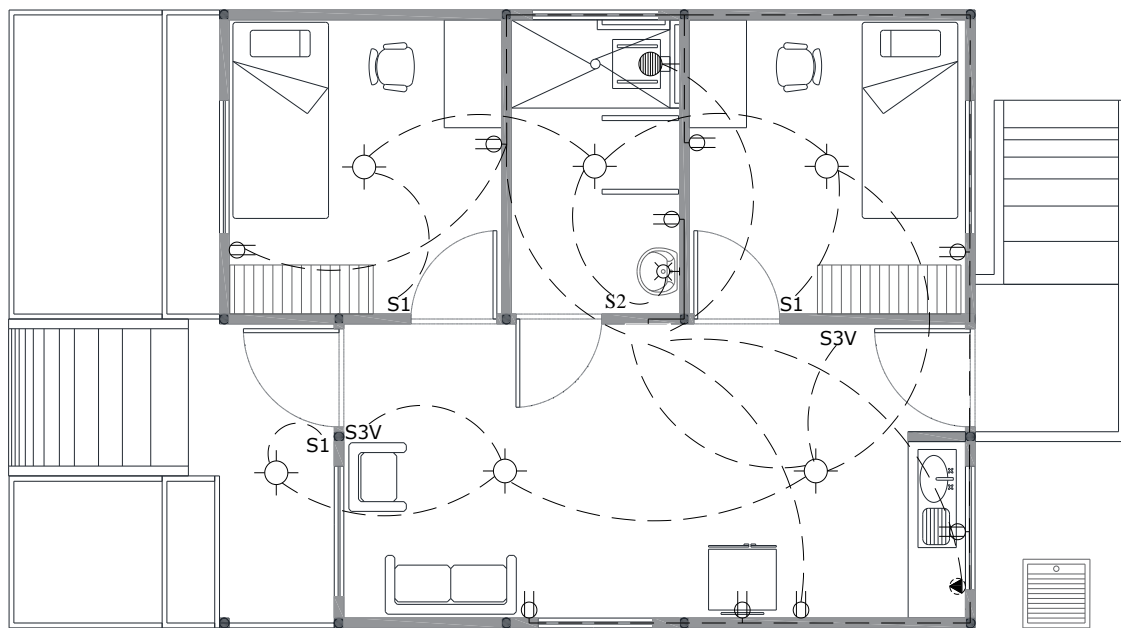


Figura 21: Esquema de la instalación eléctrica domiciliar de la vivienda residencial vis unifamiliar.

#### 2.7.2.2. *Instalación hidrosanitaria de la vivienda residencial vis unifamiliar*

En la vivienda unifamiliar se realiza tres tipos de conexiones hidrosanitarias una para agua fría, caliente y aguas servidas, cada conexión tiene tuberías PVC de 1", ¾" y ½". La instalación de agua caliente se coloca en el fregadero de la cocina, lavabo del baño y ducha. Además, se coloca dos (2) desagües uno en el baño y otro en la cocina, válvulas check para regular el paso del agua en caso de requerir alguna reparación y así no cortar el agua en toda la vivienda. Finalmente, se instala aparatos sanitarios como un inodoro blanco de línea económica, un lavamanos con pedestal, juego de grifería y un lavaplatos con cuello de ganso.

En la figura 22 se observa un esquema de la instalación hidrosanitaria de la vivienda residencial vis unifamiliar de un piso.

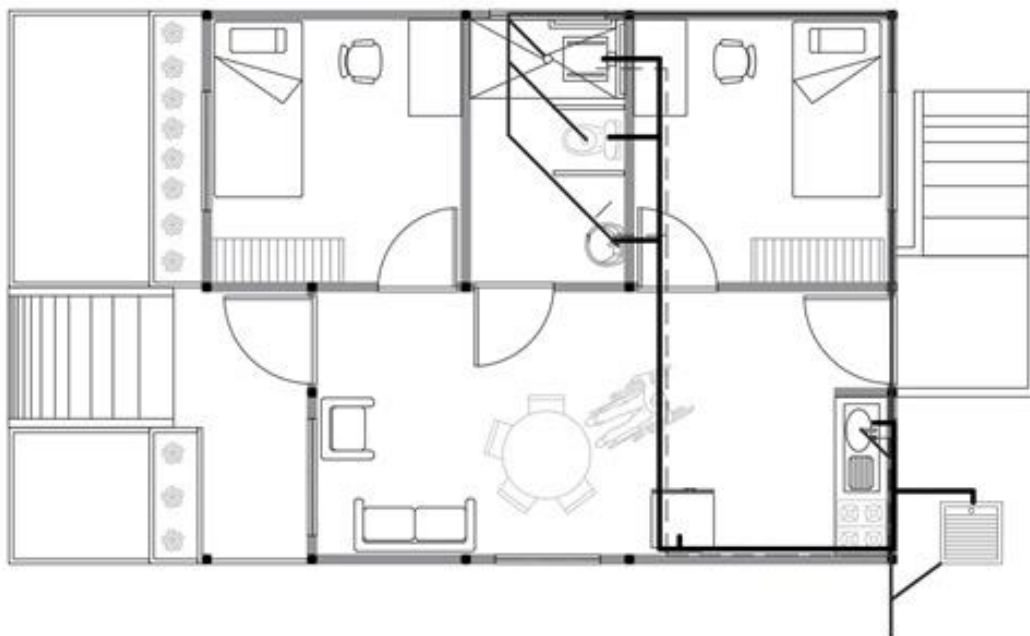


Figura 22: Esquema de la instalación hidrosanitaria de la vivienda residencial vis unifamiliar donde la línea punteada se refiere a la instalación de agua caliente, la línea negra gruesa para agua fría y la línea delgada negra para aguas servidas.

### 2.7.2.3. *Rubros referenciales de la vivienda residencial vis unifamiliar.*

Los rubros que se utilizan en la vivienda unifamiliar se obtienen de la revista de la Cámara de la industria de la Construcción (CAMICON), en la cual se detalla los precios unitarios de cada rubro, para ciertos rubros específicos como perfiles angulares, G, tubular y losa se utiliza los precios unitarios del Generador de Precios Ecuador y para instalaciones eléctricas se usa "INSUCONS".

Además, se estima las cantidades de obra en base a los planos arquitectónicos, eléctricos y sanitarios los cuales se encuentran completos en el Anexo C. A continuación, en la Tabla 7 se muestran algunos rubros generales utilizados, la tabla completa se encuentra en el Anexo B. Asimismo, en la Tabla 8 se muestra el consolidado de costos de construcción por capítulo y la estimación del costo por metro cuadrado para la vivienda residencial vis unifamiliar.

Tabla 7: Cantidades de obra para la vivienda residencial vis unifamiliar

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	MATERIALES	MANO DE OBRA	EQUIPO	COSTO DIRECTO \$/unidad	CANTIDADES	COSTO \$
<b>Preliminares</b>							
LIMPIEZA MANUAL DEL TERRENO	m <sup>2</sup>	0.00	1.28	0.06	1.34	73.71	98.77
REPLANTEO Y NIVELACIÓN CON EQUIPO TOPOGRÁFICO	m <sup>2</sup>	0.10	1.23	0.36	1.69	73.71	124.57
<b>Estructura</b>							
PLACA DE ANCLAJE DE ACERO 200x200x8 mm	u	5.87	4.17	0.25	10.29	15.00	154.35
COLUMNA PERFIL TUBULAR 100x100x3 mm	kg	1.05	0.26	0.08	1.39	389.47	541.37
PERFIL TUBULAR RECTANGULAR 200x100x3 mm	kg	1.05	0.26	0.10	1.41	199.66	281.52
PERFIL TUBULAR RECTANGULAR 100x50x2 mm	kg	1.05	0.26	0.10	1.41	175.53	247.50
PERFIL TIPO G 100x50x15x2 mm	kg	1.07	0.49	0.34	1.90	233.33	443.32
<b>Cimentación</b>							
EXCAVACIÓN MANUAL EN CIMIENTOS Y PLINTOS	m <sup>3</sup>	0.00	9.81	0.49	10.30	294.84	3036.85
EXCAVACIÓN H=3 A 4 M A MÁQUINA (EXCAVADORA)	m <sup>3</sup>	0.00	1.44	4.37	5.81	294.84	1713.02
LOSA DE CIMENTACIÓN 8 cm	m <sup>3</sup>	200.03	2.57	24.79	227.39	39.816	9053.76
CONTRAPISO E= 8 CM INCLUYE MALLA ELECTROSOLDADA	m <sup>2</sup>	10.25	8.84	2.44	21.53	49.77	1071.55

Tabla 8: Consolidado del costo de construcción por capítulo para la vivienda residencial vis unifamiliar y estimación del costo por metro cuadrado.

<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>COSTO \$</b>
Preliminares	223.34
Estructura	1668.06
Cimentación	14876.88
Relleno	1980.65
Pared	3931.35
Piso	1627.14
Cielo raso	712.71
Carpintería	1086.05
Cubierta	919.36
Aparato hidrosanitario	520.55
Instalaciones eléctricas	672.75
Instalaciones hidrosanitarias	1014.03
Obra exterior	136.36
<b>Total \$</b>	<b>29369.24</b>
<b>Costo por \$/ m<sup>2</sup></b>	<b>398.44</b>

### 2.7.3. *Análisis de precios unitarios de la vivienda residencial multifamiliar 12D.*

La vivienda multifamiliar consta de cuatro (4) departamentos por piso, estos departamentos son iguales en cuanto a distribución de espacios donde cada uno consta de tres (3) dormitorios, una cocina, sala-comedor, un baño y una lavandería. Además, esta vivienda consta de tres (3) pisos exactamente iguales. A continuación, en la Tabla 9 se detalla la distribución de espacios de esta vivienda y en la Figura 20 se observa el esquema en planta de esta.

Tabla 9: Características de distribución de espacios para la vivienda residencial multifamiliar de 12D

Descripción	Características	Dimensiones	Unidades
Área del lote	Área	311.1	m <sup>2</sup>
Área de construcción	Área	261.84	m <sup>2</sup>
Área por departamento	Área	63	m <sup>2</sup>
<b>Distribución de espacios</b>	Dormitorio 1	9.54	m <sup>2</sup>
	Dormitorio 2	6.11	m <sup>2</sup>
	Dormitorio 3	6.11	m <sup>2</sup>
	Sala-comedor, cocina	20.05	m <sup>2</sup>
	Baño	2.9	m <sup>2</sup>
	lavandería (exterior)	0.49	m <sup>2</sup>

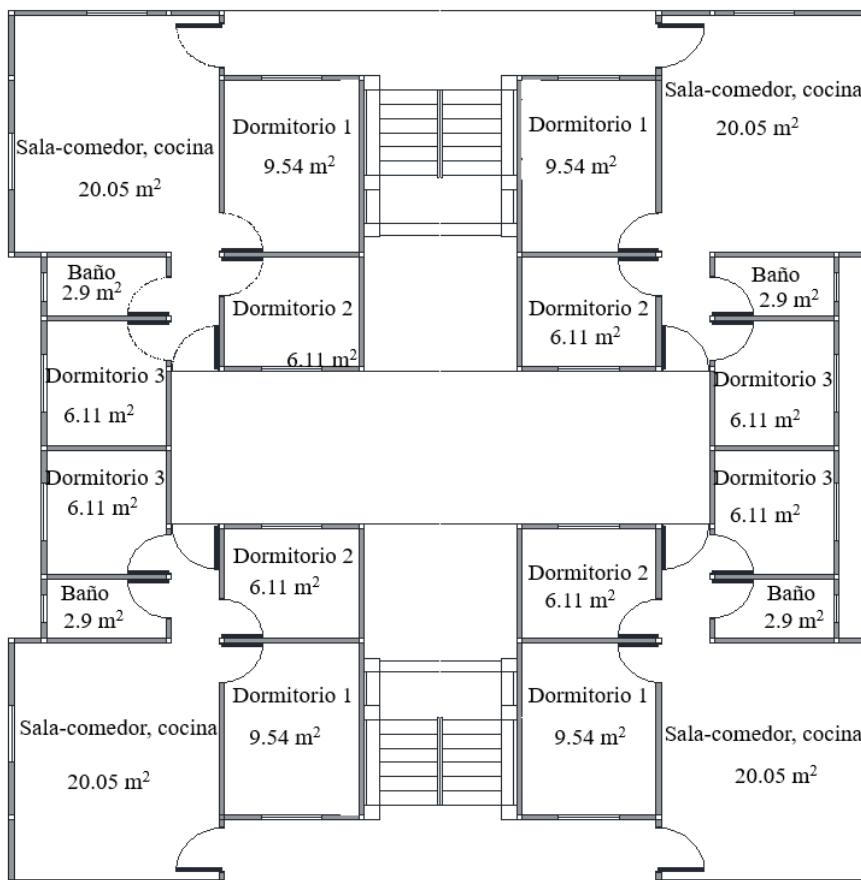


Figura 23: Esquema de la planta baja de la vivienda residencial vis multifamiliar 12D



### 2.7.3.1. *Instalación eléctrica domiciliar de la vivienda residencial vis multifamiliar 12D.*

Se realiza la instalación y conexión de los puntos de iluminación que se requiere en cada departamento. Cada punto de iluminación consta de una boquilla empotrada al cielo raso y caja redonda, las instalaciones son entubadas con tuberías Conduit de 1" y ½".

El punto de tomacorriente de 110 V se instala para electrodomésticos de usos diario y tomacorriente 220 V para instalaciones especiales como cocina de inducción, lavadora y secadora. Cada punto consta de un cajetín rectangular y tubos Conduit de 1" y ½". Además, la vivienda posee una caja térmica que abarca cinco (5) breakers, de dos (2) polos para la cocina de inducción y un (1) polo para las demás conexiones. Los planos completos se pueden visualizar en el Anexo C. En la Figura 24 se observa la instalación eléctrica domiciliar de un departamento tipo de la vivienda residencial vis multifamiliar 12 D.

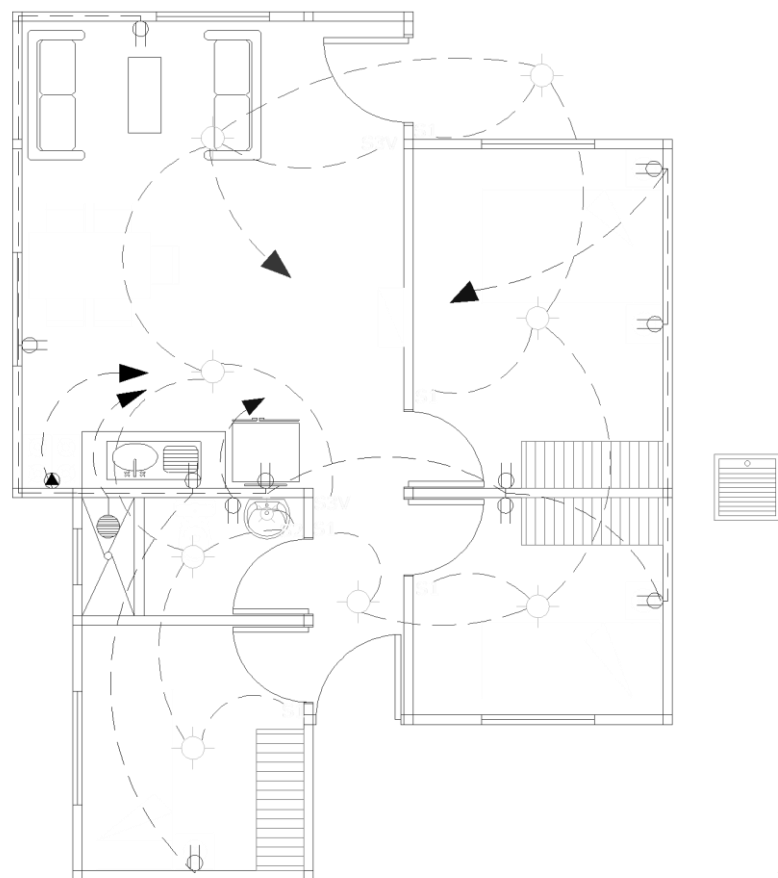


Figura 24: Instalación eléctrica de departamento tipo de la vivienda multifamiliar 12D

**2.7.3.2. Instalación hidrosanitaria de la vivienda residencial vis multifamiliar 12D.**

En esta vivienda se realiza instalaciones para agua potable y aguas servidas por lo cual se requiere de tres tipos de conexiones, una para agua fría, caliente y aguas servidas. Cada conexión se realiza con tuberías PVC de 1",3/4" y 1/2". Además, la instalación de agua caliente se coloca en el fregadero de la cocina, lavabo del baño y ducha. Asimismo, se coloca 2 desagües uno en el baño y otro en la cocina, válvulas check para poder regular el paso del agua en caso de requerir alguna reparación y así no cortar el agua en toda la vivienda. Finalmente, se coloca aparatos sanitarios como un inodoro blanco de línea económica, un lavamanos con pedestal, un juego de grifería y un lavaplatos con cuello de ganso. En la Figura 25 se muestra la instalación hidrosanitaria de un departamento tipo de la vivienda multifamiliar 12D.

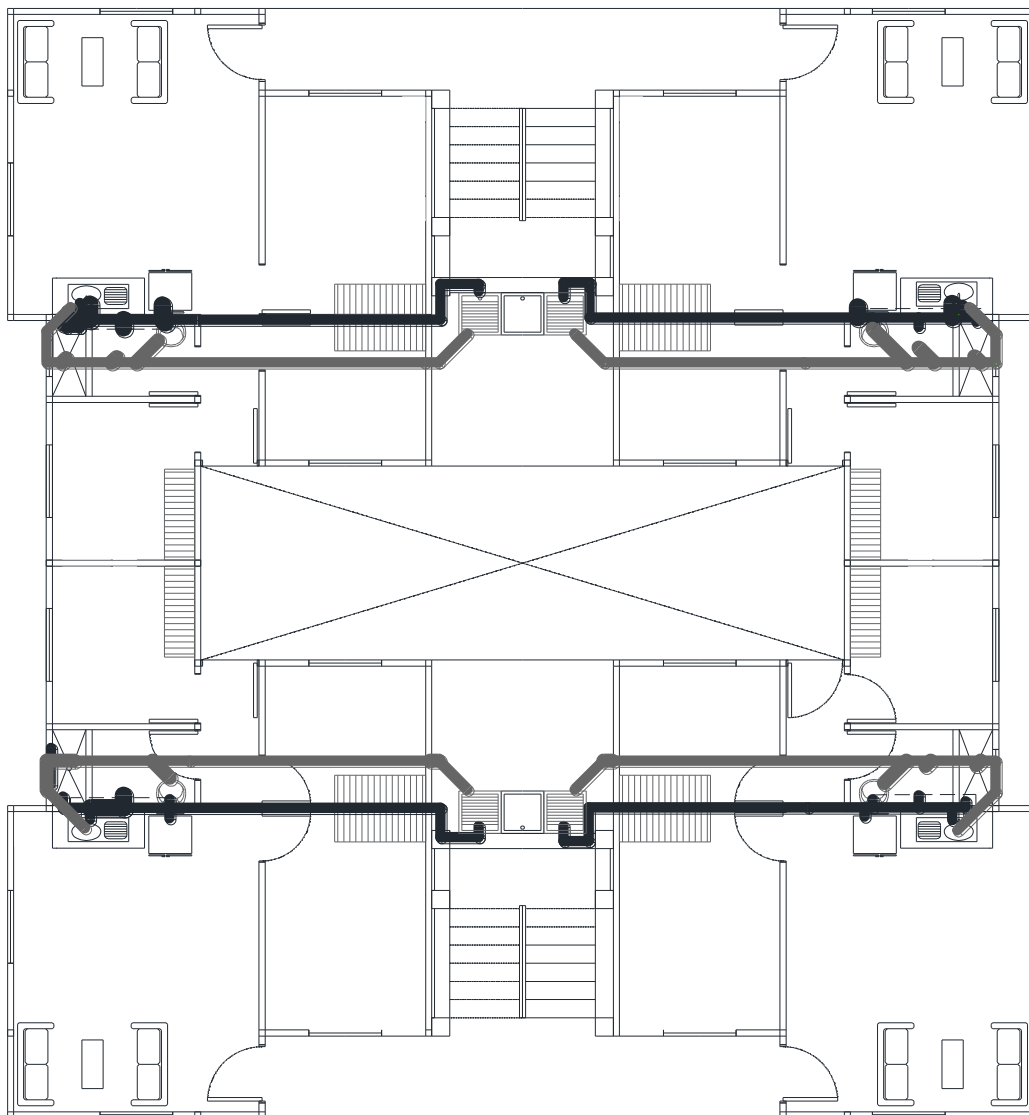


Figura 25: Esquema de instalación hidrosanitaria de la vivienda multifamiliar 12D donde se observa que la línea continua negra es la conexión de agua fría, la línea continua gris para agua caliente y la línea entrecortada para aguas servidas.

### 2.7.3.3. *Análisis y diseño estructural de la vivienda residencial vis multifamiliar 12D.*

Para estimar los costos de reposición de la estructura se realiza el análisis y diseño estructural de la vivienda residencial vis multifamiliar 12D en el software ETABS cumpliendo los requisitos de la Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC 2015). A continuación, se observa en la Figura 26 el modelo en 3D de la vivienda mencionada.

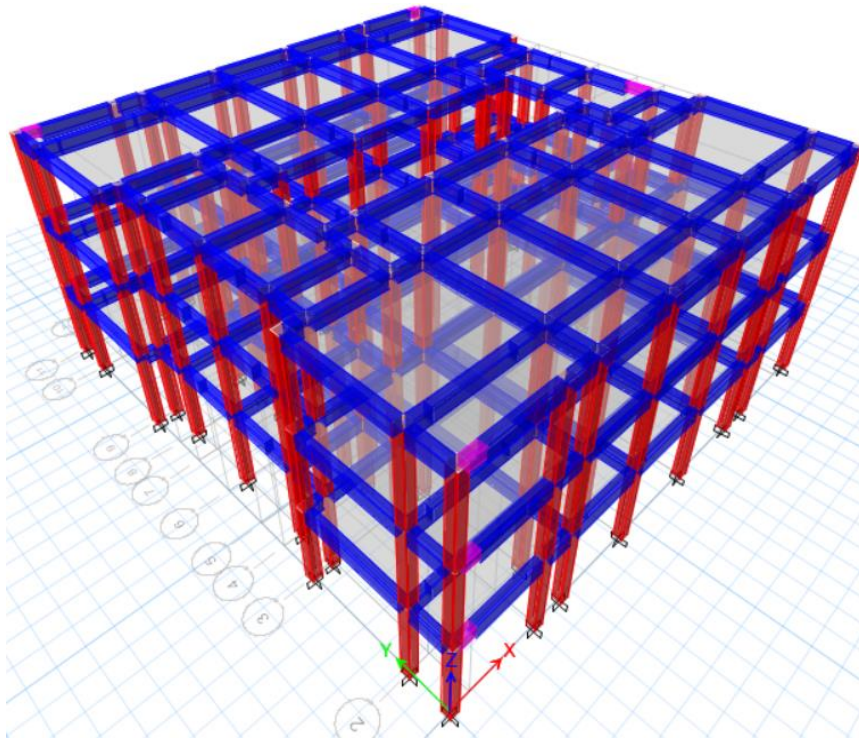


Figura 26: Modelo de la vivienda residencial vis multifamiliar 12D

Para este modelo se estiman las cargas muertas, cargas vivas y carga sísmica, las cuales se muestran en la Tabla 10.

Tabla 10: Cargas estimadas para la vivienda residencial vis multifamiliar 12D.

<b>Descripción</b>	<b>valor</b>	<b>unidades</b>
Carga muerta	804	tonf
Carga viva	265	tonf
Carga de granizo	1	kN/m <sup>2</sup>
Carga sísmica	132	tonf

Además, para que el diseño y análisis estructural sea óptimo se realizan los siguientes chequeos:

**Derivas de piso:** Según la NEC 2015, las derivas máximas de piso obtenidas no deben exceder el límite de la deriva inelástica del 0.5% para mampostería estructural. A

continuación, en la Figura 28 y 29 se puede observar el cumplimiento de las derivas de piso para la vivienda multifamiliar 12D.

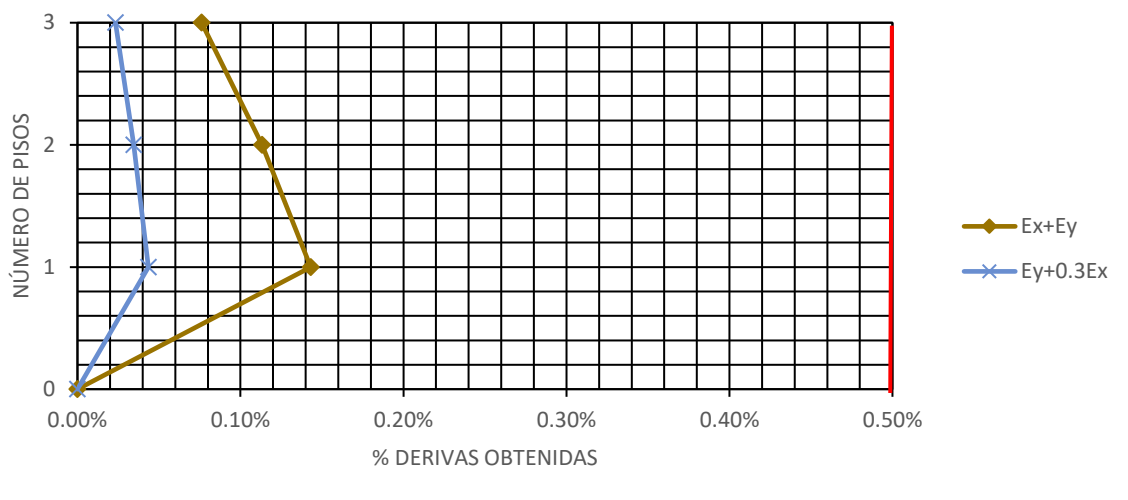


Figura 27: Deriva de piso máxima en el eje X para la vivienda multifamiliar vis residencial 12D

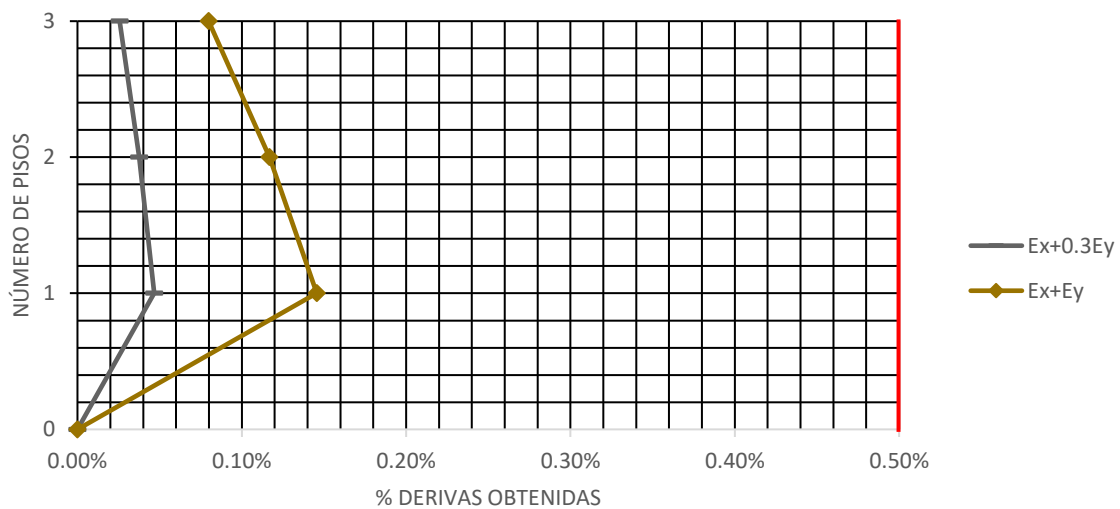


Figura 28: Deriva de piso máximo en el eje Y para la vivienda multifamiliar vis residencial 12D

**Modos de vibración:** En el modelo los modos primeros dos modos de vibración son traslacionales y el tercero torsional. A continuación, en la Tabla 11 se muestra los periodos de vibración del modelo.

Tabla 11: Periodos de vibración para la vivienda multifamiliar residencial 12D

<b>Descripción</b>	<b>Valor</b>	<b>unidades</b>
Periodo 1	0.43	seg
Periodo 2	0.42	seg
Periodo 3	0.4	seg

**Masa modal acumulada:** Todos los modos que involucran la masa modal acumulada deben tener al menos el 90% de la masa total de la edificación.

**Relación del cortante basal dinámico y estático:** La relación del cortante basal dinámico con el cortante basal estático debe ser mayor al 80 % para que cumpla con el diseño.

$$\frac{\text{Cortante basal dinámico}}{\text{Cortante basal estático}} > 80\%$$

$$\frac{128.4 \text{ tonf}}{131.9 \text{ tonf}} = 97\%$$

Con los chequeos realizados se procede a completar el cálculo de reposición por metro cuadrado por el análisis de precios unitarios.

#### **2.7.3.4. Rubros referenciales de la vivienda residencial vis multifamiliar 12D.**

Los rubros que se utilizaron en la vivienda multifamiliar 12D fueron obtenidos de la revista de la Cámara de la industria de la Construcción (CAMICON), en la cual se detalla los precios unitarios de cada rubro, también se utilizó los precios unitarios del Generador de Precios Ecuador e "INSUCONS".

Además, se estima cantidades según los planos arquitectónicos, eléctricos, sanitarios y estructurales los cuales se encuentran completos en el Anexo C. A continuación, se muestra un ejemplo de las cantidades de obra. La tabla completa se muestra en el Anexo B. En la Tabla 13 se muestra el consolidado de costos de construcción por capítulo y la estimación del costo por metro cuadrado para la vivienda residencial vis multifamiliar.

Tabla 12: Cantidades de obra la vivienda residencial vis multifamiliar 12D.

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	MATERIALES	MANO DE OBRA	EQUIPO	COSTO DIRECTO \$/unidad	CANTIDADES	CANTIDADES TOTAL	COSTO \$
<b>Preliminares</b>								
LIMPIEZA MANUAL DEL TERRENO	m <sup>2</sup>	0.00	1.28	0.06	1.34	311	311	417
REPLANTEO Y NIVELACIÓN CON EQUIPO TOPOGRÁFICO	m <sup>2</sup>	0.10	1.23	0.36	1.69	311	311	526
<b>Estructura</b>								
HORMIGÓN ARMADO COLUMNAS F'C= 210 KG/CM2	m <sup>3</sup>	271.70	102.71	8.55	382.96	17	50	19282
HORMIGÓN ARMADO VIGAS, F'C= 210 KG/CM2	m <sup>3</sup>	303.65	8.53	69.80	381.98	25	74	28362
HORMIGÓN ARMADO GRADA F'C=210 KG/CM2, ESCALÓN DE 30X18X120 CM	m	90.08	39.88	19.65	149.61	4	8	1197
LOSA DE ENTREPISO	m <sup>2</sup>	26.5	7.47	0.805	34.775	267	533	18550
ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE LOSAS	m <sup>2</sup>	12.98	7.90	0.40	21.28	267	533	11352

Tabla 13: Consolidado del costo de construcción por capítulo para la vivienda residencial vis multifamiliar 12D y estimación del costo por metro cuadrado.

<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>COSTO \$</b>
Preliminares	943
Estructura	78,743
Cimentación	47,830
Relleno	8,229
Pared	42,689
Piso	26,546
Cielo raso	11,458
Carpintería	16,105
Cubierta	14,951
Aparato hidrosanitario	6,247
Instalaciones eléctricas	9,472
Instalaciones hidrosanitarias	7,686
Obra exterior	1,727
<b>Total \$</b>	<b>272,624</b>
<b>Costo por \$/ m<sup>2</sup></b>	<b>340.71</b>



### 3. CONCLUSIONES

Debido a la importancia de evaluar las pérdidas económicas en el análisis de riesgo sísmico de la ciudad de Quito. En este proyecto se estima los costos de reposición de viviendas residenciales de interés social con más porcentaje de construcción. La primera vivienda unifamiliar de un piso de estructura metálica con 15.21% de construcción y la segunda vivienda multifamiliar 12D de 3 pisos de mampostería estructural con 46.60% de construcción. Estas viviendas fueron seleccionadas del proyecto nacional Casa Para Todos y del proyecto distrital San Francisco de Huarcaý con el fin de estimar el valor real de los costos de reposición.

Después del análisis realizado se obtiene como resultado para la vivienda de interés social unifamiliar por el método de la ordenanza N. 0093 un valor de 395 \$/m<sup>2</sup> como costo de reposición y por el método de precios unitarios un valor de 398 \$/m<sup>2</sup>. Para la vivienda multifamiliar de 12 departamentos un valor de 341 \$/m<sup>2</sup> como costo de reposición por el método de análisis de precios unitarios, para esta estructura no se puede utilizar el método de la ordenanza N. 0093 ya que la tipología de mampostería estructural no se encuentra en la tabla de tipo de estructura.

Además, con los resultados obtenidos para la vivienda unifamiliar se obtiene un porcentaje de error del 0.75% entre ambas metodologías, esto se debe a que la metodología del valor unitario del Municipio de Quito estipulada en la Ordenanza N.0093 se basa en los acabados exteriores de la vivienda y usa costos de mano de obra, materiales y equipos del año 2015 mientras que la metodología de análisis de precios unitarios se desglosa en rubros referenciales como, instalaciones eléctricas, instalaciones hidrosanitarias, cimentación, estructura, estructura, etc. Y usa costos actuales, los cuales se obtienen de los rubros referenciales de la CAMICON. Por otro lado, la primera metodología mencionada se utiliza como una estimación rápida para obtener los costos de reposición de las estructuras mientras

que la segunda metodología es una estimación detallada por lo cual requiere de más tiempo su análisis.

Finalmente, se realiza un análisis comparativo de los costos de reposición por metro cuadrado obtenidos del modelo de amenaza sísmica de Medellín- Colombia versus los costos de reposición obtenidos en este proyecto para la ciudad de Quito-Ecuador. Así pues, se obtiene para la primera ciudad mencionada un costo de reposición de 356  $\$/m^2$  y un costo de 398 $\$/m^2$  para la tipología de estructura metálica mientras que para la tipología de mampostería estructural para la primera ciudad se obtiene un valor de costo de reposición 280  $\$/m^2$  y para la segunda ciudad un costo de reposición de 341  $\$/m^2$ . Con estos costos de reposición se obtiene una diferencia del 10.5% entre las ciudades anteriormente mencionadas para la tipología de estructura metálica y una diferencia del 17.8 % entre las ciudades para la tipología de mampostería estructural. Cabe mencionar que estos porcentajes se dan porque los rubros referenciales de mano de obra, equipos y materiales son diferentes para cada ciudad. Además, de ser de diferentes lugares, los costos de los rubros referenciales son de diferentes años, pues para Medellín son del año 2017 y para Quito del año 2021.

#### 4. BIBLIOGRAFÍA

- Angulo, R.P. (2020). *Vivienda modular progresiva con opciones de prefabricados* [tesis de pregrado inédita]. Universidad Central del Ecuador.
- Ayala, C., Sosa, D., & Chicaiza, M. (2017). *MODELO DE EXPOSICIÓN Y COSTO DE REPOSICIÓN DEL ÁREA URBANA DEL DISTRITO METROPOLITANO DE QUITO D.M.Q.* Quito.
- Baena, A., & Olaya, C. (marzo de 2013). Vivienda de Interés Social de calidad en Colombia: hacia una solución integral. *Sistemas y Telemática*, 11(24), 9-26.
- Baker, J. W. (2008). An introduction to probabilistic seismic hazard analysis (PSHA). *White paper*, 1, 72.
- Cabay, R.E. (2020). *Estudio preliinar de riesgo sísmico del Centro Histórico de la ciudad de Quito basado en la metodología del Global Earthquake Model para el escenario sísmico del 11 agosto de 1990 de Pomasqui Ecuador* [tesis de pregrado inédita]. Universidad San Francisco de Quito.
- CAMICON. (2019). *Manual de Costos de la Construcción*. Quito: Camara de la Industria de la construcción.
- Celi, C., & Pantoja, J. (2016). *CAPACITY CURVES AND FRAGILITY CURVES, EXPOSURE MODEL AND VULNERABILITY*. Quito.
- Concejo Metropolitano de Quito. (2015). *Ordenanza 93-Valos del Suelo Bienio 2016-2017*. Quito.
- Consejo Metropolitano de Quito. (2016). *Ordenanza 258-Sustitutiva para San Franciso de Huarcay*. Quito.
- Delgado, C.I. (2020). *Estudio preliinar de riesgo sísmico del Centro Histórico de la ciudad de Quito basado en la metodología del Global Earthquake Model para el escenario sísmico del 5 marzo de 1987* [tesis de pregrado inédita]. Universidad San Francisco de Quito.
- Ecuador Estrategico EP. (2018). Plan Habitacional San Franciso de Huarcay construye comunidad. Quito, Pichincha, Ecuador. Obtenido de <https://www.ecuadorestrategicoep.gob.ec/plan-habitacional-san-francisco-de-huarcay-construye-comunidad/>
- González,G.D (2017). *Modelo de exposición sísmica de viviendas de Medellín* [tesis de maestría inédita]. Universidad EAFIT.
- Gutierrez, O. (2003). *Mampostería Estructural*. Bogota.
- INEC . (2010). *INEC censo de población y vivienda* .
- Lombeida, E. (2018). *Reporte de pobreza y desigualdad* .

- Maldonado, J. (2008). *Análisis de métodos para la obtención del valor neto de reposición de bienes inmuebles* [tesis de maestría inédita]. Instituto Tecnológico de la Construcción.
- MIDUVI. (2018). *Proyecto de vivienda casa para todos*. Quito.
- MIDUVI. (2018). *Rendición de ceuntas* . Quito.
- Molina, D. (2020). *Prototipo de vivienda de interés social adaptada de forma pasiva al clima de una zona específica del Ecuador*[tesis de pregrado inédita]. Universidad Central del Ecuador.
- Municipio de Quito . (2012). *Plan de Desarrollo 2012-2020*. Quito: Municipio de Quito.
- Naya, A. (2010). *EL RIESGO SÍSMICO EN QUITO: ANÁLISIS Y SIMULACIONES*. Quito.
- Osorio, F. (2015). *Modelo de exposición sísmica de vivienda del departamento de Antioquia, Colombia*. Medellín, Colombia: (Doctoral dissertation, Universidad EAFIT).
- Yamin, L., Ghesquiere, F., Cardona, O., & Ordaz, M. (2013). *Modelación probabilista para la gestión del riesgo de desastre*. Bogotá, Colombia: Banco Mundial.
- Yépez, F., Barbat, A., & Canas, J. (1995). *Riesgo, peligrosidad y vulnerabilidad sísmica de edificios de mampostería*. (A. Barbat, Ed.) Barcelona, España: Centro internacional de métodos numéricos en ingeniería.

## ANEXOS

## ANEXO A: Tablas para el cálculo del costo de reposición de la Ordenanza 0093.

Tabla 14: Tabla de acabos exteriores de la metodología de la Ordenanza 0093

<b>ACABADOS EXTERIORES DE PAREDES, CUBIERTAS, VENTANAS, VIDIROS Y PUERTAS</b>			
PAREDES		Vidrio	8
		Alucobon	7
		Espacato/mármol/ piedra importada	7
		Fachaleta/cerámica	6
		Grafiado/estucado	5
		Hormigón arquitectónico	4
		Enlucido y pintado	3
		Enlucido sin pintura	2
		Sin enlucido con pintura	1
		No tiene o mampostería sin enlucir	0
		Madera terminada	6
		Madera ordinaria	1
		Steel panel	1
CUBIERTA		Teja asfáltica	7
		Teja industrial	7
		Teja común	3
		Policarbonato/ acrílico	4
		Asbesto cemento	3
		Steel panel	2
		Zinc	1
		Cerámica/gress	5
	No tiene (solo losa)	5	
MARCOS VENTANA	DE	Aluminio anodizado	5
		Aluminio común natural	4
		Hierro	3
		Madera tratada	6
		PVC	3
		Madera ordinaria	2
		No tiene	1
VIDRIOS		Laminado polarizado reflectivo	4
		Bronce color/vitrales	2
		Claro	2
		Catedral	1
		No tiene	0
PUERTA		MDF	3
		Madera maciza/madera y hierro	3
		Vidrio/aluminio con vidrio	3
		Madera con hierro	2
		Hierro/puerta enrollable	2
		Madera ordinaria	1
	No tiene	1	

Tabla 15: Rangos para establecer categorías de acabados según el nivel social económico para la metodología del valor unitario estipulado en la ordenanza N.0093

<b>Puntaje</b>	<b>Nivel Socioeconómico</b>	<b>Nomenclatura</b>
1 a 6	Popular	A
7 a 10	Económico	B
11 a 17	Normal	C
18 a 24	Primera	D
25 a 28	Lujo	E

Fuente: (Concejo Metropolitano de Quito, 2015)

Tabla 16: Costo de construcción por m<sup>2</sup> según el tipo de estructura de 1 a 5 pisos de la metodología según la ordenanza N.0093

TIPO DE ESTRUCTURA	1-3 PISOS										4-5 PISOS							
	ACABADOS										ACABADOS							
	A UP/PH	B UP/PH	C UP/PH	D UNIPROPIEDAD	E PROPIEDAD HORIZONTAL	F UNIPROPIEDAD	G PROPIEDAD HORIZONTAL	H UNIPROPIEDAD	I PROPIEDAD HORIZONTAL	J UNIPROPIEDAD	K PROPIEDAD HORIZONTAL	L UNIPROPIEDAD	M PROPIEDAD HORIZONTAL	N UNIPROPIEDAD	O PROPIEDAD HORIZONTAL	P UNIPROPIEDAD	Q PROPIEDAD HORIZONTAL	
HORMIGÓN ARMADO	160	270	418	541	599	720	780	808	884	286	421	427	570	630	795	806	962	1053
ACERO/ METÁLICO	155	265	395	587	649	740	812	832	911	280	398	404	615	681	798	877	993	1086
LADRILLO/ BLOQUE	130	197	361	392	655	757	832	-	-	208	364	369	621	687	781	858	-	-
ADOBE/TAPIAL	115	176	275	495	548	646	709	740	810	187	278	283	318	573	669	735	882	965
MADERA	125	202	372	513	567	687	754	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
PIEDRA	-	192	263	478	529	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CAÑA GUADUA	125	161	206	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CERCHA PORTICADA	-	-	120	165	182	309	309	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Fuente: (Concejo Metropolitano de Quito, 2015)

Tabla 17: Costo de construcción por m<sup>2</sup> según el tipo de estructura de 6 a >9 pisos de la metodología según la ordenanza N.0093

TIPO DE ESTRUCTURA	6-9 PISOS								MÁS DE 9 PISOS							
	ACABADOS								ACABADOS							
	C		D		E		F		C		D		E		F	
UNIPROPIEDAD	PROPIEDAD HORIZONTAL	UNIPROPIEDAD	PROPIEDAD HORIZONTAL	UNIPROPIEDAD	PROPIEDAD HORIZONTAL	UNIPROPIEDAD	PROPIEDAD HORIZONTAL	UNIPROPIEDAD	PROPIEDAD HORIZONTAL	UNIPROPIEDAD	PROPIEDAD HORIZONTAL	UNIPROPIEDAD	PROPIEDAD HORIZONTAL	UNIPROPIEDAD	PROPIEDAD HORIZONTAL	
HORMIGÓN ARMADO	444	450	595	655	875	954	1.162	1.275	472	479	655	681	986	1.083	1.356	1.485
ACERO METÁLICO	415	421	638	706	904	993	1.399	1.316	444	450	661	731	1.022	1.122	1.406	1.539

Fuente: (Concejo Metropolitano de Quito, 2015)

**ANEXO B: Tablas de cantidades de obra y costos para las viviendas residenciales vis unifamiliar y multifamiliar.**

Tabla 18: Cantidades de obra y costos para la vivienda residencial vis unifamiliar.

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	MATERIALES	MANO DE OBRA	EQUIPO	COSTO DIRECTO \$/unidad	CANTIDADES	COSTO \$
<b>Preliminares</b>							
LIMPIEZA MANUAL DEL TERRENO	m2	0.00	1.28	0.06	1.34	73.71	98.77
REPLANTEO Y NIVELACIÓN CON EQUIPO TOPOGRÁFICO	m2	0.10	1.23	0.36	1.69	73.71	124.57
<b>Estructura</b>							
PLACA DE ANCLAJE DE ACERO 200x200x8 mm	u	5.87	4.17	0.25	10.29	15.00	154.35
COLUMNA PERFIL TUBULAR 100x100x3 mm	kg	1.05	0.26	0.08	1.39	389.47	541.37
PERFIL TUBULAR RECTANGULAR 200x100x3 mm	kg	1.05	0.26	0.10	1.41	199.66	281.52
PERFIL TUBULAR RECTANGULAR 100x50x2 mm	kg	1.05	0.26	0.10	1.41	175.53	247.50
PERFIL TIPO G 100x50x15x2 mm	kg	1.07	0.49	0.34	1.90	233.33	443.32
<b>Cimentación</b>							
EXCAVACIÓN MANUAL EN CIMIENTOS Y PLINTOS	m3	0.00	9.81	0.49	10.30	294.84	3036.85
EXCAVACIÓN H=3 A 4 M A MÁQUINA (EXCAVADORA)	m3	0.00	1.44	4.37	5.81	294.84	1713.02
LOSA DE CIMENTACIÓN 8 cm	m3	200.03	2.57	24.79	227.39	39.82	9053.76
CONTRAPISO E= 8 CM INCLUYE MALLA ELECTROSOLDADA	m2	10.25	8.84	2.44	21.53	49.77	1071.55
CEMENTINA	funda	0.34	0.00	0.00	0.34	5.00	1.70



**Relleno**

RELLENO COMPACTADO CON SUELO NATURAL	m3	0.02	4.09	2.47	6.58	294.84	1940.05
TRANSPORTE DE MATERIAL	m3 km	0.00	0.05	0.24	0.29	140.00	40.60

**Pared**

MAMPOSTERÍA DE BLOQUE PRENSADO ALIVIANADO 40X20X15 CM MORTERO 1:6, E= 2.5 CM	m2	5.80	4.70	0.28	10.78	117.91	1271.03
MESA DE COCINA HORMIGÓN ARMADO ENCOFRADO A= 0.5 M	m	20.53	17.04	0.85	38.42	1.20	46.10
ENLUCIDO VERTICAL INTERIOR, PALETEADO FINO, MORTERO 1:4, E= 1,50 CM	m2	1.22	3.98	0.23	5.43	117.91	640.23
ENLUCIDO VERTICAL LISO EXTERIOR, MORTERO 1:4 CON IMPERMEABILIZANTE	m2	1.52	6.12	0.35	7.99	96.96	774.70
EMPASTE EXTERIOR	m2	1.88	1.91	0.12	3.91	96.96	379.11
EMPASTE INTERIOR	m2	0.69	1.53	0.10	2.32	117.91	273.54
PINTURA DE CAUCHO EXTERIOR, LÁTEX VINILO ACRÍLICO	m2	1.11	1.53	0.14	2.78	96.96	269.55
PINTURA DE CAUCHO INTERIOR, LÁTEX VINILO ACRÍLICO	m2	1.11	1.15	0.09	2.35	117.91	277.08

**Piso**

CERÁMICA NACIONAL PARA PISOS 30X30CM	m2	17.22	5.37	0.80	23.39	49.77	1164.12
ENCEMENTADO EXTERIOR, MORTERO 1:3, E= 3CM	m2	2.81	7.29	0.36	10.46	10.63	111.15
MASILLADO ALISADO DE PISOS, MORTERO 1:3, E= 1 CM	m2	0.89	2.68	3.50	7.07	49.77	351.87

**Cielo raso**

CIELO RASO GYPSUM, 1/2, INC. EMPASTE Y PINTURA	m2	6.57	6.75	1.00	14.32	49.77	712.71
--	----	------	------	------	-------	-------	--------

**Carpintería**

VENTANA CORREDIZA DE ALUMINIO NATURAL Y VIDRIO FLOTADO 6 MM	m2	43.52	7.65	2.65	53.82	7.20	387.50
PUERTA TAMBORADA BLANCA 0.70 M, INC. MARCO Y TAPA MARCO	u	91.44	28.25	1.41	121.10	5.00	605.50
CERRADURA LLAVE LLAVE, TIPO CESA NOVA CROMADA	u	16.57	3.82	0.74	21.13	2.00	42.26
CERRADURA PASILLO, TIPO CESA NOVA CROMADA	u	12.37	3.82	0.74	16.93	3.00	50.79

**cubierta**

CUBIERTA DE GALVALUMEN PREPINTADO E= 40 MM	m2	14.93	2.30	0.45	17.68	52.00	919.36
--	----	-------	------	------	-------	-------	--------

**Aparato hidrosanitario**

INODORO BLANCO LÍNEA ECONÓMICA	u	101.87	23.19	1.16	126.22	1.00	126.22
--------------------------------	---	--------	-------	------	--------	------	--------

LAVAMANOS CON PEDESTAL (NO INC. GRIFERÍA)	u	50.07	17.83	0.89	68.79	1.00	68.79
---	---	-------	-------	------	-------	------	-------

JUEGO DE GRIFERÍA PARA LAVAMANOS	u	129.31	11.49	0.57	141.37	1.00	141.37
----------------------------------	---	--------	-------	------	--------	------	--------

LAVAPLATOS 1 POZO GRIFERÍA TIPO CUELLO DE GANSO	u	164.88	18.37	0.92	184.17	1.00	184.17
---	---	--------	-------	------	--------	------	--------

**Instalaciones eléctricas**

ACOMETIDA ELECTRICA 220 V	m	3.12	4.05	0.20	7.37	1.00	7.37
---------------------------	---	------	------	------	------	------	------

BREAKERS CORTA CIRCUITOS 1P 15-40 AMP	u	8.40	2.01	0.10	10.52	4.00	42.08
---------------------------------------	---	------	------	------	-------	------	-------

BREAKERS CORTA CIRCUITOS 2P 15-60 AMP	u	8.90	2.01	0.10	11.02	2.00	22.04
---------------------------------------	---	------	------	------	-------	------	-------

PUNTO DE ILUMINACIÓN CONMUTADA	pto	12.57	11.49	0.57	24.63	1.00	24.63
--------------------------------	-----	-------	-------	------	-------	------	-------

PUNTO DE ILUMINACIÓN. CONDUCTOR N° 12, SIN APLIQUE	pto	9.68	10.72	0.54	20.94	6.00	125.64
--	-----	------	-------	------	-------	------	--------

PUNTO DE TOMACORRIENTE 220 V TUBO CONDUIT 1"	pto	28.92	17.22	0.86	47.00	1.00	47.00
--	-----	-------	-------	------	-------	------	-------

PUNTO DE TOMACORRIENTE DOBLE 110 V, TUBO CONDUIT EMT. 1/2"	pto	17.50	9.18	0.46	27.14	9.00	244.26
--	-----	-------	------	------	-------	------	--------

PUNTO INTERRUPTOR DOBLE (APLIQUE)	pto	3.51	8.80	0.44	12.75	1.00	12.75
-----------------------------------	-----	------	------	------	-------	------	-------

PUNTO INTERRUPTOR CONMUTADO (APLIQUE)	pto	4.25	8.80	0.44	13.49	2.00	26.98
---------------------------------------	-----	------	------	------	-------	------	-------

PUNTO INTERRUPTOR SIMPLE (APLIQUE)	pto	2.19	8.15	0.41	10.75	3.00	32.25
------------------------------------	-----	------	------	------	-------	------	-------

TABLERO CONTROL GE 4-8 PTOS	u	39.70	14.91	0.75	55.36	1.00	55.36
-----------------------------	---	-------	-------	------	-------	------	-------

TUBERIA CONDUIT 1/2" (PROVISION E INSTALACION) INTERRUPTOR	m	0.40	0.36	0.02	0.78	1.00	0.78
--	---	------	------	------	------	------	------

TUBERIA CONDUIT 1	m	1.02	0.36	0.02	1.40	22.58	31.61
-------------------	---	------	------	------	------	-------	-------

**Instalaciones hidrosanitarias**

PVC DE 1" AGUA FRÍA	m	2.69	4.77	0.24	7.70	1.14	8.78
---------------------	---	------	------	------	------	------	------

PVC DE 3/4 " AGUA FRÍA ROSCABLE INC. ACCESORIOS	pto	19.21	15.31	0.77	35.29	4.00	141.16
---	-----	-------	-------	------	-------	------	--------

PVC DE 1/2 " AGUA FRÍA ROSCABLE INC. ACCESORIOS	pto	10.43	14.91	0.75	26.09	1.00	26.09
---	-----	-------	-------	------	-------	------	-------

VÁLVULA 3/4	u	17.77	6.10	0.31	24.18	10.00	241.80
-------------	---	-------	------	------	-------	-------	--------

VÁLVULA CHECK 3/4"	u	18.52	6.10	0.31	24.99	7.00	174.93
--------------------	---	-------	------	------	-------	------	--------

PVC AGUA CALIENTE 1/2" ROSCABLE INC. ACCESORIOS	pto	6.92	14.85	0.74	22.51	1.00	22.51
---	-----	------	-------	------	-------	------	-------

PVC AGUA CALIENTE 3/4" ROSCABLE INC. ACCESORIOS	pto	16.14	15.31	0.77	32.22	1.00	32.22
TUBERIA PVC 6"	m	14.74	8.26	0.41	23.41	12.77	298.95
TUBERIA PVC 4"	m	5.43	5.73	0.29	11.45	4.73	54.16
REJILLA DE PISO 50 MM-CROMADA	u	5.11	1.53	0.08	6.72	2.00	13.44
<b>Obra exterior</b>							
LIMPIEZA FINAL DE LA OBRA	m2	0.00	1.76	0.09	1.85	73.71	136.36
<b>Total \$</b>							<b>29369.24</b>
<b>Costo por \$/ m2</b>							<b>398.44</b>

Tabla 19: Cantidades de obra y Costos de la vivienda residencial vis multifamiliar 12D.

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	MATERIALES	MANO DE OBRA	EQUIPO	COSTO DIRECTO \$/unidad	CANTIDADES	CANTIDADES TOTAL	COSTO \$
<b>Preliminares</b>								
LIMPIEZA MANUAL DEL TERRENO	m2	0.0	1.28	0.06	1	311	311	417
REPLANTEO Y NIVELACIÓN CON EQUIPO TOPOGRÁFICO	m2	0.1	1.23	0.36	2	311	311	526
<b>Estructura</b>								
HORMIGÓN ARMADO COLUMNAS F'C= 210 KG/CM2	m3	271.7	102.71	8.55	383	17	50	19282
HORMIGÓN ARMADO VIGAS, F'C= 210 KG/CM2	m3	303.7	8.53	69.80	382	25	74	28362
HORMIGÓN ARMADO GRADA F'C=210 KG/CM2 , ESCALÓN DE 30X18X120 CM	m	90.1	39.88	19.65	150	4	8	1197
LOSA DE ENTREPISO	m2	26.5	7.47	0.805	35	267	533	18550
ENCONFRADO Y DEENCOFRADO DE LOSAS	m2	13.0	7.90	0.40	21	267	533	11352
<b>Cimentación</b>								
EXCAVACIÓN MANUAL EN CIMIENTOS Y PLINTOS	m3	0.0	9.81	0.49	10	1,244	1244	12817

EXCAVACIÓN H=3 A 4 M A MÁQUINA (EXCAVADORA)	m3	0.0	1.44	4.37	6	1,244	1244	7230
LOSA DE CIMENTACIÓN 10 CM	m3	200.0	2.57	24.79	227	28	28	6303
ENCOFRADO Y DESESNCOFRADA DE VIGAS DE CIMENTACIÓN HORMIGÓN SIMPLE CADENAS F'C= 210 KG/CM2, NO INC.	m2	31.0	9.91	0.50	41	132	132	5466
ENCOFRADO	m3	79.0	36.59	11.13	127	79	79	10035
CONTRAPISO E= 8 CM INCLUYE MALLA ELECTROSOLDADA	m2	10.3	8.84	2.44	22	277	277	5968
CEMENTINA	funda	0.3	0.00	0.00	0	30	30	10
<b>Relleno</b>								
RELLENO COMPACTADO CON SUELO NATURAL	m3	0.0	4.09	2.47	7	1,244	1244	8188
TRANSPORTE DE MATERIAL	km	0.0	0.05	0.24	0	140	140	41
<b>Pared</b>								
MAMPOSTERÍA DE BLOQUE PENSADO PESADO 40X20X15 CM MORTERO 1:6, E= 2.5 CM	m2	8.0	6.50	0.38	15	403	1209	18002
MESA DE COCINA HORMIGÓN ARMADO ENCOFRADO A= 0.5 M ENLUCIDO VERTICAL INTERIOR, PALETEADO FINO, MORTERO 1:4, E= 1,50 CM	m	20.5	17.04	0.85	38	2	7	277
ENLUCIDO VERTICAL LISO EXTERIOR, MORTERO 1:4 CON IMPERMEABILIZANTE	m2	1.2	3.98	0.23	5	403	1209	6565
EMPASTE EXTERIOR	m2	1.5	6.12	0.35	8	277	831	6640
EMPASTE INTERIOR	m2	1.9	1.91	0.12	4	277	831	3249
EMPASTE INTERIOR	m2	0.7	1.53	0.10	2	403	1209	2805
PINTURA DE CAUCHO EXTERIOR, LÁTEX VINILO ACRÍLICO	m2	1.1	1.53	0.14	3	277	831	2310
PINTURA DE CAUCHO INTERIOR, LÁTEX VINILO ACRÍLICO	m2	1.1	1.15	0.09	2	403	1209	2841
<b>Piso</b>								
CERÁMICA NACIONAL PARA PISOS 30X30CM	m2	17.2	5.37	0.80	23	267	800	18716
ENCEMENTADO EXTERIOR, MORTERO 1:3, E= 3CM	m2	2.8	7.29	0.36	10	91	208	2173
MASILLADO ALISADO DE PISOS, MORTERO 1:3, E= 1 CM	m2	0.9	2.68	3.50	7	267	800	5657
<b>Cielo raso</b>								
CIELO RASO GYPSUM, 1/2", INC. EMPASTE Y PINTURA	m2	6.6	6.75	1.00	14	267	800	11458
<b>Carpintería</b>								
VENTANA CORREDIZA DE ALUMINIO NATURAL Y VIDRIO FLOTADO 6 MM	m2	43.5	7.65	2.65	54	36	108	5813

PUERTA TAMBORADA BLANCA 0.70 M, INC. MARCO Y TAPA MARCO	u	91.4	28.25	1.41	121	24	72	8719
CERRADURA LLAVE LLAVE, TIPO CESA NOVA CROMADA	u	16.6	3.82	0.74	21	12	36	761
CERRADURA PASILLO, TIPO CESA NOVA CROMADA cubierta	u	12.4	3.82	0.74	17	16	48	813
LOSA CUBIERTA	m2	26.5	7.47	0.805	35	267	267	9275
ENCONFRADO Y DESENCOFRADO DE LOSAS	m2	13.0	7.90	0.40	21	267	267	5676
<b>Aparato hidrosanitario</b>								
INODORO BLANCO LÍNEA ECONÓMICA	u	101.9	23.19	1.16	126	4	12	1515
LAVAMANOS CON PEDESTAL (NO INC. GRIFERÍA)	u	50.1	17.83	0.89	69	4	12	825
JUEGO DE GRIFERÍA PARA LAVAMANOS	u	129.3	11.49	0.57	141	4	12	1696
LAVAPLATOS 1 POZO GRIFERÍA TIPO CUELLO DE GANSO	u	164.9	18.37	0.92	184	4	12	2210
<b>Instalaciones eléctricas</b>								
ACOMETIDA ELECTRICA 220 V	m	3.1	4.05	0.20	7	1	1	7
Breakers corta circuitos 1p 15-40 amp ( iluminación, tomacorriente 20 amp, baño,)	u	8.4	2.01	0.10	11	12	36	379
Breakers corta circuitos 2p 15-60 amp (ducha, cocina)	u	8.9	2.01	0.10	11	8	24	264
PUNTO DE ILUMINACIÓN CONMUTADA	pto	12.6	11.49	0.57	25	4	12	296
PUNTO DE ILUMINACIÓN. CONDUCTOR N° 12, SIN APLIQUE	pto	9.7	10.72	0.54	21	35	105	2199
PUNTO DE TOMACORRIENTE 220 V TUBO CONDUIT 1"	pto	28.9	17.22	0.86	47	4	12	564
PUNTO DE TOMACORRIENTE DOBLE 110 V, TUBO CONDUIT EMT. 1/2"	pto	17.5	9.18	0.46	27	44	132	3582
PUNTO INTERRUPTOR DOBLE (APLIQUE)	pto	3.5	8.80	0.44	13	4	12	153
PUNTO INTERRUPTOR CONMUTADO (APLIQUE)	pto	4.3	8.80	0.44	13	8	24	324
PUNTO INTERRUPTOR SIMPLE (APLIQUE)	pto	2.2	8.15	0.41	11	23	69	742
TABLERO CONTROL GE 4-8 PTOS	u	39.7	14.91	0.75	55	4	12	664
TUBERIA CONDUIT 1/2" (PROVISION E INSTALACION)	m	0.4	0.36	0.02	1	119	356	278
TUBERIA CONDUIT 1"	m	1.0	0.36	0.02	1	5	15	20
<b>Instalaciones hidrosanitarias</b>								
PVC DE 1" AGUA FRÍA	m	2.7	4.77	0.24	8	24	72	553
PVC DE 3/4 " AGUA FRÍA ROSCABLE INC, ACCESORIOS	pto	19.2	15.31	0.77	35	12	36	1270
PVC DE 1/2 " AGUA FRÍA ROSCABLE INC, ACCESORIOS	pto	10.4	14.91	0.75	26	4	12	313



### ANEXO C: Planos arquitectónicos de las viviendas de análisis.

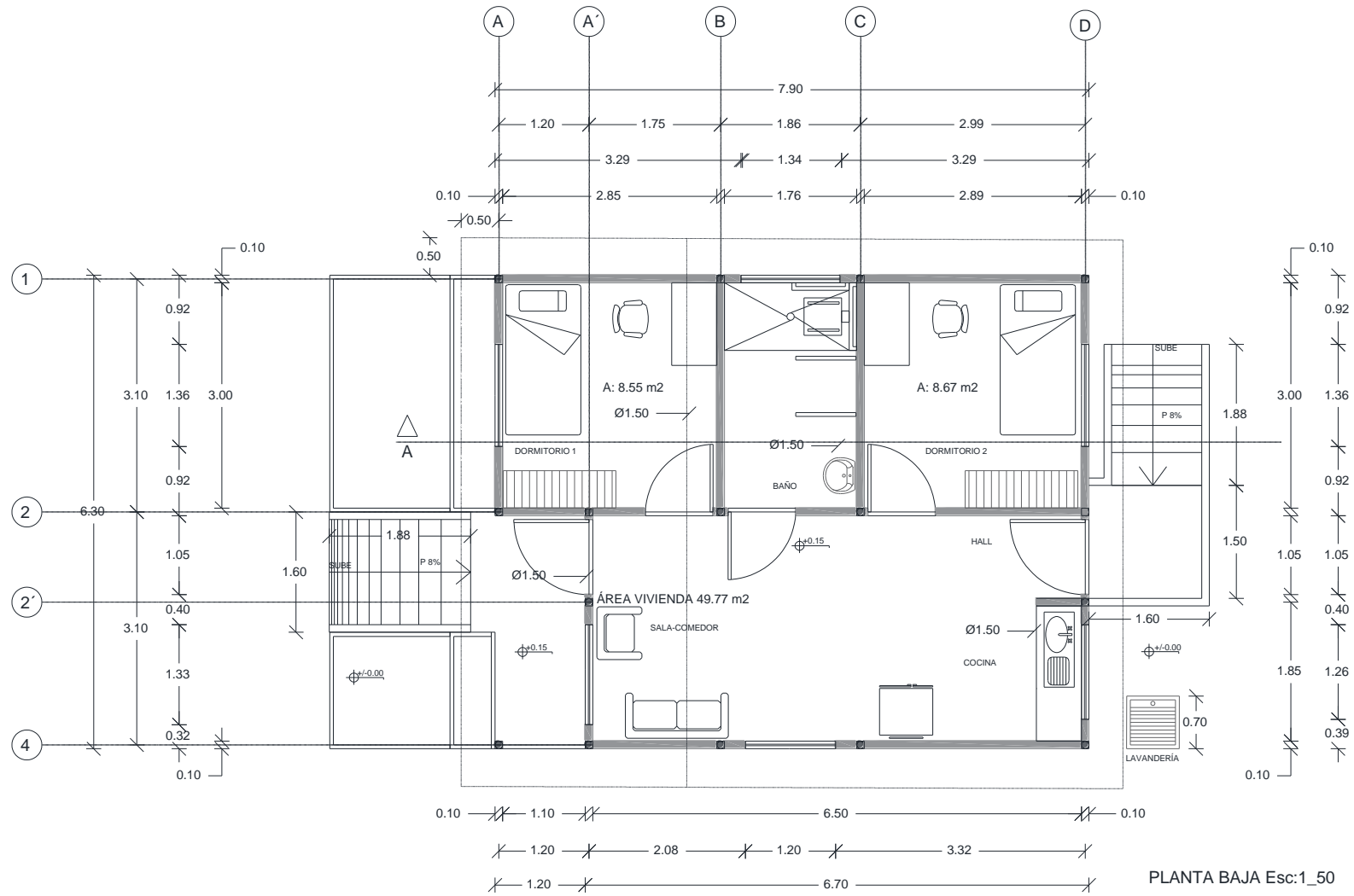


Figura 29: Plano arquitectónico de la vivienda residencial vis unifamiliar

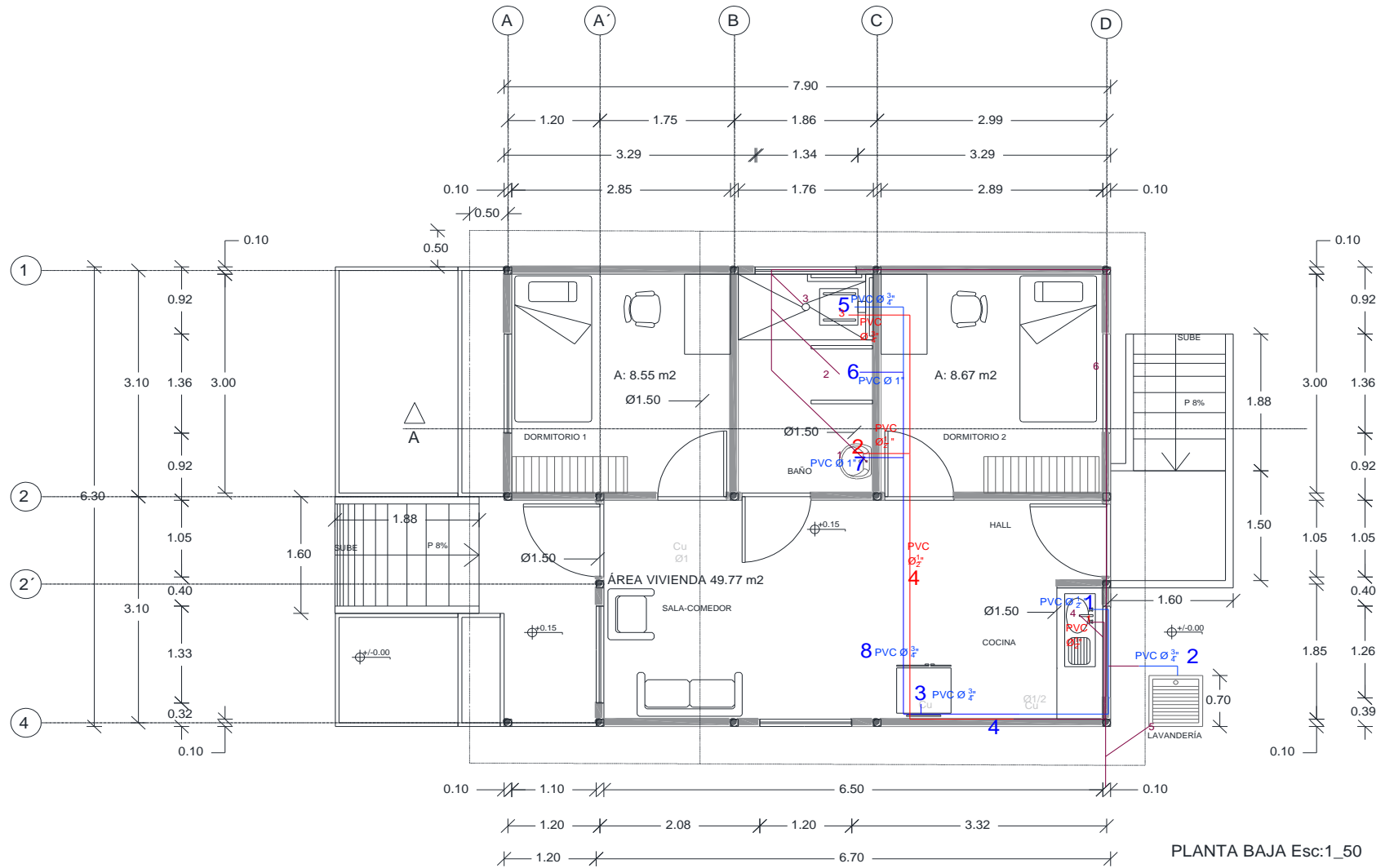


Figura 30: Plano hidrosanitario de la vivienda residencial vis unifamiliar



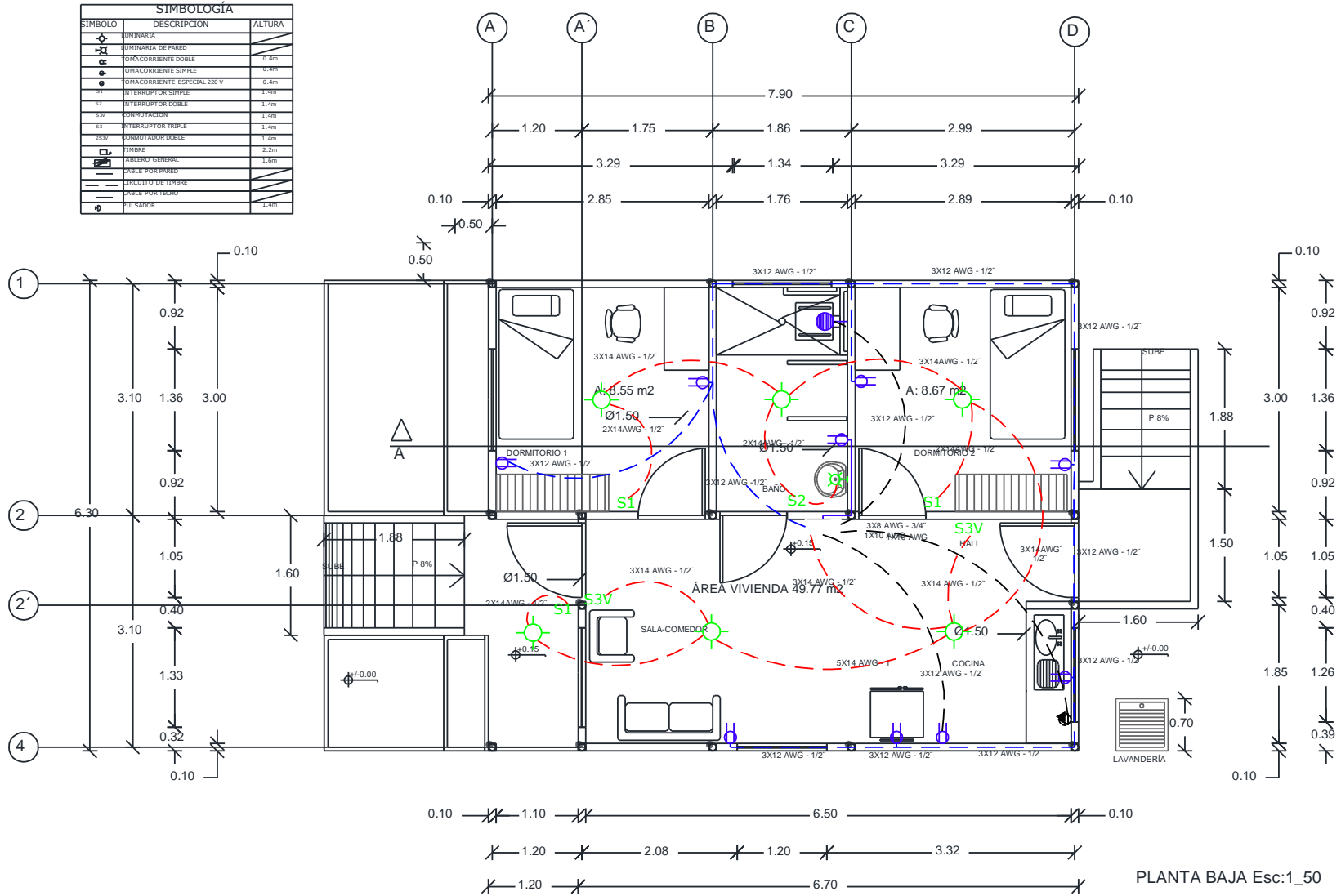


Figura 31: Plano eléctrico vivienda residencial vis unifamiliar

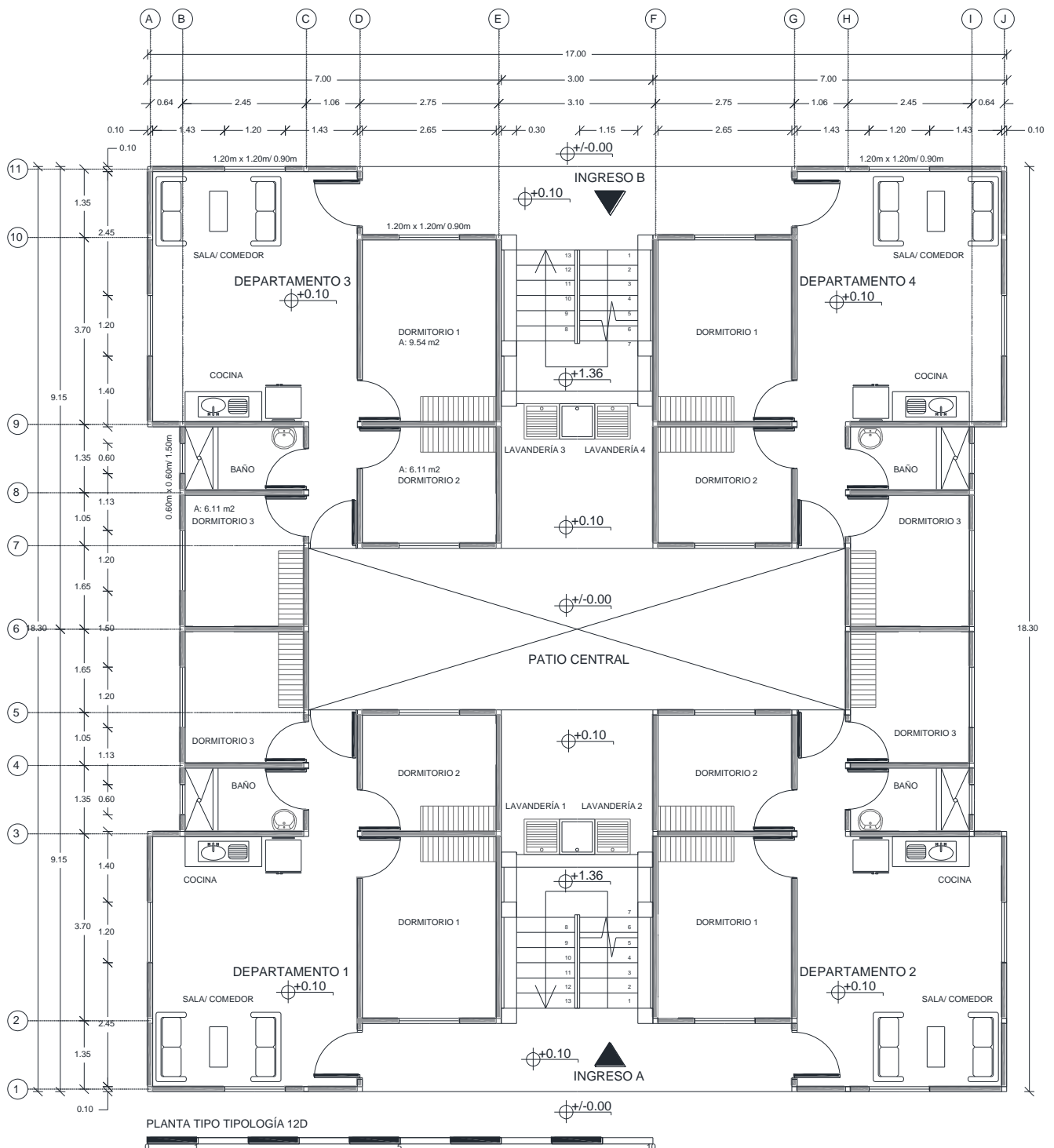


Figura 32: Plano arquitectónico residencial de la vivienda vis multifamiliar 12D

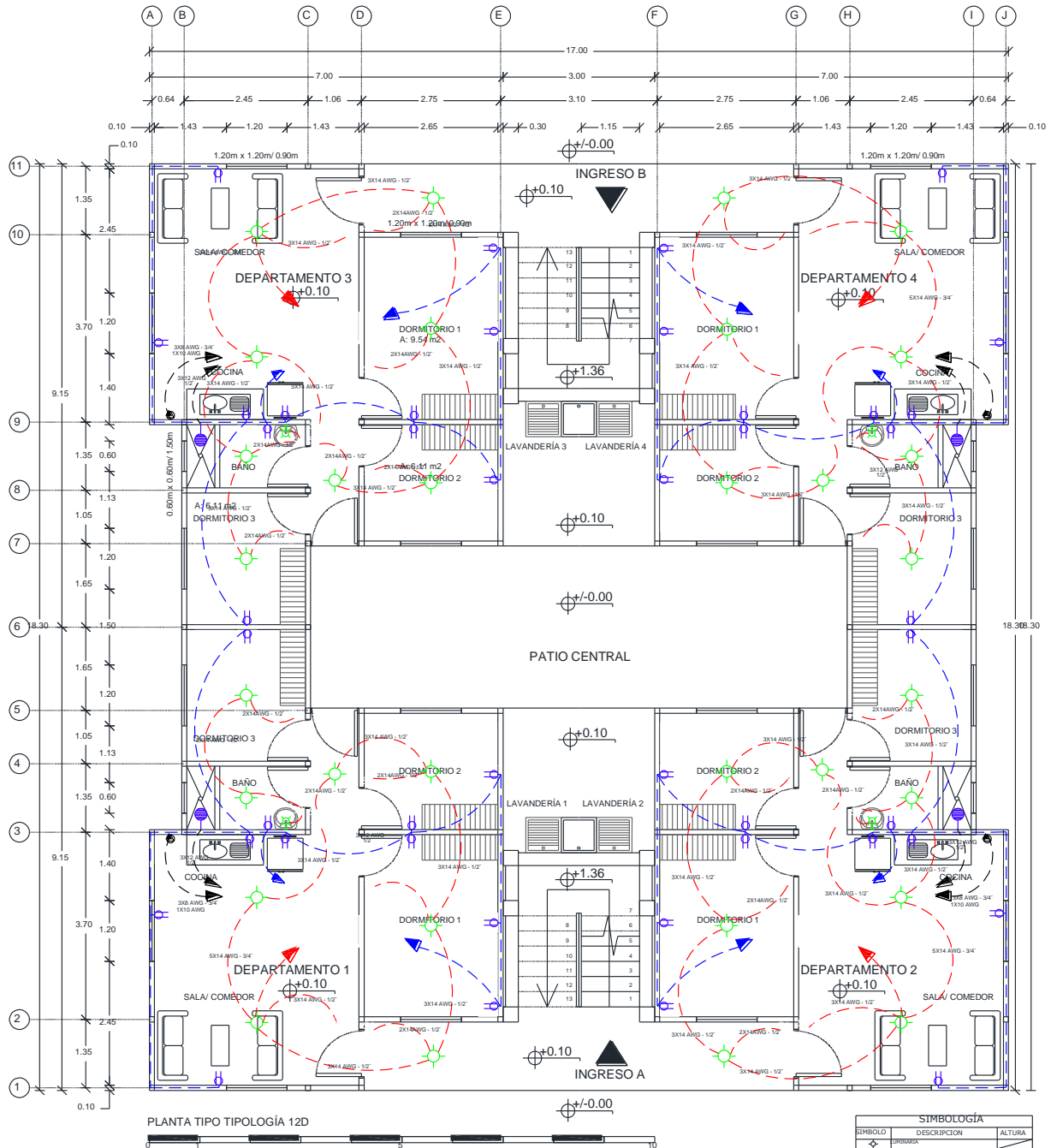


Figura 33: Plano eléctrico residencial de la vivienda vis multifamiliar 12D

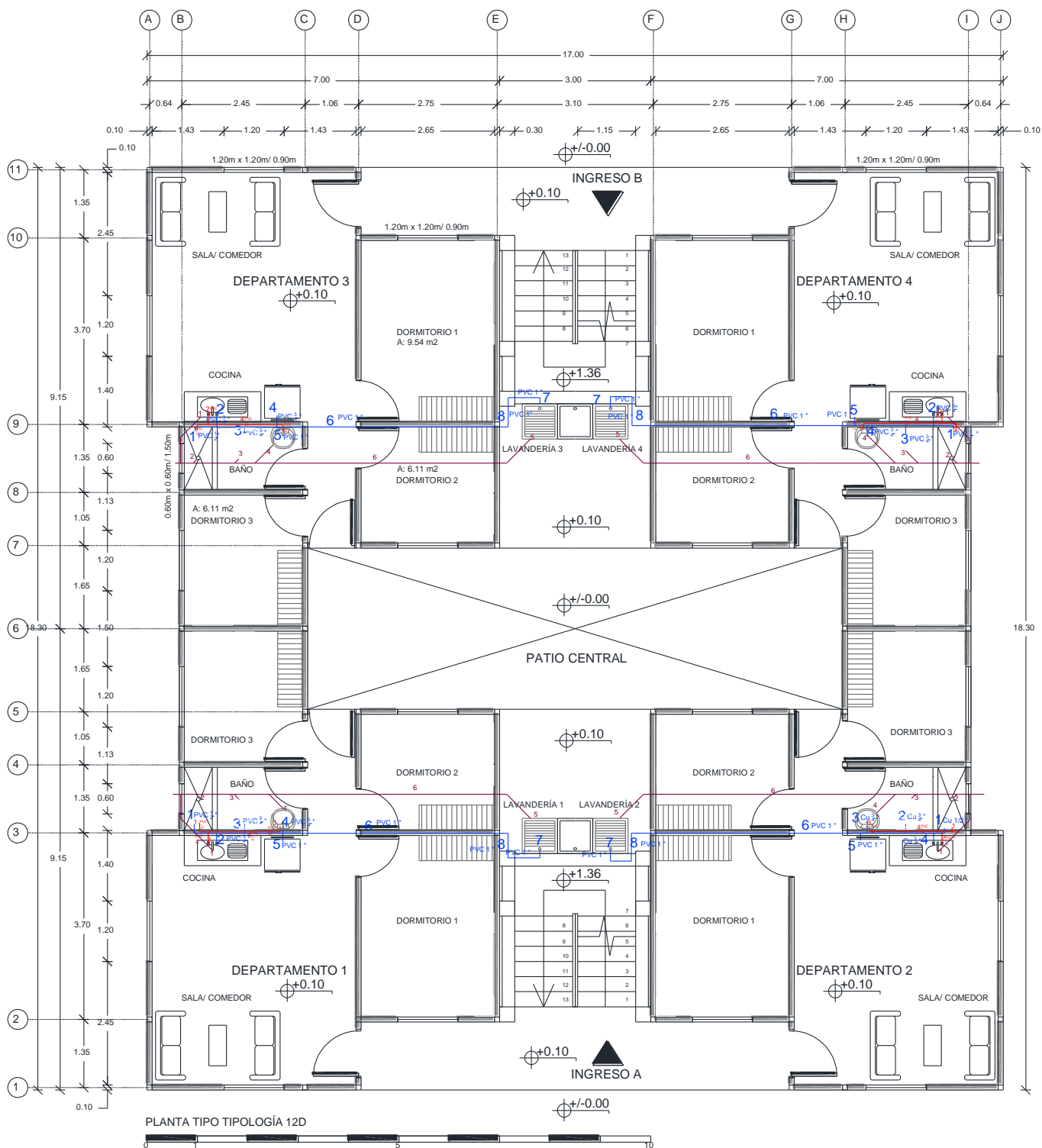


Figura 34: Plano hidrosanitario de la vivienda residencial vis multifamiliar 12D

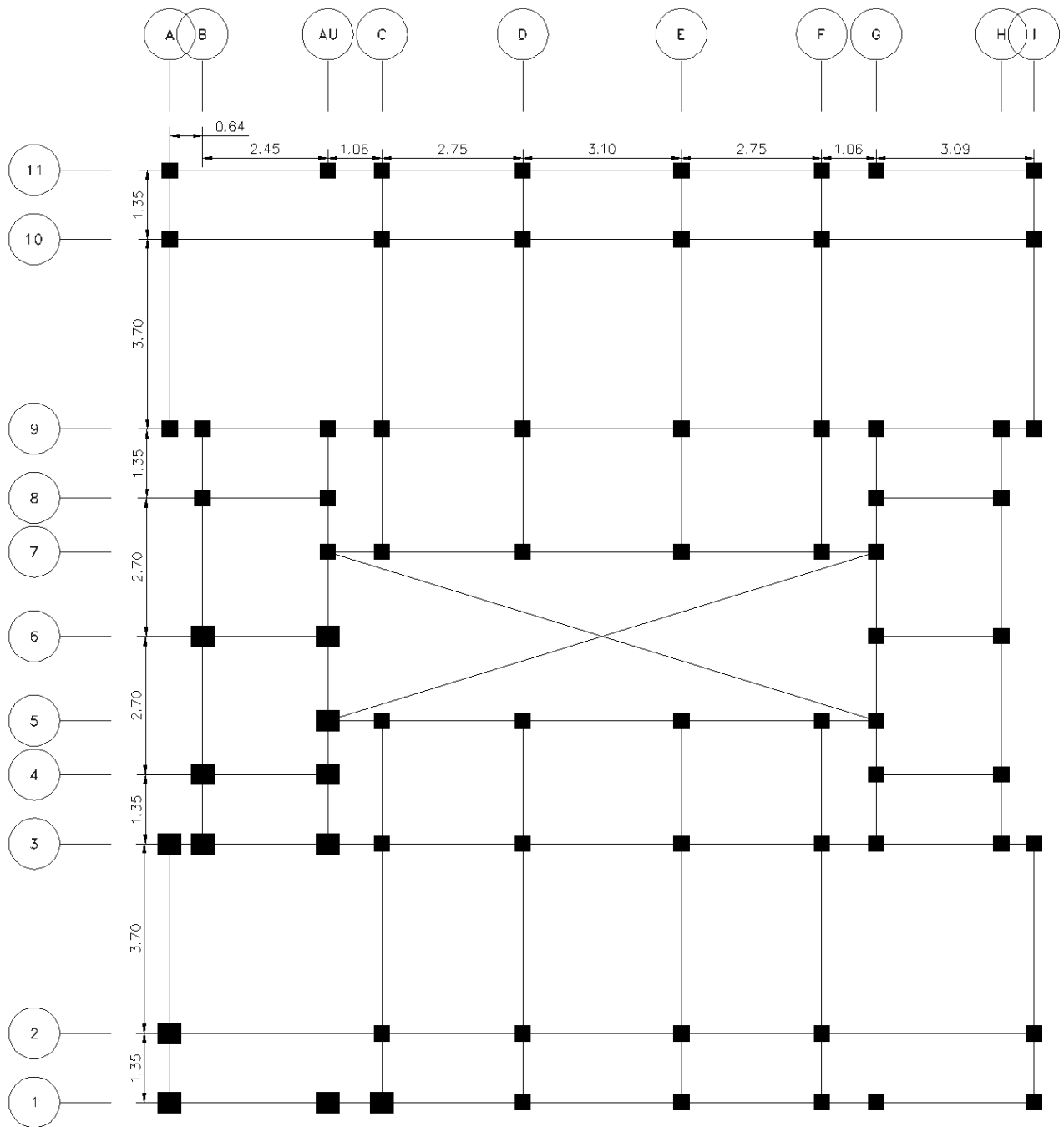
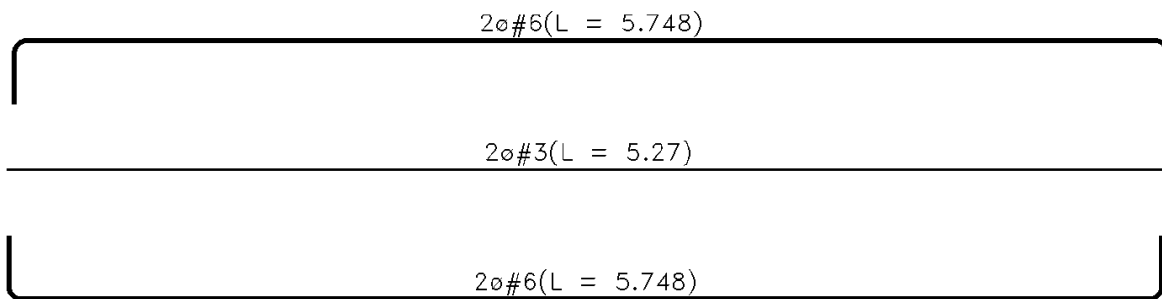
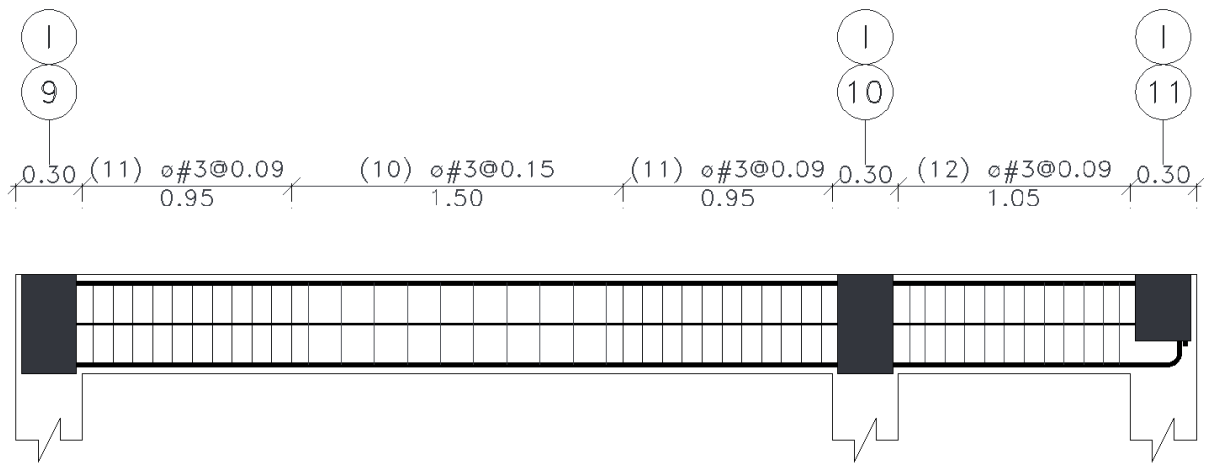


Figura 35: Plano estructural en planta de la vivienda residencial vis multifamiliar 12D



Units: Mts

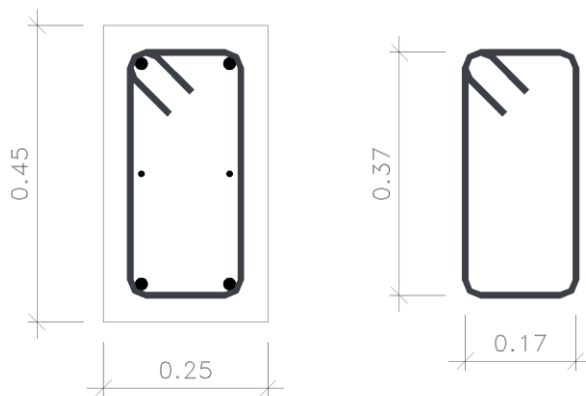


Figura 36: Detalle estructural de la viga para la vivienda residencial vis multifamiliar 12D.

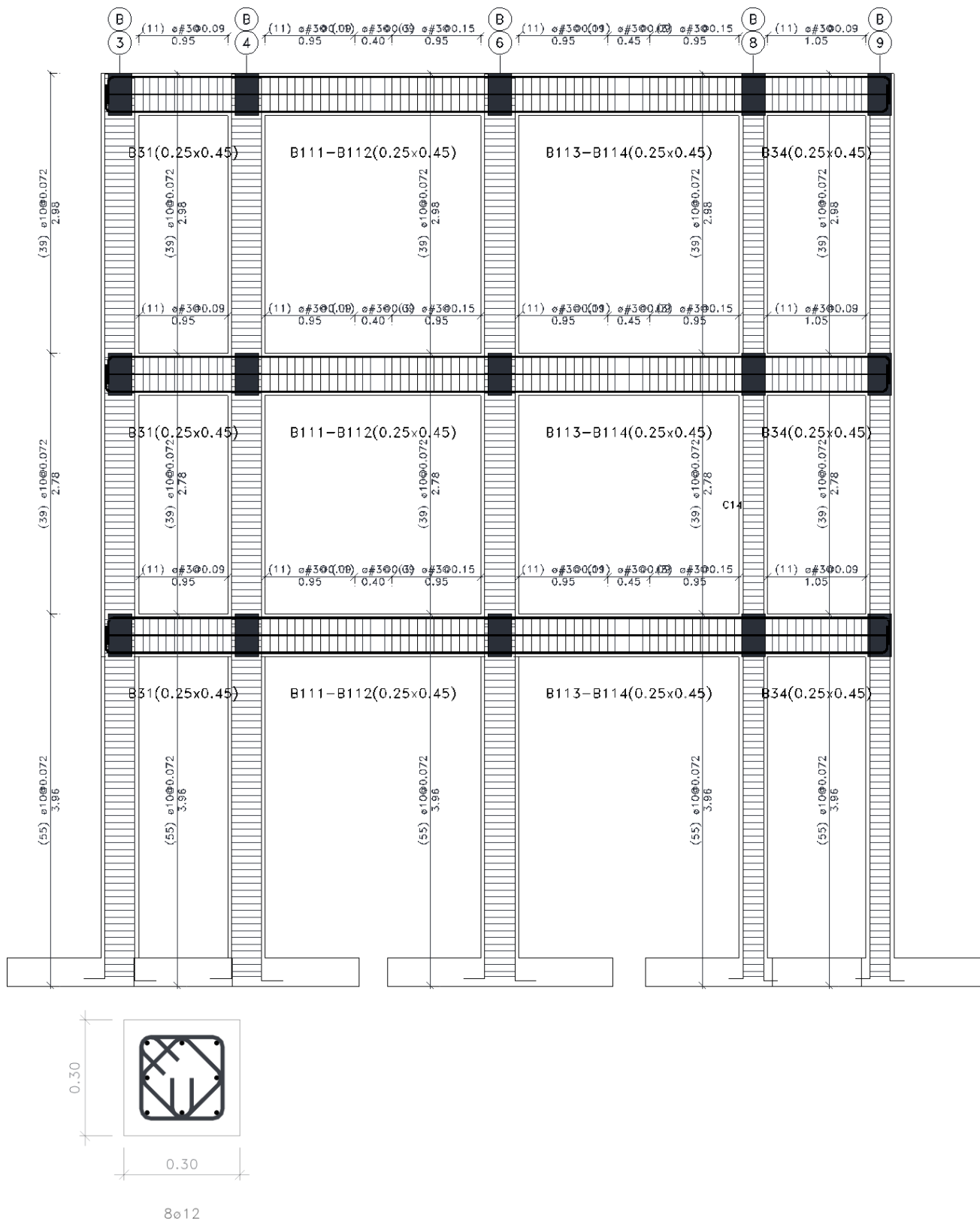


Figura 37: Detalle estructural de la columna para la vivienda residencial multifamiliar 12D.

**ANEXO D: Modelo en ETABS para la vivienda residencial vis multifamiliar 12D.**

Tabla 20: Tablas de cargas estimadas para la modelación en ETABS de la vivienda

residencial vis multifamiliar 12D

<b>CARGA MUERTA</b>				
	<b>Valor</b>	<b>unidades</b>	<b>Valor</b>	<b>unidades</b>
Losa	0.29	tonf/m <sup>2</sup>	0.29	tonf/m <sup>2</sup>
Mampostería	0.15	tonf/m <sup>2</sup>	0.30	tonf/m <sup>2</sup>
Contrapisos y recubrimientos	0.05	tonf/m <sup>2</sup>	0.05	tonf/m <sup>2</sup>
Instalaciones	0.02	tonf/m <sup>2</sup>	0.02	tonf/m <sup>2</sup>
Cielorrasos	0.02	tonf/m <sup>2</sup>	0.02	tonf/m <sup>2</sup>
CM vigas	56.77	tonf por piso	0.22	tonf/m <sup>2</sup>
CM Columnas	33.75	tonf por piso	0.13	tonf/m <sup>2</sup>
CM Columnas último piso	19.26	tonf		
CM por piso			268.04	tonf
CM total		1.03 tonf/m <sup>2</sup>	<b>804.21</b>	<b>tonf</b>
CM asociado a la placa colaborante			774.59	Tonf

<b>CARGA VIVA</b>					
<b>PARA PISO TIPO</b>					
	<b>Área</b>	<b>unidades</b>	<b>peso/m2</b>	<b>peso en toneladas</b>	<b>unidades</b>
Corredores y escaleras	61.04 m <sup>2</sup>		0.48 tonf/m <sup>2</sup>	29.3	tonf
Zona residencial	200.8 m <sup>2</sup>		0.2 tonf/m <sup>2</sup>	40.2	tonf
<b>PARA CUBIERTA</b>					
Cubierta	261.8 m <sup>2</sup>		0.48 tonf/m <sup>2</sup>	125.7	tonf
<b>CARGA VIVA TOTAL</b>				<b>264.6</b>	<b>tonf</b>

<b>Descripción</b>	<b>valor</b>	<b>unidades</b>
I	1	-
Φp	1	-
ΦE	1	-
R	7	-
Ct	0.06	-
hn	7.56	m
alpha	0.9	-
T	0.34	<b>seg</b>
Sa	1.19	g
W	774.5	tonf
coef V	0.17	-
V	131.7	tonf
k	1	



<b>CÁLCULO CARGAS HORIZONTALES POR PISO</b>				
<b>Piso</b>	<b>hi (m)</b>	<b>wi (tonf)</b>	<b>wi*hi<sup>k</sup></b>	<b>Fx (tonf)</b>
3	8	258	1952	66
2	5	258	1301	44
1	3	258	651	22
<b>SUMA</b>		775	3904	132

