

**Escuela Superior Politécnica del Litoral**

**Facultad de Ingeniería en Ciencias de la Tierra**

Análisis comparativo de metodologías de diseño para una vivienda de interés

social en Guayaquil

INGE-2567

**Proyecto Integrador**

Previo la obtención del Título de:

**Ingeniero Civil**

Presentado por:

Jarod Alberto Paredes Sánchez

Héctor Rafael Montilla Peña

Guayaquil - Ecuador

Año: 2024

## Dedicatoria

---

Este proyecto está dedicado a todas las personas que han sido parte de mi construcción social y académica. A mis amigos y futuros colegas quienes apoyaron mis proyectos e iniciativas. A mi madre Jessica, quién siempre estuvo al tanto y me dio ánimos por continuar. En especial a mi abuelo Luis Sánchez que siempre me motivó y guío en toda su vida, que en paz descanse.

**-Jarod**

A ti, que desde primer semestre me cuidas y me guías desde arriba.

**-Héctor**

## Agradecimientos

---

Agradezco a mi madre, Jessica Sánchez por su apoyo en el transcurso de mi vida. A mi abuelo Luis Sánchez por la inspiración y confianza. A los ingenieros David Valverde, Luis Sánchez, Daniel Falquez y Walter Hurtares quienes supieron brindarme apoyo en mi formación ingenieril, y confiaron en mí como ayudante y estudiante. Por ustedes logré alcanzar esta meta tan preciada.

**-Jarod**

A mis padres, Héctor José y María Fabiola, mi mayor apoyo y gran fuente de mi inspiración. Por ustedes soy quien soy.

**-Héctor**

## Declaración Expresa

---

Nosotros Jarod Alberto Paredes Sánchez y Héctor Rafael Montilla Peña acordamos y reconocemos que:

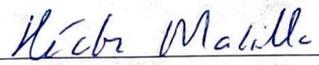
La titularidad de los derechos patrimoniales de autor (derechos de autor) del proyecto de graduación corresponderá al autor o autores, sin perjuicio de lo cual la ESPOL recibe en este acto una licencia gratuita de plazo indefinido para el uso no comercial y comercial de la obra con facultad de sublicenciar, incluyendo la autorización para su divulgación, así como para la creación y uso de obras derivadas. En el caso de usos comerciales se respetará el porcentaje de participación en beneficios que corresponda a favor del autor o autores.

La titularidad total y exclusiva sobre los derechos patrimoniales de patente de invención, modelo de utilidad, diseño industrial, secreto industrial, software o información no divulgada que corresponda o pueda corresponder respecto de cualquier investigación, desarrollo tecnológico o invención realizada por nosotros durante el desarrollo del proyecto de graduación, pertenecerán de forma total, exclusiva e indivisible a la ESPOL, sin perjuicio del porcentaje que nos corresponda de los beneficios económicos que la ESPOL reciba por la explotación de nuestra innovación, de ser el caso.

En los casos donde la Oficina de Transferencia de Resultados de Investigación (OTRI) de la ESPOL comunique a los autores que existe una innovación potencialmente patentable sobre los resultados del proyecto de graduación, no se realizará publicación o divulgación alguna, sin la autorización expresa y previa de la ESPOL.

Guayaquil, 29 de mayo del 2024.

  
Jarod Alberto Paredes Sánchez

  
Héctor Rafael Montilla Peña

# Evaluadores

---



Firmado electrónicamente por:  
LENIN ALEXANDER  
DENDER AGUILAR

---

**Lenin Alexander Dender Aguilar**

Profesor de Materia



Firmado electrónicamente por:  
DAVID ENRIQUE  
VALVERDE BURNEO

---

**David Enrique Valverde Burneo**

Tutor de proyecto

## Resumen

El presente proyecto evalúa el diseño estructural y la viabilidad económica de una vivienda unifamiliar de interés social de dos pisos en el norte de Guayaquil, comparando la metodología de construcción tradicional con la construcción modular de elementos prefabricados. El objetivo es determinar el método constructivo más adecuado en términos de costos y tiempos constructivos, así como el impacto ambiental y la adaptabilidad a diferentes tipos de suelo y configuraciones arquitectónicas. La hipótesis sostiene que la construcción modular es más eficiente en tiempo y costo que la construcción tradicional, sin comprometer la calidad. Durante el desarrollo del proyecto, se utilizaron programas de análisis estructural, normas de construcción locales e internacional y técnicas de prefabricación para diseñar y comparar las dos metodologías. Los resultados mostraron que la construcción modular reduce el tiempo de construcción en un 35% y los costos en un 11%, en comparación con el método tradicional; además de generar un impacto ambiental positivo debido a la reducción de residuos. Se concluye que la construcción modular es económicamente viable, sostenible y adaptable a diversas condiciones, lo que la convierte en una alternativa adecuada para satisfacer la demanda de viviendas de interés social en el norte de Guayaquil.

**Palabras Clave:** Prefabricación, Construcción Modular, Viviendas De Interés Social, Sostenibilidad, Viabilidad Económica

## Abstract

*This project evaluates the structural design and economic feasibility of a two-story single-family social interest housing in the north of Guayaquil, comparing the traditional construction methodology with modular construction with prefabricated elements. The objective is to determine the most adequate construction method in terms of cost and construction time, as well as environmental impact and adaptability to different soil types and architectural configurations. The hypothesis holds that modular construction is more efficient in time and cost than traditional construction, without compromising quality. During the development of the project, structural analysis software, local and international construction standards, and prefabrication techniques were used to design and compare the two methodologies. The results showed that modular construction reduces construction time by 35% and costs by 11%, compared to the traditional method; in addition to generating a positive environmental impact due to waste reduction. The conclusion is that modular construction is economically viable, sustainable and adaptable to diverse conditions, which makes it a suitable alternative to satisfy the demand for social interest housing in the north of Guayaquil.*

**Keywords:** *Prefabrication, Modular Construction, Social Interest Housing, Sustainability, Economic Feasibility*

## Índice general

Resumen.....	I
Abstract.....	II
Índice general.....	III
Abreviaturas.....	IX
Simbología.....	X
Índice de figuras.....	XI
Índice de tablas.....	XVIII
Índice de planos.....	XXII
Capítulo 1.....	1
1. INTRODUCCIÓN.....	2
1.1 Antecedentes.....	2
1.2 Descripción del problema.....	5
1.3 Justificación del problema.....	6
1.4 Objetivos.....	8
1.4.1 Objetivo general.....	8
1.4.2 Objetivos específicos.....	8
1.5 Preguntas de diseño, ingenieriles y de investigación.....	9
Capítulo 2.....	10
2. MATERIALES Y MÉTODOS.....	11
2.1 Revisión de literatura.....	11

2.1.1	Hormigón armado .....	11
2.1.2	Elementos estructurales .....	13
2.1.3	Métodos constructivos .....	15
2.1.4	Diseño estructural .....	16
2.2	Área de estudio .....	17
2.2.1	Generalidades.....	17
2.2.2	Características técnicas .....	20
2.3	Trabajo de campo y laboratorio .....	23
2.3.1	Información proporcionada por el cliente.....	23
2.4	Análisis de datos .....	24
2.4.1	Información proporcionada por el cliente.....	24
2.4.2	Análisis sobre la colocación de los elementos estructurales.....	29
2.4.3	Propuesta de estructura para la vivienda de interés social a desarrollar .....	29
2.5	Análisis de alternativas .....	33
2.5.1	Formulación de alternativas .....	33
2.5.2	Criterios de evaluación .....	33
2.5.3	Descripción de las alternativas según cada criterio .....	35
2.5.4	Matriz de alternativas.....	37
2.5.5	Selección de la mejor alternativa .....	38
2.5.6	Restricciones del proyecto .....	38
Capítulo 3.....		40

3.	DISEÑOS Y ESPECIFICACIONES .....	41
3.1	Diseños.....	41
3.1.1	Objetivo.....	41
3.1.2	Antecedentes .....	41
3.1.3	Sistema estructural .....	43
3.1.4	Materiales.....	45
3.1.5	Definición de cargas .....	46
3.1.6	Carga sísmica .....	50
3.1.7	Coeficiente de importancia .....	55
3.1.8	Ductilidad y factor de reducción de resistencia sísmica R .....	57
3.1.9	Irregularidades de la edificación .....	57
3.1.10	Modelado de la estructura de la VIS en un software de análisis estructural.....	68
3.1.11	Diseño de vigas de la vivienda de interés social.....	82
3.1.12	Diseño de las columnas de la vivienda de interés social .....	95
3.1.13	Diseño de losa Steel Deck para la vivienda de interés social .....	111
3.1.14	Diseño de la escalera de la vivienda de interés social .....	127
3.1.15	Diseño de la cimentación de la vivienda de interés social.....	138
3.2	Especificaciones técnicas.....	160
3.2.1	Normas de construcción.....	163
3.2.2	Trabajos preliminares.....	164
3.2.3	Movimiento de tierras .....	171

3.2.4	Estructuras de hormigón .....	175
3.2.5	Albañilería.....	189
3.2.6	Cubierta.....	196
3.2.7	Montaje de elementos .....	200
3.2.8	Obras exteriores .....	201
3.3	Pared prefabricada para la vivienda de interés social .....	203
3.4	Codificación de los elementos estructurales para planos constructivos .....	207
Capítulo 4.....		217
4.	ESTUDIO DEL IMPACTO AMBIENTAL .....	218
4.1	Descripción del proyecto .....	218
4.2	Línea base ambiental.....	219
4.2.1	Medio abiótico .....	219
4.2.2	Medio biótico .....	220
4.2.3	Medio socioeconómico .....	222
4.3	Actividades del proyecto.....	223
4.4	Identificación de impactos ambientales .....	225
4.5	Valoración de impactos ambientales .....	227
4.6	Medidas de prevención y/o mitigación .....	248
4.6.1	Gestión de desechos sólidos.....	248
4.6.2	Gestión de residuos líquidos .....	250
4.6.3	Control en la contaminación atmosférica .....	251

4.7	Conclusiones .....	252
4.8	Recomendaciones .....	253
Capítulo 5.....		254
5.	PRESUPUESTO .....	255
5.1	Estructura desglosada de trabajo.....	255
5.2	Rubros y análisis de precios unitarios.....	261
5.2.1	Análisis de precios unitarios de la vivienda tradicional.....	261
5.2.2	Análisis de precios unitarios de la vivienda prefabricada.....	264
5.3	Descripción de cantidades de obra.....	267
5.3.1	Descripción de cantidades de obra de la vivienda in situ .....	268
5.3.2	Descripción de cantidades de obra de la vivienda prefabricada .....	277
5.4	Valoración integral del costo del proyecto .....	287
5.4.1	Presupuesto final de la vivienda de interés social in situ.....	288
5.4.2	Presupuesto final de la vivienda de interés social prefabricada.....	289
5.5	Cronograma de obra.....	290
5.5.1	Cronograma de obra de la vivienda de interés social construida in situ .....	290
5.5.2	Cronograma de obra de la vivienda de interés social construida con metodología modular .....	292
Capítulo 6.....		294
6.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	295
6.1	Conclusiones.....	295

6.2 Recomendaciones .....	297
Referencias.....	299
Anexo – Análisis de precios unitarios de la alternativa A1 .....	311
Anexo – Análisis de precios unitarios de la alternativa A2 .....	348
Planos.....	388

## Abreviaturas

ACI	American Concrete Institute
DUPOT	Dirección de Planificación Urbana, Proyectos y Ordenamiento Territorial
EDT	Estructura Desglosada de Trabajo o Estructura de Descomposición de Trabajo
EIA	Estudio de Impacto Ambiental
FS	Factor de seguridad
FAE	Fuerza Aérea Ecuatoriana
GAD	Gobierno Autónomo Descentralizado
IGEPN	Instituto Geofísico de la Escuela Politécnica Nacional
INEC	Instituto Nacional de Estadística y Censos
N.E.	Nivel Estructural
NEC	Norma Ecuatoriana de la Construcción
NEC-SE-DS	NEC: Peligro Sísmico Diseño Sismo Resistente
NEC-SE-HM	NEC: Estructuras de Hormigón Armado
NEC-SE-GC	NEC: Geotecnia y Cimentaciones
NEC-SE-CG	NEC: Cargas (No Sísmicas)
MTOP	Ministerio de Transporte y Obras Públicas
ODS	Objetivo de Desarrollo Sostenible
ONU	Organización de las Naciones Unidas
PMI	Project Management Institute
SGR	Secretaría de Gestión de Riesgos
VIS	Vivienda de Interés Social

## Simbología

$B$	Ancho de la cimentación
$M_w$	Escala sismológica de magnitud de momento
$Z$	Factor de zona
glb	Global
$^{\circ}\text{C}$	Grado Celsius
$g$	Gravedad estándar
$\text{hab}/\text{km}^2$	Habitantes por kilómetro cuadrado
$\text{kg}/\text{cm}^2$	Kilogramo por centímetro cuadrado
$\text{km}^2$	Kilómetro cuadrado
+	Más o positivo
-	Menos o negativo
$\text{m}^2$	Metro cuadrado
$\text{m}^3$	Metro cúbico
mm	Milímetro
$\text{N}^{\circ}$	Número
$\gamma$	Peso específico del suelo
%	Porcentaje
$D_f$	Profundidad de desplante
$f'_c$	Resistencia a la compresión del hormigón a los 28 días
$f_y$	Resistencia a la fluencia del acero de refuerzo
$\text{ton}/\text{m}^2$	Tonelada por metro cuadrado
$\text{ton}/\text{m}^3$	Tonelada por metro cúbico
u	Unidad

## Índice de figuras

Figura 1	<i>Crecimiento poblacional de Guayaquil (según datos del INEC).....</i>	2
Figura 2	<i>Mapa para Diseño Sísmico – NEC 2011.....</i>	5
Figura 3	<i>Mapa límite de las quince parroquias urbanas de Guayaquil .....</i>	18
Figura 4	<i>Sector norte de Guayaquil.....</i>	19
Figura 5	<i>Mapa de zonificación geotécnica de la ciudad de Guayaquil.....</i>	21
Figura 6	<i>Mapa de la variación del período elástico del suelo en Guayaquil.....</i>	22
Figura 7	<i>Tipos de perfiles de suelos para el diseño sísmico.....</i>	23
Figura 8	<i>Modelo 3D proporcionado por el cliente.....</i>	24
Figura 9	<i>Planta baja del modelo proporcionado por el cliente.....</i>	25
Figura 10	<i>Planta alta del modelo proporcionado por el cliente .....</i>	26
Figura 11	<i>Fachada frontal del modelo proporcionado por el cliente .....</i>	27
Figura 12	<i>Fachada posterior del modelo proporcionado por el cliente .....</i>	27
Figura 13	<i>Fachada derecha del modelo proporcionado por el cliente .....</i>	28
Figura 14	<i>Fachada izquierda del modelo proporcionado por el cliente .....</i>	28
Figura 15	<i>Planta baja de la vivienda de interés social propuesta.....</i>	30
Figura 16	<i>Planta alta de la vivienda de interés social propuesta.....</i>	31
Figura 17	<i>Fachadas frontal y posterior de la vivienda de interés social propuesta .....</i>	32
Figura 18	<i>Fachada izquierda de la vivienda de interés social propuesta .....</i>	32
Figura 19	<i>Implantación del modelo de vivienda de interés social de dos pisos .....</i>	42
Figura 20	<i>Sistema estructural empleado.....</i>	43
Figura 21	<i>Planta nivel base (N.E. +0.00) del modelo de vivienda de interés social.....</i>	44
Figura 22	<i>Planta del primer piso (N.E. +2.80) del modelo de VIS .....</i>	44
Figura 23	<i>Planta de cubierta (N.E. +5.60) del modelo de vivienda de interés social... </i>	45
Figura 24	<i>Espectro elástico de aceleraciones del sismo de diseño .....</i>	54

Figura 25	<i>Distribución vertical de fuerzas sísmicas</i> .....	60
Figura 26	<i>Reacciones y fuerza sísmica C del pórtico principal para el piso 1</i> .....	61
Figura 27	<i>Reacciones y fuerza sísmica C del pórtico principal para el piso 2</i> .....	62
Figura 28	<i>Ancho tributario de la viga 1 del Eje 1 (De A-B)</i> .....	63
Figura 29	<i>Ancho tributario de la columna del piso 1</i> .....	66
Figura 30	<i>Discontinuidad en la losa por la escalera</i> .....	70
Figura 31	<i>Distribución vertical de fuerzas sísmicas</i> .....	80
Figura 32	<i>Espectro de respuesta elástico e inelástico de aceleraciones</i> .....	81
Figura 33	<i>Demanda por momento de la envolvente de carga en vigas del primer piso</i>	82
Figura 34	<i>Separación de estribos de acuerdo con la normativa ecuatoriana</i> .....	94
Figura 35	<i>Sección columna modelada en el programa de análisis estructural</i> .....	98
Figura 36	<i>Diagrama de interacción reducido Eje 3-3 de la columna de 30x30cm</i> .....	100
Figura 37	<i>Diagrama de interacción reducido Eje 2-2 de la columna de 30x30cm</i> .....	100
Figura 38	<i>Vista en elevación del Eje A con la demanda axial de cada columna</i> .....	104
Figura 39	<i>Diagrama de interacción nominal Eje 2-2 de la columna de 30x30cm</i> .....	106
Figura 40	<i>Espaciamiento de estribos de acuerdo con la norma ecuatoriana</i> .....	107
Figura 41	<i>Especificaciones técnicas de la Metaldeck 3"</i> .....	111
Figura 42	<i>Diagramas de carga y momento flector de una losa con 3 luces continuas</i>	114
Figura 43	<i>Catálogo de mallas de acero de acuerdo con su área por cada metro lineal</i> .....	122
Figura 44	<i>Catálogo de mallas de acero standard con su codificación</i> .....	123
Figura 45	<i>Dimensiones de la escalera de la VIS</i> .....	128
Figura 46	<i>Espesor mínimo de la escalera</i> .....	130
Figura 47	<i>Refuerzo por temperatura para la escalera de la VIS</i> .....	135
Figura 48	<i>Envolvente de los sismos</i> .....	141

Figura 49	<i>Relleno sugerido para mejorar la capacidad admisible .....</i>	144
Figura 50	<i>Importación de cargas.....</i>	145
Figura 51	<i>Definición del hormigón en el software de análisis estructural.....</i>	146
Figura 52	<i>Resistencia a la compresión del hormigón en el software de análisis estructural.....</i>	147
Figura 53	<i>Definición del acero de refuerzo en el software de análisis estructural.....</i>	147
Figura 54	<i>Comportamiento elastoplástico perfecto.....</i>	148
Figura 55	<i>Definición del plinto no esquinero en el software de análisis estructural ..</i>	149
Figura 56	<i>Definición del plinto esquinero en el software de análisis estructural .....</i>	150
Figura 57	<i>Consideración del recubrimiento en el software de análisis estructural....</i>	150
Figura 58	<i>Módulo de reacción del suelo.....</i>	152
Figura 59	<i>Ingreso del coeficiente de balasto en el software de análisis estructural ...</i>	153
Figura 60	<i>Vista en planta de los plintos modelados .....</i>	154
Figura 61	<i>Vista tridimensional de los plintos modelados .....</i>	154
Figura 62	<i>Restricciones de movimiento de los plintos.....</i>	155
Figura 63	<i>Asignación de la capacidad admisible a los plintos .....</i>	155
Figura 64	<i>Combinaciones de carga de servicio ingresadas .....</i>	156
Figura 65	<i>Esfuerzos en el suelo para la combinación de carga de servicio <b>D + L + Sx</b> .....</i>	157
Figura 66	<i>Ficha técnica del Roca-Panel 50. ....</i>	204
Figura 67	<i>Sistema constructivo del Roca-Panel 50.....</i>	205
Figura 68	<i>Cantidad de impactos ambientales en la primera etapa .....</i>	235
Figura 69	<i>Cantidad de impactos ambientales en la segunda etapa.....</i>	238
Figura 70	<i>Cantidad de impactos ambientales en la tercera etapa .....</i>	243
Figura 71	<i>Cantidad de impactos ambientales en la cuarta y última etapa .....</i>	247

Figura 72	<i>Distribución de los impactos en todas las etapas del proyecto.....</i>	248
Figura 73	<i>Proyecto de construcción por fases.....</i>	255
Figura 74	<i>Estructura Desglosada de Trabajo de la subactividad "Alcance" .....</i>	256
Figura 75	<i>EDT de la subactividad "Diseño y presentación de planos".....</i>	257
Figura 76	<i>Estructura Desglosada de Trabajo de la subactividad "Presupuesto" .....</i>	257
Figura 77	<i>EDT de la subactividad "Adquisición de recursos" .....</i>	258
Figura 78	<i>EDT de la subactividad "Etapa constructiva".....</i>	259
Figura 79	<i>Estructura de organización de agentes en planta .....</i>	260
Figura 80	<i>Estructura de organización de agentes en obra.....</i>	260
Figura 81	<i>Valoración del costo total de la vivienda construida in situ .....</i>	288
Figura 82	<i>Valoración del costo total de la vivienda con prefabricados.....</i>	289
Figura 83	<i>Cronograma de obra de la vivienda construida in situ - parte uno.....</i>	290
Figura 84	<i>Cronograma de obra de la vivienda construida in situ - parte dos .....</i>	291
Figura 85	<i>Cronograma de obra de la vivienda con metodología modular - parte uno .....</i>	292
Figura 86	<i>Cronograma de obra de la vivienda con metodología modular - parte dos .....</i>	293
Figura 87	<i>Rubro 1.1 .....</i>	311
Figura 88	<i>Rubro 1.2 .....</i>	312
Figura 89	<i>Rubro 1.3 .....</i>	313
Figura 90	<i>Rubro 1.4 .....</i>	314
Figura 91	<i>Rubro 1.5 .....</i>	315
Figura 92	<i>Rubro 1.6 .....</i>	316
Figura 93	<i>Rubro 1.7 .....</i>	317
Figura 94	<i>Rubro 2.1 .....</i>	318

Figura 95	<i>Rubro 2.2</i> .....	319
Figura 96	<i>Rubro 2.3</i> .....	320
Figura 97	<i>Rubro 2.4</i> .....	321
Figura 98	<i>Rubro 3.1</i> .....	322
Figura 99	<i>Rubro 3.2</i> .....	323
Figura 100	<i>Rubro 3.3</i> .....	324
Figura 101	<i>Rubro 3.4</i> .....	325
Figura 102	<i>Rubro 3.5</i> .....	326
Figura 103	<i>Rubro 3.6</i> .....	327
Figura 104	<i>Rubro 3.7</i> .....	328
Figura 105	<i>Rubro 3.8</i> .....	329
Figura 106	<i>Rubro 3.9</i> .....	330
Figura 107	<i>Rubro 3.10</i> .....	331
Figura 108	<i>Rubro 3.11</i> .....	332
Figura 109	<i>Rubro 3.12</i> .....	333
Figura 110	<i>Rubro 3.13</i> .....	334
Figura 111	<i>Rubro 3.20</i> .....	335
Figura 112	<i>Rubro 4.1</i> .....	336
Figura 113	<i>Rubro 4.2</i> .....	337
Figura 114	<i>Rubro 4.3</i> .....	338
Figura 115	<i>Rubro 4.4</i> .....	339
Figura 116	<i>Rubro 4.5</i> .....	340
Figura 117	<i>Rubro 4.6</i> .....	341
Figura 118	<i>Rubro 5.1</i> .....	342
Figura 119	<i>Rubro 5.2</i> .....	343

Figura 120	<i>Rubro 5.3</i> .....	344
Figura 121	<i>Rubro 5.4</i> .....	345
Figura 122	<i>Rubro 11.2</i> .....	346
Figura 123	<i>Rubro 11.3</i> .....	347
Figura 124	<i>Rubro 1.1</i> .....	348
Figura 125	<i>Rubro 1.2</i> .....	349
Figura 126	<i>Rubro 1.3</i> .....	350
Figura 127	<i>Rubro 1.4</i> .....	351
Figura 128	<i>Rubro 1.5</i> .....	352
Figura 129	<i>Rubro 1.6</i> .....	353
Figura 130	<i>Rubro 1.7</i> .....	354
Figura 131	<i>Rubro 2.1</i> .....	355
Figura 132	<i>Rubro 2.2</i> .....	356
Figura 133	<i>Rubro 2.3</i> .....	357
Figura 134	<i>Rubro 2.4</i> .....	358
Figura 135	<i>Rubro 3.1</i> .....	359
Figura 136	<i>Rubro 3.7</i> .....	360
Figura 137	<i>Rubro 3.8</i> .....	361
Figura 138	<i>Rubro 3.9</i> .....	362
Figura 139	<i>Rubro 3.10</i> .....	363
Figura 140	<i>Rubro 3.11</i> .....	364
Figura 141	<i>Rubro 3.12</i> .....	365
Figura 142	<i>Rubro 3.13</i> .....	366
Figura 143	<i>Rubro 3.14</i> .....	367
Figura 144	<i>Rubro 3.15</i> .....	368

Figura 145	<i>Rubro 3.16</i> .....	369
Figura 146	<i>Rubro 3.17</i> .....	370
Figura 147	<i>Rubro 3.18</i> .....	371
Figura 148	<i>Rubro 3.19</i> .....	372
Figura 149	<i>Rubro 3.20</i> .....	373
Figura 150	<i>Rubro 4.2</i> .....	374
Figura 151	<i>Rubro 4.3</i> .....	375
Figura 152	<i>Rubro 4.4</i> .....	376
Figura 153	<i>Rubro 4.5</i> .....	377
Figura 154	<i>Rubro 4.6</i> .....	378
Figura 155	<i>Rubro 4.7</i> .....	379
Figura 156	<i>Rubro 5.1</i> .....	380
Figura 157	<i>Rubro 5.2</i> .....	381
Figura 158	<i>Rubro 5.3</i> .....	382
Figura 159	<i>Rubro 5.4</i> .....	383
Figura 160	<i>Rubro 11.1</i> .....	384
Figura 161	<i>Rubro 11.2</i> .....	385
Figura 162	<i>Rubro 11.3</i> .....	386
Figura 163	<i>Rubro 12.1</i> .....	387

### Índice de tablas

Tabla 1	<i>Matriz de alternativas elaborada para la selección de la más adecuada</i> .....	38
Tabla 2	<i>Carga viva – sobrecargas mínimas uniformes</i> .....	46
Tabla 3	<i>Clasificación del perfil de suelo tipo E</i> .....	51
Tabla 4	<i>Coefficiente dependiente de la naturaleza de la estructura</i> .....	51
Tabla 5	<i>Factores de sitio <math>F_a</math> conforme al perfil de suelo y la zona sísmica</i> .....	52
Tabla 6	<i>Factores de sitio <math>F_a</math> conforme al perfil de suelo y la zona sísmica</i> .....	53
Tabla 7	<i>Factores de sitio <math>F_s</math> conforme al perfil de suelo y la zona sísmica</i> .....	53
Tabla 8	<i>Coefficiente de importancia según la categoría y el uso de la edificación</i> .....	56
Tabla 9	<i>Coefficiente <math>R</math> para sistemas estructurales dúctiles</i> .....	57
Tabla 10	<i>Coefficiente <math>k</math> relacionado con el periodo de vibración de la estructura (<math>T</math>)</i> ..	58
Tabla 11	<i>Distribución de fuerza sísmica actuante en cada piso</i> .....	59
Tabla 12	<i>Método del Portal para el Pórtico Principal (1-4)</i> .....	60
Tabla 13	<i>Determinación de momento sísmico del pórtico para el piso 1</i> .....	61
Tabla 14	<i>Determinación de momento sísmico del pórtico para el piso 2</i> .....	62
Tabla 15	<i>Determinación de momento último de diseño para la viga</i> .....	65
Tabla 16	<i>Predimensionamiento de vigas</i> .....	65
Tabla 17	<i>Factor de elemento de carga viva</i> .....	66
Tabla 18	<i>Coefficiente de irregularidad en planta tipo uno</i> .....	69
Tabla 19	<i>Verificación de irregularidad en planta de tipo uno</i> .....	69
Tabla 20	<i>Coefficiente de irregularidad en planta tipo dos</i> .....	70
Tabla 21	<i>Coefficiente de irregularidad en planta tipo tres</i> .....	71
Tabla 22	<i>Coefficiente de irregularidad en planta tipo cuatro</i> .....	72
Tabla 23	<i>Coefficiente de irregularidad en elevación tipo uno</i> .....	72
Tabla 24	<i>Verificación de irregularidad en elevación tipo uno</i> .....	73

Tabla 25	<i>Coefficiente de irregularidad en elevación tipo dos</i> .....	73
Tabla 26	<i>Verificación de irregularidad en elevación tipo dos</i> .....	74
Tabla 27	<i>Coefficiente de irregularidad en elevación tipo tres</i> .....	74
Tabla 28	<i>Límites permisibles de las derivas de los pisos</i> .....	75
Tabla 29	<i>Datos de las derivas elásticas obtenidas del programa de análisis estructural</i> .....	76
Tabla 30	<i>Verificación de derivas admisibles</i> .....	76
Tabla 31	<i>Cálculo del índice de estabilidad en X y Y</i> .....	77
Tabla 32	<i>Período fundamental de la estructura modelada</i> .....	78
Tabla 33	<i>Cortante basal calculado por el programa de análisis estructural</i> .....	79
Tabla 34	<i>Distribución de fuerza sísmica actuante en cada piso</i> .....	81
Tabla 35	<i>Consideraciones iniciales del diseño de elementos vigas</i> .....	83
Tabla 36	<i>Determinación de altura de vigas por demanda</i> .....	84
Tabla 37	<i>Combinaciones de carga</i> .....	86
Tabla 38	<i>Diseño del armado longitudinal de las vigas del Eje A piso 1</i> .....	88
Tabla 39	<i>Longitud de empalme por traslape de barras y alambres corrugados a tracción</i> .....	89
Tabla 40	<i>Cálculo de momentos probables en la viga del Eje A</i> .....	91
Tabla 41	<i>Determinación del máximo cortante probable</i> .....	91
Tabla 42	<i>Obtención de cortante de diseño para las vigas del Eje A piso 1</i> .....	92
Tabla 43	<i>Obtención de la separación de estribos para cada viga del Eje A</i> .....	93
Tabla 44	<i>Combinaciones de carga y demandas de la columna 1 del Eje A</i> .....	95
Tabla 45	<i>Demandas de la columna en el eje 3-3</i> .....	98
Tabla 46	<i>Demandas de la columna en el eje 2-2</i> .....	99
Tabla 47	<i>Límites dimensionales del ancho sobresaliente del ala para vigas T</i> .....	101

Tabla 48	<i>Momento probable positivo para la viga con aporte de loseta en un lado ..</i>	102
Tabla 49	<i>Momento probable negativo para la viga con aporte de loseta en un lado .</i>	102
Tabla 50	<i>Demandas nominales de la columna en el eje 2-2.....</i>	104
Tabla 51	<i>Demandas nominales de la columna en el eje 3-3.....</i>	105
Tabla 52	<i>Obtención de la capacidad o momento probable de la columna .....</i>	106
Tabla 53	<i>Datos geométricos de la placa colaborante para 1 metro cuadrado de losa</i> .....	112
Tabla 54	<i>IBC Tabla 1604.3, límites de deflexiones de tabiquería y recubrimientos...</i>	125
Tabla 55	<i>Resumen de diseño de la escalera de la VIS.....</i>	136
Tabla 56	<i>Cargas consideradas para el predimensionamiento de la cimentación.....</i>	143
Tabla 57	<i>Dimensiones iniciales para la cimentación de la VIS .....</i>	144
Tabla 58	<i>Resumen de diseño de la cimentación de la VIS.....</i>	158
Tabla 59	<i>Rubros del proyecto .....</i>	160
Tabla 60	<i>Normas de construcción nacionales e internacionales .....</i>	163
Tabla 61	<i>Codificación para los prefabricados del tipo viga .....</i>	209
Tabla 62	<i>Codificación para los prefabricados del tipo riostra .....</i>	210
Tabla 63	<i>Codificación para los prefabricados del tipo columna .....</i>	211
Tabla 64	<i>Codificación para los prefabricados del tipo zapata .....</i>	213
Tabla 65	<i>Codificación para los prefabricados del tipo losa .....</i>	214
Tabla 66	<i>Codificación para los prefabricados del tipo pared.....</i>	215
Tabla 67	<i>Actividades del proyecto con posible impacto ambiental.....</i>	224
Tabla 68	<i>Identificación de impactos ambientales del proyecto .....</i>	225
Tabla 69	<i>Bosquejo adaptado de la matriz de Leopold .....</i>	227
Tabla 70	<i>Interacción generada con la matriz de Leopold.....</i>	228
Tabla 71	<i>Escala de valoración para la matriz de Leopold.....</i>	229

Tabla 72	<i>Valoración del impacto ambiental negativo según la matriz de Leopold ....</i>	230
Tabla 73	<i>Valoración del impacto ambiental positivo según la matriz de Leopold .....</i>	230
Tabla 74	<i>Matriz de Leopold adaptada a la primera etapa .....</i>	232
Tabla 75	<i>Resumen de los impactos identificados en la primera etapa .....</i>	234
Tabla 76	<i>Matriz de Leopold adaptada a la segunda etapa .....</i>	236
Tabla 77	<i>Resumen de los impactos identificados en la segunda etapa .....</i>	238
Tabla 78	<i>Matriz de Leopold adaptada a la tercera etapa .....</i>	240
Tabla 79	<i>Resumen de los impactos identificados en la tercera etapa .....</i>	242
Tabla 80	<i>Matriz de Leopold adaptada a la cuarta y última etapa .....</i>	244
Tabla 81	<i>Resumen de los impactos identificados en la cuarta y última etapa .....</i>	246
Tabla 82	<i>Análisis de precios unitarios de la construcción de la VIS tradicional .....</i>	261
Tabla 83	<i>Análisis de precios unitarios de la construcción de la VIS prefabricada ....</i>	264

## Índice de planos

- PLANO 1 Implantación de la cimentación
- PLANO 2 Implantación de las plantas alta y baja
- PLANO 3 Planta de cubierta
- PLANO 4 Alzado de riostras
- PLANO 5 Alzado de vigas de planta baja
- PLANO 6 Alzado de vigas de planta alta
- PLANO 7 Alzado de columnas
- PLANO 8 Alzado de zapatas
- PLANO 9 Alzado de ejes A y 1
- PLANO 10 Alzado de escalera
- PLANO 11 Conexión viga-columna tipos 1 y 2
- PLANO 12 Conexión viga-columna tipo 3
- PLANO 13 Conexión viga-columna tipo 4
- PLANO 14 Conexión losa-columna/viga
- PLANO 15 Conexión zapata-columna y paredes
- PLANO 16 Codificación de columnas, vigas y riostras
- PLANO 17 Codificación de paredes, zapatas y losas

# Capítulo 1

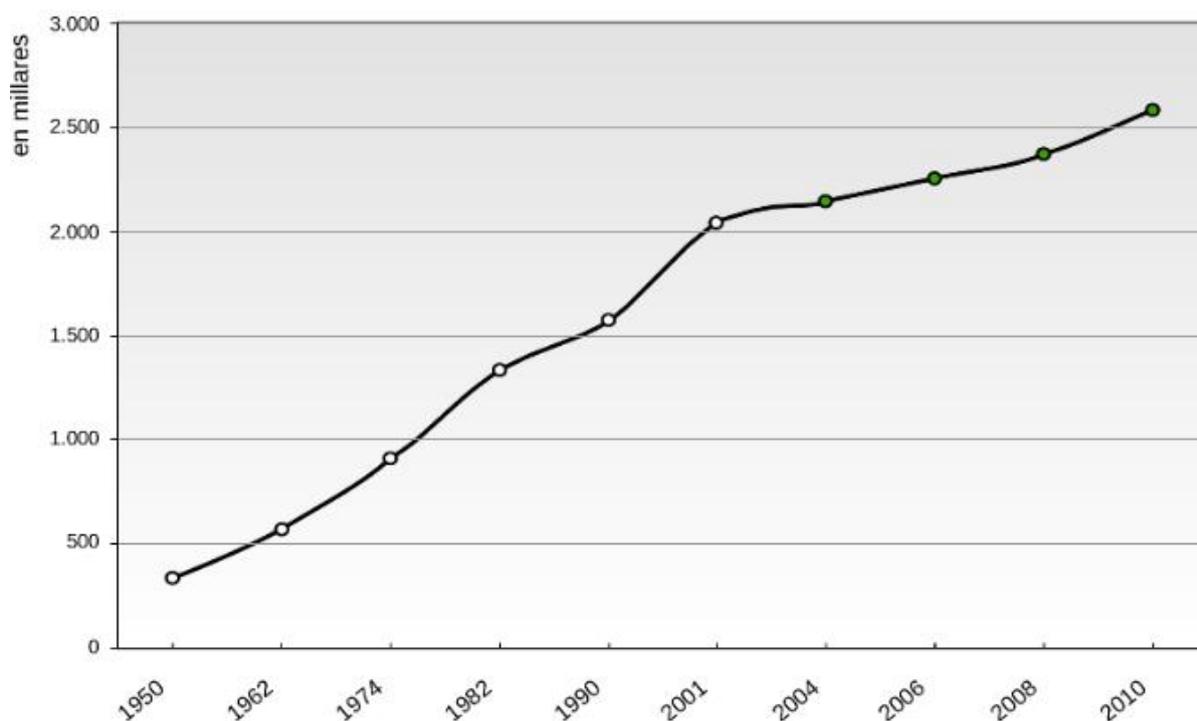
# 1. INTRODUCCIÓN

## 1.1 Antecedentes

En los últimos 20 años, la ciudad Santiago de Guayaquil (comúnmente Guayaquil) ha mantenido una tasa de crecimiento poblacional que varía dentro de un rango de 1.61% y 1.94% (Organización de las Naciones Unidas [ONU], 2024). En número de habitantes, Guayaquil aumentó de 2,255,000 en 2004 a 3,193,000 en 2024. Con una superficie total de 354.48 km<sup>2</sup>, la densidad demográfica incrementó de 6363 hab/km<sup>2</sup> a 9008 hab/km<sup>2</sup>. El crecimiento poblacional significativo que Guayaquil ha experimentado en los últimos años, mostrado en la Figura 1, la convierte en el cantón más poblado de la República del Ecuador (Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC), 2017).

**Figura 1**

*Crecimiento poblacional de Guayaquil (según datos del INEC)*



*Nota.* La imagen fue obtenida de Wikipedia y desarrollada por Sageo Villacrés, en base a datos del INEC.

El incremento de habitantes en Guayaquil ha derivado en un aumento del número de asentamientos irregulares en diversas partes de la ciudad, centrándose en las periferias. La ocupación de espacios con este tipo de asentamientos ha convertido a Guayaquil en la ciudad con más desigualdades del Ecuador (Bayón et al., 2020). Mackliff (2018) afirma que, en los años 80, el Suburbio (suroeste) y el Guasmo (sur) habían alcanzado su capacidad poblacional, quedando sin posibilidades de expansión en sus límites naturales. Esto provocó el surgimiento de nuevos asentamientos en los alrededores de la Vía Perimetral, que marcaba el borde de Guayaquil. Lo cual, resultó en la invasión de las zonas norte y noroeste de Guayaquil, dando lugar a barrios y cooperativas como Bastión Popular, Flor del Bastión, Paraíso de la Flor, El Fortín, entre otros (Mackliff, 2018).

En la ciudad de Guayaquil, el porcentaje de habitantes en situación de pobreza en las áreas urbana y rural es de 16.7% y 42.9%, respectivamente; según cifras del INEC (2022). Para estas clases sociales, la apropiación informal del suelo representa una vía segura para su inserción en zonas urbanísticas. Esto produce un incremento en la demanda de bienes y servicios, además de un desarrollo urbano precario, apresurado y no planificado (Villacrés, 2014). En la actualidad, estos estratos sociales representan el 66.5% de la superficie habitacional en zonas periféricas del sur, suroeste, norte y noroeste de Guayaquil (Solano & Villacrés, 2010).

En esta línea, la zonificación inadecuada representa una respuesta a las desigualdades sociales de la ciudad; además del carente sistema económico urbano para generar empleo e ingresos estables para los ciudadanos (Villavicencio, 2011). Esto promulga el daño a los ecosistemas y la proliferación de mafias de tráfico de suelo; debido a que estas viviendas son construidas en espacios de precaria habitabilidad, sin consideraciones técnicas previas (Gómez & Cuba, 2016). Es decir, zonas donde una población puede sufrir efectos nocivos y dañinos que afecten su calidad de vida y bienestar personal (Valtierra & Vázquez, 2021);

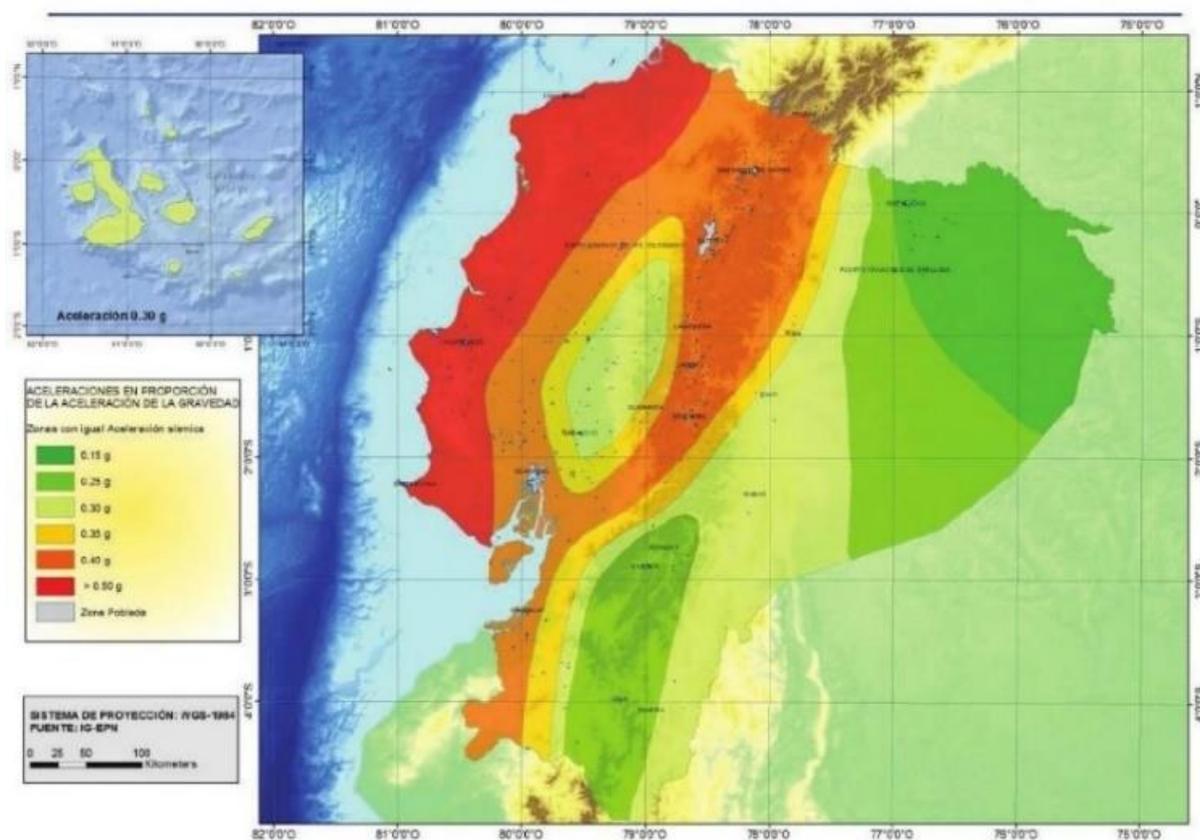
requiriendo una planificación urbana que garantice viviendas dignas para los sectores empobrecidos. Esta planificación debe cumplir con el concepto de vivienda adecuada de La Comisión de Asentamientos Humanos y la Estrategia Mundial de Vivienda (2000), que exige disponer de infraestructura resiliente, servicios básicos, iluminación natural, ventilación, confort térmico, entre otros.

En la actualidad, el material más empleado en la construcción de Viviendas de Interés Social (VIS) es la caña guadua, el cual, no provee de condiciones de seguridad adecuadas (Bello & Villacreses, 2021). Por tanto, para cumplir con los estándares de calidad requeridos para una vivienda en Guayaquil, es necesario edificar en hormigón armado. No obstante, la metodología constructiva tradicional se caracteriza por sus elevados costos iniciales, sus largos tiempos de construcción y el desperdicio innecesario de material (Prieto, 2014). Por el contrario, la construcción modular de viviendas prefabricadas genera menos residuos, permite entregar las viviendas en menor tiempo y es capaz de soportar las demandas estructurales características de zonas costeras como las de Ecuador, que cuentan con una alta sismicidad (Reinoso et al., 2000).

Finalmente, es importante mencionar que todo el territorio ecuatoriano está clasificado como de alta amenaza sísmica, según el mapa de la Figura 2. Aunque son miles los movimientos telúricos imperceptibles registrados durante el día, hay sismos que han causado daños devastadores. Un caso reciente es el terremoto de magnitud 7.8 en la escala de Richter, suscitado en 2016 en Pedernales (Sánchez et al., 2017). Este sismo causó colapsos de edificios y puentes incluso en ciudades alejadas, como es el caso de Guayaquil. Así, para garantizar la sismorresistencia de las viviendas en la urbe guayaquileña, es necesario trabajar conforme lo establecido en la Norma Ecuatoriana de la Construcción – NEC (Ministerio de Transporte y Obras Públicas [MTOP], 2015).

**Figura 2**

*Mapa para Diseño Sísmico – NEC 2011*



*Nota.* El Mapa para Diseño Sísmico fue obtenido de la NEC 2011.

## 1.2 Descripción del problema

El crecimiento poblacional y la zonificación inadecuada en la ciudad de Guayaquil han propiciado el desarrollo de espacios de precaria habitabilidad, donde no se satisfacen las demandas de bienes y servicios básicos. Así, es imperativo disponer de una planificación urbana que regule las construcciones civiles y garantice espacios para el desarrollo de viviendas de interés social. Esto se debe a que, en la actualidad, la apropiación informal del suelo es *-en su mayoría-* efectuada por personas pertenecientes a las comunidades desfavorecidas. Por ende, para dar una solución a este problema, el presente trabajo plantea,

como alternativa, la industrialización del sector de la construcción de viviendas de interés social mediante módulos de vivienda prefabricados.

Para el desarrollo del proyecto, se propone adaptar el diseño arquitectónico de una vivienda unifamiliar de interés social de dos pisos en el norte de Guayaquil, en metodología constructiva tradicional y prefabricada. Este diseño pertenece a una constructora reconocida en el mercado por tramitar permisos y regularizar terrenos. Así, se evalúa la adaptabilidad y viabilidad de los diseños arquitectónicos locales para satisfacer la demanda de vivienda en sectores de interés social. Esto tomando en consideración que la ciudad de Guayaquil se encuentra en una zona de alto riesgo sísmico, según datos de la NEC: Peligro Sísmico [NEC-SE-DS] (2014).

Una variable crucial para el diseño de la cimentación de la vivienda de interés social es el tipo de suelo presente en el norte de la urbe guayaquileña. Si el suelo no tiene la capacidad de carga necesaria, se requerirán secciones más grandes para cumplir con los requisitos estructurales de la vivienda de interés social. Esto podría limitar el diseño a un estándar que cumpla las demandas estructurales de cada área del sector, sin impactar significativamente en los costos de producción y mano de obra.

### **1.3 Justificación del problema**

En la actualidad, el acceso a una vivienda digna y asequible de hormigón armado, para los estratos socioeconómicamente vulnerables del país, se percibe como una improbabilidad. Lo cual, es producto de los altos costos de construcción y diseño que ofertan las empresas con la metodología constructiva tradicional. Por consiguiente, se plantea evaluar el diseño estructural de una vivienda unifamiliar de dos pisos con la implementación de módulos prefabricados para el sector de la construcción de viviendas de interés social. De esta manera, se busca fomentar la construcción masiva de viviendas de interés social y reducir los precios

de estas sin comprometer el beneficio monetario del constructor ni la calidad estructural de la vivienda.

Por otro lado, esta comparativa, de ser beneficiosa para las estructuras prefabricadas, trae consigo diversas ventajas a nivel económico, estructural y ambiental. Para el desarrollo de esta metodología, los elementos estructurales y la mampostería se realizan en un ambiente controlado. Es decir, en una fábrica, como si de cualquier otro proceso de manufactura se tratase; por lo que se minimizan los desperdicios y se garantiza la obtención de las resistencias de diseño. Al existir menor desperdicio, se reduce la huella de carbono de la vivienda; además, al no interactuar directamente con el ecosistema, no existiría contaminación auditiva ni ambiental. Lo cual, permite el cumplimiento de los ODS 9 – *Industria, Innovación e Infraestructura* y 11 – *Ciudades y Comunidades Sostenibles*, al implementar metodologías de construcción alternativas que contribuyen a la mitigación del cambio climático.

De no resolver el problema de la construcción informal de viviendas, la ciudad podría enfrentar un déficit económico, sanitario y social. Esto como consecuencia de que las zonas informales no están adaptadas para cumplir con los estándares de calidad requeridos, produciendo contaminación y afectando la salud de los moradores. A nivel socioeconómico, se crearía una brecha aún más grande entre los ya dispersos estratos sociales y se propiciaría la creación de mafias en las zonas informales, para la apropiación de un sector en específico. Por otro lado, al no tener especificaciones técnicas, las viviendas están propensas a colapsar ante un movimiento telúrico similar al del 2016 en Pedernales, poniendo en peligro la integridad física de sus ocupantes.

Para finalizar, en caso de que la metodología constructiva tradicional presente mejor costo-beneficio para el contexto actual de la vivienda en Guayaquil, se optará por este método para satisfacer la demanda habitacional, conservando un diseño resiliente de espacios

arquitectónicos adaptables. Esto, además de analizar las limitaciones del planteamiento arquitectónico original para el diseño del acero de refuerzo de los elementos estructurales de la vivienda de interés social. El producto final que se obtendrá son planos estructurales para la construcción de la vivienda y de montaje para la estructura prefabricada.

## **1.4 Objetivos**

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

Evaluar el diseño estructural y la viabilidad económica de viviendas unifamiliares de interés social en el norte de Guayaquil, comparando metodología de construcción tradicional versus construcción en módulos con elementos prefabricados, en términos de costos de producción y mano de obra; para la selección del método constructivo que satisfaga las demandas actuales de vivienda en la ciudad.

### ***1.4.2 Objetivos específicos***

1. Obtener la demanda que actúa sobre los elementos estructurales de la vivienda para la determinación de su geometría, tipo y armado a través del uso de un programa de análisis estructural.
2. Determinar la metodología constructiva más viable para la construcción de una vivienda de interés social en el norte de Guayaquil, a través de la comparativa de tiempo de construcción y costos de mano de obra, conforme al ODS 9.
3. Analizar la capacidad de carga de los distintos tipos de suelo del norte de Guayaquil, de modo que se diseñe una cimentación adaptable, con mínimos cambios estructurales, que permitan el asentamiento del modelo de vivienda propuesto en diversas zonas del norte de la ciudad, evitando un impacto significativo en los costos de mano de obra.

4. Evaluar la adaptabilidad arquitectónica en entornos de interés social y el impacto ambiental de cada método constructivo para satisfacer, con una solución sostenible, las diferentes necesidades de los residentes, en conformidad con los ODS 10 y 11.

### **1.5 Preguntas de diseño, ingenieriles y de investigación**

En el marco del presente proyecto, se han planteado siete preguntas para tres aspectos fundamentales que guiarán el análisis y el desarrollo de alternativas para la vivienda de interés social en el norte de Guayaquil. Estas preguntas abarcan aspectos de diseño, ingeniería e investigación, y están estrechamente relacionadas con los objetivos planteados. Surgen entonces las siguientes preguntas que deben ser respondidas en el desarrollo de este trabajo:

Con respecto a la **viabilidad económica para los sectores de interés social**: ¿Cómo se garantiza que el diseño propuesto se ajuste a las capacidades económicas de los grupos con mayor riesgo económico de la ciudad? ¿Cómo desarrollar una vivienda funcional sin acabados o, en su defecto, con acabados de bajo costo, sin provocar inconformidades? ¿Hasta qué punto influye la parte estructural en la viabilidad económica de la vivienda de interés social?

Con respecto a **la implementación de alternativas constructivas**: ¿Cómo se desarrolla la implementación de estas alternativas constructivas? ¿Cómo se puede mitigar la resistencia al cambio para asegurar una transición exitosa hacia metodologías constructivas más eficientes?

Con respecto a la **planificación urbana y la zonificación**: ¿Pueden los tiempos de construcción reducidos mediante metodologías alternativas contribuir a una planificación urbana más eficiente? ¿Los módulos de vivienda prefabricados garantizan que se cumplan con las normativas de construcción y el plan urbano del sector?

## **Capítulo 2**

## 2. MATERIALES Y MÉTODOS

### 2.1 Revisión de literatura

La industrialización consiste en la producción a gran escala de un producto, aplicando métodos y tecnologías que aceleran los procesos de diseño, construcción y fabricación (V. Gómez, 2009). Esto no implica el uso de nuevos materiales, sino la eficiencia de los recursos utilizados. Con respecto al sector de la construcción, durante la última década, se han implementado nuevos procesos para reducir la mano de obra y fabricar elementos estructurales en ambientes controlados (Terrados et al., 2015). Estos esfuerzos buscan reemplazar la metodología constructiva tradicional con una más sostenible y eficiente, basada en elementos prefabricados.

Según Muenala (2017), la industrialización de la construcción se ha aplicado en la construcción de viviendas de interés social desde el año 1970 en países del primer mundo, como Francia. Las viviendas de interés social son inmuebles de bajo costo en el mercado, destinados a personas con condiciones desfavorables o que son víctimas de desastres naturales (Leguizamo, 2009). En este contexto, la construcción modular ofrece una solución eficaz para resolver el déficit habitacional de una comunidad, disminuir el desperdicio de material y reducir los tiempos de construcción en obra. Aunque su cálculo y diseño no difieren del método tradicional, la construcción modular optimiza la fabricación de elementos de hormigón armado, mejorando así la eficiencia del proceso.

#### 2.1.1 *Hormigón armado*

Es un material compuesto de hormigón y acero de refuerzo, que forma una estructura sólida, capaz de soportar fuerzas de tracción y compresión (Rojas & Arenas, 2008).

Entendiéndose por hormigón a la mezcla homogénea de cemento, grava, agua y arena, con o sin aditivos; el cual es un elemento resistente a la compresión, pero débil a la tracción (NEC:

Estructuras de Hormigón Armado [NEC-SE-HM], 2014a). Por otro lado, el acero de refuerzo se define como varillas corrugadas de distintos diámetros y tamaños, con la capacidad de soportar altas cargas de tracción (Mármol, 2010). El hormigón armado es un elemento dúctil usado en la construcción para el diseño de elementos estructurales como vigas, columnas, muros y cimentaciones.

## **2.1.2 Elementos estructurales**

**2.1.2.1 Vigas.** Son elementos estructurales largos diseñados para soportar - principalmente- cargas a flexión y cortante. Se fabrican -generalmente- de hormigón armado, acero estructural y madera; sirviendo como apoyo para otros elementos. Su función principal es transmitir el peso de la edificación hacia las columnas y los cimientos (Jiménez, 2018).

**2.1.2.2 Columnas.** Según Carreño (2015), son miembros estructurales verticales utilizados para transmitir las cargas de la edificación hacia su cimentación. Si bien su función principal es resistir la demanda de compresión axial, deben soportar la combinación de esta con fuerzas de corte, flexión y/o torsión. Esto como consecuencia de la continuidad de los momentos flectores en los elementos de una estructura de hormigón armado (Galindo, 2020).

**2.1.2.3 Losa.** Es una estructural horizontal o de ligera pendiente capaz de soportar las cargas de servicio, peso propio y acabados de pisos (Asto, 2020). Sirve para la conformación y separación de niveles en una edificación, estando apoyada sobre las vigas. Para su fabricación, se utiliza hormigón armado, bloques aligerados, poliestireno, entre otros. Puede denominarse, según sus componentes, como maciza, nervada, aligerada, alveolar, postensada o pretensada (Peña et al., 2014).

**2.1.2.4 Mampostería.** Es una estructura constituida por bloques de hormigón, piedras o ladrillos; unidos con una capa de mortero para la construcción de un muro. Se utilizan en la distribución de espacios y decoraciones en interiores o exteriores de una edificación. En los cálculos de diseño estructural, su aportación se considera nula, al tener una resistencia mecánica baja (López et al., 1998).

**2.1.2.5 Cimentación superficial.** Estas estructuras se apoyan sobre una superficie de terreno a poca profundidad. Su función principal es transmitir de manera uniforme las cargas de la edificación al suelo de fundación. Se utilizan cuando la capa de suelo superior puede soportar sin problemas las demandas estructurales, es decir, sin fallar o presentar deformaciones excesivas (Pinzón & Villafañe, 2020). Para que una cimentación se considere superficial, según la NEC: Geotécnia y Cimentaciones [NEC-SE-GC] (2014), se debe cumplir que:

$$\left(\frac{D_f}{B}\right) \leq 4 \quad (2.1)$$

Donde  $D_f$  representa la profundidad de desplante de la cimentación y  $B$  el ancho de esta.

El material de construcción principal de estas cimentaciones es el hormigón armado. Sobre estas, se apoyan las columnas. Es preferible que las cargas sean centradas para evitar empujes diferenciales (Cordero et al., 2009). Existen varios tipos de cimentaciones superficiales, clasificadas según su geometría y función (Anás et al., 2023). Estos tipos incluyen vigas de cimentación (o riostras/vigas riostras), losas de cimentación y zapatas (aisladas, corridas o combinadas). La elección del tipo adecuado de cimentación superficial depende de las condiciones del suelo, pudiendo ser necesario utilizar más de un tipo de cimiento en una misma edificación.

### **2.1.3 Métodos constructivos**

**2.1.3.1 Construcción tradicional.** Se denomina construcción tradicional o in situ a aquella que se realiza directamente en el lugar de desplante, llevando a cabo todas las tareas necesarias para materializar una edificación (Sanabria, 2017). Estas tareas incluyen la construcción de elementos estructurales, la colocación de instalaciones, la distribución de espacios y los arreglos arquitectónicos. Para ello, se requiere mano de obra calificada, así como maquinaria, equipos y materiales en su estado primario (Daza, 2018). Los cuales, deben de ser transportados y descargados, de manera segura, en el lugar.

En la actualidad, este método es el más empleado y popular para la construcción de edificaciones. Sin embargo, implica costos elevados en mano de obra y largos períodos de tiempo para su finalización. Es común que el presupuesto se incremente debido a errores constructivos, desperdicio de material y eventos climatológicos imprevistos (Olmo & González, 2013). Además, este método genera un alto impacto ambiental debido a la perturbación del medio, el ruido y la gestión inadecuada de los materiales excedentes.

**2.1.3.2 Construcción modular.** La construcción prefabricada, off situ o modular implica la elaboración de elementos estructurales en fábricas y plantas de montaje (Cervera, 2022). En estas instalaciones controladas, se realizan el encofrado y la fundición de piezas de hormigón. Posteriormente, estos elementos se transportan al lugar del proyecto, donde se ensamblan utilizando equipos y maquinaria especializada. Este método tiene varios beneficios, como la reducción del desperdicio de material, la optimización del tiempo de construcción, el aumento de la calidad de los elementos y la minimización de errores constructivos (Olmo & González, 2013).

#### **2.1.4 *Diseño estructural***

Consiste en dimensionar los elementos de una edificación según sus demandas estructurales. Esto con la finalidad de proveer una estructura segura y económica, que cumpla una función o necesidad específica, sin fallas durante su tiempo de vida útil (Hidalgo & Riddell, 2018). Para que una estructura se considere estable, su sistema debe estar en equilibrio bajo condiciones de funcionamiento (Reboredo, 2016). Es decir, la sumatoria de fuerzas actuantes debe ser igual a cero, considerando tanto la carga viva como la carga muerta.

**2.1.4.1 Conexión viga-columna.** En el diseño estructural, la conexión viga-columna representa una zona crítica para los sistemas de pórticos resistentes a momentos. Lo cual, se debe a los cambios bruscos de tensiones y transferencias de fuerzas a elementos adyacentes que ocurren en esta conexión durante eventos sísmicos (Medina & Moscoso, 2022). Para garantizar la continuidad estructural de una edificación, es necesario evitar la inversión de momentos en el nudo, asegurando que la viga trabaje a tracción en un lado y a compresión en el otro (Ramírez, 2014). Por lo tanto, al diseñar elementos prefabricados de vigas y columnas, es fundamental asegurar la rigidez en los nudos. De lo contrario, existe el riesgo de colapso ante eventos telúricos significativos, como el ocurrido en Ecuador en 2016 (Lara et al., 2018).

## **2.2 Área de estudio**

### **2.2.1 Generalidades**

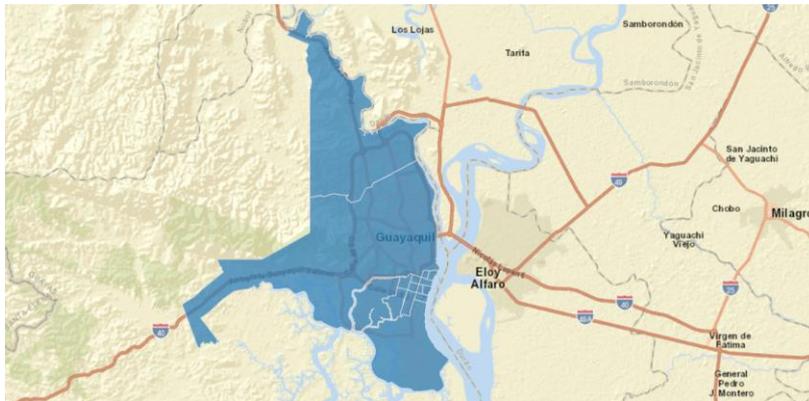
Guayaquil, la metrópolis más poblada de Ecuador, se extiende sobre una superficie de 354.58 km<sup>2</sup>. Entre sus habitantes, existe una división informal de la ciudad en dos grandes sectores: el norte y el sur de Guayaquil. De manera oficial, Santiago de Guayaquil está integrada por quince parroquias urbanas<sup>1</sup>, tal y como se muestra en la Figura . A mediados del siglo pasado, el sur de la ciudad era considerado la zona más próspera de Guayaquil, particularmente el Barrio Centenario (centro-sur). Sin embargo, en las últimas décadas, esta distinción ha recaído en diversos sectores de la ciudad, principalmente en el norte. En años recientes, Samborondón, municipio colindante con Guayaquil, se ha consolidado como el sector más acaudalado.

---

<sup>1</sup> Las 15 parroquias urbanas en las que se divide la ciudad de Guayaquil son: Ayacucho, Bolívar (Sagrario), Carbo (Concepción), Febres Cordero, García Moreno, Letamendi, Nueve de Octubre, Olmedo (San Alejo), Pascuales, Roca, Rocafuerte, Sucre, Tarqui, Urdaneta y Ximena (GAD Municipal de Guayaquil, 2022).

### Figura 3

#### Mapa límite de las quince parroquias urbanas de Guayaquil



*Nota.* El mapa límite de las quince parroquias urbanas fue obtenido del Geoportal web (público) del GAD Municipal de Guayaquil ([enlace al mapa](#)).

Por otra parte, el norte de la urbe portuaria ha experimentado una fragmentación interna, dando lugar a sectores con marcadas diferencias en las capacidades económicas de sus habitantes. Esto se evidencia en zonas como Flor del Bastión y sus alrededores, caracterizadas por una planificación urbana deficiente, lo cual, es producto de los asentamientos informales. En contraste, sectores como Los Ceibos y Urdesa albergan poblaciones con mejor desarrollo urbano y mayor poder adquisitivo. Esta división extrema es un rasgo común en las grandes ciudades latinoamericanas, como lo ejemplifica São Paulo, en Brasil (Duhau, 2013).

En este contexto, este trabajo delimita el norte de Guayaquil como área de estudio, enfocándose en los sectores de interés social. Tal como se ilustra en la Figura , el norte de Guayaquil comprende una superficie dividida en los cuadrantes noroeste<sup>2</sup> y noreste<sup>3</sup>. Esta

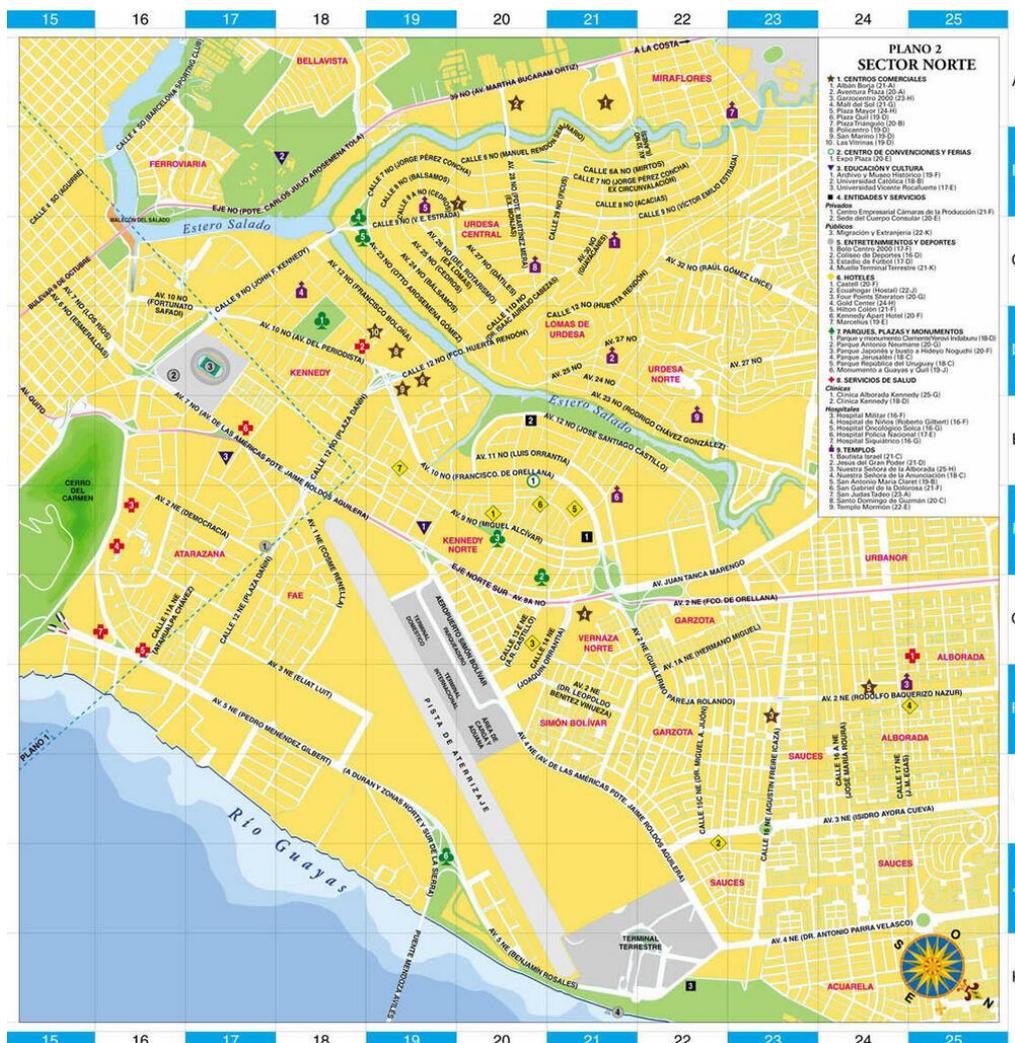
<sup>2</sup> El cuadrante noroeste de Guayaquil comprende parte de la parroquia urbana Tarqui y está subdividido en los sectores Los Álamos, Alborada Oeste, Bastión Popular, Los Ceibos, El Cóndor, La Florida, Juan Montalvo, Ciudadela Kennedy, Lomas de Prosperina, Mapasingue, Miraflores, Monte Bello, Las Orquídeas Oeste, Prosperina, Urdesa, Quinto Guayas Oeste, Tarqui y Urdenor.

<sup>3</sup> El cuadrante noreste de Guayaquil abarca las parroquias urbanas Pedro Carbo, Roca y parte de Tarqui. Esta última se subdivide en los sectores Acuarela, Alborada Este, La Atarazana, Cerro del Carmen, La FAE, Martha

delimitación incluye zonas marcadas por la necesidad de viviendas dignas, representando una oportunidad para abordar las profundas desigualdades socioeconómicas existentes entre sus pobladores. En esta línea, el proyecto propone el diseño de una vivienda de interés social que pueda reproducirse en masa mediante construcción modular. Este enfoque busca reducir las brechas sociales y mejorar la calidad de vida de los habitantes.

**Figura 4**

*Sector norte de Guayaquil*



*Nota.* El mapa del sector norte de Guayaquil fue obtenido de GifeX ([enlace al mapa](#)).

Bucaram de Roldós, La Garzota, Guayacanes, Las Orquídeas Este, Los Vergeles (parte que pertenece a Tarqui), Las Peñas, Quinto Guayas Este, Samanes, Los Saucés, Simón Bolívar y Mucho Lote 2. Además, el cuadrante noreste incluye una parte del sector de Los Vergeles que pertenece a la parroquia urbana Pascuales.

### 2.2.2 Características técnicas

El norte de Guayaquil, ubicado en la zona de subducción de las placas de Nazca y Sudamericana, presenta características sísmicas y topográficas que deben considerarse en el desarrollo del presente proyecto. Según el mapa de diseño sísmico de la NEC, mostrado en la Figura 2, el norte de Guayaquil es clasificado como una zona sísmica de tipo V, con un factor  $Z^4$  de 0.40 veces g, lo que indica un alto peligro sísmico (MTOP, 2015). Sismos como el del 18 de agosto de 1980<sup>5</sup> y el del 16 de abril de 2016<sup>6</sup> han demostrado el alto riesgo sísmico del área de estudio. Estos eventos de gran magnitud han causado estragos en la infraestructura de la ciudad, evidenciando la necesidad de consideraciones sísmicas avanzadas para el desarrollo urbano en Guayaquil.

Sin embargo, la caracterización sísmica es insuficiente sin una evaluación geológica y geotécnica adecuada. El diseño del prototipo de vivienda de interés social sismorresistente propuesto debe adaptarse y cumplir con los requisitos específicos de los distintos tipos de suelo presentes en el área de estudio. Para ello, el Manual Práctico para la Caracterización Geológica y Sísmica de Guayaquil, elaborado por la Secretaría de Gestión de Riesgos (SGR), proporciona un mapa detallado de zonificación geológica y geotécnica de la ciudad, como se muestra en la Figura .

---

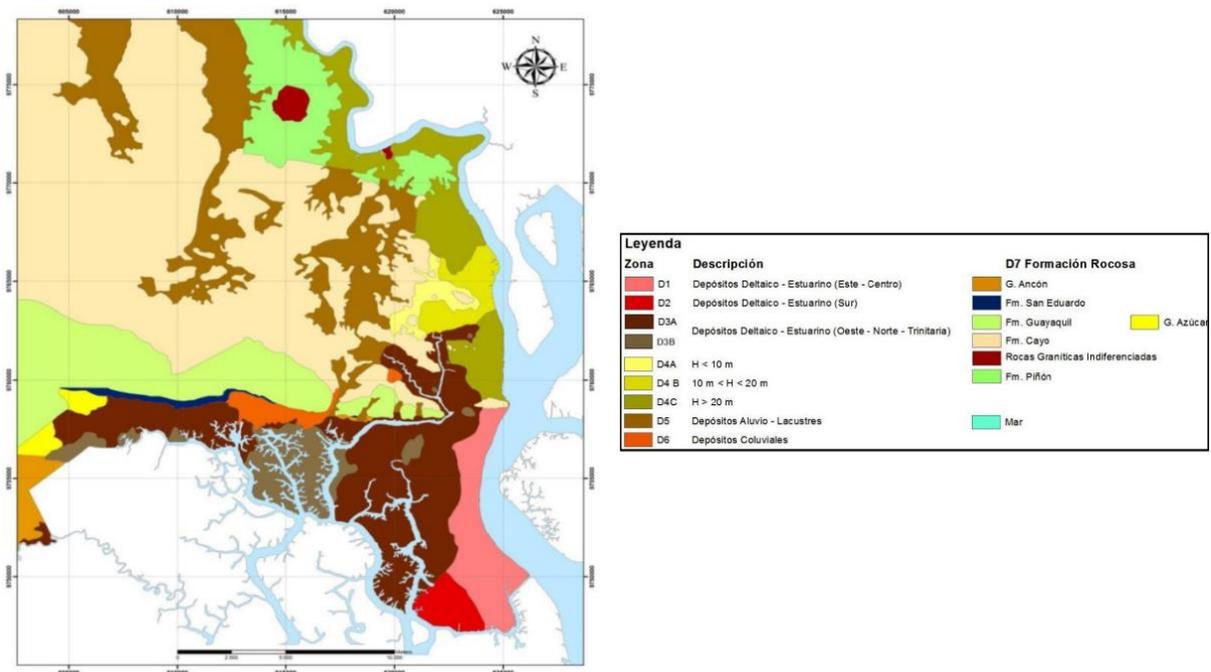
<sup>4</sup> El valor de Z indica la aceleración máxima esperada en roca para el sismo de diseño, expresada como una fracción de la aceleración de la gravedad. (MTOP, 2015).

<sup>5</sup> El sismo de 1980 fue un movimiento telúrico de magnitud 5.6  $M_w$  ocurrido el 18 de agosto de 1980 a las 10:08 hora local (UTC-5). Su epicentro se localizó en el cantón Nobol, provincia del Guayas.

<sup>6</sup> El sismo de 2016 fue un movimiento telúrico de magnitud 7.8  $M_w$  que tuvo lugar a las 18:58 hora local el 16 de abril de 2016. Su epicentro se localizó entre las parroquias de Pedernales y Cojimíes, en el cantón Pedernales, en la provincia de Manabí (Instituto Geofísico de la Escuela Politécnica Nacional [IGEPN], 2016).

**Figura 5**

*Mapa de zonificación geotécnica de la ciudad de Guayaquil*



*Nota.* El mapa detallado de zonificación geotécnica de la ciudad de Guayaquil fue creado por el Doctor Xavier Vera Grunauer y se obtuvo del Manual Práctico para la Caracterización Geológica y Sísmica de Guayaquil, elaborado por la SGR.

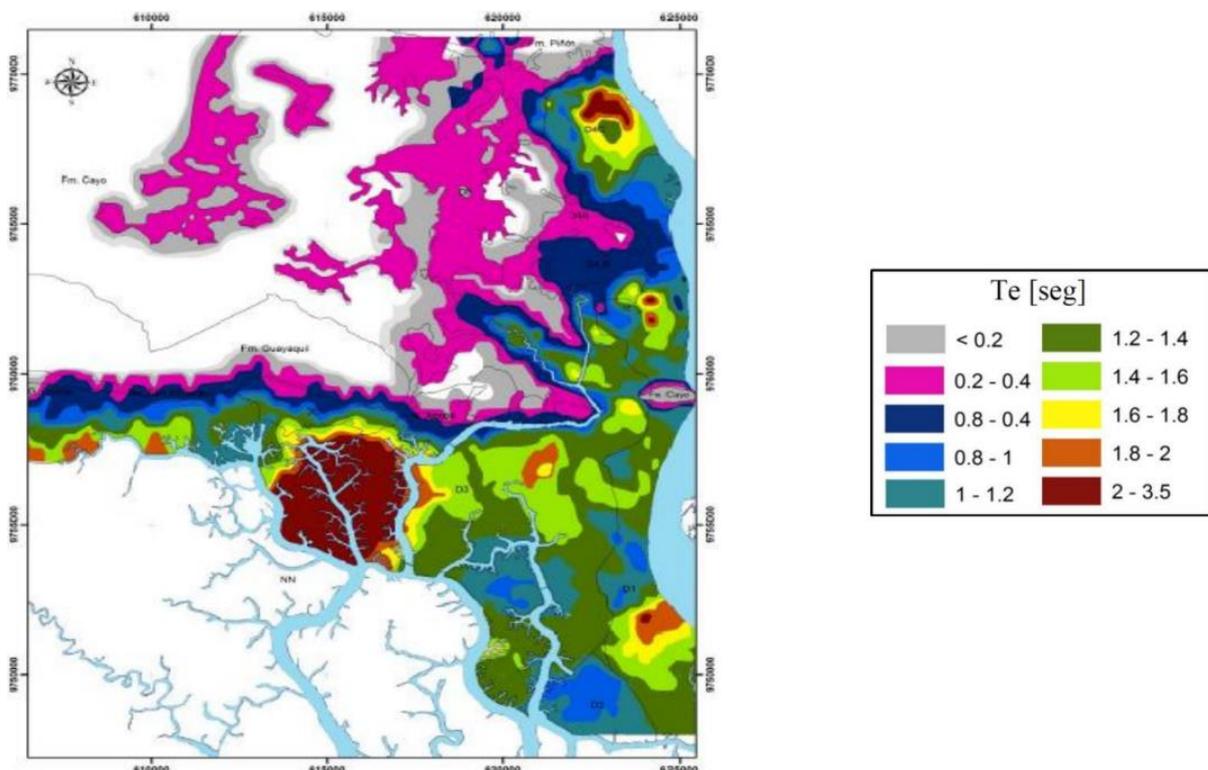
La Figura muestra que la ciudad de Guayaquil se puede dividir en siete zonas geotécnicas distintas. Sin embargo, para el área de estudio de este proyecto, son relevantes cuatro zonas: D3, D4, D5 y D7. La zona D3 se subdivide en D3a y D3b, caracterizadas por depósitos deltaicos y estuarinos. La zona D4 se divide en D4a, D4b y D4c, según el espesor del suelo, con predominio de arcillas aluviales en el norte de Guayaquil. La zona D5 está compuesta por depósitos aluviales-lacustres. La zona D7 abarca diversas formaciones rocosas de la ciudad (Secretaría de Gestión de Riesgos [SGR], 2011).

La complejidad del área de estudio se acentúa al considerar la variación del período elástico del suelo en Guayaquil y las características topográficas de la ciudad. Existen diferencias significativas en el comportamiento sísmico de los distintos tipos de suelo del

norte de Guayaquil, como se muestra en la Figura . Además, el área de estudio presenta una topografía variada con elevaciones que van desde el nivel del mar hasta áreas más elevadas<sup>7</sup>, influyendo en la respuesta sísmica del terreno. Las características técnicas mencionadas anteriormente deben integrarse en el diseño de la vivienda de interés social para asegurar que esta se adapte adecuadamente a las condiciones locales del área de estudio.

### Figura 6

*Mapa de la variación del período elástico del suelo en Guayaquil*



*Nota.* El mapa de la variación del período elástico del suelo en Guayaquil fue creado por el Doctor Xavier Vera Grunauer y se obtuvo del Manual Práctico para la Caracterización Geológica y Sísmica de Guayaquil.

<sup>7</sup> Cerro Santa Ana, Cerro del Carmen, Cerros de San Eduardo, Mapasingue y Cerro Azul (en Los Ceibos).

## 2.3 Trabajo de campo y laboratorio

### 2.3.1 Información proporcionada por el cliente

El cliente proporcionó datos detallados de un estudio de suelo realizado en el norte de Guayaquil (área de estudio). Se llevaron a cabo dos perforaciones, espaciadas a 15 metros entre sí, alcanzando una profundidad de 2.5 metros lineales. Los resultados indicaron la prevalencia de suelo tipo E (ver Figura ) en los estratos superiores del terreno, considerando que el suelo no ha sido mejorado y se encuentra en condiciones naturales.

#### Figura 7

*Tipos de perfiles de suelos para el diseño sísmico*

Tipo de perfil	Descripción	Definición
C	Perfiles de suelos muy densos o roca blanda, que cumplan con el criterio de velocidad de la onda de cortante, o	$760 \text{ m/s} > V_s \geq 360 \text{ m/s}$
	Perfiles de suelos muy densos o roca blanda, que cumplan con cualquiera de los dos criterios	$N \geq 50.0$ $S_u \geq 100 \text{ KPa}$
D	Perfiles de suelos rígidos que cumplan con el criterio de velocidad de la onda de cortante, o	$360 \text{ m/s} > V_s \geq 180 \text{ m/s}$
	Perfiles de suelos rígidos que cumplan cualquiera de las dos condiciones	$50 > N \geq 15.0$ $100 \text{ kPa} > S_u \geq 50 \text{ kPa}$
E	Perfil que cumpla el criterio de velocidad de la onda de cortante, o	$V_s < 180 \text{ m/s}$
	Perfil que contiene un espesor total H mayor de 3 m de arcillas blandas	$IP > 20$ $w \geq 40\%$ $S_u < 50 \text{ kPa}$

*Nota.* Datos obtenidos de la Tabla 2: Clasificación de los perfiles de suelo de la NEC-SE-DS.

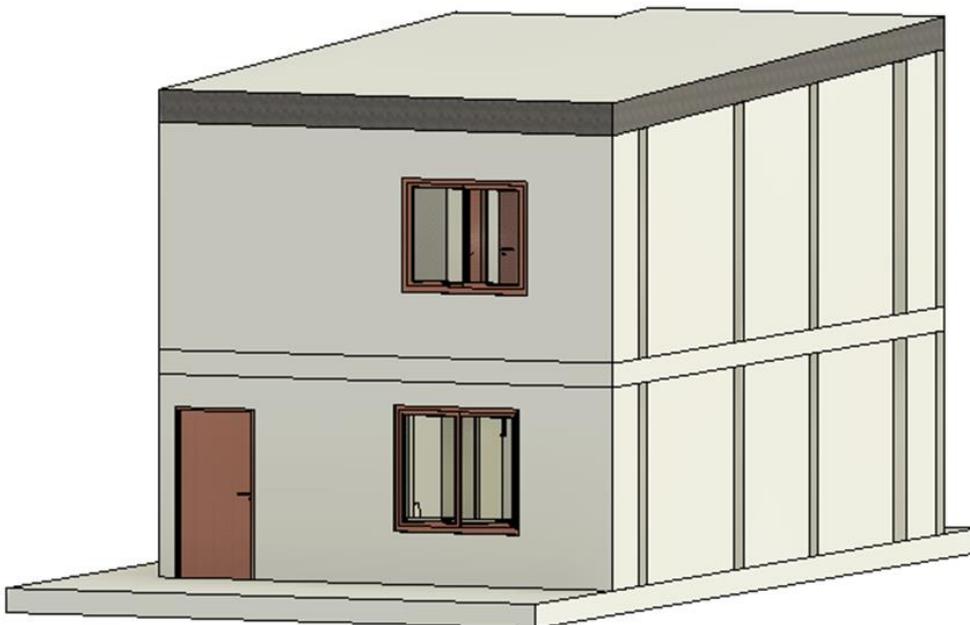
## 2.4 Análisis de datos

### 2.4.1 Información proporcionada por el cliente

El cliente proporcionó planos<sup>8</sup> arquitectónicos de una vivienda unifamiliar de dos pisos que se utilizará como base para el prototipo que se propondrá en el presente proyecto. Además, se entregó un modelo digital tridimensional de la vivienda en el software Revit de Autodesk (versión 2024). Este modelo 3D facilitó una comprensión detallada de la distribución de ambientes y la configuración de espacios, así como la ubicación de los elementos estructurales que se deben considerar en la etapa de diseño. Comprender esta configuración espacial permite optimizar la adaptabilidad de la vivienda de interés social propuesta, lo que se puede lograr -en mayor o menor medida- según la alternativa de desarrollo seleccionada.

#### Figura 8

*Modelo 3D proporcionado por el cliente*



*Nota.* La imagen se realizó a partir de los archivos proporcionados por el cliente.

---

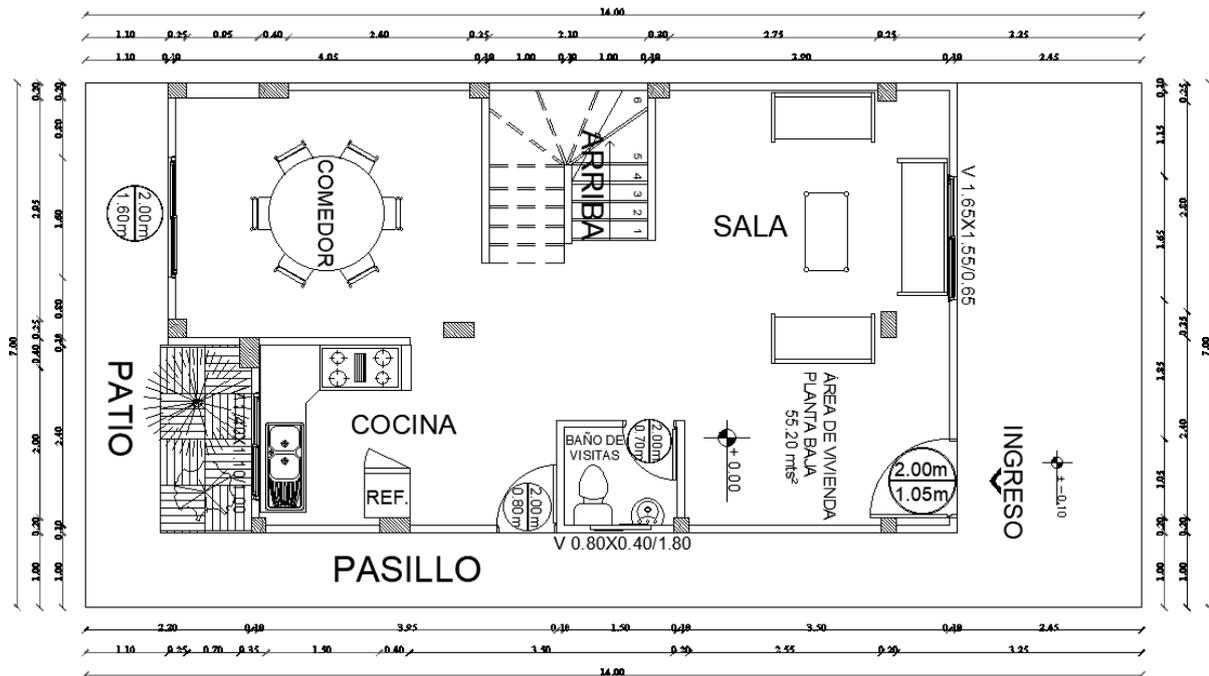
<sup>8</sup> Los planos fueron elaborados en el software AutoCAD de Autodesk.

**2.4.1.1 Descripción de la planta baja de la vivienda unifamiliar.** De acuerdo con los planos arquitectónicos proporcionados por el cliente, la planta baja de la vivienda unifamiliar de interés social consta de un área de construcción de 55.20 m<sup>2</sup> y una altura de 2.80 metros (Figura ). Esta planta cuenta con la siguiente distribución:

- Baño de visitas.
- Cocina abierta.
- Comedor.
- Sala.
- Patio.

**Figura 9**

*Planta baja del modelo proporcionado por el cliente*



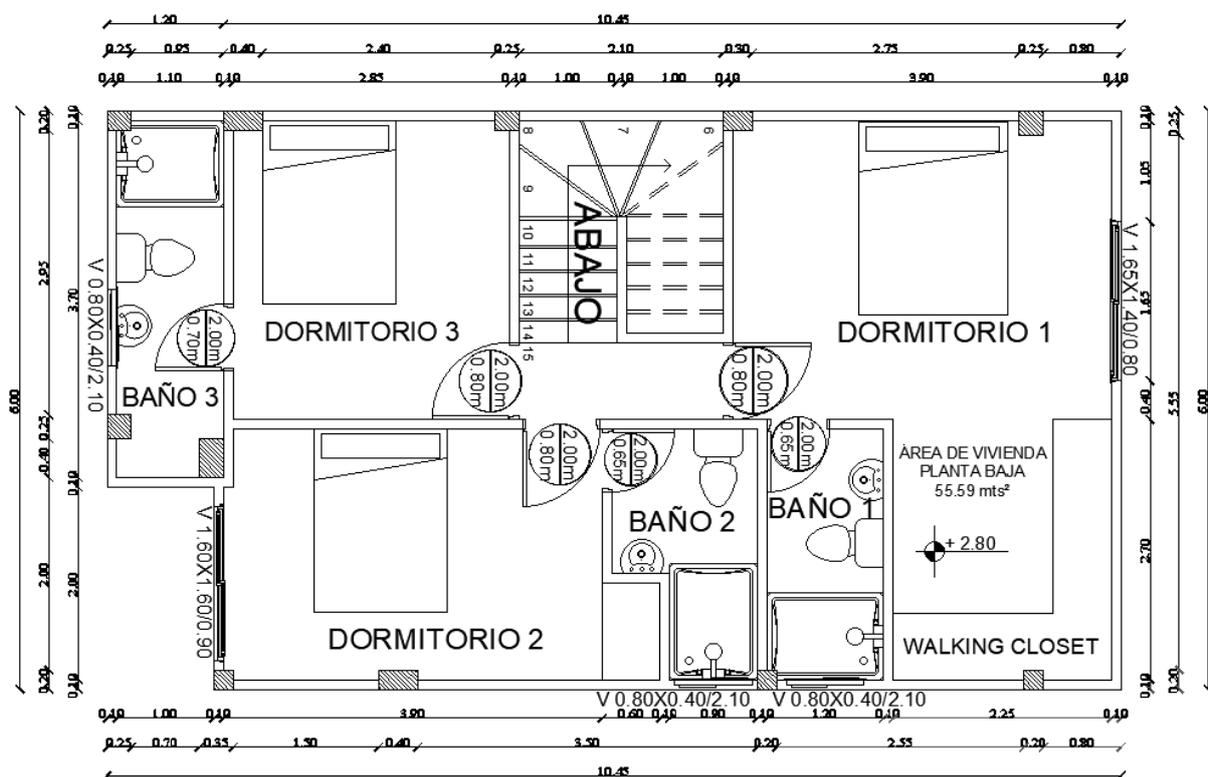
*Nota.* La imagen se realizó a partir de los archivos proporcionados por el cliente.

**2.4.1.2 Descripción de la planta alta de la vivienda unifamiliar.** De acuerdo con los planos arquitectónicos proporcionados por el cliente, la planta alta de la vivienda unifamiliar de interés social consta de un área de construcción de 55.59 m<sup>2</sup> y una altura de 2.80 metros (Figura ). Esta planta cuenta con la siguiente distribución:

- Dos dormitorios con baño propio.
- Un dormitorio con baño propio y walk-in closet.

**Figura 10**

*Planta alta del modelo proporcionado por el cliente*



*Nota.* La imagen se realizó a partir de los archivos proporcionados por el cliente.

### 2.4.1.3 Fachadas de la vivienda unifamiliar.

**Figura 11**

*Fachada frontal del modelo proporcionado por el cliente*



*Nota.* La imagen se realizó a partir de los archivos proporcionados por el cliente.

**Figura 12**

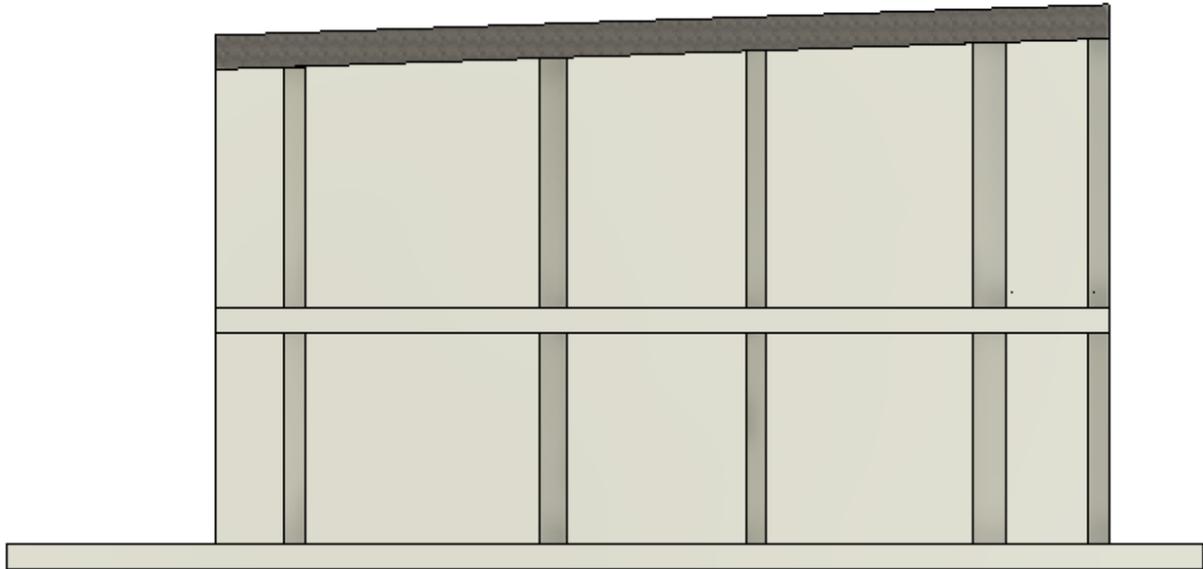
*Fachada posterior del modelo proporcionado por el cliente*



*Nota.* La imagen se realizó a partir de los archivos proporcionados por el cliente.

**Figura 13**

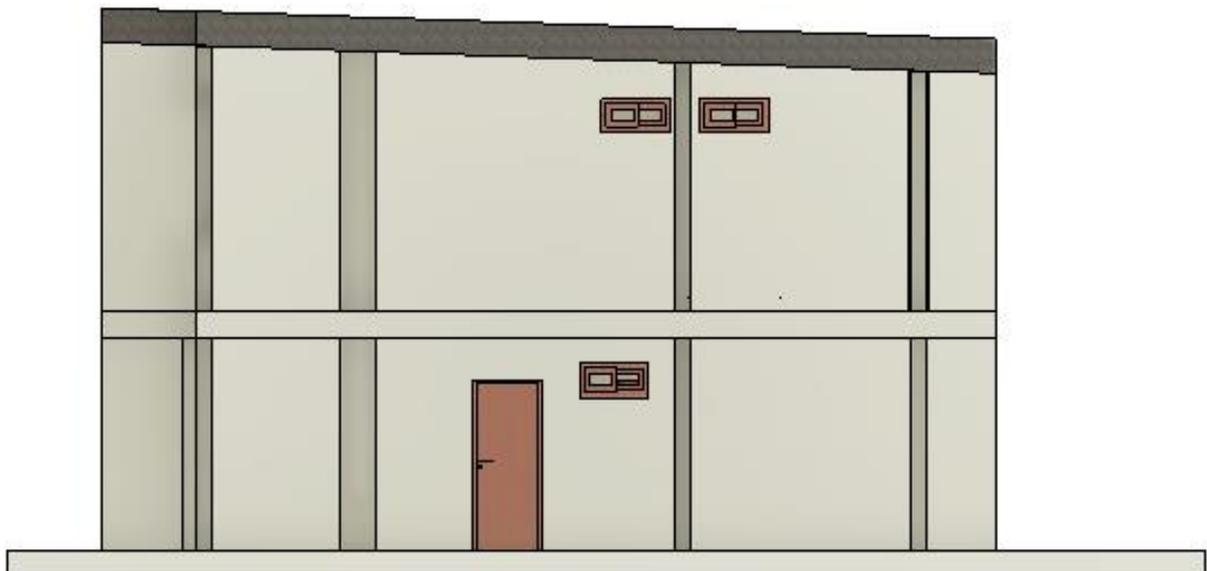
*Fachada derecha del modelo proporcionado por el cliente*



*Nota.* La imagen se realizó a partir de los archivos proporcionados por el cliente.

**Figura 14**

*Fachada izquierda del modelo proporcionado por el cliente*



*Nota.* La imagen se realizó a partir de los archivos proporcionados por el cliente.

### ***2.4.2 Análisis sobre la colocación de los elementos estructurales***

Al considerar las divisiones de espacios según los planos arquitectónicos proporcionados por el cliente, surge la necesidad de analizar la configuración del sistema estructural de la vivienda de interés social. Es fundamental que las columnas no se ubiquen en medio de las habitaciones o espacios compartidos. Una distribución estratégica de estos elementos mejora tanto la funcionalidad como la adaptabilidad del espacio. Por lo tanto, al desarrollar las alternativas propuestas para el sistema estructural, se debe prestar especial atención a su impacto en la adaptabilidad arquitectónica de la vivienda de interés social.

### ***2.4.3 Propuesta de estructura para la vivienda de interés social a desarrollar***

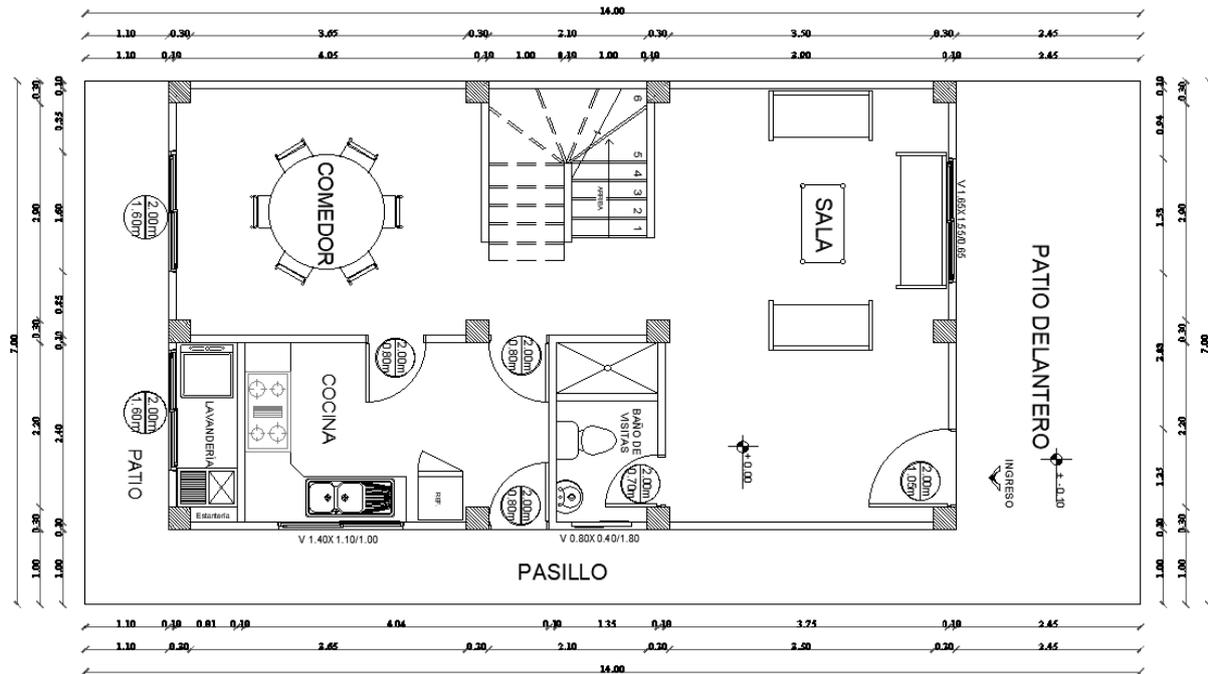
Con base en los planos proporcionados por el cliente, se ha propuesto una nueva configuración de las columnas de la vivienda, sin perjudicar la distribución arquitectónica existente. Se optó por eliminar la jardinera y construir un cuarto de lavado, ampliando el área de construcción para ambas plantas a 62.70 m<sup>2</sup>. Esta modificación busca garantizar que la estructura sea regular y se comporte como una caja. Al adoptar esta configuración, se facilita la construcción en masa del prototipo de vivienda de interés social propuesto, ya que la regularidad estructural simplifica los procesos de edificación y permite una mayor eficiencia.

Además, partiendo de esta estructura base, se pueden desarrollar diversas configuraciones arquitectónicas y distribuciones espaciales, lo que refuerza la adaptabilidad del prototipo de la vivienda de interés social propuesto. Esto significa que, aunque la estructura principal es uniforme y estandarizada, las viviendas pueden ser personalizadas según las necesidades y preferencias específicas de cada familia, manteniendo siempre un alto estándar de calidad y funcionalidad.

En este contexto, se muestran imágenes de los planos en planta adaptados, sobre los que se desarrollará la estructura, ilustrando cómo se ha optimizado la disposición de las columnas y espacios para lograr una mayor regularidad y adaptabilidad en el diseño final.

**Figura 15**

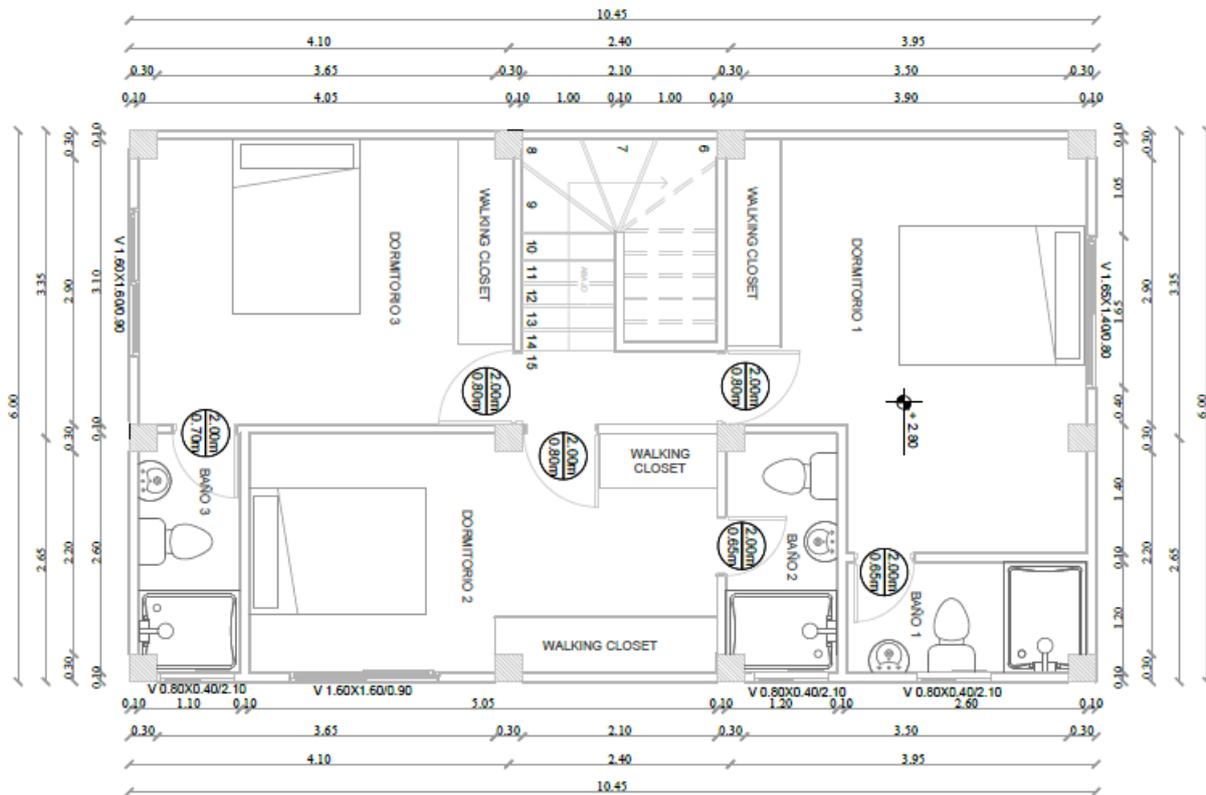
*Planta baja de la vivienda de interés social propuesta*



*Nota.* La reconfiguración de las columnas se realizó a partir de los archivos proporcionados por el cliente, manteniendo la arquitectura original y regularizando la estructura.

**Figura 16**

*Planta alta de la vivienda de interés social propuesta*

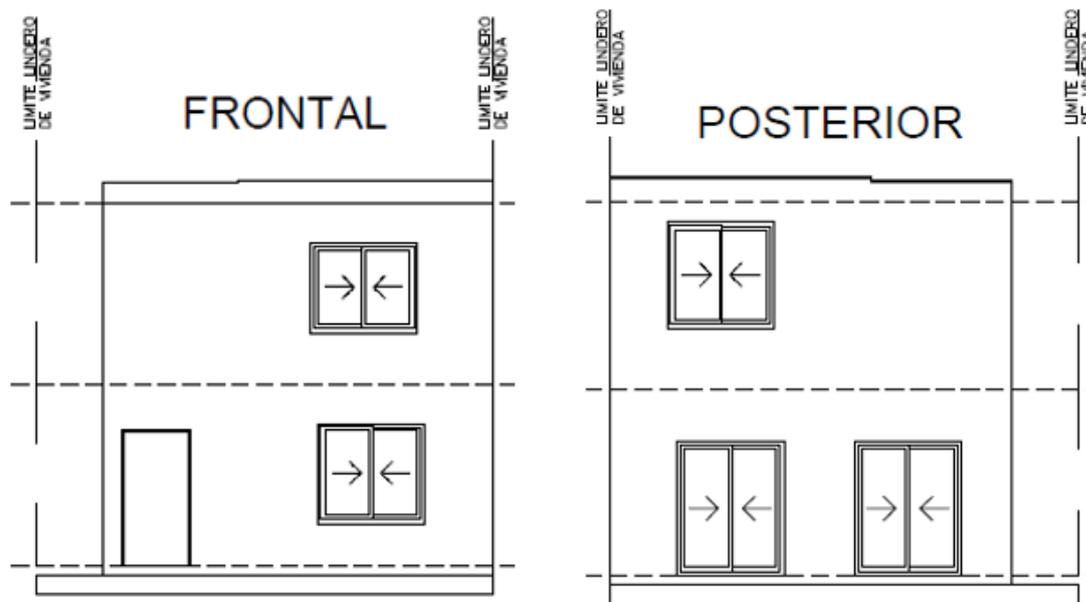


*Nota.* La reconfiguración se realizó a partir de los archivos proporcionados por el cliente.

Comparando la Figura con la Figura , es posible apreciar los cambios en la configuración de las columnas, que han sido redistribuidas estratégicamente para lograr una mayor uniformidad y estabilidad en la estructura de la vivienda de interés social. Esta nueva disposición optimiza la resistencia de la estructura y permite una mayor flexibilidad en el diseño interior, facilitando la creación de espacios habitacionales más eficientes y adaptables a diferentes usos y necesidades. Estos cambios, a su vez, significan que la construcción es más fácil y rápida, reduciendo costos y tiempos. Lo cual, asegura que cada vivienda de interés social construida bajo el diseño propuesto sea segura, resistente y adaptable a futuras modificaciones. Finalmente, en la Figura y en la Figura , se muestran bocetos de las fachadas de la VIS, según las modificaciones realizadas. La fachada derecha no sufrió cambios.

**Figura 17**

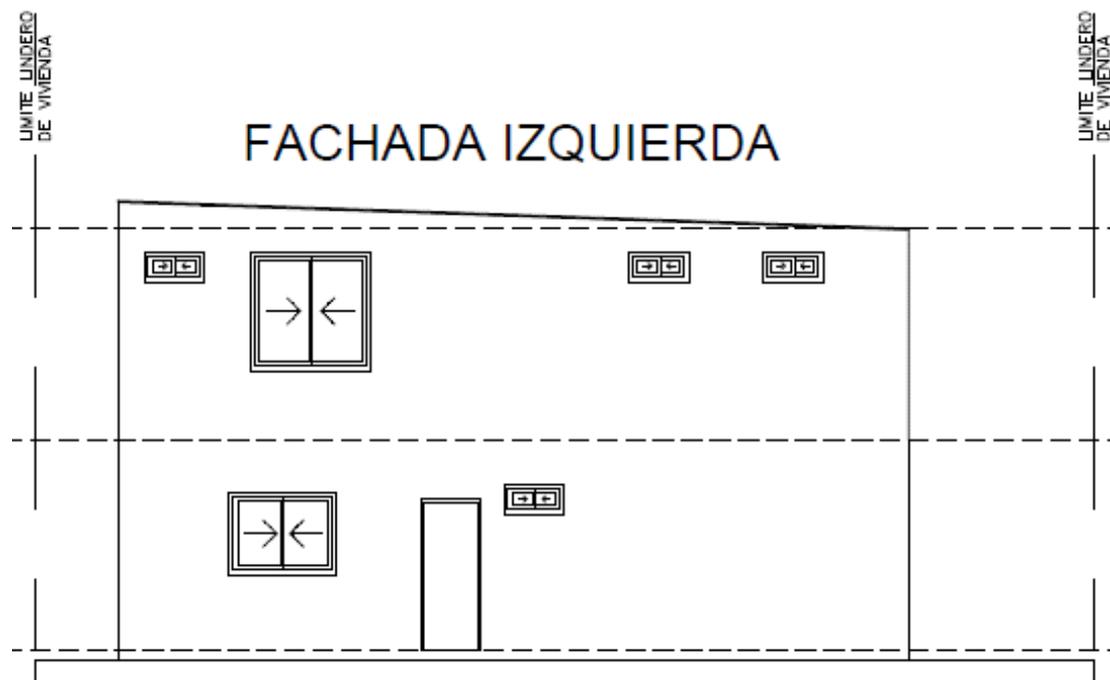
*Fachadas frontal y posterior de la vivienda de interés social propuesta*



*Nota.* En la reconfiguración de espacios, se adicionó una puerta corrediza para el cuarto de lavado y se cambió la ubicación de la ventana principal del dormitorio 3.

**Figura 18**

*Fachada izquierda de la vivienda de interés social propuesta*



*Nota.* Para el dormitorio 2 y la cocina, se adicionó una ventana principal izquierda.

## **2.5 Análisis de alternativas**

En esta sección, se presenta un análisis detallado de las diferentes alternativas de solución al problema identificado, la descripción de cada alternativa y la selección de la alternativa más adecuada. Además, se señalan las restricciones del proyecto que influyen en la elección de la mejor opción.

### **2.5.1 Formulación de alternativas**

El objetivo general del proyecto es evaluar el diseño estructural y la viabilidad económica de viviendas unifamiliares de interés social en el norte de Guayaquil, comparando metodología de construcción tradicional versus construcción en módulos con elementos prefabricados. Estas metodologías constructivas representan enfoques diferentes que pueden tener un impacto significativo en el costo, tiempo de construcción y calidad de la vivienda de interés social. En esta línea, las alternativas consideradas son:

**A1:** Edificación de una vivienda de interés social en hormigón armado utilizando métodos constructivos tradicionales.

**A2:** Edificación de una vivienda de interés social utilizando construcción modular (uso de módulos prefabricados).

### **2.5.2 Criterios de evaluación**

Para evaluar las dos alternativas propuestas, se definieron seis criterios que abarcan aspectos técnicos, económicos, ambientales y de adaptabilidad. Los criterios utilizados para la selección de la alternativa más adecuada son:

**B1:** Costos de construcción y mano de obra. *Este criterio considera el costo total de la obra gris<sup>9</sup> del proyecto, incluyendo materiales, mano de obra y gastos relacionados.*

**B2:** Mantenimiento. *Este criterio considera los costos necesarios para mantener la estructura de la vivienda de interés social en buenas condiciones a lo largo del tiempo.*

**B3:** Tiempo de construcción/obra. *Este criterio considera el tiempo requerido para completar la construcción de la obra gris de la vivienda de interés social desde el inicio hasta la finalización.*

**B4:** Ciclo de vida (vida útil de la vivienda de interés social). *Este criterio considera la duración de la estructura de la vivienda de interés social antes de requerir renovaciones significativas.*

**B5:** Gestión de residuos. *Este criterio considera la cantidad de residuos generados durante la construcción de la obra gris de la vivienda de interés social.*

**B6:** Adaptabilidad arquitectónica. *Este criterio considera la capacidad de la estructura de la vivienda de interés social para ser adaptada o modificada para diferentes usos o configuraciones espaciales.*

Una vez definidos, se asignó un peso total de 100% distribuido entre los criterios, según su importancia relativa. Este proceso de ponderación fue realizado para reflejar las prioridades del proyecto y facilitar una evaluación equilibrada de cada alternativa.

---

<sup>9</sup> La *obra gris* constituye la etapa inicial de la construcción de una edificación (una vivienda de interés social, en este caso), abarcando la secuencia organizada de tareas esenciales para erigir la estructura principal y establecer los sistemas básicos de servicio. Esta fase crucial comprende la construcción de muros, losas, cubiertas y la instalación de tuberías, cableado eléctrico y sistemas de ventilación y aire acondicionado. La obra gris sienta las bases sobre las cuales se aplicarán posteriormente los acabados finales, transformando la estructura en un espacio habitable (Garza & Ledesma, 2018).

### **2.5.3 Descripción de las alternativas según cada criterio**

**2.5.3.1 Descripción de la alternativa A1.** La construcción tradicional implica la ejecución de trabajos in situ para la materialización de una obra (Ramón, 2021). Estas actividades se realizan sucesivamente, desde los cimientos hasta la cubierta, y requieren un período de tiempo prolongado. Por ejemplo, la fabricación de elementos del segundo piso depende de que las columnas del primer piso estén construidas y en óptimas condiciones de resistencia. Además, la obra estructural es lenta debido a los períodos de desencofrado y curado de las piezas, los cuales, deben ser precisos y manejados con sumo cuidado (Bello et al., 2021). Por lo tanto, la construcción de una vivienda suele requerir un plazo de entre 10 y 14 meses desde el inicio de la obra (Yáñez et al., 2022).

Por otra parte, al ser realizada in situ, la construcción es vulnerable a cambios en las condiciones meteorológicas del sector (Arcudia et al., 2004). Estos cambios pueden generar pérdidas monetarias debido a la paralización de actividades y daños en materiales cementantes. Además, el método tradicional presenta una variedad de errores constructivos que elevan los costos por desperdicio de materiales. La elaboración de estos trabajos requiere maestros de obra y albañiles, quienes no son personal técnico especializado. Por ello, es imperativo estimar al menos un 30% de material extra y agregar tres días adicionales al plazo inicial (Soibelman, 2000).

Del mismo modo, la metodología constructiva in situ contribuye significativamente a la generación de gases de efecto invernadero (Muñoz et al., 2019). Esto se debe al precario control en los procesos constructivos, la gestión inadecuada de residuos y la falta de conciencia ambiental de los trabajadores (Rea, 2017). Según Lerma (2014), en el lugar de la construcción, quedan remanentes de hormigón, materiales pétreos, metales y maderas, que representan el 4%, 5%, 2% y 1% del total empleado en la obra, respectivamente. Asimismo, la deposición de agua residual en el terreno natural, producto del lavado de espátulas,

carretillas y mixers, es una práctica común e inadecuada que impacta gravemente al ecosistema.

Finalmente, a pesar de que el sector residencial demanda grandes cantidades de energía durante su ciclo de vida útil en construcción, transporte, mantenimiento y demolición (Muñoz et al., 2019), su adaptabilidad ha dado lugar a diseños arquitectónicos vanguardistas e impactantes (Rodríguez, 2014). Estos diseños pueden experimentar arreglos o adecuaciones en sus espacios sin mayores problemas, gracias a la resistencia y durabilidad del hormigón armado. Sin embargo, la construcción in situ, al no tener estándares de calidad altos, es susceptible a sismos y requiere grandes costos de mantenimiento en sus elementos estructurales (Soibelman, 2000).

**2.5.3.2 Descripción de la alternativa A2.** La construcción modular puede suponer un importante ahorro de tiempo, ya que permite completar los plazos de construcción entre un 25% y un 50% más rápido que los métodos convencionales. Este enfoque permite la ejecución concurrente de múltiples tareas, a diferencia de la naturaleza secuencial de la construcción tradicional. Lo cual, puede agilizar eficazmente el proceso de construcción. Además, dado que el 80% de la construcción se lleva a cabo en un entorno controlado fuera de la obra, se mitigan los obstáculos externos, como los retrasos debidos a las condiciones meteorológicas (Modular Building Institute, 2021).

En las circunstancias adecuadas, los análisis muestran que la construcción modular podría ayudar a conseguir hasta un 20% de ahorro en costes (Bertram et al., 2019). Una encuesta realizada entre contratistas generales norteamericanos que utilizaban componentes modulares reveló que casi la mitad de ellos declararon haber conseguido ahorros de al menos el 10% (Bibeau et al., 2020). La eficacia de los métodos de montaje en cadena, la reducción del trabajo in situ y la agilización de los plazos de ejecución contribuyen a la disminución de

costes. Además, un proceso que requiera un diseño anticipado puede reducir los plazos y evitar costosos cambios y retrasos posteriores.

Al estandarizar los componentes utilizados en el proceso de fabricación, la construcción modular permite una mayor reutilización y reciclaje de sus elementos. Lo cual, reduce la demanda de materias primas y de nueva producción (Thurairajah et al., 2023). Los proyectos modulares tienen el potencial de reducir significativamente los residuos hasta un 46%, según ejemplos globales (Pan & Zhang, 2023). Gracias al entorno de producción controlado, las emisiones pueden reducirse hasta un 22%. Además, los plazos acelerados de los proyectos modulares también se traducen en un menor uso de energía en general (Greer & Horvath, 2023).

La construcción modular permite la reutilización de estructuras y encofrados en diversos contextos. Se podrían evitar 1.3 millones de toneladas de carbono embebido al año si se reutilizaran los edificios. Mediante la utilización de módulos en el proceso de construcción, las estructuras pueden reconfigurarse y reubicarse para adaptarse a distintos usos, con menos demoliciones o reconstrucciones. Lo cual, optimiza la eficiencia de los recursos utilizados (CSA Group, 2024).

#### **2.5.4 Matriz de alternativas**

Se elaboró una matriz de alternativas para la selección de la más adecuada. Cada alternativa fue evaluada y calificada en una escala del 0 al 10 para cada criterio. Luego, se ponderaron las calificaciones de acuerdo con la importancia asignada a cada criterio. En la Tabla 1, se presenta la matriz de alternativas elaborada con sus respectivas calificaciones y resultados ponderados.

**Tabla 1**

*Matriz de alternativas elaborada para la selección de la más adecuada*

Alternativas	Criterios						Resultado
	Económico		Técnico	Ambiental	Adaptabilidad		
	B1	B2	B3	B4	B5	B6	
	30%	15%	20%	5%	20%	10%	
A1	10	8	4	4	3	8	<b>6.60</b>
	3.00	1.20	0.80	0.20	0.60	0.80	
A2	5	10	10	9	10	9	<b>8.35</b>
	1.50	1.50	2.00	0.45	2.00	0.90	

### 2.5.5 Selección de la mejor alternativa

Como se muestra en la Tabla 1, la matriz de alternativas elaborada revela que la más adecuada es **A2**: Edificación de una vivienda de interés social utilizando construcción modular (uso de módulos prefabricados). Esta alternativa destaca por sus altos puntajes en tiempo de construcción, gestión de residuos y adaptabilidad arquitectónica, convirtiéndola en la opción más viable para el presente proyecto.

### 2.5.6 Restricciones del proyecto

Las restricciones que afectan la selección de la mejor alternativa incluyen:

**Capacidad de carga de los suelos.** La estructura de la vivienda de interés social debe ser adaptable a los diferentes tipos de suelo del norte de Guayaquil. Esto implica realizar una comparativa de la demanda de acero, considerando la variabilidad en la capacidad de carga del terreno.

**Costos.** El proyecto debe ser económicamente viable dentro del contexto actual de la vivienda en el norte de Guayaquil. Esto incluye los costos de construcción y los costos de mantenimiento a largo plazo.

**Tiempo de construcción.** Dada la urgencia de la demanda de vivienda digna y accesible, el método constructivo debe minimizar el tiempo de construcción para proporcionar soluciones habitables rápidamente.

**Sostenibilidad.** La solución debe ser sostenible, reduciendo la generación de residuos durante la construcción y considerando el ciclo de vida completo de la estructura de la VIS.

**Adaptabilidad.** La arquitectura de la VIS debe ser flexible y capaz de configurarse para diferentes necesidades sin alterar la estructura base. Lo cual, es crucial para satisfacer las demandas cambiantes de los residentes y mejorar la funcionalidad de la VIS a lo largo del tiempo.

# Capítulo 3

### 3. DISEÑOS Y ESPECIFICACIONES

#### 3.1 Diseños

##### 3.1.1 *Objetivo*

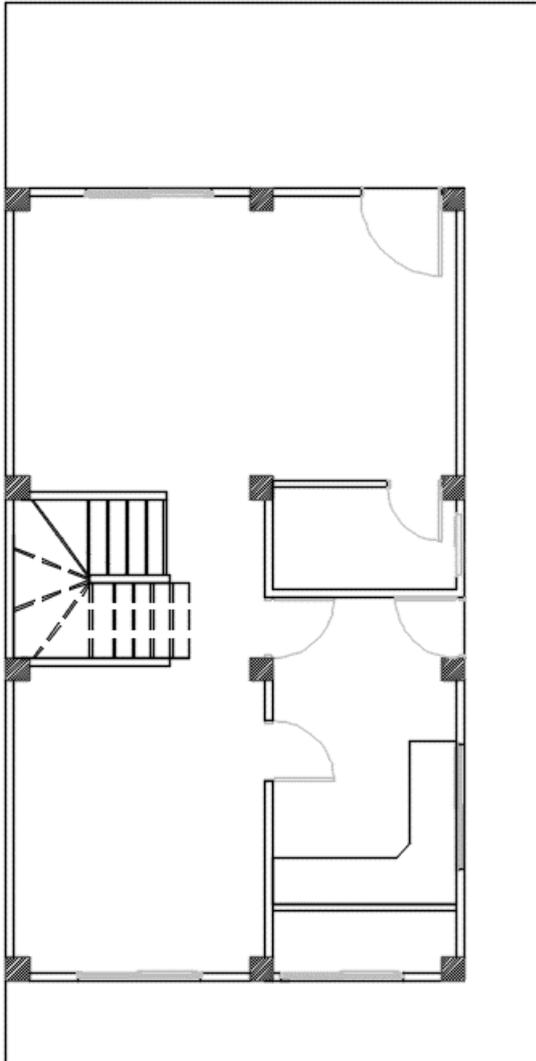
El objetivo de este capítulo es presentar el proceso de análisis y predimensionamiento estructural detallado del modelo de vivienda de interés social de dos pisos, propuesto para un proyecto de construcción en sectores socioeconómicamente vulnerables del norte de Guayaquil. Este se enfoca en el análisis sísmico mediante el método estático lineal. Además, se proporciona una base teórica detallada de los procedimientos matemáticos y de modelado utilizados para llevar a cabo el análisis estructural relacionado con el diseño sísmico.

##### 3.1.2 *Antecedentes*

El modelo de vivienda de interés social de dos pisos, debido a su diseño específico y a la metodología constructiva propuesta, ha sido analizado - cuidadosamente- para evaluar su comportamiento ante posibles eventos sísmicos. La estructura corresponde a una vivienda de dos niveles con áreas funcionales distribuidas en cada planta. El proyecto ocupa un área de implantación de 98 m<sup>2</sup> (como se muestra en la Figura 19) y se encuentra ubicado en el norte de Guayaquil, provincia del Guayas.

**Figura 19**

*Implantación del modelo de vivienda de interés social de dos pisos*



*Nota.* La Figura 19 representa la implantación de una sola vivienda. Para un conjunto residencial completo, la implantación del proyecto de construcción sería urbanística y abarcaría más de una vivienda.

Se procedió a evaluar el comportamiento estructural del modelo de vivienda de interés social de dos pisos; empleando sistemas con pórticos especiales resistentes a momento en concreto armado en ambas direcciones (eje  $x$  y eje  $y$ ). Este enfoque se eligió para garantizar la estabilidad y resistencia de la vivienda frente a movimientos sísmicos, salvaguardando así la seguridad de los futuros habitantes.

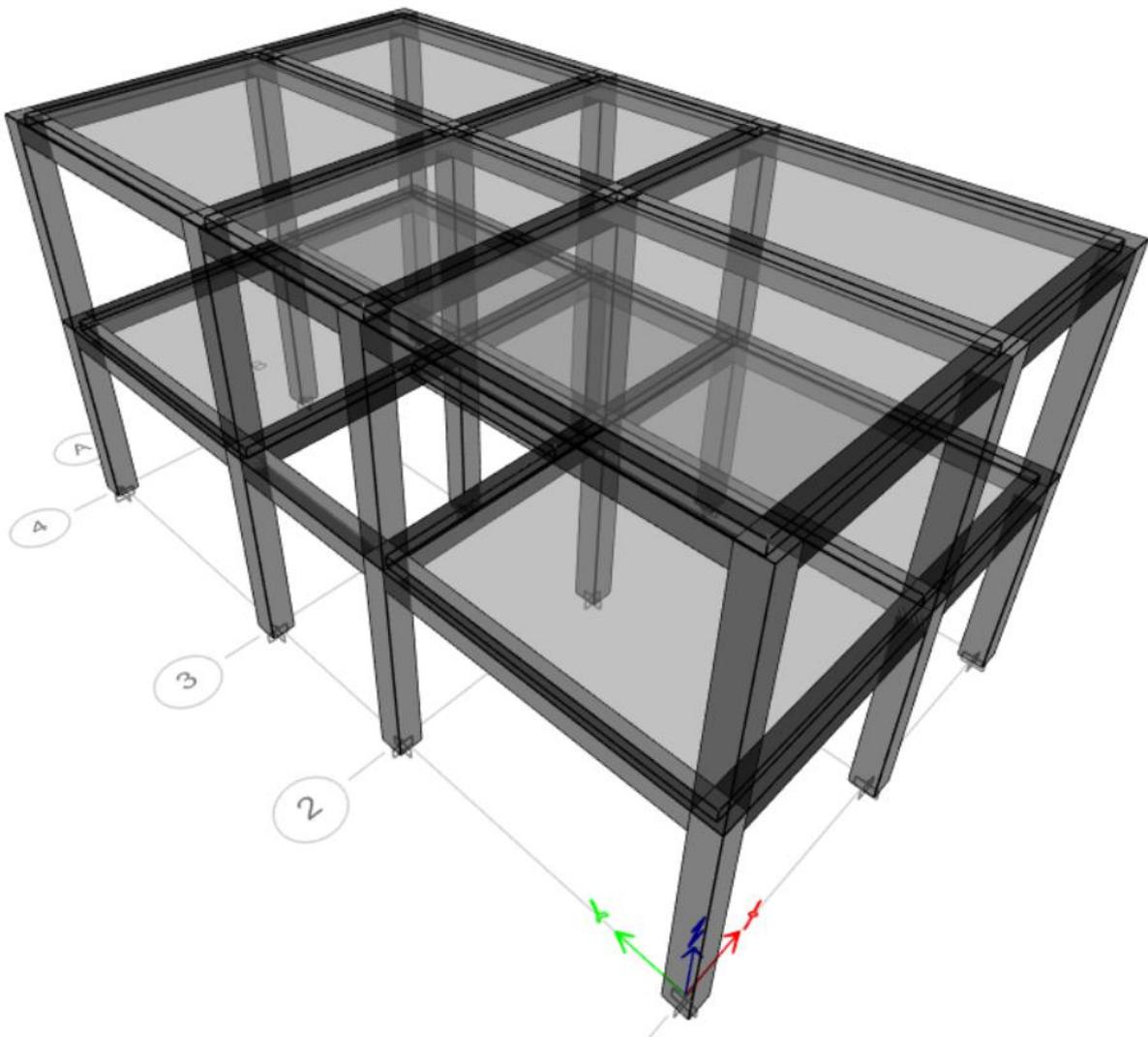
El uso de la edificación es: vivienda/residencia.

### 3.1.3 Sistema estructural

La superestructura de hormigón armado del modelo de vivienda consiste en un sistema de pórticos especiales resistentes a momento. A continuación, se presentan una serie de figuras que muestran el sistema estructural empleado para resistir las cargas laterales y gravitacionales de la edificación.

#### Figura 20

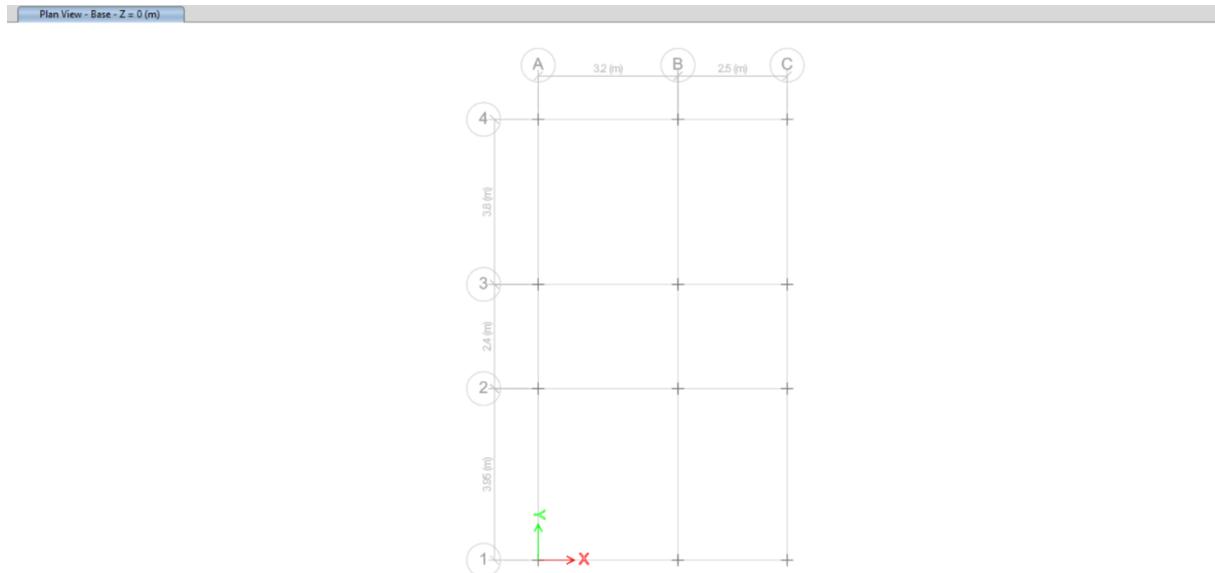
*Sistema estructural empleado*



*Nota.* Modelo realizado en un software de análisis estructural.

**Figura 21**

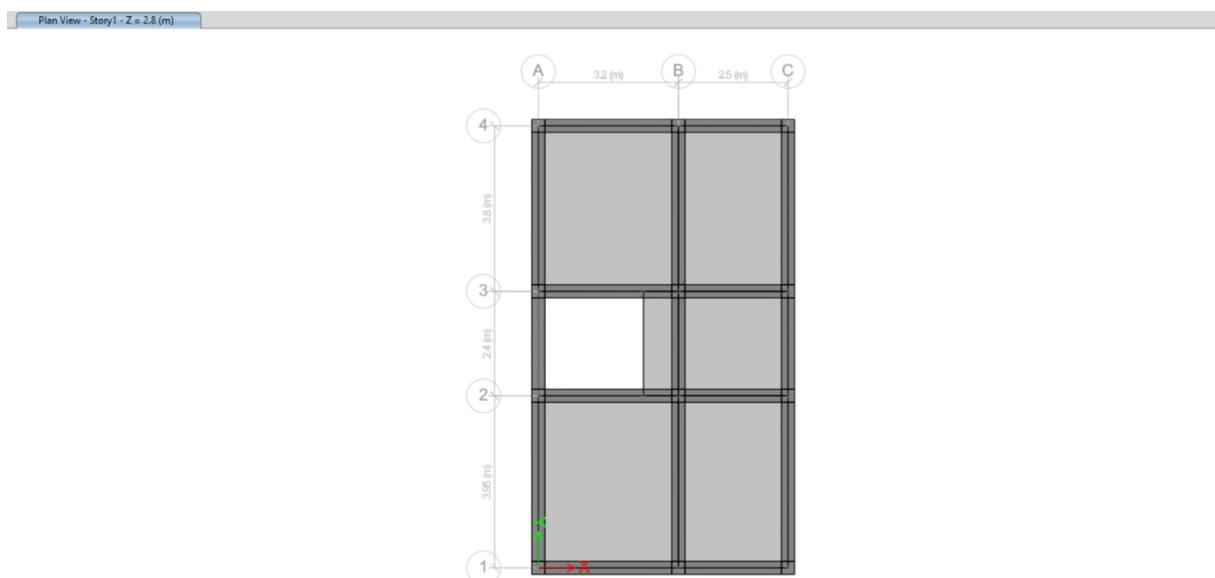
*Planta nivel base (N.E. +0.00) del modelo de vivienda de interés social*



*Nota.* Modelo realizado en un software de análisis estructural.

**Figura 22**

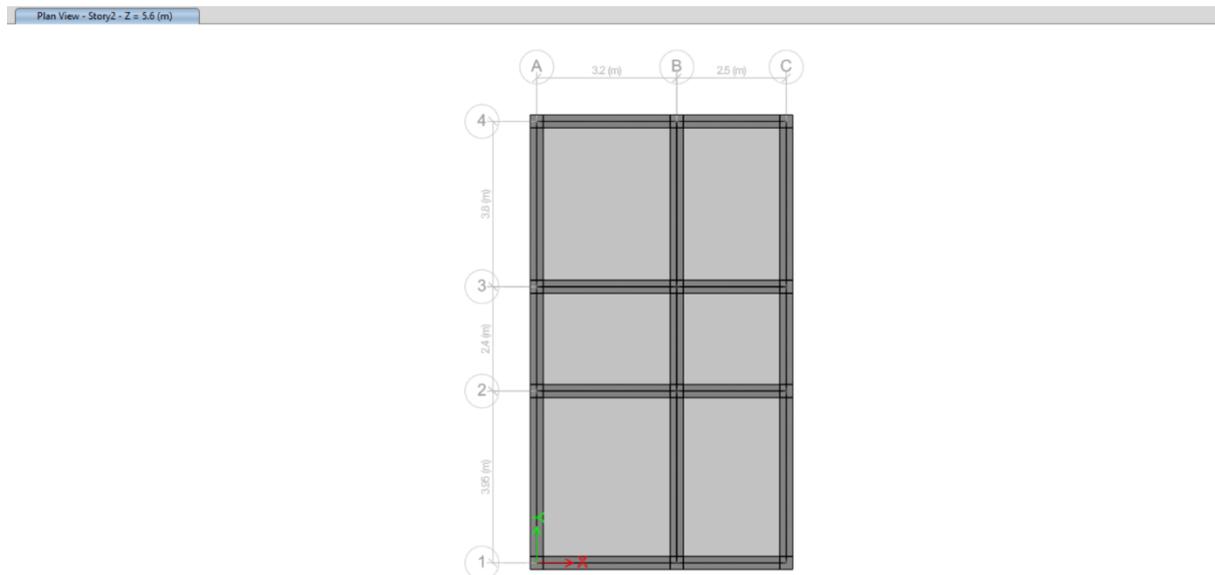
*Planta del primer piso (N.E. +2.80) del modelo de VIS*



*Nota.* Modelo realizado en un software de análisis estructural.

## Figura 23

*Planta de cubierta (N.E. +5.60) del modelo de vivienda de interés social*



*Nota.* Modelo realizado en un software de análisis estructural.

### 3.1.4 Materiales

Los materiales considerados para el diseño del modelo de vivienda de interés social propuesto incluyen:

- Hormigón de losas:
  - Resistencia a la compresión a los 28 días,  $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$
- Hormigón de vigas y columnas:
  - Resistencia a la compresión a los 28 días,  $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$
- Hormigón de cimentación:
  - Resistencia a la compresión a los 28 días,  $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$
- Acero de varillas de refuerzo:
  - Resistencia a la fluencia,  $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$

### 3.1.5 Definición de cargas

**3.1.5.1 Carga viva.** Para estimar la carga viva se utilizó la NEC: Cargas (No Sísmicas) [NEC-SE-CG] (2014); que establece para edificaciones de uso residencial, una carga uniforme de  $2 \left[ \frac{kN}{m^2} \right]$  en viviendas unifamiliares. Además, la norma establece para la cubierta una sobrecarga de  $0.70 \left[ \frac{kN}{m^2} \right]$ ; estos valores se presentan a continuación en la Tabla 2:

**Tabla 2**

*Carga viva – sobrecargas mínimas uniformes*

Ocupación o Uso	Carga Uniforme [kN/m <sup>2</sup> ]
<b>Residencias</b>	
Viviendas (unifamiliares y bifamiliares)	2.00
<b>Cubiertas</b>	
Cubiertas planas, inclinadas y curvas	0.7

*Nota.* Datos obtenidos de la Tabla 9: Sobrecargas mínimas uniformemente distribuidas,  $L_0$ , y concentradas  $P_0$  de la NEC-SE-CG.

**3.1.5.2 Carga muerta.** Para determinar la carga muerta de la vivienda, es necesario definir el peso propio de cada elemento estructural. Los cuales son: paredes, maquinaria fija, enlucidos, muros, instalaciones, etc. (NEC-SE-CG, 2014). Aclarando que, a pesar de usarse metodologías constructivas distintas, se mantuvo los espesores, armados y materiales.

**3.1.5.2.1 Paredes.** Se consideró utilizar ladrillos de 10x12x24 [cm] para la construcción de la mampostería. Esto, debido a sus ventajas sobre los bloques de hormigón, las cuales abarcan la durabilidad, resistencia, capacidad de repeler humedad y aislamiento térmico y acústico.

Por otro lado, por sus dimensiones se determinó que, para la construcción de un metro cuadrado de pared se necesitan 34.72 unidades de ladrillos; cada uno con un peso de 2.7 [kg]. Además, se consideró que, por cada m<sup>2</sup> de losa, se tiene 1.7 [m<sup>2</sup>] de pared.

$$W_{paredes} = \text{ladrillos por } m^2 \cdot \text{factor de losa} \cdot \text{peso de ladrillo} \quad (3.1)$$

$$W_{paredes} = 34.72 \frac{\text{unidades}}{m^2} \cdot 1.7 \frac{m^2 \text{ de pared}}{m^2 \text{ de losa}} \cdot 2.7 \frac{kg}{\text{unidades}}$$

$$W_{paredes} = 159.375 \frac{kg}{m^2 \text{ losa}} \rightarrow W_{paredes} = 0.159 \left[ \frac{T}{m^2 \text{ losa}} \right]$$

**3.1.5.2.2 Enlucidos de pared.** Se trata del revestimiento de mortero que se aplica de manera uniforme a la mampostería para brindarle protección y mejor acabado. Para su cálculo estimado, se consideró colocar un mortero con espesor de 1.5[cm] y peso específico de 2100 [kg/m<sup>3</sup>]. De igual modo, para su determinación se aplicó el factor de 1.7m<sup>2</sup> de pared por cada 1m<sup>2</sup> de losa.

$$W_{enlucidos} = \text{espesor por } m \cdot \text{peso específico del mortero} \cdot \text{factor de losa} \quad (3.2)$$

$$W_{enlucidos} = 2 \left[ 1.5cm \cdot \left( \frac{1m}{100cm} \right) \cdot 2100 \frac{kg}{m^3} \cdot 1.7 \frac{m^2 \text{ pared}}{m^2 \text{ losa}} \right]$$

$$W_{enlucidos} = 107.1 \frac{kg}{m^2 \text{ losa}} \rightarrow W_{enlucidos} = 0.107 \left[ \frac{T}{m^2 \text{ losa}} \right]$$

**3.1.5.2.3 Pisos.** Para la instalación del sistema de pisos se utilizó la configuración recomendada por Intaco (2023), la cual según sus estudios supera todas las pruebas de resistencia. La distribución que sigue es losa, enlucido, pegamento y cerámica. Siendo el enlucido un nivelador, para el enlucido se consideró un mortero con espesor de 1[cm] y peso específico de 2100 [kg/m<sup>3</sup>]. Por lo que, su peso es:

$$W_{enlucido-piso} = 21 \left[ \frac{kg}{m^2} \right]$$

Por otro lado, para el pegamento se consideró el pegamento “Bondex Blendmix Porcelanato” de Intaco (2023). El cual tiene un rendimiento de  $5.5\text{m}^2$  por saco de área de pegado y un peso de 40kg. Por lo cual, su peso por cada metro cuadrado es:

$$W_{\text{pegamento}} = \frac{\text{peso del pegamento}}{\text{área de pegado}} \quad (3.3)$$

$$W_{\text{pegamento}} = \frac{40 \text{ kg}}{5.5 \text{ m}^2}$$

$$W_{\text{pegamento}} = 7.27 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2 \text{losa}} \rightarrow W_{\text{pegamento}} = 0.0073 \left[ \frac{\text{T}}{\text{m}^2 \text{losa}} \right]$$

También, para la cerámica se utilizó una de tamaño nominal 60x60[cm], peso aproximado de  $37.11 \left[ \frac{\text{kg}}{\text{caja}} \right]$  y un área de  $2.16 \left[ \frac{\text{m}^2}{\text{caja}} \right]$ . Así, el peso de la cerámica es:

$$W_{\text{cerámica}} = \frac{\text{peso de la cerámica}}{\text{área de la cerámica}} \quad (3.4)$$

$$W_{\text{cerámica}} = \frac{37.11 \left[ \frac{\text{kg}}{\text{caja}} \right]}{2.16 \left[ \frac{\text{m}^2}{\text{caja}} \right]}$$

$$W_{\text{cerámica}} = 17.18 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2 \text{losa}} \rightarrow W_{\text{cerámica}} = 0.0172 \left[ \frac{\text{T}}{\text{m}^2 \text{losa}} \right]$$

Finalmente, el peso por cada metro cuadrado de losa del piso es:

$$W_{\text{piso}} = W_{\text{enlucido}} + W_{\text{pegamento}} + W_{\text{cerámica}} \quad (3.5)$$

$$W_{\text{piso}} = 21 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} + 7.27 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2 \text{losa}} + 17.18 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2 \text{losa}}$$

$$W_{\text{piso}} = 45.45 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2 \text{losa}} \rightarrow W_{\text{cerámica}} = 0.0455 \left[ \frac{\text{T}}{\text{m}^2 \text{losa}} \right]$$

**3.1.5.2.4 Tumbado.** En el caso del tumbado se consideró para la vivienda una lámina de GYPSUM de 12mm MR 1.22x2.44[m]. Obteniendo así, el siguiente valor por su catálogo:

$$W_{\text{tumbado}} = 8.9 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} \rightarrow W_{\text{tumbado}} = 0.0089 \left[ \frac{\text{T}}{\text{m}^2 \text{losa}} \right]$$

**3.1.5.2.5** *Peso de losa.* Para la vivienda de interés social se definió que la losa es tipo Steel Deck, debido al ahorro de costo y facilidad constructiva. Sin embargo, para el predimensionamiento se tomó este elemento como una losa maciza para determinar su peso por cada metro cuadrado. La altura del elemento es de 14cm y la densidad del hormigón armado es  $2400 \left[ \frac{kg}{m^3} \right]$ . Por lo que, el volumen del elemento es:

$$V_{losa} = Base + Altura + Espesor \quad (3.6)$$

$$V_{losa} = 1m + 1m + 0.14m \rightarrow V_{losa} = 0.14 \frac{m^3}{m^2 losa}$$

Finalmente, el peso de la losa se calcula de la siguiente forma:

$$W_{losa} = V_{real} \cdot \gamma_h \quad (3.7)$$

$$W_{losa} = 0.14 \frac{m^3}{m^2 losa} \cdot 2400 \frac{kg}{m^3}$$

$$W_{losa} = 336 \frac{kg}{m^2 losa} \rightarrow W_{losa} = 0.336 \left[ \frac{T}{m^2 losa} \right]$$

**3.1.5.2.6** *Carga muerta para entrepiso.* Para determinar esta demanda se suman todos los pesos de la carga permanente:

$$W_{D_e} = W_{paredes} + W_{enlucidos} + W_{piso} + W_{tumbado} + W_{losa} \quad (3.8)$$

$$W_{D_e} = 159.375 \frac{kg}{m^2 losa} + 107.1 \frac{kg}{m^2 losa} + 45.45 \frac{kg}{m^2 losa} + 8.9 \frac{kg}{m^2 losa} + 336 \frac{kg}{m^2 losa}$$

$$W_{D_e} = 656.828 \frac{kg}{m^2} \rightarrow W_{D_e} = 0.656 \left[ \frac{T}{m^2} \right]$$

**3.1.5.2.7** *Carga muerta para cubierta.* La cubierta se consideró metálica para el diseño arquitectónico y real de la vivienda, buscando minimizar costos y tiempos de construcción. Sin embargo, por contingencias se decidió colocar en su demanda el 25% de la carga muerta del entrepiso, obteniendo:

$$W_{D_{cubierta}} = 0.25 (W_{D_e}) \quad (3.9)$$

$$W_{D_{cubierta}} = 0.25 \left( 656.828 \frac{kg}{m^2} \right)$$

$$W_{D_{cubierta}} = 164.21 \frac{kg}{m^2} \rightarrow W_{D_{cubierta}} = 0.164 \left[ \frac{T}{m^2} \right]$$

**3.1.5.2.8 Carga muerta para vigas y columnas.** En la etapa de prediseño se estima la carga muerta de vigas y columnas, la cual por metro cuadrado por lo general oscila entre 0.2-0.5 [t/m<sup>2</sup>]. Para el caso se definió como:

$$W_{pp} = 350 \frac{kg}{m^2} \rightarrow W_{D_{cubierta}} = 0.350 \left[ \frac{T}{m^2} \right]$$

### 3.1.6 Carga sísmica

**3.1.6.1 Cálculo de peso sísmico.** En una estructura la demanda por sismo es la misma para todos los pisos menos el de cubierta. Dado que, en este último piso las vigas y columnas no tendrán en el piso peso; la presente estructura cuenta con 2 pisos. De modo que, el peso sísmico se calculó mediante la siguiente ecuación:

$$W = \sum A_i \cdot (\text{número de pisos} - 1)(W_{D_e} + W_{pp}) + (0.5W_{pp} + W_{D_{cubierta}}) \quad (3.10)$$

Donde:

$A_i$ : Área de piso  $i$

$$W = 62.7m^2 \cdot \left[ (2 - 1) \left( 0.657 \frac{T}{m^2} + 0.35 \frac{T}{m^2} \right) \left( 0.5 \left( 0.35 \frac{T}{m^2} \right) + 0.164 \frac{T}{m^2} \right) \right]$$

$$W = 84.396[T]$$

**3.1.6.2 Zona sísmica y características del suelo.** De acuerdo con la Figura 2, obtenida de la NEC-SE-DS (2011), Guayaquil se ubica en la zona IV de zonificación sísmica, por lo que esta ciudad posee un elevado riesgo sísmico. Además, Guayaquil cuenta con una aceleración sísmica, conocida como factor  $Z$ , de 0.4 [g].

**3.1.6.3 Datos del suelo de acuerdo con el diseño sísmico.** Para el presente diseño se tuvo un suelo tipo E, por ello, según los datos de la NEC-SE-DS (2014) se tiene lo siguiente:

**Tabla 3**

*Clasificación del perfil de suelo tipo E*

<b>Tipo de perfil</b>	<b>Descripción</b>	<b>Definición</b>
E	Perfil que cumpla el criterio de velocidad de la onda de cortante, o	$V_s < 180 \text{ m/s}$
	Perfil que contiene un espesor total H mayor de 3 m de arcillas blandas	$IP > 20$ $w \geq 40\%$ $S_u < 50 \text{ kPa}$

*Nota.* Los datos presentados se obtuvieron de la Tabla 2 de la NEC-SE-DS (2014).

**3.1.6.4 Periodo de vibración de la estructura.** De acuerdo con la NEC-SE-DS (2014), el periodo fundamental T de una estructura se determina con:

$$T = C_t h_n^\alpha \quad (3.11)$$

Donde:

$C_t$ : Coeficiente dependiendo del tipo de edificio

$h_n$ : Altura estructural del edificio medida desde la base [m]

Para la selección del coeficiente, se clasificó la vivienda como una edificación de pórticos especiales de hormigón armado sin muros estructurales ni diagonales rigidizadoras.

Por lo que, de acuerdo con la normativa su valor es:

**Tabla 4**

*Coeficiente dependiente de la naturaleza de la estructura*

<b>Tipo de estructura</b>	<b><math>C_t</math></b>	<b><math>\alpha</math></b>
<b>Estructura de acero</b>		

Sin arriostramientos	0.072	0.8
Con arriostramientos	0.073	0.75
<b>Pórticos especiales de hormigón armado</b>		
Sin muros estructurales ni diagonales rigidizadoras	0.055	0.9
Con muros estructurales o diagonales rigidizadoras y para otras estructuras basadas en muros y mampostería estructurales	0.055	0.75

*Nota.* Tabla obtenida de la NEC-SE-DS (2014), que determina el coeficiente de la estructura dependiendo de su tipo.

$$C_t = 0.055$$

$$\alpha = 0.9$$

Finalmente, reemplazando se obtiene:

$$T = (0.055)(5.6)^{0.9} \rightarrow T = 0.2593 \text{ [s]}$$

### 3.1.6.5 Espectro de respuesta elástico de aceleraciones.

**3.1.6.5.1 Factores de sitio.** Para determinar el espectro de respuesta elástico de acuerdo con el espectro elástico de diseño, se debe conocer los coeficientes de amplificación del suelo. Estos coeficientes se determinan con las tablas de la NEC-SE-DS (2014) y se representan como  $F_a$ ,  $F_d$  y  $F_s$ .

#### Tabla 5

*Factores de sitio  $F_a$  conforme al perfil de suelo y la zona sísmica*

Tipo de perfil del subsuelo	Zona sísmica y factor Z					
	I	II	III	IV	V	VI
	0.15	0.25	0.3	0.35	0.4	$\geq 0.5$
A	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9
B	1	1	1	1	1	1
C	1.4	1.3	1.25	1.23	1.2	1.18

D	1.6	1.4	1.3	1.25	1.2	1.12
E	1.8	1.4	1.25	1.1	1	0.85

*Nota.* Tabla obtenida de la NEC-SE-DS (2014), factores de sitio  $F_a$  conforme al tipo de perfil del subsuelo y la zona sísmica.  $F_a$ : Coeficiente de amplificación en la zona de periodo corto.

Dado que es un suelo tipo E en una zona sísmica V, el factor de sitio es:  $F_a = 1$

**Tabla 6**

*Factores de sitio  $F_a$  conforme al perfil de suelo y la zona sísmica*

Tipo de perfil del subsuelo	Zona sísmica y factor Z					
	I	II	III	IV	V	VI
	0.15	0.25	0.3	0.35	0.4	$\geq 0.5$
A	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9
B	1	1	1	1	1	1
C	1.36	1.28	1.19	1.15	1.11	1.06
D	1.62	1.45	1.36	1.28	1.19	1.11
E	2.1	1.75	1.7	1.65	1.6	1.5

*Nota.* Tabla obtenida de la NEC-SE-DS (2014), factores de sitio  $F_d$  conforme al tipo de perfil del subsuelo y la zona sísmica.  $F_d$ : amplificación de las ordenadas del espectro elástico de respuesta de desplazamientos para diseño en roca.

Dado que es un suelo tipo E en una zona sísmica V, el factor de sitio es:  $F_d = 1.6$

**Tabla 7**

*Factores de sitio  $F_s$  conforme al perfil de suelo y la zona sísmica*

Tipo de perfil del subsuelo	Zona sísmica y factor Z					
	I	II	III	IV	V	VI
	0.15	0.25	0.3	0.35	0.4	$\geq 0.5$

A	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75
B	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75
C	0.85	0.94	1.02	1.06	1.11	1.23
D	1.02	1.06	1.11	1.19	1.28	1.4
E	1.5	1.6	1.7	1.8	1.9	2

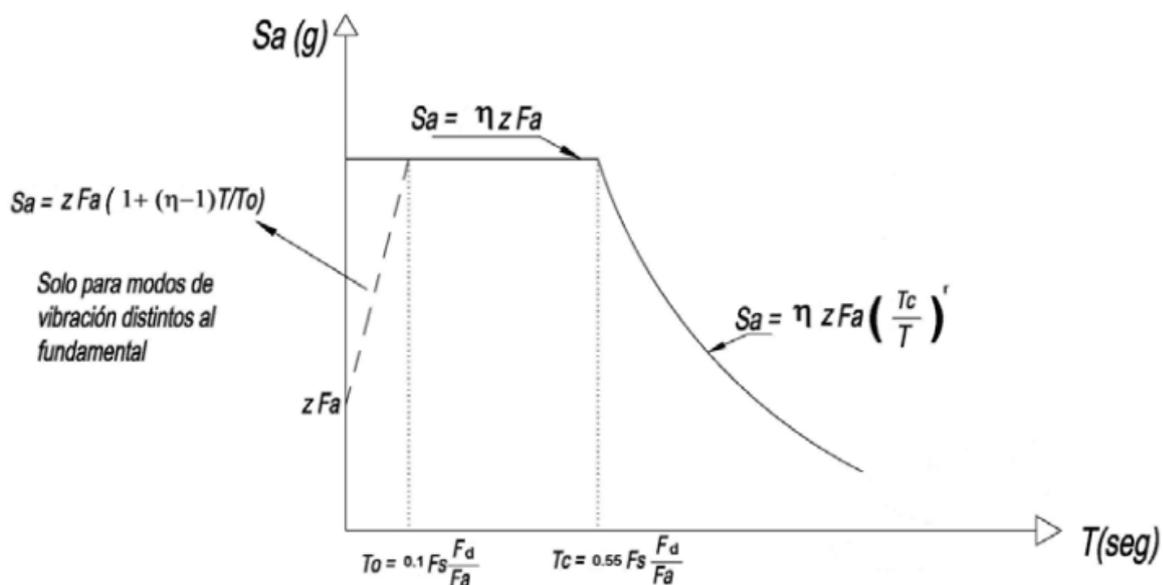
*Nota.* Tabla obtenida de la NEC-SE-DS (2014), factores de sitio  $F_s$  conforme al tipo de perfil del subsuelo y la zona sísmica.  $F_s$ : comportamiento no lineal de los suelos

Dado que es un suelo tipo E en una zona sísmica V, el factor de sitio es:  $F_s = 1.9$

**3.1.6.5.2 Espectro elástico de diseño.** El espectro elástico horizontal de diseño en aceleraciones sigue la estructura presentada en la Figura , mostrada a continuación:

#### Figura 24

*Espectro elástico de aceleraciones del sismo de diseño*



*Nota.* Figura obtenida de la NEC-SE-DS (2014), espectro de diseño sísmico dependiente del factor de la zona sísmica, tipo de suelo y coeficientes de amplificación  $F_a$ ,  $F_d$  y  $F_s$ .

Para determinar el valor de respuesta elástica de aceleraciones, se debe verificar la región en la que se encuentra el periodo fundamental de la estructura. Para ello se utilizan las fórmulas de  $T_0$  y  $T_c$  de la Figura . Primero, se calculó el valor de  $T_c$ :

$$T_c = 0.55 \cdot F_s \cdot \frac{F_d}{F_a} \quad (3.12)$$

$$T_c = 0.55 \cdot (1.9) \cdot \frac{1.6}{1}$$

$$T_c = 1.672 \text{ [s]}$$

Segundo, se calculó el valor de  $T_o$  de acuerdo con la ecuación:

$$T_c = 0.1 \cdot F_s \cdot F_d \cdot F_a \quad (3.13)$$

$$T_c = 0.1 \cdot 1.9 \cdot 1.61$$

$$T_c = 0.304 \text{ s}$$

Así, se verifica que la vibración se encuentra en la región 1, ya que, la vibración de la estructura T es menor al valor de  $T_o$  calculado. Finalmente, se calcula  $S_a$  con la siguiente ecuación:

$$S_a = zF_a \left( 1 + (\eta - 1) \cdot \frac{T}{T_o} \right) \quad (3.14)$$

Donde:

Z: Aceleración máxima en roca, dependiente de la zona sísmica

$\eta$ : Razón entre la aceleración espectral, su valor es 1.8 para provincias de la Costa excepto en Esmeraldas. Para provincias de la Sierra, Esmeraldas y Galápagos 2.48, y para provincias del Oriente 2.60.

$$S_a = (0.4)(1) \left( 1 + (1.8 - 1) \cdot \frac{0.2593}{0.304} \right)$$

$$S_a = 0.673 \text{ [g]}$$

### 3.1.7 Coeficiente de importancia

El coeficiente de importancia I incrementa la demanda sísmica de las estructuras dependiendo de su categoría. Dado que, hay estructuras como los hospitales que deben de

mantener su capacidad operativa, aún si se presentara un sismo elevado. Como la edificación es de tipo residencial, su coeficiente de importancia es 1 por la Tabla 8:

**Tabla 8**

*Coeficiente de importancia según la categoría y el uso de la edificación*

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

*Nota.* Tabla obtenida de la NEC-SE-DS (2014), coeficiente de importancia I conforme a la categoría y el destino de la edificación.

### 3.1.8 Ductilidad y factor de reducción de resistencia sísmica $R$

De acuerdo con la NEC-SE-DS (2014), el factor de reducción  $R$  permite minorar las fuerzas sísmicas de diseño, siempre y cuando la estructura y sus conexiones se diseñen con un mecanismo de falla previsible. Para su elección, se utiliza la Tabla , que depende del sistema estructural que se vaya a diseñar. Para la presente vivienda, se consideró utilizar un sistema estructural de pórticos resistentes a momentos; específicamente, de hormigón armado con vigas peraltadas. Por consiguiente, el factor de reducción de resistencia sísmica,  $R$ , es igual a 8.

#### Tabla 9

*Coefficiente  $R$  para sistemas estructurales dúctiles*

<b>Sistemas estructurales dúctiles</b>	<b><math>R</math></b>
<b>Pórticos resistentes a momentos</b>	
Pórticos especiales sismo resistentes, de hormigón armado con vigas descolgadas.	8
Pórticos especiales sismo resistentes, de acero laminado en caliente o con elementos armados de placas.	8
Pórticos con columnas de hormigón armado y vigas de acero laminado en caliente.	8

*Nota.* Tabla obtenida de la NEC-SE-DS (2014), coeficiente  $R$  para estructuras dúctiles.

### 3.1.9 Irregularidades de la edificación

Para determinar la irregularidad de la edificación es necesario realizar el predimensionamiento de todos los elementos estructurales. Para luego modelar la edificación en un programa de análisis estructural y determinar sus derivas y dimensiones adecuadas. El predimensionamiento se realizó por el método del portal y se detalla a continuación:

**3.1.9.1 Método del portal.** En un inicio, según este método se asumió que la estructura no tenía irregularidades en planta ni elevación ( $\phi_p = \phi_e = 1$ ), para determinar las dimensiones iniciales por demanda de la vivienda.

**3.1.9.1.1 Distribución de fuerzas sísmicas.** Para determinar la distribución vertical de fuerzas sísmicas, primero se definió el coeficiente de respuesta sísmico  $C_s$ , mediante la siguiente fórmula:

$$C_s(T) = \frac{S_a \cdot I}{R \cdot \phi_p \cdot \phi_e} \quad (3.15)$$

$$C_s(T) = \frac{(0.673) \cdot (1)}{8 \cdot 1 \cdot 1} \rightarrow C_s(T) = 0.0841[g]$$

Además de determinarse el coeficiente relacionado con el periodo de vibración de la estructura, de acuerdo con la tabla de la NEC-SE-DS (2014).

**Tabla 10**

*Coeficiente k relacionado con el periodo de vibración de la estructura (T).*

Valores de T (s)	k
$\leq 0.5$	1
$0.5 < T \leq 2.5$	$0.75 + 0.50 T$
$> 2.5$	2

*Nota.* Tabla obtenida de la NEC-SE-DS (2014), coeficiente k dependiente del periodo T.

Dado que, el periodo de la estructura calculado es de 0.26[s] el coeficiente k es 1. Por otro lado, con el valor del coeficiente de respuesta sísmico se determinó el cortante basal.

Aplicando la siguiente ecuación:

$$V = C_s \cdot W \quad (3.16)$$

$$V = (0.0841g) \cdot (84.396T)$$

$$V = 7.0988(g)T$$

Así, se calculó y elaboró una tabla con la distribución de vertical de fuerzas sísmicas actuantes por cada piso. En la cual, el factor de distribución vertical del piso 1 (Columna 4), se identificó por la siguiente relación:

$$C_{vx} = \frac{w_i h_i^k}{\sum_{i=1}^n w_i * h_i} \quad (3.17)$$

$$C_{vx} = \frac{176.759}{295.861} \rightarrow C_{vx} = 0.597$$

Del mismo modo, se determinó la fuerza sísmica lateral del nivel 1 (Columna 5) por la siguiente ecuación:

$$F_i = C_{vy} \cdot V_y \quad (3.18)$$

$$F_i = (0.597) \cdot (7.0988)$$

$$F_i = 4.238$$

Por último, la obtención del cortante sísmico (Columna 6) siguió la siguiente fórmula:

$$V = \sum_{i=1}^n F_i \quad (3.19)$$

$$V = 2.86 + 4.24$$

$$V = 7.099$$

**Tabla 11**

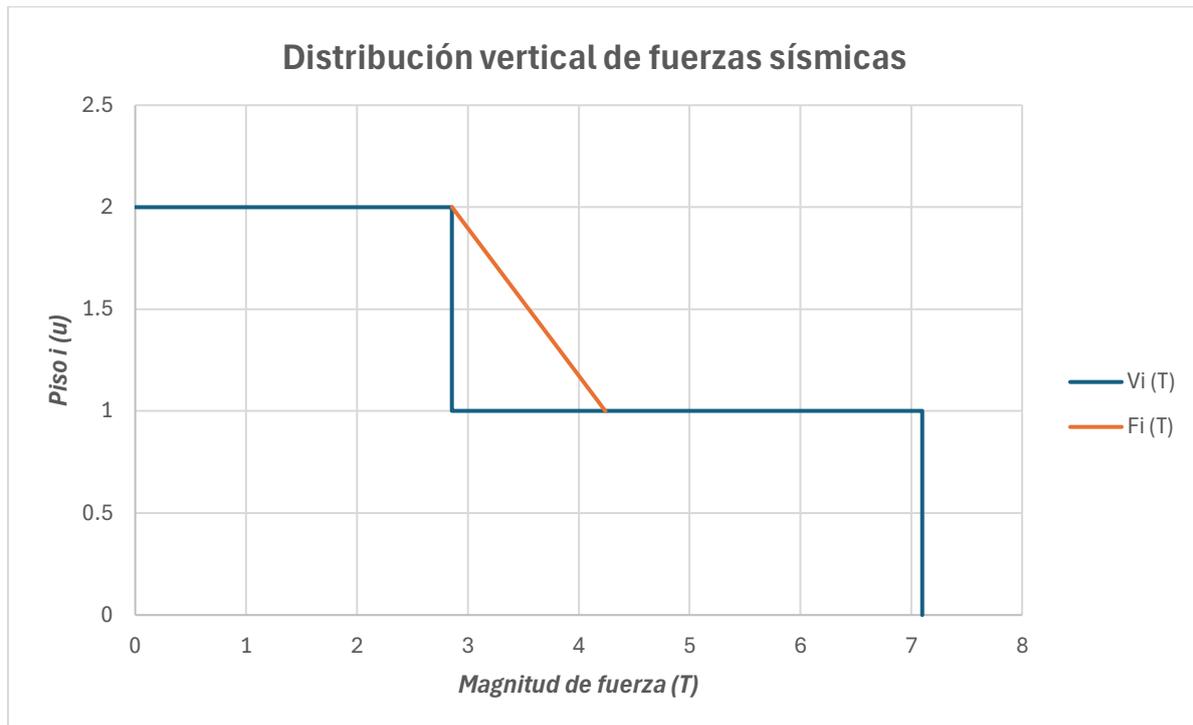
*Distribución de fuerza sísmica actuante en cada piso*

Piso	Altura de Piso (m)	Peso del Piso (t)	$h_i^k \cdot w_i$	$C_v$ (t)	$F_i$ (t)	$V_i$ (t)
2	5.6	21.27	119.102	0.403	2.86	2.86
1	2.8	63.128	176.759	0.597	4.24	7.099
Suma			295.861			

*Nota.* La altura de cada piso se refiere a la altura estructural de la vivienda, sin contar el acabado por mampostería. Elaboración propia.

**Figura 25**

*Distribución vertical de fuerzas sísmicas*



*Nota.* Gráfico elaborado en Microsoft Excel.

**3.1.9.1.2 Cálculo de momento sísmico.** En este paso se seleccionó el pórtico principal de estructura (1-4), y se distribuyó la fuerza sísmica en cada elemento de manera homogénea. Cabe aclarar que se dividió la fuerza para 3 asumiendo un caso crítico, debido a que los ejes no están divididos de manera simétrica. Esto se visualiza a continuación:

**Tabla 12**

*Método del Portal para el Pórtico Principal (1-4)*

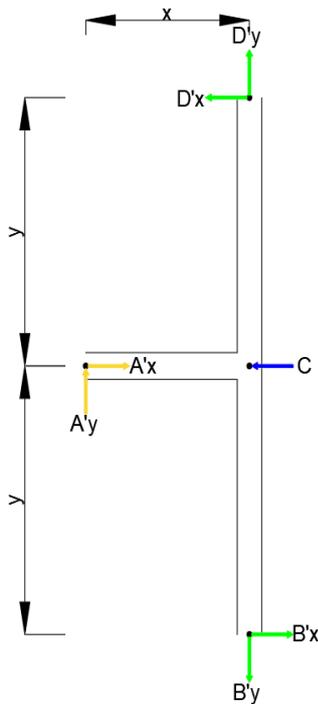
Piso	Altura	$F_x/3$	$F_x \times Piso$	$V_c$
2	5.6	0.953	0.953	0.238
1	2.8	1.414	2.366	0.592

*Nota.* Tabla de elaboración propia.

Luego de determinarse la distribución de fuerza sísmica por cada pórtico, aplicando estática se determinó el momento sísmico del piso 1. Utilizando la distribución de fuerzas y reacciones mostrada a continuación:

**Figura 26**

*Reacciones y fuerza sísmica C del pórtico principal para el piso 1*



*Nota.* Las variables  $x$  y  $y$ , representan la mitad de la longitud de la viga esquinera en los ejes  $x$  y  $y$  respectivamente. Elaboración propia.

**Tabla 13**

*Determinación de momento sísmico del pórtico para el piso 1*

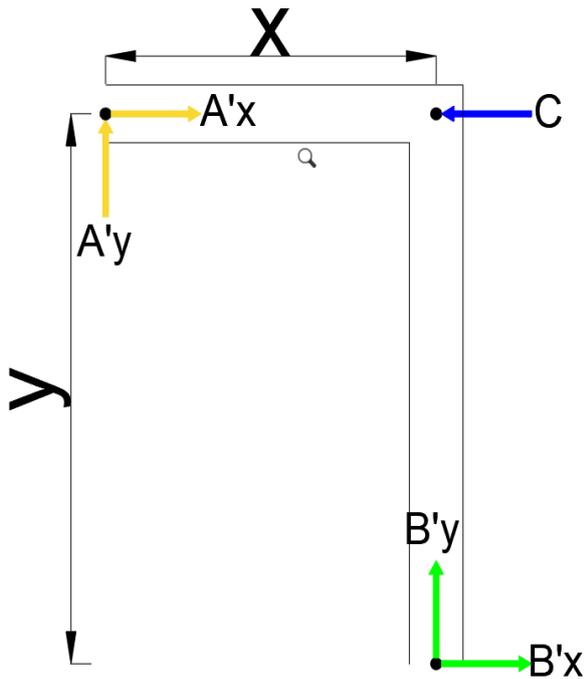
Longitudes		Reacciones				$F_x$	Momento sísmico
$x$ (m)	$y$ (m)	$A_x$ (T)	$A_y$ (T)	$B_x$ (T)	$B_y$ (T)	$C$ (T)	$M_{S1}$ (T · m)
1.6	1.4	1.060	0.726	0.592	0.934	1.414	1.162

*Nota.* Tabla de elaboración propia.

Así mismo, se determinó el momento sísmico para el piso 2 usando la distribución mostrada a continuación:

**Figura 27**

Reacciones y fuerza sísmica  $C$  del pórtico principal para el piso 2



*Nota.* Las variables  $x$  y  $y$ , representan la mitad de la longitud de la viga esquinera en los ejes  $x$  y  $y$  respectivamente. Elaboración propia.

**Tabla 14**

*Determinación de momento sísmico del pórtico para el piso 2*

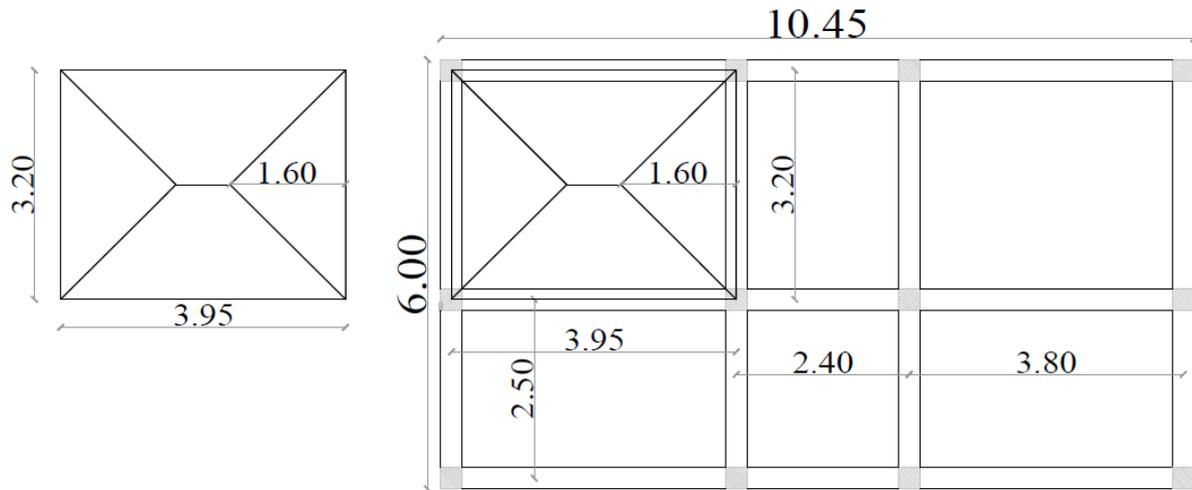
Longitudes		Reacciones				$F_x$	Momento sísmico
$x$ (m)	$y$ (m)	$A_x$ (T)	$A_y$ (T)	$B_x$ (T)	$B_y$ (T)	$C$ (T)	$M_{S1}$ (T · m)
1.6	1.4	0.714	0.208	0.238	-0.208	0.953	0.333

*Nota.* Tabla de elaboración propia.

**3.1.9.1.3 Predimensionamiento de vigas.** Luego de determinar el momento sísmico actuante en cada piso de la estructura, se debe definir las cargas y momentos de acuerdo con el ancho de influencia de la viga. Esto se define mediante diagonales a  $45^\circ$  en los nodos, pudiendo formar triángulos o trapecios, denotado a continuación:

**Figura 28**

Ancho tributario de la viga 1 del Eje 1 (De A-B)



Nota. Elaboración propia.

Dado que para la viga el área de aportación es un triángulo, se calcula esta con la siguiente ecuación:

$$A_{tr} = \frac{b \cdot h}{2} \quad (3.20)$$

$$A_{tr} = \frac{3.2m \cdot 1.6m}{2} \rightarrow A_{tr} = 2.56 [m^2]$$

Por otro lado, el ancho de influencia se calcula con:

$$An_{infl} = \frac{A_{tr}}{b} \quad (3.21)$$

$$An_{infl} = \frac{2.56m^2}{3.2m} \rightarrow An_{infl} = 0.8 [m]$$

Así, las cargas y momentos para el elemento se determinaron utilizando las ecuaciones mostradas posteriormente. Para ello, primero se determina la carga muerta por  $m^2$ , para las vigas únicamente se definió un peso propio aproximado de  $0.20 \left[ \frac{T}{m^2} \right]$ :

$$C_M = W_d + W_{pp(vigas)} \quad (3.22)$$

$$C_M = 0.66 \frac{T}{m^2} + 0.20 \frac{T}{m^2} \rightarrow C_M = 0.86 \left[ \frac{T}{m^2} \right]$$

Entonces, para la carga muerta por metro lineal se tiene:

$$q_M = C_M \cdot An_{infl} \quad (3.23)$$

$$q_M = 0.86 \frac{T}{m^2} \cdot 0.8m \rightarrow q_M = 0.688 \left[ \frac{T}{m} \right]$$

Carga viva por metro lineal:

$$q_V = C_V \cdot An_{infl} \quad (3.24)$$

$$q_V = 0.204 \frac{T}{m^2} \cdot 0.8m \rightarrow q_V = 0.163 \left[ \frac{T}{m} \right]$$

Momento de la carga muerta:

$$M_M = \frac{q_M \cdot b^2}{10} \quad (3.25)$$

$$M_M = \frac{0.688 \frac{T}{m} \cdot (3.2m)^2}{10} \rightarrow M_M = 0.70 [T \cdot m]$$

Momento de la carga viva:

$$M_V = \frac{q_V \cdot b^2}{10} \quad (3.26)$$

$$M_V = \frac{0.163 \frac{T}{m} \cdot (3.2m)^2}{10} \rightarrow M_V = 0.167 [T \cdot m]$$

Por lo tanto, ahora se obtiene el momento de diseño utilizando las siguientes combinaciones de carga. La combinación 1 se define como:

$$C_1 = 1.2M_M + 1.6M_V \quad (3.27)$$

Mientras que, la combinación 2:

$$C_2 = 1.2M_M + M_S + M_V \quad (3.28)$$

De modo que, al reemplazar los valores en las fórmulas se obtiene:

**Tabla 15***Determinación de momento último de diseño para la viga*

Piso	$M_M$	$M_V$	$M_S$	$C_1$	$C_2$	$M_u$
2	0.70	0.167	0.333	1.110	1.343	1.343
1	0.70	0.167	1.162	1.110	2.171	2.171

*Nota.* Tabla de elaboración propia.

Finalmente, se definen las alturas de las vigas usando la fórmula teórica del peralte y de la altura. Tomando como datos iniciales que la base la viga es 30[cm], el recubrimiento 4[cm],  $f'_c = 210 \left[ \frac{kg}{cm^2} \right]$ , diámetro del estribo 10[mm] y diámetro de la varilla longitudinal 14[mm]. Para el peralte la relación es:

$$d = \sqrt{\frac{M_u}{0.145 \cdot f'_c \cdot b_w}} \quad (3.29)$$

Para la altura:

$$H = d + rec + \frac{\phi_{long}}{2} + \phi_{est} \quad (3.30)$$

**Tabla 16***Predimensionamiento de vigas*

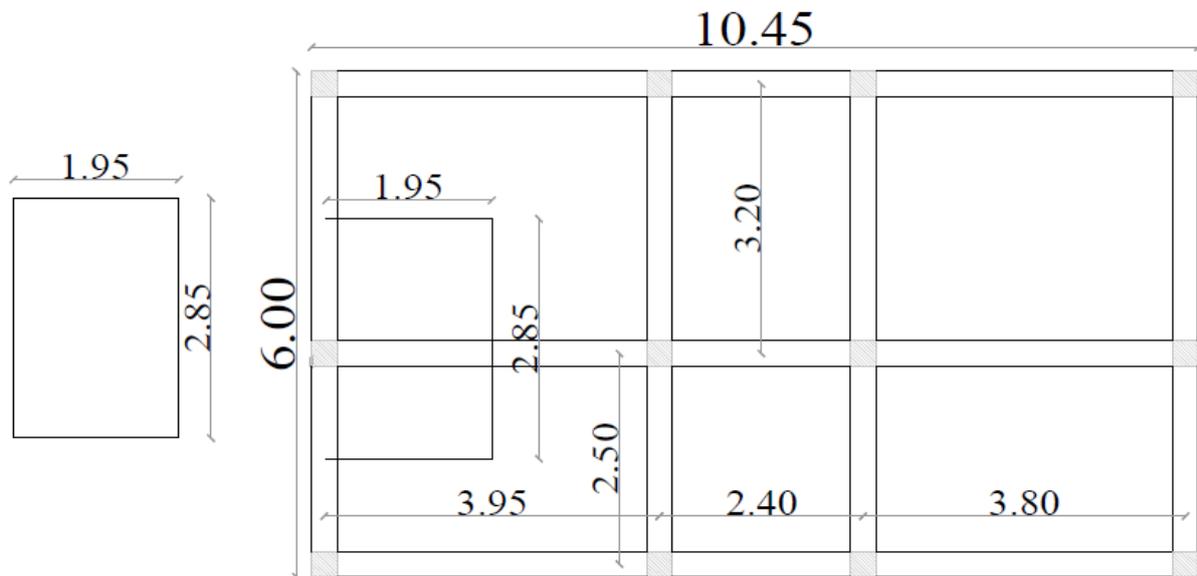
Piso	$M_u [T \cdot m]$	$d [cm]$	$H [cm]$	$H_{selec} [cm]$
2	1.343	12.124	17.824	20
1	2.171	15.416	21.116	25

*Nota.* La última columna representa el valor redondeado seleccionado para el modelamiento de la sección en el programa de análisis estructural. Tabla de elaboración propia.

**3.1.9.1.4 Predimensionamiento de columnas.** Para esta sección se determina la carga axial actuante en cada piso. Por ello, primero se determina el área de influencia:

**Figura 29**

Ancho tributario de la columna del piso 1



Nota. Elaboración propia.

Dado que, el área de influencia es un rectángulo, se utiliza la siguiente ecuación:

$$A_{rect} = b \cdot h \quad (3.31)$$

$$A_{rect} = 1.95m \cdot 2.85m \rightarrow A_{rect} = 5.56 [m^2]$$

Para el predimensionamiento de columnas se trabajó con el factor de elemento de carga viva “ $K_{LL}$ ” (Alderliesten, 2024). El cual se obtiene mediante la Tabla 17:

**Tabla 17**

Factor de elemento de carga viva

Elemento	$K_{LL}^a$
Columnas interiores	4
Columnas exteriores sin losas en voladizo	4
Columnas de borde con losas en voladizo	3
Columnas esquineras con losas en voladizo	2

Nota. Tabla obtenida de Alderliesten (2024) , con valores del factor de elemento de carga viva solo para elementos tipo columnas.

En la vivienda unifamiliar no existen losas en voladizo, por ello, para todas las columnas -interiores y exteriores- el factor  $K_{LL}$  es igual a 4. Este factor se utilizó para determinar si se puede reducir la carga viva en el diseño, para esto se debe cumplir con la siguiente relación:

$$K_{LL} \cdot A_i \geq 37.16m^2 \quad (3.32)$$

$$K_{LL} \cdot A_i = 4 \cdot 5.56m^2$$

$$K_{LL} \cdot A_i = 22.24 [m^2] \rightarrow 22.24 [m^2] < 37.16m^2$$

Dado que, la relación no se cumplió, la carga viva no puede ser reducida y mantiene su magnitud. Ahora, mediante la ecuación de la NEC-SE-DS (2014) se determinó la carga axial en la columna por cada piso:

$$P_i = A_i(W_M + W_V + W_{pp}) \cdot N_p \quad (3.33)$$

Donde:

$N_p$ : Número de pisos

$$P_1 = 5.56m^2 \cdot \left(0.66 \frac{T}{m^2} + 0.204 \frac{T}{m^2} + 0.35 \frac{T}{m^2}\right) \cdot 2$$

$$P_1 = 13.46 [T]$$

Una vez determinar la carga axial, se determina el área de la sección transversal de la columna, aplicando la siguiente ecuación:

$$A_c = \frac{P_i}{\alpha \cdot f'_c} \quad (3.34)$$

Donde:

$\alpha$ : Factor dependiente del tipo de columna. Siendo su valor 0.17 en columnas esquineras, 0.20 columnas exteriores y 0.25 columnas interiores.

Para el caso, se escogió un valor promedio para  $\alpha$  en el diseño de las columnas. Siendo este, la suma de todos los casos para el número de casos, dando un valor de 0.21.

$$A_c = \frac{13.46 T}{0.21 \cdot 0.21 \frac{T}{cm^2}}$$

$$A_c = 305.164 [cm^2]$$

Siendo que, las columnas de la vivienda son cuadradas, se aplica raíz cuadrada al área gruesa para determinar su base, la cual es igual a su altura.

$$b = h = \sqrt{A_c} \quad (3.35)$$

$$b = h = \sqrt{305.164 cm^2}$$

$$b = h = 17.47 [cm]$$

Finalmente, al redondear el valor se obtiene que por demanda la estructura necesita columnas de 20x20cm. Sin embargo, según lo expuesto en la NEC-SE-DS (2014), la base mínima de una columna es 30cm, para soportar de correcta forma las demandas sísmicas. Por ello, se mantuvo las dimensiones del diseño arquitectónico.

### **3.1.10 Modelado de la estructura de la VIS en un software de análisis estructural**

Después de la etapa de prediseño y predimensionamiento, se procedió a modelar la estructura de la vivienda de interés social propuesta en un software de análisis estructural.

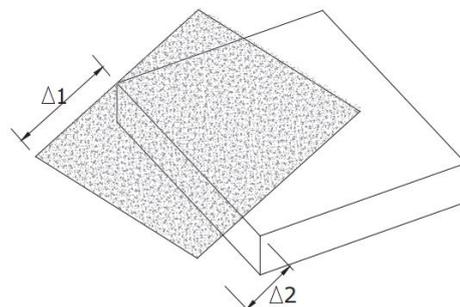
**3.1.10.1 Irregularidades de la edificación.** Luego de realizar el modelado, se debe verificar las irregularidades de la edificación. Para determinar si la asunción de la regularidad estructural es correcta, y el predimensionamiento de los elementos estructurales es el adecuado. Según la NEC-SE-DS (2014), una estructura se considera regular si no presenta irregularidades en planta y en elevación, según lo descrito a continuación.

**3.1.10.1.1 Irregularidades en planta.** De acuerdo con lo establecido en la normativa ecuatoriana, existen cuatro tipos de irregularidades en planta. Siendo el primer tipo la irregularidad torsional, denotado a continuación:

**Tabla 18***Coeficiente de irregularidad en planta tipo uno***Tipo 1.- Irregularidad torsional**

$$\phi_{pi} = 0.9$$

$$\Delta > 1.2 \frac{(\Delta_1 + \Delta_2)}{2}$$



Existe irregularidad por torsión, cuando la máxima deriva de piso de un extremo de la estructura calculada incluyendo la torsión accidental y medida perpendicularmente a un eje determinado, es mayor que 1,2 veces la deriva promedio de los extremos de la estructura con respecto al mismo eje de referencia.

*Nota.* Tabla obtenida de la NEC-SE-DS (2014), irregularidad torsional.

Utilizando el programa de análisis estructural se determinó la máxima deriva por piso, y se verificó si esta deriva cumplía con la condición estipulada en la Tabla 18. Comprobando así, que la edificación no posee irregularidades de tipo uno, es decir,  $\phi_{pi} = 1$ .

**Tabla 19***Verificación de irregularidad en planta de tipo uno*

Story	Output Case	Max Drift [m]	Avg Drift [m]	Deriva	Comprobar
Story2	$S_x Est$	0.00089	0.00088	1.008	Regular
Story2	$S_y Est$	0.00092	0.00090	1.013	Regular
Story1	$S_x Est$	0.001197	0.00119	1.008	Regular
Story1	$S_y Est$	0.00122	0.00121	1.013	Regular

*Nota.* Tabla de elaboración propia.

Segundo, para la irregularidad de tipo dos se siguió la siguiente condición:

**Tabla 20**

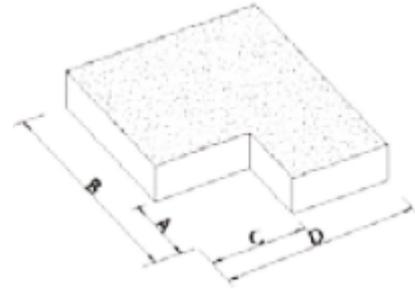
*Coefficiente de irregularidad en planta tipo dos*

**Tipo 2.-** Retrocesos excesivos en las esquinas

$$\phi_{pi} = 0.9$$

$$A > 0.15B \text{ y } C > 0.15D$$

La configuración de una estructura se considera irregular cuando presenta entrantes excesivos en sus esquinas. Un entrante en una esquina se considera excesivo cuando las proyecciones de la estructura, a ambos lados del entrante, son mayores que el 15% de la dimensión de la planta de la estructura en la dirección del entrante.



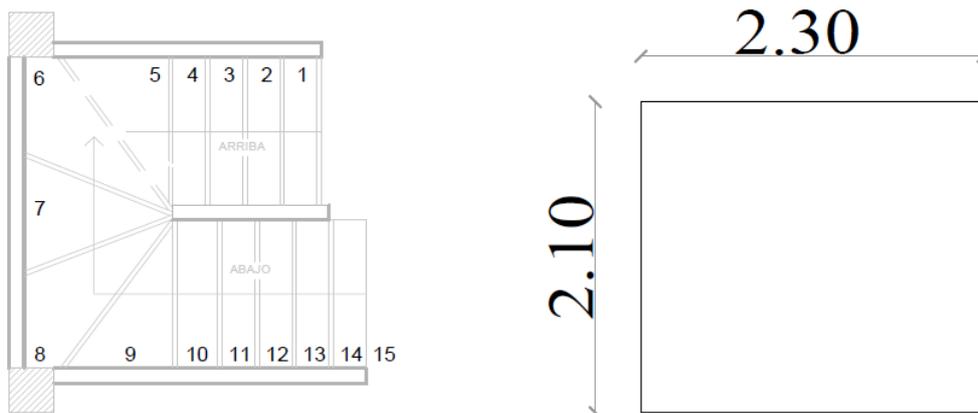
*Nota.* Tabla obtenida de la NEC-SE-DS (2014), retrocesos excesivos en las esquinas.

En la irregularidad de retrocesos excesivos en las esquinas se visualizó la Figura 28 y Figura 29, las cuales presentan la vista en planta de la estructura en el piso 1 y 2. Dado que, la estructura se asemeja a un cajón o rectángulo, no posee entrantes y  $\phi_{pi} = 1$ .

Tercero, en la irregularidad de tipo tres se comprobó que la estructura no tiene discontinuidades en el sistema de piso.

**Figura 30**

*Discontinuidad en la losa por la escalera*



*Nota.* Elaboración propia.

Dado que la vivienda es 2 pisos con una losa continua, la única apertura que tiene, es el espacio donde se ubica la escalera de la vivienda. Una vez conocidas las dimensiones de la apertura, con la tabla mostrada a continuación se procedió a corroborar la condición a:

### Tabla 21

*Coefficiente de irregularidad en planta tipo tres*

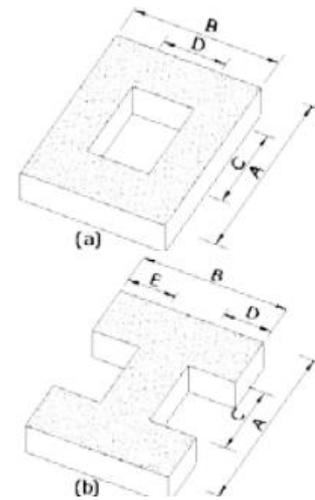
**Tipo 3.-** Discontinuidades en el sistema de piso

$$\phi_{pi} = 0.9$$

$$a) C \times D > 0.5A \times B$$

$$b) [C \times D + C \times E] > 0.5A \times B$$

La configuración de la estructura se considera irregular cuando el sistema de piso tiene discontinuidades apreciables o variaciones significativas en su rigidez, incluyendo las causadas por aberturas, entrantes o huecos, con áreas mayores al 50% del área total del piso o con cambios en la rigidez en el plano del sistema de piso de más del 50% entre niveles consecutivos.



*Nota.* Tabla obtenida de la NEC-SE-DS (2014), discontinuidades en el sistema de piso.

$$C \times D > 0.5 A \times B \quad (3.36)$$

$$C \times D = 2.3 \cdot 2.1 < 0.5 A \times B = 0.5 \cdot 6 \cdot 10.45$$

$$C \times D = 4.83 < 0.5 A \times B = 31.35$$

Dado que, no se cumple la condición se verifica que la edificación no posee irregularidades de tipo tres, es decir,  $\phi_{pi} = 1$ .

Finalmente, se determinó el valor del coeficiente para la irregularidad de tipo cuatro, siguiendo lo estipulado en la NEC-SE-DS (2014). Ya que, los ejes estructurales se encuentran de forma paralela, se determinó que la estructura no posee irregularidades de tipo cuatro, es decir,  $\phi_{pi} = 1$ . A continuación, se muestra la condición de este tipo de irregularidad:

**Tabla 22**

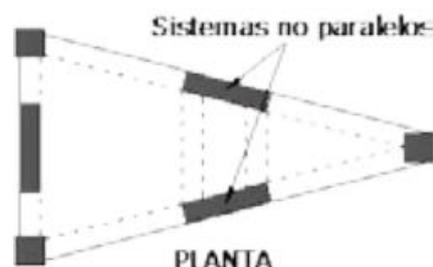
*Coefficiente de irregularidad en planta tipo cuatro*

---

**Tipo 4.-** Ejes estructurales no paralelos

$$\phi_{Pi} = 0.9$$

La estructura se considera irregular cuando los ejes estructurales no son paralelos o simétricos con respecto a los ejes ortogonales principales de la estructura.




---

*Nota.* Tabla obtenida de la NEC-SE-DS (2014), ejes estructurales no paralelos.

Así, como la estructura no posee ninguno de estos tipos de irregularidad en sus niveles, se determinó que la estructura es regular en planta  $\phi_p = 1$ .

**3.1.10.1.2 Irregularidades en elevación.** De acuerdo con lo enunciado en la NEC-SE-DS (2014), existen tres tipos de irregularidades en elevación. De los cuales, el primero establece la siguiente condición:

**Tabla 23**

*Coefficiente de irregularidad en elevación tipo uno*

---

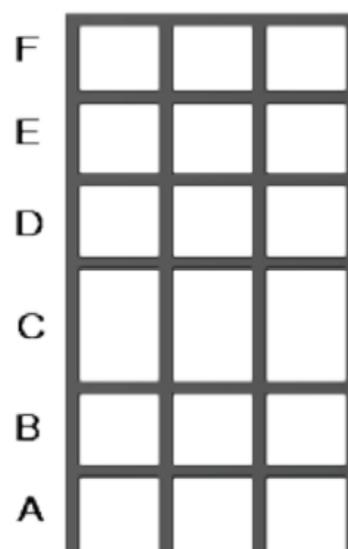
**Tipo 1.-** Piso flexible

$$\phi_{Ei} = 0.9$$

$$Rigidez K_c < 0.70 Rigidez K_D$$

$$Rigidez < 0.8 \frac{(K_D + K_E + K_F)}{3}$$

La estructura se considera irregular cuando la rigidez lateral de un piso es menor que el 70% de la rigidez lateral del piso superior o menor que el 80 % del promedio de la rigidez lateral de los tres pisos superiores.




---

*Nota.* Tabla obtenida de la NEC-SE-DS (2014), Piso flexible.

Mediante el programa de análisis estructural se determinó que la estructura no posee irregularidades de piso flexible, es decir,  $\phi_{Ei} = 1$ . Comprobando la relación de la rigidez entre pisos de la NEC-SE-DS (2014), en la tabla mostrada a continuación:

**Tabla 24**

*Verificación de irregularidad en elevación tipo uno*

Story	Output Case	Stiff X	Stiff Y	Comprobar	
		T/m	T/m		
Story2	$S_x Est$	5792.836	0	-	-
Story1	$S_x Est$	7504.929	0	No irregular	No irregular
Story2	$S_y Est$	0	5619.065	-	-
Story1	$S_y Est$	0	7351.172	No irregular	No irregular

*Nota.* Tabla de elaboración propia en Excel.

Por otro lado, en la irregularidad de tipo dos se comprobó la distribución de masa de la vivienda, mediante la siguiente condicionante:

**Tabla 25**

*Coefficiente de irregularidad en elevación tipo dos*

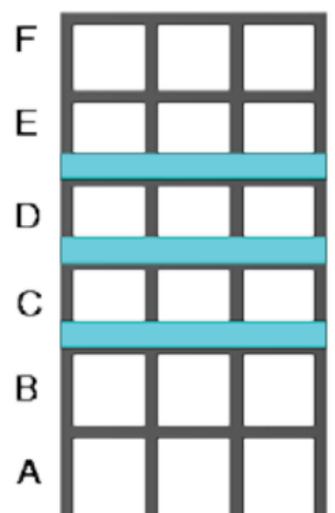
**Tipo 2.-** Distribución de masa

$$\phi_{Ei} = 0.9$$

$$m_D > 1.50 m_E \quad \text{o}$$

$$m_D > 1.50 m_C$$

La estructura se considera irregular cuando la masa de cualquier piso es mayor que 1,5 veces la masa de uno de los pisos adyacentes, con excepción del piso de cubierta que sea más liviano que el piso inferior.



*Nota.* Tabla obtenida de la NEC-SE-DS (2014), Piso flexible.

Utilizado el programa de análisis estructural se verificó que la VIS no posee irregularidades en elevación tipo dos, es decir,  $\phi_{Ei} = 1$  según la relación de la NEC-SE-DS (2014). Lo cual, se muestra a continuación:

**Tabla 26**

*Verificación de irregularidad en elevación tipo dos*

Story	P (Acumulado) [T]	Carga por piso [T]	Comprobar
Story2	42.4863	42.4863	
Story1	101.2544	58.7681	No irregular

*Nota.* Tabla de elaboración propia en Excel.

Finalmente, se determinó el valor del coeficiente para la irregularidad de tipo tres de la VIS, de acuerdo con la NEC-SE-DS (2014). Ya que, no hay irregularidad geométrica, es decir, los pisos tienen dimensiones iguales los pisos tienen dimensiones iguales, se verifica que la estructura no posee irregularidad de tipo tres  $\phi_{Ei} = 1$ . Acto seguido, se visualiza la condición de esta irregularidad:

**Tabla 27**

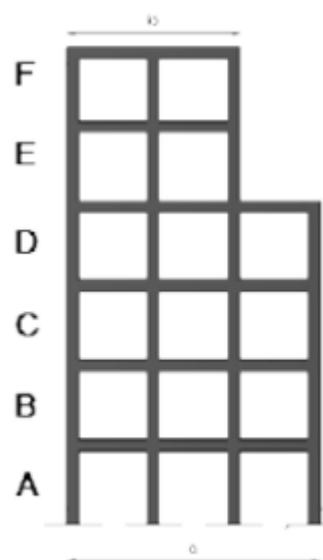
*Coeficiente de irregularidad en elevación tipo tres*

**Tipo 3.- Irregularidad geométrica**

$$\phi_{Ei} = 0.9$$

$$a > 1.3b$$

La estructura se considera irregular cuando la dimensión en planta del sistema resistente en cualquier piso es mayor que 1,3 veces la misma dimensión en un piso adyacente, exceptuando el caso de los altillos de un solo piso.



*Nota.* Tabla obtenida de la NEC-SE-DS (2014), Piso flexible.

Puesto que, la estructura no posee ninguna irregularidad en elevación, se determinó que la estructura es regular en esta disposición  $\phi_E = 1$ . Así, al no tener ninguna irregular, la asunción inicial de estructura regular es correcta, por lo que, el predimensionamiento es el adecuado para los elementos estructurales de la VIS.

**3.1.10.2 Límites permisibles de deriva.** Este límite se trata del desplazamiento que experimenta el piso del edificio cuando se somete a fuerzas laterales, como las generadas por un sismo o vientos en la construcción de edificaciones. Por ello, se debe tomar en consideración que este valor no puede exceder del 2%.

**Tabla 28**

*Límites permisibles de las derivas de los pisos*

<b>Estructuras de:</b>	<b><math>\Delta_M</math> máxima (sin unidad)</b>
Hormigón armado, estructuras metálicas y de madera	0.02
De mampostería	0.01

*Nota.* Tabla obtenida de la NEC-SE-DS (2014), valores de  $\Delta_M$  máximos.

Haciendo uso del programa de análisis estructural se obtuvo las derivas elásticas en el eje X y Y de la estructural. Los cuales, se utilizaron para determinar si se cumple las derivas admisibles, aplicando las siguientes ecuaciones:

Deriva elástica/altura de piso:

$$C_4 = \frac{D_{elastica}}{h} \quad (3.37)$$

Deriva de la estructura de acuerdo con la fuerza lateral:

$$C_5 = \frac{D_{elastica}}{h} \cdot R \cdot \frac{3}{4} \quad (3.38)$$

Al calcular las derivas presentes en la VIS, se determinó que el máximo valor es 0.259%, por lo cual la estructura cumple con las derivas admisibles. A continuación, se muestra las tablas resumen de lo obtenido y calculado.

**Tabla 29**

*Datos de las derivas elásticas obtenidas del programa de análisis estructural*

Story	Output Case	Deriva elástica X [m]	Deriva elástica Y [m]
Story2	$S_x Est$	0.00088	2.00E-06
Story1	$S_x Est$	0.001188	4.00E-06
Story2	$S_y Est$	1.20E-05	0.000904
Story1	$S_y Est$	1.70E-05	0.001207

*Nota.* Tabla de elaboración propia en Excel, datos obtenidos del programa de análisis estructural.

**Tabla 30**

*Verificación de derivas admisibles*

Deriva Elástica/altura de piso		Deriva Inelástica: $\frac{D}{h} \cdot R \cdot \frac{3}{4}$		Deriva Admisible	¿Cumple deriva admisible?	
X	Y	X	Y		X	Y
0.0003143	7.14E-07	0.189%	0.000%	2%	Cumple	Cumple
0.0004243	1.43E-06	0.255%	0.001%	2%	Cumple	Cumple
4.286E-06	3.23E-04	0.003%	0.194%	2%	Cumple	Cumple
6.071E-06	4.31E-04	0.004%	0.259%	2%	Cumple	Cumple

*Nota.* Tabla de elaboración propia en Excel, cálculo y verificación de deriva admisible.

**3.1.10.3 Índice de estabilidad.** De acuerdo con la NEC-SE-DS (2014), el

índice de estabilidad se define como:

$$Q_i = \frac{P_i \cdot \Delta_i}{V_i \cdot h_i} \quad (3.39)$$

Donde:

P<sub>i</sub>: Suma de la carga vertical total sin mayorar

$\Delta_i$ : Deriva del piso

$V_i$ : Cortante basal

$h_i$ : Altura del piso

Para este caso se debe cumplir que el índice de estabilidad sea menor o igual a 0.30 en todos los casos. Así, utilizando el programa de análisis estructural se determinó que el valor para todos los casos es de 0, por lo cual, la estructura se considera estable. Lo mencionado se muestra a continuación:

**Tabla 31**

*Cálculo del índice de estabilidad en X y Y*

Story	Caso	P [T]	$V_X$ [T]	$V_Y$ [T]	Deriva	Deriva	$H_i$ [m]	$Q_i$ X	$Q_i$ Y	$C_1$ X	$C_2$ Y
					elástica X [m]	elástica Y [m]					
Story2	$S_x Est$	0	5.10	-	0.00088	2.0E-06	2.8	0	-	OK	-
Story1	$S_y Est$	0	8.91	-	1.70E-05	0.00121	2.8	0	-	OK	-

*Nota.* Tabla de elaboración propia en Excel, cálculo y verificación de índice de estabilidad.

#### 3.1.10.4 Cortante basal de diseño/corregido y comprobación de peso

**sísmico.** Al inicio del predimensionamiento se idealizó la estructura para realizar el modelado en el programa de análisis estructural. Por lo cual, al determinar que la estructura cumple con las derivas e irregularidades, es necesario corregir el cortante basal y el peso sísmico para obtener las demandas reales de la estructura. Por ello, primero se obtuvo el peso sísmico según el programa, el cual tiene un valor de  $W_{programa} = 101.25 [T]$ . A su vez, se calculó el porcentaje de error entre lo obtenido del programa y el cálculo manual.

$$\%error = \frac{W_{teórico} - W_{programa}}{W_{teórico}} \quad (3.40)$$

$$\%error = \frac{101.25 T - 84.396 T}{101.25 T} \rightarrow \%error = 16.65\%$$

Luego de obtenido el porcentaje de error, se procede a comprobar que el periodo fundamental del programa y teórico se encuentren dentro del rango ideal. Para ello se obtienen los periodos del programa de análisis estructural:

**Tabla 32**

*Período fundamental de la estructura modelada*

Case	Mode	Period [s]	$U_X$	$U_Y$
Modal	Eje X	0.289	0.0006	0.9287
Modal	Eje Y	0.286	0.9325	0.0006

*Nota.* Tabla de elaboración propia en Excel, valores obtenidos del programa.

Para considerarse adecuado lo realizado, se debe cumplir la siguiente relación:

$$T(M_2) \leq 1.3 \cdot T(M_1) \quad (3.41)$$

Donde:

$T(M_2)$ : Vibración de la estructura en el programa

$T(M_1)$ : Vibración de la estructura en cálculos manuales

Reemplazando en el eje X se obtiene que la relación se cumple:

$$0.289 \leq 1.3 \cdot (0.259)$$

$$0.289 \leq 0.337 \text{ OK}$$

Reemplazando en el eje Y se obtiene que la relación se cumple:

$$0.286 \leq 1.3 \cdot (0.259)$$

$$0.286 \leq 0.337 \text{ OK}$$

Verificado que el periodo del programa cumple la relación, se procede a recalcular el cortante basal, considerando el periodo de mayor valor. Dado que, el valor de 0.289 es menor a  $T_o$ , se calcula  $S_a$  con la ecuación (3.14). Reemplazando se obtiene:

$$S_a = (0.4)(1) \left( 1 + (1.8 - 1) \cdot \frac{0.286}{0.304} \right) \rightarrow S_a = 0.704 [g]$$

Una vez calculado el espectro de respuesta elástico, se determina el coeficiente de respuesta sísmico con la ecuación (3.15).

$$C_s(T) = \frac{(0.704) \cdot 1}{8 \cdot 1 \cdot 1} \rightarrow C_s(T) = 0.088 [g]$$

Además, por la Tabla 10 se verifica que el periodo es menor a 0.5, por lo que el valor de k es 1. Así, se aplica la ecuación (3.16) y se determina el cortante basal necesario, utilizando el peso sísmico del programa.

$$V_{nec} = (0.088g) \cdot (101.25 T) \rightarrow V_{nec} = 8.913(g)T$$

Subsecuentemente, se ingresó al programa de análisis estructural y se obtuvo el cortante basal calculado por el programa. De lo cual, se obtuvo lo siguiente:

**Tabla 33**

*Cortante basal calculado por el programa de análisis estructural*

$V_{programa}$	$F_X [T]$	$F_Y [T]$
$S_x Est$	8.6332	0
$S_y Est$	0	8.5945

*Nota.* Tabla de elaboración propia en Excel, valores obtenidos del programa.

Por lo cual, el valor del cortante basal del programa es  $V_{px} = 8.6332 [T]$ . Ahora es necesario calcular un factor de escala para mayorar el espectro de respuesta elástico en el programa. Cumpliendo con la condición de que si el factor es menor a 1 se utiliza factor 1, si es mayor se utiliza el valor calculado.

$$F_{Escala} = \frac{V_{nec}}{V_{px}} \quad (3.42)$$

$$F_{Escala} = \frac{8.9131}{8.6332}$$

$$F_{Escala} = 1.0324$$

Entonces, el valor corregido ingresado al programa es:

$$C_{sx-correctado} = C_s(T) \cdot F_{Escala} \quad (3.43)$$

$$C_{sx-correctado} = 0.088g \cdot 1.0324 \rightarrow C_{sx-correctado} = 0.0909 [g]$$

Finalmente, el valor real del cortante basal es:

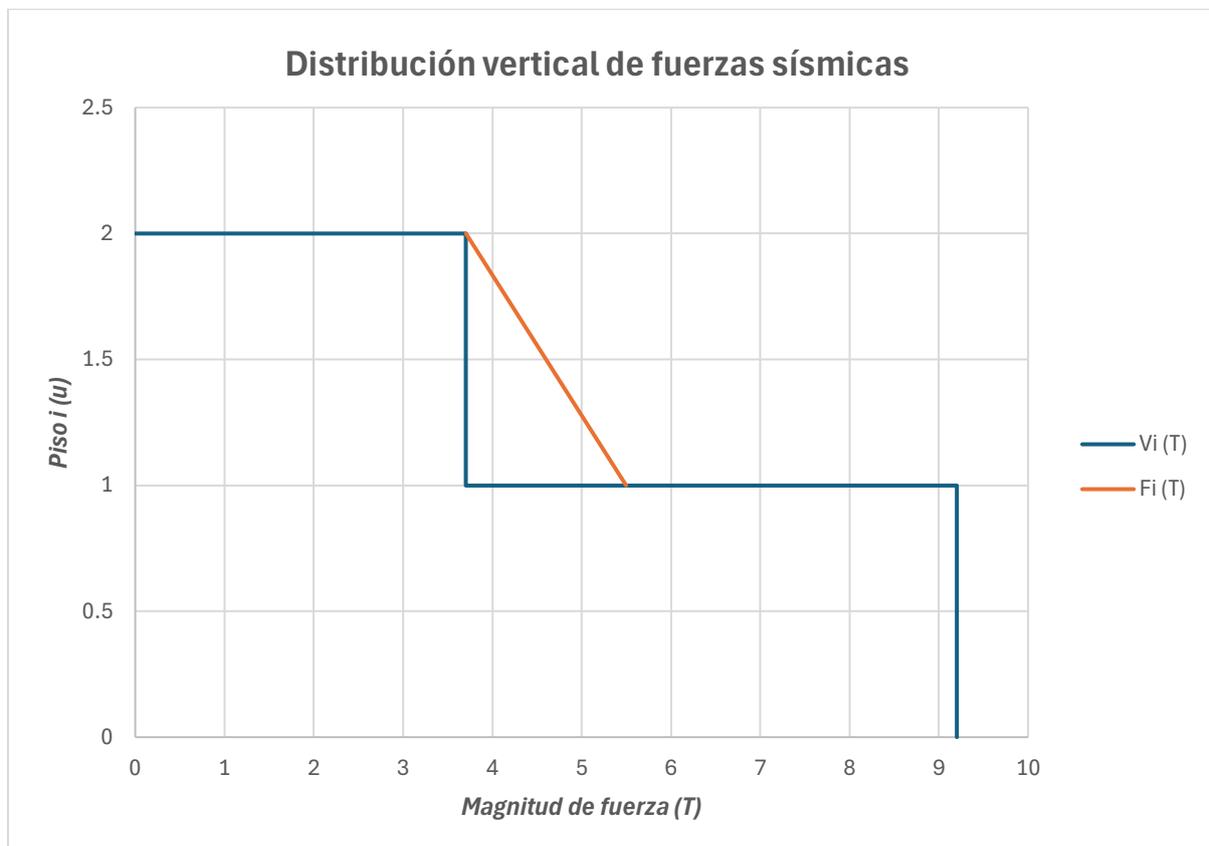
$$V_{real} = C_s \cdot W \rightarrow V_{real} = (0.0909 g)(101.25 T)$$

$$V_{real} = 9.202 (g)T$$

**3.1.10.5 Distribución de fuerzas sísmicas real.** Se efectúa el cálculo de la distribución vertical de fuerzas sísmicas, de acuerdo con lo especificado en el punto 3.1.9.1.1. Utilizando en este caso, los valores corregidos del cortante basal y peso sísmico, obteniendo lo siguiente:

**Figura 31**

*Distribución vertical de fuerzas sísmicas*



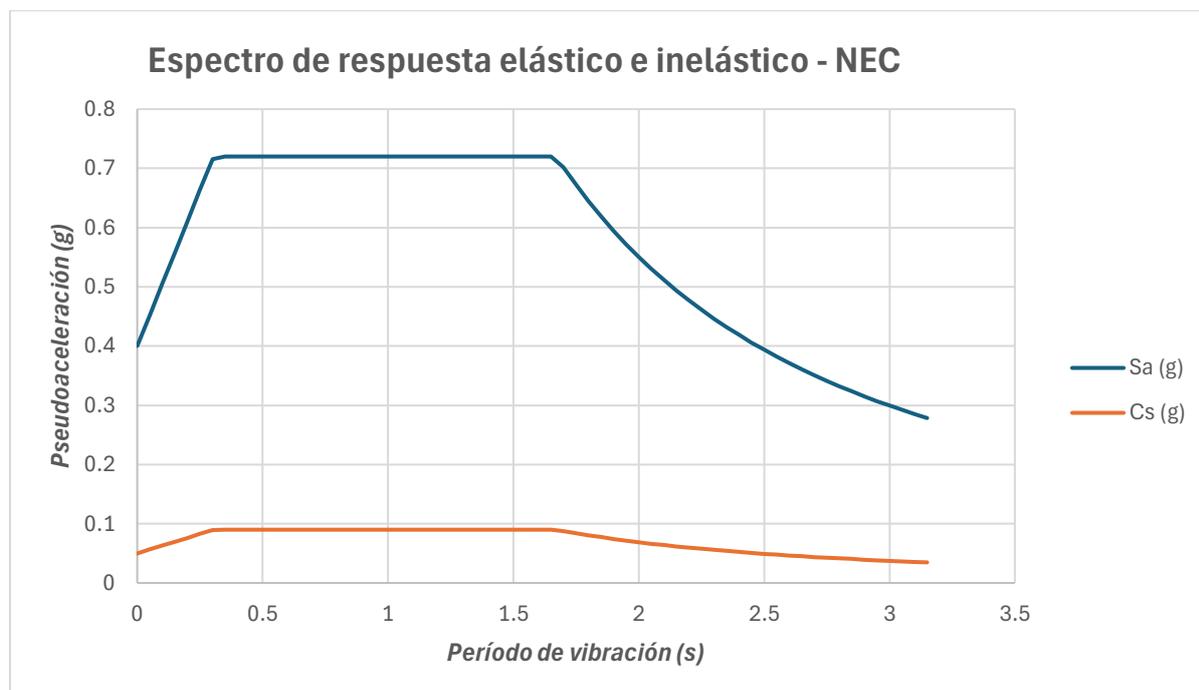
*Nota.* Gráfico elaborado en Microsoft Excel.

**Tabla 34***Distribución de fuerza sísmica actuante en cada piso*

Piso	Altura de Piso (m)	Peso del Piso (t)	$h_i^k \cdot w_i$	$C_v (t)$	$F_i (t)$	$V_i(t)$
2	5.6	21.268	119.1023	0.4026	3.7044	3.7044
1	2.8	63.128	176.759	0.5974	5.4976	9.202
Suma			295.861			

*Nota.* La altura de cada piso se refiere a la altura estructural de la vivienda, sin contar el acabado por mampostería. Elaboración propia.

**3.1.10.6 Espectro de respuesta de aceleraciones.** Finalmente, de acuerdo con el procedimiento detallado en el punto 3.1.6.5, se construyó el espectro de respuesta elástico e inelástico de aceleraciones de la estructura. El cual se visualiza a continuación:

**Figura 32***Espectro de respuesta elástico e inelástico de aceleraciones*

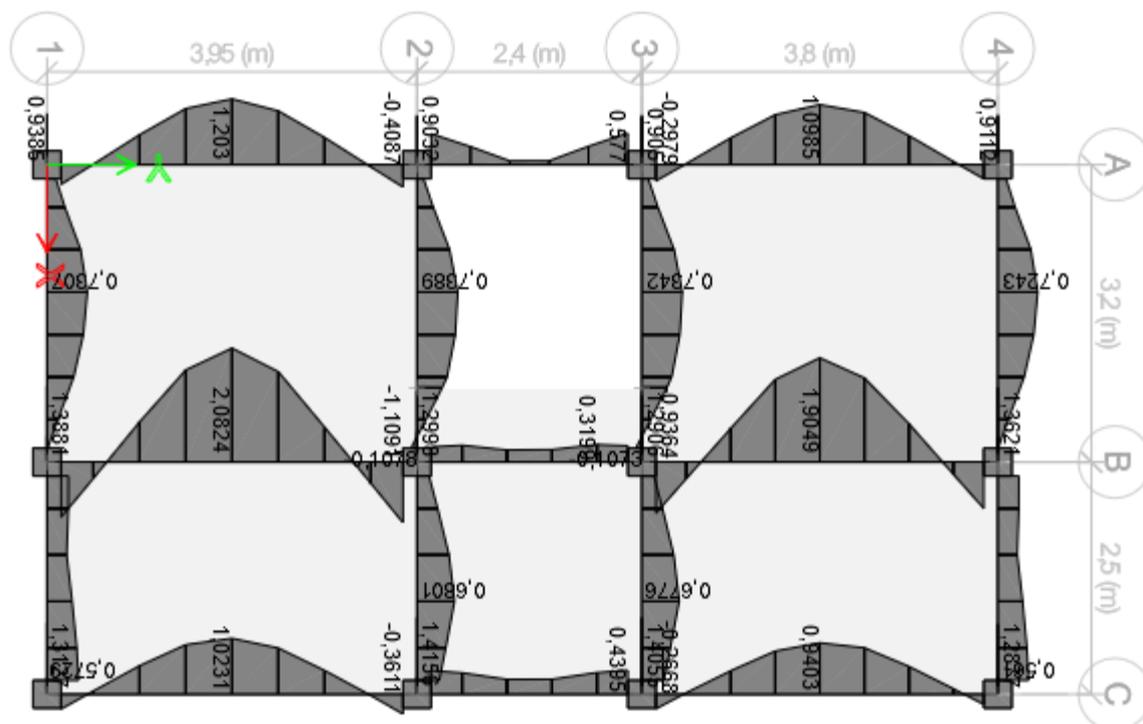
*Nota.* Gráfico elaborado en Microsoft Excel.

### 3.1.11 Diseño de vigas de la vivienda de interés social

En este apartado se detalla el cálculo del armado y redimensionamiento de los elementos estructurales, de acuerdo con las demandas de la estructura. El diseño de los elementos se realizó con base en las normas ACI: American Concrete Institute [ACI 318S-14] (2014) y NEC-SE-HM (2014). Por practicidad se detallará el cálculo del armado de 1 viga, ya que, el procedimiento es repetitivo para todas las secciones viga de la vivienda de interés social. En esta línea, se utilizó el software de análisis estructural para determinar los momentos críticos en los elementos vigas.

**Figura 33**

*Demanda por momento de la envolvente de carga en vigas del primer piso*



*Nota.* Gráfico obtenido del programa de análisis estructural.

Obtenidas las demandas, se dividió en conjuntos el sistema vigas de acuerdo con los ejes dados y niveles. Esto para facilitar el manejo de los datos y el diseño estructural de los elementos. Primero, se escogió las tres vigas del primer piso del eje A, las cuales tienen momentos de  $1,93[T \cdot m]$ ,  $0,97[T \cdot m]$  y  $1,81[T \cdot m]$  del eje 1 al 4 respectivamente.

**3.1.11.1 Altura por demanda.** Con las demandas previamente obtenidas, se calculó la altura necesaria por demanda de las vigas; por ello, se definieron los siguientes datos iniciales:

**Tabla 35**

*Consideraciones iniciales del diseño de elementos vigas*

<b>Datos</b>			
$b_w$	30 cm	$\phi_e$	10 mm
$f'_c$	210 $\frac{kg}{cm^2}$	$\phi_l$	14 mm
$rec$	4 cm	$f_y$	4200 $\frac{kg}{cm^2}$

*Nota.* Tabla de elaboración propia.

Ahora, aplicando la fórmula (3.29) del peralte con las demandas de las vigas se obtiene lo siguiente:

$$d = \sqrt{\frac{M_u}{0.145 \cdot b_w \cdot f'_c}}$$

$$d = \sqrt{\frac{(1.93 T \cdot m) \cdot 1000kg}{0.145 \cdot (0.30m) \cdot \left(210 \frac{kg}{cm^2}\right)}}$$

$$d = 14.54 [cm]$$

Luego, aplicando la ecuación (3.30) de la altura se obtuvo:

$$H = d + rec + \phi_e + \frac{\phi_l}{2}$$

$$H = 14.54cm + 4cm + 1cm + \frac{1.4cm}{2}$$

$$H = 20.24 [cm]$$

**Tabla 36***Determinación de altura de vigas por demanda*

Viga 1 (Entre Eje 1-2)			Viga 2 (Entre Eje 2-3)			Viga 3 (Entre Eje 3-4)		
$M_{u1}$	1.93	$T \cdot m$	$M_{u1}$	0.97	$T \cdot m$	$M_{u1}$	1.81	$T \cdot m$
$d_1$	14.54	cm	$d_1$	10.30	cm	$d_1$	14.08	cm
$H_1$	20.24	cm	$H_1$	16.00	cm	$H_1$	19.78	cm

Nota. Tabla de elaboración propia.

Dado que, en el prediseño las vigas tienen una altura de 25cm, se verifica que el predimensionamiento es correcto.

**3.1.11.2 Comprobar dimensiones de la sección.** El primer paso es verificar si la carga axial puede despreciarse por la siguiente fórmula:

$$P_u \text{ despreciable} \rightarrow P_u < \frac{A_g \cdot f'_c}{10} \quad (3.44)$$

Donde:

$A_g$ : Área gruesa de la sección de hormigón

$P_u$ : Carga axial máxima en la viga obtenida del programa (Viga 1 – 365.1kg)

$$365.1kg < \frac{30cm \cdot 25cm \cdot 210 \frac{kg}{cm^2}}{10}$$

$$365.1kg < 15750kg \quad Ok$$

Dado que, se cumple la relación  $P_u$  es despreciable en el diseño estructural. Por otro lado, se calcula el nuevo peralte con las dimensiones reales y la fórmula (3.30) despejada:

$$d = H - rec - \phi_e - \frac{\phi_l}{2}$$

$$d = 25cm - 4cm - 1cm - \frac{1.4cm}{2}$$

$$d = 19.3 [cm]$$

Luego, se determina que la luz libre de la viga de estudio:

$$l_n = luz - ancho_{columna} \quad (3.45)$$

$$l_n = 3.95m - 0.3m \rightarrow l_n = 3.65 [m]$$

Posteriormente, se verificó que la sección cumple con la siguiente relación:

$$\frac{l_n}{d} > 4 \quad (3.46)$$

$$\frac{l_n}{d} = \frac{3.65m}{0.193m}$$

$$\frac{l_n}{d} = 18.912 > 4 \text{ Ok}$$

Para determinar que la base de la viga cumple con los criterios de diseño señalados en la NEC-SE-HM (2014), se verificó lo siguiente:

Base de la viga de acuerdo con su ancho preferente:

$$b_w = \begin{cases} > 250mm \\ > 0.3h \end{cases} \quad (3.47)$$

$$0.3h = 0.3(25cm) \rightarrow 0.3h = 7.5cm$$

Límite del ancho de la viga de acuerdo con las dimensiones de la columna:

$$b_w < c_2 + menor \begin{cases} 2 \cdot c_2 \\ 1.5 \cdot c_1 \end{cases} \quad (3.48)$$

$$b_w < c_2 + menor \begin{cases} 2 \cdot (30cm) \\ 1.5 \cdot (30cm) \end{cases} \rightarrow b_w < c_2 + menor \begin{cases} 60cm \\ 45cm \end{cases}$$

$$b_w < 30cm + 45cm \rightarrow b_w < 75cm$$

Así, se determinó que la base de la viga cumple con lo establecido en la norma, ya que 30cm es menor a 75cm, y a su vez mayor a 25cm y 7.5cm.

**3.1.11.3 Diseño a flexión.** En este apartado se utilizaron las combinaciones de carga del ACI 318S-14 (2014) para construir la envolvente de momentos. Estas combinaciones se muestran a continuación:

**Tabla 37**

*Combinaciones de carga*

Combinación de carga	Ecuación	Carga primaria
$U = 1.4D$	(5.3.1a)	D
$U = 1.2D + 1.6L + 0.5(L_r \text{ o } S \text{ o } R)$	(5.3.1b)	L
$U = 1.2D + 1.6(L_r \text{ o } S \text{ o } R) + (1L \text{ o } 0.5W)$	(5.3.1c)	$L_r \text{ o } S \text{ o } R$
$U = 1.2D + 1.0W + 1.0L + 0.5(L_r \text{ o } S \text{ o } R)$	(5.3.1d)	W
$U = 1.2D + 1.0E + 1.0L + 0.2S$	(5.3.1e)	E
$U = 0.9D + 1.0W$	(5.3.1f)	W
$U = 0.9D + 1.0E$	(5.3.1g)	E

*Nota.* Tabla obtenida del ACI 318S-14 (2014), combinaciones de carga.

Ahora, mediante el programa de análisis estructural se determinó los momentos al inicio, centro y fin de cada viga. Por lo cual, se procede a diseñar considerando momentos mínimos y límites del acero longitudinal. Para ello, primero se determinó el acero mínimo:

$$A_{s \text{ mín}} = \frac{1.4}{f_y} bd \quad (3.49)$$

$$A_{s \text{ mín}} = \frac{1.4}{4200 \frac{kg}{cm^2}} (30cm)(19.3cm)$$

$$A_{s \text{ mín}} = 1.93 [cm^2]$$

Segundo, se calculó el acero máximo mediante la siguiente fórmula:

$$A_{s \text{ máx}} = \frac{3}{4}bd \frac{\beta_1 \cdot 0.85 \cdot f'_c}{f_y} \left( \frac{0.003}{0.003 + \frac{f_y}{E_s}} \right) \quad (3.50)$$

$$A_{s \text{ máx}} = \frac{3}{4}(30\text{cm})(30\text{cm}) \frac{0.85 \cdot 0.85 \cdot 21\text{MPa}}{420\text{MPa}} \left( \frac{0.003}{0.003 + \frac{420\text{MPa}}{203000\text{MPa}}} \right)$$

$$A_{s \text{ máx}} = 9.284 \text{ [cm}^2\text{]}$$

Tercero, se determinó el acero máximo sísmico:

$$A_s = k \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot M_u}{\phi \cdot k \cdot d \cdot f_y}} \right) \quad (3.51)$$

Donde k, se obtiene por la siguiente ecuación:

$$k = \frac{0.85 \cdot f'_c \cdot b \cdot d}{f_y} \quad (3.52)$$

$$k = \frac{0.85 \cdot 210 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \cdot 30\text{cm} \cdot 19.3\text{cm}}{4200 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}} \rightarrow k = 24.61\text{cm}^2$$

Así reemplazando valores en la fórmula del acero sísmico, se obtiene:

$$A_s = (24.61\text{cm}^2) \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot (1.93\text{Tm} \cdot 1000\text{kg} \cdot 100\text{cm})}{0.59 \cdot (24.61\text{cm}^2) \cdot 19.3\text{cm} \cdot 4200 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}}} \right)$$

$$A_s = 4.44 \text{ [cm}^2\text{]}$$

Cuarto, para determinar el acero requerido se utilizó la ecuación:

$$A_s = \frac{30 \cdot M_u}{d} \quad (3.53)$$

$$A_s = \frac{30 \cdot (1.93\text{T} \cdot \text{m})}{19.3\text{cm}} \rightarrow A_s = 3.00 \text{ [cm}^2\text{]}$$

Los mismos pasos se replicaron para todas las demandas, verificando que la demanda no supere el acero máximo sísmico y el acero máxima. Y a su vez, si este valor era inferior al



### 3.1.11.4 Longitud requerida de anclaje del refuerzo a flexión.

Este apartado se diseña para la columna exterior, aplicando las ecuaciones de la normativa ecuatoriana.

Primero, se calculó la longitud de desarrollo con la siguiente relación:

$$l_d = \frac{f_y}{1.4 \cdot \sqrt{f'_c}} \cdot d_b \quad (3.54)$$

$$l_d = \frac{420MP_a}{1.4 \cdot \sqrt{21MP_a}} \cdot (14mm) \rightarrow l_d = 0.917[m] \approx 0.95[m]$$

Segundo, se calculó la longitud de la varilla de anclaje exterior:

$$l_{ext} = 12 \cdot d_b \quad (3.55)$$

$$l_{ext} = 12 \cdot (14mm) \rightarrow l_{ext} = 0.168[m] \approx 0.20[m]$$

Tercero, se calculó la longitud de anclaje horizontal de la varilla en la columna:

$$l_{dh} = \frac{f_y}{5.4 \cdot \sqrt{f'_c}} \cdot d_b \quad (3.56)$$

$$l_{dh} = \frac{420MP_a}{5.4 \cdot \sqrt{21MP_a}} \cdot (14mm) \rightarrow l_{dh} = 0.238[m] \approx 0.25[m]$$

Finalmente, se modificó la longitud de desarrollo a tracción, tomando en cuenta el tipo de empalme clase B del ACI 318S-14 (2014). Este se denota en la siguiente tabla:

**Tabla 39**

*Longitud de empalme por traslapo de barras y alambres corrugados a tracción*

$A_{s-colocado}/A_{s-req}$ en la longitud del empalme	Porcentaje máximo de $A_s$ empalmado dentro de la longitud de traslapo requerida	Tipo de empalme	$l_{st}$
$\geq 2.0$	50	Clase A	Mayor de: $1.0 l_d$ y 300mm
	100	Clase B	Mayor de: $1.3 l_d$ y 300mm
$< 2.0$	Todos los casos	Clase B	de: 300mm

*Nota.* Tabla obtenida del ACI 318S-14 (2014), longitud de empalme por traslapo de barras.

Entonces, la longitud de empalme es:

$$1.3 \cdot l_d = 1.3(0.95m)$$

$$1.3 \cdot l_d = 1.235 [m] \approx 1.25[m]$$

**3.1.11.5 Diseño de refuerzo a cortante.** Para determinar la demanda por cortante, se debe comprobar que la envolvente de carga sea mayor a lo obtenido en el cortante de diseño de la siguiente relación:

$$V_u = V_{pr} + V_{gr} \quad (3.57)$$

Donde:

$V_{pr}$ : Cortante probable de los momentos probables  $M_{pr}$  por la capacidad del sismo

$V_{gr}$ : Cortante gravitatorio

Entonces, primero se determina el momento probable  $M_{pr}$  por la siguiente ecuación:

$$M_{pr} = A_s \cdot 1.25 \cdot f_y \cdot \left(d - \frac{a}{2}\right) \quad (3.58)$$

Donde el valor de  $a$  se calcula con la siguiente ecuación:

$$a = \frac{A_s \cdot 1.25 \cdot f_y}{0.85 \cdot f'_c \cdot b} \quad (3.59)$$

$$a = \frac{3.08cm^2 \cdot 1.25 \cdot 4200 \frac{kg}{cm^2}}{0.85 \cdot 210 \frac{kg}{cm^2} \cdot 30cm}$$

$$a = 3.02 [cm]$$

Entonces, reemplazando en la fórmula de momento probable se obtiene:

$$M_{pr} = 3.08cm^2 \cdot 1.25 \cdot 4200 \frac{kg}{cm^2} \cdot \left(19.3cm - \frac{3.02cm}{2}\right)$$

$$M_{pr} = 2.88 [T \cdot m]$$

Así, se repitió el procedimiento con las demás secciones y valores, y se obtuvo la siguiente tabla resumen:

**Tabla 40**

*Cálculo de momentos probables en la viga del Eje A*

	<b>Inicio</b>	<b>Fin</b>	<b>Inicio</b>	<b>Fin</b>	<b>Inicio</b>	<b>Fin</b>
<b>a(cm) Superior</b>	3.02	3.02	3.02	3.02	3.02	3.02
<b>a(cm) Inferior</b>	3.02	3.02	3.02	3.02	3.02	3.02
<b>M<sub>pr</sub> Superior</b>	2.88	2.88	2.88	2.88	2.88	2.88
<b>M<sub>pr</sub> Inferior</b>	2.88	2.88	2.88	2.88	2.88	2.88

*Nota.* Tabla de elaboración propia.

Por otro lado, para determinar el máximo cortante probable se utilizó:

$$V_{pr1} = \frac{M_{pr \text{ Inicio-Superior}} + M_{pr \text{ Fin-Inferior}}}{ln} \quad (3.60)$$

$$V_{pr1} = \frac{2.88 T \cdot m + 2.88 T \cdot m}{3.65m} \rightarrow V_{pr1} = 1.576 [T]$$

$$V_{pr2} = \frac{M_{pr \text{ Inicio-Inferior}} + M_{pr \text{ Fin-Superior}}}{ln} \quad (3.61)$$

$$V_{pr2} = \frac{2.88 T \cdot m + 2.88 T \cdot m}{3.65m} \rightarrow V_{pr2} = 1.576 [T]$$

Se realizó el mismo proceso para todas las secciones y se obtuvo:

**Tabla 41**

*Determinación del máximo cortante probable*

<b>Viga 1 (Entre Eje 1-2)</b>		<b>Viga 2 (Entre Eje 2-3)</b>		<b>Viga 3 (Entre Eje 3-4)</b>	
<b>V<sub>pr1</sub></b>	1.5757 T	<b>V<sub>pr1</sub></b>	2.7387 T	<b>V<sub>pr1</sub></b>	1.6432 T
<b>V<sub>pr2</sub></b>	1.5757 T	<b>V<sub>pr2</sub></b>	2.7387 T	<b>V<sub>pr2</sub></b>	1.6432 T
<b>V<sub>pr máx</sub></b>	1.5757 T	<b>V<sub>pr máx</sub></b>	2.7387 T	<b>V<sub>pr máx</sub></b>	1.6432 T

*Nota.* Tabla de elaboración propia.

Ahora, se determinó el cortante gravitatorio  $V_{gr}$  del ACI 318S-14 (2014) con el programa de análisis estructural, añadiendo la siguiente combinación:

$$W_u = 1.2D + 0.5L \quad (3.62)$$

Dando como resultado para la viga 1  $V_{gr} = 2.05 T$ ; viga 2  $V_{gr} = 0.21 T$  y viga 3  $V_{gr} = 1.93 T$ . Obtenido el cortante gravitatorio se aplica la ecuación (3.57), para determinar el cortante de diseño de la estructura. Lo cual se ve en la siguiente tabla:

**Tabla 42**

*Obtención de cortante de diseño para las vigas del Eje A piso 1*

	Viga 1 (Entre Eje 1-2)	Viga 2 (Entre Eje 2-3)	Viga 3 (Entre Eje 3-4)
$V_{u1-calc}$	3.63 T	2.95 T	3.57 T
$V_{u2-comb}$	2.5094 T	0.8957 T	2.399 T
$V_u$	3.63 T	2.95 T	3.57 T

*Nota.* Tabla de elaboración propia, donde  $V_u$  es el cortante de diseño, que escoge el mayor valor en el  $V_{u1-calc}$  y  $V_{u2-comb}$ .

**3.1.11.5.1 Separación de estribos por demanda.** Una vez determinado el cortante de diseño, se procedió a realizar los siguientes cálculos:

$$Si V_{pr} > 0.5V_u \rightarrow V_c = 0 \quad (3.63)$$

Caso contrario se utiliza:

$$V_c = 0.53 \cdot \sqrt{f'_c} \cdot b \cdot d \quad (3.64)$$

Entonces, reemplazando se obtiene:

$$1.5757 T > 0.5(3.63 T) \rightarrow 1.5757 T < 1.82 T$$

$$V_c = 0.53 \cdot \sqrt{210 \frac{kg}{cm^2}} \cdot 30cm \cdot 19.3cm$$

$$V_c = 4.45 T$$

Una vez obtenidos estos valores para cada sección, se calcula para la separación:

$$V_s \geq \frac{V_u}{\phi} - V_c \quad (3.65)$$

$$V_s = \frac{3.63T}{0.75} - 4.45T$$

$$V_s = 0.39T$$

Finalmente, se obtiene la separación de estribos mediante la siguiente ecuación, considerando que se colocará un estribo de 10mm en la viga.

$$s = \frac{A_v \cdot f_y \cdot d}{V_s} \quad (3.66)$$

$$s = \frac{1.57 \text{ cm}^2 \cdot 4200 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \cdot 19.3 \text{ cm}}{0.39T}$$

$$s = 328.78 \text{ cm}$$

Se replicó el procedimiento para todas las secciones y se obtuvo lo siguiente:

**Tabla 43**

*Obtención de la separación de estribos para cada viga del Eje A*

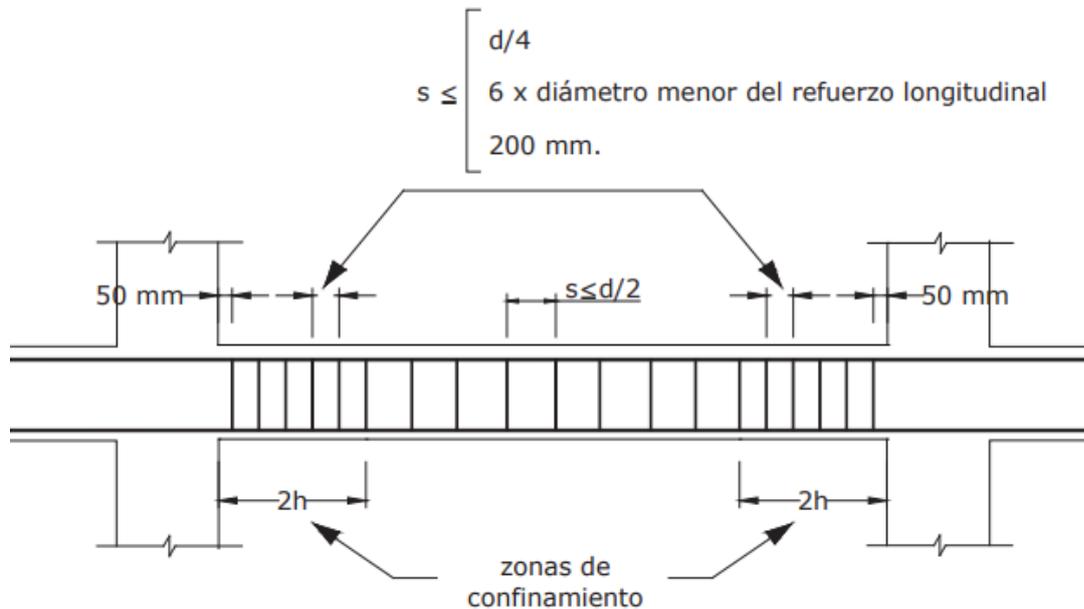
	<b>Viga 1 (Entre Eje 1-2)</b>	<b>Viga 2 (Entre Eje 2-3)</b>	<b>Viga 3 (Entre Eje 3-4)</b>
$V_c$	4.45 T	0 T	4.45 T
$V_s$	0.39 T	3.93 T	0.31 T
$s$	328.78 cm	32.41 cm	409.01 cm

*Nota.* Tabla de elaboración propia, si la separación es negativa, significa que el elemento no requiere estribos por demanda, la sección de hormigón es capaz de soportar el cortante.

**3.1.11.5.2 Separación de estribos por normativa.** A pesar de calcular el valor por demanda de estribos, la normativa establece que para dar confinamiento al elemento y tener un buen comportamiento se tiene que cumplir con lo visto en la siguiente imagen:

**Figura 34**

Separación de estribos de acuerdo con la normativa ecuatoriana



Nota. Fórmulas para calcular la separación de estribos, obtenidas de la NEC-SE-HM (2014).

Entonces en las zonas de confinamiento o  $2h$  se tiene:

$$s \leq \begin{cases} d/4 \\ 6 \cdot \text{diámetro menor del refuerzo longitudinal} \\ 200\text{mm} \end{cases} \quad (3.67)$$

$$s \leq \begin{cases} \frac{d}{4} = \frac{19.3}{4} \rightarrow \frac{d}{4} = 4.83\text{cm} \\ 6 \cdot d_b = 6(1.4) \rightarrow 6 \cdot d_b = 8.4\text{cm} \\ 200\text{mm} \end{cases}$$

$$s \leq 4.83\text{cm} \rightarrow s \approx 4.75\text{cm}$$

Además, fuera de la zona  $2h$  se colocará:

$$s \leq \frac{d}{2} \quad (3.68)$$

$$s \leq \frac{19.3\text{cm}}{2}$$

$$s = 9.65\text{cm} \rightarrow s \approx 5\text{cm}$$

### 3.1.12 Diseño de las columnas de la vivienda de interés social

Para el diseño de las columnas se utilizó el software de análisis estructural y el programa Microsoft Excel para crear una hoja de cálculo. El diseño de estos elementos se realizó con la NEC-SE-HM (2014); por practicidad se detalló el cálculo para la columna 1 del eje A, sin embargo, el proceso es repetitivo para todas.

**3.1.12.1 Obtención de demandas.** Para el diseño de columnas no se utiliza la envolvente de carga, sino con las combinaciones de carga anteriormente expuestas. Haciendo uso del programa de análisis estructural se obtuvo:

**Tabla 44**

*Combinaciones de carga y demandas de la columna 1 del Eje A*

<b>Output Case</b>	<b>Elem Station [m]</b>	<b>M2 [T-m]</b>	<b>M3 [T-m]</b>	<b>P [T]</b>
UDConS1	0	-0.4429	-0.3095	-7.4602
UDConS1	1,275	0.1741	0.1296	-7.1224
UDConS1	2,55	0.791	0.5688	-6.7846
UDConS2	0	-0.5351	-0.3737	-7.7504
UDConS2	1,275	0.2107	0.156	-7.4609
UDConS2	2,55	0.9564	0.6858	-7.1713
UDConS3	0	-0.4805	0.7561	-6.5775
UDConS3	1,275	0.1862	0.5202	-6.2879
UDConS3	2,55	0.8529	0.2843	-5.9984
UDConS4	0	-0.4731	-1.4222	-7.9064
UDConS4	1,275	0.189	-0.2419	-7.6168
UDConS4	2,55	0.8511	0.9385	-7.3273
UDConS5	0	0.5967	-0.3436	-6.7946

UDConS5	1,275	0.5857	0.1344	-6.505
UDConS5	2,55	0.5746	0.6124	-6.2155
UDConS6	0	-1.5503	-0.3226	-7.6893
UDConS6	1,275	-0.2105	0.144	-7.3997
UDConS6	2,55	1.1294	0.6105	-7.1102
UDConS7	0	-0.2884	0.8902	-4.1314
UDConS7	1,275	0.1105	0.4644	-3.9142
UDConS7	2,55	0.5094	0.0386	-3.6971
UDConS8	0	-0.281	-1.2882	-5.4603
UDConS8	1,275	0.1133	-0.2977	-5.2431
UDConS8	2,55	0.5077	0.6927	-5.026
UDConS9	0	0.7888	-0.2095	-4.3485
UDConS9	1,275	0.51	0.0785	-4.1313
UDConS9	2,55	0.2312	0.3666	-3.9142
UDConS10	0	-1.3582	-0.1885	-5.2432
UDConS10	1,275	-0.2862	0.0881	-5.0261
UDConS10	2,55	0.7859	0.3647	-4.8089

*Nota.* Tabla de elaboración propia con los valores obtenidos del programa de análisis estructural.

**3.1.12.2 Comprobar secciones.** En este apartado se verifica que las columnas cumplan con los límites dimensionales establecidos por la norma. Los cuales son:

$$\text{Condición} \left\{ \begin{array}{l} \text{Dimensión menor de la sección transversal} \geq 30\text{cm} \\ \frac{\text{Dimensión menor de la sección transversal}}{\text{Dimensión perpendicular}} > 0.4 \end{array} \right. \quad (3.69)$$

$$\text{Condición} \left\{ \begin{array}{l} 30\text{cm} \geq 30\text{cm} \quad Ok \\ \frac{30\text{cm}}{30\text{cm}} = 1 > 0.4 \quad Ok \end{array} \right.$$

Ya que cumple ambas condiciones, se dice que el predimensionamiento fue adecuado.

**3.1.12.3 Refuerzo longitudinal requerido.** Para determinar el acero longitudinal que requiere el elemento columna, se debe considerar lo establecido en la norma con respecto a la cuantía. En la cual establece que, para zonas sísmicas la cuantía de la columna debe tener entre  $0.01 < \rho_{As} \leq 0.03$ . Además, para determinar la cuantía del refuerzo longitudinal se aplica la siguiente ecuación:

$$\rho_{As} = \frac{A_{st}}{A_g} \quad (3.70)$$

Donde:

$A_{st}$ : Es el área de acero de la columna

$A_g$ : Es el área de gruesa de la columna.

Para determinar en área gruesa de la sección columna, se aplica la fórmula del área de un cuadrado, al ser sus dimensiones iguales.

$$A_g = L^2 \quad (3.71)$$

$$A_g = (30cm)^2 \rightarrow A_g = 900cm^2$$

Por el contrario, para hallar el área de acero se determinó un armado que cumpla con la mínima cuantía de 1%. Siendo esta, 8 varillas de 12mm repartidas en todas sus caras, por lo cual el área de acero total es:

$$A_{st-total} = \frac{\pi \cdot D^2}{4} \times \#Varillas \quad (3.72)$$

$$A_{st} = \frac{\pi \cdot (12mm)^2}{4} \times 8 \rightarrow A_{st} = 9.05cm^2$$

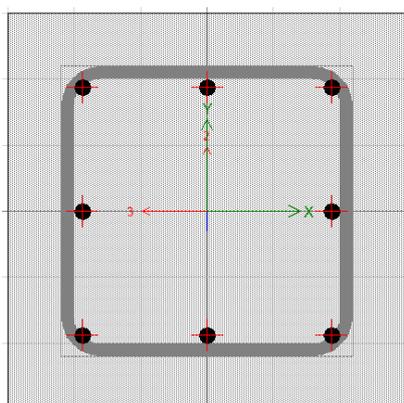
Así, reemplazando en la fórmula principal se obtiene que la cuantía de acero es de 1.01%, cumpliendo la condición establecida por la norma.

$$\rho_{As} = \frac{9.05cm^2}{900cm^2} \rightarrow \rho_{As} = 1.01\%$$

**3.1.12.4 Diagrama de interacción reducido.** En este apartado se debe verificar que las demandas estén dentro del diagrama de interacción reducido. En caso de que no, se debe cambiar el armado de la columna y realizar otro diagrama de interacción. Los diagramas se realizaron con las demandas de  $M_2$  y  $M_3$  del programa de análisis estructural, con respecto a cada eje. Por ello, primero se modeló la columna en el programa y se obtuvo mediante el graficador de diagrama de interacción los siguientes datos:

**Figura 35**

*Sección columna modelada en el programa de análisis estructural*



*Nota.* Sección obtenida a través de la modelación en el programa de análisis de estructuras.

**Tabla 45**

*Demandas de la columna en el eje 3-3*

Point	P [T]	M2 [T-m]	M3 [T-m]
1	102.459	0	0
2	102.459	0	2.2271
3	93.6534	0	3.5377
4	78.1845	0	4.5051
5	61.3095	0	5.1299
6	41.0813	0	5.3996
7	33.5687	0	5.7413

8	20.2649	0	5.7994
9	2.9319	0	4.235
10	-22.3487	0	1.6322
11	-34.2014	0	0

*Nota.* Tabla de elaboración propia, con los valores obtenidos del programa.

**Tabla 46**

*Demandas de la columna en el eje 2-2*

Point	P [T]	M2 [T-m]	M3 [T-m]
1	102.459	0	0
2	102.459	-2.2271	0
3	93.6534	-3.5377	0
4	78.1845	-4.5051	0
5	61.3095	-5.1299	0
6	41.0813	-5.3996	0
7	33.5687	-5.7413	0
8	20.2649	-5.7994	0
9	2.9319	-4.235	0
10	-22.3487	-1.6322	0
11	-34.2014	0	0

*Nota.* Tabla de elaboración propia, con los valores obtenidos del programa.

Por otro lado, para asegurar un comportamiento dúctil de las columnas antes eventos sísmicos cíclicos, las demandas no deben superar el siguiente límite:

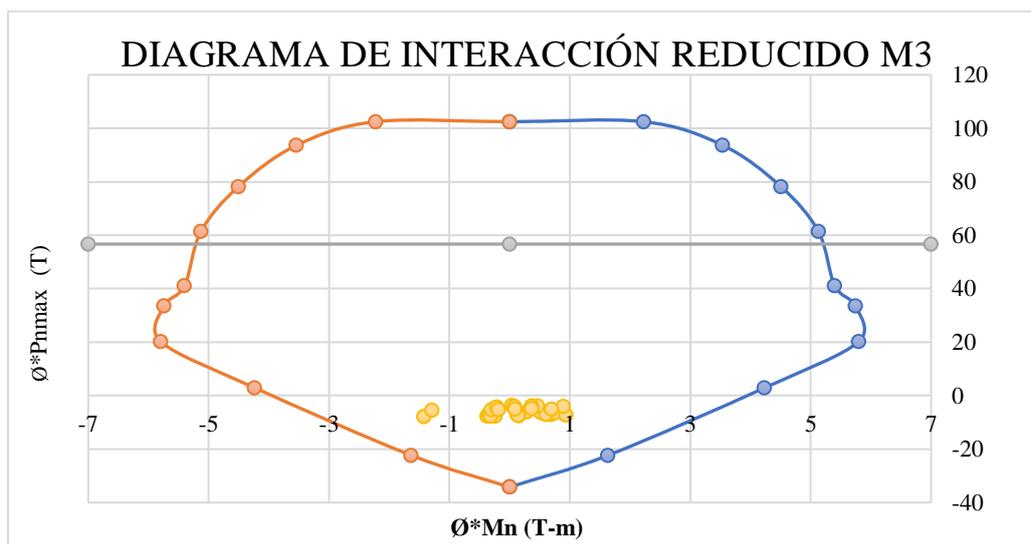
$$P = A_g \cdot f'_c \cdot 30\% \quad (3.73)$$

$$P = (900\text{cm}^2) \cdot \left(210 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}\right) \cdot 30\% \quad \rightarrow \quad P = 56.7T$$

Así, mediante la herramienta Microsoft Excel se realizó los diagramas de interacción reducido, se añadió el límite y las demandas de la columna. Verificando así, que las demandas se encuentran dentro del diagrama de interacción y por debajo del límite establecido, por lo cual el diseño es satisfactorio. A continuación, se muestran los diagramas:

**Figura 36**

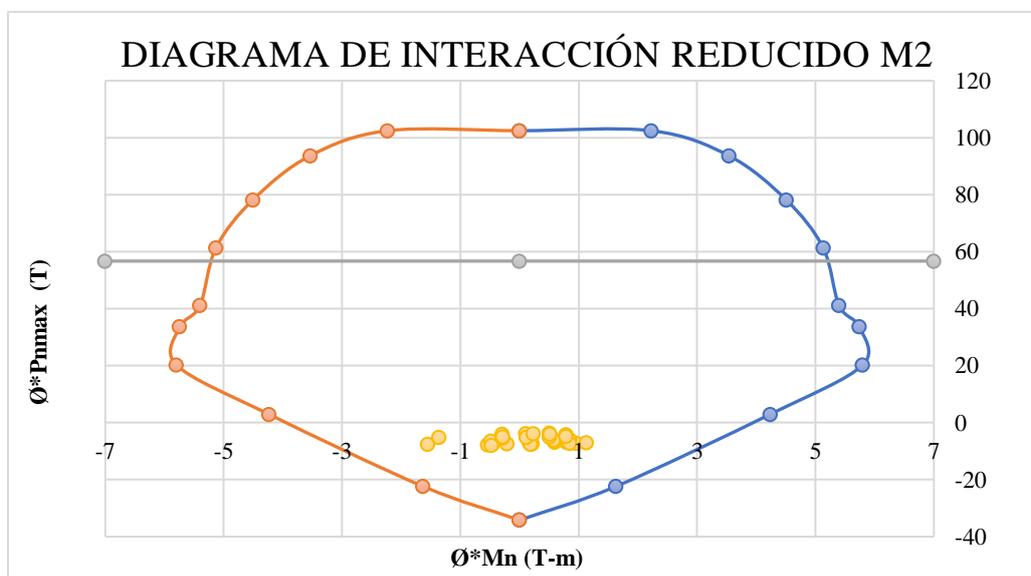
*Diagrama de interacción reducido Eje 3-3 de la columna de 30x30cm*



*Nota.* Elaboración propia, con los valores obtenidos del programa de análisis estructural.

**Figura 37**

*Diagrama de interacción reducido Eje 2-2 de la columna de 30x30cm*



*Nota.* Elaboración propia, con los valores obtenidos del programa de análisis estructural.

**3.1.12.5 Criterio Columna fuerte Viga débil.** Para resistir las fuerzas sísmicas de manera efectiva, es necesario que las columnas sean más fuertes que las vigas. Esto, para prevenir que las columnas fallen primero que las vigas y se produzca un colapso. Por ello, hay que determinar la capacidad de las vigas y columnas; considerando el aporte de la losa según lo estipulado por la NEC-SE-HM (2014) en la siguiente tabla:

**Tabla 47**

Límites dimensionales del ancho sobresaliente del ala para vigas T

Ubicación del ala	Ancho sobresaliente efectivo del ala, más allá de la cara del alma
A cada lado del alma	$8h$
	El menor de: $s_w/2$
	$l_n/8$
A un solo lado	$6h$
	El menor de: $s_w/2$
	$l_n/12$

*Nota.* Tabla obtenida de la NEC-SE-HM (2014), donde  $s_w$  es la distancia libre entre almas de vigas adyacentes.

Dado que, el modelo de la losa es Steel Deck de 14 cm de alto total, por simplicidad se consideró su aportación como una losa maciza del mismo alto. Como la columna es esquinera, solo se debe considerar que la viga tiene el aporte de un ala en un lado. Si la columna fuera central, en análisis se realiza con 2 alas. Por lo tanto, para este caso la columna tiene un ancho sobresaliente de:

$$\text{Ancho sobresaliente} = \text{Menor} \begin{cases} 8h \\ s_w/2 \\ l_n/8 \end{cases} \quad (3.74)$$

$$\text{Ancho sobresaliente} = \text{Menor} \begin{cases} 8h = 8(25\text{cm}) \rightarrow 150\text{cm} \\ \frac{s_w}{2} = \frac{25\text{cm}}{2} \rightarrow 12.5\text{cm} \\ \frac{l_n}{8} = \frac{3.65\text{cm}}{8} \rightarrow 30.42\text{cm} \end{cases}$$

$$\text{Ancho sobresaliente} = 12.5\text{cm}$$

Por lo tanto, en la viga se considera una loseta de 12.5cm de un solo lado. A pesar de que se debería añadir el aporte de la malla electrosoldada de la losa. No se considera debido a que su valor no es significativo para el elemento viga. Ahora, se determina el momento probable para las secciones viga de acuerdo con las ecuaciones (3.58) y (3.59). Se calculan 2, debido a que la columna es esquinera y conecta en 2 lados con vigas de armados distintos.

**Tabla 48**

*Momento probable positivo para la viga con aporte de loseta en un lado*

<b>Momento positivo (Arriba compresión, abajo tracción)</b>			
	<b>Vy30*25</b>		<b>Vx30*25</b>
<b><i>b</i></b>	42.5 cm	<b><i>b</i></b>	42.5 cm
$\phi$	1.4 cm	$\phi$	1.2 cm
<b><i>A<sub>s</sub></i></b>	3.079 cm <sup>2</sup>	<b><i>A<sub>s</sub></i></b>	2.262 cm <sup>2</sup>
<b><i>a</i></b>	2.131 cm	<b><i>a</i></b>	1.565 cm
<b><i>M<sub>pr</sub></i></b>	2.947 T · m	<b><i>M<sub>pr</sub></i></b>	2.199 T · m

*Nota.* Tabla de elaboración propia.

**Tabla 49**

*Momento probable negativo para la viga con aporte de loseta en un lado*

<b>Momento negativo (Arriba tracción, abajo compresión)</b>			
	<b>Vy30*25</b>		<b>Vx30*25</b>
<b><i>b</i></b>	30 cm	<b><i>b</i></b>	30 cm

$\phi$	1.4 cm	$\phi$	1.2 cm
$A_s$	3.079 cm <sup>2</sup>	$A_s$	2.262 cm <sup>2</sup>
$a$	3.018 cm	$a$	2.218 cm
$M_{pr}$	2.876 T · m	$M_{pr}$	2.160 T · m

Nota. Tabla de elaboración propia.

Ahora, obtenidos los valores de momento para probable positivo y negativo, se suman de acuerdo con su dirección para hallar la magnitud final a considerar en el diseño.

$$\sum M_{nb} = M_{pr\ 1} + M_{pr\ 2} \quad (3.75)$$

Para la sección viga 1 se obtuvo:

$$\sum M_{nb-1} = 2.947 T \cdot m + 2.876 T \cdot m$$

$$\sum M_{nb-1} = 5.823 T \cdot m$$

Para la sección viga 2 se obtuvo:

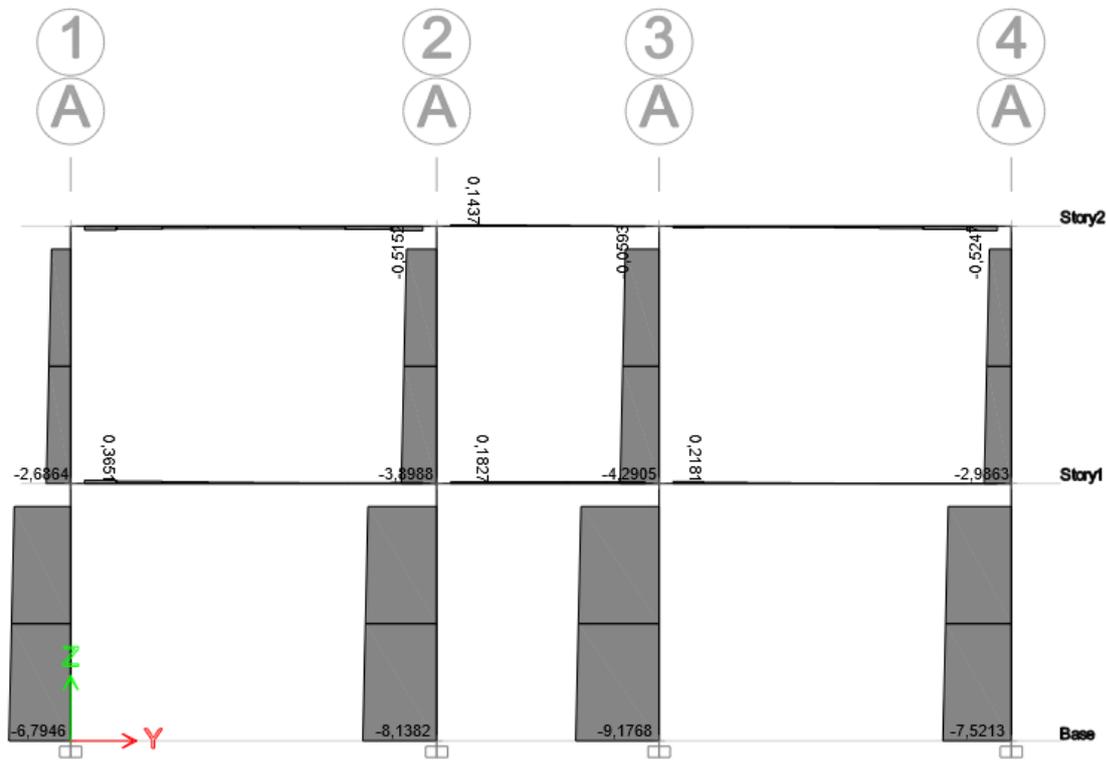
$$\sum M_{nb-2} = 2.199 T \cdot m + 2.16 T \cdot m$$

$$\sum M_{nb-2} = 4.359 T \cdot m$$

Obtenidos los valores de capacidad de momento para las vigas, se procede a determinar la capacidad de momento para los elementos columnas. Para esto se utilizó el programa de análisis estructural y se construyó el diagrama de interacción nominal de la sección. Además, de obtener la demanda axial Pu con la combinación más crítica, arriba y debajo de la losa. A continuación, se muestra donde se obtuvo la carga axial:

**Figura 38**

Vista en elevación del Eje A con la demanda axial de cada columna



Nota. Demanda axial por columna en vista en elevación del eje A, obtenida del programa.

Del programa se obtiene que debajo de la losa la carga  $P_{u1} = 6.795[T]$  y arriba de esta es  $P_{u2} = 2.686[T]$ . Ahora, se obtiene del graficador de diagrama de interacción, los siguientes valores para realizar el diagrama de interacción nominal:

**Tabla 50**

Demandas nominales de la columna en el eje 2-2

Point	P [T]	M2 [T-m]	M3 [T-m]
1	157.6292	0	0
2	157.6292	0	3.4263
3	144.0822	0	5.4426
4	120.2838	0	6.9309
5	94.3222	0	7.8922

6	63.2021	0	8.307
7	44.4374	0	7.6002
8	22.5166	0	6.4437
9	3.2577	0	4.7056
10	-24.8319	0	1.8135
11	-38.0016	0	0

*Nota.* Tabla de elaboración propia, con los valores obtenidos del programa.

**Tabla 51**

*Demandas nominales de la columna en el eje 3-3*

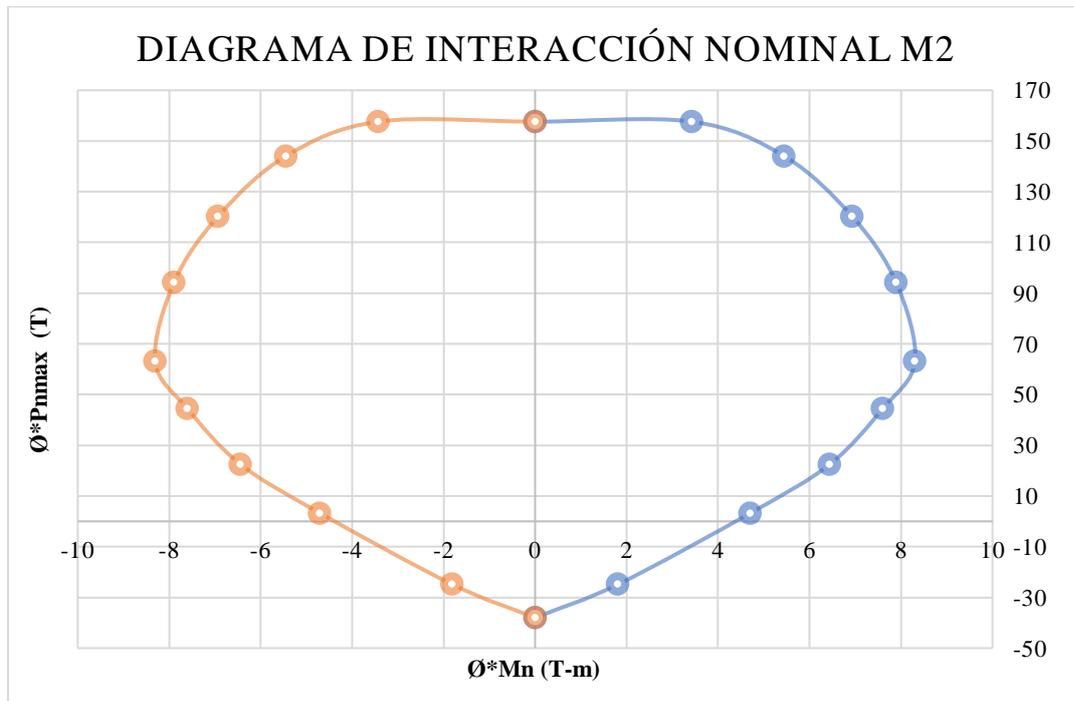
Point	P [T]	M2 [T-m]	M3 [T-m]
1	157.6292	0	0
2	157.6292	-3.4263	0
3	144.0822	-5.4426	0
4	120.2838	-6.9309	0
5	94.3222	-7.8922	0
6	63.2021	-8.307	0
7	44.4374	-7.6002	0
8	22.5166	-6.4437	0
9	3.2577	-4.7056	0
10	-24.8319	-1.8135	0
11	-38.0016	0	0

*Nota.* Tabla de elaboración propia, con los valores obtenidos del programa.

Así, se elabora el diagrama de interacción nominal de la columna y se determina la capacidad de la columna arriba y debajo de la losa. A continuación, se presenta el gráfico y los resultados obtenidos.

**Figura 39**

Diagrama de interacción nominal Eje 2-2 de la columna de 30x30cm



Nota. Elaboración propia, con los valores obtenidos del programa de análisis estructural.

**Tabla 52**

Obtención de la capacidad o momento probable de la columna

Demanda axial de la combinación crítica		
$P_{u1}$	2.686	$T$
$P_{u2}$	6.795	$T$
Capacidad de la columna obtenida del diagrama nominal y la demanda axial		
$M_{n1}$	4.2	$T \cdot m$
$M_{n2}$	4.8	$T \cdot m$

Nota. Elaboración propia, con los valores obtenidos del programa de análisis estructural.

Así, para determinar la capacidad total de la columna, se suman los resultados de la capacidad de la columna arriba y abajo. Lo cual se visualiza a continuación:

$$\sum M_{nc} = M_{n1} + M_{n2} \quad (3.76)$$

$$\sum M_{nc} = 4.2 T \cdot m + 4.8 T \cdot m \rightarrow \sum M_{nc} = 9 [T \cdot m]$$

Finalmente, se comprueba el criterio de columna fuerte – viga débil mediante la siguiente relación:

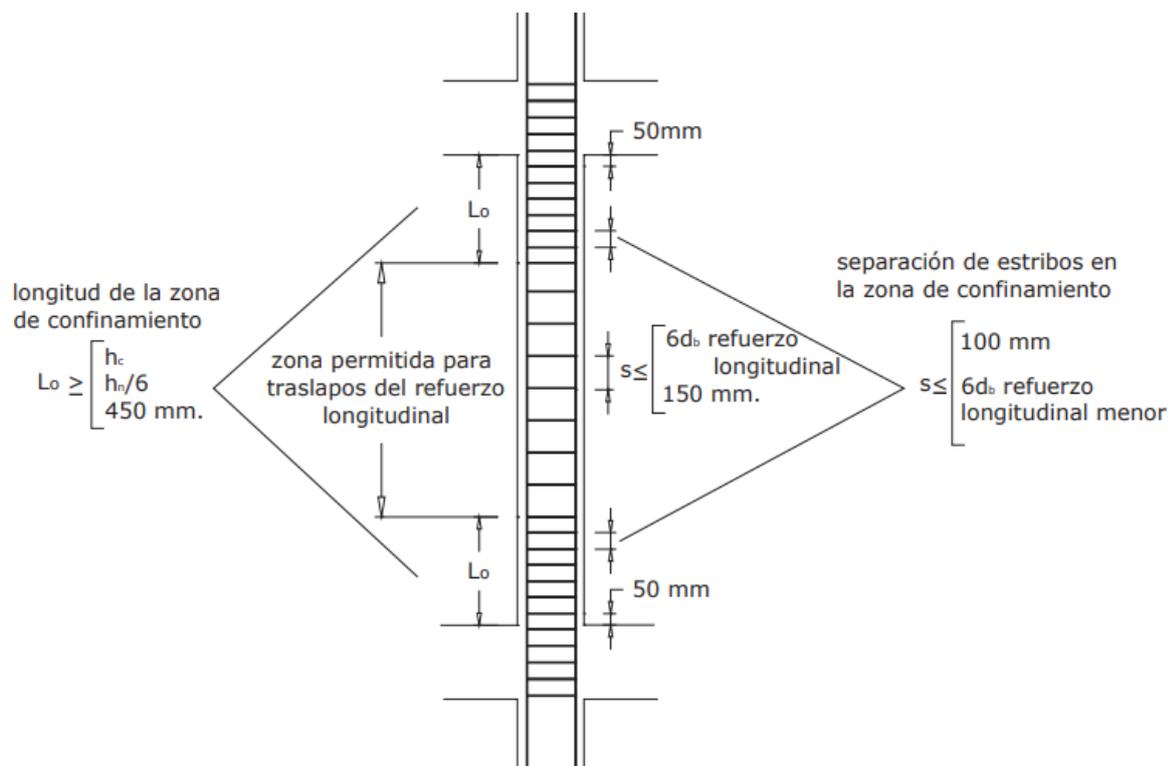
$$\sum M_{nc} \geq 1.2 \cdot \sum M_{nb} \rightarrow \frac{\sum M_{nc}}{\sum M_{nb}} \geq 1.2 \quad (3.77)$$

$$\frac{9 T \cdot m}{5.823 T \cdot m} \geq 1.2 \rightarrow 1.546 \geq 1.2 \quad Ok$$

**3.1.12.6 Acero transversal (Confinamiento).** Primero se determinó la separación de estribos de acuerdo con lo estipulado por la NEC-SE-HM (2014).

#### Figura 40

*Espaciamiento de estribos de acuerdo con la norma ecuatoriana*



*Nota.* Ecuaciones para determinar la separación de estribos por norma y su distribución, obtenida de la NEC-SE-HM (2014).

Entonces, para la longitud de la zona de confinamiento o  $L_o$  se tiene que:

$$L_o \geq \begin{cases} h_c \\ h_c/6 \\ 450mm \end{cases} \quad (3.78)$$

$$L_o \geq \begin{cases} h_c = 0.30cm \\ \frac{h_c}{6} = \frac{0.30cm}{6} = 42.5cm \\ 450mm \end{cases} \rightarrow L_o = 45cm$$

Así en la zona de confinamiento se tiene una separación de estribos de:

$$s \leq \begin{cases} 6 \cdot d_b \\ 10 \text{ cm} \end{cases} \quad (3.79)$$

$$s \leq \begin{cases} 6 \cdot d_b = 6(1.4cm) = 7.2cm \\ 10 \text{ cm} \end{cases} \rightarrow s = 7.2cm$$

Además, fuera de la zona de confinamiento de colocará:

$$s \leq \begin{cases} 6 \cdot d_b \\ 15 \text{ cm} \end{cases} \quad (3.80)$$

$$s \leq \begin{cases} 6 \cdot d_b = 6(1.4cm) = 7.2cm \\ 15 \text{ cm} \end{cases} \rightarrow s = 7.2cm$$

Segundo, se determinó el acero transversal por confinamiento del elemento. Para ello se determina el valor de  $b_c$  de acuerdo con:

$$b_c = \text{Dimensión exterior entre } cl - cl \text{ estribos de la columna en la cara} \quad (3.81)$$

$$b_c = 30cm - 2 \cdot 4cm - 1 \rightarrow b_c = 21cm$$

Ahora se determina el área de refuerzo de confinamiento que necesita el elemento; escogiendo el mayor valor de acuerdo con las 2 fórmulas siguientes:

Área 1:

$$A_{sh1} = 0.3 \cdot \frac{s \cdot b_c \cdot f'_c}{f_y} \cdot \left( \frac{A_g}{A_{ch}} - 1 \right) \quad (3.82)$$

$$A_{sh1} = 0.3 \cdot \frac{(7.2cm) \cdot (21cm) \cdot \left( 210 \frac{kg}{cm^2} \right)}{4200 \frac{kg}{cm^2}} \cdot \left( \frac{900cm^2}{441cm^2} - 1 \right)$$

$$A_{sh1} = 2.36 \text{ cm}^2$$

Área 2:

$$A_{sh1} = 0.09 \cdot \frac{s \cdot b_c \cdot f'_c}{f_y} \quad (3.83)$$

$$A_{sh1} = 0.09 \cdot \frac{(7.2cm) \cdot (21cm) \cdot \left(210 \frac{kg}{cm^2}\right)}{4200 \frac{kg}{cm^2}}$$

$$A_{sh1} = 0.68 cm^2$$

Por lo que, el área de confinamiento que necesita el elemento columna es:

$$A_{sh \text{ máx}} = 2.36 cm^2$$

Conociendo el área de acero de confinamiento que necesita la pieza, se puede determinar cuántos estribos requiere por norma. Para la presente columna se requerirá colocar un estribo exterior de 12mm y una vincha de 10mm. Cumpliendo con el acero requerido, ya que, esta configuración da:

$$A_s = \frac{\pi \cdot D_1^2}{4} \cdot \#Ramales + \frac{\pi \cdot D_2^2}{4} \cdot \#Ramales \quad (3.84)$$

$$A_s = \frac{\pi \cdot 12mm^2}{4} \cdot 2 + \frac{\pi \cdot 10mm^2}{4} \cdot 1$$

$$A_s = 2.702cm^2 \text{ Cumple}$$

**3.1.12.7 Fuerza cortante por capacidad.** Para este caso, el armado de la columna se mantiene continuo desde el inicio hasta el final. Por ello, el cortante probable sería el mismo y la carga axial variará poco. Por ello, para esta sección se escogió el máximo valor cortante  $N_u = P_u = 6.795 T$  y de momento  $M_u = 4.8 T \cdot m$  del cálculo de columna fuerte – viga débil. Sin embargo, para ser conservadores se va a mayor el momento, multiplicando su valor por 1.25.

$$M_{pr1} = M_{pr2} = 1.25 \cdot M_n \quad (3.85)$$

$$M_{pr1} = M_{pr2} = 1.25 \cdot (4.8 T \cdot m)$$

$$M_{pr1} = M_{pr2} = 6 [T \cdot m]$$

Así, el valor del cortante de diseño es:

$$V_u = V_e = \frac{M_{pr1} + M_{pr2}}{l_u} \quad (3.86)$$

$$V_u = V_e = \frac{6 T \cdot m + 6 T \cdot m}{2.55m}$$

$$V_u = V_e = 4.71 [T]$$

Para calcular  $V_c$  en este apartado se utiliza la siguiente ecuación:

$$V_c = 0.53 \cdot \left(1 + \frac{N_u}{140 \cdot A_g}\right) \cdot \sqrt{f'_c} \cdot b \cdot d \quad (3.87)$$

$$V_c = 0.53 \cdot \left(1 + \frac{6.795 T}{140 \cdot 900cm^2}\right) \cdot \sqrt{210 \frac{kg}{cm^2}} \cdot (30cm) \cdot (24.3cm)$$

$$V_c = 5.9 [T]$$

Finalmente, por la fórmula (3.65) anterior se calcula el valor de  $V_s$ :

$$V_s = \frac{V_u}{\phi} - V_c \quad \rightarrow \quad V_s = 0.37 [T]$$

Por lo cual, de la fórmula de espaciamiento por demanda (3.66) se obtuvo:

$$s = \frac{A_v \cdot f_y \cdot d}{V_s} \quad \rightarrow \quad s = 738.17 [cm]$$

La separación de estribos por demanda es alta, sin embargo, este valor no es el adecuado, ya que por temas de ductilidad se utiliza una separación más cercana. La cual obedece a la condicionante de la ecuación (3.79):

$$s \leq \begin{cases} 6 \cdot d_b = 6(1.4cm) = 7.2cm \\ 10 cm \end{cases} \quad \rightarrow \quad s = 7.2cm$$

**3.1.12.8 Longitud requerida de anclaje del refuerzo a flexión.** Esta longitud al igual que es en las vigas es para columnas exteriores. Primero, se calculó la longitud de desarrollo con la relación (3.54):

$$l_d = \frac{f_y}{1.4 \cdot \sqrt{f'_c}} \cdot d_b \quad \rightarrow \quad l_d = \frac{420MPa}{1.4 \cdot \sqrt{21MPa}} \cdot (12mm) \quad \rightarrow \quad l_d = 0.786[m] \approx 0.8[m]$$

Segundo, se calculó la longitud de la varilla de anclaje exterior (3.55):

$$l_{ext} = 12 \cdot d_b \rightarrow l_{ext} = 12 \cdot (12mm) \rightarrow l_{ext} = 0.144[m] \approx 0.15[m]$$

Tercero, se calculó la longitud de anclaje horizontal de la varilla en la columna (3.56):

$$l_{ah} = \frac{f_y}{5.4 \cdot \sqrt{f'_c}} \cdot d_b \rightarrow l_{ah} = \frac{420MPa}{5.4 \cdot \sqrt{21MPa}} (14mm) \rightarrow l_{ah} = 0.204[m] \approx 0.25[m]$$

Finalmente, se modificó la longitud de desarrollo a tracción, tomando en cuenta el tipo de empalme clase B del ACI 318S-14 (2014). Este se denota Tabla 39, entonces la longitud de empalme es:

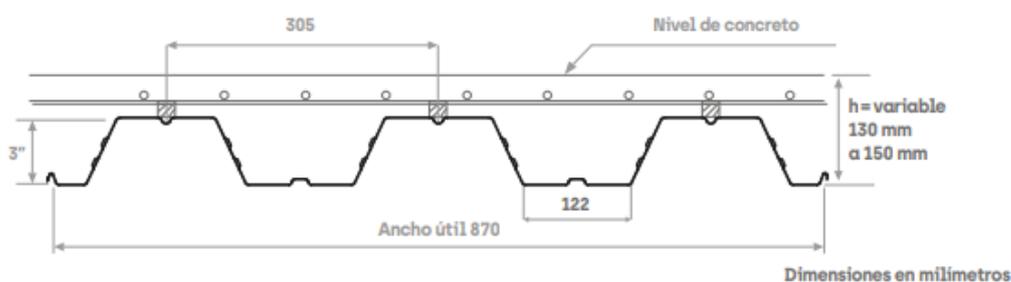
$$1.3 \cdot l_d = 1.3(0.8m) \rightarrow 1.3 \cdot l_d = 1.04 [m] \approx 1.05[m]$$

### 3.1.13 Diseño de losa Steel Deck para la vivienda de interés social

Para el diseño de la losa con placa colaborante, primero se definió la sección a utilizar de Metaldeck según la ficha técnica de Acesco (2024). La placa colaborante seleccionada es una Metaldeck 3" Calibre 18, Grado 40 ASTM A653. Se escogió esta lámina debido a condiciones iniciales planteadas en el predimensionamiento; las cuales son el espesor total de la losa de 14cm, longitud máxima entre columnas de 3.95m y que no se requerirán viguetas. A continuación, se muestra la presentación del material según el fabricante:

**Figura 41**

*Especificaciones técnicas de la Metaldeck 3"*



• Las medidas aquí detalladas pueden tener tolerancias de hasta +/- 5mm.

Ancho Útil: 870mm. Disponible longitudes especiales de acuerdo con el despiece del proyecto.

Espesor Estándar: 0.75mm. [Cal. 22]

Longitud Estándar: 6.0m.

Longitud mínima de fabricación: 1.5m

Longitud máxima de fabricación: 12.0m

*Nota.* Ficha técnica obtenida de Acesco (2024).

Dado que, según la ficha técnica la longitud máxima de fabricación es 12m, se utilizará una placa colaborante de esa longitud. Por otro lado, para iniciar con el diseño es necesario definir la resistencia a la compresión del hormigón y la separación entre apoyos. Para determinar la separación de apoyos se debe analizar las longitudes críticas de la vivienda por eje. Siendo estas en el eje A de 3.95m y en el eje 1 de 3.2m; para eliminar la necesidad de viguetas en la estructura se determinó que los valles siguieran el sentido del eje 1. Por lo cual, la separación entre apoyos es 3.2m; además que para el  $f_c'$  su valor será de 21MPa.

Por otro lado, según el manual de diseño de Acesco (2013), los datos geométricos del Metaldeck 3" calibre 18 son:

**Tabla 53**

*Datos geométricos de la placa colaborante para 1 metro cuadrado de losa*

<b>Datos geométricos del Metaldeck 3" calibre 18</b>			
Espesor de la losa	$h$	14	cm
Espesor equivalente del hormigón	$h_e$	10.19	cm
Peso propio (lámina)	$W_{pp-steeld}$	13.02	$\frac{kg}{m^2}$
Peso Propio (Lámina + Hormigón)	$W_{pp}$	255	$\frac{kg}{m^2}$
Altura de la Lámina	$h_f$	7.62	cm
Espesor de la Lámina	$t_r$	1.2	mm
Área de la Lámina	$A_s$	16.783	cm <sup>2</sup>
Área sección de Hormigón	$A_c$	1007.47	$\frac{mm^2}{mm}$
Centro de Gravedad de la Lámina	$Y_p$	3.7919	cm
Fluencia de la Lámina	$F_{yr}$	2812.28	$\frac{kg}{cm^2}$

Inercia Lámina sin Hormigón	$I_{er}$	163.698	$cm^4$
Inercia Lámina con Hormigón	$I_e$	1808.0142	$cm^4$
Inercia sección agrietada	$I_{agr}$	974.8397	$cm^4$
Inercia Promedio de sección	$I_{prom}$	1391.427	$cm^4$
Módulo Elástico Momento (+)	$S_{(+)}$	41.95	$\frac{mm^3}{mm}$
Módulo Elástico Momento (-)	$S_{(-)}$	41.07	$\frac{mm^3}{mm}$
Módulo Sección Transformada	$S_{ic}$	104.039	$\frac{mm^3}{mm}$
Resistencia Lámina a Cortante	$V_{n-tab}$	8675.9	$kg$
Módulo de elasticidad del acero	$E_c$	2100000	$\frac{kg}{cm^2}$
Resistencia de la losa por cortante	$A_{cv}$	819.689	$cm^2$

*Nota.* Tabla recopilatoria de elaboración propia, con datos obtenidos de Acesco (2013).

**3.1.13.1 Combinaciones de carga gravitacional.** Para esta sección, se debe determinar las cargas gravitacionales que soportará el elemento losa. Siendo para carga viva:

$$q_v = 203.94 \left[ \frac{kg}{m^2} \right]$$

Y para carga muerta:

$$q_m = 340.83 \left[ \frac{kg}{m^2} \right]$$

Según lo calculado en el apartado 3.1.5 de definición de cargas; además, para este análisis se añadió un peso arbitrario de  $20 \left[ \frac{kg}{m^2} \right]$  por accesorios en la losa.

$$W_{accesorios} = 20 \left[ \frac{kg}{m^2} \right]$$

Una vez definidas las cargas, se procedió a calcular las combinaciones de carga gravitacional. Primero, se calculó la carga por servicio según:

$$q_{servicio} = q_m + q_v \quad (3.88)$$

$$q_{servicio} = \left[ 340.83 \frac{kg}{m^2} + 203.94 \frac{kg}{m^2} \right] 1m \rightarrow q_{servicio} = 544.77 \frac{kg}{m}$$

Segundo, se determinó la carga última 1 por la siguiente relación:

$$q_{ultima1} = 1.2q_m + 1.6q_v \quad (3.89)$$

$$q_{ultima1} = \left[ 1.2 \cdot \left( 340.83 \frac{kg}{m^2} \right) + 1.6 \cdot \left( 203.94 \frac{kg}{m^2} \right) \right] 1m$$

$$q_{ultima1} = 735.30 \frac{kg}{m}$$

Tercero, se calculó la carga última 2 por la ecuación:

$$q_{ultima2} = 1.4q_m \quad (3.90)$$

$$q_{ultima2} = \left[ 1.4 \cdot \left( 340.83 \frac{kg}{m^2} \right) \right] 1m \rightarrow q_{ultima2} = 477.16 \frac{kg}{m}$$

**3.1.13.2 Diseño del Steel Deck como Formaleta.** En este apartado primero se

consideró las cargas durante la etapa constructiva, cuando la lámina actúa como formaleta.

En este punto de acuerdo con el manual de diseño de Acesco (2013), para el eje longitudinal

se consideró 3 luces continuas (Luz mayor). Lo cual se visualiza a continuación:

**Figura 42**

*Diagramas de carga y momento flector de una losa con 3 luces continuas*



*Nota.* Imagen obtenida de Acesco (2013).

**3.1.13.2.1 Cargas mayoradas.** Con lo anterior expuesto y la ficha de diseño, se calculan las cargas mayoradas. Para  $W_1$  se agregó un 20% a la carga total por la combinación  $C=1.2D+1.6L$ , obteniendo así:

$$W_1 = 1.2 \cdot W_{pp} \quad (3.91)$$

$$W_1 = 1.2 \cdot \left(255 \frac{kg}{m^2}\right) \rightarrow W_1 = 382.5 \left[\frac{kg}{m}\right]$$

Segundo, para  $W_2$  se adicionó un 60%:

$$W_2 = 1.2 \cdot \left(101.972 \frac{kg}{m^2}\right) \rightarrow W_2 = 163.1552 \left[\frac{kg}{m}\right]$$

Tercero, para la carga  $P$  también se consideró adicionarle un 60%:

$$P = 1.6 \cdot (75kg) \rightarrow P = 120[kg]$$

**3.1.13.2.2 Resistencia de la sección transversal.** Se determinó la resistencia de la sección transversal por momento positivo, de acuerdo con las fórmulas de la Figura 42. En esta línea, primero se calculó con la combinación de carga:

$$M(+)=0.203PL+0.096W_1L^2 \quad (3.92)$$

$$M(+)=0.203(120\text{ kg})(3.2\text{ m})+0.096\left(382.5\frac{\text{kg}}{\text{m}}\right)(3.2\text{ m})^2$$

$$M(+)=378.76\text{ [kg}\cdot\text{m]}$$

Segundo, se determinó:

$$M(+)=0.096(W_1+W_2)L^2 \quad (3.93)$$

$$M(+)=0.096\left(382.5\frac{\text{kg}}{\text{m}}+163.155\frac{\text{kg}}{\text{m}}\right)(3.2\text{ m})^2$$

$$M(+)=461.198\text{ [kg}\cdot\text{m]}$$

Por otro lado, para momento negativo se utilizó la siguiente relación:

$$M(-)=0.125(W_1+W_2)L^2 \quad (3.94)$$

$$M(-)=0.125\left(382.5\frac{\text{kg}}{\text{m}}+163.155\frac{\text{kg}}{\text{m}}\right)(3.2\text{ m})^2$$

$$M(-) = 600.519[kg \cdot m]$$

Una vez calculados los momentos, el que tiene mayor valor de todos es el momento último del diseño:

$$M_u = 600.519[kg \cdot m]$$

Ahora, con el valor del momento último se comprueba si la sección cumple con la filosofía de diseño:

$$\phi M_n \geq M_u \quad (3.95)$$

Donde:

$\phi M_n$ : Es el momento nominal reducido, que se calcula con la siguiente ecuación:

$$\phi M_n(-) = 0.9 \cdot S_{(-)} \cdot F_y \quad (3.96)$$

$$\phi M_n(-) = 0.9 \cdot \left( 41.07 \frac{mm^3}{mm} \right) \cdot \left( 2812.28 \frac{kg}{cm^2} \right) \rightarrow \phi M_n(-) = 103950.31[kg \cdot m]$$

Así, reemplazando en la condicionante se tiene que la sección cumple con la filosofía de diseño. Denotado a continuación:

$$103950.31[kg \cdot m] \geq 600.519[kg \cdot m] \quad \text{Cumple}$$

**3.1.13.2.3 Revisión del cortante.** En este punto se debe verificar que en etapa constructiva la losa cumpla con la filosofía de diseño por cortante, la cual es:

$$\phi V_n \geq V_u(-) \quad (3.97)$$

Donde:

$\phi V_n$ : Se obtiene según el catálogo del fabricante.

$V_u(-)$ : Se lo determina utilizando la siguiente fórmula:

$$V_u(-) = 1.25(W_1 + W_2)L \quad (3.98)$$

$$V_u(-) = 1.25 \left( 382.5 \frac{kg}{m} + 163.155 \frac{kg}{m} \right) (3.2m) \rightarrow V_u(-) = 1876.62[kg]$$

Así, reemplazando en la primera ecuación se tiene que la losa cumple con la filosofía de diseño por cortante. Lo cual se visualiza a continuación:

$$8675.9[kg] \geq 1876.62[kg] \quad \text{Cumple}$$

**3.1.13.2.4 Revisión de deflexiones.** El cálculo de las deflexiones verticales del sistema durante la etapa de construcción -donde la lámina actúa como formaleta-, incluye solo el peso propio de la lámina + hormigón. Así, el límite superior para deflexiones verticales en la condición de formaleta es:

$$\Delta_{adm} = \min \text{ entre } \left\{ \begin{array}{l} \frac{L}{180} \\ 20[mm] \end{array} \right. \quad (3.99)$$

$$\Delta_{adm} = \min \text{ entre } \left\{ \begin{array}{l} \frac{3.2}{180} = 17.78 [mm] \\ 20[mm] \end{array} \right.$$

Por lo cual, la deflexión vertical admisible es:

$$\Delta_{adm} = 17.78 [mm]$$

Ahora, se debe calcular la deflexión vertical actuante, usando la ecuación:

$$\Delta_{act} = \frac{0.0069qL^4}{EI_{ex}} \quad (3.100)$$

$$\Delta_{act} = \frac{0.0069 \left( 255 \frac{kg}{m^2} \cdot \frac{1}{100} \right) \left( \frac{3.2m}{100} \right)^4}{(2100000)(163.698cm^4)}$$

$$\Delta_{act} = 0.42[cm] \quad \rightarrow \quad \Delta_{act} = 4.2[mm]$$

Finalmente, se comprueba que la deflexión actuante sea menor al admisible. En caso de que no cumpla, significa que requiere apuntalamiento en etapa constructiva.

$$\Delta_{act} \leq \Delta_{adm} \quad (3.101)$$

$$4.2[mm] \leq 17.78 [mm] \quad \text{Cumple}$$

En este caso la relación sí se cumplió, es decir, no necesita apuntalamiento. Sin embargo, por recomendaciones del fabricante se debe poner un apuntalamiento intermedio de luces mayores a 2.69m. Por último, para concluir este apartado se debe cumplir la relación de la ecuación de envolvente de Acesco (2013):

$$\left(\frac{M_u}{\phi M_n}\right)^2 + \left(\frac{V_u}{\phi V_n}\right)^2 \leq 1 \quad (3.102)$$

$$\left(\frac{600.519 \text{ kg} \cdot \text{m}}{103950.31 \text{ kg} \cdot \text{m}}\right)^2 + \left(\frac{1876.62 \text{ kg}}{8675.9 \text{ kg}}\right)^2 \leq 1$$

$$0.0468 \leq 1 \text{ Cumple}$$

En resumen, la selección del Metaldeck 3" Calibre 18 actuando como formaleta es adecuada. Sin embargo, se debe poner un apuntalamiento intermedio en luces mayores a 2.69m, debido a recomendaciones del fabricante.

**3.1.13.3 Diseño del Steel Deck + Hormigón.** Para este apartado se utiliza el método de análisis de la sección por Estado Límite.

**3.1.13.3.1 Revisión por Flexión Momento (+).** En este punto primero se determina el peralte de la losa colaborante. Esto mediante la siguiente ecuación:

$$d = h - Y_p \quad (3.103)$$

$$d = 14 \text{ cm} - 3.79 \text{ cm} \rightarrow d = 10.21 \text{ [cm]}$$

Ahora se calcula la capacidad reducida de la losa mediante la ecuación:

$$\phi M_n = 0.85 \cdot A_s \cdot F_y \cdot \left(d - \frac{a}{2}\right) \quad (3.104)$$

Donde:

$a$ : Se lo determina según la siguiente fórmula:

$$a = \frac{A_s \cdot F_y}{(0.85 \cdot f'_c \cdot b)} \quad (3.105)$$

$$a = \frac{16.783 \text{ cm}^2 \cdot 2812.28 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}}{\left(0.85 \cdot 210 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \cdot 100 \text{ cm}\right)}$$

$$a = 2.644 \text{ cm}$$

Reemplazando en la fórmula principal, se obtiene:

$$\phi M_n = 0.85 \cdot 16.783 \text{ cm}^2 \cdot 2812.28 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \cdot \left(10.21 \text{ cm} - \frac{2.644 \text{ cm}}{2}\right)$$

$$\emptyset M_n = 356495.4879 [kg \cdot cm] \rightarrow \emptyset M_n = 3564.955 [kg \cdot m]$$

Posteriormente, se calculó el momento último de la losa, por la siguiente ecuación:

$$(+M_u) = \frac{W_u \cdot L^2}{10} \quad (3.106)$$

Donde:

$W_u$ : Se lo determinó según la siguiente fórmula:

$$W_u = 1.2 \cdot W_{cp} + 1.6 \cdot W_{cv} \quad (3.107)$$

$$W_u = 1.2 \cdot \left( 340.83 \frac{kg}{m^2} + 255 \frac{kg}{m^2} \right) + 1.6 \cdot \left( 203.94 \frac{kg}{m^2} \right)$$

$$W_u = 1041.304 \frac{kg}{m}$$

Reemplazando en la fórmula principal, se obtuvo:

$$(+M_u) = \frac{\left( 1041.304 \frac{kg}{m} \right) \cdot (3.2m)^2}{10}$$

$$(+M_u) = 1066.295 [kg \cdot m]$$

Finalmente, se debe comprobó que la losa cumple con la filosofía de diseño (3.95):

$$\emptyset M_n \geq M_u \rightarrow 3564.955 [kg \cdot m] \geq 1066.295 [kg \cdot m] \text{ Cumple}$$

Al cumplirse la filosofía de diseño, se concluye que la selección del Metaldeck 3" Calibre 18, actuando como sección compuesta con una separación de apoyos de 3.2m es adecuada para la vivienda.

**3.1.13.3.2 Revisión por Flexión Momento (-).** En este apartado, primero se calcula el momento negativo que produce la losa, por la ecuación:

$$M(-) = 0.117(W_1 + W_2) \cdot L^2 \quad (3.108)$$

$$M(-) = 0.117 \left( 1041.304 \frac{kg}{m} \right) \cdot (3.2m)^2$$

$$M(-) = 1247.565 [kg \cdot m] \rightarrow M(-) = 124756.51 [kg \cdot cm]$$

Ahora, se define que sobre la losa se pondrá 3cm de recubrimiento, por lo cual, el nuevo peralte de la sección se calcula con:

$$d = h - \text{recubrimiento} \quad (3.109)$$

$$d = 14\text{cm} - 3\text{cm}$$

$$d = 11\text{cm}$$

Por otro lado, debido a las discontinuidades de la sección, se asume una base del 35% con respecto al metro lineal, es decir,  $b=25\text{cm}$ . Ahora se calcula el valor de  $k$ , utilizando la siguiente ecuación:

$$k = \frac{M_u}{\phi \cdot b \cdot d^2} \quad (3.110)$$

$$k = \frac{124756.51\text{kg} \cdot \text{cm}}{0.85 \cdot 35\text{cm} \cdot (11\text{cm})^2}$$

$$k = 34.657$$

Ahora, se calcula el valor de  $m$ , considerando que el  $f_y = 4200 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$  para el presente cálculo, ya que, este es el  $f_y$  de la malla de acero. La fórmula utilizada es la siguiente:

$$m = \frac{f_y}{0.85 \cdot f'_c} \quad (3.111)$$

$$m = \frac{4200 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}}{0.85 \cdot 210 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}}$$

$$m = 23.52941176$$

Una vez obtenidas las variables  $k$  y  $m$ , se puede determinar la cuantía por demanda que tiene la losa colaborante. Para ello, se aplica la siguiente ecuación:

$$\rho = \frac{1}{m} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{m \cdot k}{F_{yr}}} \right) \quad (3.112)$$

$$\rho = \frac{1}{23.53} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{23.53 \cdot 34.66}{4200 \frac{kg}{cm^2}}} \right) \rightarrow \rho = 0.004348273$$

Para comprobar que la cuantía por demanda es la adecuada, se debe calcular la cuantía mínima que debe tener la losa colaborante. Para ello se utiliza la siguiente ecuación:

$$\rho_{\min} = \frac{14}{f_y} \quad (3.113)$$

$$\rho_{\min} = \frac{14}{4200 \frac{kg}{cm^2}}$$

$$\rho_{\min} = 0.003333333$$

Como la cuantía por demanda es mayor a la cuantía mínima, se escoge la cuantía por demanda para armar la losa colaborante.

$$\rho_{cal} < \rho_{\min} \quad (3.114)$$

$$0.004348273 < 0.003333333$$

$$\rho_{selec} = 0.004348273$$

Así, se calcula el área de acero requerido por la losa:

$$A_s = \rho_{seleccionado} \cdot b \cdot d \quad (3.115)$$

$$A_s = 0.004348273 \cdot 35cm \cdot 11cm$$

$$A_s = 1.674 \frac{cm^2}{m}$$

Para determinar el área de refuerzo necesario para la sección, se realiza la verificación de refuerzo por retracción y temperatura (NSR F.4.7.5.5). Aplicando la siguiente ecuación:

$$A_{s-min} = \text{Max, entre} \begin{cases} 0.593 \frac{cm^2}{m} \\ 0.00075 \cdot A_{cv} \\ A_{s-demanda} \end{cases} \quad (3.116)$$

$$A_{s-min} = \text{Max, entre} \begin{cases} 0.593 \frac{cm^2}{m} \\ 0.00075 \cdot A_{cv} = 0.00075 \cdot (819.69cm^2) = 0.615 \frac{cm^2}{m} \\ A_{s-demanda} = 1.674 \frac{cm^2}{m} \end{cases}$$

Por lo que, el acero requerido por la sección es:

$$A_{s-requerido} = 1.674 \frac{cm^2}{m}$$

Entonces, de acuerdo con el área de acero requerido, se selecciona con el catálogo la malla electrosoldada. El catálogo se utilizó se presenta a continuación.

**Figura 43**

*Catálogo de mallas de acero de acuerdo con su área por cada metro lineal*

EQUIVALENCIAS CON REDUCCION DE CUANTIA												
Espac cm.	TIPO DE MALLA PARA UNA DIRECCION DE VARILLA											
	6mm		1/4"		8mm		3/8"		12mm		1/2"	
	0.283		0.32		0.503		0.71		1.13		1.27	
	As (cm2/m) en malla	Tipo de Malla	As (cm2/m) en malla	Tipo de Malla	As (cm2/m) en malla	Tipo de Malla	As (cm2/m) en malla	Tipo de Malla	As (cm2/m) en malla	Tipo de Malla	As (cm2/m) en malla	Tipo de Malla
0.100	2.38	Q-238 ó <b>Q-235</b>	2.69	Q-264	4.23	Q-430	5.96	Doble <b>Q-295</b>	9.49	Q503 + Q-442	10.67	Doble Q-541
0.125	1.90	<b>Q-188</b>	2.15	Q-214 ó <b>Q-221</b>	3.38	Q-335	4.77	Q-478	7.59	Q-430 + Q-335	8.53	Doble Q-430
0.150	1.58	<b>Q-158</b>	1.79	Q-176 ó <b>Q-188</b>	2.82	Q-283	3.98	Q-396	6.33	Q-295 + Q-335	7.11	Q-430 + Q-295
0.175	1.36	Q-131 ó <b>Q-139</b>	1.54	<b>Q-158</b>	2.41	Q-242	3.41	Q-335	5.42	Q-541	6.10	Q-335 + Q-295
0.200	1.19	<b>QE-118</b>	1.34	Q-131 ó <b>Q-139</b>	2.11	Q-214 ó <b>Q-221</b>	2.98	<b>Q-295</b>	4.75	Q-478	5.33	Q-541
0.225	1.06	<b>QE-106</b>	1.19	<b>QE-118</b>	1.88	<b>Q-188</b>	2.65	Q-264	4.22	Q-430	4.74	Q-478
0.250	0.95	Q-95 ó <b>QE-106</b>	1.08	<b>QE-106</b>	1.69	Q-164 ó Q-171	2.39	Q-238 ó <b>Q-235</b>	3.80	Q-385	4.27	Q-430
0.275	0.86	<b>Q-84</b>	0.98	Q-95 ó <b>QE-106</b>	1.54	<b>Q-158</b>	2.17	Q-214 ó <b>Q-221</b>	3.45	<b>Q-335</b>	3.88	Q-385
0.300	0.79	QE-79 ó <b>Q-84</b>	0.90	Q-95	1.41	Q-141	1.99	<b>Q-195</b>	3.16	Q-312	3.56	Q-353
0.325	0.73	Q-71 ó <b>QE-79</b>	0.83	<b>Q-84</b>	1.30	Q-131	1.84	<b>Q-188</b>	2.92	<b>Q-295</b>	3.28	Q-335
0.350	0.68	<b>QE-65</b>	0.77	<b>QE-79</b>	1.21	<b>QE-128</b>	1.70	Q-171 ó <b>Q-188</b>	2.71	Q-271	3.05	Q-302
0.375	0.63	<b>QE-65</b>	0.72	Q-71 ó <b>QE-79</b>	1.13	Q-113 ó QE-118	1.59	<b>Q-158</b>	2.53	<b>Q-257</b>	2.84	Q-283 ó <b>Q-295</b>
0.400	0.59	Q-58 ó <b>QE-65</b>	0.67	<b>QE-65</b>	1.06	<b>QE-106</b>	1.49	Q-147 ó <b>Q-158</b>	2.37	<b>Q-235</b>	2.67	Q-264
0.425	0.56	Q-55	0.63	<b>QE-65</b>	0.99	Q-95	1.40	Q-147 ó <b>Q-139</b>	2.23	<b>Q-221</b>	2.51	Q-257
0.450	0.53	Q-55	0.60	Q-58	0.94	Q-95	1.33	Q-131	2.11	Q-214 ó <b>Q-221</b>	2.37	Q-235
0.475	0.50	Q-50	0.57	Q-55	0.89	<b>Q-84</b>	1.26	<b>QE-128</b>	2.00	<b>Q-195</b>	2.25	Q-221
0.500	0.48	Q-46	0.54	Q-55	0.85	<b>Q-84</b>	1.19	QE-118	1.90	<b>Q-188</b>	2.13	Q-214 ó <b>Q-221</b>
0.525	0.45	Q-46	0.51	Q-50	0.80	<b>QE-79</b>	1.14	QE-113 ó QE-118	1.81	<b>Q-188</b>	2.03	Q-214 ó <b>Q-221</b>
0.550	0.43	Q-46	0.49	Q-50	0.77	<b>QE-79</b>	1.08	<b>QE-106</b>	1.73	Q-171 ó <b>Q-188</b>	1.94	<b>Q-195</b>
0.575	0.41	Q-46	0.47	Q-46	0.73	Q-71 ó QE-79	1.04	<b>QE-106</b>	1.65	Q-164	1.86	<b>Q-188</b>
0.600	0.40	Q-46	0.45	Q-46	0.70	Q-71 ó QE-79	0.99	Q-95	1.58	<b>Q-158</b>	1.78	Q-176 ó <b>Q-188</b>

*Nota.* Tabla obtenida de Prodac (2008), equivalencias con reducción de cuantía.

Figura 44

Catálogo de mallas de acero standard con su codificación

DESCRIP.	MEDIDAS (m)	COCADA (mm)	DIAM. (mm)	PESO MALLA	PESO K/M <sup>2</sup>
<b>MALLAS PARA LOSAS, MUROS DE CONTENCIÓN, ZAPATAS</b>					
MALLA SOLDADA R-80	2.40 x 6.00	200 x 330	4.5 / 3.0	11.387	0.949
MALLA SOLDADA Q-84	2.40 x 6.00	150 x 150	4.0	18.942	1.315
MALLA SOLDADA QE-65	2.50 x 6.40	300 x 300	5.0	17.356	1.085
MALLA SOLDADA QE-79	2.50 x 6.40	300 x 300	5.5	21.000	1.313
MALLA SOLDADA QE-106	2.40 x 5.00	150 x 150	4.5	19.878	1.657
MALLA SOLDADA QE-118	2.50 x 6.40	300 x 300	6.7	31.044	1.940
MALLA SOLDADA QE-128	2.50 x 6.05	300 x 300	7.0	31.337	2.072
MALLA SOLDADA QE-139	2.40 x 5.00	100 x 100	4.2	26.105	2.175
MALLA SOLDADA Q-139	2.40 x 6.00	100 x 100	4.2	31.200	2.167
MALLA SOLDADA QE-147	2.50 x 6.06	301 x 300	7.0	31.337	2.072
MALLA SOLDADA Q-158	2.40 x 6.00	150 x 150	5.5	35.809	2.487
MALLA SOLDADA Q-188	2.40 x 6.00	150 x 150	6.0	42.621	2.960
MALLA SOLDADA Q-195	2.40 x 6.00	150 x 150	6.1	44.047	3.059
MALLA SOLDADA Q-221	2.40 x 6.00	150 x 150	6.5	50.008	3.473
MALLA SOLDADA Q-235	2.40 x 6.00	150 x 150	6.7	53.139	3.690
MALLA SOLDADA Q-257	2.40 x 6.00	150 x 150	7.0	58.004	4.028
MALLA SOLDADA Q-295	2.40 x 6.00	150 x 150	7.5	66.576	4.623
MALLA SOLDADA Q-335 (*)	2.40 x 6.00	150 x 150	8.0	74.650	5.184
MALLA SOLDADA Q-353 (*)	2.40 x 6.00	100 x 100	6.7	77.379	5.374
MALLA SOLDADA Q-385 (*)	2.40 x 6.00	100 x 100	7.0	87.006	6.042
MALLA SOLDADA Q-430 (*)	2.40 x 6.00	100 x 100	7.4	94.388	6.555
MALLA SOLDADA Q-503 (*)	2.40 x 6.00	100 x 100	8.0	113.640	7.892
MALLA SOLDADA QE-541 (*)	2.20 x 6.00	100 x 100	8.3	107.680	7.478
MALLA SOLDADA QE-567 (*)	2.00 x 6.00	100 x 100	8.5	102.170	7.095

Nota. Tabla obtenida de Prodac (2008), tipos de mallas presentes en el mercado.

Por lo cual, se coloca una malla electrosoldada tipo Q-188 (150x150x6mm), la cual tiene una cuantía de:

$$A_{\rho_{\text{seleccionado}}} = 1.88 \frac{\text{cm}^2}{\text{m}}$$

Finalmente, para comprobar que el diseño cumple con lo requerido, se divide el área de cuantía seleccionada por la cuantía requerida. De lo cual, se obtuvo:

$$P_{\text{cumplido}} = \frac{A_{\rho_{\text{seleccionado}}}}{A_{\rho_{\text{requerido}}}} \quad (3.117)$$

$$P_{\text{cumplido}} = \frac{1.88 \frac{\text{cm}^2}{\text{m}}}{1.674 \frac{\text{cm}^2}{\text{m}}} \rightarrow P_{\text{cumplido}} = 112\% \text{ Cumple}$$

**3.1.13.3.3 Revisión por esfuerzos a Cortante.** Se asume que la losa se fisura sobre los apoyos, en su parte superior. Se recomienda colocar refuerzo nominal para controlar estas fisuras que podrían afectar estéticamente el sistema. Así, se verifican los cortantes:

Primero, se calcula  $V_u(-)$ , utilizando la siguiente ecuación:

$$V_{u(-)} = 1.25(W_u) \cdot L \quad (3.118)$$

$$V_{u(-)} = 1.25 \left( 1041.304 \frac{kg}{m} \right) \cdot 3.2m$$

$$V_{u(-)} = 4165.215 [kg]$$

Segundo, se calcula  $\phi V_n$ , utilizando la siguiente ecuación:

$$\phi V_n = (\phi V_{n-tab}) + \phi V_c \quad (3.119)$$

Donde:

$\phi V_c$ : Se lo determinó según la siguiente fórmula:

$$\phi V_c = \phi \frac{\sqrt{f'_c}}{6} \cdot A_{cv} \quad (3.120)$$

$$\phi V_c = 0.85 \frac{\sqrt{210 \frac{kg}{cm^2}}}{6} \cdot 819.69 cm^2$$

$$\phi V_c = 65404.83834 [kg]$$

Reemplazando en la fórmula principal, se obtuvo:

$$\phi V_n = (8675.9 kg) + 65404.84 kg$$

$$\phi V_n = 74080.74 [kg]$$

Finalmente, se comprueba la filosofía de diseño:

$$\phi V_n \geq \phi V_c \quad (3.121)$$

$$74080.74 [kg] \geq 65404.84 [kg] \quad \text{Cumple}$$

**3.1.13.3.4 Revisión de las Deflexiones.** Para realizar esta sección se utilizó la tabla enunciada por Alderliesten (2024), para determinar la deflexión instantánea producto de las cargas gravitacionales. Esta tabla se visualiza a continuación:

**Tabla 54**

*IBC Tabla 1604.3, límites de deflexiones de tabiquería y recubrimientos*

<b>Límites de Deflexiones</b>		
$W_{cv}$	$W_{cp}$	<b>Tipo de Tabiquerías y Recubrimientos</b>
$L/360$	$L/240$	Frágiles
$L/240$	$L/240$	Flexibles

*Nota.* Tabla resumen con datos obtenidos de Alderliesten (2024).

Se asume que el entrepiso soporta tabiques y revestimientos frágiles. Por lo cual, la flexión actuante se calcula con:

$$\Delta_{act} = \frac{0.0054 \cdot W \cdot L^4}{E_c \cdot I_{prom}} \quad (3.122)$$

Además, la deflexión admisible es:

$$\Delta_{adm} = \frac{L}{360} \quad (3.123)$$

Para calcular estas deflexiones, primero se debe calcular el módulo elástico del hormigón  $E_c$ :

$$E_c = 15100 \cdot \sqrt{f'_c} \quad (3.124)$$

$$E_c = 15100 \cdot \sqrt{210 \frac{kg}{cm^2}}$$

$$E_c = 218819.79 \left[ \frac{kg}{cm^2} \right]$$

Según Catálogo fabricante, se obtiene la inercia promedia de la losa:

$$I_{prom} = 1391.427 \text{ cm}^4$$

Obtenidos estos factores, se calcula para la deflexión instantánea carga viva:

Para la deflexión actuante se obtiene:

$$\Delta_{act} = \frac{0.0054 \cdot \left(203.94 \frac{kg}{m^2}\right) \cdot (3.2m)^4}{218819.79 \frac{kg}{cm^2} \cdot 1391.427 cm^4} \rightarrow \Delta_{act} = 0.379 [cm]$$

$$\Delta_{adm} = \frac{L}{360}$$

$$\Delta_{adm} = 0.889 [cm]$$

Ahora, se comprueba que la deflexión admisible sea mayor o igual a la actuante:

$$\Delta_{act} \leq \Delta_{adm}$$

$$0.379 cm \leq 0.889 cm$$

Del mismo modo, se calculó la deflexión instantánea para carga permanente:

Para la deflexión actuante se obtiene:

$$\Delta_{act} = \frac{0.0054 \cdot \left(595.83 \frac{kg}{m^2}\right) \cdot (3.2m)^4}{218819.79 \frac{kg}{cm^2} \cdot 1391.427 cm^4} \rightarrow \Delta_{act} = 1.1081 [cm]$$

$$\Delta_{adm} = \frac{L}{240} \rightarrow \Delta_{adm} = 1.333 [cm]$$

Ahora, se comprueba que la deflexión admisible sea mayor o igual a la actuante:

$$\Delta_{act} \leq \Delta_{adm} \rightarrow 1.108 cm \leq 1.33 cm$$

Finalmente, por requerimiento de conectores de cortante por metro de ancho (NSR

F.4.7.5.6.3). Ecuación válida para uso de conector tipo espigo de diámetro 19mm.

$$N_s = \frac{F_y \left( A_s - \frac{A_{alma}}{2} - A_{b-inf} \right)}{142.58 \sqrt{f'_c \cdot E_c}} = \frac{0.35 \cdot A_s \cdot F_y}{142.58 \cdot \sqrt{f'_c \cdot E_c}} \quad (3.125)$$

$$N_s = 0.54$$

Dado que, el requerimiento de conectores de cortante salió menor que 1, se demuestra que la sección solo necesita 1 conector de corte. Por lo cual, se colocarán conectores en cada valle (0.305m) 3 conectores por metro lineal.

### **3.1.14 Diseño de la escalera de la vivienda de interés social**

Para el diseño de la escalera que conecta ambas plantas del modelo de vivienda de interés social propuesto, se utilizó el software Microsoft Excel para generar una hoja de cálculo. Esta herramienta permitió verificar la exactitud de los cálculos estructurales necesarios para el diseño de la escalera.

La estructura diseñada es una escalera en “U” de tres tramos, destinada para uso privado.

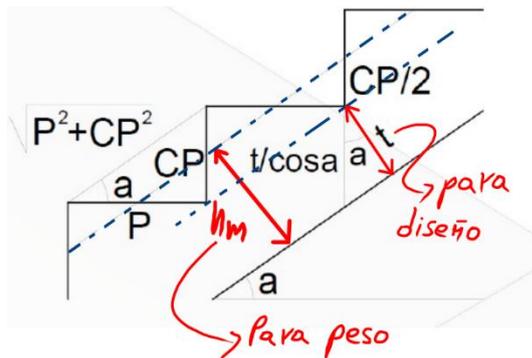
**3.1.14.1 Medidas de la escalera.** Las dimensiones de la escalera se derivaron de los planos arquitectónicos proporcionados por el cliente, los cuales, fueron trabajados en el software AutoCAD. A continuación, se presentan las especificaciones en forma de lista:

- Huella de cada escalón,  $P = 0.30 \text{ m} = 30 \text{ cm}$
- Altura de cada escalón,  $CP = 0.19 \text{ m} = 19 \text{ cm}$
- Altura del primer tramo,  $h_1 = 0.93 \text{ m} = 93 \text{ cm}$
- Altura del segundo tramo,  $h_2 = 0.93 \text{ m} = 93 \text{ cm}$
- Altura del tercer tramo,  $h_3 = 0.75 \text{ m} = 75 \text{ cm}$
- Recubrimiento de hormigón,  $rec = 2 \text{ cm}$
- Ancho de la escalera,  $ancho = 1.00 \text{ m} = 100 \text{ cm}$

Para entender qué representan  $P$  y  $CP$ , se presenta la siguiente figura:

**Figura 45**

*Dimensiones de la escalera de la VIS*



*Nota.* Adaptado de Valverde (2022).

**3.1.14.2 Materiales considerados para la escalera.** Los materiales de la escalera son, principalmente, hormigón y acero de refuerzo. Estos cumplen con las siguientes especificaciones:

- Hormigón para la escalera:
  - Resistencia a la compresión a los 28 días,  $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$
- Acero de varillas de refuerzo:
  - Resistencia a la fluencia,  $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$

**3.1.14.3 Cargas consideradas para la escalera.** Para el diseño de la escalera, se consideraron tanto la carga viva como la carga de acabados, utilizando la carga de entrepiso para adoptar un enfoque más conservador. Los valores correspondientes a estas cargas han sido previamente definidos en este capítulo y se detallan a continuación.

- Carga viva,  $C_{viva} = 203.94 \text{ kg/m}^2 \rightarrow C_{viva} = 0.20 \text{ ton/m}^2$
- Carga de entrepiso,  $q_{entrepiso} = 656 \text{ kg/m}^2 \rightarrow q_{entrepiso} = 0.66 \text{ ton/m}^2$
- Peso específico/volumétrico del hormigón,  $\gamma_c = 2400 \text{ kg/m}^3 \rightarrow \gamma_c = 2.40 \text{ ton/m}^3$

Por otra parte, a partir de la figura anterior, se realizaron los siguientes cálculos:

$$\cos \alpha = \frac{P}{\sqrt{P^2 + CP^2}} \quad (3.126)$$

Reemplazando valores en la ecuación anterior:

$$\cos \alpha = \frac{0.30}{\sqrt{0.30^2 + 0.19^2}}$$

$$\cos \alpha = 0.85$$

También, se utilizó la siguiente ecuación:

$$h_m = \frac{t}{\cos \alpha} + \frac{CP}{2} \quad (3.127)$$

**3.1.14.4 Diseño a flexión de la escalera.** Para el diseño a flexión de la escalera, se llevó a cabo un análisis individual para cada tramo, considerando las medidas específicas correspondientes a cada uno. Se verificó que el diseño de cada tramo cumpliera con los requisitos estructurales necesarios. Es importante mencionar que, aunque solo se presenta detalladamente el proceso seguido para el diseño del segundo tramo<sup>10</sup>, este mismo procedimiento fue aplicado a los demás tramos, adaptando los cálculos a sus valores específicos. Esto mismo se aplicó para las siguientes secciones de cálculo.

Para el segundo tramo, se tiene una longitud de 2.10 m. Con esta longitud, fue necesario determinar la altura mínima de la escalera, que puede comportarse como una losa. En este sentido, se sigue lo establecido en la figura mostrada a continuación.

---

<sup>10</sup> Porque este es el que tiene la mayor longitud y, por lo tanto, el que determina la altura mínima de todos los tramos de la escalera.

**Figura 46***Espesor mínimo de la escalera***Tabla 7.3.1.1 — Espesor mínimo de losas en una dirección macizas no preesforzadas**

Condición de apoyo	$h$ mínimo <sup>(1)</sup>
Simplemente apoyadas	$\ell/20$
Un extremo continuo	$\ell/24$
Ambos extremos continuos	$\ell/28$
En voladizo	$\ell/10$

<sup>(1)</sup> Relaciones aplicables para concreto de peso normal y  $f_y = 420$  MPa.

*Nota.* Datos obtenidos de la norma ACI 318S-14.

Considerado las condiciones de apoyo como simplemente apoyadas, es estimó el espesor mínimo del primer tramo de la escalera. Esto es:

$$t = \frac{l_n}{20} = \frac{2.10 \text{ m}}{20} = 0.105 \text{ m} = 10.5 \text{ cm}$$

Por lo tanto, la altura mínima de la escalera sería:

$$h_m = \frac{10.5 \text{ cm}}{0.85} + \frac{0.19 \text{ cm}}{2} = 22 \text{ cm} = 0.22 \text{ m}$$

Para todos los tramos de la escalera, se tienen las siguientes cargas a considerar en el diseño a flexión de la estructura:

- Carga por peso propio,  $C_{pp} = \gamma_c \cdot h_m = 2.40 \text{ ton/m}^3 \cdot 0.22 \text{ m}$ 
  - $C_{pp} = 0.52 \text{ ton/m}^2$
- Carga muerta total por unidad de superficie,  $C_{Mt} = C_{pp} + q_{entrepiso}$ 
  - $C_{Mt} = 0.52 \text{ ton/m}^2 + 0.66 \text{ ton/m}^2 = 1.18 \text{ ton/m}^2$
- Carga muerta total por unidad de longitud,  $q_{Mt} = C_{Mt} \cdot ancho$ 
  - $q_{Mt} = 1.18 \text{ ton/m}^2 \cdot 1.00 \text{ m} = 1.18 \text{ ton/m}$
- Carga viva por unidad de longitud,  $q_{viva} = C_{viva} \cdot ancho$ 
  - $q_{viva} = 0.20 \text{ ton/m}^2 \cdot 1.00 \text{ m} = 0.20 \text{ ton/m}$

- Carga última por unidad de longitud, calculada a partir de la siguiente ecuación:

$$q_u = 1.2 \cdot q_{Mt} + 1.6 \cdot q_{viva} \quad (3.128)$$

Reemplazando valores en la ecuación anterior:

$$q_u = 1.2 \cdot 1.18 \text{ ton/m} + 1.6 \cdot 0.20 \text{ ton/m}$$

$$q_u = 1.73 \text{ ton/m}$$

Posteriormente, se estimó el peralte de la escalera y se comprobó que este fuese correcto. Antes, se hicieron los siguientes cálculos:

$$V_u = \frac{q_u \cdot l_n}{2} \quad (3.129)$$

Reemplazando valores en la ecuación anterior:

$$V_u = \frac{1.73 \text{ ton/m} \cdot 2.10 \text{ m}}{2} = 1.82 \text{ ton}$$

$$M_u = \frac{q_u \cdot l_n^2}{8} \quad (3.130)$$

Reemplazando valores en la ecuación anterior:

$$M_u = \frac{1.73 \text{ ton/m} \cdot (2.10 \text{ m})^2}{2} = 0.95 \text{ ton} \cdot \text{m} = 95488.94 \text{ kg} \cdot \text{cm}$$

El peralte colocado sería:

$$d_{colocado} = t - rec - \frac{\phi_l}{2} \quad (3.131)$$

Donde  $\phi_l$  representa el diámetro de la varilla de acero de refuerzo longitudinal escogida. En este caso, es de 12 milímetros (1.2 centímetros). Así, reemplazando valores en la ecuación anterior:

$$d_{colocado} = 10.5 \text{ cm} - 2 \text{ cm} - \frac{1.2 \text{ cm}}{2} = 7.90 \text{ cm}$$

Luego, se verificó que el peralte colocado cumpla. Esto se hizo a partir de la siguiente ecuación:

$$d = \sqrt{\frac{M_u}{0.145 \cdot f'_c \cdot ancho}} \quad (3.132)$$

Reemplazando valores en la ecuación anterior:

$$d = \sqrt{\frac{95488.94 \text{ kg} \cdot \text{cm}}{0.145 \cdot 210 \text{ kg/cm}^2 \cdot 100 \text{ cm}}} = 5.60 \text{ cm}$$

Se debe cumplir la siguiente condición:

$$d < d_{colocado} \equiv 1$$

Por lo tanto, se verificó que el peralte colocado es correcto. Para el diseño a flexión, se consideraron las siguientes variables:

- $\beta_1 = 0.85$
- Módulo de elasticidad del acero de refuerzo,  $E_s = 2030000 \text{ kg/cm}^2$

Se calculó el acero de refuerzo requerido a partir de la siguiente ecuación:

$$A_s = \frac{30 \cdot M_u}{d_{colocado}} \quad (3.133)$$

Reemplazando valores:

$$A_s = \frac{30 \cdot 0.95 \text{ ton} \cdot \text{m}}{7.90 \text{ cm}} = 3.63 \text{ cm}^2$$

Para  $M^- = M_u/2.5 = 0.38 \text{ ton} \cdot \text{m}$ , el  $A_s$  es igual a  $1.45 \text{ cm}^2$  (se utiliza la misma ecuación, pero con el valor de  $M^-$ ). Ahora bien, conociendo el acero requerido, se procedió a seleccionar el diámetro y la cantidad de las varillas de acero de refuerzo a colocar en este tramo de la escalera. Se escogieron 4 varillas de 12 milímetros de diámetro. Esta elección representa un acero de refuerzo colocado,  $A_v$ , igual a  $4.52 \text{ cm}^2$ , cumpliendo con creces el refuerzo requerido. Luego, se verificó que el acero colocado sea menor que el acero máximo, que se calculó a partir de la siguiente ecuación:

$$(A_s)_{max} = \frac{3}{4} \cdot h \cdot d_{colocado} \cdot \frac{\beta_1 \cdot 0.85 \cdot f'_c}{f_y} \cdot \left( \frac{0.003}{0.003 + \frac{f_y}{E_s}} \right) \quad (3.134)$$

Reemplazando valores:

$$(A_s)_{max} = \frac{3}{4} \cdot 93 \text{ cm} \cdot 7.90 \text{ cm} \cdot \frac{0.85 \cdot 0.85 \cdot 210 \text{ kg/cm}^2}{4200 \text{ kg/cm}^2} \cdot \left( \frac{0.003}{0.003 + \frac{4200 \text{ kg/cm}^2}{2030000 \text{ kg/cm}^2}} \right)$$

$$(A_s)_{max} = 11.83 \text{ cm}^2$$

Así, se concluyó que el acero de refuerzo a flexión colocado cumple, pues es mayor que el requerido y menor que el máximo.

**3.1.14.5 Capacidad de diseño de la escalera.** Luego, se verificó si el diseño a flexión cumple por capacidad de diseño. Esto es:

$$a = \frac{A_v \cdot f_y}{0.85 \cdot h \cdot f'_c} \quad (3.135)$$

Reemplazando valores:

$$a = \frac{4.52 \text{ cm}^2 \cdot 4200 \text{ kg/cm}^2}{0.85 \cdot 93 \text{ cm} \cdot 210 \text{ kg/cm}^2} = 1.14 \text{ cm}$$

$$\phi \cdot M_n = \phi \cdot (A_v \cdot f_y) \cdot \left( d_{colocado} - \frac{a}{2} \right) \quad (3.136)$$

Donde  $\phi$  tiene un valor definido y, para diseño a flexión, es igual a 0.9.

Reemplazando valores:

$$\phi \cdot M_n = 0.9 \cdot (4.52 \text{ cm}^2 \cdot 4200 \text{ kg/cm}^2) \cdot \left( 7.90 \text{ cm} - \frac{1.14 \text{ cm}}{2} \right)$$

$$\phi \cdot M_n = 1.25 \text{ ton} \cdot \text{m}$$

Debe cumplirse la siguiente condición:

$$\phi \cdot M_n = 1.25 \text{ ton} \cdot \text{m} \geq M_u = 0.95 \text{ ton} \cdot \text{m} \equiv 1$$

Por lo tanto, al cumplirse la condición, se verificó que el diseño a flexión realizado para el segundo tramo de la escalera cumple por capacidad de diseño.

**3.1.14.6 Diseño a cortante de la escalera.** Se parte de la siguiente ecuación, calculando la contribución del hormigón.

$$V_c = 0.53 \cdot \sqrt{f'_c} \cdot h \cdot d_{colocado} \quad (3.137)$$

Reemplazando valores:

$$V_c = 0.53 \cdot \sqrt{210 \text{ kg/cm}^2} \cdot 93 \text{ cm} \cdot 7.90 \text{ cm} = 6067.54 \text{ kg} = 6.07 \text{ ton}$$

En este caso,  $\phi$  también tiene un valor definido y, para diseño a cortante, es igual a 0.75. Por lo tanto:

$$\phi \cdot V_c = 0.75 \cdot 6.07 \text{ ton} = 4.55 \text{ ton}$$

Debe cumplirse la siguiente condición:

$$\phi \cdot V_c = 4.55 \text{ ton} \geq V_u = 1.82 \text{ ton} \equiv 1$$

Por lo tanto, al cumplirse la condición, se verificó que el diseño a cortante realizado para el segundo tramo de la escalera cumple por cortante. Se continuó calculando la contribución del acero para estimar el refuerzo transversal a colocar. Esto se hizo a partir de la siguiente ecuación:

$$V_s = \frac{V_u}{0.75} - V_c \quad (3.138)$$

Reemplazando valores:

$$V_s = \frac{1.82 \text{ ton}}{0.75} - 4.55 \text{ ton} = -3.64 \text{ ton}$$

Por lo tanto, al  $V_s$  resultar negativo, se determinó que la escalera no requiere refuerzo por cortante. Sin embargo, se decidió colocar el mínimo impuesto por temperatura, calculado en la siguiente sección.

**3.1.14.7 Refuerzo por temperatura de la escalera.** Para el cálculo del refuerzo por temperatura, se consideró lo establecido en la norma ACI 318S-14. Conforme a lo indicado, la cuantía mínima de refuerzo corrugado de retracción y temperatura se calculó respecto al área bruta de concreto, utilizando los valores presentados en la Tabla 24.4.3.2 de dicha norma.

**Figura 47**

*Refuerzo por temperatura para la escalera de la VIS*

**Tabla 24.4.3.2 — Cuantías mínimas de refuerzo corrugado de retracción y temperatura calculadas sobre el área bruta de concreto**

Tipo de refuerzo	$f_y$ , MPa	Cuantía mínima de refuerzo	
Barras corrugadas	< 420	0.0020	
Barras corrugadas o refuerzo de alambre electrosoldado	$\geq 420$	Mayor de:	$\frac{0.0018 \times 420}{f_y}$
			0.0014

*Nota.* La imagen se obtuvo de la norma ACI 318S-14.

La cuantía,  $\rho$ , a colocar se estableció como la mínima, es decir,  $\rho = \rho_{min}$ . Como las barras corrugadas de acero de refuerzo tienen una resistencia a la fluencia igual a 420 MPa, se hizo uso de la ecuación que se muestra en la imagen anterior. Esto es:

$$\rho = \rho_{min} = \frac{0.0018 \cdot 420 \text{ MPa}}{f_y} \quad (3.139)$$

Reemplazando valores:

$$\rho = \rho_{min} = \frac{0.0018 \cdot 420 \text{ MPa}}{420 \text{ MPa}} = 0.0018 = 0.18\%$$

Se estimó el acero de refuerzo requerido por temperatura y retracción a partir de la siguiente ecuación:

$$(A_s)_t = \rho \cdot t \cdot 0.5 \quad (3.140)$$

Reemplazando valores:

$$(A_s)_t = 0.0018 \cdot 10.5 \text{ cm} \cdot 0.5 = 0.0095 \text{ cm}^2$$

Como se aprecia, el acero de refuerzo requerido por temperatura y retracción es mínimo y, al no requerir refuerzo transversal, se decidió colocar una varilla de refuerzo de 8 milímetros de diámetro cada 20 centímetros, siguiendo un enfoque conservador y cumpliendo con el mínimo, a pesar de que el elemento no lo requiera.

**3.1.14.8 Consideraciones importantes.** Es importante mencionar que el proceso descrito anteriormente es el mismo que se siguió para todos los tramos. Se comprobó que todos los diseños realizados para cada tramo cumplen. Cabe destacar que la mayoría de las variables tienen distintos valores según el tramo de la escalera. Sin embargo, el diseño del tramo 2, al ser este el tramo más largo, es el que predomina. Para una comprensión más sencilla del diseño de la escalera de la vivienda de interés social realizado, se muestra en la siguiente sección (3.1.14.9) un resumen de diseño para cada tramo (a modo de tabla).

**3.1.14.9 Resumen de diseño de la escalera de la VIS.** Un resumen de diseño para cada tramo de la escalera de vivienda de social se muestra en la siguiente tabla:

**Tabla 55**

*Resumen de diseño de la escalera de la VIS*

<b>Resumen de diseño de la escalera de la vivienda de interés social</b>			
Parámetro	Tramo 1	Tramo 2	Tramo 3
Cantidad de varillas por flexión top [#]	4	4	4
Cantidad de varillas por flexión bottom [#]	4	4	4

Diámetro de varillas por flexión top [mm]	10	12	10
Diámetro de varillas por flexión bottom [mm]	10	12	10
Diámetro de varillas transversales por cortante, temperatura y retracción [mm]	8	8	8
Separación de varillas transversales por cortante, temperatura y retracción [cm]	1 $\phi$ 8c/20	1 $\phi$ 8c/20	1 $\phi$ 8c/20
Longitud del tramo [m]	1.00	2.10	1.00
Altura del tramo [m]	0.93	0.93	0.75
Ancho del tramo [m]	1.00	1.00	1.00
Huella/parque que se pisa [cm]	30	30	30
Altura del escalón [cm]	19	19	19
Recubrimiento de hormigón [cm]	2	2	2
Espesor [cm]	10.5	10.5	10.5
Altura mínima [cm]	22	22	22

Para complementar la estructura de la escalera, aparte de la escalera en sí, que es construida in situ, se consideraron tres elementos más. Un par de macizos, una viga metálica y un pilarete complementan el diseño de la escalera. El diseño de estos elementos es más simple, pues las cargas que soportan son ligeras y solo sirven para complementar el diseño mostrado anteriormente.

- Los macizos tienen un espesor de 10 centímetros y sirven para anclar. Un macizo más pequeño se ubica por debajo del pilarete para que este se ancle ahí. Un macizo un poco más grande se ubica debajo del primer tramo de la escalera para anclar las varillas de acero de refuerzo de la escalera.

- Un pilarete de 20 por 20 centímetros sostiene el segundo tramo de la escalera. Este pilarete se armó con una cuantía mínima (del 1%). El acero a colocar se calculó a partir del área gruesa de la columna y, con el diagrama de interacción, se verificó que el diseño simple cumplía.
- Una viga metálica se ubicó debajo de la losa de entepiso, justo donde llega la escalera, como viga de descanso. Para continuar con el concepto de prefabricación, esta viga es metálica y se diseñó a partir del momento último que soporta, obteniendo el módulo de sección de esta a partir del esfuerzo admisible de su material (acero estructural A-36). El perfil escogido es una IPE 120.

El detalle de lo mencionado anteriormente se muestra en los planos anexados al final de este documento.

### ***3.1.15 Diseño de la cimentación de la vivienda de interés social***

Para el diseño de la cimentación del modelo de vivienda de interés social propuesto, se ha considerado un enfoque integral que garantice la estabilidad de la estructura. El tipo de cimentación seleccionado para el modelo de vivienda propuesto es superficial.

Concretamente, se decidió hacer uso de zapatas aisladas cuadradas (también llamadas plintos aislados). Independientemente de que el modelo de vivienda se construya utilizando la metodología tradicional o prefabricada, la cimentación será consistente en ambos casos.

Inicialmente, se realizó el predimensionamiento de la cimentación, lo que sirvió como base para proceder al diseño en un software de análisis estructural.

**3.1.15.1 Predimensionamiento.** Partiendo de un estudio de suelo realizado en el norte de Guayaquil para un tipo de perfil de suelo determinado como E para el diseño sísmico, se tienen los siguientes datos:

- Capacidad admisible del suelo sin relleno:  $5.25 \text{ ton/m}^2$ .
  - Bajo esta consideración, el tamaño de los plintos aislados es mayor e irreal para un proyecto de este tipo. Por ende, económicamente hablando, es más conveniente rellenar (para suelos con baja capacidad de carga).
  - Sin relleno, la profundidad de desplante recomendada es de dos metros.
- Capacidad admisible del suelo con relleno:  $10.53 \text{ ton/m}^2$ .
  - Con relleno, la profundidad de desplante recomendada es de un metro.
  - Se recomienda rellenar en suelos cuya capacidad admisible sea menor a  $10.53 \text{ ton/m}^2$ , pues la cimentación diseñada cumple para esa capacidad. Para capacidades mayores, no hace falta rellenar y se podría considerar una cimentación más pequeña, pues el suelo es mejor.
- Peso específico del suelo,  $\gamma = 1.71 \text{ ton/m}^3$ .
- Factor de seguridad (FS): 3, según lo establecido en la NEC-SE-GC.
- Ángulo de fricción: 15 grados.

**3.1.15.1.1 Consideraciones para plintos concéntricos.** Para el diseño de la cimentación, se ha considerado el uso de plintos aislados concéntricos, teniendo en cuenta que esta disposición será utilizada en la vivienda. En un lote de viviendas, se sugiere considerar esta disposición para los espacios. En caso de que no se pueda lograr, habría que tomar las consideraciones pertinentes (cuando la carga no sea concéntrica).

Las demandas a las que se someterá la cimentación fueron obtenidas de un software de análisis estructural. Las demandas requeridas son carga axial, momento en el eje  $x$  y momento en el eje  $y$  para carga viva, carga muerta y para la envolvente de los sismos. Dicha envolvente debe ser añadida en las combinaciones de carga en el software de análisis estructural (ver la siguiente figura).

**Figura 48***Envolvente de los sismos*

**General Data**

Load Combination Name:

Combination Type:

Notes:

Auto Combination:

**Define Combination of Load Case/Combo Results**

Load Name	Scale Factor
Sx Est	1
Sy Est	1

*Nota.* Realizado en un software de análisis estructural.

### **3.1.15.1.2 Cargas y relleno sugerido para suelos con capacidades admisibles**

**bajas.** Considerando que la estructura cuenta con doce columnas, se escogieron las demandas más altas para que todos los plintos tengan las mismas dimensiones, facilitando así el proceso constructivo y cumpliendo con las demandas de carga más elevadas. Este proceso podría ser optimizado diseñando plintos de distintos tamaños según cada columna, pero constructivamente es recomendable usar las mismas dimensiones para todos los plintos o, en su defecto, dimensiones muy parecidas. Las cargas obtenidas son:

- La carga axial (FZ), es decir, la carga vertical en el eje  $z$  más elevada es:

- 11.9843 ton para la carga muerta.
- 2.3348 ton para la carga viva.
- 1.0763 ton para la envolvente de los sismos. Este es el valor máximo de los posibles casos.
- El momento torsional en el eje  $x$  debido a las cargas (MX) es:
  - 0.4656 ton·m para la carga muerta. Nótese que este valor es pequeño.
  - 0.1473 ton·m para la carga viva. Nótese que este valor es pequeño.
  - 1.2422 ton·m para la envolvente de los sismos. Este es el valor máximo de los posibles casos.
- El momento torsional en el eje  $y$  debido a las cargas (MY) es:
  - 0.2211 ton·m para la carga muerta.
  - 0.0677 ton·m para la carga viva.
  - 0.0132 ton·m para la envolvente de los sismos. Este es el valor máximo de los posibles casos.
  - Nótese que, para todas las demandas, los valores son considerablemente menores, en comparación con el eje  $x$ .
- Es importante mencionar que se consideró el peor de los casos para ambos sismos, es decir, ambos como 100%. Cabe aclarar que este es un caso completamente irreal, pero conservador. Se tomó esta decisión para salvaguardar la integridad del modelo de vivienda de interés social propuesto y de sus ocupantes.

A continuación, se presenta una tabla resumen de las cargas considerada para el predimensionamiento enunciadas arriba.

**Tabla 56***Cargas consideradas para el predimensionamiento de la cimentación*

Carga	FZ	MX	MY
-	ton	ton·m	ton·m
Muerta	11.9843	0.4656	0.2211
Viva	2.3348	0.1473	0.0677
Envolvente de los sismos	1.0763	1.2422	0.0132

Estos valores fueron trasladados a una hoja de cálculo en el software Microsoft Excel que se utilizó para realizar el predimensionamiento de la cimentación del modelo de vivienda de interés social propuesto. Realizando el predimensionamiento, se verificó lo enunciado anteriormente: una capacidad admisible de carga del suelo de  $5.25 \text{ ton/m}^2$  no es suficiente, no resulta. Con este valor, el predimensionamiento arrojaba valores irreales. Por ende, se decidió considerar el mejoramiento del suelo especificado en el estudio geotécnico. Los detalles de esto se muestran en la figura a continuación.

Figura 49

*Relleno sugerido para mejorar la capacidad admisible*

CALCULO DE LA CAPACIDAD ADMISIBLE DEL SISTEMA - RELLENO VS ESTRATO A PROFUNDIDAD Df=1					SOLUCION DE BUTTON			
PARAMETROS PROMEDIOS PARA EL CALCULO DE LA CAPACIDAD DE LA ESTRUCTURA GEOTECNICA								
Tipo de terreno C								
FS 3.0 NEC 6,2								
Mejoramient d= 1.50 m								
Dimensiones de la zapata probable								
Profundidad de desplante l 1.1 m B= 1.00 L= var.								
h= 1.1		RELLENO			Relleno compactado	Suelo estratificado	qu	qadm
h= 1.50 MEJORAMIENTO		20.00 tn/m2			t/m2	Solucion de Button	tn/m2	tn/m2
CAPACD.PROMED.3 SUBESTRATOS		5.25 tn/m2			qu			
γ= 1.62		Sensibilidad= 1.2			20.00	c1= 1		
						c2= 0.26		
						c2/c1= 0.26		
						d/B= 1.50		
						Nc= 5.3	54.78	19.45
					d= 1.50			
POS SISMICO SIN GEOMALLA								
qu	K30	b	Kc	Kg				
1.05	2.2	1.5	0.44					
					Adoptamos qadm. =		19.45	tn/m2
					POS SISMICO		10.53	tn/m2
							1.05	Kg/cm2

*Nota.* Imagen obtenida del estudio geotécnico.

Nótese que el relleno sería con material clasificado, mejorando la estructura geotécnica. Esta consideración es válida si la profundidad de desplante de la cimentación es igual a un metro, como se mencionó anteriormente, y si por debajo de la cimentación se mejora el relleno con material clasificado. Así, se mejora la capacidad admisible del suelo a 10.53 ton/m<sup>2</sup>, que es el valor que se consideró en el predimensionamiento. Los resultados del predimensionamiento se muestran en la siguiente tabla.

Tabla 57

*Dimensiones iniciales para la cimentación de la VIS*

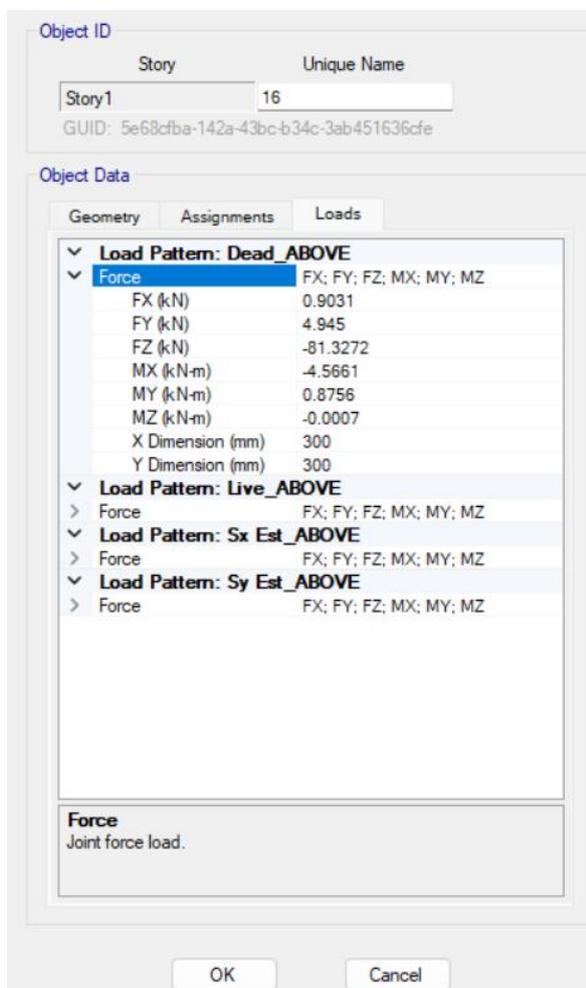
Resultados del predimensionamiento	
Para columnas esquineras	Para columnas de borde e internas
Plintos aislados de 150x150x35 cm	Plintos aislados de 150x150x30 cm

Estos valores fueron los empleados para realizar el diseño de la cimentación en un software de análisis estructural.

**3.1.15.2 Diseño de la cimentación en un software de análisis estructural.** Los datos de las cargas anteriormente mencionados fueron importados al software de análisis estructural empleado para diseñar la cimentación del modelo de vivienda de interés social propuesto desde otro software de análisis estructural (el empleado para modelar la estructura de la vivienda). Esto se puede apreciar en la siguiente imagen.

**Figura 50**

*Importación de cargas*



*Nota.* Imagen sacada del software de análisis estructural usado para diseñar la cimentación.

Ahora bien, es importante mencionar que el software de análisis estructural empleado no considera la sobrecarga del suelo (S/C). Para viviendas, la NEC recomienda una sobrecarga de 0.2. Siguiendo un enfoque conservador, se consideró una sobrecarga de 0.3. Es importante mencionar que esta sobrecarga se considera en la carga viva.

Posteriormente, se procedió a definir los materiales empleados para la cimentación en el software de análisis estructural.

### Figura 51

*Definición del hormigón en el software de análisis estructural*

General Data	
Material Name	Hormigón 21 MPa
Material Type	Concrete
Directional Symmetry Type	Isotropic
Material Display Color	Change...
Material Notes	Modify/Show Notes...

Material Weight and Mass	
<input type="radio"/> Specify Weight Density	<input checked="" type="radio"/> Specify Mass Density
Weight per Unit Volume	2.4028 tonf/m <sup>3</sup>
Mass per Unit Volume	0.245014 tonf-s <sup>2</sup> /m <sup>4</sup>

Mechanical Property Data	
Modulus of Elasticity, E	2188197.8886746 tonf/m <sup>2</sup>
Poisson's Ratio, U	0.2
Coefficient of Thermal Expansion, A	0.0000099 1/C
Shear Modulus, G	911749.12 tonf/m <sup>2</sup>

Design Property Data	
Modify/Show Material Property Design Data...	

Advanced Material Property Data	
Time Dependent Properties...	

Modulus of Rupture for Cracked Deflections	
<input checked="" type="radio"/> Program Default (Based on Concrete Slab Design Code)	
<input type="radio"/> User Specified	

*Nota.* Imagen sacada del software de análisis estructural usado para diseñar la cimentación.

Para la obtención del módulo de elasticidad del hormigón, E, se hizo uso de la siguiente ecuación:

$$E = 15100 \cdot \sqrt{f'_c} \cdot 10 \quad (3.141)$$

Donde el 10 se coloca por una cuestión de unidades y el valor de  $f'_c$  es igual a 210 kg/cm<sup>2</sup> (o bien, 21 MPa).

### Figura 52

*Resistencia a la compresión del hormigón en el software de análisis estructural*

Material Name and Type	
Material Name	Homigón 21 MPa
Material Type	Concrete, Isotropic
Grade	

Design Properties for Concrete Materials	
Specified Concrete Compressive Strength, f'c	2100 tonf/m²
<input type="checkbox"/> Lightweight Concrete	
Shear Strength Reduction Factor	1.0

*Nota.* Imagen sacada del software de análisis estructural usado para diseñar la cimentación.

Para el acero de refuerzo, se consideró un comportamiento elastoplástico perfecto, es decir,  $f_y = f_u$ . Esto se muestra en las dos imágenes presentadas a continuación.

### Figura 53

*Definición del acero de refuerzo en el software de análisis estructural*

General Data	
Material Name	Acero Refuerzo 4200 kg/cm2
Material Type	Rebar
Directional Symmetry Type	Uniaxial
Material Display Color	Change...
Material Notes	Modify/Show Notes...

Material Weight and Mass	
<input type="radio"/> Specify Weight Density	<input checked="" type="radio"/> Specify Mass Density
Weight per Unit Volume	7.849 tonf/m³
Mass per Unit Volume	0.80038 tonf-s²/m⁴

Mechanical Property Data	
Modulus of Elasticity, E	20394323.84 tonf/m²
Coefficient of Thermal Expansion, A	0.0000117 1/C

*Nota.* Imagen sacada del software de análisis estructural usado para diseñar la cimentación.

**Figura 54**

*Comportamiento elastoplástico perfecto*

Material Name and Type	
Material Name	Acero Refuerzo 4200 kg/cm <sup>2</sup>
Material Type	Rebar, Uniaxial
Grade	
Design Properties for Rebar Materials	
Minimum Yield Strength, F <sub>y</sub>	42000 tonf/m <sup>2</sup>
Minimum Tensile Strength, F <sub>u</sub>	42000 tonf/m <sup>2</sup>
Expected Yield Strength, F <sub>ye</sub>	42000 tonf/m <sup>2</sup>
Expected Tensile Strength, F <sub>ue</sub>	42000 tonf/m <sup>2</sup>

*Nota.* Imagen sacada del software de análisis estructural usado para diseñar la cimentación.

Una vez se definieron los materiales de la cimentación del modelo de vivienda de interés social propuesto, se procedió a definir las dimensiones de los plintos en el programa. Para esto, se partió de las medidas obtenidas en el predimensionamiento. Cabe recordar que se consideraron plintos de 150x150x35 cm para las columnas esquineras y plintos de 150x150x30 para las columnas de borde e interiores. Estas dimensiones permiten que las patas de las varillas de acero de refuerzo estén dentro del plinto, pues la longitud mínima de estas patas es igual a  $12 \cdot db$ , donde  $db$  representa el diámetro de la varilla de acero de refuerzo. Además, se consideró un recubrimiento de cinco centímetros. Un resumen más detallado del predimensionamiento se muestra en la tabla a continuación.

Plintos esquineros			Plintos no esquineros		
Ancho	Largo	Altura	Ancho	Largo	Altura
1.5	1.5	0.35	1.5	1.5	0.3
Peralte efectivo		0.3	Peralte efectivo		0.25

---

Recubrimiento	0.05	Recubrimiento	0.05
---------------	------	---------------	------

---

Nota. Las medidas presentadas en la tabla se encuentran en metros.

Se procedió a definir estas dos configuraciones de plintos aislados en el software de análisis estructural. Esto es:

### Figura 55

*Definición del plinto no esquinero en el software de análisis estructural*

The image shows a software interface for defining a footing property. It is divided into two main sections: "General Data" and "Property Data".

**General Data:**

- Property Name: Plinto 30
- Slab Material: Hormigón 21 MPa (with a dropdown arrow and a menu icon)
- Notional Size Data: Modify/Show Notional Size...
- Modeling Type: Shell-Thick (with a dropdown arrow)
- Modifiers (Currently Default): Modify/Show...
- Display Color: A blue color swatch with a Change... button
- Property Notes: Modify/Show...

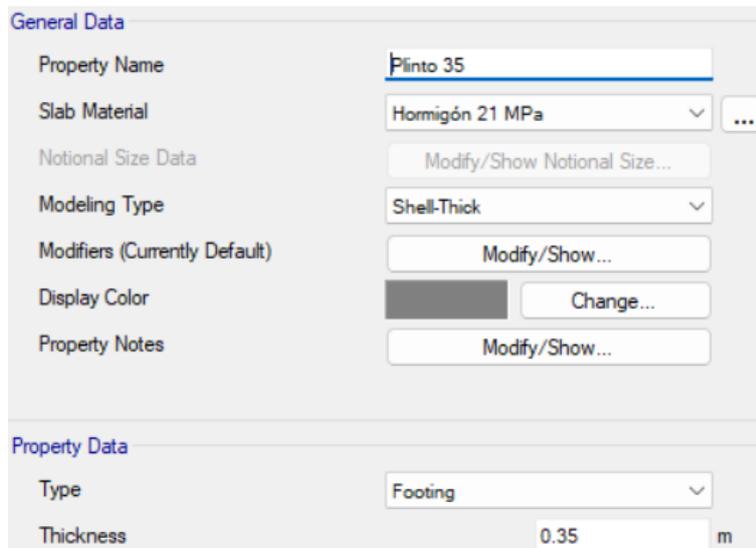
**Property Data:**

- Type: Footing (with a dropdown arrow)
- Thickness: 0.3 m (with a text input field and a unit indicator)

Nota. Imagen sacada del software de análisis estructural usado para diseñar la cimentación.

**Figura 56**

*Definición del plinto esquinero en el software de análisis estructural*



**General Data**

Property Name:

Slab Material:  ...

Notional Size Data:

Modeling Type:

Modifiers (Currently Default):

Display Color:

Property Notes:

---

**Property Data**

Type:

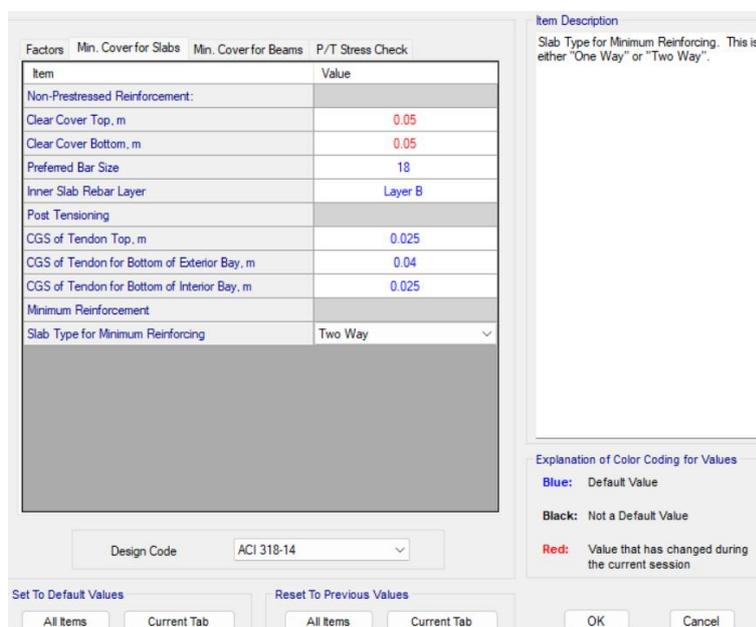
Thickness:  m

*Nota.* Imagen sacada del software de análisis estructural usado para diseñar la cimentación.

Posteriormente, se consideró el recubrimiento de hormigón de cinco centímetros anteriormente mencionado en el software de análisis estructural. Esto es:

**Figura 57**

*Consideración del recubrimiento en el software de análisis estructural*



Item	Value
<b>Non-Prestressed Reinforcement:</b>	
Clear Cover Top, m	0.05
Clear Cover Bottom, m	0.05
Preferred Bar Size	18
Inner Slab Rebar Layer	Layer B
<b>Post Tensioning</b>	
CGS of Tendon Top, m	0.025
CGS of Tendon for Bottom of Exterior Bay, m	0.04
CGS of Tendon for Bottom of Interior Bay, m	0.025
<b>Minimum Reinforcement</b>	
Slab Type for Minimum Reinforcing	Two Way

Design Code:

Item Description: Slab Type for Minimum Reinforcing. This is either "One Way" or "Two Way".

Explanation of Color Coding for Values:  
 Blue: Default Value  
 Black: Not a Default Value  
 Red: Value that has changed during the current session

Set To Default Values:

Reset To Previous Values:

*Nota.* Imagen sacada del software de análisis estructural usado para diseñar la cimentación.

Es importante mencionar que, en el software de análisis estructural empleado para diseñar la cimentación del modelo de vivienda de interés propuesto, no se puede ingresar el valor de la capacidad de carga admisible del suelo. Por esta razón, se ingresa el valor equivalente del coeficiente de balasto. El coeficiente de balasto es una propiedad/característica intrínseca del suelo. Dado que el suelo se puede comportar como un resorte, el valor del coeficiente de balasto<sup>11</sup> se utiliza para considerar cómo se deforma el suelo tras la aplicación de una o varias cargas. En otras palabras, es posible afirmar que el valor del coeficiente de balasto está muy relacionado con el valor del esfuerzo admisible.

En esta línea, se debe hacer uso de la tabla presentada en la figura a continuación para ingresar un valor equivalente al de la capacidad admisible del suelo en el software de análisis estructural.

---

<sup>11</sup> El coeficiente de balasto se conoce también como el módulo de reacción del suelo, módulo de Winkler o constante elástica del terreno.

**Figura 58***Módulo de reacción del suelo*

Esf Adm (Kg/Cm <sup>2</sup> )	Winkler (Kg/Cm <sup>3</sup> )	Esf Adm (Kg/Cm <sup>2</sup> )	Winkler (Kg/Cm <sup>3</sup> )	Esf Adm (Kg/Cm <sup>2</sup> )	Winkler (Kg/Cm <sup>3</sup> )
0.25	0.65	1.55	3.19	2.85	5.70
0.30	0.78	1.60	3.28	2.90	5.80
0.35	0.91	1.65	3.37	2.95	5.90
0.40	1.04	1.70	3.46	3.00	6.00
0.45	1.17	1.75	3.55	3.05	6.10
0.50	1.30	1.80	3.64	3.10	6.20
0.55	1.39	1.85	3.73	3.15	6.30
0.60	1.48	1.90	3.82	3.20	6.40
0.65	1.57	1.95	3.91	3.25	6.50
0.70	1.66	2.00	4.00	3.30	6.60
0.75	1.75	2.05	4.10	3.35	6.70
0.80	1.84	2.10	4.20	3.40	6.80
0.85	1.93	2.15	4.30	3.45	6.90
0.90	2.02	2.20	4.40	3.50	7.00
0.95	2.11	2.25	4.50	3.55	7.10
1.00	2.20	2.30	4.60	3.60	7.20
1.05	2.29	2.35	4.70	3.65	7.30
1.10	2.38	2.40	4.80	3.70	7.40
1.15	2.47	2.45	4.90	3.75	7.50
1.20	2.56	2.50	5.00	3.80	7.60
1.25	2.65	2.55	5.10	3.85	7.70
1.30	2.74	2.60	5.20	3.90	7.80
1.35	2.83	2.65	5.30	3.95	7.90
1.40	2.92	2.70	5.40	4.00	8.00
1.45	3.01	2.75	5.50		
1.50	3.10	2.80	5.60		

*Nota.* Tabla proporcionada por Morrison & Morrison Ingenieros. Esta tabla se extrajo de la tesis de maestría *Interacción Suelo-Estructuras: Semi-espacio de Winkler*, Universidad Politécnica de Cataluña (UPC), Barcelona – España. 1993 (autor: Nelson Morrison).

Es importante mencionar que los valores de esta tabla son para una superficie de apoyo (área). Estos valores se ingresan directamente al software de análisis estructural, no requieren ninguna modificación. Nótese que el valor de la capacidad admisible de carga del suelo debe estar en kg/cm<sup>2</sup> y que el valor de la constante elástica del terreno está en kg/cm<sup>3</sup>. Finalmente, cabe destacar que esta tabla es un resumen de diferentes trabajos en mecánica de suelos que han realizado Terzaghi y otros cinco expertos (en diferentes épocas).

Para el caso del presente proyecto, se tiene un esfuerzo admisible de 10.53 ton/m<sup>2</sup>. Esto equivale a 1.05 kg/cm<sup>2</sup>, por lo que el valor correspondiente del coeficiente de balasto a ingresar en el software de análisis estructural sería de 2.29 kg/cm<sup>3</sup>. Se procedió a ingresar

este valor en el software de análisis estructural, tal y como se muestra en la figura a continuación. Esto es:

### Figura 59

*Ingreso del coeficiente de balasto en el software de análisis estructural*

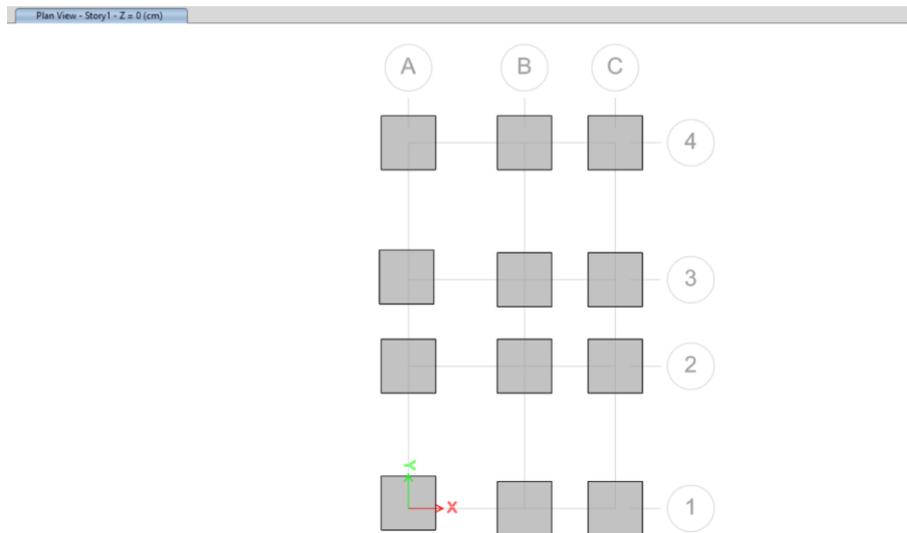
The image shows a software interface for defining material properties. It is divided into three sections: 'General Data', 'Property', and 'Nonlinear Option (Nonlinear Cases Only)'.  
1. **General Data:** Contains three rows. The first row is 'Property Name' with a text input field containing 'Suelo 10.53 ton/m2'. The second row is 'Display Color' with a cyan color swatch and a 'Change...' button. The third row is 'Property Notes' with a 'Modify/Show Notes...' button.  
2. **Property:** Contains one row: 'Subgrade Modulus (Compression Only)' with a text input field containing '2.29' and a unit dropdown menu set to 'kgf/cm/cm²'.  
3. **Nonlinear Option (Nonlinear Cases Only):** Contains four radio button options: 'None (Linear)', 'Tension Only', 'Compression Only' (which is selected), and 'Elasto-Plastic'. Below these are four text input fields for 'Compression Stiffness', 'Compression Strength', 'Tension Stiffness', and 'Tension Strength', all of which are currently empty.

*Nota.* Imagen sacada del software de análisis estructural usado para diseñar la cimentación.

Luego, se procedió a modelar los plintos en el software de análisis estructural. Esto se muestra en las imágenes presentadas a continuación.

## Figura 60

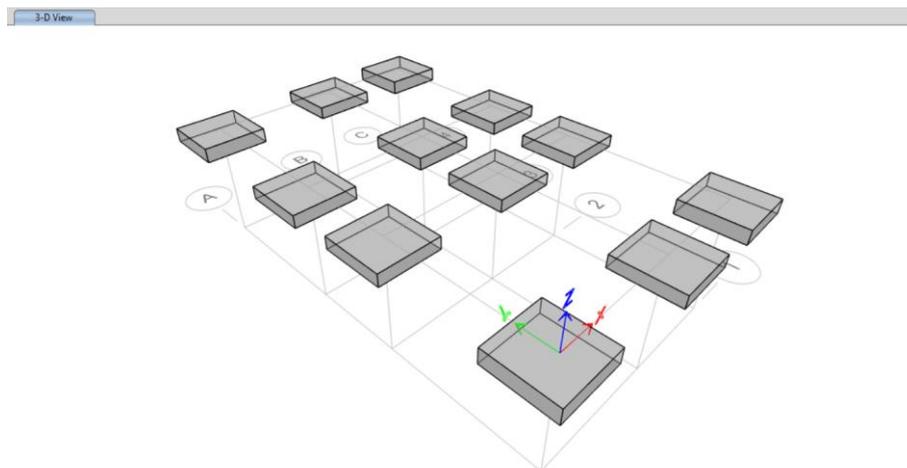
*Vista en planta de los plintos modelados*



*Nota.* Imagen sacada del software de análisis estructural usado para diseñar la cimentación.

## Figura 61

*Vista tridimensional de los plintos modelados*



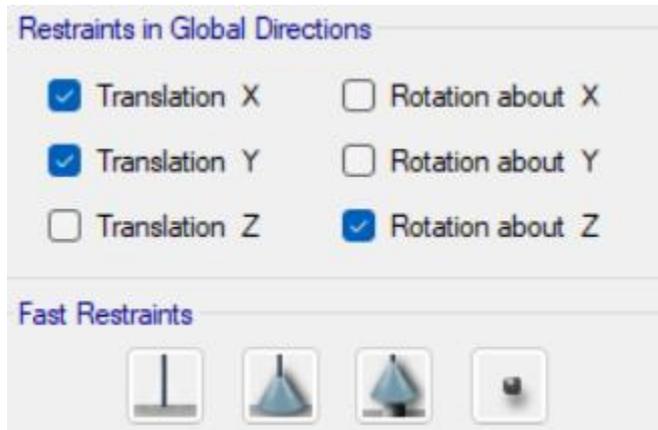
*Nota.* Imagen sacada del software de análisis estructural usado para diseñar la cimentación.

Posteriormente, fue necesario asignar las restricciones de movimiento aplicables a los plintos modelados. Se consideró que el plinto se puede mover hacia abajo (en el eje  $z$ ), pero no se puede mover hacia los costados (ejes  $x$  y  $y$ ). Además, se consideró que el plinto no

puede rotar con respecto al eje  $z$  porque existe fricción entre el suelo y el plinto. Las restricciones asignadas se muestran en la imagen presentada a continuación.

**Figura 62**

*Restricciones de movimiento de los plintos*



*Nota.* Imagen sacada del software de análisis estructural usado para diseñar la cimentación.

Posteriormente, se asignó la capacidad admisible de carga del suelo a los plintos modelados. Esto es:

**Figura 63**

*Asignación de la capacidad admisible a los plintos*

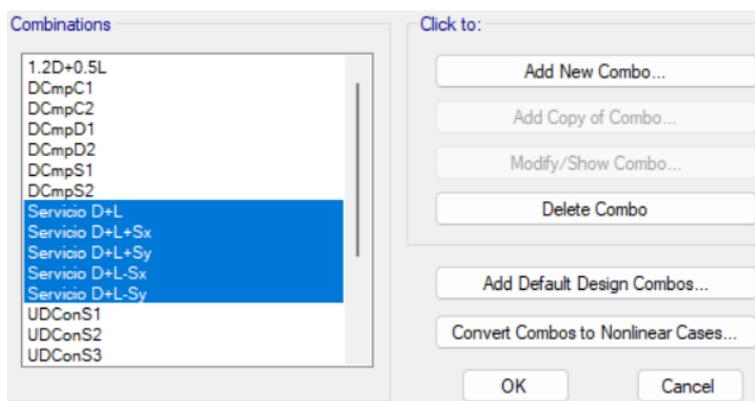


*Nota.* Imagen sacada del software de análisis estructural usado para diseñar la cimentación.

Antes de proceder a realizar el análisis y observar los esfuerzos generados en el suelo (*recordando que los esfuerzos demandantes deben ser menores que los esfuerzos admisibles*), se deben ingresar las combinaciones de carga de servicio en el software de análisis estructural. Las cinco combinaciones ingresadas se muestran en la figura presentada a continuación.

### Figura 64

*Combinaciones de carga de servicio ingresadas*

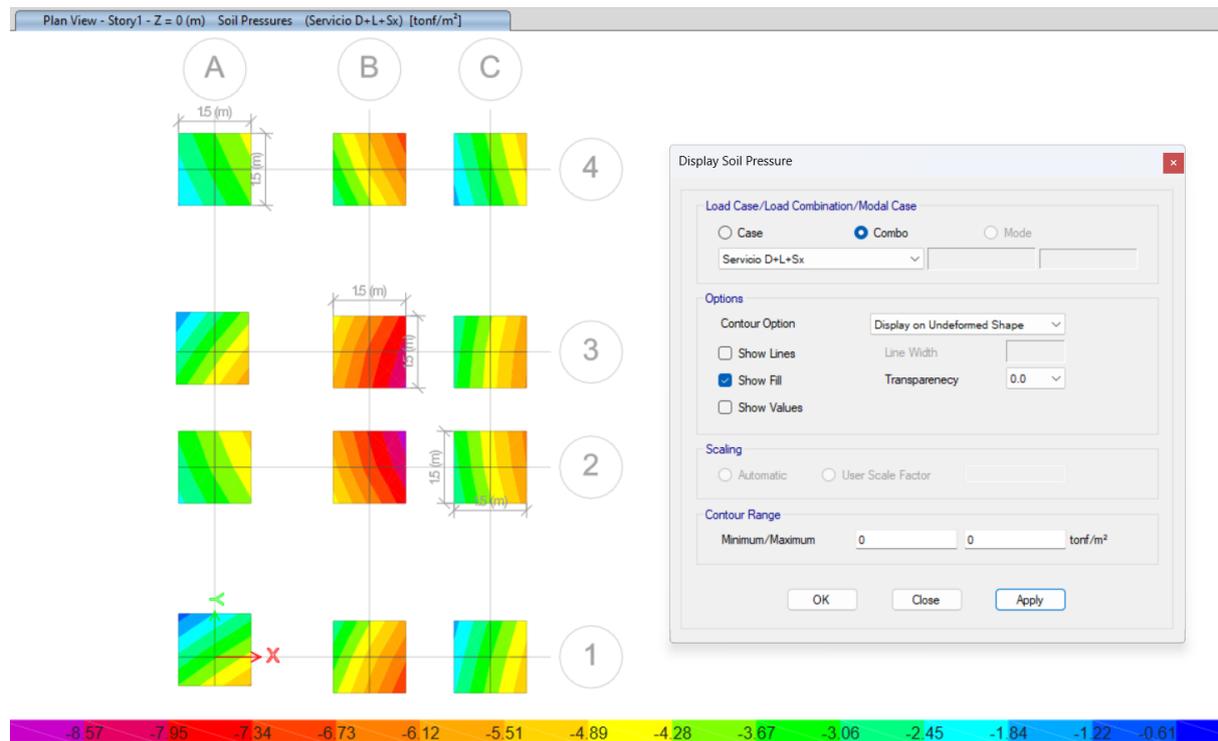


*Nota.* Imagen sacada del software de análisis estructural usado para diseñar la cimentación.

Nótese que se deben tener en cuenta todas las direcciones del sismo. En otras palabras, se debe considerar que el sismo va de derecha a izquierda, de izquierda a derecha, de sur a norte y de norte a sur. También, es importante mencionar que, una vez realizado el análisis en el software, se debe verificar que se cumpla la condición antes mencionada para cada deformación generada por cada combinación de carga de servicio. Por ejemplo, para la combinación de carga de servicio  $D + L + S_x$ , se obtuvieron los siguientes esfuerzos en el suelo:

Figura 65

Esfuerzos en el suelo para la combinación de carga de servicio  $D + L + S_x$



Nota. Imagen sacada del software de análisis estructural usado para diseñar la cimentación.

Con respecto a la imagen anterior, es importante mencionar algunas cosas:

- En la barra inferior, el signo negativo indica que es un esfuerzo de compresión al que está sometido el suelo.
  - De haberlo, el signo positivo indica que el plinto está levantándose del suelo.
- Cuando se considera el sismo en el diseño de la cimentación, el valor del esfuerzo admisible puede aumentar a  $\frac{4}{3}$  de su valor anterior. Es decir, la capacidad de carga admisible del suelo, considerando sismo, sería:

$$\frac{4}{3} \cdot 10.53 \frac{\text{ton}}{\text{m}^2} = 14.04 \frac{\text{ton}}{\text{m}^2}$$

- Como se aprecia en la imagen anterior, el esfuerzo demandante máximo para esta combinación de carga de servicio es igual  $8.57 \text{ ton/m}^2$ .

Con la información enlistada arriba, se comprobó el cumplimiento de la condición establecida. Los esfuerzos demandantes son menores que los esfuerzos admisibles. Esto es:

$$8.57 \frac{\text{ton}}{\text{m}^2} < 14.04 \frac{\text{ton}}{\text{m}^2}$$

El cumplimiento de esta condición se verificó para todas las combinaciones de carga de servicio, concluyéndose que el diseño de la cimentación del modelo de vivienda de interés social propuesto es correcto. Tal como se expuso en los capítulos 1 y 2 de este documento, se ha diseñado una cimentación adaptable a los diversos tipos de suelo que se pueden encontrar en el norte de Guayaquil. Esto se debe a que la cimentación cumple ampliamente con los requisitos para un suelo con una capacidad admisible de 10.53 ton/m<sup>2</sup>, lo que implica que también es adecuada para suelos con capacidades admisibles superiores (y que incluso podría optimizarse para estos casos, permitiendo ahorros económicos). Para suelos con una capacidad de carga menor a 10.53 ton/m<sup>2</sup>, se ha sugerido una profundidad de desplante de un metro con un relleno de material clasificado por debajo para alcanzar la capacidad de carga requerida. Cabe mencionar que, para suelos con una capacidad de carga ligeramente inferior a 10.53 ton/m<sup>2</sup>, este diseño aún podría ser satisfactorio sin necesidad de relleno, considerando que el diseño actual supera con creces la condición impuesta (esfuerzos demandantes menores que los esfuerzos admisibles).

**3.1.15.3 Resumen de diseño.** A continuación, se presenta un resumen del diseño de la cimentación del modelo de vivienda de interés social propuesto (a modo de tabla) para un mejor entendimiento de este.

**Tabla 58**

*Resumen de diseño de la cimentación de la VIS*

Plintos esquineros			Plintos no esquineros		
Ancho [m]	Largo [m]	Altura [m]	Ancho [m]	Largo [m]	Altura [m]

1.5	1.5	0.35	1.5	1.5	0.3
Peralte efectivo [m]		0.3	Peralte efectivo [m]		0.25
Recubrimiento [m]		0.05	Recubrimiento [m]		0.05
Cantidad de varillas en el eje $x$ [#]		5	Cantidad de varillas en el eje $x$ [#]		5
Diámetro de las varillas en el eje $x$ [mm]		10	Diámetro de las varillas en el eje $x$ [mm]		10
Separación de las varillas en el eje $x$ [cm]		30	Separación de las varillas en el eje $x$ [cm]		30
¿Requiere patas en el eje $x$ ?		Sí	¿Requiere patas en el eje $x$ ?		Sí
Cantidad de varillas en el eje $y$ [#]		5	Cantidad de varillas en el eje $y$ [#]		5
Diámetro de las varillas en el eje $y$ [mm]		10	Diámetro de las varillas en el eje $y$ [mm]		10
Separación de las varillas en el eje $y$ [cm]		30	Separación de las varillas en el eje $y$ [cm]		30
¿Requiere patas en el eje $y$ ?		Sí	¿Requiere patas en el eje $y$ ?		Sí

*Nota.* El acero requerido por demanda resultó menor que el acero mínimo requerido. Por consecuente, se colocó el acero mínimo requerido, considerando la máxima separación entre varillas posible (que es de treinta centímetros).

### 3.2 Especificaciones técnicas

En la presente sección, se procede a describir las especificaciones técnicas constructivas que deberán seguir los profesionales involucrados en la construcción del modelo de vivienda de interés social diseñado. Estas especificaciones se detallan, de manera general, para ambas alternativas de construcción: tradicional (*in situ*) y prefabricada (*modular*). No obstante, cuando se trate de rubros específicos que correspondan únicamente a una de las metodologías, se presentarán de manera individual. A continuación, se presenta una tabla resumen que detalla los rubros compartidos y los específicos para cada metodología constructiva.

**Tabla 59**

*Rubros del proyecto*

<b>Rubro</b>	<b>Tradicional</b>	<b>Prefabricada</b>
<b>Trabajos preliminares</b>		
Limpieza y desbroce manual de terreno natural	X	X
Tala y desraizada de árboles	X	X
Replanteo y nivelación	X	X
Instalación provisional de agua	X	X
Instalación provisional de luz (no incluye tarifa de consumo)	X	X
Cerramiento provisional ( $h = 2.40$ m) metálico Galvalume ( $e = 0.40$ mm)	X	X
Bodega provisional	X	X
<b>Movimiento de tierras</b>		
Excavación sin clasificar	X	X
Relleno compactado para cimentación	X	X

Relleno compactado con material de préstamo importado	X	X
Desalojo de materiales con volqueta (transporte de 10 km)	X	X
<b>Estructuras de hormigón</b>		
Replanteo de hormigón simple $f'_c = 140 \text{ kg/cm}^2$ y $e = 0.05 \text{ m}$	X	X
Hormigón $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ en riostras y plintos	X	X
Hormigón estructural $f'_c = 150 \text{ kg/cm}^2$ para contrapiso	X	X
Hormigón simple en columnas $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ (incluye encofrado)	X	X
Hormigón simple en vigas $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ (incluye encofrado)	X	X
Hormigón simple en escaleras $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ (incluye encofrado)	X	X
Pilares y antepechos $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$	X	X
Placa colaborante deck 1.2 mm	X	X
Malla electrosoldada Q-188 $150 \times 150 \times 6 \text{ mm}$	X	X
Hormigón simple en losa deck 14 cm ( $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ )	X	X
Encofrado y desencofrado de losas	X	X
Acero de refuerzo $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$ (provisión, conformación, confinamiento y colocación)	X	X
Viga dintel de hormigón armado $0.10 \times 0.10$ ( $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ )	X	X

Acero de armar en prefabricados $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$ (provisión, conformación, confinamiento y colocación)		X
Acero estructural, A-36 (IPE 120), incluye montaje	X	X
<b>Albañilería</b>		
Mampostería de ladrillo $e = 10 \text{ cm}$	X	
Mampostería prefabricada de paneles $e = 5 \text{ cm}$		X
Enlucido exterior e interior	X	X
Enlucido de losa	X	X
Enlucido de filos	X	X
Empastado de losa	X	X
Cuadrada de boquetes	X	X
<b>Cubierta</b>		
Instalación de placa colaborante deck 1.2 mm para cubierta	X	X
Malla electrosoldada Q-188 $150 \times 150 \times 6 \text{ mm}$	X	X
Hormigón simple en cubierta de losa deck 14 cm ( $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ )	X	X
Encofrado y desencofrado para cubierta	X	X
<b>Montaje de elementos</b>		
Transporte y montaje de prefabricados		X
<b>Obras exteriores</b>		
Limpieza final de la obra	X	X
Desalojo de escombros con volqueta (transporte de 10 km)	X	X

*Nota.* Como se ha mencionado a lo largo del presente documento, el alcance se ha establecido hasta la etapa de obra gris, excluyendo instalaciones y la etapa de acabados. Por lo tanto, estos rubros correspondientes no se incluyen dentro del alcance del proyecto.

A continuación, se presentan las especificaciones técnicas para cada rubro.

### **3.2.1 Normas de construcción**

Los planos estructurales, arquitectónicos y de montaje, junto con las especificaciones técnicas y la memoria de cálculo adjuntas en el presente trabajo, deben respetarse en todas las circunstancias. En caso de surgir algún conflicto, este debe justificarse con la norma constructiva correspondiente al lugar de desplante y la información debe ser remitida a fiscalización. A continuación, se adjuntan las normativas nacionales e internacionales que fueron utilizadas para el diseño estructural de la vivienda y los planos de montaje.

#### **Tabla 60**

##### *Normas de construcción nacionales e internacionales*

<b>Siglas</b>	<b>Definición</b>
NEC	Norma Ecuatoriana de la Construcción
ASCE	American Society of Civil Engineers
ACI	American Concrete Institute
SDI	Steel Deck Institute
ASTM	American Society for Testing and Materials
ICONTEC	Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación
AISI	American Iron and Steel Institute
AISC	American Institute of Steel Construction

*Nota.* Normas de construcción aplicadas en el diseño de la vivienda de interés social.

### **3.2.2 Trabajos preliminares**

**3.2.2.1 Limpieza y desbroce manual de terreno natural.** Este rubro abarca todos los trabajos relacionados con el despeje, la limpieza y la preparación del terreno necesarios para el inicio de la obra de construcción. Estas actividades deben estar claramente especificadas en los documentos contractuales, las especificaciones técnicas y los planos de construcción. El rubro incluye la remoción de vegetación, como árboles y arbustos, y la eliminación de la capa de tierra vegetal hasta la profundidad indicada en la planificación o por el fiscalizador.

#### **Procedimiento:**

Antes de comenzar, se debe verificar que el terreno esté libre de elementos peligrosos, como maderas o clavos expuestos, que puedan poner en riesgo la integridad de los trabajadores. La limpieza se realizará de manera manual. La vegetación debe ser removida solo en las áreas señaladas en los planos, es decir, aquella que interfiera con la ejecución del proyecto. En caso de remover vegetación densa, como árboles o arbustos, se debe asegurar que su caída o remoción no represente un riesgo para otras personas o animales. Después de la remoción de vegetación, se procederá con el desbroce utilizando métodos manuales o mecánicos. Al excavar el terreno vegetal, es necesario rellenar los huecos y la superficie excavada con material de suelo de buenas propiedades, siguiendo las indicaciones de los planos y las especificaciones del fiscalizador.

#### **Forma de pago:**

El pago por el desbroce, limpieza o remoción se calculará en metros cuadrados (m<sup>2</sup>), de acuerdo con las cantidades ejecutadas y medidas en obra. El precio de este rubro debe incluir el costo de maquinaria, mano de obra, equipos, herramientas, retiro, eliminación, transporte, desechos y cualquier otra actividad relacionada. Para finalizar este rubro, fiscalización debe verificar y aprobar las cantidades ejecutadas y registradas por los trabajadores.

**3.2.2.2 Tala y desraizada de árboles.** Este rubro cubre todos los trabajos relacionados con la remoción de vegetación pesada, como árboles o arbustos, en un área específica del terreno de construcción. Esta actividad debe estar claramente especificada en los documentos contractuales, indicando si la remoción se realizará de forma mecánica o manual. En caso de realizarse de forma manual, se debe contemplar la contratación de mano de obra especializada para asegurar que no se produzcan daños en edificaciones cercanas o en cualquier forma de vida.

**Procedimiento:**

Primero, se identifica la vegetación pesada dentro del área de terreno y se preparan los alrededores para su eliminación. Si la remoción se realiza con maquinaria, se debe transportar el equipo al sitio, de manera segura, y la operación de la maquinaria debe ser lenta y cuidadosa. Si la eliminación es manual, se debe contar con un experto en tala de árboles que determine el ángulo y la dirección de corte, asegurando así un control preciso sobre la dirección de la caída.

**Forma de pago:**

El pago por la remoción de árboles o arbustos se calculará por unidad (u), según las cantidades ejecutadas y planificadas para la obra. El precio de este rubro debe incluir el costo de maquinaria, mano de obra, retiro, transporte, desechos y cualquier otra actividad relacionada. Para cerrar este rubro, fiscalización debe proporcionar evidencia fotográfica y escrita de la cantidad de vegetación eliminada cada día.

**3.2.2.3 Replanteo y nivelación.** Este rubro incluye todas las actividades necesarias para ubicar, definir, nivelar y marcar -en el terreno- las longitudes, las áreas, los ángulos y las cotas del proyecto a realizar. Estas tareas son fundamentales para establecer, con precisión, dónde se ubicarán los elementos estructurales, dónde se efectuarán las excavaciones y dónde se deberá rellenar para alcanzar el nivel del proyecto. Esta actividad debe estar especificada en los documentos contractuales y ser supervisada por fiscalización, utilizando los planos arquitectónicos y estructurales de la obra.

**Procedimiento:**

Se debe identificar la topografía del terreno y colocar las estacas en los ejes planificados para el proyecto. Estas estacas, que deben permanecer fijas durante toda la construcción, deben estar georreferenciadas y perfectamente alineadas. Posteriormente, se procederá a unir las estacas con una piola para delimitar el área del proyecto y marcar la cota deseada. Estas estacas también pueden indicar el área de excavación para las zapatas. Las mediciones deben ser exactas para evitar problemas con terrenos vecinos, por lo que es imprescindible utilizar equipos topográficos de alta precisión.

**Forma de pago:**

El pago por el trazado y replanteo en la obra se calculará por metro cuadrado (m<sup>2</sup>), según las áreas ejecutadas y planificadas. El precio de este rubro debe incluir el costo de equipos de alta precisión, mano de obra, materiales y otros elementos necesarios. Para cerrar este rubro, fiscalización debe verificar que todos los elementos estén alineados verticalmente y que las dimensiones estén correctamente georreferenciadas.

**3.2.2.4 Instalación provisional de agua.** Este rubro incluye todas las actividades necesarias para la instalación provisional del sistema de suministro de agua en el sitio de la obra, permitiendo el abastecimiento temporal de agua durante la fase de construcción. Este sistema es esencial para el correcto desarrollo de las actividades constructivas, desde la mezcla de materiales hasta la limpieza de equipos y herramientas. Es importante que esta instalación cumpla con las normativas vigentes y esté diseñada para soportar la demanda del proyecto durante su ejecución. Esta actividad debe estar claramente especificada en los documentos contractuales, planos de construcción y las especificaciones técnicas de la obra.

**Procedimiento:**

Primero, se debe identificar el punto de conexión más cercano a la red de agua pública o fuente de suministro, asegurando que se cuente con los permisos necesarios. A continuación, se procederá con la instalación de las tuberías provisionales, válvulas y demás accesorios que garanticen un flujo constante y adecuado de agua. Es fundamental que las conexiones sean seguras y resistentes para evitar fugas o interrupciones en el suministro. Una vez instalada la red provisional, se deberá realizar una prueba de presión para verificar la integridad del sistema antes de su uso.

**Forma de pago:**

La instalación provisional de agua se pagará en glb -global-, según las cantidades establecidas y ejecutadas en la obra. El precio de este rubro debe contemplar el costo de materiales, mano de obra, equipos y cualquier actividad relacionada con la instalación, el mantenimiento y el eventual desmantelamiento del sistema provisional. Para cerrar este rubro, fiscalización debe certificar que la instalación ha sido realizada conforme a las especificaciones técnicas y que el sistema funciona correctamente sin pérdidas ni fallos.

**3.2.2.5 Instalación provisional de luz (no incluye tarifa de consumo).** Este rubro abarca todas las actividades necesarias para la instalación provisional del sistema eléctrico en el sitio de la obra, permitiendo el suministro temporal de energía eléctrica durante la fase de construcción. Este sistema es crucial para el funcionamiento de equipos, herramientas eléctricas, iluminación del área de trabajo y otras necesidades energéticas que surjan durante la ejecución del proyecto. Es imperativo que la instalación cumpla con las normativas de seguridad eléctrica vigentes y esté diseñada para soportar la demanda del proyecto. La tarifa de consumo eléctrico no está incluida en este rubro y deberá ser gestionada de manera independiente.

**Procedimiento:**

Primero, se debe determinar el punto de conexión a la red eléctrica más cercano y obtener los permisos necesarios para la instalación temporal. Luego, se procederá con la instalación de cables, tableros provisionales, disyuntores y demás componentes necesarios para un suministro eléctrico seguro y confiable. Es vital que todas las conexiones sean realizadas por personal calificado, asegurando que el sistema pueda manejar la carga eléctrica requerida sin riesgo de sobrecalentamiento o cortocircuitos. Tras la instalación, se debe realizar una inspección y prueba completa del sistema para garantizar su correcta operación antes de su uso.

**Forma de pago:**

La instalación provisional de luz se pagará en global (glb), según lo establecido y ejecutado en la obra. El costo de este rubro debe incluir el valor de los materiales, la mano de obra, los equipos y cualquier otra actividad relacionada con la instalación, el mantenimiento y el eventual desmantelamiento del sistema provisional. Para cerrar este rubro, fiscalización deberá verificar y certificar que la instalación se ha realizado conforme a las especificaciones técnicas y que el sistema funciona de manera segura y eficiente.

**3.2.2.6 Cerramiento provisional ( $h = 2.40$  m) metálico Galvalume ( $e = 0.40$  mm).** Este rubro comprende la instalación de un cerramiento provisional metálico fabricado con láminas de Galvalume de 0.40 mm de espesor y una altura de 2.40 metros. Este cerramiento es esencial para delimitar y proteger el área de construcción, garantizando la seguridad del sitio, así como el control de acceso de personas y equipos no autorizados. Además de servir como barrera física, el cerramiento contribuye a la organización del espacio de trabajo, minimizando riesgos de accidentes y evitando la interferencia externa durante la ejecución del proyecto.

**Procedimiento:**

El proceso inicia con la identificación y marcación del perímetro que será cubierto por el cerramiento. Posteriormente, se procederá a la colocación de postes metálicos que servirán de soporte para las láminas de Galvalume. Estos postes deben ser instalados a intervalos regulares y fijados firmemente al suelo para asegurar la estabilidad del cerramiento. Una vez colocados los postes, se instalan las láminas metálicas, asegurándolas adecuadamente para evitar desplazamientos o daños por condiciones climáticas. Es crucial que el cerramiento cumpla con los estándares de resistencia y durabilidad, manteniéndose íntegro durante todo el período de construcción.

**Forma de pago:**

El cerramiento provisional se mide en metros lineales (m), según las longitudes ejecutadas y verificadas en la obra. El precio y pago de este rubro debe contemplar el costo de los materiales, la mano de obra para su instalación, el uso de equipos y cualquier otro gasto relacionado con la instalación, mantenimiento y desmantelamiento del cerramiento. Para la aprobación y cierre de este rubro, fiscalización debe inspeccionar y certificar que el cerramiento se ha instalado de acuerdo con las especificaciones técnicas y que cumple con su función de manera efectiva.

**3.2.2.7 Bodega provisional.** Este rubro incluye la construcción y habilitación de una bodega provisional, destinada al almacenamiento seguro de materiales, herramientas y equipos durante el proceso de construcción. La bodega provisional es esencial para mantener la organización y el control de los recursos en obra, asegurando que estén protegidos de las inclemencias del clima, robos y daños. Además, facilita la logística en el sitio, permitiendo un acceso rápido y eficiente a los materiales necesarios para las diferentes etapas del proyecto.

**Procedimiento:**

El proceso de instalación de la bodega provisional comienza con la selección y nivelación del área destinada a su colocación, de acuerdo con los planos del proyecto. Una vez identificada el área, se procede con la construcción de la estructura, la cual, puede estar compuesta de materiales prefabricados o de ensamblaje rápido, como paneles metálicos o de madera tratada. La bodega debe estar equipada con cerraduras seguras y, en caso de que sea necesario, ventilación adecuada para evitar la acumulación de humedad en su interior. Es fundamental que la bodega esté ubicada en un lugar de fácil acceso para facilitar el transporte de materiales desde y hacia la obra y que su tamaño sea suficiente para albergar todo lo necesario sin interferir con las operaciones diarias de construcción.

**Forma de pago:**

La bodega provisional se mide en metros cuadrados ( $m^2$ ), basándose en las dimensiones ejecutadas y verificadas en la obra. El precio y pago de este rubro deben contemplar los costos de materiales, mano de obra, equipo, instalación, y desmantelamiento de la bodega al finalizar el proyecto. Fiscalización debe inspeccionar la bodega, asegurando que cumple con las especificaciones técnicas y que su instalación es adecuada y segura antes de proceder con el cierre de este rubro.

### 3.2.3 *Movimiento de tierras*

**3.2.3.1 Excavación sin clasificar.** Este rubro incluye la excavación de terreno sin clasificar, abarcando todo tipo de suelos y materiales, con excepción de roca, que se encuentren dentro de los límites del proyecto. La excavación es crucial para preparar el terreno donde se llevarán a cabo las obras de cimentación, drenaje o cualquier otra estructura subterránea. Este proceso asegura que el área esté lista para las siguientes etapas de construcción, respetando los niveles de diseño establecidos.

**Procedimiento:**

Comienza con la delimitación del área de trabajo, conforme a los planos del proyecto. Luego, se procede con la remoción del material del terreno utilizando maquinaria adecuada, como retroexcavadoras o excavadoras hidráulicas, dependiendo de las características del suelo y del volumen a remover. Durante la excavación, se deben tomar medidas para controlar la estabilidad de los taludes y prevenir derrumbes o accidentes, incluyendo la posible necesidad de entibaciones o taludes (en caso de excavaciones profundas). Además, se deben seguir las indicaciones técnicas para la protección de estructuras adyacentes y servicios públicos existentes. Una vez completada la excavación, se realizará la nivelación y limpieza del fondo de la excavación para garantizar que esté libre de escombros y material suelto.

**Forma de pago:**

La excavación sin clasificar se mide en metros cúbicos (m<sup>3</sup>), basándose en las dimensiones y volúmenes ejecutados y verificados en la obra. El precio y el pago de este rubro incluirán todos los costos asociados con la maquinaria, mano de obra, herramientas, equipos y cualquier trabajo adicional necesario para la correcta ejecución del rubro, como la protección de taludes y la remoción de material excedente. La fiscalización debe aprobar la ejecución del rubro, verificando que las excavaciones cumplen con las dimensiones, niveles y especificaciones del proyecto antes de proceder con el cierre de este rubro.

**3.2.3.2 Relleno compactado para cimentación.** Este rubro incluye el suministro, colocación y compactación de material adecuado para el relleno de zanjas y áreas de cimentación, conforme a las especificaciones del proyecto. El relleno compactado proporciona estabilidad y soporte adecuado a las estructuras, asegurando que la cimentación tenga una base sólida. Este proceso contribuye a la distribución homogénea de las cargas, minimizando asentamientos diferenciales y mejorando la capacidad de soporte del suelo.

**Procedimiento:**

El proceso de relleno compactado para cimentación comienza con la selección y el transporte del material de relleno adecuado, que puede ser grava, arena o una mezcla de ambos, según lo especificado en los planos del proyecto. Antes de iniciar el relleno, se debe limpiar y nivelar la superficie de la excavación para asegurar que esté libre de escombros y material suelto. El material de relleno se coloca en capas horizontales de espesor uniforme, generalmente no mayor a 20 cm, para facilitar la compactación. Cada capa debe ser compactada utilizando equipo de compactación adecuado, como apisonadores o rodillos vibratorios, hasta alcanzar la densidad requerida especificada en los estudios de suelo o en las especificaciones técnicas del proyecto. Se deben realizar pruebas de compactación, como el ensayo Proctor, para garantizar que cada capa cumple con los estándares establecidos.

**Forma de pago:**

El relleno compactado para cimentación se mide en metros cúbicos ( $m^3$ ), de acuerdo con las dimensiones y volúmenes ejecutados y verificados en la obra. El precio y el pago de este rubro deben contemplar todos los costos asociados, incluyendo el suministro del material de relleno, la mano de obra, el equipo de compactación y cualquier ensayo necesario para verificar la densidad del material compactado. La fiscalización debe inspeccionar cada capa de relleno compactado, asegurando que cumple con las especificaciones técnicas y los estándares de compactación antes de proceder con el cierre de este rubro.

**3.2.3.3 Relleno compactado con material de préstamo importado.** Este rubro abarca el suministro, transporte, colocación y compactación de material de préstamo importado, destinado a llenar zanjas, nivelar superficies y estabilizar áreas donde se requiera mejorar las condiciones del suelo existente para la cimentación. El uso de material de préstamo importado es fundamental cuando el suelo local no cumple con las especificaciones de calidad o propiedades mecánicas necesarias para proporcionar una base adecuada y estable a las estructuras proyectadas.

**Procedimiento:**

Inicia con la selección del material adecuado en términos de granulometría, composición y propiedades mecánicas, según las especificaciones del proyecto y los resultados de los estudios geotécnicos. Este material debe ser extraído de una fuente aprobada y transportado al sitio de la obra. Una vez en el lugar, se procede a la preparación de la superficie, asegurando que esté limpia y libre de material suelto o contaminantes. El material de préstamo se coloca en capas uniformes, típicamente no mayores a 20 cm de espesor, para facilitar una compactación eficiente. Cada capa se compacta usando equipo adecuado, como rodillos vibratorios/apisonadores, hasta alcanzar el nivel de compactación especificado.

**Forma de pago:**

El relleno compactado con material de préstamo importado se mide en metros cúbicos ( $m^3$ ), basándose en las dimensiones y volúmenes ejecutados y verificados en la obra. El precio y el pago de este rubro deben incluir todos los costos asociados, tales como la extracción y el transporte del material, desde la fuente de préstamo, la mano de obra, el equipo de compactación y las pruebas de control de calidad necesarias para asegurar el cumplimiento de las especificaciones técnicas. Fiscalización debe verificar que el material cumple con los requisitos de calidad y que las operaciones de relleno y compactación han sido ejecutadas correctamente antes de proceder con el cierre y pago de este rubro.

**3.2.3.4 Desalojo de materiales con volqueta (transporte de 10 km).** Este rubro comprende la recolección, la carga y el transporte de materiales sobrantes o excavados en la obra hacia un lugar de disposición final autorizado, ubicado a una distancia máxima de 10 km del sitio de trabajo. El desalojo eficiente de estos materiales es esencial para mantener el orden y la seguridad en el área de construcción, así como para cumplir con las normativas ambientales locales.

**Procedimiento:**

El procedimiento comienza con la identificación y la acumulación de los materiales que deben ser desalojados, como tierra, escombros o residuos de demolición. Luego, se cargan en volquetas utilizando maquinaria adecuada, como excavadoras o cargadoras frontales. Una vez cargadas, las volquetas transportan los materiales al sitio de disposición final, siguiendo rutas establecidas que minimicen el impacto ambiental y optimicen el tiempo de transporte. Es crucial asegurar que cada volqueta esté adecuadamente cargada y que el material esté cubierto para evitar derrames durante el transporte.

**Forma de pago:**

El desalojo de materiales con volqueta se mide en metros cúbicos ( $m^3$ ) de material transportado, basándose en las cantidades verificadas en la obra. El precio y el pago de este rubro deben incluir todos los costos relacionados, tales como la carga, el transporte, la descarga del material y el mantenimiento del equipo de transporte. La fiscalización debe certificar que el material ha sido correctamente desalojado y transportado al sitio de disposición final antes de proceder con el pago correspondiente.

### 3.2.4 Estructuras de hormigón

**3.2.4.1 Replanto de hormigón simple  $f'_c = 140 \text{ kg/cm}^2$  y  $e = 0.05 \text{ m}$ .** Este rubro incluye la preparación y colocación de una capa de hormigón simple con una resistencia a la compresión de  $f'_c = 140 \text{ kg/cm}^2$  y un espesor de 0.05 metros, conocida como replanto. Esta capa se utiliza como base para la cimentación y otras estructuras de hormigón, proporcionando una superficie nivelada y uniforme que mejora la adherencia y distribución de cargas del hormigón estructural colocado posteriormente.

**Procedimiento:**

El procedimiento comienza con la limpieza y nivelación del terreno o superficie donde se va a colocar el replanto. A continuación, se procede con la fabricación del hormigón simple, mezclando los agregados, cemento y agua -en proporciones adecuadas- para alcanzar la resistencia especificada. Una vez preparado, el hormigón se vierte y se extiende *uniformemente* sobre la superficie, asegurando un espesor constante de 0.05 metros. Se debe compactar y nivelar el hormigón para garantizar una base sólida y estable. Durante el proceso de fraguado, se deben tomar medidas para proteger la capa de replanto de condiciones adversas, como el sol intenso o la lluvia, asegurando un curado adecuado para alcanzar la resistencia deseada.

**Forma de pago:**

El replanto de hormigón simple se mide en metros cuadrados ( $\text{m}^2$ ), de acuerdo con las áreas ejecutadas y verificadas en la obra. El precio y el pago de este rubro deben considerar todos los costos asociados, incluidos los materiales, la preparación, la colocación, la compactación, el nivelado y el curado del hormigón. La fiscalización debe verificar que el espesor y la resistencia del replanto cumplan con las especificaciones técnicas antes de proceder con el cierre de este rubro.

**3.2.4.2 Hormigón  $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$  en riostras y plintos.** Este rubro incluye la elaboración, el transporte, la colocación y la compactación del hormigón con una resistencia a la compresión de  $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$  para su uso en riostras y plintos. Estas estructuras son fundamentales para la estabilidad y distribución de cargas de la cimentación, asegurando una transferencia uniforme de las cargas hacia el suelo y proporcionando rigidez a la estructura.

**Procedimiento:**

El procedimiento comienza con la preparación de los encofrados de riostras y plintos, asegurando que estén limpios, alineados y firmemente colocados para evitar deformaciones. Luego, se realiza la mezcla del hormigón con los componentes adecuados (cemento, agregados y agua) para alcanzar la resistencia especificada de  $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ . Una vez listo, el hormigón se transporta a la obra y se vierte en los encofrados. En el caso de los elementos prefabricados, el transporte es a la fábrica y no a la obra. Durante la colocación, el hormigón debe ser compactado mediante vibrado para eliminar burbujas de aire y asegurar una densidad uniforme. Se debe prestar especial atención al curado, protegiendo el hormigón del secado prematuro para alcanzar la resistencia requerida y evitar fisuras.

**Forma de pago:**

El hormigón en riostras y plintos se mide en metros cúbicos ( $\text{m}^3$ ), conforme al volumen de hormigón colocado y verificado en la obra. El precio y el pago de este rubro incluirán todos los costos asociados a los materiales, la mano de obra, el equipo, la preparación, el transporte, la colocación, la compactación, el curado y la eventual remoción de los encofrados. La fiscalización debe inspeccionar la calidad y resistencia del hormigón, verificando que las especificaciones técnicas sean cumplidas antes de proceder con el cierre de este rubro.

**3.2.4.3 Hormigón estructural  $f'_c = 150 \text{ kg/cm}^2$  para contrapiso.** Este rubro incluye la elaboración, el transporte, la colocación y la compactación del hormigón estructural con una resistencia a la compresión de  $f'_c = 150 \text{ kg/cm}^2$  destinado al uso en contrapisos. El contrapiso proporciona una base uniforme y resistente que sirve como soporte para los acabados finales del pavimento o piso, garantizando una distribución adecuada de las cargas y mejorando la durabilidad del suelo.

**Procedimiento:**

El procedimiento comienza con la preparación del área de trabajo, asegurando que la superficie esté limpia y nivelada. A continuación, se procede con la mezcla del hormigón, utilizando los componentes necesarios (cemento, agregados y agua) para alcanzar la resistencia especificada de  $f'_c = 150 \text{ kg/cm}^2$ . El hormigón se transporta a la obra y se vierte en el área destinada al contrapiso. Durante la colocación, es fundamental compactar el hormigón mediante vibrado o métodos manuales para eliminar burbujas de aire y asegurar una superficie uniforme y densa. El curado adecuado del hormigón es esencial para evitar fisuras y asegurar que el contrapiso adquiera la resistencia necesaria para soportar las cargas previstas.

**Forma de pago:**

El hormigón estructural para contrapiso se mide en metros cúbicos ( $\text{m}^3$ ), basado en el volumen del hormigón colocado y verificado en la obra. El precio y el pago de este rubro considerarán todos los costos asociados a los materiales, la mano de obra, el equipo, la preparación, el transporte, la colocación, la compactación y el curado del hormigón. La fiscalización deberá inspeccionar la correcta aplicación del hormigón y verificar que cumpla con las especificaciones técnicas antes de autorizar el cierre de este rubro.

#### **3.2.4.4 Hormigón simple en columnas $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ (incluye encofrado).**

Este rubro incluye la elaboración, el transporte, la colocación y la compactación del hormigón simple con una resistencia a la compresión de  $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$  para el uso en columnas estructurales, así como el encofrado necesario para su ejecución. Las columnas son elementos verticales que transfieren cargas desde las vigas y losas hacia las cimentaciones, desempeñando un papel fundamental en la estabilidad estructural de la edificación.

##### **Procedimiento:**

Comienza con la instalación de los encofrados, que deben estar alineados, limpios y soportados para evitar desplazamientos durante el vaciado. Se realiza la mezcla utilizando los componentes adecuados para alcanzar la resistencia especificada de  $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ . El hormigón se transporta a la obra y se vierte dentro de los encofrados de las columnas. En el caso de los elementos prefabricados, el transporte es a la fábrica y no a la obra. Durante la colocación, se deben compactar las capas de hormigón utilizando vibradores de inmersión para asegurar la eliminación de vacíos y burbujas de aire, garantizando una adecuada densidad y resistencia del material. Después, se procede con el curado del hormigón para prevenir fisuras y asegurar que las columnas adquieran la resistencia necesaria. Finalmente, una vez que el hormigón ha alcanzado la resistencia suficiente, se retiran los encofrados, verificando que no se produzcan daños en la superficie de las columnas.

##### **Forma de pago:**

Se mide en  $\text{m}^3$ , basándose en el volumen de hormigón colocado y verificado en la obra. El precio y el pago de este rubro incluirán todos los costos asociados a los materiales, la mano de obra, el equipo, la preparación, el transporte, la colocación, la compactación, el curado del hormigón y el montaje y desmontaje del encofrado. La fiscalización debe inspeccionar la calidad del hormigón y del encofrado, verificando el cumplimiento de las especificaciones técnicas antes de autorizar el cierre de este rubro.

**3.2.4.5 Hormigón simple en vigas  $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$  (incluye encofrado).** Este rubro contempla la preparación, el transporte, la colocación y la compactación del hormigón simple con una resistencia a la compresión de  $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$  para su uso en vigas estructurales, así como el encofrado necesario. Las vigas son elementos horizontales cruciales que distribuyen las cargas a las columnas y muros, asegurando la estabilidad y resistencia de la edificación.

**Procedimiento:**

El procedimiento inicia con la instalación de los encofrados para las vigas, garantizando su limpieza, alineación y soporte adecuado para evitar desplazamientos o deformaciones durante el vaciado del hormigón. A continuación, se mezcla el hormigón con los componentes apropiados (cemento, agregados y agua) para lograr la resistencia de  $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ . El hormigón se transporta a la obra y se vacía cuidadosamente en los encofrados de las vigas. En el caso de los elementos prefabricados, el transporte es a la fábrica y no a la obra. Durante el vaciado, es esencial compactar el hormigón con vibradores para eliminar vacíos y garantizar una densidad uniforme. Después del vaciado, se procede con el curado del hormigón para evitar fisuras y asegurar que las vigas alcancen la resistencia necesaria. Una vez que el hormigón ha endurecido adecuadamente, se retiran los encofrados.

**Forma de pago:**

El hormigón simple en vigas se mide en metros cúbicos ( $\text{m}^3$ ), basándose en el volumen de hormigón colocado y verificado en la obra. El precio y pago de este rubro incluirán todos los costos asociados a los materiales, mano de obra, equipo, preparación, transporte, colocación, compactación, curado del hormigón y el montaje y desmontaje del encofrado. La fiscalización debe verificar que el hormigón y los encofrados cumplen con las especificaciones técnicas antes de cerrar este rubro.

### **3.2.4.6 Hormigón simple en escaleras $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ (incluye encofrado).**

Este rubro comprende la elaboración, transporte, colocación y compactación del hormigón simple con una resistencia a la compresión de  $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$  para su uso en la construcción de escaleras, así como el encofrado necesario. Las escaleras son elementos estructurales importantes que conectan diferentes niveles de la edificación, proporcionando acceso seguro y estabilidad adicional a la estructura.

#### **Procedimiento:**

El proceso inicia con la instalación de los encofrados para las escaleras, asegurando que estén correctamente alineados y fijados para mantener la forma y dimensiones adecuadas durante el vaciado del hormigón. Posteriormente, se prepara la mezcla de hormigón utilizando cemento, agregados y agua, garantizando que se alcance la resistencia especificada de  $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ . El hormigón se transporta hasta la obra y se vierte cuidadosamente en los encofrados de las escaleras, siguiendo el diseño especificado. Durante el vaciado, es fundamental compactar el hormigón mediante vibrado para eliminar burbujas de aire y asegurar una masa sólida y uniforme. Después del vaciado, se procede con el curado del hormigón, cubriéndolo adecuadamente para evitar la evaporación prematura del agua, lo cual, podría comprometer la resistencia final. Una vez que el hormigón ha alcanzado la resistencia necesaria, se retiran los encofrados de manera cuidadosa.

#### **Forma de pago:**

El hormigón simple en escaleras se mide en metros cúbicos ( $\text{m}^3$ ), basándose en el volumen de hormigón colocado y verificado en la obra. El costo de este rubro incluirá todos los gastos relacionados con los materiales, mano de obra, equipo, preparación, transporte, colocación, compactación, curado del hormigón, así como la instalación y remoción de los encofrados. La fiscalización debe asegurarse de que tanto el hormigón como el encofrado cumplen con las especificaciones técnicas antes de proceder con el cierre de este rubro.

**3.2.4.7 Pilaretes y antepechos  $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ .** Este rubro incluye la fabricación, el transporte, la colocación y el acabado de pilaretes y antepechos de hormigón con una resistencia a la compresión de  $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ . Los pilaretes son elementos verticales utilizados para soportar cargas estructurales, mientras que los antepechos son elementos horizontales que brindan seguridad y soporte en bordes o extremos de balcones, terrazas y otros elementos arquitectónicos.

**Procedimiento:**

Comienza con la colocación del encofrado para pilaretes y antepechos, asegurando su estabilidad y alineación, según los planos y las especificaciones del proyecto. Luego, se prepara la mezcla de hormigón utilizando cemento, agregados y agua, garantizando que se obtenga la resistencia requerida de  $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ . El hormigón se transporta hasta la obra y se vierte en los encofrados de pilaretes y antepechos. En el caso de los elementos prefabricados, el transporte es a la fábrica y no a la obra. Durante la colocación, se debe compactar el hormigón con vibrado para asegurar la eliminación de aire y lograr una estructura sólida. Después, se realiza el curado del hormigón, cubriéndolo para evitar la pérdida de humedad, que es esencial para alcanzar la resistencia final. Una vez que el hormigón ha alcanzado su resistencia, se procede con el retiro de los encofrados y se lleva a cabo el acabado final de la superficie, según las especificaciones del diseño arquitectónico.

**Forma de pago:**

Los pilaretes y antepechos se miden en m, con base en las longitudes ejecutadas y verificadas en obra. El costo de este rubro incluirá todos los gastos asociados a los materiales, mano de obra, equipo, preparación, transporte, colocación, compactación, curado del hormigón y la instalación y remoción de los encofrados. La fiscalización deberá verificar que el hormigón y los acabados cumplan con las especificaciones técnicas antes de proceder con el cierre de este rubro.

**3.2.4.8 Placa colaborante deck 1.2 mm.** Este rubro incluye el suministro, el transporte y la colocación de placas colaborantes de acero con un espesor de 1.2 mm, utilizadas en la construcción de losas compuestas (tipo steel deck). La placa colaborante proporciona un soporte temporal para el hormigón fresco durante el proceso de construcción y actúa como refuerzo positivo para la losa una vez que el hormigón ha fraguado, contribuyendo a la rigidez y resistencia estructural del conjunto.

**Procedimiento:**

Comienza con la preparación del área donde se instalarán las placas colaborantes, asegurando que la estructura de soporte esté alineada y nivelada conforme a los planos de diseño. Las placas se transportan hasta la obra y se posicionan sobre las vigas o elementos de soporte, asegurando un correcto solape y fijación entre las piezas. Las fijaciones se realizan mediante soldadura o el uso de conectores de cortante, dependiendo de las especificaciones del proyecto y los requerimientos estructurales. Durante la instalación, es esencial verificar que las placas estén bien alineadas y sujetas para evitar movimientos durante el vaciado del hormigón. Finalmente, se procede con el vaciado del hormigón sobre la placa colaborante, asegurando un esparcimiento uniforme y el adecuado vibrado para eliminar posibles vacíos y garantizar la adherencia entre el hormigón y la placa colaborante.

**Forma de pago:**

La placa colaborante deck se mide en metros cuadrados ( $m^2$ ), basándose en el área cubierta y verificada en la obra. El precio y el pago de este rubro incluirán todos los costos asociados a los materiales, mano de obra, equipo, transporte, instalación y fijación de las placas colaborantes, así como cualquier otro trabajo necesario para garantizar su correcto desempeño. La fiscalización deberá verificar que las placas colaborantes se instalen de acuerdo con las especificaciones técnicas y que la colocación sea adecuada y segura antes de proceder con el cierre de este rubro.

**3.2.4.9 Malla electrosoldada Q-188 150 × 150 × 6 mm.** Este rubro comprende el suministro, el transporte, el corte y la colocación de la malla electrosoldada Q-188 con espaciamiento de 150×150 mm entre varillas de 6 mm de diámetro. La malla electrosoldada se utiliza como refuerzo en los elementos de losa tipo steel deck para controlar la fisuración por retracción y para mejorar la resistencia a la tracción, proporcionando estabilidad adicional a la estructura de concreto.

**Procedimiento:**

Inicia con la revisión de las áreas donde se instalará la malla electrosoldada, verificando que la superficie esté limpia, nivelada y libre de elementos que puedan interferir con la colocación del refuerzo. Las hojas de malla se transportan a la obra y se cortan de acuerdo con las dimensiones especificadas en los planos del proyecto, asegurando un ajuste preciso en el área de colocación. Una vez cortada, la malla se posiciona sobre la superficie de hormigón o dentro del encofrado, con el solape adecuado entre las hojas según las especificaciones del diseño estructural. Las mallas deben fijarse utilizando alambres o clips de amarre para garantizar su estabilidad y evitar desplazamientos durante el vertido del hormigón. Es fundamental comprobar que la malla está nivelada y colocada a la altura requerida, de acuerdo con el diseño estructural, para asegurar su función como refuerzo.

**Forma de pago:**

La malla electrosoldada Q-188 se mide en metros cuadrados (m<sup>2</sup>), basándose en el área cubierta y verificada en la obra. El precio y el pago de este rubro incluirán todos los costos asociados con los materiales, la mano de obra, el equipo, el transporte, el corte, la colocación y la fijación de la malla electrosoldada. La fiscalización deberá inspeccionar la correcta colocación y amarre de la malla, así como su conformidad con las especificaciones técnicas del proyecto antes de proceder con el cierre de este rubro.

**3.2.4.10 Hormigón simple en losa deck 14 cm ( $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ ).** Este rubro comprende el suministro, el transporte, la colocación y la compactación del hormigón simple con una resistencia a la compresión de  $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$  para su uso en losas tipo steel deck de 14 cm de espesor. El hormigón se utiliza en la construcción de losas tipo steel deck debido a su capacidad de distribuir las cargas de manera uniforme y proporcionar la rigidez necesaria para la estabilidad estructural de la edificación.

**Procedimiento:**

Comienza con la preparación de la superficie de colocación de la losa deck, asegurándose de que la estructura de soporte esté correctamente instalada y alineada, según las especificaciones del proyecto. Se procede con la mezcla del hormigón utilizando los componentes adecuados para alcanzar la resistencia especificada de  $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ . Una vez preparado, el hormigón se transporta a la obra y se vierte sobre la placa colaborante deck, distribuyéndolo de manera que alcance el espesor requerido de 14 cm. Durante la colocación, es fundamental compactar el hormigón mediante vibrado para eliminar cualquier burbuja de aire y asegurar una masa uniforme y densa. Se debe prestar atención al curado del hormigón, cubriéndolo para evitar la evaporación prematura del agua, lo cual, podría comprometer la resistencia final. El curado debe mantenerse hasta que el hormigón haya alcanzado la resistencia necesaria para soportar las cargas previstas.

**Forma de pago:**

El hormigón simple en losa deck se mide en  $\text{m}^2$ , basándose en el área cubierta y verificada en la obra. El precio y el pago de este rubro incluirán todos los costos relacionados con los materiales, la mano de obra, el equipo, la preparación, el transporte, la colocación, la compactación y el curado del hormigón. La fiscalización deberá revisar la correcta ejecución de cada etapa del proceso, asegurando que el espesor de la losa y la calidad del hormigón cumplan con las especificaciones técnicas antes de proceder con el cierre de este rubro.

**3.2.4.11 Encofrado y desencofrado de losas.** Este rubro comprende la instalación y la posterior remoción del encofrado utilizado para la construcción de las losas. El encofrado proporciona una forma temporal para moldear el concreto fresco hasta que alcance la resistencia suficiente para sostenerse por sí mismo. Además, garantiza la correcta geometría de la losa y su acabado superficial, cumpliendo con las especificaciones técnicas del proyecto.

**Procedimiento:**

Inicia con la preparación de los materiales y equipos necesarios para el encofrado, incluyendo paneles de madera, soportes y elementos de refuerzo, como puntales. Se instala el encofrado, asegurando que las superficies de contacto estén limpias, libres de impurezas y engrasadas para facilitar el desencofrado. Los paneles de encofrado se colocan siguiendo el diseño especificado, garantizando la alineación y la nivelación adecuadas para mantener las dimensiones exactas de la losa. Se utilizan soportes y puntales para asegurar la estabilidad del encofrado, evitando deformaciones durante el vertido del hormigón. Una vez que el concreto ha alcanzado la resistencia necesaria, se realiza el desencofrado, retirando los soportes y paneles sin dañar la superficie de la losa. Durante el desencofrado, es esencial seguir las recomendaciones de tiempo y secuencia para evitar daños a la estructura de concreto que podrían comprometer su integridad.

**Forma de pago:**

El encofrado y desencofrado de losas se mide en m<sup>2</sup>, basado en el área de losa encofrada y verificada en la obra. El precio y el pago de este rubro incluirán todos los costos asociados con los materiales, mano de obra, equipo, instalación y remoción del encofrado, así como cualquier mantenimiento necesario de los materiales reutilizables. La fiscalización deberá inspeccionar la calidad del encofrado y desencofrado, verificando que se han seguido todas las especificaciones técnicas antes de proceder con el cierre de este rubro.

**3.2.4.12 Acero de refuerzo  $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$  (provisión, conformación, confinamiento y colocación).** Este rubro comprende la provisión, el corte, el doblado, el confinamiento y la colocación del acero de refuerzo con una resistencia a la fluencia  $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$ . El acero de refuerzo se usa para aumentar la resistencia a la tracción de los elementos de concreto, proporcionando la rigidez y la capacidad de carga necesarias para resistir esfuerzos de tracción, compresión y corte, mejorando la durabilidad de la estructura.

**Procedimiento:**

Inicia con la recepción del acero de refuerzo en la obra, asegurando que cumple con las especificaciones de calidad y resistencia requeridas por el proyecto. El acero se corta y se dobla en el sitio o en la fábrica, según la metodología constructiva, las dimensiones y las formas especificadas en los planos estructurales, utilizando herramientas y equipos para garantizar la precisión de los cortes y dobleces. Luego, las varillas de acero se colocan en la posición indicada en los planos de construcción, siguiendo el patrón de distribución y el espaciamiento adecuado para asegurar una distribución uniforme del refuerzo en toda la estructura. Durante la colocación, se deben usar soportes y separadores para mantener el acero en su posición y evitar que se mueva durante el vaciado del hormigón. Finalmente, el acero se amarra utilizando alambres en los puntos de intersección para garantizar que permanezca en su lugar durante el proceso de vaciado del hormigón.

**Forma de pago:**

El acero de refuerzo se mide en kg, basado en el peso total de las barras colocadas y verificadas. El precio y el pago de este rubro incluirán todos los costos asociados con los materiales, la mano de obra, el equipo, el corte, el doblado, el confinamiento y la colocación del acero de refuerzo. La fiscalización deberá inspeccionar que el acero de refuerzo esté correctamente colocado y amarrado, cumpliendo con las especificaciones técnicas y las normas de construcción antes de proceder con el cierre de este rubro.

**3.2.4.13 Viga dintel de hormigón armado 0.10 × 0.10 ( $f'_c =$** 

**210 kg/cm<sup>2</sup>).** Este rubro comprende la construcción de vigas dintel de hormigón armado con dimensiones de 0.10 m x 0.10 m y una resistencia a la compresión de  $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ . Las vigas dintel son elementos estructurales horizontales diseñados para soportar cargas sobre los vanos de puertas y ventanas, proporcionando rigidez adicional a la estructura y distribuyendo las cargas -de manera uniforme- hacia los elementos verticales.

**Procedimiento:**

Comienza con la colocación del encofrado necesario para moldear la viga dintel, asegurando que esté alineado y fijado, de forma segura, para mantener las dimensiones especificadas durante el vaciado del hormigón. A continuación, se procede con la instalación de las armaduras de refuerzo, que se colocan según las especificaciones del diseño estructural, garantizando que estén bien sujetas y posicionadas para resistir las tensiones a las que estará sometida la viga. Una vez preparado el encofrado y el refuerzo, se vierte el hormigón en la viga, compactándolo mediante vibrado para eliminar las burbujas de aire y asegurar una mezcla uniforme. Se realiza el curado del hormigón, cubriéndolo para evitar la pérdida de humedad y garantizar que alcance la resistencia necesaria. Finalmente, cuando el hormigón ha alcanzado la resistencia, se procede al desencofrado.

**Forma de pago:**

Se miden en m, basándose en la longitud total de las vigas instaladas y verificadas en la obra. El precio y el pago de este rubro incluirán todos los costos relacionados con los materiales, la mano de obra, el equipo, la preparación, la colocación, la compactación, el curado del hormigón y el encofrado necesario para la construcción de las vigas dintel. Fiscalización deberá asegurarse de que el hormigón, el armado y el encofrado cumplen con las especificaciones técnicas antes de proceder con el cierre de este rubro.

**3.2.4.14 Acero de armar en prefabricados  $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$  (provisión, conformación, confinamiento y colocación).** Este rubro comprende el suministro, la conformación, el confinamiento y la colocación del acero de refuerzo con una resistencia a la fluencia de  $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$  utilizado en elementos prefabricados. El acero de refuerzo es fundamental para proporcionar la resistencia a la tracción necesaria en los elementos estructurales prefabricados, garantizando su capacidad de soportar cargas y resistir deformaciones.

**Procedimiento:**

El proceso inicia con la provisión y corte del acero de refuerzo conforme a las especificaciones del diseño estructural. Posteriormente, se procede a la conformación del acero, doblándolo según las dimensiones y formas requeridas para cada tipo de elemento prefabricado. Una vez conformadas, las armaduras se posicionan en los moldes de prefabricados, asegurando el confinamiento adecuado con soportes y amarres para mantener su posición durante el vaciado del concreto. Es esencial verificar que el refuerzo esté correctamente colocado y a la altura adecuada para garantizar la transferencia de cargas y la integridad estructural del elemento. Finalmente, se verifica que todo el acero esté fijado para que no se mueva durante el vertido del hormigón.

**Forma de pago:**

El acero de armar en prefabricados se mide en kilogramos (kg), basándose en la cantidad de acero utilizado y verificado en la fábrica. El precio y el pago de este rubro incluirán todos los costos asociados con los materiales, la mano de obra, el equipo, la provisión, la conformación, el confinamiento y la colocación del acero. La fiscalización debe inspeccionar la correcta conformación y colocación del acero de refuerzo, asegurando que se cumplan todas las especificaciones técnicas antes de proceder con el cierre de este rubro.

### 3.2.5 Albañilería

**3.2.5.1 Mampostería de ladrillo  $e = 10$  cm.** Este rubro comprende la construcción de muros de mampostería con ladrillos de espesor 10 cm, diseñados para formar parte de divisiones interiores o exteriores de la estructura, proporcionando estabilidad, aislamiento térmico y acústico. La mampostería de ladrillo es un método constructivo tradicional que combina durabilidad y resistencia, adecuado para diferentes tipos de edificaciones.

**Procedimiento:**

Comienza con la preparación de la mezcla de mortero, garantizando una proporción adecuada de cemento, arena y agua para obtener la consistencia y la adherencia necesarias. Luego, se trazan las líneas guía en la superficie donde se levantará el muro, asegurando la alineación correcta. Los ladrillos se colocan sobre una capa de mortero, empezando desde las esquinas y avanzando en filas, cuidando que cada ladrillo quede nivelado y alineado con los demás. Se utiliza una paleta para extender el mortero y asegurar una cobertura uniforme. Se verifica constantemente la verticalidad y la alineación del muro con niveles y plomadas. Al completar el muro, se revisan las juntas para asegurar que estén llenas y uniformes, corrigiendo cualquier imperfección. Una vez finalizado, se permite el secado del mortero antes de proceder con acabados adicionales.

**Forma de pago:**

La mampostería de ladrillo se mide en metros cuadrados ( $m^2$ ), basado en el área de muro construido y verificado en la obra. El precio y el pago de este rubro incluirán todos los costos asociados con los materiales, la mano de obra, el equipo, la preparación del mortero, la colocación de ladrillos y el acabado de juntas. La fiscalización debe verificar que la mampostería cumpla con las especificaciones técnicas y estándares de calidad antes de proceder con el cierre de este rubro.

**3.2.5.2 Mampostería prefabricada de paneles  $e = 5$  cm.** Este rubro abarca la instalación de muros de mampostería prefabricada con paneles de espesor 5 cm, diseñados para divisiones interiores o exteriores de la estructura, ofreciendo ligereza, rapidez en la ejecución y un buen comportamiento térmico y acústico. La mampostería prefabricada es una solución moderna que permite un proceso constructivo más eficiente, con menor desperdicio de materiales y tiempos de instalación reducidos.

**Procedimiento:**

Comienza con la preparación del área donde se instalarán los paneles, asegurando que la superficie esté nivelada y limpia de cualquier obstrucción. Los paneles prefabricados son transportados al sitio de instalación y colocados sobre la base de acuerdo con los planos del proyecto. Se deben seguir las líneas guía previamente trazadas para garantizar una correcta alineación y nivelación de los paneles. Estos se fijan utilizando anclajes o adhesivos específicos que aseguren una conexión fuerte y duradera. Durante la instalación, es esencial verificar -constantemente- la verticalidad y el ajuste de los paneles con herramientas como niveles y plomadas. Una vez colocados todos los paneles, se sellan las juntas entre ellos para asegurar hermeticidad y resistencia. Finalmente, se revisa la instalación, en su totalidad, corrigiendo cualquier desalineación o defecto antes de proceder con los acabados adicionales.

**Forma de pago:**

La mampostería prefabricada de paneles se mide en metros cuadrados ( $m^2$ ), calculando el área de paneles instalados y verificados en la obra. El precio y el pago de este rubro incluyen todos los costos relacionados con los materiales, la mano de obra, el equipo necesario para la instalación, el sellado de juntas y los ajustes finales. Fiscalización debe confirmar que la mampostería cumple con las especificaciones técnicas y los estándares de calidad establecidos antes de cerrar este rubro.

**3.2.5.3 Enlucido exterior e interior.** Este rubro comprende la aplicación de una capa de mortero sobre superficies de muros, tanto en el interior como en el exterior de la estructura, con el fin de lograr un acabado uniforme, protector y estético. El enlucido es esencial para proporcionar resistencia adicional contra las condiciones climáticas, en el caso de superficies exteriores, y para mejorar la apariencia y prepararlas para el acabado final (en superficies interiores).

**Procedimiento:**

Comienza con la preparación de la superficie a enlucir, que debe estar limpia, libre de polvo, grasa o cualquier material suelto. Se humedece -ligeramente- la superficie para mejorar la adherencia del mortero. Se aplica una primera capa de mortero, de manera uniforme, comenzando desde la parte superior del muro y avanzando hacia abajo, utilizando una llana para esparcir el material. Una vez aplicada la primera capa, se deja secar (parcialmente) y, luego, se aplica una segunda capa para asegurar un acabado liso y uniforme. Se debe mantener la consistencia del mortero y el espesor de la capa conforme a las especificaciones técnicas. Tras la aplicación del mortero, se alisa la superficie utilizando una herramienta adecuada para obtener un acabado fino. Finalmente, se revisa el enlucido para detectar posibles imperfecciones, que se corrigen antes de permitir que se seque.

**Forma de pago:**

El enlucido exterior e interior se mide en metros cuadrados ( $m^2$ ), basado en el área total enlucida y verificada en la obra. El precio y el pago de este rubro incluyen los costos de materiales, la mano de obra, las herramientas, la preparación de la superficie y la aplicación del mortero. La fiscalización debe garantizar que el enlucido cumpla con las especificaciones técnicas y los estándares de calidad antes de proceder con el cierre de este rubro.

**3.2.5.4 Enlucido de losa.** Este rubro comprende la aplicación de una capa de mortero sobre la superficie de las losas, con el fin de lograr un acabado uniforme, liso y estético. El enlucido de las losas es esencial para proporcionar una superficie nivelada y preparada para la aplicación de revestimientos finales. Además, mejora la durabilidad y la resistencia de la estructura contra agentes externos.

**Procedimiento:**

Comienza con la limpieza exhaustiva de la superficie de la losa, asegurándose de que esté libre de polvo, grasa, residuos de construcción o cualquier material suelto. Se humedece -ligeramente- la superficie para mejorar la adherencia del mortero y prevenir una absorción excesiva de agua. Se prepara la mezcla de mortero según las proporciones especificadas en el proyecto, garantizando una consistencia adecuada para su aplicación. Se extiende una capa uniforme de mortero sobre la losa, utilizando una llana metálica y comenzando desde uno de los extremos, avanzando hasta cubrir toda el área. Se emplean reglas y niveles para asegurar la planitud y el espesor uniforme de la capa, conforme a las especificaciones técnicas. Después de la aplicación inicial, se procede al fratasado de la superficie para obtener un acabado fino y sin imperfecciones. Finalmente, se permite el curado adecuado del mortero, protegiendo la superficie de condiciones adversas, como el sol directo o las corrientes de aire que puedan causar un secado desigual o fisuras.

**Forma de pago:**

El enlucido de losa se mide en metros cuadrados ( $m^2$ ), basado en el área total enlucida y verificada en la obra. El precio y el pago de este rubro incluyen los costos de materiales, la mano de obra, las herramientas, la preparación de la superficie y la aplicación del mortero. La fiscalización debe garantizar que el enlucido cumpla con las especificaciones técnicas y los estándares de calidad antes de proceder con el cierre de este rubro.

**3.2.5.5 Enlucido de fillos.** Este rubro comprende la aplicación de una capa de mortero sobre los fillos de muros, columnas y otras superficies angulares de la estructura, con el fin de lograr un acabado preciso, liso y estético. El enlucido de fillos es crucial para asegurar la integridad y la apariencia uniforme de los bordes y esquinas. Además, proporciona una protección adicional contra el desgaste mecánico y las condiciones ambientales.

**Procedimiento:**

Se inicia con la limpieza y la preparación de las superficies de los fillos, asegurándose de que estén libres de polvo, restos de construcción o cualquier material que pueda afectar la adherencia del mortero. Se humedece -ligeramente- la superficie para mejorar la adherencia y evitar la absorción rápida de agua por el sustrato. Se prepara una mezcla de mortero con la consistencia adecuada para ser trabajada en áreas de difícil acceso, como los fillos. Utilizando una espátula, se aplica el mortero en capas uniformes, siguiendo las líneas de los bordes y las esquinas. Se emplean herramientas específicas, como cantoneras o reglas de aluminio, para garantizar la alineación y la nitidez de los ángulos, verificando -constantemente- la verticalidad y la rectitud de los fillos. Tras la aplicación del mortero, se procede al fratasado y alisado de la superficie, manteniendo la uniformidad y la precisión del acabado. Finalmente, se permite el curado adecuado del mortero, protegiendo los fillos de impactos o daños durante el proceso de secado.

**Forma de pago:**

El enlucido de fillos se mide en metros cuadrados ( $m^2$ ), basado en el área total enlucida y verificada en la obra. El precio y el pago de este rubro incluyen los costos de materiales, la mano de obra, las herramientas, la preparación de la superficie y la aplicación del mortero. La fiscalización debe asegurar que el enlucido de los fillos cumpla con las especificaciones técnicas y los estándares de calidad antes de proceder con el cierre de este rubro.

**3.2.5.6 Empastado de losa.** Este rubro abarca la aplicación de una capa de empaste sobre las losas de la estructura, con el objetivo de proporcionar un acabado liso y uniforme, que sirva como base para las capas finales de pintura o revestimiento. El empastado de losa es esencial para corregir imperfecciones superficiales, mejorar la adherencia de los acabados y asegurar una apariencia final de alta calidad.

**Procedimiento:**

Comienza con la limpieza de la losa, eliminando polvo, grasa y cualquier material suelto que pueda interferir con la adherencia del empaste. Es recomendable humedecer - ligeramente- la superficie antes de aplicar el empaste para mejorar su adhesión. Se prepara la mezcla de empaste, asegurando una consistencia homogénea. Utilizando una llana o espátula de gran formato, se aplica el empaste sobre la losa, extendiéndolo en capas uniformes y asegurando una cobertura completa. Se debe trabajar el material en secciones, manteniendo la uniformidad en el espesor de la capa y evitando burbujas. Se debe realizar un alisado de la superficie para obtener un acabado fino y libre de irregularidades. Finalmente, después de dejar secar la capa inicial, se puede realizar una segunda aplicación de empaste, si es necesario, para perfeccionar el acabado. Se debe permitir que el empaste se cure antes de proceder con cualquier otro tratamiento o revestimiento adicional.

**Forma de pago:**

El empastado de losa se mide en metros cuadrados ( $m^2$ ), basado en el área total empastada y verificada en la obra. El precio y el pago de este rubro incluyen los costos de materiales, la mano de obra, las herramientas, la preparación de la superficie y la aplicación del empaste. La fiscalización debe confirmar que el empastado de losa cumple con las especificaciones técnicas y los estándares de calidad antes de proceder con el cierre de este rubro.

**3.2.5.7 Cuadrada de boquetes.** Este rubro incluye la preparación y terminación de boquetes en muros, losas o cualquier otra superficie estructural, con el fin de crear aberturas para la instalación de puertas, ventanas o cualquier otro elemento que requiera un espacio específico. La cuadrada de boquetes permite asegurar que las aberturas cumplan con las dimensiones exactas del diseño, garantizando la correcta instalación y funcionamiento de los elementos a ser colocados.

**Procedimiento:**

El proceso comienza con la marcación de las dimensiones del boquete en la superficie, utilizando niveles, plomadas y cintas métricas para asegurar la precisión de las medidas. Luego, se procede al corte o perforación de la superficie, empleando herramientas manuales o eléctricas según el material y el espesor de esta. Se debe mantener el corte limpio y evitar dañar las áreas circundantes. Una vez hecho el corte, se realizan los ajustes necesarios para que las dimensiones del boquete correspondan exactamente con las especificadas en los planos, verificando la verticalidad y la alineación. Tras esto, se procede a reforzar los bordes del boquete, si es necesario, utilizando materiales adecuados para asegurar la estabilidad de la abertura. Finalmente, se alisan y terminan los bordes del boquete para dejarlo listo para la instalación de los elementos correspondientes, asegurando un acabado limpio y uniforme.

**Forma de pago:**

La cuadrada de boquetes se mide en metros cuadrados ( $m^2$ ), basado en el área total de las aberturas realizadas y verificadas en la obra. El precio y el pago de este rubro incluyen los costos de materiales, la mano de obra, las herramientas, el corte de la superficie y la terminación de los bordes. La fiscalización debe verificar que los boquetes cumplan con las especificaciones técnicas y los estándares de calidad antes de proceder con el cierre de este rubro.

### **3.2.6 Cubierta**

**3.2.6.1 Instalación de placa colaborante deck 1.2 mm para cubierta.** Este rubro comprende la instalación de una placa colaborante de 1.2 mm de espesor, utilizada en la cubierta para proporcionar un soporte estructural adicional y permitir la distribución uniforme de cargas sobre la superficie. La placa colaborante es un componente clave en la construcción de cubiertas, ya que ofrece resistencia y estabilidad. Además, sirve como encofrado permanente para el hormigón vertido sobre ella.

#### **Procedimiento:**

Comienza con la preparación de la estructura donde se colocará la placa colaborante. Se debe asegurar que la superficie esté nivelada y limpia. Luego, se posicionan las placas colaborantes sobre las vigas estructurales, cuidando que las uniones entre ellas sean precisas para evitar filtraciones o desplazamientos. Las placas se fijan a la estructura mediante conectores de corte, garantizando una conexión segura y resistente. Durante la instalación, se debe mantener un control estricto de la alineación y la nivelación de las placas, utilizando herramientas adecuadas para verificar que cumplan con las especificaciones del diseño. Una vez instaladas, las placas colaborantes estarán listas para recibir el hormigón, completando así la cubierta.

#### **Forma de pago:**

La instalación de la placa colaborante deck se mide en metros cuadrados ( $m^2$ ), basado en el área total cubierta y verificada en la obra. El precio y el pago de este rubro incluyen los costos de las placas, la mano de obra, los equipos de fijación y las herramientas necesarias para la instalación. La fiscalización debe asegurar que la instalación cumpla con las especificaciones técnicas y los estándares de calidad antes de proceder con el cierre de este rubro.

**3.2.6.2 Malla electrosoldada Q-188 150 × 150 × 6 mm.** Este rubro comprende el suministro, el transporte, el corte y la colocación de la malla electrosoldada Q-188 con espaciamiento de 150×150 mm entre varillas de 6 mm de diámetro. La malla electrosoldada se utiliza como refuerzo en los elementos de losa tipo steel deck para controlar la fisuración por retracción y para mejorar la resistencia a la tracción, proporcionando estabilidad adicional a la estructura de concreto.

**Procedimiento:**

Inicia con la revisión de las áreas donde se instalará la malla electrosoldada, verificando que la superficie esté limpia, nivelada y libre de elementos que puedan interferir con la colocación del refuerzo. Las hojas de malla se transportan a la obra y se cortan de acuerdo con las dimensiones especificadas en los planos del proyecto, asegurando un ajuste preciso en el área de colocación. Una vez cortada, la malla se posiciona sobre la superficie de hormigón o dentro del encofrado, con el solape adecuado entre las hojas según las especificaciones del diseño estructural. Las mallas deben fijarse utilizando alambres o clips de amarre para garantizar su estabilidad y evitar desplazamientos durante el vertido del hormigón. Es fundamental comprobar que la malla está nivelada y colocada a la altura requerida, de acuerdo con el diseño estructural, para asegurar su función como refuerzo.

**Forma de pago:**

La malla electrosoldada Q-188 se mide en metros cuadrados (m<sup>2</sup>), basándose en el área cubierta y verificada en la obra. El precio y el pago de este rubro incluirán todos los costos asociados con los materiales, la mano de obra, el equipo, el transporte, el corte, la colocación y la fijación de la malla electrosoldada. La fiscalización deberá inspeccionar la correcta colocación y amarre de la malla, así como su conformidad con las especificaciones técnicas del proyecto antes de proceder con el cierre de este rubro.

### **3.2.6.3 Hormigón simple en cubierta de losa deck 14 cm ( $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ ).**

Este rubro comprende la colocación de hormigón simple de 14 cm de espesor en la cubierta de losa deck, diseñado para alcanzar una resistencia a la compresión de  $210 \text{ kg/cm}^2$ . Este tipo de hormigón permite proporcionar la resistencia estructural necesaria y completar la integración de la cubierta, garantizando su capacidad de soportar cargas y su durabilidad a lo largo del tiempo.

#### **Procedimiento:**

Se comienza con la verificación de la estructura y la instalación previa de la placa colaborante, asegurando que estén correctamente alineadas y fijadas. Luego, se procede con la preparación de la mezcla de hormigón, siguiendo las especificaciones de dosificación para lograr la resistencia requerida. El hormigón se vierte sobre la placa colaborante, comenzando desde un extremo y avanzando en capas sucesivas hasta cubrir toda el área de la losa. Durante la colocación, se debe compactar el hormigón utilizando vibradores para eliminar posibles vacíos y asegurar una unión adecuada con la placa colaborante. La nivelación final se realiza utilizando reglas y herramientas de acabado para garantizar una superficie plana y homogénea. Una vez completada la colocación, se deja que el hormigón cure adecuadamente, siguiendo los tiempos y condiciones recomendadas para obtener la resistencia especificada.

#### **Forma de pago:**

El hormigón simple en cubierta de losa deck se mide en metros cuadrados ( $\text{m}^2$ ), basado en el área total vertida y verificada en la obra. El precio y el pago de este rubro incluyen los costos de los materiales, la mano de obra, el equipo de compactación y las herramientas necesarias para la colocación y el acabado del hormigón. La fiscalización debe garantizar que el hormigón cumpla con las especificaciones técnicas y los estándares de calidad antes de proceder con el cierre de este rubro.

**3.2.6.4 Encofrado y desencofrado para cubierta.** Este rubro comprende la instalación y el posterior retiro del encofrado utilizado en la construcción de la cubierta. El encofrado es una estructura temporal esencial que sostiene y da forma al hormigón durante su colocación y fraguado, asegurando que adopte las dimensiones y formas requeridas según el diseño. El desencofrado, por otro lado, se realiza una vez que el hormigón ha alcanzado la resistencia suficiente para auto portarse, retirando el encofrado sin dañar la estructura.

**Procedimiento:**

Se inicia con la colocación de los elementos de encofrado, que pueden ser de madera, metal u otro material adecuado, según las especificaciones del proyecto. Estos elementos deben ser ensamblados y fijados para soportar el peso del hormigón durante el vertido. Se verifica que el encofrado esté alineado y nivelado, siguiendo las líneas y cotas establecidas en los planos. Se asegura que todas las uniones sean herméticas para evitar la fuga de hormigón. Una vez que el hormigón ha sido vertido y ha alcanzado la resistencia, se procede al desencofrado, retirando los elementos de encofrado, comenzando desde los puntos de menor carga hacia los de mayor. Durante este proceso, se debe tener especial cuidado para no dañar la superficie del hormigón o comprometer la integridad de la estructura.

**Forma de pago:**

El encofrado y desencofrado para cubierta se mide en metros cuadrados ( $m^2$ ), basado en el área total cubierta y verificada en la obra. El precio y el pago de este rubro incluyen los costos de los materiales para el encofrado, la mano de obra para su instalación y retiro y el equipo necesario para asegurar su correcta colocación y posterior desencofrado. La fiscalización debe asegurar que el encofrado y el desencofrado se realicen conforme a las especificaciones técnicas y los estándares de calidad antes de proceder con el cierre de este rubro.

### **3.2.7 Montaje de elementos**

**3.2.7.1 Transporte y montaje de prefabricados.** Este rubro comprende el transporte y la instalación de elementos prefabricados en la obra, que pueden incluir vigas, columnas, paneles y otros componentes estructurales o arquitectónicos. El proceso de transporte y montaje permite asegurar que los elementos prefabricados lleguen a la obra en condiciones óptimas y sean colocados con precisión, según los requerimientos del proyecto. El montaje de estos elementos garantiza la estabilidad y la integridad estructural de la construcción.

#### **Procedimiento:**

Comienza con la preparación y verificación de los elementos prefabricados en el sitio de fabricación, asegurando que cumplan con las especificaciones técnicas antes de su traslado. Se planifica la logística del transporte, seleccionando el equipo adecuado para manejar y transportar los prefabricados, de manera segura, minimizando el riesgo de daños durante el trayecto. Una vez en la obra, se procede al montaje de los elementos prefabricados. Utilizando grúas u otros equipos de elevación, se colocan los prefabricados en sus posiciones finales, siguiendo estrictamente las guías de alineación y nivelación indicadas en los planos. Durante el montaje, se debe garantizar la correcta conexión y fijación de los elementos para asegurar la estabilidad de la estructura. Se realizan inspecciones continuas para verificar que el montaje se realice conforme a las especificaciones técnicas y de seguridad.

#### **Forma de pago:**

Se mide por unidad, basado en la cantidad de elementos prefabricados transportados y montados en la obra. El precio y el pago de este rubro incluyen los costos de transporte, el equipo de elevación, la mano de obra especializada para el montaje y cualquier material adicional necesario para completar el proceso. Fiscalización debe asegurar que los elementos prefabricados hayan sido transportados y montados de acuerdo con las especificaciones técnicas antes de proceder con el cierre de este rubro.

### 3.2.8 *Obras exteriores*

**3.2.8.1 Limpieza final de la obra.** Este rubro comprende la realización de una limpieza exhaustiva al finalizar los trabajos de construcción, asegurando que todas las áreas queden libres de escombros, polvo, materiales residuales y otros desechos. La limpieza final es fundamental para la entrega de la obra, ya que proporciona un entorno seguro y estético, listo para el uso inmediato o para cualquier inspección final.

**Procedimiento:**

Comienza con la recolección y la remoción de escombros y materiales sobrantes en todas las áreas de la obra, incluyendo interiores, exteriores, techos y zonas circundantes. Se procede a barrer y aspirar superficies para eliminar el polvo y las partículas finas acumuladas durante el proceso de construcción. Las ventanas, las puertas y los otros elementos de vidrio se limpian con productos adecuados para asegurar una superficie sin manchas ni residuos. Las superficies de acabado, como pisos, paredes y techos, se limpian para eliminar cualquier mancha o salpicadura de pintura, cemento u otros materiales. Por último, se realiza una verificación de todas las áreas para garantizar que estén completamente limpias y cumplan con los estándares de calidad requeridos para la entrega de la obra.

**Forma de pago:**

La limpieza final de la obra se mide en metros cuadrados (m<sup>2</sup>), basándose en la superficie total limpia y verificada en la obra. El precio y el pago de este rubro incluirán todos los costos relacionados con la mano de obra, el equipo y los materiales de limpieza necesarios para completar la tarea. La fiscalización deberá confirmar que todas las áreas han sido limpiadas a fondo y cumplen con los requisitos establecidos antes de proceder con el cierre de este rubro.

### **3.2.8.2 Desalojo de escombros con volqueta (transporte de 10 km).**

Este rubro comprende la recolección, la carga, el transporte y la disposición final de escombros generados durante el proceso de construcción, utilizando volquetas con un recorrido de hasta 10 km desde el sitio de la obra hasta el destino final de disposición. El desalojo de escombros es esencial para mantener un entorno de trabajo limpio y seguro, así como para cumplir con las normativas ambientales y municipales vigentes.

#### **Procedimiento:**

Inicia con la acumulación y la clasificación de los escombros en la obra, asegurando que los materiales sean adecuados para el transporte y no incluyan elementos peligrosos o contaminantes que requieran un manejo especial. Se procede con la carga de los escombros en las volquetas, utilizando equipo adecuado, como cargadoras, según el volumen y el tipo de material. Las volquetas se transportan al destino final, que puede ser un vertedero o un sitio de disposición autorizado, a una distancia de hasta 10 km de la obra. Al llegar, los escombros son descargados de manera controlada, asegurando el cumplimiento de todas las normativas locales y ambientales relacionadas con la disposición de materiales de construcción.

#### **Forma de pago:**

El desalojo de escombros se mide en metros cúbicos (m<sup>3</sup>), basándose en el volumen de escombros transportados y verificados en el sitio de disposición. El precio y el pago de este rubro incluirán todos los costos asociados con la mano de obra, el equipo de carga, el transporte en volqueta (hasta 10 km de la obra) y las tarifas de disposición en el sitio autorizado. La fiscalización deberá verificar el volumen de escombros desalojados y que el proceso cumpla con las especificaciones y normativas antes de proceder con el cierre de este rubro.

### **3.3 Pared prefabricada para la vivienda de interés social**

En el diseño de la metodología de construcción prefabricada para el modelo de vivienda de interés social propuesto, se consideró el uso del Roca-Panel 50 como material principal para las paredes, tanto interiores como exteriores. Este panel es un elemento constructivo prefabricado que combina un núcleo de poliestireno expandido (EPS) con una malla de acero galvanizado y un revestimiento de concreto, lo que le confiere propiedades de aislamiento térmico y acústico superiores. Además, posee alta resistencia estructural.

El Roca-Panel 50 tiene un espesor de 50 mm y está diseñado para ser un sistema constructivo ligero, versátil y eficiente, ideal para proyectos de construcción modular. Su facilidad de instalación se debe a su diseño de panel continuo, que permite una colocación rápida y sin necesidad de equipos pesados, reduciendo significativamente el tiempo de construcción. Además, el Roca-Panel 50 se adapta a las necesidades específicas del proyecto, ya que puede ser utilizado tanto en muros exteriores como interiores, proporcionando una solución integral para la edificación de viviendas.

La elección de este material también responde a criterios de sostenibilidad, ya que su fabricación genera menos residuos y su estructura ligera contribuye a reducir los costos y las emisiones de CO<sub>2</sub> asociadas al transporte. Por lo tanto, la integración del Roca-Panel 50 en el diseño del modelo de vivienda de interés social propuesto con metodología prefabricada asegura una construcción más rápida y económica y, también, promueve un enfoque más sostenible en la industria de la construcción, alineándose con los objetivos de desarrollo sostenible planteados en el proyecto.

En términos de instalación, el Roca-Panel 50 ofrece una guía clara y detallada, que incluye los pasos para el corte, manejo y fijación de los paneles, garantizando una ejecución precisa y segura. Las uniones entre paneles son reforzadas con perfiles de acero y mallas, lo

que aumenta la rigidez de la estructura y minimiza la posibilidad de fallas o grietas, asegurando la durabilidad y el rendimiento del sistema en condiciones adversas.

A continuación, se muestra la ficha técnica del Roca-Panel 50:

**Figura 66**

*Ficha técnica del Roca-Panel 50.*



### Ficha técnica

**Descripción**  
Panel prefabricado de concreto ligero con perla de poliestireno expandido, en presentación modular y dos presentaciones con distinto espesor.

Usos más comunes	Características sobresalientes
<ul style="list-style-type: none"> <li>Muros Interiores,</li> <li>Muros Exteriores,</li> <li>Muros divisorios</li> <li>Losas de Techo</li> <li>Losas de Entrepiso</li> <li>Bardas perimetrales</li> <li>Cubos de elevadores</li> <li>Cubiertas para cocina</li> <li>Cubiertas para baño</li> <li>Repisas</li> <li>Closets</li> <li>Maceteros</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- No requiere mano de obra especializada</li> <li>- No requiere herramientas especiales para su instalación</li> <li>- Rápida instalación, aumenta productividad en mano de obra</li> <li>- Reduce costo en estructura y cimentación</li> <li>- Precio más bajo que la competencia</li> <li>- Instalación en seco, limpieza en obra</li> <li>- Reduce tiempos en la ejecución de los proyectos</li> <li>- Fácil de transportar, manejar y almacenar</li> <li>- Ecológico, reduce basura en obra</li> <li>- Muy resistente</li> <li>- Versátil, se adapta a cualquier tipo de proyecto y acabados</li> </ul>
<p><b>Presentaciones</b></p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 5px;"> <p><b>Rocapanel 35</b> Medida nominal: 600 x 1200 x 35 mm Peso: 35 Kg/M<sup>2</sup></p> </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p><b>Rocapanel 50</b> Medida nominal: 600 x 1200 x 50 mm 600 x 2400 x 50 mm Peso: 43 Kg/M<sup>2</sup></p> </div> <p style="font-size: small; margin-top: 10px;">           -Manéjese con cuidado            -Cargar entre dos personas            -Cargar de canto solamente            -Material no combustible         </p>	<p><b>Ventajas técnicas</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aislante acústico 45 Decibeles.</li> <li>• Aislante térmico 0.65 BTU/hr./ft.<sup>2</sup>/°F/in.</li> <li>• Densidad aparente 928,40 kg/m<sup>3</sup></li> <li>• Resistencia a la compresión 27.5 kg/cm<sup>2</sup></li> <li>• Resistencia a la flexión 9.4 kg/cm<sup>2</sup></li> <li>• Cortante directo 5.5 kg/cm<sup>2</sup></li> <li>• Conductividad térmica 0,1652 W/m-k</li> <li>• Permeabilidad al vapor de agua 0,124 ng/Pa-s-m</li> <li>• Adsorción de humedad 3,55 % peso - 3,18% volumen</li> <li>• Absorción de agua 13,63% peso</li> <li>• Incombustibilidad: tipo "A"</li> <li>• Sólido</li> <li>• Ligero.</li> <li>• Inorgánico, no crea salitre.</li> <li>• Compatible con cualquier tipo de acabado.</li> <li>• Instalaciones ocultas: eléctrica, hidráulica y sanitaria</li> <li>• Manejable para cualquier tipo de corte transversal.</li> <li>• Antisísmico debido a su flexibilidad.</li> <li>• Alta durabilidad</li> <li>• Penetración al clavo.</li> </ul>



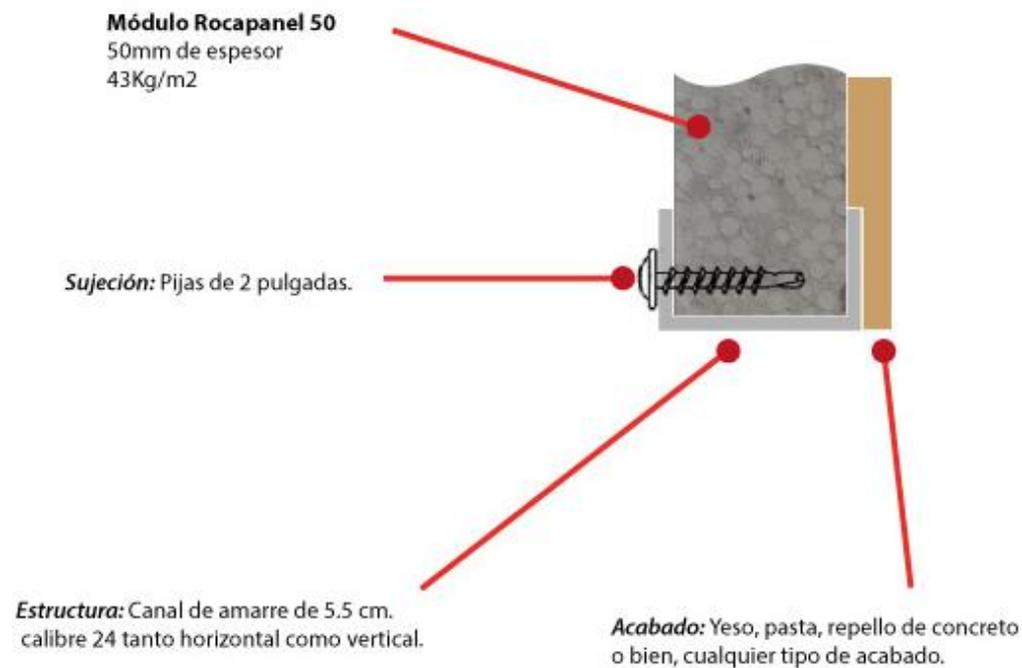

*Nota.* Obtenido del siguiente enlace: <https://rocapanel.mx/wp-content/uploads/2023/03/ficha-tecnica-Rocapanel.pdf>.

Por otra parte, el tipo de conexión que usa el Roca-Panel 50 es:

**Figura 67**

*Sistema constructivo del Roca-Panel 50*

### **Sistema de construcción de muro utilizando Rocapanel 50**



*Nota.* Obtenido del sitio web de Roca-Panel.

Las ventajas técnicas del Roca-Panel 50 se resumen a continuación:

- Excelente aislante térmico.
- Estructura sólida y ligera.
- Resistente al fuego, clasificado como tipo "A", soportando más de 4 horas bajo fuego directo.
- Material inorgánico, que no absorbe humedad ni desarrolla salitre.
- Compatible con cualquier tipo de acabado superficial.
- Facilita la instalación de sistemas eléctricos, hidráulicos y sanitarios ocultos.
- Fácilmente adaptable para diversos tipos de cortes transversales.

- Resistente a terremotos gracias a su flexibilidad.
- Ofrece una alta durabilidad y facilidad para la penetración de clavos.

Por última, su resistencia mecánica se resume en:

- Resistencia a la compresión de  $27.5 \text{ kg/cm}^2$ .
- Resistencia a la flexión de  $9.4 \text{ kg/cm}^2$ .
- Cortante directo de  $5.5 \text{ kg/cm}^2$ .

### 3.4 Codificación de los elementos estructurales para planos constructivos

Para el desarrollo del presente proyecto, se ha implementado una codificación minuciosa de los elementos estructurales (columnas, losas, vigas, cimentación y paredes) que conforman el modelo de vivienda de interés social propuesto. Esta codificación se estableció con el objetivo de facilitar el proceso de construcción de la vivienda mediante un detallado de los planos constructivos que incluye elementos numerados o codificados. Este enfoque permite que cada componente estructural funcione como una pieza específica, lo que simplifica significativamente el proceso de ensamblaje.

En esta línea, se buscó optimizar el montaje in situ de la vivienda de interés social, minimizando errores y reduciendo los tiempos de construcción. Por ejemplo, gracias a esta codificación, los planos detallan que una columna identificada como C1AP1 se conecta con una viga designada como VAP1 siguiendo una conexión específica y predeterminada. La metodología de codificación detallada para estos elementos estructurales se presenta, de manera exhaustiva, en las tablas mostradas a continuación.

Para la codificación de los elementos estructurales del modelo de vivienda de interés social propuesto, se ha establecido el siguiente sistema:

- Vigas:
  - Codificación: Viga – Eje – Piso
  - *Ejemplo*. Para la viga del eje A del primer piso, la codificación sería VAP1.
  - *Ejemplo*. Para la viga del eje 1 del segundo piso, la codificación sería V1P2.
- Riostras:
  - Codificación: Riostra – Eje
  - *Ejemplo*. Para la riostra del eje A, la codificación sería RA.

- Columnas:
  - Codificación: Columna – Eje – Eje – Piso
  - *Ejemplo*. Para la columna en la intersección de los ejes 1 y A del primer piso, la codificación sería C1AP1, siempre con el número antes que la letra.
- Zapatas (cimentación):
  - Codificación: Zapata – Eje – Eje
  - *Ejemplo*. Para la zapata en la intersección de los ejes 1 y A, la codificación sería Z1A, siempre con el número antes que la letra.
- Losas:
  - Codificación: Losa – Nivel
  - *Ejemplo*. Para la losa de entrepiso, la codificación sería LE.
  - *Ejemplo*. Para la losa de cubierta, la codificación sería LC.
- Escalera:
  - Al ser una sola y construida in situ, no requiere codificación.
  - Ninguno de sus componentes: pilarete, macizos y viga de descanso (IPE 120) requieren codificación.
- Paredes:
  - Codificación: Pared – Eje – Eje – Eje – Piso
  - *Ejemplo*. Para la pared del eje 1 entre los ejes A y B del primer piso, la codificación sería P1ABP1, siempre con el número antes que las letras.
  - *Ejemplo*. Para la pared del eje A entre los ejes 1 y 2 del segundo piso, la codificación sería P12AP2, siempre con los números antes que la letra.

**Tabla 61***Codificación para los prefabricados del tipo viga*

<b>Elemento</b>	<b>Descripción</b>	<b>Codificación</b>
Viga	Viga del eje A del primer piso	VAP1
Viga	Viga del eje B del primer piso	VBP1
Viga	Viga del eje C del primer piso	VCP1
Viga	Viga del eje 1 del primer piso	V1P1
Viga	Viga del eje 2 del primer piso	V2P1
Viga	Viga del eje 3 del primer piso	V3P1
Viga	Viga del eje 4 del primer piso	V4P1
Viga	Viga del eje A del segundo piso	VAP2
Viga	Viga del eje B del segundo piso	VBP2
Viga	Viga del eje C del segundo piso	VCP2
Viga	Viga del eje 1 del segundo piso	V1P2
Viga	Viga del eje 2 del segundo piso	V2P2
Viga	Viga del eje 3 del segundo piso	V3P2
Viga	Viga del eje 4 del segundo piso	V4P2

**Tabla 62***Codificación para los prefabricados del tipo riostra*

<b>Elemento</b>	<b>Descripción</b>	<b>Codificación</b>
Riostra	Riostra del eje A	RA
Riostra	Riostra del eje B	RB
Riostra	Riostra del eje C	RC
Riostra	Riostra del eje 1	R1
Riostra	Riostra del eje 2	R2
Riostra	Riostra del eje 3	R3
Riostra	Riostra del eje 4	R4

**Tabla 63***Codificación para los prefabricados del tipo columna*

<b>Elemento</b>	<b>Descripción</b>	<b>Codificación</b>
Columna	Columna en la intersección de los ejes 1 y A del primer piso	C1AP1
Columna	Columna en la intersección de los ejes 2 y A del primer piso	C2AP1
Columna	Columna en la intersección de los ejes 3 y A del primer piso	C3AP1
Columna	Columna en la intersección de los ejes 4 y A del primer piso	C4AP1
Columna	Columna en la intersección de los ejes 1 y B del primer piso	C1BP1
Columna	Columna en la intersección de los ejes 2 y B del primer piso	C2BP1
Columna	Columna en la intersección de los ejes 3 y B del primer piso	C3BP1
Columna	Columna en la intersección de los ejes 4 y B del primer piso	C4BP1
Columna	Columna en la intersección de los ejes 1 y C del primer piso	C1CP1
Columna	Columna en la intersección de los ejes 2 y C del primer piso	C2CP1
Columna	Columna en la intersección de los ejes 3 y C del primer piso	C3CP1
Columna	Columna en la intersección de los ejes 4 y C del primer piso	C4CP1
Columna	Columna en la intersección de los ejes 1 y A del segundo piso	C1AP2
Columna	Columna en la intersección de los ejes 2 y A del segundo piso	C2AP2
Columna	Columna en la intersección de los ejes 3 y A del segundo piso	C3AP2
Columna	Columna en la intersección de los ejes 4 y A del segundo piso	C4AP2
Columna	Columna en la intersección de los ejes 1 y B del segundo piso	C1BP2
Columna	Columna en la intersección de los ejes 2 y B del segundo piso	C2BP2
Columna	Columna en la intersección de los ejes 3 y B del segundo piso	C3BP2
Columna	Columna en la intersección de los ejes 4 y B del segundo piso	C4BP2
Columna	Columna en la intersección de los ejes 1 y C del segundo piso	C1CP2

---

Columna	Columna en la intersección de los ejes 2 y C del segundo piso	C2CP2
Columna	Columna en la intersección de los ejes 3 y C del segundo piso	C3CP2
Columna	Columna en la intersección de los ejes 4 y C del segundo piso	C4CP2

---

**Tabla 64***Codificación para los prefabricados del tipo zapata*

<b>Elemento</b>	<b>Descripción</b>	<b>Codificación</b>
Zapata	Zapata en la intersección de los ejes 1 y A	Z1A
Zapata	Zapata en la intersección de los ejes 2 y A	Z2A
Zapata	Zapata en la intersección de los ejes 3 y A	Z3A
Zapata	Zapata en la intersección de los ejes 4 y A	Z4A
Zapata	Zapata en la intersección de los ejes 1 y B	Z1B
Zapata	Zapata en la intersección de los ejes 2 y B	Z2B
Zapata	Zapata en la intersección de los ejes 3 y B	Z3B
Zapata	Zapata en la intersección de los ejes 4 y B	Z4B
Zapata	Zapata en la intersección de los ejes 1 y C	Z1C
Zapata	Zapata en la intersección de los ejes 2 y C	Z2C
Zapata	Zapata en la intersección de los ejes 3 y C	Z3C
Zapata	Zapata en la intersección de los ejes 4 y C	Z4C

**Tabla 65***Codificación para los prefabricados del tipo losa*

<b>Elemento</b>	<b>Descripción</b>	<b>Codificación</b>
Losa	Losa de piso.	LP
Losa	Losa de entrepiso.	LE
Losa	Losa de cubierta.	LC

**Tabla 66***Codificación para los prefabricados del tipo pared*

<b>Elemento</b>	<b>Descripción</b>	<b>Codificación</b>
Pared	Pared del eje 1 entre los ejes A y B del primer piso	P1ABP1
Pared	Pared del eje 1 entre los ejes B y C del primer piso	P1BCP1
Pared	Pared del eje 2 entre los ejes A y B del primer piso	P2ABP1
Pared	Pared del eje 2 entre los ejes B y C del primer piso	P2BCP1
Pared	Pared del eje 3 entre los ejes A y B del primer piso	P3ABP1
Pared	Pared del eje 3 entre los ejes B y C del primer piso	P3BCP1
Pared	Pared del eje 4 entre los ejes A y B del primer piso	P4ABP1
Pared	Pared del eje 4 entre los ejes B y C del primer piso	P4BCP1
Pared	Pared del eje A entre los ejes 1 y 2 del primer piso	P12AP1
Pared	Pared del eje A entre los ejes 2 y 3 del primer piso	P23AP1
Pared	Pared del eje A entre los ejes 3 y 4 del primer piso	P34AP1
Pared	Pared del eje B entre los ejes 1 y 2 del primer piso	P12BP1
Pared	Pared del eje B entre los ejes 2 y 3 del primer piso	P23BP1
Pared	Pared del eje B entre los ejes 3 y 4 del primer piso	P34BP1
Pared	Pared del eje C entre los ejes 1 y 2 del primer piso	P12CP1
Pared	Pared del eje C entre los ejes 2 y 3 del primer piso	P23CP1
Pared	Pared del eje C entre los ejes 3 y 4 del primer piso	P34CP1
Pared	Pared del eje 1 entre los ejes A y B del segundo piso	P1ABP2
Pared	Pared del eje 1 entre los ejes B y C del segundo piso	P1BCP2
Pared	Pared del eje 2 entre los ejes A y B del segundo piso	P2ABP2
Pared	Pared del eje 2 entre los ejes B y C del segundo piso	P2BCP2

Pared	Pared del eje 3 entre los ejes A y B del segundo piso	P3ABP2
Pared	Pared del eje 3 entre los ejes B y C del segundo piso	P3BCP2
Pared	Pared del eje 4 entre los ejes A y B del segundo piso	P4ABP2
Pared	Pared del eje 4 entre los ejes B y C del segundo piso	P4BCP2
Pared	Pared del eje A entre los ejes 1 y 2 del segundo piso	P12AP2
Pared	Pared del eje A entre los ejes 2 y 3 del segundo piso	P23AP2
Pared	Pared del eje A entre los ejes 3 y 4 del segundo piso	P34AP2
Pared	Pared del eje B entre los ejes 1 y 2 del segundo piso	P12BP2
Pared	Pared del eje B entre los ejes 2 y 3 del segundo piso	P23BP2
Pared	Pared del eje B entre los ejes 3 y 4 del segundo piso	P34BP2
Pared	Pared del eje C entre los ejes 1 y 2 del segundo piso	P12CP2
Pared	Pared del eje C entre los ejes 2 y 3 del segundo piso	P23CP2
Pared	Pared del eje C entre los ejes 3 y 4 del segundo piso	P34CP2

## Capítulo 4

## 4. ESTUDIO DEL IMPACTO AMBIENTAL

### 4.1 Descripción del proyecto

El proyecto se centra en el diseño de una VIS de dos pisos en Guayaquil, utilizando aplicaciones constructivas prefabricadas que optimizan los costos y tiempos de construcción. Se decidió enfocar el EIA en la construcción prefabricada para demostrar sus beneficios ambientales sobre la construcción tradicional. Este enfoque promueve la producción en masa de un modelo de vivienda, ofreciendo soluciones habitacionales accesibles para estratos socioeconómicamente vulnerables. El proyecto cumple con los ODS 9 y 10, al enfocarse en la industrialización e innovación de la infraestructura y la reducción de desigualdades.

La construcción modular fomenta prácticas sostenibles y la industrialización de la construcción, mejorando la eficiencia y calidad del proceso constructivo, vinculándose al ODS 11. Al reducir el impacto ambiental de la construcción de viviendas, se minimizan residuos y se optimiza la gestión de recursos. Ambientalmente, se identifican acciones que podrían tener impacto. Estas incluyen el uso de materiales de construcción, la gestión de residuos, el consumo de recursos naturales y la emisión de contaminantes durante la construcción<sup>12</sup>. El EIA permite evaluar y mitigar los impactos asociados a la construcción de las VIS, considerando el entorno inmediato y el área de influencia.

Para evaluar el impacto del proyecto, se utilizó la matriz causa-efecto de Leopold, una herramienta reconocida en los EIA. Esta herramienta permite valorar las diferentes opciones de diseño o ejecución de un proyecto, asociando sus actividades con los posibles efectos ambientales. Así, se promueve la innovación y sostenibilidad en la construcción, buscando reducir su impacto ambiental, alineándose con los ODS.

---

<sup>12</sup> Debido al alcance del proyecto, el EIA se enfocará en los impactos generados hasta la etapa de obra gris de la construcción de las VIS, excluyendo las instalaciones.

## 4.2 Línea base ambiental

El estudio del impacto ambiental (EIA) se realizó a través de la matriz causa-efecto de Leopold. Para esto, se identificaron los medios o componentes que pueden verse afectados por las actividades realizadas durante la ejecución del presente proyecto. La identificación de estos factores permite prever y mitigar los posibles impactos, así como desarrollar estrategias para minimizar efectos negativos y maximizar beneficios. Los factores identificados se clasifican en tres categorías principales: medio abiótico, medio biótico y medio socioeconómico.

### 4.2.1 Medio abiótico

En la industria de la construcción de viviendas de interés social, los principales medios abióticos afectados incluyen el aire, el suelo, el agua, la temperatura, la luz visible y el paisajismo. Sin embargo, dado que este proyecto consiste en la construcción de viviendas de dos plantas con elementos prefabricados, su impacto sobre estos factores será mínimo.

**4.2.1.1 Clima y temperatura.** Guayaquil se caracteriza por tener dos estaciones definidas: seca (verano) y húmeda (invierno). Según Weather Spark (2024), la temporada seca dura -aproximadamente- 4.7 meses, desde el 24 de junio hasta el 14 de noviembre. Por otro lado, la temporada lluviosa se extiende por 7.3 meses, desde el 14 de noviembre hasta el 24 de junio. La precipitación mensual promedio durante la temporada seca es de 7.26 milímetros, mientras que en la temporada lluviosa alcanza los 109.16 milímetros.

En cuanto a la temperatura, Guayaquil experimenta una temporada fresca y una calurosa a lo largo del año. La temporada fresca, que va de junio a agosto, presenta temperaturas mínimas promedio de 21 °C y máximas de 29 °C. En contraste, la temporada calurosa, que se extiende de marzo a mayo, registra temperaturas que oscilan entre los 24 °C y 31 °C.

**4.2.1.2 Suelo en el área de estudio.** El norte de Guayaquil se asienta - mayoritariamente- sobre superficies rocosas y suelos tipo A y B, en un sistema montañoso menor denominado Cordillera Chongón-Colonche (Dirección de Planificación Urbana, Proyectos y Ordenamiento Territorial [DUPOT], 2021). Sin embargo, las áreas urbanas como Mucho Lote 2, Los Vergeles, Los Sauces y Pascuales, que albergan -principalmente- a estratos sociales económicamente bajos, se encuentran en terrenos planos cercanos al río Daule. En estas zonas, el suelo es predominantemente blando y arcilloso, clasificado como tipo D y E (ver Figura ).

**4.2.1.3 Calidad del agua.** La calidad del agua en el norte de Guayaquil ha sido objeto de estudio debido a su importancia para la flora y fauna local. Los análisis realizados en esta área revelan la presencia de diversos contaminantes físicos, químicos y microbiológicos (Barros, 2021). Los residuos industriales y domésticos descargados sin tratamiento previo afectan significativamente la calidad del agua. La alta concentración de metales pesados, como plomo y cadmio, junto con la presencia de coliformes fecales y totales, son indicadores críticos de contaminación. A pesar de estos desafíos, se han propuesto medidas de fitorremediación ambiental para mitigar los impactos negativos y mejorar la calidad del agua en el norte de Guayaquil (Barros, 2021).

#### **4.2.2 Medio biótico**

Es importante mencionar que la principal afectación al medio biótico de este tipo de proyectos no es significativa durante la construcción de una vivienda de interés social. El mayor impacto ocurre cuando se cambia el uso del suelo en los terrenos destinados a las urbanizaciones residenciales en los sectores de interés social (*periferias de la ciudad, principalmente*).

Por otro lado, la construcción de estas viviendas de interés social se llevaría a cabo en lotes ubicados dentro del norte de Guayaquil. Esta es una zona ya bastante poblada, con

excepción de algunos cerros, donde no se instalarían estas viviendas. Aunque el alcance del presente proyecto no contempla el diseño del paisajismo urbanístico específico para la instalación de estas viviendas, lo ideal sería considerar la implementación de áreas verdes entre los lotes. Así, aunque el proyecto no presenta un riesgo significativo para la flora y la fauna del norte de Guayaquil, el establecimiento de urbanizaciones de este tipo sí genera un impacto ambiental considerable.

**4.2.2.1 Flora.** El norte de Guayaquil alberga una rica variedad de flora, crucial para el equilibrio del ecosistema local. En esta área, se encuentran plantas halófitas en áreas estuarinas, así como especies arbóreas y ornamentales que contribuyen a la biodiversidad y la estabilidad ambiental (Cortez, 2010). A continuación, se enumeran las principales especies de flora presentes en el área de estudio:

- Manglares:
  - Mangle rojo (*Rhizophora mangle*)
  - Mangle negro (*Avicennia germinans*)
  - Mangle blanco (*Laguncularia racemosa*)
- Especies arbóreas:
  - Guayacán (*Tabebuia chrysantha*)
  - Mango (*Mangifera indica*)
  - Cedro (*Cedrela odorata*)
  - Ceiba (*Ceiba pentandra*)
- Plantas ornamentales:
  - Ficus (*Ficus nitida*)
  - Palo bolsón (*Kigelia pinnata*)
  - Coralillo (*Ixora coccinea*)
  - Palma china (*Livistona chinensis*)

**4.2.2.2 Fauna.** El norte de Guayaquil cuenta con una notable diversidad de fauna, esencial para el equilibrio del ecosistema local. En esta área, se encuentran una variedad de aves, reptiles y mamíferos que contribuyen significativamente a la biodiversidad y estabilidad ambiental (Cortez, 2010). A continuación, se presentan las principales especies de fauna encontradas en el área de estudio:

- Iguana verde (*Iguana iguana*) – Iguanidae
- Ardilla de Guayaquil (*Sciurus stramineus*) – Sciuridae
- Tángara azuleja (*Thraupis episcopus*) – Thraupidae
- Perico cachetigris (*Brotogeris pyrrhopterus*) – Psittacidae
- Colibrí (*Amazilia amazilia*) – Apodidae
- Garrapatero (*Crotofaga sulcirrostris*) – Cuculidae
- Negro matorralero (*Dives warszewczi*) – Icteridae
- Hornero del Pacífico (*Furnarius cinnamomeus*) – Furniidae
- Tilapia roja (*Oreochromis mossambicus*) – Cichlidae
- Tortuga mordedora (*Chelydra acutirostris*) – Lestudinidae
- Tortuga común (*Pseudemys scripta*) – Emydidae
- Tortuga de jardín (*Kinosternon leucostomum*) – Kinosternidae
- Tortuga terrestre de patas amarillas (*Geochelone denticulata*) – Testudinidae

### 4.2.3 Medio socioeconómico

Se plantea que la construcción en masa de la vivienda de interés social propuesta se realizará sobre suelos vírgenes, con trabajos previos de mejoramiento o demolición. Esta condición genera diversas afectaciones al medio socioeconómico, especialmente en las etapas de diseño, construcción y aceptación por parte de los usuarios. Entre los impactos más

destacados, se incluyen la obstrucción del tráfico debido al uso de maquinaria pesada, las molestias causadas por el ruido y el polvo, así como los potenciales riesgos laborales.

**4.2.3.1 Población.** Guayaquil es la ciudad más poblada de Ecuador, con 3,193,000 habitantes, según datos del INEC. La población se distribuye entre parroquias urbanas y rurales, destacándose Tarqui como la más poblada, con más de 1,050,000 habitantes. En las áreas rurales, Posorja es la más grande, con más de 24,000 habitantes. Guayaquil mantiene una distribución de género casi equilibrada, con un 51% de mujeres y un 49% de hombres (INEC, 2017).

**4.2.3.2 Actividades económicas.** El norte de Guayaquil se distingue por una diversidad de actividades económicas que impulsan su desarrollo. Esta zona es reconocida por su dinamismo comercial, con una amplia variedad de mercados y centros de distribución que facilitan la venta de productos diversos. Además, el norte de Guayaquil se destaca como un núcleo industrial importante, con una creciente presencia de empresas en sectores como manufactura, construcción, logística y servicios (Montenegro & Velastegui, 2013).

### **4.3 Actividades del proyecto**

Para evaluar completamente el impacto ambiental generado por la ejecución del proyecto, se ha elaborado un listado de las principales actividades que pueden afectar al entorno circundante. Este resumen se presenta en la Tabla 67, mostrada a continuación.

**Tabla 67***Actividades del proyecto con posible impacto ambiental*

<b>Fases</b>	<b>Actividad</b>
<b>Trabajos preliminares y movimiento de tierras</b>	Despeje y desbroche (remoción de vegetación); trazo, replanteo y nivelación; humectación y desecación; excavaciones (desmonte, vaciado y terraplenado); carga, transporte y descarga de material de suelo; extensión y compactación del terreno; desalojo de escombros; refine y saneo.
<b>Fabricación</b>	Armadura para vigas, columnas y losas; encofrados metálicos (hechos por máquina); vertido y vibrado del hormigón; desencofrado y curado de elementos.
<b>Transporte a obra</b>	Montaje y desmontaje de elementos con grúas; transporte de grúas y piezas con vehículos pesados.
<b>Cimentación</b>	Excavación; material de mejoramiento compactado; replantillo de hormigón; encofrado para cimentaciones; dados -o galletas- de hormigón para recubrimiento; armadura de la base; colocación de columna prefabricada; apuntalamiento de laterales; fundición y curado de elementos; fabricación de vigas de amarre y pernos de anclaje.
<b>Montaje o ensamblaje</b>	Colocación de grúa en el terreno; descarga de los elementos; ensamblaje de elementos y hormigonado; colocación de cubierta.
<b>Albañilería</b>	Instalación de mampostería; enlucido de paredes y losas.
<b>Obras interiores y exteriores</b>	Desalojo de escombros; fabricación de aceras; limpieza.

*Nota.* Se consideran las actividades con posible impacto dentro del alcance del proyecto.

#### 4.4 Identificación de impactos ambientales

Todo proyecto de construcción presenta impactos ambientales, los cuales, pueden minimizarse dependiendo de la metodología constructiva aplicada y el control de los recursos en obra. En la construcción modular de viviendas de interés social, se busca reducir los desperdicios de materiales, limitar las secciones de hormigón y ofrecer una alternativa accesible y segura que mejore la calidad de vida de los habitantes. Además, al fabricar los elementos en un entorno controlado de fábrica, se pretende disminuir los efectos medioambientales y maximizar los resultados positivos.

En esta línea, se elaboró la Tabla 68, que detalla los impactos ambientales asociados a la construcción de VIS mediante metodología prefabricada. Esta tabla se basa en la línea base ambiental establecida en la sección 4.2 y las actividades descritas en la sección 4.3.

**Tabla 68**

*Identificación de impactos ambientales del proyecto*

<b>Componentes</b>	<b>Factores ambientales</b>	<b>Impacto ambiental</b>
Medio abiótico	Calidad	Generación de polvo; producción de CO <sub>2</sub> .
	Aire	Vibraciones y generación de polvo; aumento del nivel sonoro por uso de maquinaria pesada.
	Ruido	
	Composición	Alteración por desecho inadecuado de residuos (sólidos y líquidos).
	Suelo	Cambios en el relieve y la capacidad de infiltración del suelo; erosión por pérdida de capa vegetal.
	Desechos geomorfológicos	

		Cantidad	Consumo excesivo para preparación de materiales y lavado de equipos.
	Agua	Calidad del agua superficial	Desecho inadecuado de residuos cementantes a cuerpos hídricos; cambio de dirección y caudal.
		Calidad del agua subterránea	Alteración en el nivel freático; infiltración de agua con minerales pesados u otros elementos nocivos.
Medio biótico	Flora	Disminución de la flora	Apertura de zanjas y trincheras; aumento en el nivel del suelo; compactación, remoción y/o mejoramiento del suelo superficial.
	Fauna	Disminución de la fauna	Destrucción de madrigueras, colmenas, hormigueros y nidos; evacuación de mamíferos y aves.
Medio socioeconómico	Socioeconómico	Empleo	Incremento del nivel de vida; generación de empleo.
		Estado de salud	Efectos físicos nocivos por inhalación de polvo; daño auditivo por exposición a altos niveles de ruido.
	Local	Territorial	Uso de suelo para edificaciones.
		Paisajismo	Alteración de paisaje natural.

*Nota.* La Tabla 68 considera los factores y el impacto ambiental asociado al desarrollo del proyecto de construcción (hasta la etapa de obra gris, excluyendo instalaciones).

#### 4.5 Valoración de impactos ambientales

Con la finalidad de estudiar el impacto ambiental asociado a la construcción en masa de la vivienda de interés social propuesta, se utilizó la matriz causa-efecto de Leopold (mostrada en la Tabla 69, a continuación). Esta herramienta de evaluación cualitativa relaciona las actividades constructivas específicas del alcance del presente proyecto con sus posibles impactos sobre el medio ambiente. Al cruzar las actividades constructivas del proyecto con los diferentes factores ambientales, es posible obtener una visión integral de los posibles impactos ambientales.

**Tabla 69**

*Bosquejo adaptado de la matriz de Leopold*

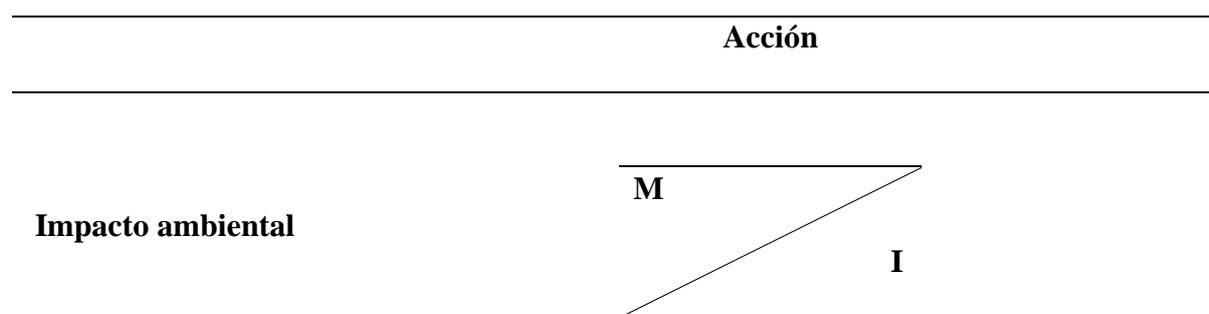
<b>Impacto ambiental</b>	<b>Acciones del proyecto</b>			
	<b>Diseño</b>	<b>Prefabricación</b>	<b>Transporte</b>	<b>Montaje en obra</b>
<b>Aire</b>	Calidad			
	Ruido			
<b>Agua</b>	Calidad			
	Cantidad			
<b>Suelo</b>	Erosión			
	Contaminación			
<b>Flora</b>	Amenaza			
<b>Fauna</b>	Amenaza			
<b>Población</b>	Empleo			
	Afectación			

*Nota.* La Tabla 69 fue adaptada de Leopold (1971) a las condiciones del presente proyecto.

Como se aprecia en la Tabla 69, la matriz causa-efecto de Leopold genera una interacción entre las acciones relacionadas a la ejecución del proyecto y el impacto ambiental que estas generan. La Tabla 70, mostrada a continuación, describe el funcionamiento de esta interacción.

### Tabla 70

*Interacción generada con la matriz de Leopold*



*Nota.* La Tabla 70 muestra el funcionamiento de la interacción entre las acciones del proyecto y su impacto ambiental (Leopold, 1971).

En la Tabla 70:

- La variable **M** representa la magnitud del impacto ambiental ocasionado en un lugar específico.
  - Este impacto puede ser beneficioso (*positivo +*) o perjudicial (*negativo -*), dependiendo de la naturaleza del impacto.
- La variable **I** denota la importancia del impacto, es decir, la severidad de las consecuencias que este acarrea.

Es importante mencionar que los valores asignados a las variables **M** e **I** oscilan entre 1 y 10, de acuerdo con la gravedad del impacto y siguiendo los criterios establecidos en la Tabla 71, mostrada a continuación.

**Tabla 71***Escala de valoración para la matriz de Leopold*

Magnitud (M)			Importancia (I)		
Intensidad	Alteración	Calificación	Duración	Influencia	Calificación
Baja	Baja	± 1	Temporal	Puntual	1
Baja	Media	± 2	Media	Puntual	2
Baja	Alta	± 3	Permanente	Puntual	3
Media	Baja	± 4	Temporal	Local	4
Media	Media	± 5	Media	Local	5
Media	Alta	± 6	Permanente	Local	6
Alta	Baja	± 7	Temporal	Regional	7
Alta	Media	± 8	Media	Regional	8
Alta	Alta	± 9	Permanente	Regional	9
Muy alta	Alta	± 10	Permanente	Nacional	10

*Nota.* Los criterios establecidos en la Tabla 71 fueron descritos por Leopold en 1971 y adaptados al presente proyecto.

Por otra parte, para evaluar el impacto ambiental del presente proyecto, se deben seguir las valoraciones establecidas en la Tabla 72 y en la Tabla 73, que se muestran a continuación. La Tabla 72 clasifica el impacto ambiental negativo como irrelevante, moderado, severo o crítico. La Tabla 73, por su parte, clasifica el impacto ambiental positivo como poco importante, importante o muy importante. Es relevante mencionar que estas tablas clasifican el impacto ambiental del proyecto según el puntaje que arroje la matriz causa-efecto de Leopold.

**Tabla 72**

*Valoración del impacto ambiental negativo según la matriz de Leopold*

<b>Valoración del impacto ambiental</b>	<b>Puntaje de la matriz causa-efecto de Leopold</b>
<b>negativo</b>	
No impacta	0
Impacto ambiental irrelevante	De -1 a -25
Impacto ambiental moderado	De -25 a -50
Impacto ambiental severo	De -50 a -75
Impacto ambiental crítico	> -75

*Nota.* Las valoraciones establecidas en la Tabla 72 se basan en las descripciones de Leopold de 1971. Cabe destacar que el signo menos (-) se utiliza únicamente para indicar que el impacto ambiental es negativo.

**Tabla 73**

*Valoración del impacto ambiental positivo según la matriz de Leopold*

<b>Valoración del impacto ambiental</b>	<b>Puntaje de la matriz causa-efecto de Leopold</b>
<b>positivo</b>	
No impacta	0
Impacto ambiental poco importante	De 1 a 25
Impacto ambiental importante	De 25 a 50
Impacto ambiental muy importante	> 50

*Nota.* Las valoraciones establecidas en la Tabla 73 se basan en las descripciones de Leopold de 1971.

Se dividieron las fases dentro del alcance del proyecto (Tabla 67) en cuatro etapas:

1. La primera etapa, que comprende trabajos preliminares y movimientos de tierras, incluye un total de ocho actividades.

2. La segunda etapa se enfoca en la fabricación y el transporte a obra, abarcando seis actividades.
3. La tercera etapa se centra en la cimentación, con un total de nueve actividades.
4. La cuarta y última etapa abarca el montaje o ensamblaje, albañilería y obras interiores y exteriores, incluyendo diez actividades.

Posteriormente, se elaboró una matriz de Leopold para cada etapa. Cada actividad dentro de las etapas fue evaluada para todos los factores ambientales, obteniéndose un impacto ambiental específico para cada etapa. Sin embargo, el impacto ambiental significativo del proyecto es la suma de los impactos de todas las etapas. Esta sumatoria proporciona una visión integral del impacto ambiental global del proyecto.

En las matrices de Leopold elaboradas, se cumplen los siguientes principios:

- El total de afectaciones representa el número de impactos identificados.
- El agregado del impacto considera tanto la magnitud del impacto como su importancia.
- Los impactos se evalúan horizontalmente (filas) por factor ambiental y verticalmente (columnas) por actividad.
- En la esquina inferior derecha de cada matriz, se muestra el impacto ambiental de cada etapa. Si el impacto es negativo, se utiliza un signo menos (-); si es positivo, se muestra sin signo.

En esta línea, las matrices de Leopold para cada etapa dentro del alcance del proyecto se presentan a continuación, en las tablas:

- Tabla 74
- Tabla 76
- Tabla 78
- Tabla 80

Tabla 74

Matriz de Leopold adaptada a la primera etapa

Componentes	Factores ambientales	Trabajos preliminares y movimiento de tierras								Afectaciones		Total de afectaciones	Agregado del impacto	Calificación de los impactos
		Despeje y desbroche (remoción de vegetación)	Trazo, replanteo y nivelación	Humectación y desecación	Excavaciones (desmonte, vaciado y terraplenado)	Carga, transporte y descarga de material de suelo	Extensión y compactación del terreno	Desalojo de escombros	Refine y saneo	+	-			
Aire	Calidad				-2	-1	-2	-2	-1	0	5	5	-8	Irrelevante
	Ruido	-1			-3	-2	-2	-1	-2	0	6	6	-12	Irrelevante
Medio abiótico	Composición	-1		-1	-2		-1		-1	0	5	5	-11	Irrelevante
	Desechos geomorfológicos	-1					-1	-1		0	3	3	-4	Irrelevante
Agua	Cantidad			-2						0	1	1	-2	Irrelevante
	Calidad del agua superficial	-2						-1		0	2	2	-7	Irrelevante
	Calidad del agua subterránea			-1						0	1	1	-2	Irrelevante
Medio biótico	Flora	-5						-2		0	2	2	-14	Irrelevante
	Fauna	-3			-3		-1		-1	0	4	4	-19	Irrelevante
Medio socioeconómico	Empleo	4	3	2	1	2	3	1	1	8	0	8	40	Importante
	Estado de salud				-1		-1			0	2	2	-3	Irrelevante
Local	Territorial					3	3		2	3	0	3	24	Poco importante
	Paisajismo	-6								0	1	1	-18	Irrelevante
		1	1	1	1	2	2	1	2	11	32	43	-36	Moderado
		7	0	3	5	2	6	5	4	32				
		8	1	4	6	4	8	6	6	43				
		-34	6	-2	-12	10	4	-9	1	-36				

Nota. La Tabla 74 fue elaborada en Microsoft Excel.

### Para la primera etapa:

- **Medio abiótico:**

- **Aire:**

- **Calidad.** Se identificaron un total 5 afectaciones negativas. Estas afectaciones recibieron una puntuación de -8, clasificando el impacto como irrelevante.

- **Ruido.** Se identificaron un total 6 afectaciones negativas. Estas afectaciones recibieron una puntuación de  $-12$ , clasificando el impacto como irrelevante.
- **Suelo:**
  - **Composición.** Se identificaron un total 5 afectaciones negativas. Estas afectaciones recibieron una puntuación de  $-11$ , clasificando el impacto como irrelevante.
  - **Desechos geomorfológicos.** Se identificaron un total 3 afectaciones negativas. Estas afectaciones recibieron una puntuación de  $-4$ , clasificando el impacto como irrelevante.
- **Agua:**
  - **Cantidad.** Se identificó una sola afectación negativa. Esta afectación recibió una puntuación de  $-2$ , clasificando el impacto como irrelevante.
  - **Calidad del agua superficial.** Se identificaron un total 2 afectaciones negativas. Estas afectaciones recibieron una puntuación de  $-7$ , clasificando el impacto como irrelevante.
  - **Calidad del agua subterránea.** Se identificó una sola afectación negativa. Esta afectación recibió una puntuación de  $-2$ , clasificando el impacto como irrelevante.
- **Medio biótico:**
  - **Flora:**
    - **Disminución de la flora.** Se identificaron un total 2 afectaciones negativas. Estas afectaciones recibieron una puntuación de  $-14$ , clasificando el impacto como irrelevante.

- **Fauna:**
  - *Disminución de la fauna.* Se identificaron un total 4 afectaciones negativas. Estas afectaciones recibieron una puntuación de -19, clasificando el impacto como irrelevante.
- **Medio socioeconómico:**
  - **Socioeconómico:**
    - *Empleo.* Se identificaron un total 8 afectaciones positivas. Estas afectaciones recibieron una puntuación de 40, clasificando el impacto como importante.
    - *Estado de salud.* Se identificaron un total 2 afectaciones negativas. Estas afectaciones recibieron una puntuación de -3, clasificando el impacto como irrelevante.
  - **Local:**
    - *Territorial.* Se identificaron un total 3 afectaciones positivas. Estas afectaciones recibieron una puntuación de 24, clasificando el impacto como poco importante.
    - *Paisajismo.* Se identificó una sola afectación negativa. Esta afectación recibió una puntuación de -18, clasificando el impacto como irrelevante.

**Tabla 75**

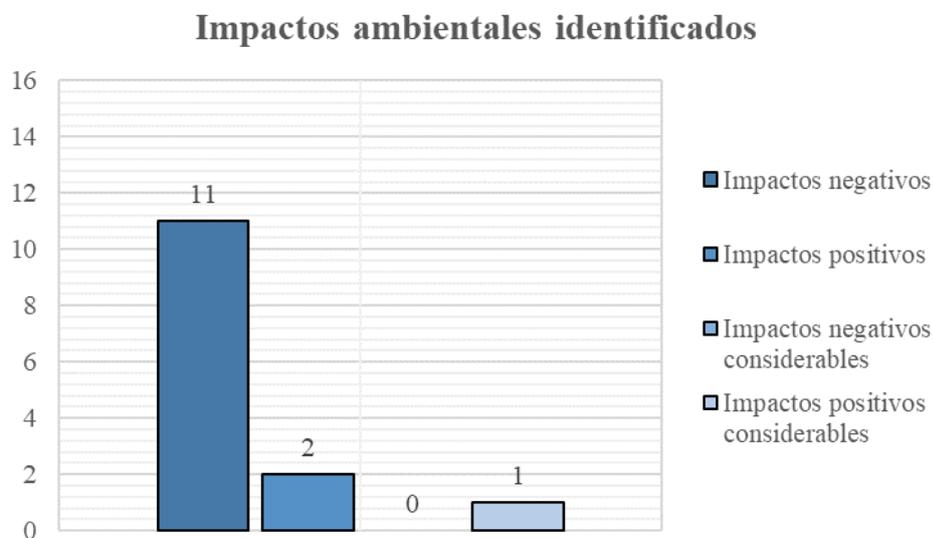
*Resumen de los impactos identificados en la primera etapa*

<b>Descripción</b>	<b>Cantidad de impactos</b>	<b>Cantidad de impactos considerables</b>
<i>Impactos negativos</i>	11	0
<i>Impactos positivos</i>	2	1

*Nota.* Impactos considerables incluyen todos, excepto los irrelevantes y poco importantes.

**Figura 68**

*Cantidad de impactos ambientales en la primera etapa*



*Nota.* Gráfico elaborado en Microsoft Excel.

La Figura 68, muestra la cantidad de impactos ambientales identificados, tanto positivos como negativos, durante la primera etapa dentro del alcance del proyecto, que incluye trabajos preliminares y movimientos de tierras. En esta etapa, se observan más impactos negativos que positivos.

La predominancia de impactos negativos es un aspecto crucial a considerar durante la planificación y ejecución del proyecto para minimizar el daño ambiental. **Esta primera etapa recibió una puntuación de -36, indicando un impacto ambiental negativo moderado.**

Tabla 76

Matriz de Leopold adaptada a la segunda etapa

Componentes	Factores ambientales	Fabricación			Transporte a obra			Afectaciones		Total de afectaciones	Agregado del impacto	Calificación de los impactos		
		Armadura para vigas, columnas y losas	Encofrados metálicos (hechos por máquina)	Vertido y vibrado del hormigón	Desencofrado y curado de elementos	Montaje y desmontaje de elementos con grúas	Transporte de grúas y piezas con vehículos pesados	+	-					
Aire	Calidad	/	/	/	/	/	/	-1	/	0	1	1	-1	Irrelevante
	Ruido	/	/	/	/	/	/	-3	-2	2	2	2	-10	Irrelevante
Medio abiótico	Suelo	Composición	/	/	/	/	/	/	/	0	0	0	0	No impacta
	Desechos geomorfológicos	/	/	/	/	/	/	/	/	0	0	0	0	No impacta
Agua	Cantidad	/	/	-1	-1	/	/	/	/	0	2	2	-6	Irrelevante
	Calidad del agua superficial	/	/	/	/	/	/	/	/	0	0	0	0	No impacta
	Calidad del agua subterránea	/	/	/	/	/	/	/	/	0	0	0	0	No impacta
Medio biótico	Flora	Disminución de la flora	/	/	/	/	/	/	/	0	0	0	0	No impacta
	Fauna	Disminución de la fauna	/	/	/	/	/	/	/	0	0	0	0	No impacta
Medio socioeconómico	Socioeconómico	Empleo	3	2	3	3	2	2	/	6	0	6	43	Importante
		Estado de salud	/	/	/	/	/	/	/	0	0	0	0	No impacta
	Local	Territorial	/	/	/	/	/	/	/	0	0	0	0	No impacta
		Paisajismo	/	/	/	/	/	/	/	0	0	0	0	No impacta
		1	1	1	1	1	1	1	6	5	11	26	Importante	
		0	0	1	1	2	1	5						
		1	1	2	2	3	2	11						
		9	6	6	6	-1	0	26						

Nota. La Tabla 76 fue elaborada en Microsoft Excel.

### Para la segunda etapa:

- Medio abiótico:

- Aire:

- **Calidad.** Se identificó una sola afectación negativa. Esta afectación recibió una puntuación de -1, clasificando el impacto como irrelevante.

- **Ruido.** Se identificaron un total 2 afectaciones negativas. Estas afectaciones recibieron una puntuación de -10, clasificando el impacto como irrelevante.
- **Suelo:**
  - **Composición.** No se identificaron afectaciones positivas ni negativas, por lo que no hay impacto aparente.
  - **Desechos geomorfológicos.** No se identificaron afectaciones positivas ni negativas, por lo que no hay impacto aparente.
- **Agua:**
  - **Cantidad.** Se identificaron un total 2 afectaciones negativas. Estas afectaciones recibieron una puntuación de -6, clasificando el impacto como irrelevante.
  - **Calidad del agua superficial.** No se identificaron afectaciones positivas ni negativas, por lo que no hay impacto aparente.
  - **Calidad del agua subterránea.** No se identificaron afectaciones positivas ni negativas, por lo que no hay impacto aparente.
- **Medio biótico:**
  - **Flora:**
    - **Disminución de la flora.** No se identificaron afectaciones positivas ni negativas, por lo que no hay impacto aparente.
  - **Fauna:**
    - **Disminución de la fauna.** No se identificaron afectaciones positivas ni negativas, por lo que no hay impacto aparente.
- **Medio socioeconómico:**
  - **Socioeconómico:**

- **Empleo.** Se identificaron un total 6 afectaciones positivas. Estas afectaciones recibieron una puntuación de 43, clasificando el impacto como importante.
  - **Estado de salud.** No se identificaron afectaciones positivas ni negativas, por lo que no hay impacto aparente.
- **Local:**
- **Territorial.** No se identificaron afectaciones positivas ni negativas, por lo que no hay impacto aparente.
  - **Paisajismo.** No se identificaron afectaciones positivas ni negativas, por lo que no hay impacto aparente.

**Tabla 77**

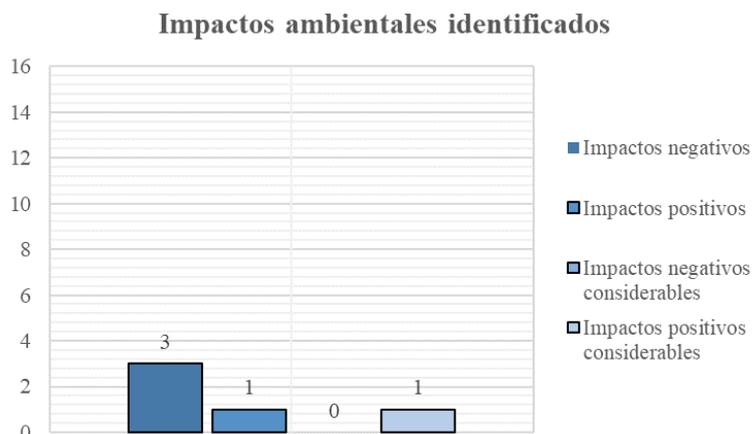
*Resumen de los impactos identificados en la segunda etapa*

Descripción	Cantidad de impactos	Cantidad de impactos considerables
<i>Impactos negativos</i>	3	0
<i>Impactos positivos</i>	1	1

*Nota.* Impactos considerables incluyen todos, excepto los irrelevantes y poco importantes.

**Figura 69**

*Cantidad de impactos ambientales en la segunda etapa*



*Nota.* Gráfico elaborado en Microsoft Excel.

La Figura 69 muestra la cantidad de impactos ambientales identificados, tanto positivos como negativos, durante la segunda etapa dentro del alcance del proyecto, que incluye fabricación y transporte a obra. En esta etapa, se observan más impactos negativos que positivos.

La predominancia de impactos negativos es un aspecto crucial que considerar durante la planificación y ejecución del proyecto para minimizar el daño ambiental. **Esta segunda etapa recibió una puntuación de 26, indicando un impacto ambiental positivo importante.**

La Figura 69 y la Tabla 76 demuestran cómo la prefabricación de elemento para su posterior traslado a obra, en comparación con la construcción tradicional, reduce significativamente los impactos ambientales. Al trabajar en un entorno controlado durante la fabricación, se minimizan los impactos negativos. Además, la prefabricación permite una mejor gestión de los residuos y una mayor eficiencia en el uso de recursos. Todos estos factores resultan en una menor incidencia de afectaciones negativas en el medio ambiente, destacando la importancia de la construcción industrializada en la mitigación de impactos ambientales y en la generación de empleo.

Tabla 78

## Matriz de Leopold adaptada a la tercera etapa

Componentes	Factores ambientales	Cimentación									Afectaciones		Total de afectaciones	Agregado del impacto	Calificación de los impactos	
		Excavación	Material de mejoramiento compactado	Replanteo de hormigón	Encofrado para cimentaciones	Dados -o galletas- de hormigón para recubrimiento	Armadura de la base	Colocación de columna prefabricada	Apuntalamiento de laterales	Fundición y curado de elementos	+	-				
Aire	Calidad	-2	-2	-2	-1	-2					-1	0	6	6	-10	Irrelevante
	Ruido	-1	-2							-3		0	3	3	-9	Irrelevante
Medio abiótico	Composición	-2	-1	-1								0	3	3	-6	Irrelevante
	Desechos geomorfológicos	-1										0	1	1	-1	Irrelevante
Agua	Cantidad			-1		-1					-1	0	3	3	-8	Irrelevante
	Calidad del agua superficial											0	0	0	0	No impacta
	Calidad del agua subterránea										-2	0	1	1	-6	Irrelevante
Medio biótico	Flora											0	0	0	0	No impacta
	Fauna									-1		0	1	1	-2	Irrelevante
Medio socioeconómico	Empleo	1	3	2	2	2	4	3	3	3	3	9	0	9	68	Muy importante
	Estado de salud			-1			-1				-1	0	3	3	-6	Irrelevante
Local	Territorial		3	1		1					4	4	0	4	25	Importante
	Paisajismo			3	2		2				3	0	0	0	0	No impacta
		1	2	2	1	2	1	1	1	2	13	21	34	45	Importante	
		4	3	4	1	2	1	2	0	4	21					
		5	5	6	2	4	2	3	1	6	34					
		-3	9	0	5	5	10	1	9	9	45					

Nota. La Tabla 78 fue elaborada en Microsoft Excel.

**Para la tercera etapa:**

• **Medio abiótico:**

○ **Aire:**

- **Calidad.** Se identificaron un total 6 afectaciones negativas.

Estas afectaciones recibieron una puntuación de -10,

clasificando el impacto como irrelevante.

- **Ruido.** Se identificaron un total 3 afectaciones negativas. Estas afectaciones recibieron una puntuación de  $-9$ , clasificando el impacto como irrelevante.
- **Suelo:**
  - **Composición.** Se identificaron un total 3 afectaciones negativas. Estas afectaciones recibieron una puntuación de  $-6$ , clasificando el impacto como irrelevante.
  - **Desechos geomorfológicos.** Se identificó una sola afectación negativa. Esta afectación recibió una puntuación de  $-1$ , clasificando el impacto como irrelevante.
- **Agua:**
  - **Cantidad.** Se identificaron un total 3 afectaciones negativas. Estas afectaciones recibieron una puntuación de  $-8$ , clasificando el impacto como irrelevante.
  - **Calidad del agua superficial.** No se identificaron afectaciones positivas ni negativas, por lo que no hay impacto aparente.
  - **Calidad del agua subterránea.** Se identificó una sola afectación negativa. Esta afectación recibió una puntuación de  $-6$ , clasificando el impacto como irrelevante.
- **Medio biótico:**
  - **Flora:**
    - **Disminución de la flora.** No se identificaron afectaciones positivas ni negativas, por lo que no hay impacto aparente.
  - **Fauna:**

- **Disminución de la fauna.** Se identificó una sola afectación negativa. Esta afectación recibió una puntuación de -2, clasificando el impacto como irrelevante.
  - **Medio socioeconómico:**
    - **Socioeconómico:**
      - **Empleo.** Se identificaron un total 9 afectaciones positivas. Estas afectaciones recibieron una puntuación de 68, clasificando el impacto como muy importante.
      - **Estado de salud.** Se identificaron un total 3 afectaciones negativas. Estas afectaciones recibieron una puntuación de -6, clasificando el impacto como irrelevante.
    - **Local:**
      - **Territorial.** Se identificaron un total 4 afectaciones positivas. Estas afectaciones recibieron una puntuación de 25, clasificando el impacto como importante.
      - **Paisajismo.** No se identificaron afectaciones positivas ni negativas, por lo que no hay impacto aparente.

**Tabla 79**

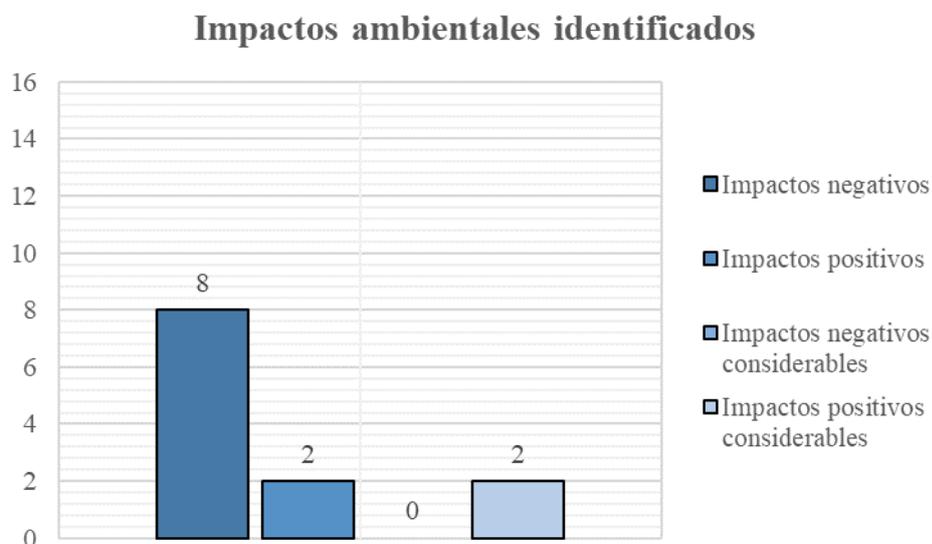
*Resumen de los impactos identificados en la tercera etapa*

Descripción	Cantidad de impactos	Cantidad de impactos considerables
<i>Impactos negativos</i>	8	0
<i>Impactos positivos</i>	2	2

*Nota.* Impactos considerables incluyen todos, excepto los irrelevantes y poco importantes.

## Figura 70

*Cantidad de impactos ambientales en la tercera etapa*



*Nota.* Gráfico elaborado en Microsoft Excel.

La Figura 70 muestra la cantidad de impactos ambientales identificados, tanto positivos como negativos, durante la tercera etapa dentro del alcance del proyecto, que incluye la cimentación de la vivienda de interés social. En esta etapa, se observan más impactos negativos que positivos.

La predominancia de impactos negativos es un aspecto crucial que considerar durante la planificación y ejecución del proyecto para minimizar el daño ambiental. **Esta tercera etapa recibió una puntuación de 45, indicando un impacto ambiental positivo importante.**

Tabla 80

## Matriz de Leopold adaptada a la cuarta y última etapa

Componentes	Factores ambientales	Montaje o ensamblaje										Afectaciones		Total de afectaciones	Agregado del impacto	Calificación de los impactos		
		Fabricación de vigas de amarre y pernos de anclaje	Colocación de grúa en el terreno	Descarga de los elementos	Ensamblaje de elementos y hormigonado	Colocación de cubierta	Instalación de mampostería	Enlucido de paredes y losas	Desalajo de escombros	Fabricación de aceras	Limpieza	+	-					
Aire	Calidad	-1				-2		-1	-1	-2	-2	-1		0	7	7	-10	Irrelevante
	Ruido	-1	-1	-2	-3	-1				-1	-1			0	7	7	-13	Irrelevante
Medio abiótico	Suelo													0	0	0	0	No impacta
	Desechos geomorfológicos										-1			0	1	1	-2	Irrelevante
	Cantidad	-1						-1	-1			-1	-2	0	5	5	-17	Irrelevante
Agua	Calidad del agua superficial											-1		0	1	1	-2	Irrelevante
	Calidad del agua subterránea												-3	0	1	1	-9	Irrelevante
Medio biótico	Flora											-2	-3	0	2	2	-7	Irrelevante
	Fauna		-1	-1	-1									0	3	3	-5	Irrelevante
Medio socioeconómico	Socioeconómico	Empleo	3	2	2	3	2	3	3	3	2	3	2	10	0	10	73	Muy importante
	Local	Estado de salud											-1	0	1	1	-2	Irrelevante
	Territorial	4											2	2	0	2	16	Poco importante
	Paisajismo	3											-6	0	1	1	-18	Irrelevante
			2	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	12	29	41	4	Poco importante
			3	2	2	3	1	2	2	5	5	4	29					
			5	3	3	4	2	3	3	6	7	5	41					
			16	3	2	0	3	6	5	-5	-13	-13	4					

Nota. La Tabla 80 fue elaborada en Microsoft Excel.

### Para la cuarta y última etapa:

- **Medio abiótico:**

- **Aire:**

- **Calidad.** Se identificaron un total 7 afectaciones negativas.

Estas afectaciones recibieron una puntuación de -10,

clasificando el impacto como irrelevante.

- **Ruido.** Se identificaron un total 7 afectaciones negativas. Estas afectaciones recibieron una puntuación de  $-13$ , clasificando el impacto como irrelevante.
- **Suelo:**
  - **Composición.** No se identificaron afectaciones positivas ni negativas, por lo que no hay impacto aparente.
  - **Desechos geomorfológicos.** Se identificó una sola afectación negativa. Esta afectación recibió una puntuación de  $-2$ , clasificando el impacto como irrelevante.
- **Agua:**
  - **Cantidad.** Se identificaron un total 5 afectaciones negativas. Estas afectaciones recibieron una puntuación de  $-17$ , clasificando el impacto como irrelevante.
  - **Calidad del agua superficial.** Se identificó una sola afectación negativa. Esta afectación recibió una puntuación de  $-2$ , clasificando el impacto como irrelevante.
  - **Calidad del agua subterránea.** Se identificó una sola afectación negativa. Esta afectación recibió una puntuación de  $-9$ , clasificando el impacto como irrelevante.
- **Medio biótico:**
  - **Flora:**
    - **Disminución de la flora.** Se identificaron un total 2 afectaciones negativas. Estas afectaciones recibieron una puntuación de  $-7$ , clasificando el impacto como irrelevante.
  - **Fauna:**

- **Disminución de la fauna.** Se identificaron un total 3 afectaciones negativas. Estas afectaciones recibieron una puntuación de -5, clasificando el impacto como irrelevante.
  - **Medio socioeconómico:**
    - **Socioeconómico:**
      - **Empleo.** Se identificaron un total 10 afectaciones positivas. Estas afectaciones recibieron una puntuación de 73, clasificando el impacto como muy importante.
      - **Estado de salud.** Se identificó una sola afectación negativa. Esta afectación recibió una puntuación de -2, clasificando el impacto como irrelevante.
    - **Local:**
      - **Territorial.** Se identificaron un total 2 afectaciones positivas. Estas afectaciones recibieron una puntuación de 16, clasificando el impacto como poco importante.
      - **Paisajismo.** Se identificó una sola afectación negativa. Esta afectación recibió una puntuación de -18, clasificando el impacto como irrelevante.

**Tabla 81**

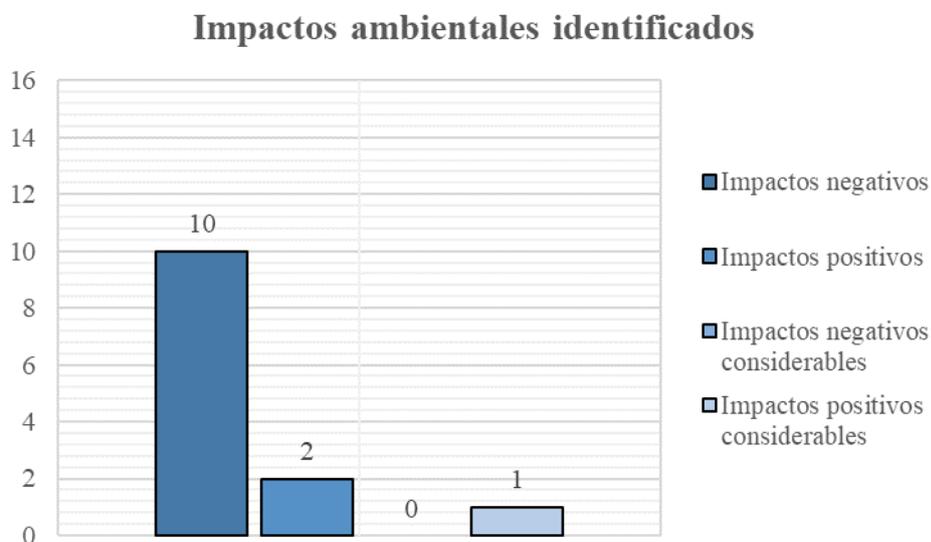
*Resumen de los impactos identificados en la cuarta y última etapa*

Descripción	Cantidad de impactos	Cantidad de impactos considerables
<i>Impactos negativos</i>	10	0
<i>Impactos positivos</i>	2	1

*Nota.* Impactos considerables incluyen todos, excepto los irrelevantes y poco importantes.

**Figura 71**

*Cantidad de impactos ambientales en la cuarta y última etapa*



*Nota.* Gráfico elaborado en Microsoft Excel.

La Figura 71 muestra la cantidad de impactos ambientales identificados, tanto positivos como negativos, durante la cuarta y última etapa dentro del alcance del proyecto, que incluye el montaje o ensamblaje, la albañilería y las obras interiores y exteriores. En esta última etapa, se observan más impactos negativos que positivos.

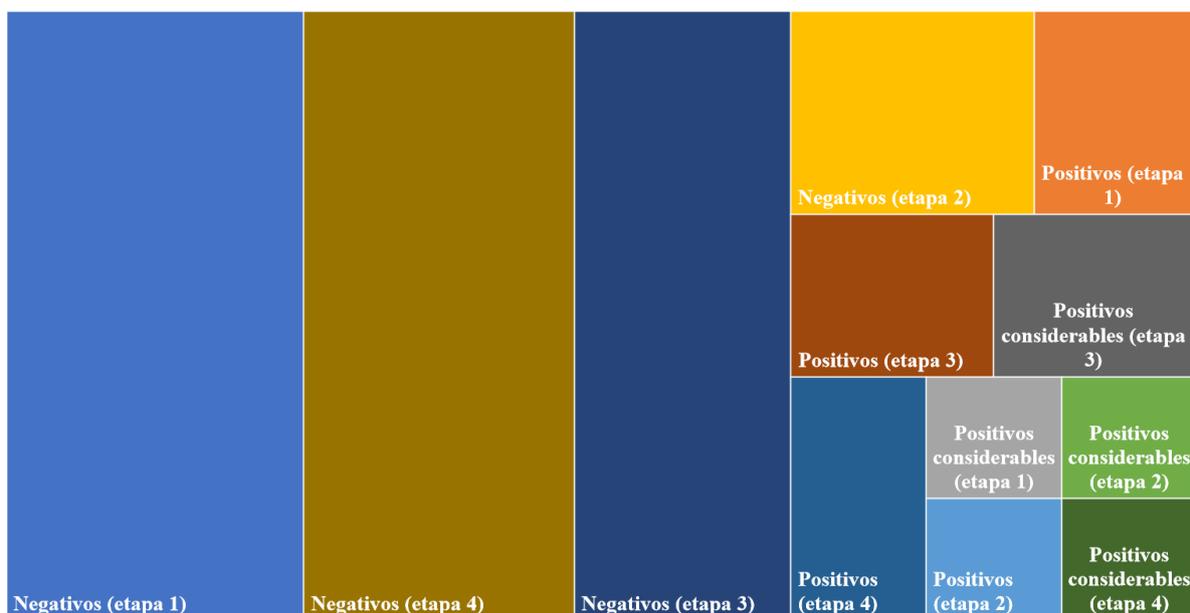
La predominancia de impactos negativos es un aspecto crucial que considerar durante la planificación y ejecución del proyecto para minimizar el daño ambiental. **Esta cuarta y última etapa recibió una puntuación de 4, indicando un impacto ambiental positivo poco importante.**

Conforme a lo establecido anteriormente, se determinó que el desarrollo en masa de la vivienda de interés social propuesta genera un impacto ambiental positivo importante, con un valor de 39. Este valor se obtuvo sumando los impactos de todas las etapas:  $-36 + 26 + 45 + 4 = 39$ . Aunque predominan los impactos negativos, estos son irrelevantes. El impacto positivo se debe -principalmente- a la generación de empleo asociada con la producción en masa de viviendas utilizando metodología prefabricada. Cabe destacar que, aunque la

construcción modular reduce el tiempo de trabajo en obra, disminuyendo el tiempo de trabajo del obrero, los empleos en prefabricación y en obra se mantienen mientras haya demanda. Finalmente, para una mejor visualización de la distribución de los impactos ambientales a lo largo del alcance del proyecto, se elaboró el diagrama de árbol mostrado en la Figura.

### Figura 72

*Distribución de los impactos en todas las etapas del proyecto*



*Nota.* Gráfico elaborado en Microsoft Excel.

## 4.6 Medidas de prevención y/o mitigación

### 4.6.1 Gestión de desechos sólidos

En todo proyecto de construcción se generan residuos sólidos pétreos provenientes de escombros, hormigón solidificado, restos de ladrillos y material granular. Estos pueden afectar la calidad del suelo del predio (y sus inmediaciones también) si no se manejan correctamente. Además, debido a su dureza e irregularidades, pueden causar incidentes por caídas o golpes. Para gestionar estos desechos durante la ejecución de la obra, se debe seguir

un ciclo de vida útil que incluye recolección, separación, almacenamiento, tratamiento y deposición final.

Durante la recolección, el equipo obrero traslada los desechos a una bodega donde se clasifican según sus componentes. Luego, se almacenan en un lugar seguro para su tratamiento, que puede producir piezas reutilizables como elementos de apuntalamiento o refuerzos. Por último, la etapa de deposición final trata el material sobrante no reutilizable. En esta línea, se enuncian los procesos específicos de tratamiento recomendados para los desechos sólidos.

**4.6.1.1 Residuos que no pueden ser aprovechados.** Para el manejo de residuos de hormigón solidificado, restos de ladrillos y material granular que no pueden ser aprovechados o son remanentes de un proceso de reciclado, se recomienda el siguiente plan de gestión ambiental:

- *Rellenos sanitarios.* Los restos que no son útiles para una nueva construcción deben desecharse de manera segura. Los rellenos sanitarios son un método eficaz para esto, ya que permiten depositar los desechos en el suelo, ocupando un volumen reducido. Para su correcta ejecución, los residuos deben ser recolectados y tratados en un ambiente seguro mediante procesos de compactación, lavado y separación. Estos procesos modifican las propiedades de los residuos para asegurar que no afecten el suelo, el agua y la atmósfera. Posteriormente, se excava una zanja de dos a tres metros de profundidad, se deposita la basura, se compacta y se cubre con material de suelo natural.
- *Depósito en vertederos municipales.* Este proceso comienza con la recolección de los residuos, que luego son separados mediante un tratamiento específico. Posteriormente, los desechos son llevados a vertederos municipales, espacios definidos para confinar residuos no peligrosos en áreas más pequeñas. El

municipio se encarga de la compactación de los residuos y su recubrimiento con capas de tierra, asegurando así su manejo adecuado y minimizando el impacto ambiental.

**4.6.1.2 Residuos que sí pueden ser aprovechados.** Para el manejo de residuos de hormigón solidificado, restos de ladrillos y material granular para acabados arquitectónicos y estabilización, se recomienda el siguiente plan de manejo ambiental:

- *Arte vanguardista.* En este innovador campo, se recolectan residuos de mayores dimensiones que formen estructuras irregulares. Estos se ensamblan como un rompecabezas mediante una mezcla de hormigón blanco u otro tipo de pegamento, para crear diseños destinados a pisos de patios o mesas de campo.
- *Estabilización de base y subbase.* Se recolectan y seleccionan escombros de mayores dimensiones que presenten características similares al ripio de media pulgada. Estos materiales, debido a su resistencia comparable a la de la grava, se pueden mezclar en pequeñas proporciones para crear material de relleno, logrando así la estabilización de carreteras.
- *Fabricación de nuevos hormigones.* Al realizar el proceso de recolección y tratamiento, se debe verificar que los áridos recolectados mantengan propiedades adecuadas para la fabricación de nuevas piezas de hormigón. Esto se logra mediante ensayos y procesos que controlen la resistencia de la mezcla reciclada de hormigón a los siete y veintiocho días.

#### **4.6.2 Gestión de residuos líquidos**

En la construcción, al finalizar una actividad de hormigonado, los equipos y maquinarias utilizados son limpiados con agua potable, la cual, adquiere partículas con

sólidos pesados. Por lo general, esta mezcla se desecha en terrenos naturales aledaños o avenidas, provocando daños y alteraciones al suelo y la cota de la calle. Para reducir este impacto ambiental, es necesario reutilizar estas aguas en la fabricación de nuevas mezclas de hormigón. Es crucial caracterizar el agua residual y medir la cantidad de sólidos presentes, asegurando que no afecten la resistencia a la compresión del hormigón a los siete y veintiocho días.

#### **4.6.3 Control en la contaminación atmosférica**

Durante la fabricación de hormigón, la mezcla de mortero y las actividades de movimiento de tierra, se produce una suspensión de material particulado conocido como polvo, que puede causar molestias y enfermedades a las personas expuestas por tiempo prolongado. Además, debido a la gravedad, el polvo puede depositarse sobre la vegetación, obstruyendo la fotosíntesis y causando marchitamiento.

Para mitigar estos efectos, se propone utilizar un equipo de supervisión en tiempo real de los niveles de polvo, verificando que se mantengan bajos. Además, se recomienda utilizar barreras antipolvo o lonas para evitar que las partículas se dispersen a zonas alejadas del proyecto. Es crucial que el equipo obrero use mascarillas para su protección personal. Finalmente, se debe limpiar -de manera gradual- el área de trabajo para evitar la acumulación de material particulado.

Durante la construcción, se recomienda humedecer las superficies para evitar el levantamiento de polvo. Este método consiste en rociar agua regularmente sobre el suelo y áreas de trabajo donde se genera polvo. La humedad adicional ayuda a que las partículas de polvo se adhieran al suelo, reduciendo su suspensión en el aire. Para llevar a cabo esta tarea, se recomienda emplear los siguientes métodos:

- Sistemas de riego automáticos.

- Camiones cisterna con aspersores.
- Mangueras manejadas por el personal de obra.

#### **4.7 Conclusiones**

Se determinó la magnitud del impacto ambiental generado por el proyecto de construcción de viviendas de interés social utilizando la matriz de Leopold. Para ello, el proceso constructivo se dividió en cuatro etapas, evaluando cada una con una calificación positiva o negativa según la magnitud de su impacto y un nivel de importancia en una escala del uno al diez. Como resultado, se obtuvo un impacto ambiental positivo importante, con una magnitud de treinta y nueve puntos.

En la primera etapa, que abarca los trabajos preliminares y movimientos de tierras, se identificó un impacto negativo moderado con un valor de treinta y seis puntos. Sin embargo, el proceso constructivo general recibió una puntuación positiva importante de veintiséis puntos. Esto se debe a la implementación de una metodología constructiva prefabricada, que minimiza la perturbación al ecosistema al reducir la dispersión de partículas cementantes. La principal actividad negativa en esta etapa fue la alteración del suelo natural y la eliminación de plantas debido a los procesos de construcción.

En cuanto al medio socioeconómico, el empleo mostró la mayor concentración de impactos positivos. La construcción modular ha demostrado ser efectiva en generar empleos estables en diversos campos de la construcción, al mismo tiempo que facilita la proliferación de viviendas mediante soluciones más accesibles y eficientes.

En cuanto al plan de manejo ambiental establecido, la implementación de prácticas de manejo de residuos sólidos es fundamental para la mitigación de impactos ambientales negativos. El reciclaje y la reutilización de materiales y residuos de construcción, así como la deposición adecuada de residuos no aprovechables en rellenos sanitarios y vertederos

municipales, han demostrado ser estrategias efectivas para minimizar la contaminación del suelo y del agua.

#### **4.8 Recomendaciones**

Se considera fundamental analizar el impacto socioeconómico de la construcción modular en el empleo de trabajadores obreros. La finalidad de estas secciones es lograr un mejor control de calidad en los elementos estructurales, requiriendo equipo técnico capacitado para su construcción.

Se recomienda reutilizar el agua residual con material cementante, producto del lavado de mixer, para la fabricación de morteros para enlucido y construcción de mampostería. Esta práctica minimiza el impacto ambiental relacionado con el uso de agua, mejorando la puntuación positiva en la matriz y aportando a la sostenibilidad del proyecto.

Se sugiere implementar áreas verdes alrededor de las viviendas, utilizando especies provenientes de la remoción de vegetación. Estas áreas proporcionarían sombra y corrientes de aire, manteniendo la vegetación en su ambiente natural y evitando su desecho. Esta medida prevendría la elevación de la temperatura y reduciría la contaminación por CO<sub>2</sub>.

Se considera esencial involucrar a las comunidades locales en el proceso de desarrollo de las viviendas. Esta participación garantiza que las necesidades y preocupaciones de las comunidades sean consideradas y abordadas de manera efectiva. Fomentar la inclusión de los residentes en la planificación y ejecución del proyecto puede contribuir a un desarrollo más sostenible, asegurando que los beneficios del proyecto se distribuyan equitativamente y que se minimicen los impactos negativos.

## Capítulo 5

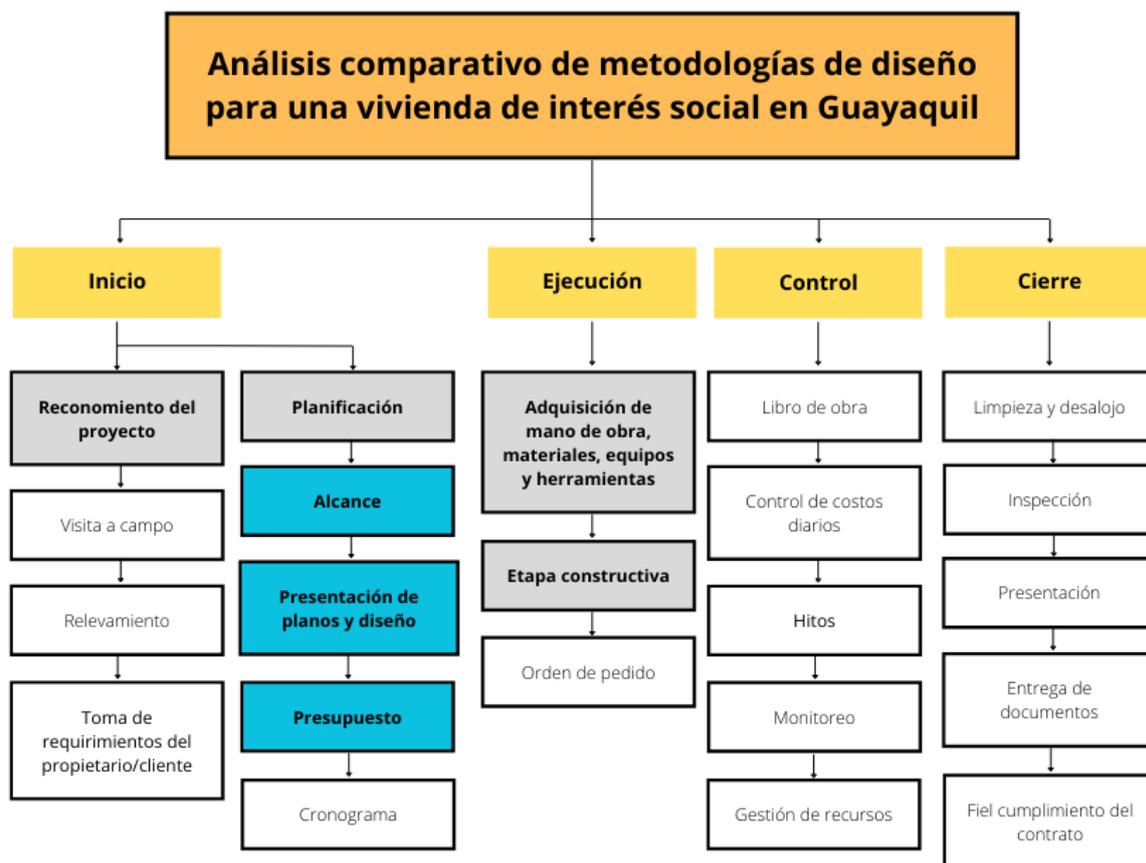
## 5. PRESUPUESTO

### 5.1 Estructura desglosada de trabajo

Una Estructura de Descomposición de Trabajo -EDT o WBS en inglés- es una herramienta de gestión de proyectos, que permite dividir en diferentes niveles las actividades de un proyecto (Project Management Institute [PMI], 2013). Esto último con la finalidad de presentar una jerarquía de tareas dependientes y sub-dependientes, que vuelvan el trabajo más pequeño y manejable. De modo que, se obtenga una planificación, gestión, control y desarrollo eficaz del proyecto. Para el presente proyecto se identificó las fases involucradas en el proceso constructivo de una vivienda de interés social, aplicando metodología constructiva tradicional y prefabricada. Lo cual, se visualiza a continuación:

**Figura 73**

*Proyecto de construcción por fases*

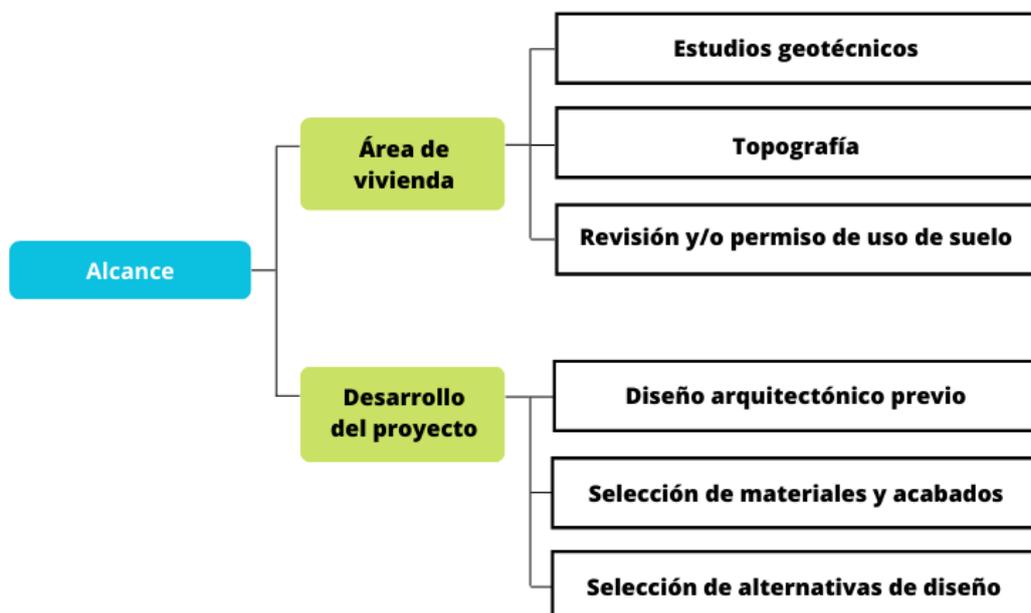


*Nota.* Gráfico de elaboración propia.

De acuerdo con la Figura 73, se definieron 4 fases -cuadros de color amarillo- para el proyecto de construcción de la vivienda de interés social. Cada una de estas fases está compuesta por hitos -color blanco-, subactividades primarias -color gris- y subactividades secundarias -color azul-. Para cada subactividad se creó su propio EDT, definiendo los tareas e hitos involucrados en su desarrollo. En la primera fase se identificó las obras iniciales para la consolidación de un proyecto, donde se toman las medidas del sitio y las demandas del propietario, para proponer una evaluación y planificación. A continuación, se presenta el EDT de las subactividades secundarias de la fase planificación:

**Figura 74**

*Estructura Desglosada de Trabajo de la subactividad "Alcance"*

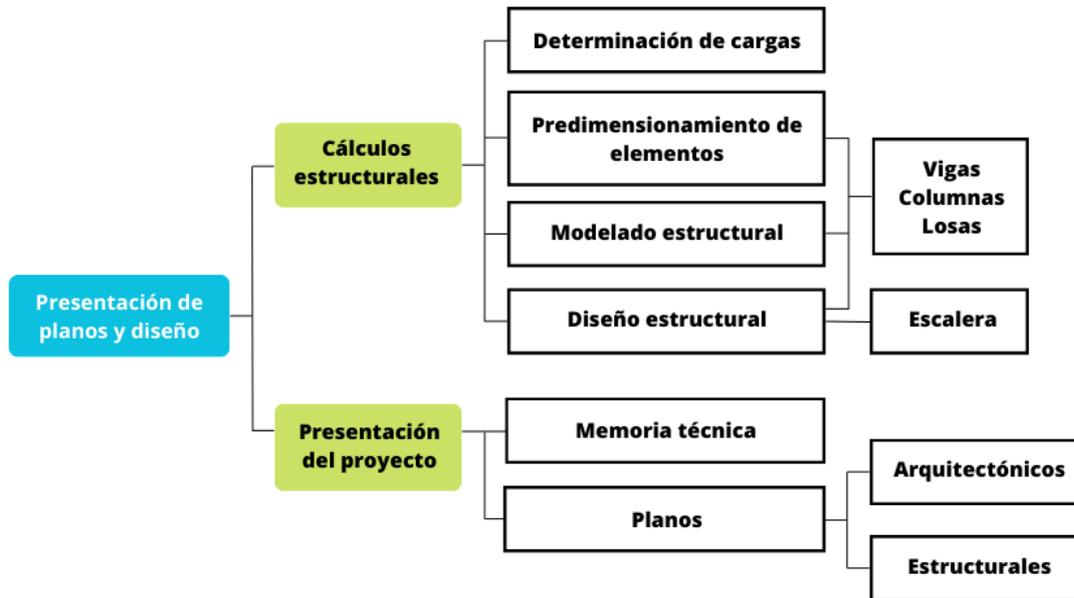


*Nota.* Gráfico de elaboración propia.

En el alcance se realizan los estudios preliminares como la topografía, permisos de uso de suelo o estudios geotécnicos del sitio. Esto para saber si podré construir mi estructura en el sitio, y si el terreno necesita mejoramiento o relleno para ser nivelado. Así mismo, en el desarrollo del proyecto se define la arquitectura y los materiales que darán el acabado estructural, para definir el precio real de la vivienda. Luego de ello, se realiza la fase de diseño y presentación de planos, de acuerdo con la siguiente EDT:

Figura 75

EDT de la subactividad "Diseño y presentación de planos"

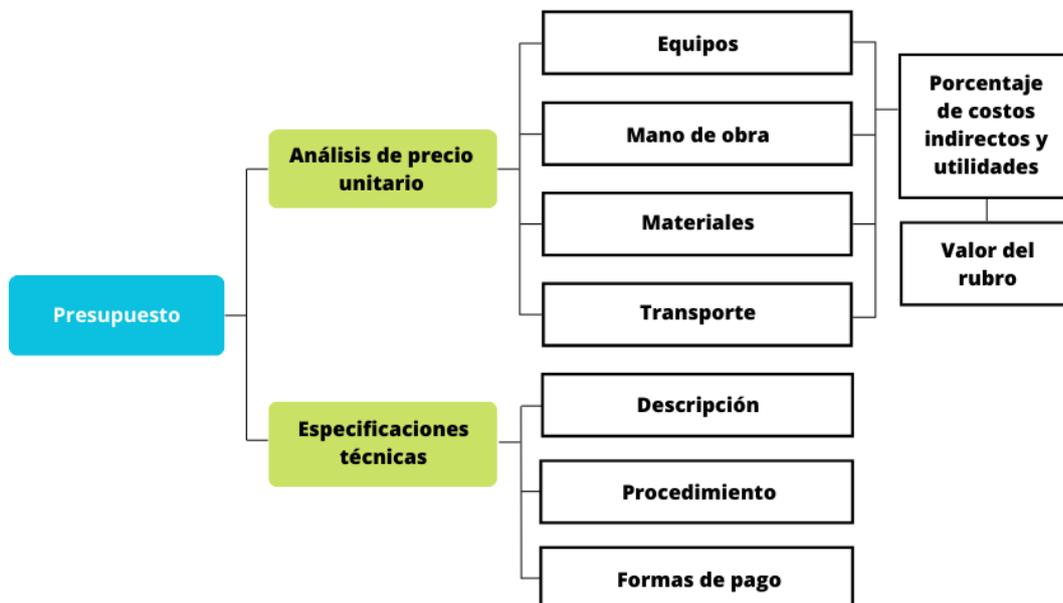


Nota. Gráfico de elaboración propia.

Esta etapa abarca el diseño de los elementos estructurales de la estructura, definición de espacios, memoria técnica y entrega de planos estructurales y arquitectónicos. Luego de ello, se obtiene el presupuesto de la obra de acuerdo con la siguiente EDT:

Figura 76

Estructura Desglosada de Trabajo de la subactividad "Presupuesto"

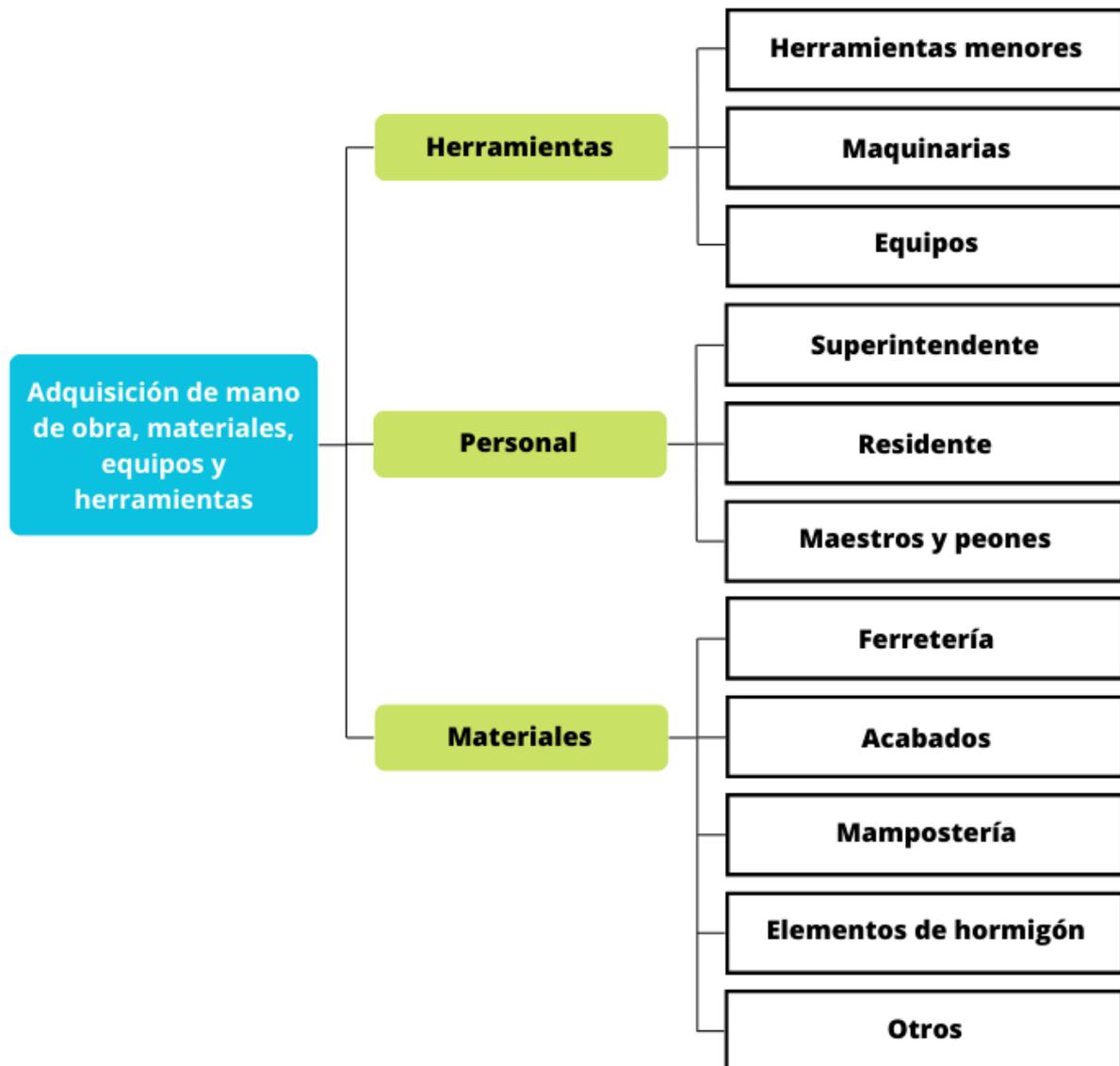


Nota. Gráfico de elaboración propia.

En la fase de ejecución, se plantearon las actividades necesarias para llevar a cabo el proyecto. Siendo la primera la adquisición de recursos, la cual se muestra con su EDT a continuación:

**Figura 77**

*EDT de la subactividad "Adquisición de recursos"*



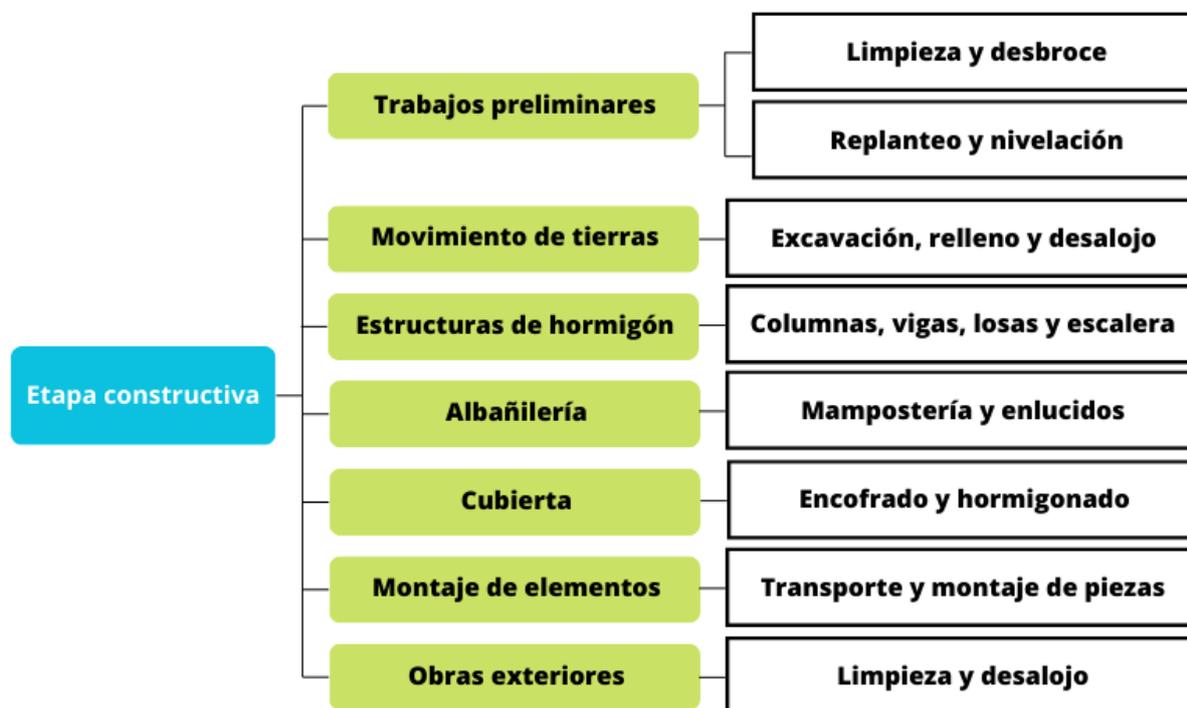
*Nota.* Gráfico de elaboración propia.

Para definir los recursos a utilizarse, los encargados deben definir equipos o departamentos de abastecimiento, finanzas, recursos humanos, comercial, operaciones, entre otros. Para luego iniciar la etapa constructiva, de acuerdo con los gastos y actividades

planificadas en el cronograma. A continuación, se muestra el EDT de la etapa constructiva, que abarca todas las actividades a realizarse en obra.

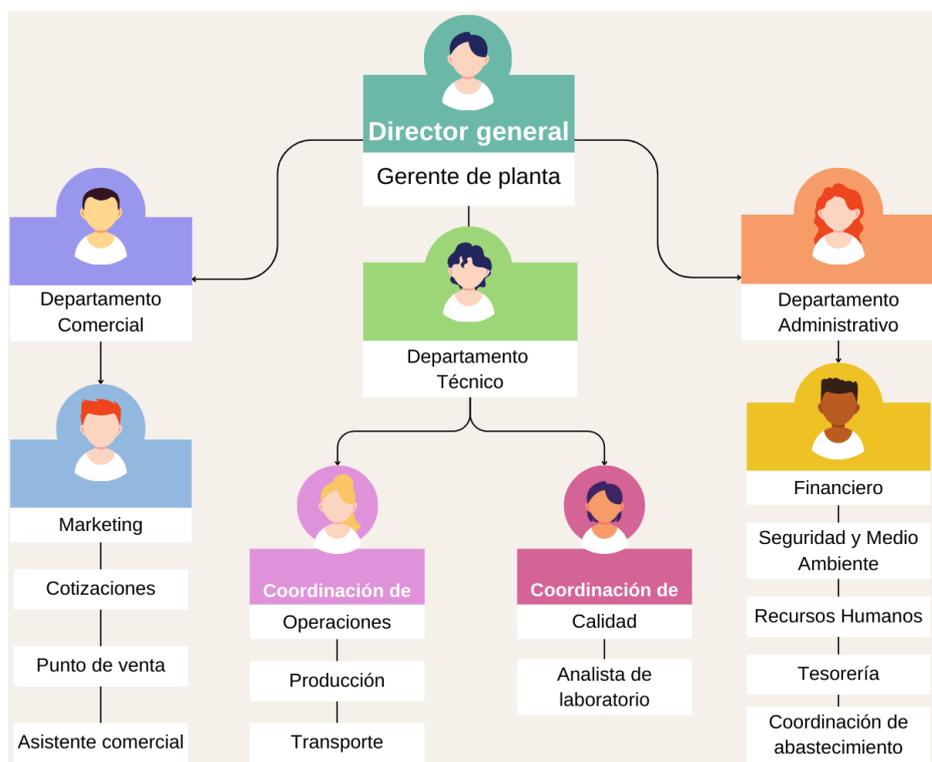
**Figura 78**

*EDT de la subactividad "Etapa constructiva"*

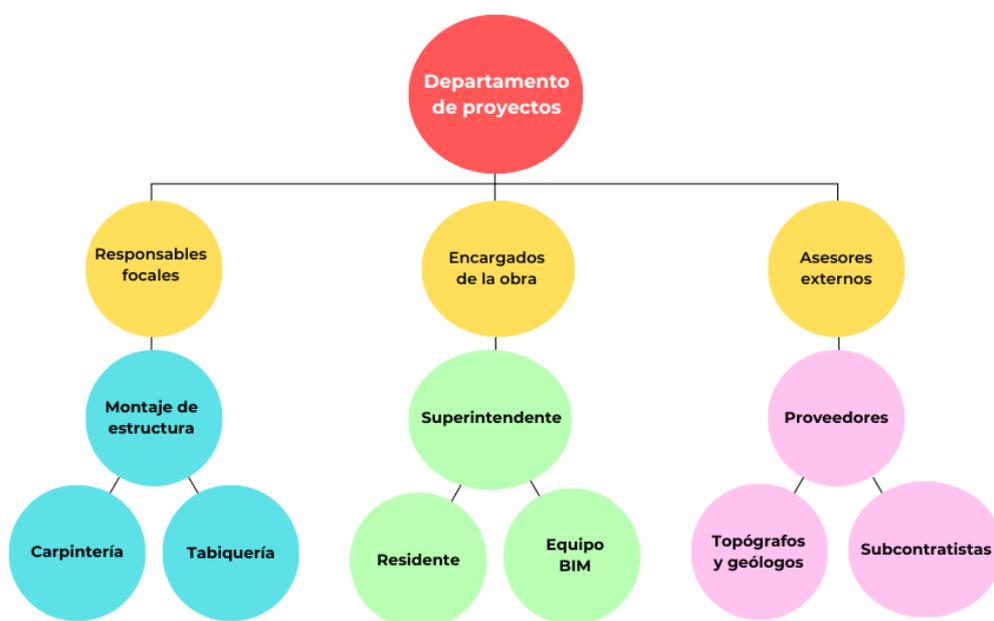


*Nota.* Gráfico de elaboración propia.

Por otro lado, se definieron las fases de control y cierre del proyecto, donde se monitorea el correcto avance de la obra y su abastecimiento hasta finalizar los trabajos. Al finalizar se entrega la obra al propietario y fiscalización, quienes definirán si se cumplió fielmente el contrato. Adicionalmente, se elaboró las estructuras de organización para los agentes encargados en planta y en obra del proyecto de construcción. Lo cual, es mostrado a continuación:

**Figura 79***Estructura de organización de agentes en planta*

Nota. Gráfico de elaboración propia.

**Figura 80***Estructura de organización de agentes en obra*

Nota. Gráfico de elaboración propia.

## 5.2 Rubros y análisis de precios unitarios

Para el presente proyecto, se elaboró el análisis de precios unitarios para la metodología constructiva tradicional y prefabricada. A continuación, se muestra una tabla resumen con el número de ítem, código, descripción, unidad y el precio unitario sin IVA de cada rubro. Debido a su extensión, el análisis de precio unitario por rubro se encuentra en la sección Anexos. Los precios unitarios en la vivienda tradicional son mayores ya que se consideró un porcentaje de utilidades y costos indirectos del 20%.

Por otro lado, en la vivienda prefabricada al existir más control de calidad, se redujo el rendimiento de los rubros de construcción de elementos estructurales. Además, se consideró 12% en costos indirectos y utilidad en la vivienda prefabricada, ya que su tiempo en obra es menor, y su control de calidad mayor. Lo cual se visualiza posteriormente:

### 5.2.1 Análisis de precios unitarios de la vivienda tradicional

**Tabla 82**

*Análisis de precios unitarios de la construcción de la VIS tradicional*

Ítem	Código	Descripción del rubro	Unidad	Precio unitario referencial
<b>1</b>		<b>TRABAJOS PRELIMINARES</b>		
1.1	500001	Limpieza y desbroce manual de terreno natural	m <sup>2</sup>	\$0.66
1.2	500002	Tala y desraizada de árboles	u	\$55.68
1.3	500003	Replanteo y nivelación	m <sup>2</sup>	\$1.95
1.4	500004	Instalación provisional de agua	Global	\$68.85
1.5	500005	Instalación provisional luz, no incluye tarifa consumo	Global	\$59.97

1.6	500006	Cerramiento provisional h=2.40m metálico galvalume e=0.40mm	m	\$37.39
1.7	500007	Bodega provisional	m <sup>2</sup>	\$65.55
<b>2</b>		<b>MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>		
2.1	500008	Excavación sin clasificar	m <sup>3</sup>	\$7.13
2.2	500009	Relleno compactado para cimentación	m <sup>3</sup>	\$13.07
2.3	500010	Relleno compactado con material de préstamo importado	m <sup>3</sup>	\$18.83
2.4	500011	Desalojo de materiales con volqueta (transporte 10 km)	m <sup>3</sup>	\$3.49
<b>3</b>		<b>ESTRUCTURAS DE HORMIGÓN</b>		
3.1	500012	Replanteo de hormigón simple $f'_c =$ $140 \left[ \frac{kg}{cm^2} \right]$ e=0.05m	m <sup>2</sup>	\$10.00
3.2	500013	Hormigón $f'_c = 210 \left[ \frac{kg}{cm^2} \right]$ en riostras y plintos	m <sup>3</sup>	\$249.02
3.3	500014	Hormigón Estructural $f'_c = 150 \left[ \frac{kg}{cm^2} \right]$ para contrapiso	m <sup>3</sup>	\$133.61
3.4	500015	Hormigón simple en columnas $f'_c =$ $210 \left[ \frac{kg}{cm^2} \right]$ incluye encofrado	m <sup>3</sup>	\$303.77
3.5	500016	Hormigón simple en vigas $f'_c = 210 \left[ \frac{kg}{cm^2} \right]$ incluye encofrado	m <sup>3</sup>	\$249.86

3.6	500017	Hormigón simple en escaleras $f'_c =$ $210 \left[ \frac{kg}{cm^2} \right]$ incluye encofrado	$m^3$	\$258.86
3.7	500018	Pilaretos y antepechos $f'_c = 210 \left[ \frac{kg}{cm^2} \right]$	m	\$19.68
3.8	500019	Placa colaborante Deck 1.2mm	$m^2$	\$52.61
3.9	500020	Malla Electrosoldada Q-188 150x150x6mm	$m^2$	\$8.87
3.10	500021	Hormigón simple en losa deck 14cm $f'_c =$ $210 \left[ \frac{kg}{cm^2} \right]$	$m^2$	\$53.38
3.11	500022	Encofrado y desencofrado losas	$m^2$	\$24.65
3.12	500023	Acero de refuerzo $f_y = 4200 \left[ \frac{kg}{cm^2} \right]$ (provisión, conformación y colocación)	kg	\$2.39
3.13	500024	Viga Dintel H.A. 0.10X0.10 $f'_c =$ $210 \left[ \frac{kg}{cm^2} \right]$	m	\$19.62
3.20	500059	Acero estructural, A-36 (IPE 120mm). incluye montaje	kg	\$5.71
<b>4</b>	<b>ALBAÑILERÍA</b>			
4.1	500025	Mampostería de ladrillo e=10 cm	$m^2$	\$12.97
4.2	500026	Enlucido Exterior e Interior	$m^2$	\$13.73
4.3	500027	Enlucido de losa	$m^2$	\$14.15
4.4	500028	Enlucido de fillos	$m^2$	\$4.64
4.5	500029	Empastado de losa	$m^2$	\$5.41
4.6	500030	Cuadrada de boquetes	m	\$5.22

<b>5 CUBIERTA</b>				
5.1	500031	Instalación de placa colaborante Deck 1.2mm para cubierta	$m^2$	\$52.61
5.2	500032	Malla Electrosoldada Q-188 150x150x6mm	$m^2$	\$8.87
5.3	500033	Hormigón simple en cubierta de losa deck $14\text{cm } f'_c = 210 \left[ \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \right]$	$m^2$	\$53.38
5.4	500034	Encofrado y desencofrado para cubierta	$m^2$	\$24.65
<b>11 OBRAS EXTERIORES</b>				
11.2	500054	Limpieza final de la obra	$m^2$	\$3.50
11.3	500055	Desalojo de escombros con volqueta (transporte 10 km)	$m^3$	\$3.49

*Nota.* Tabla de elaboración propia en Microsoft Excel.

### 5.2.2 Análisis de precios unitarios de la vivienda prefabricada

**Tabla 83**

*Análisis de precios unitarios de la construcción de la VIS prefabricada*

Ítem	Código	Descripción del rubro	Unidad	Precio unitario referencial
<b>1 TRABAJOS PRELIMINARES</b>				
1.1	500001	Limpieza y desbroce manual de terreno natural	$m^2$	\$0.61
1.2	500002	Tala y desraizada de árboles	u	\$51.97
1.3	500003	Replanteo y nivelación	$m^2$	\$1.82

1.4	500004	Instalación provisional de agua	Global	\$64.26
1.5	500005	Instalación provisional luz, no incluye tarifa consumo	Global	\$55.97
1.6	500006	Cerramiento provisional h=2.40m metálico galvalume e=0.40mm	m	\$34.90
1.7	500007	Bodega provisional	m <sup>2</sup>	\$61.18
<b>2</b>		<b>MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>		
2.1	500008	Excavación sin clasificar	m <sup>3</sup>	\$6.65
2.2	500009	Relleno compactado para cimentación	m <sup>3</sup>	\$12.20
2.3	500010	Relleno compactado con material de préstamo importado	m <sup>3</sup>	\$17.57
2.4	500011	Desalojo de materiales con volqueta (transporte 10 km)	m <sup>3</sup>	\$3.26
<b>3</b>		<b>ESTRUCTURAS DE HORMIGÓN</b>		
3.1	500012	Replanteo de hormigón simple $f'_c = 140 \left[ \frac{kg}{cm^2} \right]$ $e = 0.05m$	m <sup>2</sup>	\$9.33
3.15	500013	Hormigón $f'_c = 210 \left[ \frac{kg}{cm^2} \right]$ en riostras y plintos	m <sup>3</sup>	\$215.23
3.16	500014	Hormigón Estructural $f'_c = 150 \left[ \frac{kg}{cm^2} \right]$ para contrapiso	m <sup>3</sup>	\$112.13
3.17	500015	Hormigón simple en columnas $f'_c = 210 \left[ \frac{kg}{cm^2} \right]$ incluye encofrado	m <sup>3</sup>	\$237.99

3.18	500016	Hormigón simple en vigas $f'_c = 210 \left[ \frac{kg}{cm^2} \right]$ incluye encofrado	$m^3$	\$219.76
3.19	500017	Hormigón simple en escaleras $f'_c =$ $210 \left[ \frac{kg}{cm^2} \right]$ incluye encofrado	$m^3$	\$226.17
3.7	500018	Pilaretes y antepechos $f'_c = 210 \left[ \frac{kg}{cm^2} \right]$	m	\$18.37
3.8	500019	Placa colaborante Deck 1.2mm	$m^2$	\$49.10
3.9	500020	Malla Electrosoldada Q-188 150x150x6mm	$m^2$	\$8.28
3.10	500021	Hormigón simple en losa deck 14cm $f'_c =$ $210 \left[ \frac{kg}{cm^2} \right]$	$m^2$	\$49.82
3.11	500022	Encofrado y desencofrado losas	$m^2$	\$23.00
3.12	500023	Acero de refuerzo $f_y = 4200 \left[ \frac{kg}{cm^2} \right]$ (provisión, configuración y colocación)	kg	\$2.23
3.13	500024	Viga Dintel H.A. 0.10X0.10 $f'_c = 210 \left[ \frac{kg}{cm^2} \right]$	m	\$18.31
3.14	500057	Acero de armar en prefabricados $f_y =$ $4200 \left[ \frac{kg}{cm^2} \right]$ (provisión, configuración y colocación)	kg	\$1.92
3.20	500059	Acero estructural, A-36 (IPE 120mm). incluye montaje	kg	\$5.71
<b>4</b>	<b>ALBAÑILERÍA</b>			
4.7	500056	Mampostería Prefabricada de paneles e=5cm	$m^2$	\$10.39
4.2	500026	Enlucido Exterior e Interior	$m^2$	\$12.81
4.3	500027	Enlucido de losa	$m^2$	\$13.20

4.4	500028	Enlucido de filos	$m^2$	\$4.33
4.5	500029	Empastado de losa	$m^2$	\$5.05
4.6	500030	Cuadrada de boquetes	m	\$4.87
<b>5</b>		<b>CUBIERTA</b>		
5.1	500031	Instalación de placa colaborante Deck 1.2mm para cubierta	$m^2$	\$49.10
5.2	500032	Malla Electrosoldada Q-188 150x150x6mm	$m^2$	\$8.28
5.3	500033	Hormigón simple en cubierta de losa deck $14\text{cm } f'_c = 210 \left[ \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \right]$	$m^2$	\$49.82
5.4	500034	Encofrado y desencofrado para cubierta	$m^2$	\$23.00
<b>12</b>		<b>MONTAJE DE ELEMENTOS</b>		
12.1	500058	Transporte y montaje de prefabricados	u	\$462.35
<b>11</b>		<b>OBRAS EXTERIORES</b>		
11.2	500054	Limpieza final de la obra	$m^2$	\$3.27
11.3	500055	Desalojo de escombros con volqueta (transporte 10 km)	$m^3$	\$3.26

*Nota.* Tabla de elaboración propia en Microsoft Excel.

### 5.3 Descripción de cantidades de obra

Para el presente proyecto se trabajó con 2 metodologías constructivas, una tradicional y otra prefabricada, las cuales cuentan con consideraciones arquitectónicas similares. Por lo cual, los volúmenes de obra se mantendrán en ambas alternativas, variando el rendimiento o el rubro a utilizar. A continuación, se presenta el cálculo detallado de la cuantificación de los rubros para la vivienda:

### 5.3.1 Descripción de cantidades de obra de la vivienda in situ

#### 5.3.1.1 Trabajos Preliminares

##### Rubro 1.1. Limpieza y desbroce manual de terreno natural

Para la limpieza del terreno se consideró el área total del predio y no solo el área constructiva de la vivienda. Este predio cuenta con una forma rectangular de  $7 \times 14[m]$ , por lo cual, se calcula utilizando la fórmula (3.31) del área del rectángulo:

$$A_{limpieza} = 7m \cdot 14m \rightarrow A_{limpieza} = 98 [m^2]$$

##### Rubro 1.2. Tala y desraizada de árboles

Este rubro se cobra por unidad de árbol sin importar sus dimensiones; por lo cual para el terreno se identificó que existen 2 árboles.

$$Cantidad_{árboles} = 2 [u]$$

##### Rubro 1.3. Replanteo y nivelación

En este rubro, se calculó el área de construcción de la vivienda aplicando la ecuación (3.31) del área del rectángulo:

$$A_{replanteo} = 6m \cdot 10.45m \rightarrow A_{replanteo} = 62.7 [m^2]$$

##### Rubro 1.4. Instalación provisional de agua

Este rubro se cobra por unidad global, es decir, tiene las especificaciones que detalla el análisis de precio unitario del rubro. Por lo que, para el presupuesto se necesita:

$$Instalación_{agua} = 1 [glb]$$

##### Rubro 1.5. Instalación provisional luz, no incluye tarifa consumo

El rubro se cobra por unidad global, es decir, posee las especificaciones que detalla el análisis de precio unitario del rubro. De modo que, para el presupuesto es necesario:

$$Instalación_{luz} = 1 [glb]$$

##### Rubro 1.6. Cerramiento provisional h=2.40m metálico galvalume e=0.40mm

Para el cerramiento su unidad es el metro lineal [m], por lo cual se debe utilizar la formula del perímetro del rectángulo en el terreno de  $7 \times 14[m]$ . Mostrada a continuación:

$$P_{\text{cerramiento}} = \text{Lado} + \text{Lado} + \text{Lado} + \text{Lado} \quad (5.1)$$

$$P_{\text{cerramiento}} = 7m + 14m + 7m + 14m \quad \rightarrow \quad P_{\text{cerramiento}} = 42 [m]$$

### **Rubro 1.7. Bodega provisional**

El rubro bodega provisional se paga por metro cuadrado de construcción [ $m^2$ ], y su dimensión depende de las necesidades del proyecto. Dado que, la vivienda no es muy grande se asume que se requerirá una bodega de  $3 \times 2[m]$ . Por lo que, aplicando la ecuación (3.31) del área del rectángulo, se obtiene que:

$$A_{\text{bodega}} = 2m \cdot 3m \quad \rightarrow \quad A_{\text{bodega}} = 6 [m^2]$$

#### **5.3.1.2 Movimiento de Tierras**

### **Rubro 2.1. Excavación sin clasificar**

Para este rubro la unidad principal es el metro cúbico [ $m^3$ ], por lo cual se calcula su valor usando la ecuación del volumen. Este volumen removido corresponde a los elementos de cimentación tipo vigas riostras y plintos. Para la cimentación de la vivienda se utilizaron 12 plintos de  $1.5 \times 1.5[m]$ , a una profundidad de desplante de 1 metro. Por otro lado, las vigas riostras tienen una dimensión de  $0.30 \times 0.25[m]$ , a una profundidad de 0.33m. La longitud de las vigas depende de la longitud del eje paralelo, menos la base de la columna. Por último, se consideró colocar 0.5m de mejoramiento y 0.1m de replantillo. Por lo cual, aplicando la fórmula del volumen se obtuvo que:

$$V = b \times h \times D_f \quad (5.2)$$

Para los plintos:

$$V_{\text{plintos}} = [1.5m \times 1.5m \times 1.6m] \times 12 \quad \rightarrow \quad V_{\text{plintos}} = 43.2 [m^3]$$

Para las riostras:

$$V_{\text{riostras}} = [0.3m \cdot (3.65m \cdot 3 + 2.1m \cdot 3 + 3.5m \cdot 3 + 2.9m \cdot 4 + 2.2m \cdot 4)] \cdot 0.93m$$

$$V_{riostras} = 13.43 [m^3]$$

Finalmente, se calculó el volumen total de excavación sumando ambos volúmenes:

$$V_{total} = V_{riostras} + V_{plintos} \rightarrow V_{total} = 13.43m^3 + 43.2m^3$$

$$V_{total} = 56.63 [m^3]$$

### **Rubro 2.2. Relleno compactado para cimentación**

En este rubro se cobra por unidad de metro cúbico [ $m^3$ ], por lo cual se calcula su valor usando la ecuación (5.2). Para este relleno se consideró una altura de 0.2m, por lo cual, se obtuvo lo siguiente:

Para los plintos:

$$V_{plintos} = [1.5m \cdot 1.5m \cdot 0.2m] \times 12 \rightarrow V_{plintos} = 5.4 [m^3]$$

Para las riostras:

$$V_{riostras} = [0.3m \cdot (3.65m \cdot 3 + 2.1m \cdot 3 + 3.5m \cdot 3 + 2.9m \cdot 4 + 2.2m \cdot 4)] \cdot 0.2m$$

$$V_{riostras} = 2.89 [m^3]$$

Finalmente, se calculó el volumen total de relleno compactado de cimentación sumando ambos volúmenes:

$$V_{total} = V_{riostras} + V_{plintos} \rightarrow V_{total} = 5.4m^3 + 2.89m^3$$

$$V_{total} = 8.29 [m^3]$$

### **Rubro 2.3. Relleno compactado con material de préstamo importado**

En este rubro se cobra por unidad de metro cúbico [ $m^3$ ], por lo cual se calcula su valor usando la ecuación (5.2). Para este relleno se consideró una altura de 1m para los plintos y 0.33m para las riostras, por lo cual, se obtuvo lo siguiente:

Para los plintos:

$$V_{plintos} = [1.5m \cdot 1.5m \cdot 1m] \times 12 \rightarrow V_{plintos} = 27 [m^3]$$

Para las riostras:

$$V_{riostras} = [0.3m \cdot (3.65m \cdot 3 + 2.1m \cdot 3 + 3.5m \cdot 3 + 2.9m \cdot 4 + 2.2m \cdot 4)] \cdot 0.33m$$

$$V_{riostras} = 12.83[m^3]$$

Finalmente, se calculó el volumen total de relleno compactado de cimentación sumando ambos volúmenes:

$$V_{total} = V_{riostras} + V_{plintos} \rightarrow V_{total} = 27m^3 + 12.83m^3$$

$$V_{total} = 39.83 [m^3]$$

#### **Rubro 2.4. Desalojo de materiales con volqueta (transporte 10 km)**

Para este rubro la unidad principal es el metro cúbico [ $m^3$ ], sin embargo, este calcula considerando el volumen de excavación por el esponjamiento del suelo. Por practicidad, se consideró el factor de esponjamiento como 1.35. Obteniendo lo siguiente:

$$V_{desalojo} = V_{excavación} \cdot 1.35 \quad (5.3)$$

$$V_{desalojo} = 56.63m^3 \cdot 1.35 \rightarrow V_{desalojo} = 76.46[m^3]$$

#### **5.3.1.3 Estructuras de hormigón**

##### **Rubro 3.1. Replanteo de hormigón simple $f'_c = 140 \left[ \frac{kg}{cm^2} \right]$ $e=0.05m$**

En este rubro la unidad principal es el metro cuadrado [ $m^2$ ], por lo cual se calcula su valor usando la ecuación (3.31). Esta área corresponde a los elementos estructurales tipo plintos y riostras, por lo cual con las dimensiones anteriores se obtiene que:

Para los plintos:

$$A_{plintos} = [1.5m \cdot 1.5m] \times 12 \rightarrow A_{plintos} = 27m^2$$

Para las riostras:

$$A_{riostras} = [0.3m \cdot (3.65m \cdot 3 + 2.1m \cdot 3 + 3.5m \cdot 3 + 2.9m \cdot 4 + 2.2m \cdot 4)]$$

$$A_{riostras} = 14.45[m^2]$$

Finalmente, se calculó el área de replanteo total sumando ambas áreas:

$$A_{replanteo} = A_{riostras} + A_{plintos} \rightarrow A_{replanteo} = 14.45m^2 + 27m^2$$

$$A_{replanteo} = 41.45 [m^2]$$

**Rubro 3.2. Hormigón  $f'_c = 210 \left[ \frac{kg}{cm^2} \right]$  en riostras y plintos**

En este rubro la unidad principal es el metro cuadrado  $[m^3]$ , por lo cual se calcula su valor usando la ecuación (5.2). Para este caso, al modelarse la estructura completa en el programa Revit, se obtuvo de forma directa su valor. Siendo este:

$$V_{H.R.P.} = 12.24 [m^3]$$

**Rubro 3.3. Hormigón Estructural  $f'_c = 150 \left[ \frac{kg}{cm^2} \right]$  para contrapiso**

En este rubro la unidad principal es el metro cuadrado  $[m^3]$ , por lo cual se calcula su valor usando la ecuación (5.2). Sin embargo, se obtuvo de forma directa su valor, haciendo uso del programa Revit. Dando como resultado:

$$V_{H.C.} = 7.97 [m^3]$$

**Rubro 3.4. Hormigón simple en columnas  $f'_c = 210 \left[ \frac{kg}{cm^2} \right]$  incluye encofrado**

En este rubro la unidad principal es el metro cuadrado  $[m^3]$ , por lo cual se calcula su valor usando la ecuación (5.2). Sin embargo, se obtuvo de forma directa su valor, haciendo uso del programa Revit. Dando como resultado:

$$V_{H.Columnas} = 6.84 [m^3]$$

**Rubro 3.5. Hormigón simple en vigas  $f'_c = 210 \left[ \frac{kg}{cm^2} \right]$  incluye encofrado**

En este rubro la unidad principal es el metro cuadrado  $[m^3]$ , por lo cual se calcula su valor usando la ecuación (5.2). Sin embargo, se obtuvo de forma directa su valor, haciendo uso del programa Revit. Dando como resultado:

$$V_{H.Vigas} = 7.22 [m^3]$$

**Rubro 3.6. Hormigón simple en escaleras  $f'_c = 210 \left[ \frac{kg}{cm^2} \right]$  incluye encofrado**

En este rubro la unidad principal es el metro cuadrado [m<sup>2</sup>], por lo cual se calcula su valor usando la ecuación (5.2). Sin embargo, se obtuvo de forma directa su valor, haciendo uso del programa Revit. Dando como resultado:

$$V_{H.Escalera} = 1.25 [m^3]$$

### **Rubro 3.7. Pilaretes y antepechos $f'_c = 210 \left[ \frac{kg}{cm^2} \right]$**

En este rubro la unidad principal es el metro lineal [m], por lo cual se calcula su valor sumando longitudes. Para este caso, los pilaretes y antepechos corresponde para acabados de ventanas, por lo cual su valor es:

$$Pila. Antep. = 15 [m]$$

### **Rubro 3.8. Placa colaborante Deck 1.2mm**

En este rubro la unidad principal es el metro cuadrado [m<sup>2</sup>], su valor se obtuvo de forma directa haciendo uso del programa Revit. Dando como resultado:

$$Deck = 56.97 [m^2]$$

### **Rubro 3.9. Malla Electrosoldada Q-188 150x150x6mm**

Para este rubro la unidad principal es el metro cuadrado [m<sup>2</sup>], su valor se obtuvo de forma directa mediante el programa Revit. Dando como resultado:

$$Malla_{electro} = 56.97 [m^2]$$

### **Rubro 3.10. Hormigón simple en losa deck 14cm $f'_c = 210 \left[ \frac{kg}{cm^2} \right]$**

En este rubro la unidad principal es el metro cuadrado [m<sup>2</sup>], su valor se obtuvo de forma directa haciendo uso del programa Revit. Dando como resultado:

$$H_{Deck} = 56.97 [m^2]$$

### **Rubro 3.11. Encofrado y desencofrado losas**

Para este rubro la unidad principal es el metro cuadrado [m<sup>2</sup>], su valor se obtuvo de forma directa mediante el programa Revit. Dando como resultado:

$$Encofrado_{Losas} = 56.97 [m^2]$$

**Rubro 3.12. Acero de refuerzo  $f_y = 4200 \left[ \frac{kg}{cm^2} \right]$  (provisión, conformación y colocación)**

En este rubro la unidad principal es el kilogramo [kg], su valor se obtuvo de forma directa mediante el uso del programa Revit. Dando como resultado:

$$A_{s\_total} = 4437.42 [kg]$$

**Rubro 3.13. Viga Dintel H.A. 0. 10X0. 10  $f'_c = 210 \left[ \frac{kg}{cm^2} \right]$**

En este rubro la unidad principal es el metro lineal [m], por lo cual se calcula su valor sumando longitudes. Para este caso, la viga dintel corresponde para acabados de ventanas, por lo cual su valor es:

$$V_{dintel} = 15 [m]$$

**Rubro 3.20. Acero estructural, A-36 (IPE 120mm). incluye montaje**

Para este rubro la unidad principal es el kilogramo [kg], su valor se obtuvo de forma directa mediante el uso del programa Revit. Dando como resultado:

$$A_{s\_total} = 21.84 [kg]$$

#### 5.3.1.4 Albañilería

**Rubro 4.1. Mampostería de ladrillo e=10 cm**

En este rubro la unidad principal es el metro cuadrado [m<sup>2</sup>], su valor se obtuvo de forma directa mediante el uso del programa Revit. Dando como resultado:

$$A_{mampostería} = 224.49 [m^2]$$

**Rubro 4.2. Enlucido Exterior e Interior**

Para este rubro la unidad principal es el metro cuadrado [m<sup>2</sup>], su valor se calculó de manera directa mediante el uso del programa Revit. Obteniendo el siguiente resultado:

$$A_{enlucido} = 448.98 [m^2]$$

### **Rubro 4.3. Enlucido de losa**

En este rubro la unidad principal es el metro cuadrado  $[m^2]$ , su valor se calculó de manera directa mediante el uso del programa Revit. Obteniendo el siguiente valor:

$$A_{enlucido\_losa} = 219.35 [m^2]$$

### **Rubro 4.4. Enlucido de filos**

En este rubro la unidad principal es el metro cuadrado  $[m^2]$ , su valor se estimó de manera directa mediante el uso del programa Revit. Siendo su valor:

$$A_{enlucido\_filos} = 78.76 [m^2]$$

### **Rubro 4.5. Empastado de losa**

Para este rubro la unidad principal es el metro cuadrado  $[m^2]$ , su valor se calculó de manera directa mediante el uso del programa Revit. Obteniendo el siguiente valor:

$$A_{empastado\_losa} = 219.35 [m^2]$$

### **Rubro 4.6. Cuadrada de boquetes**

Para este rubro la unidad principal es el metro lineal  $[m]$ , por lo cual su valor se obtiene sumando longitudes de ventanas y puertas de la vivienda. Ya que, la cuadrada de boquetes corresponde a toda abertura en la mampostería. Por lo cual, haciendo uso de los planos arquitectónicos de la Figura 15 y Figura 16, se obtuvo lo siguiente:

Para la planta baja:

$$C_{boq-1} = (2.04m \cdot 2 + 1.09m \cdot 2) + (1.69m \cdot 2 + 1.59m \cdot 2) + (0.84m \cdot 2 + 0.44m \cdot 2) \cdot 4$$

$$C_{boq-1} = 23.06 [m]$$

$$C_{boq-2} = (2.04 \cdot 2 + 0.84 \cdot 2) \cdot 6 + (2.04 \cdot 2 + 0.74 \cdot 2) \cdot 2 + (1.44 \cdot 2 + 1.14 \cdot 2)$$

$$C_{boq-2} = 50.84 [m]$$

Para la planta alta:

$$C_{boq-3} = (1.69m \cdot 2 + 1.44m \cdot 2) + (1.64m \cdot 2 + 1.64m \cdot 2) \cdot 2$$

$$C_{boq-3} = 19.38 [m]$$

$$C_{boq-4} = (2.04m \cdot 2 + 1.64m \cdot 2) \cdot 2 + (2.04m \cdot 2 + 0.69m \cdot 2) \cdot 2$$

$$C_{boq-4} = 25.64 [m]$$

Finalmente, se calcula la cantidad total de cuadrada sumando todos los resultados:

$$C_{boquete} = C_{boq-1} + C_{boq-2} + C_{boq-3} + C_{boq-4}$$

$$C_{boquete} = 118.92 [m]$$

### 5.3.1.5 Cubierta

#### Rubro 5.1. Instalación de placa colaborante Deck 1.2mm para cubierta

En este rubro la unidad principal es el metro cuadrado  $[m^2]$ , su valor se obtuvo de forma directa haciendo uso del programa Revit. Dando como resultado:

$$Deck = 62.70 [m^2]$$

#### Rubro 5.2. Malla Electrosoldada Q-188 150x150x6mm

Para este rubro la unidad principal es el metro cuadrado  $[m^2]$ , su valor se obtuvo de forma directa mediante el programa Revit. Dando como resultado:

$$Malla_{electro} = 62.70 [m^2]$$

#### Rubro 5.3. Hormigón simple en cubierta de losa deck 14cm $f'_c = 210 \left[ \frac{kg}{cm^2} \right]$

En este rubro la unidad principal es el metro cuadrado  $[m^2]$ , su valor se obtuvo de forma directa haciendo uso del programa Revit. Dando como resultado:

$$H_{Deck} = 62.70 [m^2]$$

#### Rubro 5.4. Encofrado y desencofrado para cubierta

Para este rubro la unidad principal es el metro cuadrado  $[m^2]$ , su valor se obtuvo de forma directa mediante el programa Revit. Dando como resultado:

$$Encofrado_{Losas} = 62.70 [m^2]$$

### 5.3.1.6 Obras exteriores

#### Rubro 11.2. Limpieza final de la obra

En este rubro la unidad principal es el metro cuadrado [ $m^2$ ], por lo cual se calcula su valor usando la ecuación (3.31). Dado que, ya se finalizó la obra se deberá hacer limpieza en ambas plantas de la vivienda y en el área total del terreno. Así, calculando se obtuvo:

$$A_{Limpieza\_final} = 98m^2 + 62.7m^2$$

$$A_{Limpieza\_final} = 160.7[m^2]$$

#### Rubro 11.3. Desalojo de escombros con volqueta (transporte 10 km)

En este rubro la unidad principal es el metro cuadrado [ $m^3$ ], por lo cual se calcula su valor usando la ecuación (5.2). Dado que estos escombros pertenecen a la limpieza final de la obra, se estimó que en desperdicios existe:

$$V_{Desalojo\_escombros} = 28.89[m^3]$$

### 5.3.2 Descripción de cantidades de obra de la vivienda prefabricada

#### 5.3.2.1 Trabajos Preliminares

##### Rubro 1.1. Limpieza y desbroce manual de terreno natural

Para la limpieza del terreno se consideró el área total del predio y no solo el área constructiva de la vivienda. Este predio cuenta con una forma rectangular de  $7 \times 14[m]$ , por lo cual, se calcula utilizando la fórmula (3.31) del área del rectángulo:

$$A_{limpieza} = 7m \cdot 14m \rightarrow A_{limpieza} = 98 [m^2]$$

##### Rubro 1.2. Tala y desraizada de árboles

Este rubro se cobra por unidad de árbol sin importar sus dimensiones; por lo cual para el terreno se identificó que existen 2 árboles.

$$Cantidad_{árboles} = 2 [u]$$

##### Rubro 1.3. Replanteo y nivelación

En este se rubro, se calculó el área de construcción de la vivienda aplicando la ecuación (3.31) del área del rectángulo:

$$A_{replanteo} = 6m \cdot 10.45m \rightarrow A_{replanteo} = 62.7 [m^2]$$

#### **Rubro 1.4. Instalación provisional de agua**

Este rubro se cobra por unidad global, es decir, tiene las especificaciones que detalla el análisis de precio unitario del rubro. Por lo que, para el presupuesto se necesita:

$$Instalación_{agua} = 1 [glb]$$

#### **Rubro 1.5. Instalación provisional luz, no incluye tarifa consumo**

El rubro se cobra por unidad global, es decir, posee las especificaciones que detalla el análisis de precio unitario del rubro. De modo que, para el presupuesto es necesario:

$$Instalación_{luz} = 1 [glb]$$

#### **Rubro 1.6. Cerramiento provisional h=2.40m metálico galvalume e=0.40mm**

Para el cerramiento su unidad es el metro lineal [m], por lo cual se debe utilizar la fórmula (5.1) en el terreno de  $7 \times 14[m]$ . Mostrada a continuación:

$$P_{cerramiento} = 7m + 14m + 7m + 14m \rightarrow P_{cerramiento} = 42 [m]$$

#### **Rubro 1.7. Bodega provisional**

El rubro bodega provisional se paga por metro cuadrado de construcción [ $m^2$ ], y su dimensión depende de las necesidades del proyecto. Dado que, la vivienda no es muy grande y la intervención in situ es menor, se asume que se requerirá una bodega de  $2 \times 1[m]$ . Por lo que, aplicando la ecuación (3.31) del área del rectángulo, se obtiene que:

$$A_{bodega} = 2m \cdot 1m \rightarrow A_{bodega} = 2 [m^2]$$

### **5.3.2.2 Movimiento de Tierras**

#### **Rubro 2.1. Excavación sin clasificar**

Para este rubro la unidad principal es el metro cúbico [ $m^3$ ], por lo cual se calcula su valor usando la ecuación del volumen. Este volumen removido corresponde a los elementos

de cimentación tipo vigas riostras y plintos. Para la cimentación de la vivienda se utilizaron 12 plintos de  $1.5 \times 1.5[m]$ , a una profundidad de desplante de 1 metro. Por otro lado, las vigas riostras tienen una dimensión de  $0.30 \times 0.25[m]$ , a una profundidad de 0.33m. La longitud de las vigas depende de la longitud del eje paralelo, menos la base de la columna. Por último, se consideró colocar 0.5m de mejoramiento y 0.1m de replantillo. Por lo cual, aplicando la fórmula del volumen (5.2) se obtuvo que:

Para los plintos:

$$V_{plintos} = [1.5m \times 1.5m \times 1.6m] \times 12 \rightarrow V_{plintos} = 43.2 [m^3]$$

Para las riostras:

$$V_{riostras} = [0.3m \cdot (3.65m \cdot 3 + 2.1m \cdot 3 + 3.5m \cdot 3 + 2.9m \cdot 4 + 2.2m \cdot 4)] \cdot 0.93m$$

$$V_{riostras} = 13.43 [m^3]$$

Finalmente, se calculó el volumen total de excavación sumando ambos volúmenes:

$$V_{total} = V_{riostras} + V_{plintos} \rightarrow V_{total} = 13.43m^3 + 43.2m^3$$

$$V_{total} = 56.63 [m^3]$$

## **Rubro 2.2. Relleno compactado para cimentación**

En este rubro se cobra por unidad de metro cúbico [ $m^3$ ], por lo cual se calcula su valor usando la ecuación (5.2). Para este relleno se consideró una altura de 0.2m, por lo cual, se obtuvo lo siguiente:

Para los plintos:

$$V_{plintos} = [1.5m \cdot 1.5m \cdot 0.2m] \times 12 \rightarrow V_{plintos} = 5.4 [m^3]$$

Para las riostras:

$$V_{riostras} = [0.3m \cdot (3.65m \cdot 3 + 2.1m \cdot 3 + 3.5m \cdot 3 + 2.9m \cdot 4 + 2.2m \cdot 4)] \cdot 0.2m$$

$$V_{riostras} = 2.89 [m^3]$$

Finalmente, se calculó el volumen total de relleno compactado de cimentación sumando ambos volúmenes:

$$V_{total} = V_{riostras} + V_{plintos} \rightarrow V_{total} = 5.4m^3 + 2.89m^3$$

$$V_{total} = 8.29 [m^3]$$

### Rubro 2.3. Relleno compactado con material de préstamo importado

En este rubro se cobra por unidad de metro cúbico [ $m^3$ ], por lo cual se calcula su valor usando la ecuación (5.2). Para este relleno se consideró una altura de 1m para los plintos y 0.33m para las riostras, por lo cual, se obtuvo lo siguiente:

Para los plintos:

$$V_{plintos} = [1.5m \cdot 1.5m \cdot 1m] \times 12 \rightarrow V_{plintos} = 27 [m^3]$$

Para las riostras:

$$V_{riostras} = [0.3m \cdot (3.65m \cdot 3 + 2.1m \cdot 3 + 3.5m \cdot 3 + 2.9m \cdot 4 + 2.2m \cdot 4)] \cdot 0.33m$$

$$V_{riostras} = 12.83[m^3]$$

Finalmente, se calculó el volumen total de relleno compactado de cimentación sumando ambos volúmenes:

$$V_{total} = V_{riostras} + V_{plintos} \rightarrow V_{total} = 27m^3 + 12.83m^3$$

$$V_{total} = 39.83 [m^3]$$

### Rubro 2.4. Desalojo de materiales con volqueta (transporte 10 km)

Para este rubro la unidad principal es el metro cúbico [ $m^3$ ], sin embargo, este calcula considerando el volumen de excavación por el esponjamiento del suelo. Por practicidad, se consideró el factor de esponjamiento como 1.35. Obteniendo por la ecuación (5.3):

$$V_{desalojo} = 56.63m^3 \cdot 1.35 \rightarrow V_{desalojo} = 76.46[m^3]$$

#### 5.3.2.3 Estructuras de hormigón

### Rubro 3.1. Replanteo de hormigón simple $f'_c = 140 \left[ \frac{kg}{cm^2} \right]$ e=0.05m

En este rubro la unidad principal es el metro cuadrado [m<sup>2</sup>], por lo cual se calcula su valor usando la ecuación (3.31). Esta área corresponde a los elementos estructurales tipo plintos y riostras, por lo cual con las dimensiones anteriores se obtiene que:

Para los plintos:

$$A_{plintos} = [1.5m \cdot 1.5m] \times 12 \rightarrow A_{plintos} = 27m^2$$

Para las riostras:

$$A_{riostras} = [0.3m \cdot (3.65m \cdot 3 + 2.1m \cdot 3 + 3.5m \cdot 3 + 2.9m \cdot 4 + 2.2m \cdot 4)]$$

$$A_{riostras} = 14.45[m^2]$$

Finalmente, se calculó el área de replantillo total sumando ambas áreas:

$$A_{replantillo} = A_{riostras} + A_{plintos} \rightarrow A_{replantillo} = 14.45m^2 + 27m^2$$

$$A_{replantillo} = 41.45 [m^2]$$

### **Rubro 3.2. Hormigón $f'_c = 210 \left[ \frac{kg}{cm^2} \right]$ en riostras y plintos**

En este rubro la unidad principal es el metro cuadrado [m<sup>3</sup>], por lo cual se calcula su valor usando la ecuación (5.2). Para este caso, al modelarse la estructura completa en el programa Revit, se obtuvo de forma directa su valor. Siendo este:

$$V_{H.R.P.} = 12.24 [m^3]$$

### **Rubro 3.3. Hormigón Estructural $f'_c = 150 \left[ \frac{kg}{cm^2} \right]$ para contrapiso**

En este rubro la unidad principal es el metro cuadrado [m<sup>3</sup>], por lo cual se calcula su valor usando la ecuación (5.2). Sin embargo, se obtuvo de forma directa su valor, haciendo uso del programa Revit. Dando como resultado:

$$V_{H.C.} = 7.97 [m^3]$$

### **Rubro 3.4. Hormigón simple en columnas $f'_c = 210 \left[ \frac{kg}{cm^2} \right]$ incluye encofrado**

En este rubro la unidad principal es el metro cuadrado [m<sup>3</sup>], por lo cual se calcula su valor usando la ecuación (5.2). Sin embargo, se obtuvo de forma directa su valor, haciendo uso del programa Revit. Dando como resultado:

$$V_{H.Columnas} = 6.84 [m^3]$$

**Rubro 3.5. Hormigón simple en vigas  $f'_c = 210 \left[ \frac{kg}{cm^2} \right]$  incluye encofrado**

En este rubro la unidad principal es el metro cuadrado [m<sup>3</sup>], por lo cual se calcula su valor usando la ecuación (5.2). Sin embargo, se obtuvo de forma directa su valor, haciendo uso del programa Revit. Dando como resultado:

$$V_{H.Vigas} = 7.22 [m^3]$$

**Rubro 3.6. Hormigón simple en escaleras  $f'_c = 210 \left[ \frac{kg}{cm^2} \right]$  incluye encofrado**

En este rubro la unidad principal es el metro cuadrado [m<sup>3</sup>], por lo cual se calcula su valor usando la ecuación (5.2). Sin embargo, se obtuvo de forma directa su valor, haciendo uso del programa Revit. Dando como resultado:

$$V_{H.Escalera} = 1.25 [m^3]$$

**Rubro 3.7. Pilaretes y antepechos  $f'_c = 210 \left[ \frac{kg}{cm^2} \right]$**

En este rubro la unidad principal es el metro lineal [m], por lo cual se calcula su valor sumando longitudes. Para este caso, los pilaretes y antepechos corresponde para acabados de ventanas, por lo cual su valor es:

$$Pila. Antep. = 15 [m]$$

**Rubro 3.8. Placa colaborante Deck 1.2mm**

En este rubro la unidad principal es el metro cuadrado [m<sup>2</sup>], su valor se obtuvo de forma directa haciendo uso del programa Revit. Dando como resultado:

$$Deck = 56.97 [m^2]$$

**Rubro 3.9. Malla Electrosoldada Q-188 150x150x6mm**

Para este rubro la unidad principal es el metro cuadrado [m<sup>2</sup>], su valor se obtuvo de forma directa mediante el programa Revit. Dando como resultado:

$$Malla_{electro} = 56.97 [m^2]$$

**Rubro 3.10. Hormigón simple en losa deck 14cm  $f'_c = 210 \left[ \frac{kg}{cm^2} \right]$**

En este rubro la unidad principal es el metro cuadrado [m<sup>2</sup>], su valor se obtuvo de forma directa haciendo uso del programa Revit. Dando como resultado:

$$H_{Deck} = 56.97 [m^2]$$

**Rubro 3.11. Encofrado y desencofrado losas**

Para este rubro la unidad principal es el metro cuadrado [m<sup>2</sup>], su valor se obtuvo de forma directa mediante el programa Revit. Dando como resultado:

$$Encofrado_{Losas} = 56.97 [m^2]$$

**Rubro 3.12. Acero de refuerzo  $f_y = 4200 \left[ \frac{kg}{cm^2} \right]$  (provisión, conformación y colocación)**

En este rubro la unidad principal es el kilogramo [kg], su valor se obtuvo de forma directa mediante el uso del programa Revit. Dando como resultado:

$$A_{s\_total} = 33.32 [kg]$$

**Rubro 3.13. Viga Dintel H.A. 0. 10X0. 10  $f'_c = 210 \left[ \frac{kg}{cm^2} \right]$**

En este rubro la unidad principal es el metro lineal [m], por lo cual se calcula su valor sumando longitudes. Para este caso, la viga dintel corresponde para acabados de ventanas, por lo cual su valor es:

$$V_{dintel} = 15 [m]$$

**Rubro 3.14. Acero de armar en prefabricados  $f_y = 4200 \left[ \frac{kg}{cm^2} \right]$  (provisión, configuración y colocación)**

En este rubro la unidad principal es el kilogramo [kg], su valor se obtuvo de forma directa mediante el uso del programa Revit. Dando como resultado:

$$A_{s\_prefabricado} = 4404.10 [kg]$$

### **Rubro 3.20. Acero estructural, A-36 (IPE 120mm). incluye montaje**

Para este rubro la unidad principal es el kilogramo [kg], su valor se obtuvo de forma directa mediante el uso del programa Revit. Dando como resultado:

$$A_{s\_total} = 21.84 [kg]$$

### **5.3.2.4 Albañilería**

#### **Rubro 4.1. Mampostería de ladrillo e=10 cm**

En este rubro la unidad principal es el metro cuadrado [m<sup>2</sup>], su valor se obtuvo de forma directa mediante el uso del programa Revit. Dando como resultado:

$$A_{mampostería} = 224.49 [m^2]$$

#### **Rubro 4.2. Enlucido Exterior e Interior**

Para este rubro la unidad principal es el metro cuadrado [m<sup>2</sup>], su valor se calculó de manera directa mediante el uso del programa Revit. Obteniendo el siguiente resultado:

$$A_{enlucido} = 448.98 [m^2]$$

#### **Rubro 4.3. Enlucido de losa**

En este rubro la unidad principal es el metro cuadrado [m<sup>2</sup>], su valor se calculó de manera directa mediante el uso del programa Revit. Obteniendo el siguiente valor:

$$A_{enlucido\_losa} = 219.35 [m^2]$$

#### **Rubro 4.4. Enlucido de filos**

En este rubro la unidad principal es el metro cuadrado [m<sup>2</sup>], su valor se estimó de manera directa mediante el uso del programa Revit. Siendo su valor:

$$A_{enlucido\_filos} = 78.76 [m^2]$$

#### **Rubro 4.5. Empastado de losa**

Para este rubro la unidad principal es el metro cuadrado [m<sup>2</sup>], su valor se calculó de manera directa mediante el uso del programa Revit. Obteniendo el siguiente valor:

$$A_{empastado\_losa} = 219.35 [m^2]$$

#### **Rubro 4.6. Cuadrada de boquetes**

Para este rubro la unidad principal es el metro lineal [m], por lo cual su valor se obtiene sumando longitudes de ventanas y puertas de la vivienda. Ya que, la cuadrada de boquetes corresponde a toda abertura en la mampostería. Por lo cual, haciendo uso de los planos arquitectónicos de la Figura 15 y Figura 16, se obtuvo lo siguiente:

Para la planta baja:

$$C_{boq-1} = (2.04m \cdot 2 + 1.09m \cdot 2) + (1.69m \cdot 2 + 1.59m \cdot 2) + (0.84m \cdot 2 + 0.44m \cdot 2) \cdot 4$$

$$C_{boq-1} = 23.06 [m]$$

$$C_{boq-2} = (2.04 \cdot 2 + 0.84 \cdot 2) \cdot 6 + (2.04 \cdot 2 + 0.74 \cdot 2) \cdot 2 + (1.44 \cdot 2 + 1.14 \cdot 2)$$

$$C_{boq-2} = 50.84 [m]$$

Para la planta alta:

$$C_{boq-3} = (1.69m \cdot 2 + 1.44m \cdot 2) + (1.64m \cdot 2 + 1.64m \cdot 2) \cdot 2$$

$$C_{boq-3} = 19.38 [m]$$

$$C_{boq-4} = (2.04m \cdot 2 + 1.64m \cdot 2) \cdot 2 + (2.04m \cdot 2 + 0.69m \cdot 2) \cdot 2$$

$$C_{boq-4} = 25.64 [m]$$

Finalmente, se calcula la cantidad total de cuadrada sumando todos los resultados:

$$C_{boquete} = C_{boq-1} + C_{boq-2} + C_{boq-3} + C_{boq-4}$$

$$C_{boquete} = 118.92 [m]$$

#### **5.3.2.5 Cubierta**

##### **Rubro 5.1. Instalación de placa colaborante Deck 1.2mm para cubierta**

En este rubro la unidad principal es el metro cuadrado [m<sup>2</sup>], su valor se obtuvo de forma directa haciendo uso del programa Revit. Dando como resultado:

$$Deck = 62.70 [m^2]$$

### **Rubro 5.2. Malla Electrosoldada Q-188 150x150x6mm**

Para este rubro la unidad principal es el metro cuadrado [m<sup>2</sup>], su valor se obtuvo de forma directa mediante el programa Revit. Dando como resultado:

$$Malla_{electro} = 62.70 [m^2]$$

### **Rubro 5.3. Hormigón simple en cubierta de losa deck 14cm $f'_c = 210 \left[ \frac{kg}{cm^2} \right]$**

En este rubro la unidad principal es el metro cuadrado [m<sup>2</sup>], su valor se obtuvo de forma directa haciendo uso del programa Revit. Dando como resultado:

$$H_{Deck} = 62.70 [m^2]$$

### **Rubro 5.4. Encofrado y desencofrado para cubierta**

Para este rubro la unidad principal es el metro cuadrado [m<sup>2</sup>], su valor se obtuvo de forma directa mediante el programa Revit. Dando como resultado:

$$Encofrado_{Losas} = 62.70 [m^2]$$

#### **5.3.2.6 Obras exteriores**

### **Rubro 11.2. Limpieza final de la obra**

En este rubro la unidad principal es el metro cuadrado [m<sup>2</sup>], por lo cual se calcula su valor usando la ecuación (3.31). Dado que, ya se finalizó la obra se deberá hacer limpieza en ambas plantas de la vivienda y en el área total del terreno. Así, calculando se obtuvo:

$$A_{Limpieza\_final} = 98m^2 + 62.7m^2$$

$$A_{Limpieza\_final} = 160.7[m^2]$$

### **Rubro 11.3. Desalojo de escombros con volqueta (transporte 10 km)**

En este rubro la unidad principal es el metro cuadrado [ $m^3$ ], por lo cual se calcula su valor usando la ecuación (5.2). Dado que estos escombros pertenecen a la limpieza final de la obra, se estimó que en desperdicios existe:

$$V_{Desalojo\_escombros} = 28.89 [m^3]$$

### 5.3.2.7 Montaje de elementos

#### Rubro 12.1. Transporte y montaje de prefabricados

En este rubro se cobra por unidad [u], por lo cual se trabajará con los equipos especificados en el análisis de precio unitario. Dado que, es una vivienda de interés social mediana, se determinó que solo se necesitará una unidad de este rubro.

$$Transp.montaje = 1 [u]$$

## 5.4 Valoración integral del costo del proyecto

En la presente sección se realizó el presupuesto integral de la vivienda de interés social propuesta, aplicando metodología constructiva in situ y prefabricada. Para la vivienda in situ se obtuvo un costo referencial de obra gris sin instalaciones de \$55,683.43 (Incluyendo utilidades y costos indirectos). Dado que el área de construcción de la vivienda es 125.4 [ $m^2$ ], el costo unitario por unidad de construcción de la vivienda es 444.05 [\$/ $m^2$ ] (dólares por cada metro cuadrado de construcción).

Por el contrario, al realizar el presupuesto de la metodología constructiva modular, se obtuvo un presupuesto de obra gris estructural de \$49,700.43 (Incluyendo utilidades y costos indirectos). Por lo que, si el área de construcción de la vivienda es 125.4 [ $m^2$ ], el costo unitario por unidad de construcción de la vivienda es 396.34 [\$/ $m^2$ ] (dólares por cada metro cuadrado de construcción). Lo que se traduce, en un ahorro del 11% en construcción de vivienda, al aplicar soluciones prefabricadas.

### 5.4.1 Presupuesto final de la vivienda de interés social in situ

**Figura 81**

Valoración del costo total de la vivienda construida in situ

EDIFICANDO OPORTUNIDADES: CONSTRUCCIÓN DE VIVIENDAS DE INTERÉS SOCIAL EN GUAYAQUIL						
	CÓDIGO DE PROYECTO:		INGE-2567			
	UBICACIÓN:		SECTOR NORTE DE GUAYAQUIL			
	FECHA (DD/MM/AA):		15/8/2024			
	ÁREA DE CONSTRUCCIÓN (m <sup>2</sup> ):		125.4			
	MONTO TOTAL DEL PROYECTO:		\$55,683.43			
PRESUPUESTO REFERENCIAL						
ÍTEM	CÓDIGO - RUBRO	DESCRIPCIÓN DEL RUBRO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO REFERENCIAL (P <sup>1</sup> )	PRECIO GLOBAL REFERENCIAL (P <sup>1</sup> )
<b>1</b>		<b>TRABAJOS PRELIMINARES</b>				
1.1	500001	Limpieza y desbroce manual de terreno natural	m <sup>2</sup>	98	\$0.66	\$64.68
1.2	500002	Tala y desraizada de árboles	u	2	\$55.68	\$111.36
1.3	500003	Replanteo y nivelación	m <sup>2</sup>	62.7	\$1.95	\$122.27
1.4	500004	Instalación provisional de agua	glb	1	\$68.85	\$68.85
1.5	500005	Instalación provisional luz, no incluye tarifa consumo	glb	1	\$59.97	\$59.97
1.6	500006	Cerramiento provisional h=2.40m metalico galvalume e=0.40mm	m	42	\$37.39	\$1,570.38
1.7	500007	Bodega provisional	m <sup>2</sup>	6	\$65.55	\$393.30
<b>2</b>		<b>MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>				
2.1	500008	Excavación sin clasificar	m <sup>3</sup>	56.63385	\$7.13	\$403.80
2.2	500009	Relleno compactado para cimentación	m <sup>3</sup>	8.289	\$13.07	\$108.34
2.3	500010	Relleno compactado con material de préstamo importado	m <sup>3</sup>	39.83	\$18.83	\$750.07
2.4	500011	Desalojo de materiales con volqueta (transporte 10 km)	m <sup>3</sup>	76.4556975	\$3.49	\$266.83
<b>3</b>		<b>ESTRUCTURAS DE HORMIGÓN</b>				
3.1	500012	Replanteo de hormigón simple f'c=140kg/cm <sup>2</sup> e=0.05m	m <sup>2</sup>	41.45	\$10.00	\$414.45
3.2	500013	Hormigón f'c= 210 kg/cm <sup>2</sup> en riostras y plintos	m <sup>3</sup>	12.24	\$249.02	\$3,048.00
3.3	500014	Hormigón Estructural f'c=150kg/cm <sup>2</sup> para contrapiso	m <sup>3</sup>	7.97	\$133.61	\$1,064.87
3.4	500015	Hormigón simple en columnas f'c=210kg/cm <sup>2</sup> incluye encofrado	m <sup>3</sup>	6.84	\$303.77	\$2,077.79
3.5	500016	Hormigón simple en vigas f'c= 210 kg/cm <sup>2</sup> incluye encofrado	m <sup>3</sup>	7.22	\$249.86	\$1,803.99
3.6	500017	Hormigón simple en escaleras f'c= 210 kg/cm <sup>2</sup> incluye encofrado	m <sup>3</sup>	1.25	\$258.86	\$323.58
3.7	500018	Pilares y antepechos f'c=210kg/cm <sup>2</sup>	m	15	\$19.68	\$295.20
3.8	500019	Placa colaborante Deck 1.2mm	m <sup>2</sup>	56.97	\$52.61	\$2,997.19
3.9	500020	Malla Electrosoldada Q-188 150x150x6mm	m <sup>2</sup>	56.97	\$8.87	\$505.32
3.10	500021	Hormigón simple en losa deck 14cm f'c= 210 kg/cm <sup>2</sup>	m <sup>2</sup>	56.97	\$53.38	\$3,041.06
3.11	500022	Encofrado y desencofrado losas	m <sup>2</sup>	56.97	\$24.65	\$1,404.31
3.12	500023	Acero de refuerzo fy=4200 kg/cm <sup>2</sup> (provisión, conf y colocación)	kg	4437.42	\$2.39	\$10,605.44
3.13	500024	Viga Dintel H.A. 0.10X0.10 f'c= 210kg/cm <sup>2</sup>	m	15	\$19.62	\$294.30
3.20	500059	Acero estructural, A-36 (IPE 120mm). incluye montaje	kg	21.84	\$5.71	\$124.71
<b>4</b>		<b>ALBAÑILERÍA</b>				
4.1	500025	Mampostería de ladrillo e=10 cm	m <sup>2</sup>	224.49	\$12.97	\$2,911.64
4.2	500026	Enlucido Exterior e Interior	m <sup>2</sup>	448.98	\$13.73	\$6,164.50
4.3	500027	Enlucido de losa	m <sup>2</sup>	219.35	\$14.15	\$3,103.80
4.4	500028	Enlucido de filos	m <sup>2</sup>	78.76	\$4.64	\$365.45
4.5	500029	Empastado de losa	m <sup>2</sup>	219.35	\$5.41	\$1,186.68
4.6	500030	Cuadrada de boquetes	m	118.92	\$5.22	\$620.76
<b>5</b>		<b>CUBIERTA</b>				
5.1	500031	Instalación de placa colaborante Deck 1.2mm para cubierta	m <sup>2</sup>	62.70	\$52.61	\$3,298.65
5.2	500032	Malla Electrosoldada Q-188 150x150x6mm	m <sup>2</sup>	62.70	\$8.87	\$556.15
5.3	500033	Hormigón simple en cubierta de losa deck 14cm f'c= 210 kg/cm <sup>2</sup>	m <sup>2</sup>	62.70	\$53.38	\$3,346.93
5.4	500034	Encofrado y desencofrado para cubierta	m <sup>2</sup>	62.70	\$24.65	\$1,545.56
<b>11</b>		<b>OBRAS EXTERIORES</b>				
11.2	500054	Limpieza final de la obra	m <sup>2</sup>	160.7	\$3.50	\$562.45
11.3	500055	Desalojo de escombros con volqueta (transporte 10 km)	m <sup>3</sup>	28.89	\$3.49	\$100.83

Nota. Elaboración propia en Microsoft Excel

## 5.4.2 Presupuesto final de la vivienda de interés social prefabricada

Figura 82

Valoración del costo total de la vivienda con prefabricados

EDIFICANDO OPORTUNIDADES: CONSTRUCCIÓN DE VIVIENDAS DE INTERÉS SOCIAL EN GUAYAQUIL						
	CÓDIGO DE PROYECTO:		INGE-2567			
	UBICACIÓN:		SECTOR NORTE DE GUAYAQUIL			
	FECHA (DD/MM/AA):		15/8/2024			
	ÁREA DE CONSTRUCCIÓN (m <sup>2</sup> ):		125.4			
	MONTO TOTAL DEL PROYECTO:		\$49,700.43			
PRESUPUESTO REFERENCIAL						
ÍTEM	CÓDIGO - RUBRO	DESCRIPCIÓN DEL RUBRO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO REFERENCIAL (A)	PRECIO GLOBAL REFERENCIAL (B)
<b>1</b>		<b>TRABAJOS PRELIMINARES</b>				
1.1	500001	Limpieza y desbroce manual de terreno natural	m <sup>2</sup>	98	\$0.61	\$59.78
1.2	500002	Tala y desraizada de árboles	u	2	\$51.97	\$103.94
1.3	500003	Replanteo y nivelación	m <sup>2</sup>	62.7	\$1.82	\$114.11
1.4	500004	Instalación provisional de agua	glb	1	\$64.26	\$64.26
1.5	500005	Instalación provisional luz, no incluye tarifa consumo	glb	1	\$55.97	\$55.97
1.6	500006	Cerramiento provisional h=2.40m metalico galvalume e=0.40mm	m	42	\$34.90	\$1,465.80
1.7	500007	Bodega provisional	m <sup>2</sup>	2	\$61.18	\$122.36
<b>2</b>		<b>MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>				
2.1	500008	Excavación sin clasificar	m <sup>3</sup>	56.63385	\$6.65	\$376.62
2.2	500009	Relleno compactado para cimentación	m <sup>3</sup>	8.289	\$12.20	\$101.13
2.3	500010	Relleno compactado con material de préstamo importado	m <sup>3</sup>	39.83	\$17.57	\$699.88
2.4	500011	Desalojo de materiales con volqueta (transporte 10 km)	m <sup>3</sup>	76.4556975	\$3.26	\$249.25
<b>3</b>		<b>ESTRUCTURAS DE HORMIGÓN</b>				
3.1	500012	Replanteo de hormigón simple f'c=140kg/cm <sup>2</sup> e=0.05m	m <sup>2</sup>	41.45	\$9.33	\$386.68
3.15	500013	Hormigón f'c= 210 kg/cm <sup>2</sup> en riostras y plintos	m <sup>3</sup>	12.24	\$215.23	\$2,634.42
3.16	500014	Hormigón Estructural f'c=150kg/cm <sup>2</sup> para contrapiso	m <sup>3</sup>	7.97	\$112.13	\$893.68
3.17	500015	Hormigón simple en columnas f'c=210kg/cm <sup>2</sup> incluye encofrado	m <sup>3</sup>	6.84	\$237.99	\$1,627.85
3.18	500016	Hormigón simple en vigas f'c= 210 kg/cm <sup>2</sup> incluye encofrado	m <sup>3</sup>	7.22	\$219.76	\$1,586.67
3.19	500017	Hormigón simple en escaleras f'c= 210 kg/cm <sup>2</sup> incluye encofrado	m <sup>3</sup>	1.25	\$226.17	\$282.71
3.7	500018	Pilares y antepechos f'c=210kg/cm <sup>2</sup>	m	15	\$18.37	\$275.55
3.8	500019	Placa colaborante Deck 1.2mm	m <sup>2</sup>	56.97	\$49.10	\$2,797.23
3.9	500020	Malla Electrosoldada Q-188 150x150x6mm	m <sup>2</sup>	56.97	\$8.28	\$471.71
3.10	500021	Hormigón simple en losa deck 14cm f'c= 210 kg/cm <sup>2</sup>	m <sup>2</sup>	56.97	\$49.82	\$2,838.25
3.11	500022	Encofrado y desencofrado losas	m <sup>2</sup>	56.97	\$23.00	\$1,310.31
3.12	500023	Acero de refuerzo fy=4200 kg/cm <sup>2</sup> (provisión, conf y colocación)	kg	33.32	\$2.23	\$74.31
3.13	500024	Viga Dintel H.A. 0.10X0.10 f'c= 210kg/cm <sup>2</sup>	m	15	\$18.31	\$274.65
3.14	500057	Acero de armar en prefabricados fy=4200 kg/cm <sup>2</sup> (provisión, conf y colocación)	kg	4404.10	\$1.92	\$8,455.87
3.20	500059	Acero estructural, A-36 (IPE 120mm). incluye montaje	kg	21.84	\$5.71	\$124.71
<b>4</b>		<b>ALBAÑILERÍA</b>				
4.7	500056	Mampostería Prefabricada de paneles e=5cm	m <sup>2</sup>	224.49	\$10.39	\$2,332.45
4.2	500026	Enlucido Exterior e Interior	m <sup>2</sup>	448.98	\$12.81	\$5,751.43
4.3	500027	Enlucido de losa	m <sup>2</sup>	219.35	\$13.20	\$2,895.42
4.4	500028	Enlucido de fillos	m <sup>2</sup>	78.76	\$4.33	\$341.03
4.5	500029	Empastado de losa	m <sup>2</sup>	219.35	\$5.05	\$1,107.72
4.6	500030	Cuadrada de boquetes	m	118.92	\$4.87	\$579.14
<b>5</b>		<b>CUBIERTA</b>				
5.1	500031	Instalación de placa colaborante Deck 1.2mm para cubierta	m <sup>2</sup>	62.70	\$49.10	\$3,078.57
5.2	500032	Malla Electrosoldada Q-188 150x150x6mm	m <sup>2</sup>	62.70	\$8.28	\$519.16
5.3	500033	Hormigón simple en cubierta de losa deck 14cm f'c= 210 kg/cm <sup>2</sup>	m <sup>2</sup>	62.70	\$49.82	\$3,123.71
5.4	500034	Encofrado y desencofrado para cubierta	m <sup>2</sup>	62.70	\$23.00	\$1,442.10
<b>12</b>		<b>MONTAJE DE ELEMENTOS</b>				
12.1	500058	Transporte y montaje de prefabricados	u	1	\$462.35	\$462.35
<b>11</b>		<b>OBRAS EXTERIORES</b>				
11.2	500054	Limpieza final de la obra	m <sup>2</sup>	160.7	\$3.27	\$525.49
11.3	500055	Desalojo de escombros con volqueta (transporte 10 km)	m <sup>3</sup>	28.89	\$3.26	\$94.18

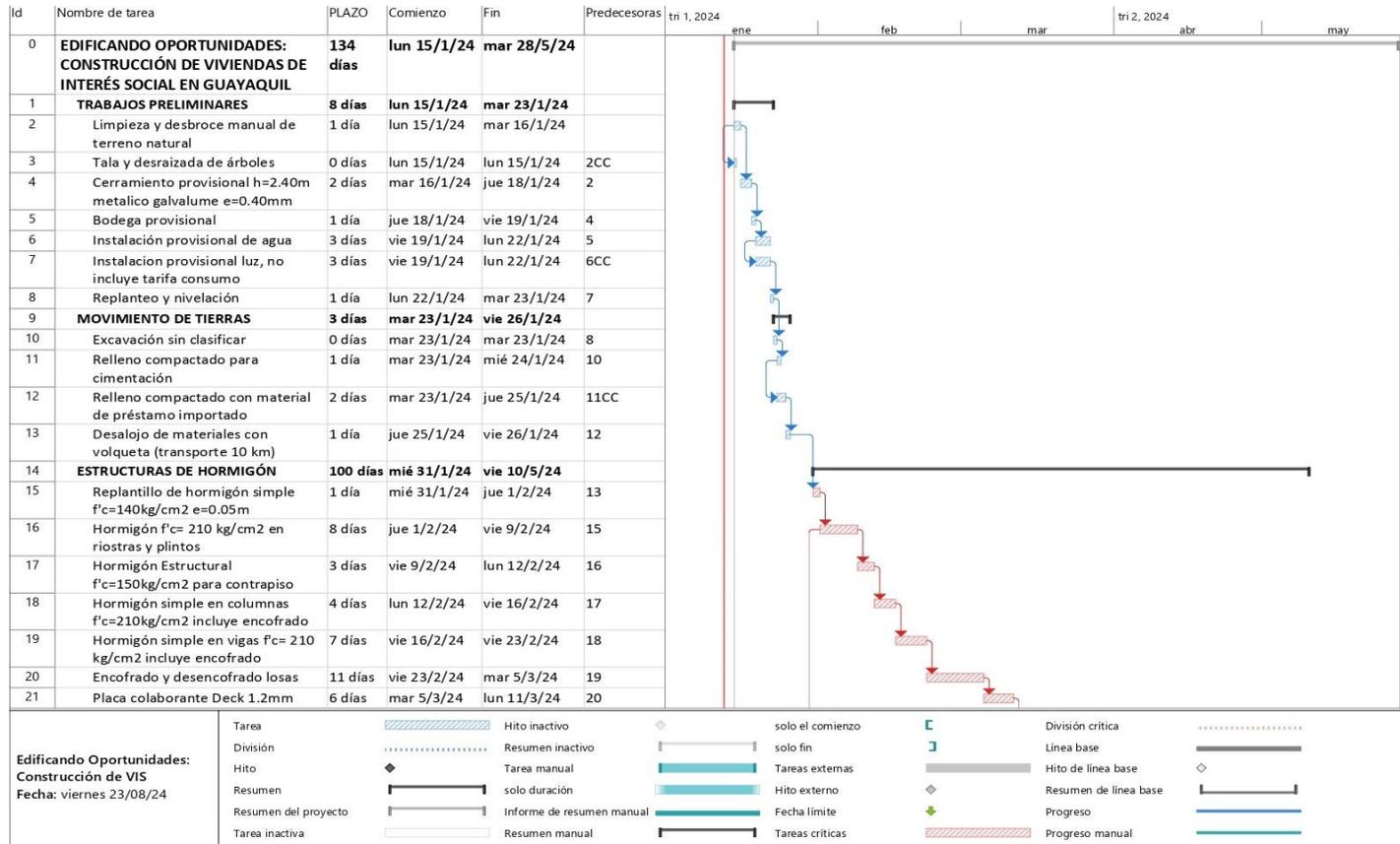
Nota. Elaboración propia en Microsoft Excel

## 5.5 Cronograma de obra

### 5.5.1 Cronograma de obra de la vivienda de interés social construida in situ

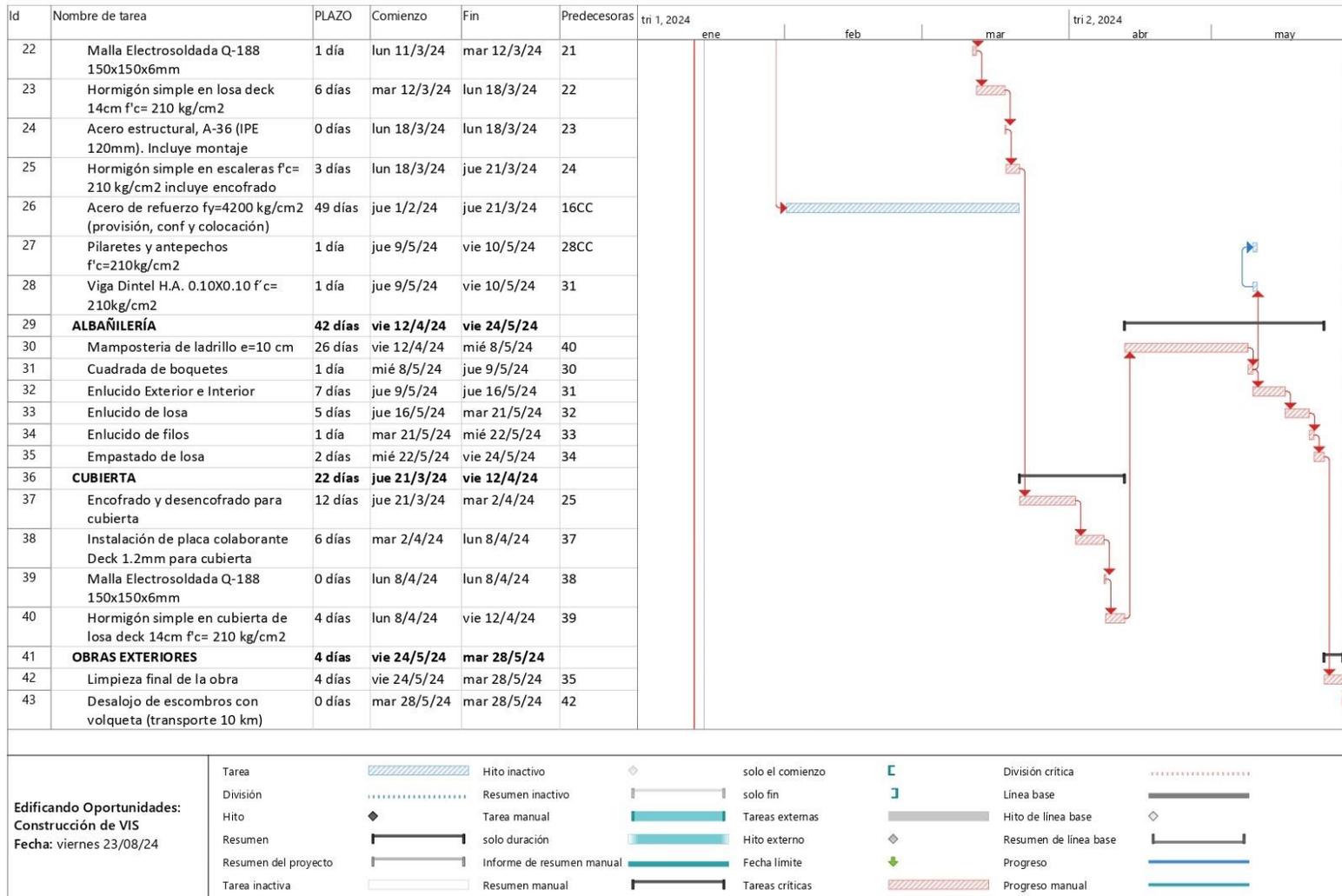
Figura 83

Cronograma de obra de la vivienda construida in situ - parte uno



**Figura 84**

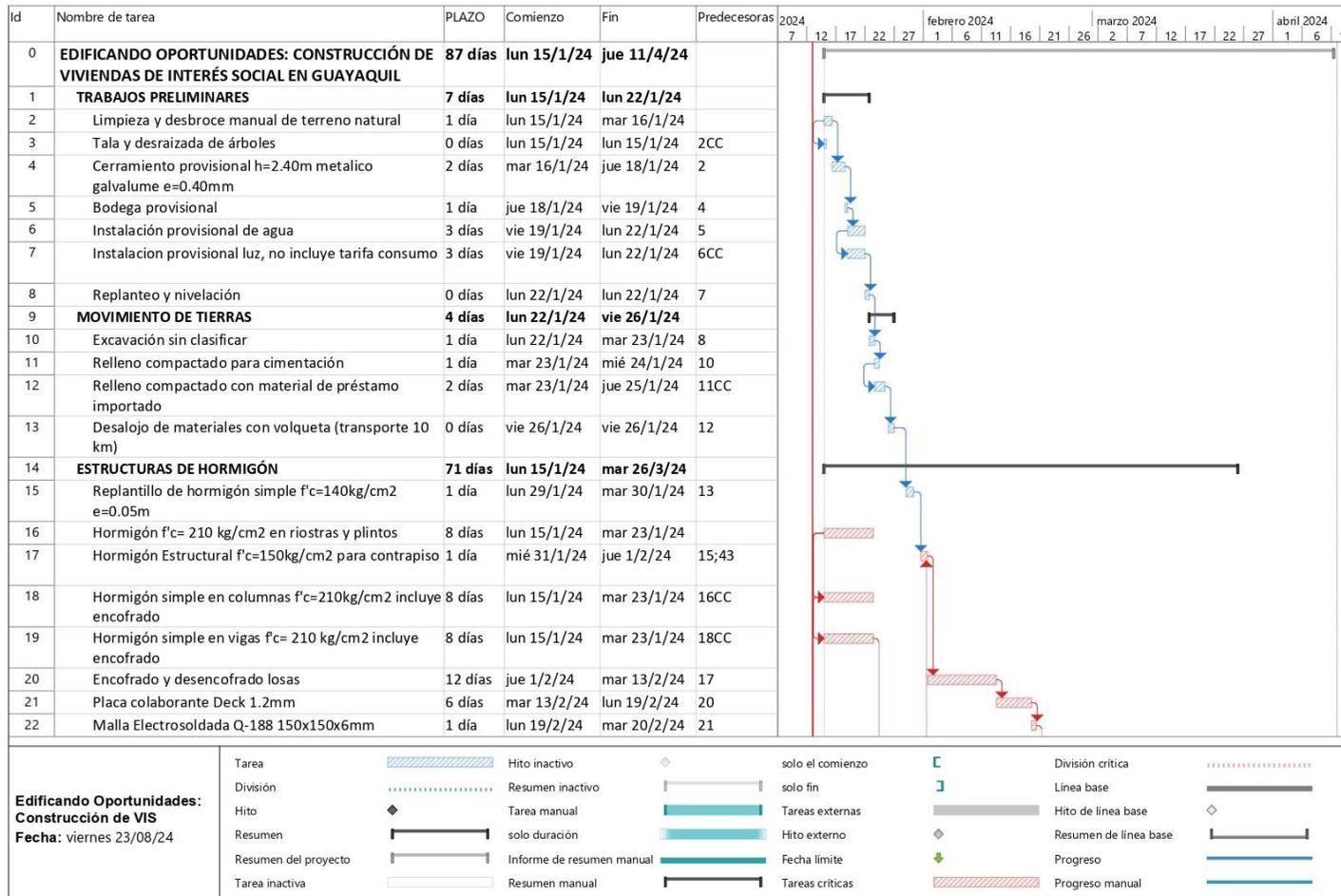
*Cronograma de obra de la vivienda construida in situ - parte dos*



5.5.2 Cronograma de obra de la vivienda de interés social construida con metodología modular

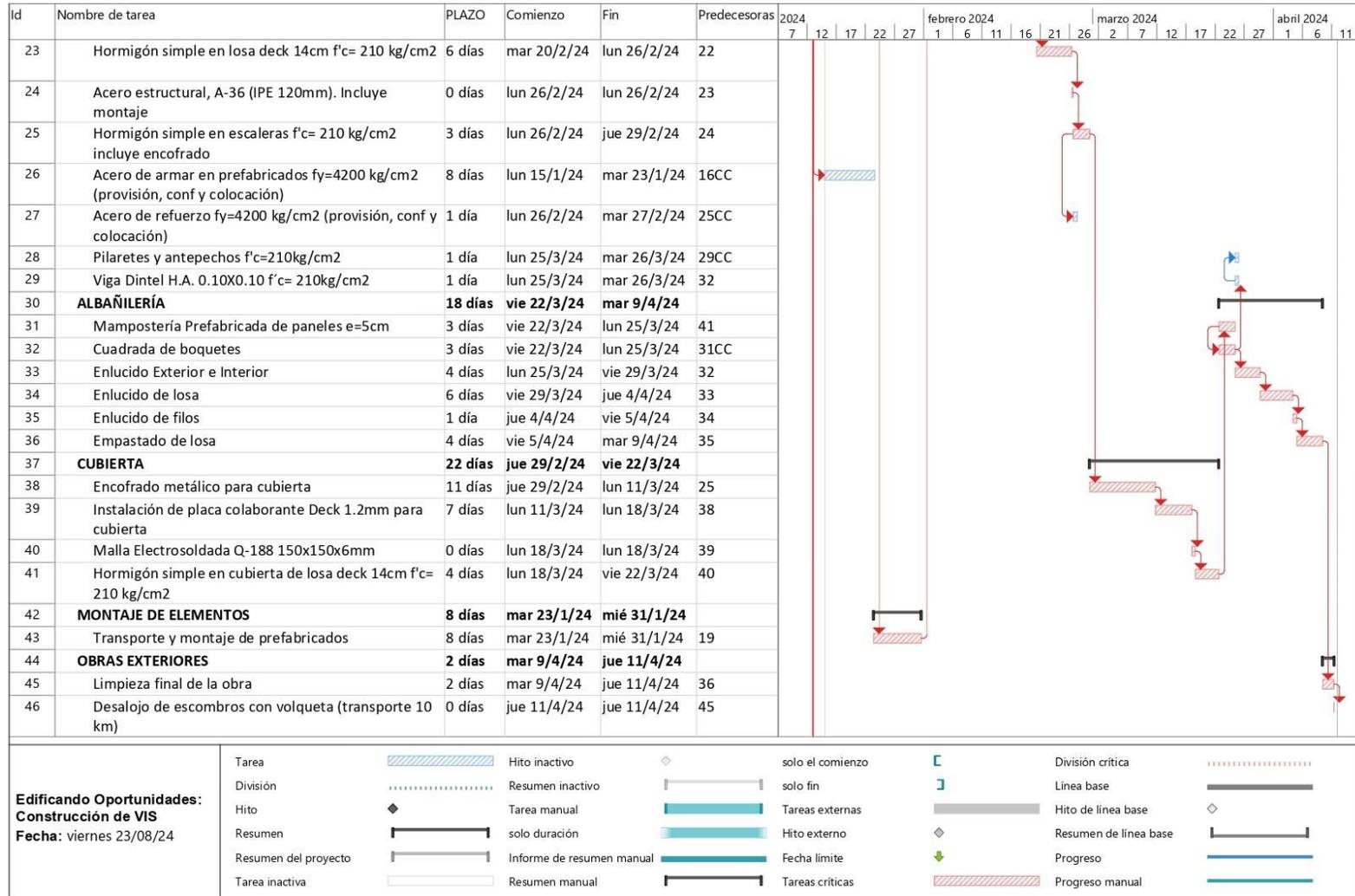
Figura 85

Cronograma de obra de la vivienda con metodología modular - parte uno



**Figura 86**

*Cronograma de obra de la vivienda con metodología modular - parte dos*



## Capítulo 6

## 6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 6.1 Conclusiones

Con respecto a la posibilidad de optimizar costos y tiempos sin sacrificar calidad, este proyecto demostró que es posible lograr los tres objetivos -simultáneamente- en proyectos de viviendas de interés social. La comparación de dos metodologías constructivas diferentes reveló que la construcción modular, con elementos prefabricados, ofrece ventajas significativas en términos de economía y eficiencia temporal, lo cual, contradice la creencia común de que no se puede alcanzar calidad, ahorro en costos y reducción de tiempo al mismo tiempo. Este hallazgo subraya la importancia de buscar soluciones innovadoras que satisfagan múltiples demandas.

Con respecto a los ahorros en costo y tiempo, se observó que la construcción modular resultó en un ahorro de costos de -aproximadamente- un 11% y una reducción del tiempo de construcción de alrededor de un 35%, en comparación con la metodología tradicional. Estos ahorros evidencian que, a través la elección de métodos constructivos más eficientes, es posible optimizar tanto la economía como la eficiencia temporal. Esto es crucial en un contexto de interés social, donde estas optimizaciones pueden traducirse -directamente- en beneficios significativos para los estratos socioeconómicamente vulnerables.

Con respecto al cumplimiento de los objetivos estructurales y económicos, se verificó que ambas metodologías cumplen con los requerimientos estructurales especificados para el norte de Guayaquil. Sin embargo, la metodología constructiva prefabricada satisface los criterios técnicos y ofrece una solución más sostenible, al reducir la cantidad de residuos generados durante la construcción y al promover la reutilización de componentes. Además, la metodología prefabricada permite un diseño adaptable a distintos tipos de suelo, optimizando así la utilización de recursos sin comprometer la estabilidad estructural.

Con respecto al impacto en la planificación urbana y social, la reducción de los tiempos de construcción con la metodología prefabricada facilita una planificación urbana más eficiente y acelera la entrega de viviendas, lo cual, es crítico en zonas con alta demanda de vivienda, como el norte de Guayaquil. Además, esta metodología, al garantizar la calidad estructural, minimiza los riesgos asociados con la construcción tradicional, como la variabilidad en la calidad del trabajo y el tiempo prolongado de ejecución.

Con respecto a la sostenibilidad y adaptabilidad arquitectónica, el análisis del impacto ambiental sugiere que la adopción de metodologías prefabricadas es económicamente viable y favorable desde una perspectiva ambiental. Los resultados muestran que esta metodología genera un impacto ambiental positivo, principalmente por la reducción en el tiempo de construcción y la mejora en la eficiencia del uso de materiales, alineándose con los objetivos de desarrollo sostenible ODS 10 y 11. Además, la flexibilidad en el diseño modular permite adaptaciones arquitectónicas que pueden satisfacer mejor las necesidades de los residentes, ofreciendo soluciones habitacionales más personalizadas y eficientes.

Con respecto a la implementación de técnicas de construcción modular prefabricada, se concluye que este enfoque reduce costos y tiempos y mantiene -e incluso- mejora la calidad de la construcción. Así, este estudio desafía la noción tradicional de que se deben sacrificar ciertos aspectos para optimizar otros, demostrando que, con innovación y planeación adecuada, es posible lograr un equilibrio óptimo entre costo, tiempo y calidad en la construcción de viviendas de interés social.

## 6.2 Recomendaciones

Con respecto a la prefabricación completa de la estructura, se recomienda profundizar en el estudio para alcanzar una solución donde el 100% de los elementos estructurales sean prefabricados. Actualmente, el proyecto contempla una prefabricación del 90%, dejando las escaleras y algunos elementos, como pilaretes y macizos, para ser construidos in situ debido a la complejidad que presentan sus conexiones cuando se realizan como elementos prefabricados. Investigaciones adicionales podrían enfocarse en desarrollar métodos de prefabricación y ensamblaje que superen estos desafíos, permitiendo que todos los componentes, incluyendo los más complejos, se integren de manera eficiente y segura.

Con respecto a las conexiones entre elementos prefabricados, se recomienda realizar estudios exhaustivos para identificar las mejores soluciones de conexión. Estas conexiones deben asegurar la estabilidad y seguridad de la estructura y, también, ser fáciles de implementar en el sitio de construcción, minimizando el tiempo y los costos asociados. Es imperativo explorar tecnologías innovadoras y técnicas de ensamblaje que faciliten la construcción rápida y eficiente, manteniendo los estándares de calidad y seguridad.

Con respecto a la reducción de costos y emisiones asociados al transporte de elementos prefabricados, se recomienda evaluar la posibilidad de instalar una fábrica de prefabricación in situ, según la magnitud de la obra. Esta estrategia podría reducir - significativamente- las emisiones de carbono y los costos relacionados con el transporte de elementos desde plantas de prefabricación distantes. Además, la prefabricación in situ podría mejorar la logística de construcción y permitir una mayor flexibilidad en el ajuste de los elementos prefabricados, según las necesidades específicas del proyecto.

Con respecto a la adaptabilidad arquitectónica y la sostenibilidad, se recomienda desarrollar estudios que evalúen las posibilidades de adaptar los diseños prefabricados a diferentes entornos urbanos y sociales. Esto incluye explorar variaciones en los diseños

modulares que puedan responder a las necesidades específicas de diversas comunidades y climas, mejorando la aceptación social y funcionalidad de las viviendas de interés social. También, se debe investigar el uso de materiales sostenibles y reciclables en la prefabricación para reducir aún más el impacto ambiental y mejorar la eficiencia energética de las construcciones.

Con respecto a la formación y capacitación del personal, se recomienda establecer programas de capacitación específicos para trabajadores involucrados en la construcción de viviendas de interés social prefabricadas. Esto asegurará que el personal esté adecuadamente preparado para manejar los desafíos únicos de este tipo de construcción, mejorando la calidad de la ejecución y reduciendo los errores en el sitio. Además, la capacitación en nuevas tecnologías y métodos de construcción puede contribuir a una mayor eficiencia y seguridad en los proyectos futuros.

El presente proyecto recomienda seguir investigando y desarrollando soluciones innovadoras en la construcción de viviendas prefabricadas para maximizar los beneficios en términos de costo, tiempo y calidad. Esto incluye la mejora de los procesos de prefabricación y ensamblaje y la adaptación de las soluciones a diferentes contextos y necesidades. Con una continua evaluación y mejora de las prácticas, se puede avanzar hacia un modelo de construcción que sea verdaderamente sostenible, eficiente y adaptado a las realidades económicas y sociales de los sectores de interés social del norte de Guayaquil.

## Referencias

- Acesco. (2013). Manual Técnico Metaldeck Grado 40 (L. Yamín & P. Therán, Eds.; 3rd ed., Vol. 1).
- Acesco. (2024). Ficha Técnica Entrepisos.
- ACI: American Concrete Institute [ACI 318S-14]. (2014). Requisitos de Reglamento para Concreto Estructural (ACI 318S-14).
- Alderliesten, R. (2024). Introduction to aerospace structures and materials (Vol. 1). LibreTexts. <https://LibreTexts.org>
- Anás, R., Manouris, E., Espín, M., & Mendoza, W. (2023). Análisis comparativo de diferentes tipos de cimentaciones superficiales en un edificio real existente en la ciudad de Portoviejo. *Ciencias Técnicas y Aplicadas*, 9(4), 1566–1587.  
<https://doi.org/https://doi.org/10.23857/dc.v9i4.3682>
- Arcudia, C., Solís, R., & Baeza, J. (2004). Determinación de los factores que afectan la productividad de la mano de obra de la construcción. *Ingeniería*, 8(2), 145–154.  
<https://www.redalyc.org/pdf/467/46780212.pdf>
- Asto, O. (2020). Comportamiento Estructural de Losas Macizas de Concreto Reforzadas con Varillas de Basalto [Tesis (Grado), Universidad San Ignacio de Loyola].  
<https://repositorio.usil.edu.pe/entities/publication/aab069e6-727b-4e53-b86e-d96b71e0c287>
- Barros, D. V. (2021). Calidad del agua en Estero Salado, sector norte de la ciudad de Guayaquil, y sus efectos en flora Y fauna, 2020-2021.
- Bayón, M., Durán, G., Bonilla, A., Hernández, F., Araujo, M., Andrade, S., Santelices, C., & Villavicencio, J. (2020). Renovación ecológica y vivienda social en las periferias de la ciudad a través de violentos desalojos (FLACSO Ecuador, Ed.; Vol. 2). Violencias y

contestaciones en la producción del espacio urbano periférico del Ecuador.

<https://www.researchgate.net/publication/344658761>

Bello, J., & Villacreses, C. (2021a). Ventajas y desventajas del sistema constructivo con bambú frente al sistema de hormigón armado en viviendas de interés social. *Polo Del Conocimiento: Revista Científico - Profesional*, 6(9), 1987–2011.

<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8094507>

Bello, J., & Villacreses, C. (2021b). Ventajas y desventajas del sistema constructivo con bambú frente al sistema de hormigón armado en viviendas de interés social. *Polo Del Conocimiento: Revista Científico - Profesional*, 6(9), 1987–2011.

<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8094507>

Bertram, N., Fuchs, S., Mischke, J., Palter, R., Strube, G., & Woetzel, J. (2019). *Modular construction: From projects to products*.

Bibeau, N. G., Waal, T., Dinitto, D., Jones, S. A., Laquidara-Carr, D., Shelgren, J., Buckley, B., Logan, K., Schuler, T., & Barnett, S. (2020). *Prefabrication and Modular Construction 2020 SmartMarket Report* Chief Executive Officer Senior Vice President Custom Solutions Prefabrication and Modular Construction 2020 SmartMarket Report Executive Editor SmartMarket Report. [www.construction.com/](http://www.construction.com/)

Carreño, A. (2015). *Estudio de la prefabricación en concreto reforzado y su influencia en la construcción de estructuras en Colombia* [Tesis (Maestría), Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito]. <http://catalogo.escuelaing.edu.co/cgi-bin/koha/opac-detail.pl?biblionumber=17476> <https://repositorio.escuelaing.edu.co/handle/001/188>

Cervera, I. (2022). *Estrategias de sostenibilidad aplicadas a la construcción hospitalaria. Comparativa entre la construcción tradicional y la construcción industrializada* [Tesis (Grado), Escuela Técnica Superior de Ingeniería Industrial de Barcelona].

<http://hdl.handle.net/2117/363047>

Cordero, M., Jiménez, M., Laporte, G., Rodríguez, J., Sáenz, S., Tapia, M., & Valverde, M. (2009). Código de cimentaciones de Costa Rica - Asociación Costarricense de Geotecnia (Editorial Tecnológica de Costa Rica, Ed.; 2nd ed.).

[https://books.google.com.ec/books?hl=es&lr=&id=LLFPaqVMz5MC&oi=fnd&pg=PA2&dq=Son+aquellas+estructuras+que+se+apoyan+sobre+una+superficie+de+terreno,+a+poca+profundidad.+Su+funci%C3%B3n+principal+es+transmitir+de+manera+uniforme+las+cargas+de+la+edificaci%C3%B3n+al+suelo+de+fundaci%C3%B3n.+&ots=Mfr9h\\_u5Ey&sig=PtSyRWrsSTJccKnl11Pi0914M\\_4&redir\\_esc=y#v=onepage&q&f=false](https://books.google.com.ec/books?hl=es&lr=&id=LLFPaqVMz5MC&oi=fnd&pg=PA2&dq=Son+aquellas+estructuras+que+se+apoyan+sobre+una+superficie+de+terreno,+a+poca+profundidad.+Su+funci%C3%B3n+principal+es+transmitir+de+manera+uniforme+las+cargas+de+la+edificaci%C3%B3n+al+suelo+de+fundaci%C3%B3n.+&ots=Mfr9h_u5Ey&sig=PtSyRWrsSTJccKnl11Pi0914M_4&redir_esc=y#v=onepage&q&f=false)

Cortez, L. D. (2010). Creación de una ruta turística dentro de la ciudad de Guayaquil para la observación de flora y fauna.

<https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/13756/1/D-49927.pdf>

CSA Group. (2024). Standards for circularity in construction.

[https://www.csagroup.org/standards/areas-of-focus/construction-infrastructure/standards-for-circularity-in-construction/?utm\\_medium=email&utm\\_source=mailchimp&utm\\_campaign=std-newsletter-08.23](https://www.csagroup.org/standards/areas-of-focus/construction-infrastructure/standards-for-circularity-in-construction/?utm_medium=email&utm_source=mailchimp&utm_campaign=std-newsletter-08.23)

Daza, L. (2018). Análisis comparativo de la construcción con drywall con la construcción tradicional en edificaciones del parque industrial Villa El Salvador-lima-2018 [Tesis (Grado), Universidad César Vallejo].

[https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/34684/Daza\\_PL.pdf?sequence=4&isAllowed=y](https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/34684/Daza_PL.pdf?sequence=4&isAllowed=y)

Dirección de Planificación Urbana; Proyectos y Ordenamiento Territorial (DUPOT). (2021). Plan de uso y Gestión del suelo del cantón Guayaquil (Memoria Técnica) (Vol. 1).

<https://www.guayaquil.gob.ec/wp-content/uploads/Documentos/PDN/2021-07-27%20Borrador-PUGS-GYE.pdf>

- Duhau, E. (2013, febrero). La división social del espacio metropolitano. Nueva Sociedad  
Número 243, 79–91. [www.scielo.br/pdf/rbcsoc/v14n40/1713.pdf](http://www.scielo.br/pdf/rbcsoc/v14n40/1713.pdf)
- GAD Municipal de Guayaquil. (2022, May 16). LIMITE PARROQUIAS URBANAS.  
<https://Geoportal-Guayaquil.Opendata.Arcgis.Com/Datasets/1b5d7f8c522a463cbee7f6650ea51627/About>.
- Galindo, J. (2020). Investigación sobre el comportamiento de resistencias de elementos  
estructurales (viga y columna) de concreto reforzado con azúcar como aditivo retardante  
del hormigón [Tesis (Maestría), Universidad de San Carlos de Guatemala].  
<http://www.repositorio.usac.edu.gt/14419/>
- Gómez, A., & Cuvi, N. (2016). Asentamientos informales y medio ambiente en Quito.  
*Revista Internacional de Ciencias Sociales*, 35, 101–119.  
<https://revistas.um.es/areas/article/view/279181>
- Gómez, V. (2009). Habidite: viviendas modulares industrializadas. *Informes de La  
Construcción*, 61(513), 33–46. <https://doi.org/10.3989/ic.08.035>
- Greer, F., & Horvath, A. (2023). Modular construction’s capacity to reduce embodied carbon  
emissions in California’s housing sector. *Building and Environment*, 240.  
<https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2023.110432>
- Hidalgo, P., & Riddell, R. (2018). *Diseño estructural* (Universidad Católica de Chile, Ed.; 6ta  
ed.).  
[https://books.google.com.ec/books?hl=es&lr=&id=VSntDwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PT8  
&dq=dise%C3%B1o+estructural&ots=SOlj05qqgn&sig=8-  
NDW8FdWJTCLRpHis3bPZ20kRc&redir\\_esc=y#v=onepage&q=dise%C3%B1o%20es-  
tructural&f=false](https://books.google.com.ec/books?hl=es&lr=&id=VSntDwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PT8&dq=dise%C3%B1o+estructural&ots=SOlj05qqgn&sig=8-NDW8FdWJTCLRpHis3bPZ20kRc&redir_esc=y#v=onepage&q=dise%C3%B1o%20estructural&f=false)

Instituto Geofísico de la Escuela Politécnica Nacional. (2016, April 17). INFORME

SÍSMICO ESPECIAL N. 8 - 2016. <https://www.igepn.edu.ec/servicios/noticias/1312-informe-sismico-especial-n-8-2016>

Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC). (2017, octubre 6). Guayaquil en cifras.

<https://www.ecuadorencifras.gob.ec/guayaquil-en-cifras/#:~:text=A1%202017%20Guayaquil%20tiene%20%60644.891%20habitantes%20C%20lo%20que,lugar%20con%20746%20habitantes%20menos%20C%20seg%C3%BA n%20proyecciones%20poblacionales.>

Instituto Nacional de Estadística y Censos [INEC]. (2022, julio). Encuesta Nacional de

Empleo, Desempleo y Subempleo (ENEMDU), junio 2022. N° 11-2022-ENEMDU.

[https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/POBREZA/2022/Junio\\_2022/202206\\_Boletin\\_pobreza.pdf](https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/POBREZA/2022/Junio_2022/202206_Boletin_pobreza.pdf)

Intaco. (2023). El sistema de pisos que supera todas las pruebas. Línea de Morteros

industrializados líder de la construcción. <https://www.intaco.com/ecuador/wp-content/uploads/sites/8/2020/12/Folleto-digital-Sistema-de-pisos.pdf>

Jiménez, R. (2018). Diseño e Implementación de un Sistema Aplicando el Lenguaje de

Programación LUA para el Análisis de Elementos Estructurales en Edificaciones [Tesis,

Universidad Nacional de Ucayali].

<http://repositorio.unu.edu.pe/bitstream/handle/UNU/3613/UNU-CIVIL-2018-ROBERTJIMENEZ.pdf?sequence=3&isAllowed=y>

La Comisión de Asentamientos Humanos y la Estrategia Mundial de Vivienda. (2000).

Informe de la Comisión de Asentamientos Humanos sobre la aplicación de la Estrategia Mundial de la Vivienda hasta el Año 2000.

<https://documents.un.org/doc/undoc/gen/n95/154/20/pdf/n9515420.pdf?token=59qn42HPeBu94Zpg0u&fe=true>

- Lara, L., Aguirre, H., & Gallegos, M. (2018). Estructuras Aporticadas de Hormigón Armado que Colapsaron en el Terremoto del 16 de abril de 2016 en Tabuga–Ecuador. *Revista Politécnica*, 42(1), 37–46.  
[http://scielo.senescyt.gob.ec/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1390-01292018000400037&lng=es&nrm=iso&tlng=es](http://scielo.senescyt.gob.ec/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1390-01292018000400037&lng=es&nrm=iso&tlng=es)
- Leguizamo, J. (2009). Definición Vivienda de Interés Social, Derecho de Petición No. 4120-E1-101503 del 1 de septiembre de 2009. [www.minambiente.gov.co](http://www.minambiente.gov.co)
- López, J., Oller, S., & Oñate, E. (1998). Cálculo del comportamiento de la mampostería mediante elementos finitos (International Centre for Numerical Methods in Engineering (CIMNE), Ed.). Centro Internacional de Métodos Numéricos en Ingeniería.  
<https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2117/188175/428483.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Mackliff, C. (2018). Informalidad Urbana: Comprendiendo el problema de la tenencia de la tierra en Promesa de Dios, Monte Sinaí, Guayaquil [Tesis (Maestría), Pontificia Universidad Católica del Ecuador]. <https://repositorio.puce.edu.ec/items/c5a66d56-6d9f-4de6-b215-2f1d69ae8954>
- Mármol, P. (2010). Hormigones con Fibras de Acero Características Mecánicas [Tesis (Máster), Universidad Politécnica de Madrid].  
[https://oa.upm.es/4510/1/TESIS\\_MASTER\\_PATRICIA\\_CRISTINA\\_MARMOL\\_SALAZAR.pdf](https://oa.upm.es/4510/1/TESIS_MASTER_PATRICIA_CRISTINA_MARMOL_SALAZAR.pdf)
- Medina, J., & Moscoso, Á. (2022). Análisis de unión viga-columna mediante el método de los elementos finitos para definir un armado eficiente. *Revista Investigación & Desarrollo*, 22(1), 77–93. <https://doi.org/10.23881/idupbo.022.1-7i>
- Ministerio de Transporte y Obras Públicas (MTO). (2015). Norma Ecuatoriana de la Construcción - NEC.

- Modular Building Institute. (2021). 2021 Canadian Commercial Modular Construction Report. <https://www.stackmodular.com/wp-content/uploads/2022/02/MBI-Canadian-annual-report-2021-FOR-DIGITAL.pdf>
- Montenegro, C. F., & Velastegui, I. J. (2013). Estructura del sector microempresarial formal e informal en la ciudad de Guayaquil, sector norte. Correspondencia a la línea de investigación: emprendimiento e innovación. <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/5255/1/UPS-GT000428.pdf>
- Muenala, J. (2017). Industrialización en la construcción de vivienda de interés social en el Ecuador. Universitat Politècnica de València. <https://riunet.upv.es:443/handle/10251/77886>
- Muñoz, M., Muñoz, J., & Muñoz, D. (2019). Ciclo de Vida Energético y Huella de Carbono en dos tipos de residencias familiares en la Ciudad de Lima. [https://repositorio.upla.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12848/847/INVESTIG%20INFO RME%20FINAL%20Mauricio%20Mu%c3%b1oz.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.upla.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12848/847/INVESTIG%20INFO%20RME%20FINAL%20Mauricio%20Mu%c3%b1oz.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- NEC: Cargas (No Sísmicas) [NEC-SE-CG]. (2014). CARGAS (NO SÍSMICAS). <https://www.habitatyvivienda.gob.ec/wp-content/uploads/2023/03/1.-NEC-SE-CG-Cargas-No-Sismicas.pdf>
- NEC: Estructuras de Hormigón Armado [NEC-SE-HM]. (2014a). ESTRUCTURAS DE HORMIGÓN ARMADO. <https://www.habitatyvivienda.gob.ec/wp-content/uploads/2023/03/8.-NEC-SE-HM-Hormigon-Armado.pdf>
- NEC: Estructuras de Hormigón Armado [NEC-SE-HM]. (2014b). ESTRUCTURAS DE HORMIGÓN ARMADO. <https://www.habitatyvivienda.gob.ec/wp-content/uploads/2023/03/8.-NEC-SE-HM-Hormigon-Armado.pdf>

- NEC: Geotécnica y Cimentaciones [NEC-SE-GC]. (2014). GEOTÉCNIA Y CIMENTACIONES. <https://www.habitatyvivienda.gob.ec/wp-content/uploads/2023/03/7.-NEC-SE-GC-Geotecnia-y-Cimentaciones.pdf>
- NEC: Peligro Sísmico [NEC-SE-DS]. (2014a). PELIGRO SÍSMICO DISEÑO SISMO RESISTENTE. <https://www.habitatyvivienda.gob.ec/wp-content/uploads/2023/03/2.-NEC-SE-DS-Peligro-Sismico-parte-1.pdf>
- NEC: Peligro Sísmico [NEC-SE-DS]. (2014b). PELIGRO SÍSMICO DISEÑO SISMO RESISTENTE. <https://www.habitatyvivienda.gob.ec/wp-content/uploads/2023/03/2.-NEC-SE-DS-Peligro-Sismico-parte-1.pdf>
- Olmo, I., & González, C. (2013). Guías Comparativas para Seleccionar Método de Construcción Tradicional vs. Prefabricado. *Revista de La Universidad Politécnica de Puerto Rico*, 1–7.  
<http://prcrepository.org:8080/xmlui/handle/20.500.12475/894?show=full>
- Organización de las Naciones Unidas [ONU]. (2024). Guayaquil, Ecuador Metro Area Population 1950-2024. [https://www.Macrotrends.Net/Global-Metrics/Cities/20903/Guayaquil/Population#google\\_vignette](https://www.Macrotrends.Net/Global-Metrics/Cities/20903/Guayaquil/Population#google_vignette).
- Pan, W., & Zhang, Z. (2023). Benchmarking the sustainability of concrete and steel modular construction for buildings in urban development. *Sustainable Cities and Society*, 90. <https://doi.org/10.1016/j.scs.2023.104400>
- Peña, J., Paye, A., & Franco, J. (2014). Propuesta para la utilización de losas de entrepisos prefabricados y su evaluación costo-tiempo. *Sinergia e Innovación*, 2(2), 1–29. <http://hdl.handle.net/10757/337192>
- Pinzón, E., & Villafañe, J. (2020). Análisis de factores influyentes en el refuerzo de suelo cohesivo drenado usando geos sintéticos, aplicado a cimentaciones superficiales, a través del método de elementos finitos [Tesis (Grado), Universidad de la Costa].

<https://repositorio.cuc.edu.co/bitstream/handle/11323/8480/An%C3%A1lisis%20de%20factores%20influyentes%20en%20el%20refuerzo%20de%20suelo%20cohesivo%20drenado%20usando%20geo%20sint%C3%A9ticos%20aplicado%20a%20cimentaciones%20superficiales%20a%20trav%C3%A9s%20del%20m%C3%A9todo%20de%20elementos%20finitos.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Prieto, S. (2014). Panel prefabricado de hormigón aliviano a base de papel periódico y cartón reciclado, destinado a vivienda de interés social. *Revista de La Facultad de Arquitectura y Urbanismo de La Universidad de Cuenca*, 3(5), 51–61.

<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6118856>

Prodac. (2008). *Manual Técnico Mallas Electrosoldadas 2008*.

Project Management Institute [PMI]. (2013). *Guía de los fundamentos para la dirección de proyectos (Guía del PMBOK) (5th ed., Vol. 1)*. Project Management Institute.

[https://topodata.com/wp-](https://topodata.com/wp-content/uploads/2019/10/PMBOK_Guide5th_Spanish.pdf)

[content/uploads/2019/10/PMBOK\\_Guide5th\\_Spanish.pdf](https://topodata.com/wp-content/uploads/2019/10/PMBOK_Guide5th_Spanish.pdf)

Ramírez, D. (2014). *Comportamiento dinámico de uniones viga-columna con anclajes adhesivos [Tesis (Posgrado)]*. Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito.

Ramón, A. (2021). *Los procesos de industrialización de la construcción tradicional [Tesis (Grado)]*, Universidad Politécnica de Madrid].

[https://oa.upm.es/67752/1/TFG\\_Jun21\\_Martin\\_Ramon\\_Alberto.pdf](https://oa.upm.es/67752/1/TFG_Jun21_Martin_Ramon_Alberto.pdf)

Rea, A. (2017). *Gestión de residuos en la construcción: plan de gestión de residuos generados en construcciones de vivienda multifamiliar en el ecuador [Tesis (Maestría)]*,

Universidad de Cuenca].

<https://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/28544/1/GESTION%20DE%20RESIDUOS%20DE%20CONSTRUCCION%20REA%20LOZANO%20ADRIANA%20ESTEFANIA.pdf>

- Reboredo, A. (2016). El diseño estructural (Diseño Editorial, Ed.; 1st ed.).  
[https://books.google.com.ec/books?hl=es&lr=&id=irszEAAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA9&dq=dise%C3%B1o+estructural&ots=TyKKD2X15j&sig=HmCV9\\_DgESPfqTEJH46X3m363DQ&redir\\_esc=y#v=onepage&q=dise%C3%B1o%20estructural&f=false](https://books.google.com.ec/books?hl=es&lr=&id=irszEAAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA9&dq=dise%C3%B1o+estructural&ots=TyKKD2X15j&sig=HmCV9_DgESPfqTEJH46X3m363DQ&redir_esc=y#v=onepage&q=dise%C3%B1o%20estructural&f=false)
- Reinoso, E., Rodríguez, M., & Betancourt, R. (2000). Manual de Diseño de Estructuras Prefabricadas y Presforzadas (UNAM, Ed.). ANIPPAC. [www.anippac.org.mx](http://www.anippac.org.mx)
- Rodríguez, A. (2014). Regeneración urbana, espacio integrador y vivienda social de uso flexible en centro histórico Rímac [Tesis (Grado), Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas (UPC)]. <http://hdl.handle.net/10757/312097>
- Rojas, M., & Arenas, J. (2008). Comparación Técnico-financiera del Acero Estructural y el Hormigón Armado. *Revista de La Facultad de Minas*, 75(155), 47–56.  
[http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0012-73532008000200005&lng=en&nrm=iso&tlng=es](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0012-73532008000200005&lng=en&nrm=iso&tlng=es)
- Sanabria, B. (2017). Análisis comparativo entre procesos de diseño y construcción de los sistemas tradicional y prefabricado de losas de entrepiso para edificaciones de hasta 4 niveles [Tesis (Grado), Universidad Católica de Colombia].  
<https://repository.ucatolica.edu.co/entities/publication/7ee00357-7f4e-46c6-be03-b0dddc0e49ef>
- Sánchez, M., Guerrero, M., Vayas, Á., & Villa, J. (2017). Desastres naturales – terremotos y seguros en Ecuador. *Revista Digital de Medio Ambiente “Ojeando La Agenda,”* 48, 1–17. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6105588>
- Secretaría de Gestión de Riesgos. (2011). Manual Práctico para la Caracterización Geológica y Sísmica de Guayaquil.
- Soibelman, L. (2000). Material de desperdicio en la industria de la construcción: incidencia y control.

[https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/56228196/4\\_Material\\_de\\_desperdicio\\_en\\_la\\_industria\\_de\\_la\\_construccion\\_incidencia\\_y\\_control-libre.pdf?1522775409=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DMATERIAL\\_DE\\_DESPERDICIO\\_EN\\_LA\\_INDUSTRIA.pdf&Expires=1719471420&Signature=LfRyX7q-1aZIYymQZEjM4OVfex5ELEbuZe85mBI61yU1zleHecaSlvck7RLFXoQsgFbYIimoe17CJKUSlh9QMPuV7sBYQX23gmUxlW~~dPSi8pZds0kKb8jgKJc9q6NAp~9lXmUOQgVCha8WJ3GBImKGSCg6own0NR3dzRuzGC0apmqd9LEclxN3IfqAArArsiqPUdt~ypfJuHPE952yp3GUSTI9xUM1rioKKU4G7ujK2R-kjdxjh-1ilezEd5wVawYzFSDvVofY1fd~OcnVfbcwWgCfi5TiC0ZuByt0ezTkM~x4vBGtD1ehI4bjvif1mnL5tLn~rmoJ5bJh3o1JWQ\\_\\_&Key-Pair-Id=APKAJLOHF5GGSLRBV4ZA](https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/56228196/4_Material_de_desperdicio_en_la_industria_de_la_construccion_incidencia_y_control-libre.pdf?1522775409=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DMATERIAL_DE_DESPERDICIO_EN_LA_INDUSTRIA.pdf&Expires=1719471420&Signature=LfRyX7q-1aZIYymQZEjM4OVfex5ELEbuZe85mBI61yU1zleHecaSlvck7RLFXoQsgFbYIimoe17CJKUSlh9QMPuV7sBYQX23gmUxlW~~dPSi8pZds0kKb8jgKJc9q6NAp~9lXmUOQgVCha8WJ3GBImKGSCg6own0NR3dzRuzGC0apmqd9LEclxN3IfqAArArsiqPUdt~ypfJuHPE952yp3GUSTI9xUM1rioKKU4G7ujK2R-kjdxjh-1ilezEd5wVawYzFSDvVofY1fd~OcnVfbcwWgCfi5TiC0ZuByt0ezTkM~x4vBGtD1ehI4bjvif1mnL5tLn~rmoJ5bJh3o1JWQ__&Key-Pair-Id=APKAJLOHF5GGSLRBV4ZA)

Solano, A., & Villacrés, C. (2010). Categorización y definición socioespacial del barrio como unidad básica territorial para el desarrollo urbano; Los Barrios en Guayaquil.

Universidad Católica de Santiago de Guayaquil.

Terrados, F. J., Baco, L., & Moreno, D. (2015). Patio 2.12: Vivienda prefabricada, sostenible, autosuficiente y energéticamente eficiente. Participación en la competición Solar Decathlon Europe 2012. *Informes de La Construcción*, 67(538), 1–11.

<https://doi.org/10.3989/ic.13.138>

Thurairajah, N., Rathnasinghe, A., Ali, M., & Shashwat, S. (2023). Unexpected Challenges in the Modular Construction Implementation: Are UK Contractors Ready? *Sustainability*, 15(10). <https://doi.org/10.3390/su15108105>

Valtierra, J., & Vázquez, L. (2021). La vivienda informal y su impacto ambiental desde la sustentabilidad Informal housing and its environmental impact from sustainability.

*Revista Internacional de Desarrollo Regional Sustentable*, 6(2), 184–201.

<http://www.rinderesu.com/index.php/rinderesu/article/view/125/127>

Villacrés, C. (2014). Apropriación del espacio en la Informalidad: Asentamientos Informales en Guayaquil.

<https://polired.upm.es/index.php/territoriosenformacion/article/view/2992/3054>

Villavicencio, G. (2011). Las invasiones de tierras en Guayaquil: historia y coyuntura política. *La Tendencia: Revista de Análisis Político*, 11, 109–116.

<http://hdl.handle.net/10469/4423>

Weather Spark. (2024). El clima y el tiempo promedio en todo el año en Guayaquil.

<https://es.weatherspark.com/y/19346/Clima-promedio-en-Guayaquil-Ecuador-durante-todo-el-a%C3%B1o>

Yañez, D., Durán, J., & Márques, K. (2022). Estudio de factibilidad de casas prefabricadas de interés social en Cúcuta-Norte de Santander. *Revista Formación Estratégica*, 3(1), 80–

97. <https://www.formacionestrategica.com/index.php/foes/article/view/77>

## Anexo – Análisis de precios unitarios de la alternativa A1

**Figura 87**

*Rubro 1.1*

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS						
PROYECTO:	Edificando Oportunidades: Construcción de Viviendas de Interés Social en Guayaquil					
CÓDIGO DE PROYECTO:	INGE-2567					
COD. RUBRO:	1.1	UNIDAD:	m <sup>2</sup>			
RUBRO:	Limpieza y desbroce manual de terreno natural	RENDIMIENTO:	0.12 Horas/m <sup>2</sup>			
ACTIVIDAD:	Trabajos Preliminares					
<b>EQUIPOS</b>						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Herramientas menores (5% de M.O.)						\$0.06
SUBTOTAL (M)						\$0.06
<b>MANO DE OBRA</b>						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Peón	Hora	1.00	4.05	\$4.05	0.1200	\$0.49
SUBTOTAL (N)						\$0.49
<b>MATERIALES</b>						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNITARIO B	COSTO C=A*B		
SUBTOTAL (O)						\$0.00
<b>TRANSPORTE</b>						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B		
SUBTOTAL (P)						\$0.00
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)						\$0.55
INDIRECTOS Y UTILIDADES					20%	\$0.1092
OTROS INDIRECTOS					0%	\$0.0000
COSTO TOTAL DEL RUBRO						\$0.6552
VALOR DEL RUBRO						\$0.66

*Nota.* Elaboración propia en Excel.

Figura 88

## Rubro 1.2

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS						
PROYECTO:	Edificando Oportunidades: Construcción de Viviendas de Interés Social en Guayaquil					
CÓDIGO DE PROYECTO:	INGE-2567					
COD. RUBRO:	1.2	UNIDAD:	u			
RUBRO:	Tala y desraizada de árboles	RENDIMIENTO:	1 Horas/u			
ACTIVIDAD:	Trabajos Preliminares					
<b>EQUIPOS</b>						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Herramientas menores (10% de M.O.)		1.00	3.5	\$3.50	1.0000	\$3.50
Motosierra	D	1.00	7.9	\$7.90	1.0000	\$7.90
SUBTOTAL (M)						\$11.40
<b>MANO DE OBRA</b>						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Peón	Hora	2.00	17.5	\$35.00	1.0000	\$35.00
SUBTOTAL (N)						\$35.00
<b>MATERIALES</b>						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNITARIO B	COSTO C=A*B		
SUBTOTAL (O)						\$0.00
<b>TRANSPORTE</b>						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B		
SUBTOTAL (P)						\$0.00
				TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)		\$46.40
				INDIRECTOS Y UTILIDADES	20%	\$9.2800
				OTROS INDIRECTOS	0%	\$0.0000
				COSTO TOTAL DEL RUBRO		\$55.6800
				VALOR DEL RUBRO		\$55.68

Nota. Elaboración propia en Excel.

Figura 89

## Rubro 1.3

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS						
PROYECTO:	Edificando Oportunidades: Construcción de Viviendas de Interés Social en Guayaquil					
CÓDIGO DE PROYECTO:	INGE-2567					
COD. RUBRO:	1.3	UNIDAD:	m <sup>2</sup>			
RUBRO:	Replanteo y nivelación	RENDIMIENTO:	0.10 Horas/m <sup>2</sup>			
ACTIVIDAD:	Trabajos Preliminares					
<b>EQUIPOS</b>						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Herramientas menores (5% de M.O.)						\$0.04
Teodolito	Hora	0.02	6.6	\$0.13		\$0.13
SUBTOTAL (M)						\$0.17
<b>MANO DE OBRA</b>						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Peón	Hora	1.00	4.05	\$4.05	0.1000	\$0.41
Carpintero	Hora	0.50	4.10	\$2.05	0.1000	\$0.21
Maestro de Obra	Hora	0.25	5.69	\$1.42	0.1000	\$0.14
SUBTOTAL (N)						\$0.75
<b>MATERIALES</b>						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNITARIO B	COSTO C=A*B		
Cementina 25 Kg	saco	0.05	\$3.90	\$0.20		
Cuartón 4 x 2	u	0.10	\$1.10	\$0.11		
Clavos chicos 2, 2 1/2", 3", 3 1/2" (30kg)	caja	0.005	\$63.83	\$0.32		
Tiras madera 4x4x250 cm	u	0.20	\$0.40	\$0.08		
SUBTOTAL (O)						\$0.70
<b>TRANSPORTE</b>						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B		
SUBTOTAL (P)						\$0.00
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)						\$1.63
INDIRECTOS Y UTILIDADES					20%	\$0.3257
OTROS INDIRECTOS					0%	\$0.0000
COSTO TOTAL DEL RUBRO						\$1.9541
VALOR DEL RUBRO						\$1.95

Nota. Elaboración propia en Excel.

Figura 90

## Rubro 1.4

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS						
PROYECTO:	Edificando Oportunidades: Construcción de Viviendas de Interés Social en Guayaquil					
CÓDIGO DE PROYECTO:	INGE-2567					
COD. RUBRO:	1.4	UNIDAD:	glb			
RUBRO:	Instalación provisional de agua	RENDIMIENTO:	0.75 Horas/glb			
ACTIVIDAD:	Trabajos Preliminares					
<b>EQUIPOS</b>						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Herramientas menores (5% de M.O.)						\$0.47
SUBTOTAL (M)						\$0.47
<b>MANO DE OBRA</b>						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Peón	Hora	1.00	4.05	\$4.05	0.7500	\$3.04
Plomero	Hora	1.00	4.10	\$4.10	0.7500	\$3.08
Maestro de Obra	Hora	0.76	5.69	\$4.32	0.7500	\$3.24
SUBTOTAL (N)						\$9.36
<b>MATERIALES</b>						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNITARIO B	COSTO C=A*B		
Llave de manguera. Manija "T". 1/2"	u	1.00	\$9.55	\$9.55		
Manguera flex PE 1/2"	m	20.00	\$0.40	\$8.00		
Montura & Accesorios para acometida de agua	u	1.000	\$30.00	\$30.00		
SUBTOTAL (O)						\$47.55
<b>TRANSPORTE</b>						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B		
SUBTOTAL (P)						\$0.00
				TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)		\$57.38
				INDIRECTOS Y UTILIDADES	20%	\$11.4752
				OTROS INDIRECTOS	0%	\$0.0000
				COSTO TOTAL DEL RUBRO		\$68.8510
				VALOR DEL RUBRO		\$68.85

Nota. Elaboración propia en Excel.

Figura 91

## Rubro 1.5

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS						
PROYECTO:	Edificando Oportunidades: Construcción de Viviendas de Interés Social en Guayaquil					
CÓDIGO DE PROYECTO:	INGE-2567					
COD. RUBRO:	1.5	UNIDAD:	glb			
RUBRO:	Instalacion provisional luz, no incluye tarifa consumo	RENDIMIENTO:	2.00 Horas/mes			
ACTIVIDAD:	Trabajos Preliminares					
<b>EQUIPOS</b>						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Herramientas menores (5% de M.O.)						\$0.41
SUBTOTAL (M)						\$0.41
<b>MANO DE OBRA</b>						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Electricista	Hora	1.00	4.1	\$4.10	2.0000	\$8.20
SUBTOTAL (N)						\$8.20
<b>MATERIALES</b>						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNITARIO B	COSTO C=A*B		
Breaker 2 polos 32-63 AMPS.SQUARE D	u	0.34	\$16.55	\$5.63		
Luz	mes	1.00	\$25.00	\$25.00		
Tuberia galv. EMT 1 1/2"x3m	u	0.18	\$15.45	\$2.78		
Base Socket	u	0.17	\$12.90	\$2.19		
Reversible EMT de 2"	u	0.17	\$9.75	\$1.66		
Base Medidor Clase 100	u	0.17	\$18.55	\$3.15		
Foco 100w	u	1.00	\$0.95	\$0.95		
SUBTOTAL (O)						\$41.36
<b>TRANSPORTE</b>						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B		
SUBTOTAL (P)						\$0.00
				TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)		\$49.97
				INDIRECTOS Y UTILIDADES	20%	\$9.9944
				OTROS INDIRECTOS	0%	\$0.0000
				COSTO TOTAL DEL RUBRO		\$59.9664
				VALOR DEL RUBRO		\$59.97

Nota. Elaboración propia en Excel.

Figura 92

## Rubro 1.6

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS						
PROYECTO:	Edificando Oportunidades: Construcción de Viviendas de Interés Social en Guayaquil					
CÓDIGO DE PROYECTO:	INGE-2567					
COD. RUBRO:	1.6	UNIDAD:	m			
RUBRO:	Cerramiento provisional h=2.40m metalico galvalume e=0.40mm	RENDIMIENTO:	0.57 Horas/m			
ACTIVIDAD:	Trabajos Preliminares					
<b>EQUIPOS</b>						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Herramientas menores (5% de M.O.)						\$0.26
SUBTOTAL (M)						\$0.26
<b>MANO DE OBRA</b>						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Peón	Hora	2.00	4.05	\$8.10	0.5700	\$4.62
Maestro de Obra	Hora	0.20	5.69	\$1.14	0.5700	\$0.65
SUBTOTAL (N)						\$5.27
<b>MATERIALES</b>						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNITARIO B	COSTO C=A*B		
Estilpanel/techos galvalume AR-2 e=0.40mm	m <sup>2</sup>	2.40	\$10.68	\$25.63		
SUBTOTAL (O)						\$25.63
<b>TRANSPORTE</b>						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B		
SUBTOTAL (P)						\$0.00
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)						\$31.16
INDIRECTOS Y UTILIDADES						20% \$6.2315
OTROS INDIRECTOS						0% \$0.0000
COSTO TOTAL DEL RUBRO						\$37.3892
VALOR DEL RUBRO						\$37.39

Nota. Elaboración propia en Excel.

Figura 93

## Rubro 1.7

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS						
PROYECTO:	Edificando Oportunidades: Construcción de Viviendas de Interés Social en Guayaquil					
CÓDIGO DE PROYECTO:	INGE-2567					
COD. RUBRO:	1.7				UNIDAD:	m <sup>2</sup>
RUBRO:	Bodega provisional				RENDIMIENTO:	1.00 Horas/m <sup>2</sup>
ACTIVIDAD:	Trabajos Preliminares					
<b>EQUIPOS</b>						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Herramientas menores (5% de M.O.)						\$0.51
					SUBTOTAL (M)	\$0.51
<b>MANO DE OBRA</b>						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Peón	Hora	2.00	4.05	\$8.10	1.0000	\$8.10
Maestro de Obra	Hora	0.38	5.69	\$2.16	1.0000	\$2.16
					SUBTOTAL (N)	\$10.26
<b>MATERIALES</b>						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNITARIO B	COSTO C=A*B		
Tabla dura de encofrado de 0.20 m.	u	5.00	\$4.72	\$23.60		
Cuartón 4 x 2	u	2.00	\$1.50	\$3.00		
Estilpanel/paredes galvalume AR-5 e=0.40mm	m <sup>2</sup>	1.10	\$10.98	\$12.08		
Clavos	kg	0.40	\$1.03	\$0.41		
Tiras 2.5x2.5x250	u	2.00	\$0.38	\$0.76		
Viga de madera tratada 15x15 cm	m	0.50	\$3.00	\$1.50		
Alfajia 6x6x250 cm	u	1.00	\$2.50	\$2.50		
					SUBTOTAL (O)	\$43.85
<b>TRANSPORTE</b>						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B		
					SUBTOTAL (P)	\$0.00
				TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)		\$54.62
				INDIRECTOS Y UTILIDADES	20%	\$10.9244
				OTROS INDIRECTOS	0%	\$0.0000
				COSTO TOTAL DEL RUBRO		\$65.5466
				VALOR DEL RUBRO		\$65.55

Nota. Elaboración propia en Excel.

## Figura 94

## Rubro 2.1

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS						
PROYECTO:	Edificando Oportunidades: Construcción de Viviendas de Interés Social en Guayaquil					
CÓDIGO DE PROYECTO:	INGE-2567					
COD. RUBRO:	2.1	UNIDAD:	m <sup>3</sup>			
RUBRO:	Excavacion sin clasificar	RENDIMIENTO:	0.17 Horas/m <sup>3</sup>			
ACTIVIDAD:	Movimiento de Tierras					
<b>EQUIPOS</b>						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Herramientas menores (5% de M.O.)						\$0.07
Retroexcavadora sobre neumáticos	Hora	1.00	25.94	\$25.94	0.1700	\$4.41
SUBTOTAL (M)						\$4.48
<b>MANO DE OBRA</b>						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Peón	Hora	1.00	4.05	\$4.05	0.1700	\$0.69
Retroexcavadora OP	Hora	1.00	4.55	\$4.55	0.1700	\$0.77
SUBTOTAL (N)						\$1.46
<b>MATERIALES</b>						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNITARIO B	COSTO C=A*B		
SUBTOTAL (O)						\$0.00
<b>TRANSPORTE</b>						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B		
SUBTOTAL (P)						\$0.00
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)						\$5.94
INDIRECTOS Y UTILIDADES					20%	\$1.1884
OTROS INDIRECTOS					0%	\$0.0000
COSTO TOTAL DEL RUBRO						\$7.1302
VALOR DEL RUBRO						\$7.13

Nota. Elaboración propia en Excel.

Figura 95

## Rubro 2.2

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS						
PROYECTO:	Edificando Oportunidades: Construcción de Viviendas de Interés Social en Guayaquil					
CÓDIGO DE PROYECTO:	INGE-2567					
COD. RUBRO:	2.2	UNIDAD:	m <sup>3</sup>			
RUBRO:	Relleno compactado para cimentación	RENDIMIENTO:	0.03 Horas/m <sup>3</sup>			
ACTIVIDAD:	Movimiento de Tierras					
<b>EQUIPOS</b>						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Herramientas menores (5% de M.O.)						\$0.02
Excavadora de 311 HP	Hora	1.00	83.75	\$83.75	0.0286	\$2.40
Compactador Med: Manual SHP	Hora	1.00	3.84	\$3.84	0.0286	\$0.11
SUBTOTAL (M)						\$2.53
<b>MANO DE OBRA</b>						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Peón	Hora	1.00	4.05	\$4.05	0.0286	\$0.12
Excavadora OP	Hora	1.00	4.55	\$4.55	0.0286	\$0.13
"Engrasador o abastecedor responsable en construcción (En Construcción-Estr.Oc.D2)	Hora	2.00	4.1	\$8.20	0.0286	\$0.23
SUBTOTAL (N)						\$0.48
<b>MATERIALES</b>						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNITARIO B	COSTO C=A*B		
Cascajo grueso inc. Transporte	m <sup>3</sup>	1.05	\$7.50	\$7.88		
SUBTOTAL (O)						\$7.88
<b>TRANSPORTE</b>						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B		
SUBTOTAL (P)						\$0.00
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)						\$10.89
INDIRECTOS Y UTILIDADES					20%	\$2.1780
OTROS INDIRECTOS					0%	\$0.0000
COSTO TOTAL DEL RUBRO						\$13.0680
VALOR DEL RUBRO						\$13.07

Nota. Elaboración propia en Excel.

Figura 96

## Rubro 2.3

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS						
PROYECTO:	Edificando Oportunidades: Construcción de Viviendas de Interés Social en Guayaquil					
CÓDIGO DE PROYECTO:	INGE-2567					
COD. RUBRO:	2.3				UNIDAD:	m <sup>3</sup>
RUBRO:	Relleno compactado con material de préstamo importado				RENDIMIENTO:	0.60 Horas/m <sup>3</sup>
ACTIVIDAD:	Movimiento de Tierras					
<b>EQUIPOS</b>						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Herramientas menores (5% de M.O.)						\$0.12
Plancha vibroapisonadora	Hora	1.00	6.26	\$6.26	0.6000	\$3.76
SUBTOTAL (M)						<b>\$3.88</b>
<b>MANO DE OBRA</b>						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Peón	Hora	1.00	4.05	\$4.05	0.6000	\$2.43
SUBTOTAL (N)						<b>\$2.43</b>
<b>MATERIALES</b>						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNITARIO B	COSTO C=A*B		
Cascajo grueso inc. Transporte	m <sup>3</sup>	1.25	\$7.50	\$9.38		
SUBTOTAL (O)						<b>\$9.38</b>
<b>TRANSPORTE</b>						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B		
SUBTOTAL (P)						<b>\$0.00</b>
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)						\$15.69
INDIRECTOS Y UTILIDADES					20%	\$3.1380
OTROS INDIRECTOS					0%	\$0.0000
COSTO TOTAL DEL RUBRO						\$18.8280
VALOR DEL RUBRO						<b>\$18.83</b>

Nota. Elaboración propia en Excel.

Figura 97

## Rubro 2.4

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS						
PROYECTO:	Edificando Oportunidades: Construcción de Viviendas de Interés Social en Guayaquil					
CÓDIGO DE PROYECTO:	INGE-2567					
COD. RUBRO:	2.4	UNIDAD:	m <sup>3</sup>			
RUBRO:	Desalojo de materiales con volqueta (transporte 10 km)	RENDIMIENTO:	0.005 Horas/m <sup>3</sup>			
ACTIVIDAD:	Movimiento de Tierras					
<b>EQUIPOS</b>						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Herramientas menores (5% de M.O.)						\$0.03
Cargadora Frontal	Hora	1.00	35.2	\$35.20	0.0049	\$0.17
Volqueta 8m <sup>3</sup>	Hora	15.00	30	\$450.00	0.0049	\$2.21
SUBTOTAL (M)						<b>\$2.41</b>
<b>MANO DE OBRA</b>						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Maestro de Obra	Hora	0.75	5.69	\$4.27	0.0049	\$0.02
Operadores Equipo	Hora	1.00	4.55	\$4.55	0.0049	\$0.02
Chofer	Hora	15.00	5.95	\$89.25	0.0049	\$0.44
Engrasador o abastecedor responsable	Hora	1.00	4.1	\$4.10	0.0049	\$0.02
SUBTOTAL (N)						<b>\$0.50</b>
<b>MATERIALES</b>						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNITARIO B	COSTO C=A*B		
SUBTOTAL (O)						<b>\$0.00</b>
<b>TRANSPORTE</b>						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B		
SUBTOTAL (P)						<b>\$0.00</b>
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)						\$2.91
INDIRECTOS Y UTILIDADES						20% \$0.5820
OTROS INDIRECTOS						0% \$0.0000
COSTO TOTAL DEL RUBRO						<b>\$3.4920</b>
VALOR DEL RUBRO						<b>\$3.49</b>

Nota. Elaboración propia en Excel.

Figura 98

## Rubro 3.1

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS						
PROYECTO:	Edificando Oportunidades: Construcción de Viviendas de Interés Social en Guayaquil					
CÓDIGO DE PROYECTO:	INGE-2567					
COD. RUBRO:	3.1	UNIDAD:	m <sup>2</sup>			
RUBRO:	Replanteo de hormigón simple fc=140kg/cm2 e=0.05m	RENDIMIENTO:	0.11 Horas/m <sup>2</sup>			
ACTIVIDAD:	Estructuras de Hormigón					
<b>EQUIPOS</b>						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Herramientas menores (5% de M.O.)						\$0.19
SUBTOTAL (M)						\$0.19
<b>MANO DE OBRA</b>						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Peón	Hora	6.00	4.05	\$24.30	0.1143	\$2.78
Albañil	Hora	2.00	4.10	\$8.20	0.1143	\$0.94
Maestro mayor en ejecución de obras civiles	Hora	0.10	5.69	\$0.57	0.1143	\$0.07
SUBTOTAL (N)						\$3.78
<b>MATERIALES</b>						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNITARIO B	COSTO C=A*B		
Cemento Fuerte Tipo GU Saco 50 Kg - Holcim DISENSA	saco	0.38	\$7.14	\$2.68		
Arena homogenizada (0-5mm) inc. Transporte	m <sup>3</sup>	0.03	\$15.00	\$0.45		
Piedra #3/4 fina inc. Transporte	m <sup>3</sup>	0.04	\$24.14	\$0.97		
Agua	m <sup>3</sup>	0.01	\$1.24	\$0.01		
SUBTOTAL (O)						\$4.11
<b>TRANSPORTE</b>						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B		
Transporte de varios	%MT	6%MT		\$0.25		
SUBTOTAL (P)						\$0.25
				TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)		\$8.33
				INDIRECTOS Y UTILIDADES	20%	\$1.6660
				OTROS INDIRECTOS	0%	\$0.0000
				COSTO TOTAL DEL RUBRO		\$9.9960
				VALOR DEL RUBRO		\$10.00

Nota. Elaboración propia en Excel.

## Figura 99

## Rubro 3.2

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS						
PROYECTO:	Edificando Oportunidades: Construcción de Viviendas de Interés Social en Guayaquil					
CÓDIGO DE PROYECTO:	INGE-2567					
COD. RUBRO:	3.2	UNIDAD:	m <sup>3</sup>			
RUBRO:	Hormigón f'c= 210 kg/cm2 en riostras y plintos	RENDIMIENTO:	1.14 Horas/m <sup>3</sup>			
ACTIVIDAD:	Estructuras de Hormigón					
<b>EQUIPOS</b>						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Herramientas menores (5% de M.O.)						\$2.38
Concretera de 1 saco	Hora	1.00	4.25	\$4.25	1.1400	\$4.85
Vibrador para concreto (Pot. 5.50hp)	Hora	1.00	3.55	\$3.55	1.1400	\$4.05
SUBTOTAL (M)						<b>\$11.27</b>
<b>MANO DE OBRA</b>						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Peón	Hora	7.00	4.05	\$28.35	1.1400	\$32.32
Albañil	Hora	2.00	4.10	\$8.20	1.1400	\$9.35
Maestro mayor en ejecución de obras civiles	Hora	0.20	5.69	\$1.14	1.1400	\$1.30
Carpintero	Hora	1.00	4.10	\$4.10	1.1400	\$4.67
SUBTOTAL (N)						<b>\$47.64</b>
<b>MATERIALES</b>						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNITARIO B	COSTO C=A*B		
Cemento Fuerte Tipo GU Saco 50 Kg - Holcim DISENSA	saco	7.50	\$7.14	\$53.55		
Arena homogenizada (0-5mm) inc. Transporte	m <sup>3</sup>	0.50	\$15.00	\$7.50		
Piedra #3/4 fina inc. Transporte	m <sup>3</sup>	0.60	\$24.14	\$14.48		
100 N Plastificante reductor de agua	kg	0.30	\$1.43	\$0.43		
Inhibidor de Corrosión Mixto Orgánico de Carboxilato	L	1.00	\$23.98	\$23.98		
Tablas semiduras para encofrado	u	8.32	\$4.03	\$33.53		
Cuartón semiduro encofrado	u	3.00	\$1.88	\$5.64		
Clavos para encofrado de 2 1/2"	kg	0.50	\$1.65	\$0.83		
Agua	m <sup>3</sup>	0.21	\$1.24	\$0.26		
SUBTOTAL (O)						<b>\$140.20</b>
<b>TRANSPORTE</b>						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B		
Transporte de varios	%MT	6%MT		\$8.41		
SUBTOTAL (P)						<b>\$8.41</b>
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)						\$207.52
INDIRECTOS Y UTILIDADES					20%	\$41.5040
OTROS INDIRECTOS					0%	\$0.0000
COSTO TOTAL DEL RUBRO						\$249.0240
VALOR DEL RUBRO						<b>\$249.02</b>

Nota. Elaboración propia en Excel.

Figura 100

## Rubro 3.3

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS						
PROYECTO:	Edificando Oportunidades: Construcción de Viviendas de Interés Social en Guayaquil					
CÓDIGO DE PROYECTO:	INGE-2567					
COD. RUBRO:	3.3	UNIDAD:	m <sup>3</sup>			
RUBRO:	Hormigon Estructural f'c=150kg/cm2 para contrapiso	RENDIMIENTO:	0.36 Horas/m <sup>3</sup>			
ACTIVIDAD:	Estructuras de Hormigón					
<b>EQUIPOS</b>						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Herramientas menores (5% de M.O.)						\$1.06
Concretera de 1 saco	Hora	1.00	4.25	\$4.25	0.3636	\$1.55
SUBTOTAL (M)						\$2.61
<b>MANO DE OBRA</b>						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Peón	Hora	11.00	4.05	\$44.55	0.3636	\$16.20
Albañil	Hora	2.00	4.10	\$8.20	0.3636	\$2.98
Maestro de Obra	Hora	1.00	5.69	\$5.69	0.3636	\$2.07
SUBTOTAL (N)						\$21.25
<b>MATERIALES</b>						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNITARIO B	COSTO C=A*B		
Cemento Fuerte Tipo GU Saco 50 Kg - Holcim DISENSA	saco	7.50	\$7.14	\$53.55		
Arena homogenizada (0-5mm) inc. Transporte	m <sup>3</sup>	0.53	\$15.00	\$7.95		
Piedra #3/4 fina inc. Transporte	m <sup>3</sup>	0.66	\$24.14	\$15.93		
Agua	m <sup>3</sup>	0.19	\$1.24	\$0.24		
Clavos para encofrado de 2 1/2"	kg	0.14	\$1.65	\$0.23		
Cuartón semiduro encofrado	u	0.24	\$1.88	\$0.45		
Tira semidura para encofrado	u	0.06	\$1.47	\$0.09		
Malla Electrosoldada Ø5.5mm c/15cm	m <sup>2</sup>	1.02	\$4.01	\$4.09		
SUBTOTAL (O)						\$82.53
<b>TRANSPORTE</b>						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B		
Transporte de varios	%MT	6%MT		\$4.95		
SUBTOTAL (P)						\$4.95
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)						\$111.34
INDIRECTOS Y UTILIDADES					20%	\$22.2680
OTROS INDIRECTOS					0%	\$0.0000
COSTO TOTAL DEL RUBRO						\$133.6080
VALOR DEL RUBRO						\$133.61

Nota. Elaboración propia en Excel.

Figura 101

## Rubro 3.4

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS						
PROYECTO:	Edificando Oportunidades: Construcción de Viviendas de Interés Social en Guayaquil					
CÓDIGO DE PROYECTO:	INGE-2567					
COD. RUBRO:	3.4	UNIDAD:	m <sup>3</sup>			
RUBRO:	Hormigón simple en columnas f'c=210kg/cm2 incluye encofrado	RENDIMIENTO:	0.67 Horas/m <sup>3</sup>			
ACTIVIDAD:	Estructuras de Hormigón					
<b>EQUIPOS</b>						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Herramientas menores (5% de M.O.)						\$4.67
Concretera 1 saco	Hora	5.33	4.48	\$23.88	0.6700	\$16.00
Vibrador de manguera (Pot. 5.50hp)	Hora	5.25	4.05	\$21.26	0.6700	\$14.25
SUBTOTAL (M)						<b>\$34.91</b>
<b>MANO DE OBRA</b>						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Peón	Hora	16.25	4.05	\$65.81	0.6700	\$44.09
Albañil	Hora	5.33	4.10	\$21.85	0.6700	\$14.64
Maestro de Obra	Hora	0.67	5.69	\$3.81	0.6700	\$2.55
Carpintero	Hora	6.00	4.10	\$24.60	0.6700	\$16.48
SUBTOTAL (N)						<b>\$77.77</b>
<b>MATERIALES</b>						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNITARIO B	COSTO C=A*B		
Cemento Fuerte Tipo GU Saco 50 Kg - Holcim DISENSA	saco	7.21	\$7.14	\$51.48		
Estacas	u	2.67	\$0.15	\$0.40		
Clavos	kg	0.96	\$1.03	\$0.99		
Alfajia 7 x 7 x 250	u	10.33	\$3.00	\$30.99		
Pingos	m	11.81	\$1.10	\$12.99		
Tablero contrachapado para encofrado 4x8	u	0.56	\$16.00	\$8.96		
Arena	m <sup>3</sup>	0.65	\$15.00	\$9.75		
Piedra #3/4 fina inc. Transporte	m <sup>3</sup>	0.66	\$24.14	\$15.93		
Agua	m <sup>3</sup>	0.22	\$1.24	\$0.27		
Aceite quemado	glb	0.62	\$0.44	\$0.27		
SUBTOTAL (O)						<b>\$132.04</b>
<b>TRANSPORTE</b>						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B		
Transporte de varios	%MT	6%MT		\$8.41		
SUBTOTAL (P)						<b>\$8.41</b>
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)						\$253.14
INDIRECTOS Y UTILIDADES					20%	\$50.6280
OTROS INDIRECTOS					0%	\$0.0000
COSTO TOTAL DEL RUBRO						\$303.7680
VALOR DEL RUBRO						<b>\$303.77</b>

Nota. Elaboración propia en Excel.

Figura 102

## Rubro 3.5

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS						
PROYECTO:	Edificando Oportunidades: Construcción de Viviendas de Interés Social en Guayaquil					
CÓDIGO DE PROYECTO:	INGE-2567					
COD. RUBRO:	3.5	UNIDAD:	m <sup>3</sup>			
RUBRO:	Hormigón simple en vigas f'c= 210 kg/cm2 incluye encofrado	RENDIMIENTO:	1.07 Horas/m <sup>3</sup>			
ACTIVIDAD:	Estructuras de Hormigón					
<b>EQUIPOS</b>						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Herramientas menores (5% de M.O.)						\$2.45
Concretera 1 saco	Hora	1.00	4.25	\$4.25	1.0671	\$4.54
Vibrador de manguera (Pot. 5.50hp)	Hora	1.00	3.55	\$3.55	1.0671	\$3.79
SUBTOTAL (M)						<b>\$10.77</b>
<b>MANO DE OBRA</b>						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Peón	Hora	8.00	4.05	\$32.40	1.0671	\$34.57
Albañil	Hora	2.00	4.10	\$8.20	1.0671	\$8.75
Maestro de Obra	Hora	0.20	5.69	\$1.14	1.0671	\$1.21
Carpintero	Hora	1.00	4.10	\$4.10	1.0671	\$4.38
SUBTOTAL (N)						<b>\$48.91</b>
<b>MATERIALES</b>						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNITARIO B	COSTO C=A*B		
Cemento Fuerte Tipo GU Saco 50 Kg - Holcim DISENSA	saco	7.50	\$7.14	\$53.55		
Arena homogenizada (0-5mm) inc. Transporte	m <sup>3</sup>	0.50	\$15.00	\$7.50		
Piedra #3/4 fina inc. Transporte	m <sup>3</sup>	0.60	\$24.14	\$14.48		
100 N Plastificante reductor de agua	kg	0.30	\$1.43	\$0.43		
Inhibidor de Corrosión Mixto Orgánico de Carboxilato	L	1.00	\$23.98	\$23.98		
Tablas semiduras para encofrado	u	8.30	\$4.03	\$33.45		
Cuartón semiduro encofrado	u	3.00	\$1.88	\$5.64		
Clavos para encofrado de 2 1/2"	kg	0.50	\$1.65	\$0.83		
Agua	m <sup>3</sup>	0.21	\$1.24	\$0.26		
SUBTOTAL (O)						<b>\$140.12</b>
<b>TRANSPORTE</b>						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B		
Transporte de varios	%MT	6%MT		\$8.41		
SUBTOTAL (P)						<b>\$8.41</b>
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)						\$208.22
INDIRECTOS Y UTILIDADES					20%	\$41.6440
OTROS INDIRECTOS					0%	\$0.0000
COSTO TOTAL DEL RUBRO						\$249.8640
VALOR DEL RUBRO						<b>\$249.86</b>

Nota. Elaboración propia en Excel.

Figura 103

## Rubro 3.6

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS						
PROYECTO:	Edificando Oportunidades: Construcción de Viviendas de Interés Social en Guayaquil					
CÓDIGO DE PROYECTO:	INGE-2567					
COD. RUBRO:	3.6	UNIDAD:	m <sup>3</sup>			
RUBRO:	Hormigón simple en escaleras f'c= 210 kg/cm2 incluye encofrado	RENDIMIENTO:	1.20 Horas/m <sup>3</sup>			
ACTIVIDAD:	Estructuras de Hormigón					
<b>EQUIPOS</b>						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Herramientas menores (5% de M.O.)						\$2.75
Concretera 1 saco	Hora	1.00	4.25	\$4.25	1.2013	\$5.11
Vibrador de manguera (Pot. 5.50hp)	Hora	1.00	3.55	\$3.55	1.2013	\$4.26
SUBTOTAL (M)						<b>\$12.12</b>
<b>MANO DE OBRA</b>						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Peón	Hora	8.00	4.05	\$32.40	1.2013	\$38.92
Albañil	Hora	2.00	4.10	\$8.20	1.2013	\$9.85
Maestro de Obra	Hora	0.20	5.69	\$1.14	1.2013	\$1.37
Carpintero	Hora	1.00	4.10	\$4.10	1.2013	\$4.93
SUBTOTAL (N)						<b>\$55.07</b>
<b>MATERIALES</b>						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNITARIO B	COSTO C=A*B		
Cemento Fuerte Tipo GU Saco 50 Kg - Holcim DISENSA	saco	7.50	\$7.14	\$53.55		
Arena homogenizada (0-5mm) inc. Transporte	m <sup>3</sup>	0.50	\$15.00	\$7.50		
Piedra #3/4 fina inc. Transporte	m <sup>3</sup>	0.60	\$24.14	\$14.48		
100 N Plastificante reductor de agua	kg	0.30	\$1.43	\$0.43		
Inhibidor de Corrosión Mixto Orgánico de Carboxilato	L	1.00	\$23.98	\$23.98		
Tablas semiduras para encofrado	u	8.30	\$4.03	\$33.45		
Cuartón semiduro encofrado	u	3.00	\$1.88	\$5.64		
Clavos para encofrado de 2 1/2"	kg	0.50	\$1.65	\$0.83		
Agua	m <sup>3</sup>	0.21	\$1.24	\$0.26		
SUBTOTAL (O)						<b>\$140.12</b>
<b>TRANSPORTE</b>						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B		
Transporte de varios	%MT	6%MT		\$8.41		
SUBTOTAL (P)						<b>\$8.41</b>
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)						\$215.72
INDIRECTOS Y UTILIDADES					20%	\$43.1440
OTROS INDIRECTOS					0%	\$0.0000
COSTO TOTAL DEL RUBRO						\$258.8640
VALOR DEL RUBRO						<b>\$258.86</b>

Nota. Elaboración propia en Excel.

Figura 104

## Rubro 3.7

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS						
PROYECTO:	Edificando Oportunidades: Construcción de Viviendas de Interés Social en Guayaquil					
CÓDIGO DE PROYECTO:	INGE-2567					
COD. RUBRO:	3.7	UNIDAD:	m			
RUBRO:	Pilares y antepechos f'c=210kg/cm2	RENDIMIENTO:	0.27 Horas/m			
ACTIVIDAD:	Estructuras de Hormigón					
<b>EQUIPOS</b>						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Herramientas menores (5% de M.O.)						\$0.45
Concretera 1 saco	Hora	1.00	4.25	\$4.25	0.2667	\$1.13
Vibrador de manguera (Pot. 5.50hp)	Hora	1.00	3.55	\$3.55	0.2667	\$0.95
Andamios metálicos	Hora	0.42	0.6	\$0.25	0.2667	\$0.07
Cizalla para hierro redondo	Hora	1.00	1.25	\$1.25	0.2667	\$0.33
SUBTOTAL (M)						<b>\$2.93</b>
<b>MANO DE OBRA</b>						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Peón	Hora	5.00	4.05	\$20.25	0.2667	\$5.40
Albañil	Hora	1.00	4.10	\$4.10	0.2667	\$1.09
Fierrero	Hora	1.00	4.10	\$4.10	0.2667	\$1.09
Maestro de Obra	Hora	0.20	5.69	\$1.14	0.2667	\$0.30
Carpintero	Hora	1.00	4.10	\$4.10	0.2667	\$1.09
SUBTOTAL (N)						<b>\$8.98</b>
<b>MATERIALES</b>						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNITARIO B	COSTO C=A*B		
Cemento Fuerte Tipo GU Saco 50 Kg - Holcim DISENSA	saco	0.08	\$7.14	\$0.60		
Arena homogenizada (0-5mm) inc. Transporte	m <sup>3</sup>	0.01	\$15.00	\$0.08		
Piedra #3/4 fina inc. Transporte	m <sup>3</sup>	0.01	\$24.14	\$0.19		
Acero de refuerzo fy=4200 kg/cm2	kg	1.63	\$1.11	\$1.81		
Tira semidura para encofrado	u	0.10	\$1.47	\$0.15		
Cuartón semiduro encofrado	u	0.20	\$1.88	\$0.38		
Tablas semiduras para encofrado	u	0.20	\$4.03	\$0.81		
Clavos de 2x1/2"	kg	0.10	\$1.65	\$0.17		
Agua	m <sup>3</sup>	0.01	\$1.24	\$0.01		
Alambre recocido #18	kg	0.03	\$1.58	\$0.05		
SUBTOTAL (O)						<b>\$4.23</b>
<b>TRANSPORTE</b>						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B		
Transporte de varios	%MT	6%MT		\$0.25		
SUBTOTAL (P)						<b>\$0.25</b>
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)						\$16.40
INDIRECTOS Y UTILIDADES					20%	\$3.2800
OTROS INDIRECTOS					0%	\$0.0000
COSTO TOTAL DEL RUBRO						\$19.6800
VALOR DEL RUBRO						<b>\$19.68</b>

Nota. Elaboración propia en Excel.

Figura 105

## Rubro 3.8

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS						
PROYECTO:	Edificando Oportunidades: Construcción de Viviendas de Interés Social en Guayaquil					
CÓDIGO DE PROYECTO:	INGE-2567					
COD. RUBRO:	3.8	UNIDAD:	m <sup>2</sup>			
RUBRO:	Placa colaborante Deck 1.2mm	RENDIMIENTO:	0.718 Horas/m <sup>2</sup>			
ACTIVIDAD:	Estructuras de Hormigón					
<b>EQUIPOS</b>						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Herramientas menores (5% de M.O.)						\$0.38
Amoladora	Hora	0.02	1.17	\$0.02	0.7180	\$0.01
Soldadora Eléctrica 300A	Hora	0.01	2.23	\$0.02	0.7180	\$0.02
Taladro Eléctrico	Hora	0.01	1.1	\$0.01	0.7180	\$0.01
SUBTOTAL (M)						\$0.42
<b>MANO DE OBRA</b>						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Peón	Hora	1.76	4.05	\$7.13	0.7180	\$5.12
Albañil	Hora	0.87	4.10	\$3.57	0.7180	\$2.56
SUBTOTAL (N)						\$7.68
<b>MATERIALES</b>						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNITARIO B	COSTO C=A*B		
Aux: Encofrado riostra horizontal 0.15x0.2	m <sup>3</sup>	0.20	\$44.35	\$8.87		
Metaldeck 3" Calibre 18 Galvanizado ancho util 870mm	m <sup>2</sup>	1.00	\$24.12	\$24.12		
Conector de corte para Deck 5/8x3"	u	1.00	\$0.55	\$0.55		
Electrodo Aga 6011	kg	0.50	\$4.40	\$2.20		
SUBTOTAL (O)						\$35.74
<b>TRANSPORTE</b>						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B		
SUBTOTAL (P)						\$0.00
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)						\$43.84
INDIRECTOS Y UTILIDADES					20%	\$8.7680
OTROS INDIRECTOS					0%	\$0.0000
COSTO TOTAL DEL RUBRO						\$52.6080
VALOR DEL RUBRO						\$52.61

Nota. Elaboración propia en Excel.

Figura 106

## Rubro 3.9

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS						
PROYECTO:	Edificando Oportunidades: Construcción de Viviendas de Interés Social en Guayaquil					
CÓDIGO DE PROYECTO:	INGE-2567					
COD. RUBRO:	3.9	UNIDAD:	m <sup>2</sup>			
RUBRO:	Malla Electrosoldada Q-188 150x150x6mm	RENDIMIENTO:	0.03 Horas/m <sup>2</sup>			
ACTIVIDAD:	Estructuras de Hormigón					
<b>EQUIPOS</b>						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Herramientas menores (5% de M.O.)						\$0.02
SUBTOTAL (M)						\$0.02
<b>MANO DE OBRA</b>						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Peón	Hora	1.00	4.05	\$4.05	0.0300	\$0.12
Albañil	Hora	2.00	4.10	\$8.20	0.0300	\$0.25
SUBTOTAL (N)						\$0.37
<b>MATERIALES</b>						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNITARIO B	COSTO C=A*B		
Alambre recocido #18	kg	0.25	\$1.48	\$0.37		
Aux: Galleta 4x10x10 Mortero Cemento: Arena 1:5	m <sup>2</sup>	1.00	\$0.71	\$0.71		
Malla Electrosoldada Q-188 150x150x6mm	m <sup>2</sup>	1.00	\$5.92	\$5.92		
SUBTOTAL (O)						\$7.00
<b>TRANSPORTE</b>						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B		
SUBTOTAL (P)						\$0.00
					TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	\$7.39
					INDIRECTOS Y UTILIDADES	20% \$1.4780
					OTROS INDIRECTOS	0% \$0.0000
					COSTO TOTAL DEL RUBRO	\$8.8680
					VALOR DEL RUBRO	\$8.87

Nota. Elaboración propia en Excel.

Figura 107

## Rubro 3.10

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS						
PROYECTO:	Edificando Oportunidades: Construcción de Viviendas de Interés Social en Guayaquil					
CÓDIGO DE PROYECTO:	INGE-2567					
COD. RUBRO:	3.10	UNIDAD:	m <sup>2</sup>			
RUBRO:	Hormigón simple en losa deck 14cm f'c= 210 kg/cm2	RENDIMIENTO:	0.32 Horas/m <sup>2</sup>			
ACTIVIDAD:	Estructuras de Hormigón					
<b>EQUIPOS</b>						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Herramientas menores (5% de M.O.)						\$3.01
Vibrador de manguera (Pot. 5.50hp)	Hora	1.00	3.55	\$3.55	0.3200	\$1.14
SUBTOTAL (M)						<b>\$4.15</b>
<b>MANO DE OBRA</b>						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Peón	Hora	12.00	4.05	\$48.60	0.3200	\$15.55
Albañil	Hora	5.50	4.10	\$22.55	0.3200	\$7.22
Maestro de Obra	Hora	0.50	5.69	\$2.85	0.3200	\$0.91
SUBTOTAL (N)						<b>\$23.68</b>
<b>MATERIALES</b>						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNITARIO B	COSTO C=A*B		
H. Premezclado 210 Kg/cm2-19mm-13cm-28d HОLCIM	m <sup>3</sup>	0.12	\$119.52	\$14.34		
Servicio de bomba para hormigón premezclado	m <sup>3</sup>	0.08	\$30.00	\$2.31		
SUBTOTAL (O)						<b>\$16.65</b>
<b>TRANSPORTE</b>						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B		
SUBTOTAL (P)						<b>\$0.00</b>
				TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)		\$44.48
				INDIRECTOS Y UTILIDADES	20%	\$8.8960
				OTROS INDIRECTOS	0%	\$0.0000
				COSTO TOTAL DEL RUBRO		\$53.3760
				VALOR DEL RUBRO		<b>\$53.38</b>

Nota. Elaboración propia en Excel.

## Figura 108

### Rubro 3.11

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS						
PROYECTO:	Edificando Oportunidades: Construcción de Viviendas de Interés Social en Guayaquil					
CÓDIGO DE PROYECTO:	INGE-2567					
COD. RUBRO:	3.11	UNIDAD:	m <sup>2</sup>			
RUBRO:	Encofrado y desencofrado losas	RENDIMIENTO:	1.33 Horas/m <sup>2</sup>			
ACTIVIDAD:	Estructuras de Hormigón					
<b>EQUIPOS</b>						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Herramientas menores (5% de M.O.)						\$0.31
SUBTOTAL (M)						\$0.31
<b>MANO DE OBRA</b>						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Peón	Hora	1.00	4.05	\$4.05	1.3300	\$5.39
Albañil	Hora	0.20	4.10	\$0.82	1.3300	\$1.09
Maestro de Obra	Hora	0.10	5.69	\$0.57	1.3300	\$0.76
SUBTOTAL (N)						\$7.23
<b>MATERIALES</b>						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNITARIO B	COSTO C=A*B		
Tabla dura de encofrado de 0.30 m	u	1.54	\$5.50	\$8.47		
Clavos	kg	0.12	\$1.03	\$0.12		
Pingos	m	4.00	\$1.10	\$4.40		
SUBTOTAL (O)						\$12.99
<b>TRANSPORTE</b>						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B		
SUBTOTAL (P)						\$0.00
				TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)		\$20.54
				INDIRECTOS Y UTILIDADES	20%	\$4.1080
				OTROS INDIRECTOS	0%	\$0.0000
				COSTO TOTAL DEL RUBRO		\$24.6480
				VALOR DEL RUBRO		\$24.65

Nota. Elaboración propia en Excel.

Figura 109

## Rubro 3.12

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS						
PROYECTO:	Edificando Oportunidades: Construcción de Viviendas de Interés Social en Guayaquil					
CÓDIGO DE PROYECTO:	INGE-2567					
COD. RUBRO:	3.12	UNIDAD:	kg			
RUBRO:	Acero de refuerzo fy=4200 kg/cm2 (provisión, conf y colocación)	RENDIMIENTO:	0.05 Horas/kg			
ACTIVIDAD:	Estructuras de Hormigón					
<b>EQUIPOS</b>						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Herramientas menores (5% de M.O.)						\$0.03
Cizalla para hierro redondo	Hora	1.00	1.25	\$1.25	0.0455	\$0.06
SUBTOTAL (M)						<b>\$0.09</b>
<b>MANO DE OBRA</b>						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Peón	Hora	2.00	4.05	\$8.10	0.0455	\$0.37
Fierrero	Hora	1.00	4.10	\$4.10	0.0455	\$0.19
Maestro de Obra	Hora	0.20	5.69	\$1.14	0.0455	\$0.05
SUBTOTAL (N)						<b>\$0.61</b>
<b>MATERIALES</b>						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNITARIO B	COSTO C=A*B		
Acero de refuerzo fy=4200 kg/cm2	kg	1.03	\$1.11	\$1.14		
Alambre recocido #18	kg	0.05	\$1.58	\$0.08		
SUBTOTAL (O)						<b>\$1.22</b>
<b>TRANSPORTE</b>						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B		
Transporte de varios	%MT	6%MT		\$0.07		
SUBTOTAL (P)						<b>\$0.07</b>
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)						\$1.99
INDIRECTOS Y UTILIDADES					20%	\$0.3980
OTROS INDIRECTOS					0%	\$0.0000
COSTO TOTAL DEL RUBRO						\$2.3880
VALOR DEL RUBRO						<b>\$2.39</b>

Nota. Elaboración propia en Excel.

Figura 110

## Rubro 3.13

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS						
PROYECTO:	Edificando Oportunidades: Construcción de Viviendas de Interés Social en Guayaquil					
CÓDIGO DE PROYECTO:	INGE-2567					
COD. RUBRO:	3.13	UNIDAD:	m			
RUBRO:	Viga Dintel H.A. 0.10X0.10 f'c= 210kg/cm2	RENDIMIENTO:	0.27 Horas/m			
ACTIVIDAD:	Estructuras de Hormigón					
<b>EQUIPOS</b>						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Herramientas menores (5% de M.O.)						\$0.45
Vibrador de manguera (Pot. 5.50hp)	Hora	1.00	3.55	\$3.55	0.2667	\$0.95
Concretera de 1 saco	Hora	1.00	4.25	\$4.25	0.2667	\$1.13
Andamios metálicos	Hora	0.42	0.6	\$0.25	0.2667	\$0.07
Cizalla para hierro redondo	Hora	1.00	1.25	\$1.25	0.2667	\$0.33
SUBTOTAL (M)						<b>\$2.93</b>
<b>MANO DE OBRA</b>						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Peón	Hora	5.00	4.05	\$20.25	0.2667	\$5.40
Carpintero	Hora	1.00	4.10	\$4.10	0.2667	\$1.09
Fierrero	Hora	1.00	4.10	\$4.10	0.2667	\$1.09
Albañil	Hora	1.00	4.10	\$4.10	0.2667	\$1.09
Maestro de Obra	Hora	0.20	5.69	\$1.14	0.2667	\$0.30
SUBTOTAL (N)						<b>\$8.98</b>
<b>MATERIALES</b>						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNITARIO B	COSTO C=A*B		
Arena homogenizada (0-5mm) incluye transporte	m <sup>3</sup>	0.01	\$15.00	\$0.08		
Cemento Fuerte Tipo GU Saco 50 Kg - Holcim DISENSA	saco	0.08	\$7.14	\$0.57		
Piedra #3/4 fina incluye transporte	m <sup>3</sup>	0.01	\$24.14	\$0.24		
Agua	m <sup>3</sup>	0.01	\$1.24	\$0.01		
Acero de refuerzo fy=4200 kg/cm2	kg	1.57	\$1.11	\$1.74		
Tira semidura para encofrado	u	0.10	\$1.47	\$0.15		
Cuartón semiduro encofrado	u	0.20	\$1.88	\$0.38		
Tablas semiduras para encofrado	u	0.20	\$4.03	\$0.81		
Clavos de 2x1/2"	kg	0.10	\$1.65	\$0.17		
Alambre recocido #18	kg	0.03	\$1.58	\$0.05		
SUBTOTAL (O)						<b>\$4.18</b>
<b>TRANSPORTE</b>						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B		
Transporte de varios	%MT	6%MT		\$0.25		
SUBTOTAL (P)						<b>\$0.25</b>
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)						\$16.35
INDIRECTOS Y UTILIDADES					20%	\$3.2700
OTROS INDIRECTOS					0%	\$0.0000
COSTO TOTAL DEL RUBRO						\$19.6200
VALOR DEL RUBRO						<b>\$19.62</b>

Nota. Elaboración propia en Excel.

Figura 111

## Rubro 3.20

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS						
PROYECTO:	Edificando Oportunidades: Construcción de Viviendas de Interés Social en Guayaquil					
CÓDIGO DE PROYECTO:	INGE-2567					
COD. RUBRO:	3.20	UNIDAD:	kg			
RUBRO:	Acero estructural, A-36 (IPE 120mm). incluye montaje	RENDIMIENTO:	0.11 Horas/kg			
ACTIVIDAD:	Estructuras de Hormigón					
<b>EQUIPOS</b>						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Herramientas menores (5% de M.O.)						\$0.10
Amoladora eléctrica	Hora	1.00	4.3	\$4.30	0.1100	\$0.47
Soldadora eléctrica 300 a	Hora	1.00	1.98	\$1.98	0.1100	\$0.22
Grúa móvil	Hora	0.09	35.00	\$3.15	0.1100	\$0.35
Equipo Oxicorte	Hora	1.00	1.54	\$1.54	0.1100	\$0.17
SUBTOTAL (M)						<b>\$1.31</b>
<b>MANO DE OBRA</b>						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Peón	Hora	1.00	4.05	\$4.05	0.1100	\$0.45
Perfilero	Hora	1.00	4.33	\$4.33	0.1100	\$0.48
Operadores Equipo	Hora	1.00	4.33	\$4.33	0.1100	\$0.48
Engrasador o abastecedor responsable	Hora	1.00	4.10	\$4.10	0.1100	\$0.45
Maestro de Obra	Hora	0.09	5.69	\$0.51	0.1100	\$0.06
SUBTOTAL (N)						<b>\$1.91</b>
<b>MATERIALES</b>						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNITARIO B	COSTO C=A*B		
Anticorrosivo Azarcón		4000cc	0.01	\$15.56	\$0.16	
Thinner comercial (diluyente tecn thiñer laca)		4000cc	0.01	\$13.95	\$0.14	
Disco de corte	u	0.01	\$1.65	\$0.02		
Acero en perfil	kg	1.05	\$1.05	\$1.10		
Electrodo #7010 3/16	kg	0.05	\$2.34	\$0.12		
SUBTOTAL (O)						<b>\$1.54</b>
<b>TRANSPORTE</b>						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B		
SUBTOTAL (P)						<b>\$0.00</b>
				TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)		\$4.76
				INDIRECTOS Y UTILIDADES	20%	\$0.9520
				OTROS INDIRECTOS	0%	\$0.0000
				COSTO TOTAL DEL RUBRO		\$5.7120
				VALOR DEL RUBRO		<b>\$5.71</b>

Nota. Elaboración propia en Excel.

Figura 112

## Rubro 4.1

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS						
PROYECTO:	Edificando Oportunidades: Construcción de Viviendas de Interés Social en Guayaquil					
CÓDIGO DE PROYECTO:	INGE-2567					
COD. RUBRO:	4.1	UNIDAD:	m <sup>2</sup>			
RUBRO:	Mampostería de ladrillo e=10 cm	RENDIMIENTO:	0.80 Horas/m <sup>2</sup>			
ACTIVIDAD:	Albañilería					
<b>EQUIPOS</b>						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Herramientas menores (5% de M.O.)						\$0.19
Andamio	Hora	1.00	0.06	\$0.06	0.8000	\$0.05
SUBTOTAL (M)						<b>\$0.24</b>
<b>MANO DE OBRA</b>						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Peón	Hora	1.00	4.05	\$4.05	0.8000	\$3.24
Maestro de Obra	Hora	0.15	5.69	\$0.85	0.8000	\$0.68
SUBTOTAL (N)						<b>\$3.92</b>
<b>MATERIALES</b>						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNITARIO B	COSTO C=A*B		
Cemento Fuerte Tipo GU Saco 50 Kg - Holcim DISENSA	saco	0.13	\$7.14	\$0.93		
Arena	m <sup>3</sup>	0.03	\$15.00	\$0.45		
Agua	m <sup>3</sup>	0.01	\$1.24	\$0.01		
Ladrillo Tabicimbra 10x12x24	u	35.00	\$0.14	\$4.90		
SUBTOTAL (O)						<b>\$6.29</b>
<b>TRANSPORTE</b>						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B		
Transporte de varios	%MT	6%MT		\$0.35		
SUBTOTAL (P)						<b>\$0.35</b>
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)						\$10.81
INDIRECTOS Y UTILIDADES					20%	\$2.1620
OTROS INDIRECTOS					0%	\$0.0000
COSTO TOTAL DEL RUBRO						\$12.9720
VALOR DEL RUBRO						<b>\$12.97</b>

Nota. Elaboración propia en Excel.

Figura 113

## Rubro 4.2

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS						
PROYECTO:	Edificando Oportunidades: Construcción de Viviendas de Interés Social en Guayaquil					
CÓDIGO DE PROYECTO:	INGE-2567					
COD. RUBRO:	4.2	UNIDAD:	m <sup>2</sup>			
RUBRO:	Enlucido Exterior e Interior	RENDIMIENTO:	0.51 Horas/m <sup>2</sup>			
ACTIVIDAD:	Albañilería					
<b>EQUIPOS</b>						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Herramientas menores (5% de M.O.)						\$0.35
SUBTOTAL (M)						\$0.35
<b>MANO DE OBRA</b>						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Peón	Hora	1.00	4.05	\$4.05	0.5079	\$2.06
Maestro de Obra	Hora	1.00	5.69	\$5.69	0.5079	\$2.89
Albañil	Hora	1.00	4.10	\$4.10	0.5079	\$2.08
SUBTOTAL (N)						\$7.03
<b>MATERIALES</b>						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNITARIO B	COSTO C=A*B		
Agua	m <sup>3</sup>	0.07	\$1.24	\$0.09		
Tablas semiduras para encofrado	u	0.04	\$4.03	\$0.16		
Caña rolliza	u	0.06	\$2.31	\$0.14		
Soga	u	0.05	\$0.48	\$0.02		
Mortero para enlucidos saco 40kg	u	0.65	\$5.25	\$3.41		
SUBTOTAL (O)						\$3.82
<b>TRANSPORTE</b>						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B		
Transporte de varios	%MT	6%MT		\$0.23		
SUBTOTAL (P)						\$0.23
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)						\$11.44
INDIRECTOS Y UTILIDADES					20%	\$2.2880
OTROS INDIRECTOS					0%	\$0.0000
COSTO TOTAL DEL RUBRO						\$13.7280
VALOR DEL RUBRO						\$13.73

Nota. Elaboración propia en Excel.

## Figura 114

### Rubro 4.3

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS						
PROYECTO:	Edificando Oportunidades: Construcción de Viviendas de Interés Social en Guayaquil					
CÓDIGO DE PROYECTO:	INGE-2567					
COD. RUBRO:	4.3	UNIDAD:	m <sup>2</sup>			
RUBRO:	Enlucido de losa	RENDIMIENTO:	0.77 Horas/m <sup>2</sup>			
ACTIVIDAD:	Albañilería					
<b>EQUIPOS</b>						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Herramientas menores (5% de M.O.)						\$0.36
Andamios metálicos	Hora	1.00	0.60	\$0.60	0.7700	\$0.46
SUBTOTAL (M)						<b>\$0.82</b>
<b>MANO DE OBRA</b>						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Peón	Hora	1.00	4.05	\$4.05	0.7700	\$3.12
Maestro de Obra	Hora	0.20	5.69	\$1.14	0.7700	\$0.88
Albañil	Hora	1.00	4.10	\$4.10	0.7700	\$3.16
SUBTOTAL (N)						<b>\$7.15</b>
<b>MATERIALES</b>						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNITARIO B	COSTO C=A*B		
Agua	m <sup>3</sup>	0.07	\$1.24	\$0.09		
Mortero para enlucidos saco 40kg	u	0.67	\$5.25	\$3.52		
SUBTOTAL (O)						<b>\$3.60</b>
<b>TRANSPORTE</b>						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B		
Transporte de varios	%MT	6%MT		\$0.21		
SUBTOTAL (P)						<b>\$0.21</b>
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)						<b>\$11.79</b>
INDIRECTOS Y UTILIDADES					20%	\$2.3580
OTROS INDIRECTOS					0%	\$0.0000
COSTO TOTAL DEL RUBRO						<b>\$14.1480</b>
VALOR DEL RUBRO						<b>\$14.15</b>

Nota. Elaboración propia en Excel.

Figura 115

## Rubro 4.4

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS						
PROYECTO:	Edificando Oportunidades: Construcción de Viviendas de Interés Social en Guayaquil					
CÓDIGO DE PROYECTO:	INGE-2567					
COD. RUBRO:	4.4	UNIDAD:	m <sup>2</sup>			
RUBRO:	Enlucido de fillos	RENDIMIENTO:	0.12 Horas/m <sup>2</sup>			
ACTIVIDAD:	Albañilería					
<b>EQUIPOS</b>						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Herramientas menores (5% de M.O.)						\$0.05
SUBTOTAL (M)						\$0.05
<b>MANO DE OBRA</b>						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Peón	Hora	1.00	4.05	\$4.05	0.1200	\$0.49
Maestro de Obra	Hora	0.10	5.69	\$0.57	0.1200	\$0.07
Albañil	Hora	1.00	4.10	\$4.10	0.1200	\$0.49
SUBTOTAL (N)						\$1.05
<b>MATERIALES</b>						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNITARIO B	COSTO C=A*B		
Agua	m <sup>3</sup>	0.07	\$1.24	\$0.09		
Mortero para enlucidos saco 40kg	u	0.45	\$5.25	\$2.36		
Tablas semiduras para encofrado	4	0.04	\$4.03	\$0.16		
SUBTOTAL (O)						\$2.61
<b>TRANSPORTE</b>						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B		
Transporte de varios	%MT	6%MT		\$0.16		
SUBTOTAL (P)						\$0.16
				TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)		\$3.87
				INDIRECTOS Y UTILIDADES	20%	\$0.7740
				OTROS INDIRECTOS	0%	\$0.0000
				COSTO TOTAL DEL RUBRO		\$4.6440
				VALOR DEL RUBRO		\$4.64

Nota. Elaboración propia en Excel.

Figura 116

## Rubro 4.5

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS						
PROYECTO:	Edificando Oportunidades: Construcción de Viviendas de Interés Social en Guayaquil					
CÓDIGO DE PROYECTO:	INGE-2567					
COD. RUBRO:	4.5	UNIDAD:	m <sup>2</sup>			
RUBRO:	Empastado de losa	RENDIMIENTO:	0.31 Horas/m <sup>2</sup>			
ACTIVIDAD:	Albañilería					
<b>EQUIPOS</b>						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Herramientas menores (5% de M.O.)						\$0.15
Andamios metálicos	Hora	1.00	0.60	\$0.60	0.3100	\$0.19
SUBTOTAL (M)						<b>\$0.34</b>
<b>MANO DE OBRA</b>						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Peón	Hora	1.00	4.05	\$4.05	0.3100	\$1.26
Maestro de Obra	Hora	0.20	5.69	\$1.14	0.3100	\$0.35
Albañil	Hora	1.00	4.10	\$4.10	0.3100	\$1.27
SUBTOTAL (N)						<b>\$2.88</b>
<b>MATERIALES</b>						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNITARIO B	COSTO C=A*B		
Agua	m <sup>3</sup>	0.02	\$1.24	\$0.02		
Resina y empaste interior	kg	1.00	\$1.19	\$1.19		
SUBTOTAL (O)						<b>\$1.21</b>
<b>TRANSPORTE</b>						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B		
Transporte de varios	%MT	6%MT		\$0.07		
SUBTOTAL (P)						<b>\$0.07</b>
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)						<b>\$4.51</b>
INDIRECTOS Y UTILIDADES					20%	\$0.9020
OTROS INDIRECTOS					0%	\$0.0000
COSTO TOTAL DEL RUBRO						<b>\$5.4120</b>
VALOR DEL RUBRO						<b>\$5.41</b>

Nota. Elaboración propia en Excel.

Figura 117

## Rubro 4.6

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS						
PROYECTO:	Edificando Oportunidades: Construcción de Viviendas de Interés Social en Guayaquil					
CÓDIGO DE PROYECTO:	INGE-2567					
COD. RUBRO:	4.6	UNIDAD:	m			
RUBRO:	Cuadrada de boquetes	RENDIMIENTO:	0.09 Horas/m			
ACTIVIDAD:	Albañilería					
<b>EQUIPOS</b>						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Herramientas menores (5% de M.O.)						\$0.07
Andamio	Hora	3.00	0.06	\$0.18	0.0900	\$0.02
SUBTOTAL (M)						\$0.09
<b>MANO DE OBRA</b>						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Peón	Hora	3.00	4.05	\$12.15	0.0900	\$1.09
Maestro de Obra	Hora	1.00	5.69	\$5.69	0.0900	\$0.51
SUBTOTAL (N)						\$1.61
<b>MATERIALES</b>						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNITARIO B	COSTO C=A*B		
Cemento Fuerte Tipo GU Saco 50 Kg - Holcim DISENSA	saco	0.02	\$7.14	\$0.14		
Arena corriente fina	m <sup>3</sup>	0.01	\$10.75	\$0.11		
Agua	m <sup>3</sup>	0.01	\$1.24	\$0.01		
Clavos 2", 2 1/2", 3", 3 1/2"	kg	0.01	\$2.13	\$0.02		
Soga	u	0.01	\$0.50	\$0.01		
Cuartones 2x3x4 chanul	u	0.30	\$7.00	\$2.10		
Caña Rollisa 6 metros	u	0.08	\$2.25	\$0.18		
SUBTOTAL (O)						\$2.57
<b>TRANSPORTE</b>						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B		
Transporte de varios	%MT	6%MT		\$0.08		
SUBTOTAL (P)						\$0.08
				TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)		\$4.35
				INDIRECTOS Y UTILIDADES		20% \$0.8700
				OTROS INDIRECTOS		0% \$0.0000
				COSTO TOTAL DEL RUBRO		\$5.2200
				VALOR DEL RUBRO		\$5.22

Nota. Elaboración propia en Excel.

Figura 118

## Rubro 5.1

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS						
PROYECTO:	Edificando Oportunidades: Construcción de Viviendas de Interés Social en Guayaquil					
CÓDIGO DE PROYECTO:	INGE-2567					
COD. RUBRO:	5.1	UNIDAD:	m <sup>2</sup>			
RUBRO:	Instalación de placa colaborante Deck 1.2mm para cubierta	RENDIMIENTO:	0.718 Horas/m <sup>2</sup>			
ACTIVIDAD:	Cubierta					
<b>EQUIPOS</b>						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Herramientas menores (5% de M.O.)						\$0.38
Amoladora	Hora	0.02	1.17	\$0.02	0.7180	\$0.01
Soldadora Eléctrica 300A	Hora	0.01	2.23	\$0.02	0.7180	\$0.02
Taladro Eléctrico	Hora	0.01	1.1	\$0.01	0.7180	\$0.01
SUBTOTAL (M)						\$0.42
<b>MANO DE OBRA</b>						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Peón	Hora	1.76	4.05	\$7.13	0.7180	\$5.12
Albañil	Hora	0.87	4.10	\$3.57	0.7180	\$2.56
SUBTOTAL (N)						\$7.68
<b>MATERIALES</b>						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNITARIO B	COSTO C=A*B		
Aux: Encofrado riostra horizontal 0.15x0.2	m <sup>3</sup>	0.20	\$44.35	\$8.87		
Metaldeck 3" Calibre 18 Galvanizado ancho util 870mm	m <sup>2</sup>	1.00	\$24.12	\$24.12		
Conector de corte para Deck 5/8x3"	u	1.00	\$0.55	\$0.55		
Electrodo Aga 6011	kg	0.50	\$4.40	\$2.20		
SUBTOTAL (O)						\$35.74
<b>TRANSPORTE</b>						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B		
SUBTOTAL (P)						\$0.00
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)						\$43.84
INDIRECTOS Y UTILIDADES					20%	\$8.7680
OTROS INDIRECTOS					0%	\$0.0000
COSTO TOTAL DEL RUBRO						\$52.6080
VALOR DEL RUBRO						\$52.61

Nota. Elaboración propia en Excel.

Figura 119

## Rubro 5.2

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS						
PROYECTO:	Edificando Oportunidades: Construcción de Viviendas de Interés Social en Guayaquil					
CÓDIGO DE PROYECTO:	INGE-2567					
COD. RUBRO:	5.2	UNIDAD:	m <sup>2</sup>			
RUBRO:	Malla Electrosoldada Q-188 150x150x6mm	RENDIMIENTO:	0.03 Horas/m <sup>2</sup>			
ACTIVIDAD:	Cubierta					
<b>EQUIPOS</b>						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Herramientas menores (5% de M.O.)						\$0.02
SUBTOTAL (M)						\$0.02
<b>MANO DE OBRA</b>						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Peón	Hora	1.00	4.05	\$4.05	0.0300	\$0.12
Albañil	Hora	2.00	4.10	\$8.20	0.0300	\$0.25
SUBTOTAL (N)						\$0.37
<b>MATERIALES</b>						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNITARIO B	COSTO C=A*B		
Alambre recocido #18	kg	0.25	\$1.48	\$0.37		
Aux: Galleta 4x10x10 Mortero Cemento: Arena 1:5	m <sup>2</sup>	1.00	\$0.71	\$0.71		
Malla Electrosoldada Q-188 150x150x6mm	m <sup>2</sup>	1.00	\$5.92	\$5.92		
SUBTOTAL (O)						\$7.00
<b>TRANSPORTE</b>						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B		
SUBTOTAL (P)						\$0.00
					TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	\$7.39
					INDIRECTOS Y UTILIDADES	20% \$1.4780
					OTROS INDIRECTOS	0% \$0.0000
					COSTO TOTAL DEL RUBRO	\$8.8680
					VALOR DEL RUBRO	\$8.87

Nota. Elaboración propia en Excel.

Figura 120

## Rubro 5.3

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS						
PROYECTO:	Edificando Oportunidades: Construcción de Viviendas de Interés Social en Guayaquil					
CÓDIGO DE PROYECTO:	INGE-2567					
COD. RUBRO:	5.3	UNIDAD:	m <sup>2</sup>			
RUBRO:	Hormigón simple en cubierta de losa deck 14cm f'c= 210 kg/cm2	RENDIMIENTO:	0.32 Horas/m <sup>2</sup>			
ACTIVIDAD:	Cubierta					
<b>EQUIPOS</b>						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Herramientas menores (5% de M.O.)						\$3.01
Vibrador de manguera (Pot. 5.50hp)	Hora	1.00	3.55	\$3.55	0.3200	\$1.14
SUBTOTAL (M)						<b>\$4.15</b>
<b>MANO DE OBRA</b>						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Peón	Hora	12.00	4.05	\$48.60	0.3200	\$15.55
Albañil	Hora	5.50	4.10	\$22.55	0.3200	\$7.22
Maestro de Obra	Hora	0.50	5.69	\$2.85	0.3200	\$0.91
SUBTOTAL (N)						<b>\$23.68</b>
<b>MATERIALES</b>						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNITARIO B	COSTO C=A*B		
H. Premezclado 210 Kg/cm2-19mm-13cm-28d HOLCIM	m <sup>3</sup>	0.12	\$119.52	\$14.34		
Servicio de bomba para hormigón premezclado	m <sup>3</sup>	0.08	\$30.00	\$2.31		
SUBTOTAL (O)						<b>\$16.65</b>
<b>TRANSPORTE</b>						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B		
SUBTOTAL (P)						<b>\$0.00</b>
				TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)		\$44.48
				INDIRECTOS Y UTILIDADES	20%	\$8.8960
				OTROS INDIRECTOS	0%	\$0.0000
				COSTO TOTAL DEL RUBRO		\$53.3760
				VALOR DEL RUBRO		<b>\$53.38</b>

Nota. Elaboración propia en Excel.

Figura 121

## Rubro 5.4

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS						
PROYECTO:	Edificando Oportunidades: Construcción de Viviendas de Interés Social en Guayaquil					
CÓDIGO DE PROYECTO:	INGE-2567					
COD. RUBRO:	5.4	UNIDAD:	m <sup>2</sup>			
RUBRO:	Encofrado metálico para cubierta	RENDIMIENTO:	1.33 Horas/m <sup>2</sup>			
ACTIVIDAD:	Cubierta					
<b>EQUIPOS</b>						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Herramientas menores (5% de M.O.)						\$0.31
SUBTOTAL (M)						\$0.31
<b>MANO DE OBRA</b>						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Peón	Hora	1.00	4.05	\$4.05	1.3300	\$5.39
Albañil	Hora	0.20	4.10	\$0.82	1.3300	\$1.09
Maestro de Obra	Hora	0.10	5.69	\$0.57	1.3300	\$0.76
SUBTOTAL (N)						\$7.23
<b>MATERIALES</b>						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNITARIO B	COSTO C=A*B		
Tabla dura de encofrado de 0.30 m	u	1.54	\$5.50	\$8.47		
Clavos	kg	0.12	\$1.03	\$0.12		
Pingos	m	4.00	\$1.10	\$4.40		
SUBTOTAL (O)						\$12.99
<b>TRANSPORTE</b>						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B		
SUBTOTAL (P)						\$0.00
				TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)		\$20.54
				INDIRECTOS Y UTILIDADES	20%	\$4.1080
				OTROS INDIRECTOS	0%	\$0.0000
				COSTO TOTAL DEL RUBRO		\$24.6480
				VALOR DEL RUBRO		\$24.65

Nota. Elaboración propia en Excel.

Figura 122

## Rubro 11.2

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS						
PROYECTO:	Edificando Oportunidades: Construcción de Viviendas de Interés Social en Guayaquil					
CÓDIGO DE PROYECTO:	INGE-2567					
COD. RUBRO:	11.2	UNIDAD:	m <sup>2</sup>			
RUBRO:	Limpieza final de la obra	RENDIMIENTO:	0.32 Horas/m <sup>2</sup>			
ACTIVIDAD:	Obras Exteriores					
<b>EQUIPOS</b>						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Herramientas menores (5% de M.O.)						\$0.14
SUBTOTAL (M)						\$0.14
<b>MANO DE OBRA</b>						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Peón	Hora	2.00	4.05	\$8.10	0.3200	\$2.59
Maestro de Obra	Hora	0.10	5.69	\$0.57	0.3200	\$0.18
SUBTOTAL (N)						\$2.77
<b>MATERIALES</b>						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNITARIO B	COSTO C=A*B		
SUBTOTAL (O)						\$0.00
<b>TRANSPORTE</b>						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B		
SUBTOTAL (P)						\$0.00
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)						\$2.92
INDIRECTOS Y UTILIDADES					20%	\$0.5840
OTROS INDIRECTOS					0%	\$0.0000
COSTO TOTAL DEL RUBRO						\$3.5040
VALOR DEL RUBRO						\$3.50

Nota. Elaboración propia en Excel.

Figura 123

## Rubro 11.3

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS						
PROYECTO:	Edificando Oportunidades: Construcción de Viviendas de Interés Social en Guayaquil					
CÓDIGO DE PROYECTO:	INGE-2567					
COD. RUBRO:	11.3	UNIDAD:	m <sup>3</sup>			
RUBRO:	Desalojo de escombros con volqueta (transporte 10 km)	RENDIMIENTO:	0.005 Horas/m <sup>3</sup>			
ACTIVIDAD:	Obras Exteriores					
<b>EQUIPOS</b>						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Herramientas menores (5% de M.O.)						\$0.03
Cargadora Frontal	Hora	1.00	35.2	\$35.20	0.0049	\$0.17
Volqueta 8m <sup>3</sup>	Hora	15.00	30	\$450.00	0.0049	\$2.21
SUBTOTAL (M)						\$2.41
<b>MANO DE OBRA</b>						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Maestro de Obra	Hora	0.75	5.69	\$4.27	0.0049	\$0.02
Operadores Equipo	Hora	1.00	4.55	\$4.55	0.0049	\$0.02
Chofer	Hora	15.00	5.95	\$89.25	0.0049	\$0.44
Engrasador o abastecedor responsable	Hora	1.00	4.1	\$4.10	0.0049	\$0.02
SUBTOTAL (N)						\$0.50
<b>MATERIALES</b>						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNITARIO B	COSTO C=A*B		
SUBTOTAL (O)						\$0.00
<b>TRANSPORTE</b>						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B		
SUBTOTAL (P)						\$0.00
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)						\$2.91
INDIRECTOS Y UTILIDADES					20%	\$0.5820
OTROS INDIRECTOS					0%	\$0.0000
COSTO TOTAL DEL RUBRO						\$3.4920
VALOR DEL RUBRO						\$3.49

Nota. Elaboración propia en Excel.

## Anexo – Análisis de precios unitarios de la alternativa A2

**Figura 124**

*Rubro 1.1*

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS						
PROYECTO:	Edificando Oportunidades: Construcción de Viviendas de Interés Social en Guayaquil					
CÓDIGO DE PROYECTO:	INGE-2567					
RUBRO:	1.1	UNIDAD:	m <sup>2</sup>			
RUBRO:	Limpieza y desbroce manual de terreno natural	RENDIMIENTO:	0.12 Horas/m <sup>2</sup>			
ACTIVIDAD:	Trabajos Preliminares					
<b>EQUIPOS</b>						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Costos menores (5% de M.O.)						\$0.06
SUBTOTAL (M)						\$0.06
<b>MANO DE OBRA</b>						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
	Hora	1.00	4.05	\$4.05	0.1200	\$0.49
SUBTOTAL (N)						\$0.49
<b>MATERIALES</b>						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNITARIO B	COSTO C=A*B		
SUBTOTAL (O)						\$0.00
<b>TRANSPORTE</b>						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B		
SUBTOTAL (P)						\$0.00
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)						\$0.55
INDIRECTOS Y UTILIDADES					12%	\$0.0655
OTROS INDIRECTOS					0%	\$0.0000
COSTO TOTAL DEL RUBRO						\$0.6115
VALOR DEL RUBRO						\$0.61

Nota. Elaboración propia en Excel.

Figura 125

## Rubro 1.2

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS						
PROYECTO:	Edificando Oportunidades: Construcción de Viviendas de Interés Social en Guayaquil					
CÓDIGO DE PROYECTO:	INGE-2567					
COD. RUBRO:	1.2	UNIDAD:	u			
RUBRO:	Tala y desraizada de árboles	RENDIMIENTO:	1 Horas/u			
ACTIVIDAD:	Trabajos Preliminares					
<b>EQUIPOS</b>						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Herramientas menores (10% de M.O.)		1.00	3.5	\$3.50	1.0000	\$3.50
Motosierra	D	1.00	7.9	\$7.90	1.0000	\$7.90
SUBTOTAL (M)						\$11.40
<b>MANO DE OBRA</b>						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Peón	Hora	2.00	17.5	\$35.00	1.0000	\$35.00
SUBTOTAL (N)						\$35.00
<b>MATERIALES</b>						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNITARIO B	COSTO C=A*B		
SUBTOTAL (O)						\$0.00
<b>TRANSPORTE</b>						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B		
SUBTOTAL (P)						\$0.00
				TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)		\$46.40
				INDIRECTOS Y UTILIDADES	12%	\$5.5680
				OTROS INDIRECTOS	0%	\$0.0000
				COSTO TOTAL DEL RUBRO		\$51.9680
				VALOR DEL RUBRO		\$51.97

Nota. Elaboración propia en Excel.

Figura 126

## Rubro 1.3

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS						
PROYECTO:	Edificando Oportunidades: Construcción de Viviendas de Interés Social en Guayaquil					
CÓDIGO DE PROYECTO:	INGE-2567					
COD. RUBRO:	1.3	UNIDAD:	m <sup>2</sup>			
RUBRO:	Replanteo y nivelación	RENDIMIENTO:	0.10 Horas/m <sup>2</sup>			
ACTIVIDAD:	Trabajos Preliminares					
<b>EQUIPOS</b>						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Herramientas menores (5% de M.O.)						\$0.04
Teodolito	Hora	0.02	6.6	\$0.13		\$0.13
SUBTOTAL (M)						\$0.17
<b>MANO DE OBRA</b>						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Peón	Hora	1.00	4.05	\$4.05	0.1000	\$0.41
Carpintero	Hora	0.50	4.10	\$2.05	0.1000	\$0.21
Maestro de Obra	Hora	0.25	5.69	\$1.42	0.1000	\$0.14
SUBTOTAL (N)						\$0.75
<b>MATERIALES</b>						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNITARIO B	COSTO C=A*B		
Cementina 25 Kg	saco	0.05	\$3.90	\$0.20		
Cuartón 4 x 2	u	0.10	\$1.10	\$0.11		
Clavos chicos 2, 2 1/2", 3", 3 1/2" (30kg)	caja	0.005	\$63.83	\$0.32		
Tiras madera 4x4x250 cm	u	0.20	\$0.40	\$0.08		
SUBTOTAL (O)						\$0.70
<b>TRANSPORTE</b>						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B		
SUBTOTAL (P)						\$0.00
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)						\$1.63
INDIRECTOS Y UTILIDADES					12%	\$0.1954
OTROS INDIRECTOS					0%	\$0.0000
COSTO TOTAL DEL RUBRO						\$1.8238
VALOR DEL RUBRO						\$1.82

Nota. Elaboración propia en Excel.

Figura 127

## Rubro 1.4

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS						
PROYECTO:	Edificando Oportunidades: Construcción de Viviendas de Interés Social en Guayaquil					
CÓDIGO DE PROYECTO:	INGE-2567					
COD. RUBRO:	1.4	UNIDAD:	glb			
RUBRO:	Instalación provisional de agua	RENDIMIENTO:	0.75 Horas/glb			
ACTIVIDAD:	Trabajos Preliminares					
<b>EQUIPOS</b>						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Herramientas menores (5% de M.O.)						\$0.47
SUBTOTAL (M)						\$0.47
<b>MANO DE OBRA</b>						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Peón	Hora	1.00	4.05	\$4.05	0.7500	\$3.04
Plomero	Hora	1.00	4.10	\$4.10	0.7500	\$3.08
Maestro de Obra	Hora	0.76	5.69	\$4.32	0.7500	\$3.24
SUBTOTAL (N)						\$9.36
<b>MATERIALES</b>						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNITARIO B	COSTO C=A*B		
Llave de manguera. Manija "T". 1/2"	u	1.00	\$9.55	\$9.55		
Manguera flex PE 1/2"	m	20.00	\$0.40	\$8.00		
Montura & Accesorios para acometida de agua	u	1.000	\$30.00	\$30.00		
SUBTOTAL (O)						\$47.55
<b>TRANSPORTE</b>						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B		
SUBTOTAL (P)						\$0.00
				TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)		\$57.38
				INDIRECTOS Y UTILIDADES	12%	\$6.8851
				OTROS INDIRECTOS	0%	\$0.0000
				COSTO TOTAL DEL RUBRO		\$64.2609
				VALOR DEL RUBRO		\$64.26

Nota. Elaboración propia en Excel.

Figura 128

## Rubro 1.5

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS						
PROYECTO:	Edificando Oportunidades: Construcción de Viviendas de Interés Social en Guayaquil					
CÓDIGO DE PROYECTO:	INGE-2567					
COD. RUBRO:	1.5	UNIDAD:	glb			
RUBRO:	Instalacion provisional luz, no incluye tarifa consumo	RENDIMIENTO:	2.00 Horas/mes			
ACTIVIDAD:	Trabajos Preliminares					
<b>EQUIPOS</b>						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Herramientas menores (5% de M.O.)						\$0.41
SUBTOTAL (M)						\$0.41
<b>MANO DE OBRA</b>						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Electricista	Hora	1.00	4.1	\$4.10	2.0000	\$8.20
SUBTOTAL (N)						\$8.20
<b>MATERIALES</b>						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNITARIO B	COSTO C=A*B		
Breaker 2 polos 32-63 AMPS.SQUARE D	u	0.34	\$16.55	\$5.63		
Luz	mes	1.00	\$25.00	\$25.00		
Tuberia galv. EMT 1 1/2"x3m	u	0.18	\$15.45	\$2.78		
Base Socket	u	0.17	\$12.90	\$2.19		
Reversible EMT de 2"	u	0.17	\$9.75	\$1.66		
Base Medidor Clase 100	u	0.17	\$18.55	\$3.15		
Foco 100w	u	1.00	\$0.95	\$0.95		
SUBTOTAL (O)						\$41.36
<b>TRANSPORTE</b>						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B		
SUBTOTAL (P)						\$0.00
				TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)		\$49.97
				INDIRECTOS Y UTILIDADES	12%	\$5.9966
				OTROS INDIRECTOS	0%	\$0.0000
				COSTO TOTAL DEL RUBRO		\$55.9686
				VALOR DEL RUBRO		\$55.97

Nota. Elaboración propia en Excel.

Figura 129

## Rubro 1.6

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS						
PROYECTO:	Edificando Oportunidades: Construcción de Viviendas de Interés Social en Guayaquil					
CÓDIGO DE PROYECTO:	INGE-2567					
COD. RUBRO:	1.6	UNIDAD:	m			
RUBRO:	Cerramiento provisional h=2.40m metalico galvalume e=0.40mm	RENDIMIENTO:	0.57 Horas/m			
ACTIVIDAD:	Trabajos Preliminares					
<b>EQUIPOS</b>						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Herramientas menores (5% de M.O.)						\$0.26
SUBTOTAL (M)						\$0.26
<b>MANO DE OBRA</b>						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Peón	Hora	2.00	4.05	\$8.10	0.5700	\$4.62
Maestro de Obra	Hora	0.20	5.69	\$1.14	0.5700	\$0.65
SUBTOTAL (N)						\$5.27
<b>MATERIALES</b>						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNITARIO B	COSTO C=A*B		
Estilpanel/techos galvalume AR-2 e=0.40mm	m <sup>2</sup>	2.40	\$10.68	\$25.63		
SUBTOTAL (O)						\$25.63
<b>TRANSPORTE</b>						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B		
SUBTOTAL (P)						\$0.00
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)						\$31.16
INDIRECTOS Y UTILIDADES					12%	\$3.7389
OTROS INDIRECTOS					0%	\$0.0000
COSTO TOTAL DEL RUBRO						\$34.8966
VALOR DEL RUBRO						\$34.90

Nota. Elaboración propia en Excel.

Figura 130

## Rubro 1.7

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS						
PROYECTO:	Edificando Oportunidades: Construcción de Viviendas de Interés Social en Guayaquil					
CÓDIGO DE PROYECTO:	INGE-2567					
COD. RUBRO:	1.7				UNIDAD:	m <sup>2</sup>
RUBRO:	Bodega provisional				RENDIMIENTO:	1.00 Horas/m <sup>2</sup>
ACTIVIDAD:	Trabajos Preliminares					
<b>EQUIPOS</b>						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Herramientas menores (5% de M.O.)						\$0.51
					SUBTOTAL (M)	\$0.51
<b>MANO DE OBRA</b>						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Peón	Hora	2.00	4.05	\$8.10	1.0000	\$8.10
Maestro de Obra	Hora	0.38	5.69	\$2.16	1.0000	\$2.16
					SUBTOTAL (N)	\$10.26
<b>MATERIALES</b>						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNITARIO B	COSTO C=A*B		
Tabla dura de encofrado de 0.20 m.	u	5.00	\$4.72	\$23.60		
Cuartón 4 x 2	u	2.00	\$1.50	\$3.00		
Estilpanel/paredes galvalume AR-5 e=0.40mm	m <sup>2</sup>	1.10	\$10.98	\$12.08		
Clavos	kg	0.40	\$1.03	\$0.41		
Tiras 2.5x2.5x250	u	2.00	\$0.38	\$0.76		
Viga de madera tratada 15x15 cm	m	0.50	\$3.00	\$1.50		
Alfajia 6x6x250 cm	u	1.00	\$2.50	\$2.50		
					SUBTOTAL (O)	\$43.85
<b>TRANSPORTE</b>						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B		
				SUBTOTAL (P)		
				\$0.00		
				TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)		
				\$54.62		
				INDIRECTOS Y UTILIDADES		
				12%	\$6.5547	
				OTROS INDIRECTOS		
				0%	\$0.0000	
				COSTO TOTAL DEL RUBRO		
				\$61.1769		
				VALOR DEL RUBRO		
				\$61.18		

Nota. Elaboración propia en Excel.

Figura 131

## Rubro 2.1

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS						
PROYECTO:	Edificando Oportunidades: Construcción de Viviendas de Interés Social en Guayaquil					
CÓDIGO DE PROYECTO:	INGE-2567					
COD. RUBRO:	2.1	UNIDAD:	m <sup>3</sup>			
RUBRO:	Excavacion sin clasificar	RENDIMIENTO:	0.17 Horas/m <sup>3</sup>			
ACTIVIDAD:	Movimiento de Tierras					
<b>EQUIPOS</b>						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Herramientas menores (5% de M.O.)						\$0.07
Retroexcavadora sobre neumáticos	Hora	1.00	25.94	\$25.94	0.1700	\$4.41
SUBTOTAL (M)						\$4.48
<b>MANO DE OBRA</b>						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Peón	Hora	1.00	4.05	\$4.05	0.1700	\$0.69
Retroexcavadora OP	Hora	1.00	4.55	\$4.55	0.1700	\$0.77
SUBTOTAL (N)						\$1.46
<b>MATERIALES</b>						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNITARIO B	COSTO C=A*B		
SUBTOTAL (O)						\$0.00
<b>TRANSPORTE</b>						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B		
SUBTOTAL (P)						\$0.00
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)						\$5.94
INDIRECTOS Y UTILIDADES					12%	\$0.7130
OTROS INDIRECTOS					0%	\$0.0000
COSTO TOTAL DEL RUBRO						\$6.6548
VALOR DEL RUBRO						\$6.65

Nota. Elaboración propia en Excel.

Figura 132

## Rubro 2.2

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS						
PROYECTO:	Edificando Oportunidades: Construcción de Viviendas de Interés Social en Guayaquil					
CÓDIGO DE PROYECTO:	INGE-2567					
COD. RUBRO:	2.2	UNIDAD:	m <sup>3</sup>			
RUBRO:	Relleno compactado para cimentación	RENDIMIENTO:	0.03 Horas/m <sup>3</sup>			
ACTIVIDAD:	Movimiento de Tierras					
<b>EQUIPOS</b>						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Herramientas menores (5% de M.O.)						\$0.02
Excavadora de 311 HP	Hora	1.00	83.75	\$83.75	0.0286	\$2.40
Compactador Med: Manual SHP	Hora	1.00	3.84	\$3.84	0.0286	\$0.11
SUBTOTAL (M)						\$2.53
<b>MANO DE OBRA</b>						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Peón	Hora	1.00	4.05	\$4.05	0.0286	\$0.12
Excavadora OP	Hora	1.00	4.55	\$4.55	0.0286	\$0.13
"Engrasador o abastecedor responsable en construcción (En Construcción-Estr.Oc.D2)	Hora	2.00	4.1	\$8.20	0.0286	\$0.23
SUBTOTAL (N)						\$0.48
<b>MATERIALES</b>						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNITARIO B	COSTO C=A*B		
Cascajo grueso inc. Transporte	m <sup>3</sup>	1.05	\$7.50	\$7.88		
SUBTOTAL (O)						\$7.88
<b>TRANSPORTE</b>						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B		
SUBTOTAL (P)						\$0.00
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)						\$10.89
INDIRECTOS Y UTILIDADES					12%	\$1.3068
OTROS INDIRECTOS					0%	\$0.0000
COSTO TOTAL DEL RUBRO						\$12.1968
VALOR DEL RUBRO						\$12.20

Nota. Elaboración propia en Excel.

Figura 133

## Rubro 2.3

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS						
PROYECTO:	Edificando Oportunidades: Construcción de Viviendas de Interés Social en Guayaquil					
CÓDIGO DE PROYECTO:	INGE-2567					
COD. RUBRO:	2.3				UNIDAD:	m <sup>3</sup>
RUBRO:	Relleno compactado con material de préstamo importado				RENDIMIENTO:	0.60 Horas/m <sup>3</sup>
ACTIVIDAD:	Movimiento de Tierras					
<b>EQUIPOS</b>						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Herramientas menores (5% de M.O.)						\$0.12
Plancha vibroapisonadora	Hora	1.00	6.26	\$6.26	0.6000	\$3.76
SUBTOTAL (M)						<b>\$3.88</b>
<b>MANO DE OBRA</b>						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Peón	Hora	1.00	4.05	\$4.05	0.6000	\$2.43
SUBTOTAL (N)						<b>\$2.43</b>
<b>MATERIALES</b>						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNITARIO B	COSTO C=A*B		
Cascajo grueso inc. Transporte	m <sup>3</sup>	1.25	\$7.50	\$9.38		
SUBTOTAL (O)						<b>\$9.38</b>
<b>TRANSPORTE</b>						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B		
SUBTOTAL (P)						<b>\$0.00</b>
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)						\$15.69
INDIRECTOS Y UTILIDADES					12%	\$1.8828
OTROS INDIRECTOS					0%	\$0.0000
COSTO TOTAL DEL RUBRO						\$17.5728
VALOR DEL RUBRO						<b>\$17.57</b>

Nota. Elaboración propia en Excel.

Figura 134

## Rubro 2.4

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS						
PROYECTO:	Edificando Oportunidades: Construcción de Viviendas de Interés Social en Guayaquil					
CÓDIGO DE PROYECTO:	INGE-2567					
COD. RUBRO:	2.4	UNIDAD:	m <sup>3</sup>			
RUBRO:	Desalojo de materiales con volqueta (transporte 10 km)	RENDIMIENTO:	0.005 Horas/m <sup>3</sup>			
ACTIVIDAD:	Movimiento de Tierras					
<b>EQUIPOS</b>						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Herramientas menores (5% de M.O.)						\$0.03
Cargadora Frontal	Hora	1.00	35.2	\$35.20	0.0049	\$0.17
Volqueta 8m <sup>3</sup>	Hora	15.00	30	\$450.00	0.0049	\$2.21
SUBTOTAL (M)						\$2.41
<b>MANO DE OBRA</b>						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Maestro de Obra	Hora	0.75	5.69	\$4.27	0.0049	\$0.02
Operadores Equipo	Hora	1.00	4.55	\$4.55	0.0049	\$0.02
Chofer	Hora	15.00	5.95	\$89.25	0.0049	\$0.44
Engrasador o abastecedor responsable	Hora	1.00	4.1	\$4.10	0.0049	\$0.02
SUBTOTAL (N)						\$0.50
<b>MATERIALES</b>						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNITARIO B	COSTO C=A*B		
SUBTOTAL (O)						\$0.00
<b>TRANSPORTE</b>						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B		
SUBTOTAL (P)						\$0.00
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)						\$2.91
INDIRECTOS Y UTILIDADES					12%	\$0.3492
OTROS INDIRECTOS					0%	\$0.0000
COSTO TOTAL DEL RUBRO						\$3.2592
VALOR DEL RUBRO						\$3.26

Nota. Elaboración propia en Excel.

Figura 135

## Rubro 3.1

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS						
PROYECTO:	Edificando Oportunidades: Construcción de Viviendas de Interés Social en Guayaquil					
CÓDIGO DE PROYECTO:	INGE-2567					
COD. RUBRO:	3.1	UNIDAD:	m <sup>2</sup>			
RUBRO:	Replanteo de hormigón simple fc=140kg/cm2 e=0.05m	RENDIMIENTO:	0.11 Horas/m <sup>2</sup>			
ACTIVIDAD:	Estructuras de Hormigón					
<b>EQUIPOS</b>						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Herramientas menores (5% de M.O.)						\$0.19
SUBTOTAL (M)						\$0.19
<b>MANO DE OBRA</b>						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Peón	Hora	6.00	4.05	\$24.30	0.1143	\$2.78
Albañil	Hora	2.00	4.10	\$8.20	0.1143	\$0.94
Maestro mayor en ejecución de obras civiles	Hora	0.10	5.69	\$0.57	0.1143	\$0.07
SUBTOTAL (N)						\$3.78
<b>MATERIALES</b>						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNITARIO B	COSTO C=A*B		
Cemento Fuerte Tipo GU Saco 50 Kg - Holcim DISENSA	saco	0.38	\$7.14	\$2.68		
Arena homogenizada (0-5mm) inc. Transporte	m <sup>3</sup>	0.03	\$15.00	\$0.45		
Piedra #3/4 fina inc. Transporte	m <sup>3</sup>	0.04	\$24.14	\$0.97		
Agua	m <sup>3</sup>	0.01	\$1.24	\$0.01		
SUBTOTAL (O)						\$4.11
<b>TRANSPORTE</b>						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B		
Transporte de varios	%MT	6%MT		\$0.25		
SUBTOTAL (P)						\$0.25
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)						\$8.33
INDIRECTOS Y UTILIDADES					12%	\$0.9996
OTROS INDIRECTOS					0%	\$0.0000
COSTO TOTAL DEL RUBRO						\$9.3296
VALOR DEL RUBRO						\$9.33

Nota. Elaboración propia en Excel.

Figura 136

## Rubro 3.7

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS						
PROYECTO:	Edificando Oportunidades: Construcción de Viviendas de Interés Social en Guayaquil					
CÓDIGO DE PROYECTO:	INGE-2567					
COD. RUBRO:	3.7	UNIDAD:	m			
RUBRO:	Pilares y antepechos f'c=210kg/cm2	RENDIMIENTO:	0.27 Horas/m			
ACTIVIDAD:	Estructuras de Hormigón					
<b>EQUIPOS</b>						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Herramientas menores (5% de M.O.)						\$0.45
Concretera 1 saco	Hora	1.00	4.25	\$4.25	0.2667	\$1.13
Vibrador de manguera (Pot. 5.50hp)	Hora	1.00	3.55	\$3.55	0.2667	\$0.95
Andamios metálicos	Hora	0.42	0.6	\$0.25	0.2667	\$0.07
Cizalla para hierro redondo	Hora	1.00	1.25	\$1.25	0.2667	\$0.33
SUBTOTAL (M)						<b>\$2.93</b>
<b>MANO DE OBRA</b>						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Peón	Hora	5.00	4.05	\$20.25	0.2667	\$5.40
Albañil	Hora	1.00	4.10	\$4.10	0.2667	\$1.09
Fierrero	Hora	1.00	4.10	\$4.10	0.2667	\$1.09
Maestro de Obra	Hora	0.20	5.69	\$1.14	0.2667	\$0.30
Carpintero	Hora	1.00	4.10	\$4.10	0.2667	\$1.09
SUBTOTAL (N)						<b>\$8.98</b>
<b>MATERIALES</b>						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNITARIO B	COSTO C=A*B		
Cemento Fuerte Tipo GU Saco 50 Kg - Holcim DISENSA	saco	0.08	\$7.14	\$0.60		
Arena homogenizada (0-5mm) inc. Transporte	m <sup>3</sup>	0.01	\$15.00	\$0.08		
Piedra #3/4 fina inc. Transporte	m <sup>3</sup>	0.01	\$24.14	\$0.19		
Acero de refuerzo fy=4200 kg/cm2	kg	1.63	\$1.11	\$1.81		
Tira semidura para encofrado	u	0.10	\$1.47	\$0.15		
Cuartón semiduro encofrado	u	0.20	\$1.88	\$0.38		
Tablas semiduras para encofrado	u	0.20	\$4.03	\$0.81		
Clavos de 2x1/2"	kg	0.10	\$1.65	\$0.17		
Agua	m <sup>3</sup>	0.01	\$1.24	\$0.01		
Alambre recocido #18	kg	0.03	\$1.58	\$0.05		
SUBTOTAL (O)						<b>\$4.23</b>
<b>TRANSPORTE</b>						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B		
Transporte de varios	%MT	6%MT		\$0.25		
SUBTOTAL (P)						<b>\$0.25</b>
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)						\$16.40
INDIRECTOS Y UTILIDADES					12%	\$1.9680
OTROS INDIRECTOS					0%	\$0.0000
COSTO TOTAL DEL RUBRO						\$18.3680
VALOR DEL RUBRO						<b>\$18.37</b>

Nota. Elaboración propia en Excel.

Figura 137

## Rubro 3.8

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS						
PROYECTO:	Edificando Oportunidades: Construcción de Viviendas de Interés Social en Guayaquil					
CÓDIGO DE PROYECTO:	INGE-2567					
COD. RUBRO:	3.8	UNIDAD:	m <sup>2</sup>			
RUBRO:	Placa colaborante Deck 1.2mm	RENDIMIENTO:	0.718 Horas/m <sup>2</sup>			
ACTIVIDAD:	Estructuras de Hormigón					
<b>EQUIPOS</b>						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Herramientas menores (5% de M.O.)						\$0.38
Amoladora	Hora	0.02	1.17	\$0.02	0.7180	\$0.01
Soldadora Eléctrica 300A	Hora	0.01	2.23	\$0.02	0.7180	\$0.02
Taladro Eléctrico	Hora	0.01	1.1	\$0.01	0.7180	\$0.01
SUBTOTAL (M)						\$0.42
<b>MANO DE OBRA</b>						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Peón	Hora	1.76	4.05	\$7.13	0.7180	\$5.12
Albañil	Hora	0.87	4.10	\$3.57	0.7180	\$2.56
SUBTOTAL (N)						\$7.68
<b>MATERIALES</b>						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNITARIO B	COSTO C=A*B		
Aux: Encofrado riostra horizontal 0.15x0.2	m <sup>3</sup>	0.20	\$44.35	\$8.87		
Metaldeck 3" Calibre 18 Galvanizado ancho util 870mm	m <sup>2</sup>	1.00	\$24.12	\$24.12		
Conector de corte para Deck 5/8x3"	u	1.00	\$0.55	\$0.55		
Electrodo Aga 6011	kg	0.50	\$4.40	\$2.20		
SUBTOTAL (O)						\$35.74
<b>TRANSPORTE</b>						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B		
SUBTOTAL (P)						\$0.00
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)						\$43.84
INDIRECTOS Y UTILIDADES					12%	\$5.2608
OTROS INDIRECTOS					0%	\$0.0000
COSTO TOTAL DEL RUBRO						\$49.1008
VALOR DEL RUBRO						\$49.10

Nota. Elaboración propia en Excel.

Figura 138

## Rubro 3.9

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS						
PROYECTO:	Edificando Oportunidades: Construcción de Viviendas de Interés Social en Guayaquil					
CÓDIGO DE PROYECTO:	INGE-2567					
COD. RUBRO:	3.9	UNIDAD:	m <sup>2</sup>			
RUBRO:	Malla Electrosoldada Q-188 150x150x6mm	RENDIMIENTO:	0.03 Horas/m <sup>2</sup>			
ACTIVIDAD:	Estructuras de Hormigón					
<b>EQUIPOS</b>						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Herramientas menores (5% de M.O.)						\$0.02
SUBTOTAL (M)						\$0.02
<b>MANO DE OBRA</b>						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Peón	Hora	1.00	4.05	\$4.05	0.0300	\$0.12
Albañil	Hora	2.00	4.10	\$8.20	0.0300	\$0.25
SUBTOTAL (N)						\$0.37
<b>MATERIALES</b>						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNITARIO B	COSTO C=A*B		
Alambre recocido #18	kg	0.25	\$1.48	\$0.37		
Aux: Galleta 4x10x10 Mortero Cemento: Arena 1:5	m <sup>2</sup>	1.00	\$0.71	\$0.71		
Malla Electrosoldada Q-188 150x150x6mm	m <sup>2</sup>	1.00	\$5.92	\$5.92		
SUBTOTAL (O)						\$7.00
<b>TRANSPORTE</b>						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B		
SUBTOTAL (P)						\$0.00
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)						\$7.39
INDIRECTOS Y UTILIDADES					12%	\$0.8868
OTROS INDIRECTOS					0%	\$0.0000
COSTO TOTAL DEL RUBRO						\$8.2768
VALOR DEL RUBRO						\$8.28

Nota. Elaboración propia en Excel.

Figura 139

## Rubro 3.10

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS						
PROYECTO:	Edificando Oportunidades: Construcción de Viviendas de Interés Social en Guayaquil					
CÓDIGO DE PROYECTO:	INGE-2567					
COD. RUBRO:	3.10	UNIDAD:	m <sup>2</sup>			
RUBRO:	Hormigón simple en losa deck 14cm f'c= 210 kg/cm2	RENDIMIENTO:	0.32 Horas/m <sup>2</sup>			
ACTIVIDAD:	Estructuras de Hormigón					
<b>EQUIPOS</b>						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Herramientas menores (5% de M.O.)						\$3.01
Vibrador de manguera (Pot. 5.50hp)	Hora	1.00	3.55	\$3.55	0.3200	\$1.14
SUBTOTAL (M)						<b>\$4.15</b>
<b>MANO DE OBRA</b>						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Peón	Hora	12.00	4.05	\$48.60	0.3200	\$15.55
Albañil	Hora	5.50	4.10	\$22.55	0.3200	\$7.22
Maestro de Obra	Hora	0.50	5.69	\$2.85	0.3200	\$0.91
SUBTOTAL (N)						<b>\$23.68</b>
<b>MATERIALES</b>						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNITARIO B	COSTO C=A*B		
H. Premezclado 210 Kg/cm2-19mm-13cm-28d HOLCIM	m <sup>3</sup>	0.12	\$119.52	\$14.34		
Servicio de bomba para hormigón premezclado	m <sup>3</sup>	0.08	\$30.00	\$2.31		
SUBTOTAL (O)						<b>\$16.65</b>
<b>TRANSPORTE</b>						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B		
SUBTOTAL (P)						<b>\$0.00</b>
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)						\$44.48
INDIRECTOS Y UTILIDADES					12%	\$5.3376
OTROS INDIRECTOS					0%	\$0.0000
COSTO TOTAL DEL RUBRO						\$49.8176
VALOR DEL RUBRO						<b>\$49.82</b>

Nota. Elaboración propia en Excel.

Figura 140

## Rubro 3.11

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS						
PROYECTO:	Edificando Oportunidades: Construcción de Viviendas de Interés Social en Guayaquil					
CÓDIGO DE PROYECTO:	INGE-2567					
COD. RUBRO:	3.11	UNIDAD:	m <sup>2</sup>			
RUBRO:	Encofrado y desencofrado losas	RENDIMIENTO:	1.33 Horas/m <sup>2</sup>			
ACTIVIDAD:	Estructuras de Hormigón					
<b>EQUIPOS</b>						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Herramientas menores (5% de M.O.)						\$0.31
SUBTOTAL (M)						\$0.31
<b>MANO DE OBRA</b>						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Peón	Hora	1.00	4.05	\$4.05	1.3300	\$5.39
Albañil	Hora	0.20	4.10	\$0.82	1.3300	\$1.09
Maestro de Obra	Hora	0.10	5.69	\$0.57	1.3300	\$0.76
SUBTOTAL (N)						\$7.23
<b>MATERIALES</b>						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNITARIO B	COSTO C=A*B		
Tabla dura de encofrado de 0.30 m	u	1.54	\$5.50	\$8.47		
Clavos	kg	0.12	\$1.03	\$0.12		
Pingos	m	4.00	\$1.10	\$4.40		
SUBTOTAL (O)						\$12.99
<b>TRANSPORTE</b>						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B		
SUBTOTAL (P)						\$0.00
				TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)		\$20.54
				INDIRECTOS Y UTILIDADES	12%	\$2.4648
				OTROS INDIRECTOS	0%	\$0.0000
				COSTO TOTAL DEL RUBRO		\$23.0048
				VALOR DEL RUBRO		\$23.00

Nota. Elaboración propia en Excel.

Figura 141

Rubro 3.12

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS						
PROYECTO:	Edificando Oportunidades: Construcción de Viviendas de Interés Social en Guayaquil					
CÓDIGO DE PROYECTO:	INGE-2567					
COD. RUBRO:	3.12	UNIDAD:	kg			
RUBRO:	Acero de refuerzo fy=4200 kg/cm2 (provisión, conf y colocación)	RENDIMIENTO:	0.05 Horas/kg			
ACTIVIDAD:	Estructuras de Hormigón					
<b>EQUIPOS</b>						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Herramientas menores (5% de M.O.)						\$0.03
Cizalla para hierro redondo	Hora	1.00	1.25	\$1.25	0.0455	\$0.06
SUBTOTAL (M)						<b>\$0.09</b>
<b>MANO DE OBRA</b>						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Peón	Hora	2.00	4.05	\$8.10	0.0455	\$0.37
Fierrero	Hora	1.00	4.10	\$4.10	0.0455	\$0.19
Maestro de Obra	Hora	0.20	5.69	\$1.14	0.0455	\$0.05
SUBTOTAL (N)						<b>\$0.61</b>
<b>MATERIALES</b>						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNITARIO B	COSTO C=A*B		
Acero de refuerzo fy=4200 kg/cm2	kg	1.03	\$1.11	\$1.14		
Alambre recocido #18	kg	0.05	\$1.58	\$0.08		
SUBTOTAL (O)						<b>\$1.22</b>
<b>TRANSPORTE</b>						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B		
Transporte de varios	%MT	6%MT		\$0.07		
SUBTOTAL (P)						<b>\$0.07</b>
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)						\$1.99
INDIRECTOS Y UTILIDADES					12%	\$0.2388
OTROS INDIRECTOS					0%	\$0.0000
COSTO TOTAL DEL RUBRO						\$2.2288
VALOR DEL RUBRO						<b>\$2.23</b>

Nota. Elaboración propia en Excel.

Figura 142

## Rubro 3.13

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS						
PROYECTO:	Edificando Oportunidades: Construcción de Viviendas de Interés Social en Guayaquil					
CÓDIGO DE PROYECTO:	INGE-2567					
COD. RUBRO:	3.13	UNIDAD:	m			
RUBRO:	Viga Dintel H.A. 0.10X0.10 f'c= 210kg/cm2	RENDIMIENTO:	0.27 Horas/m			
ACTIVIDAD:	Estructuras de Hormigón					
<b>EQUIPOS</b>						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Herramientas menores (5% de M.O.)						\$0.45
Vibrador de manguera (Pot. 5.50hp)	Hora	1.00	3.55	\$3.55	0.2667	\$0.95
Concretera de 1 saco	Hora	1.00	4.25	\$4.25	0.2667	\$1.13
Andamios metálicos	Hora	0.42	0.6	\$0.25	0.2667	\$0.07
Cizalla para hierro redondo	Hora	1.00	1.25	\$1.25	0.2667	\$0.33
SUBTOTAL (M)						<b>\$2.93</b>
<b>MANO DE OBRA</b>						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Peón	Hora	5.00	4.05	\$20.25	0.2667	\$5.40
Carpintero	Hora	1.00	4.10	\$4.10	0.2667	\$1.09
Fierrero	Hora	1.00	4.10	\$4.10	0.2667	\$1.09
Albañil	Hora	1.00	4.10	\$4.10	0.2667	\$1.09
Maestro de Obra	Hora	0.20	5.69	\$1.14	0.2667	\$0.30
SUBTOTAL (N)						<b>\$8.99</b>
<b>MATERIALES</b>						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNITARIO B	COSTO C=A*B		
Arena homogenizada (0-5mm) incluye transporte	m <sup>3</sup>	0.01	\$15.00	\$0.08		
Cemento Fuerte Tipo GU Saco 50 Kg - Holcim DISENSA	saco	0.08	\$7.14	\$0.57		
Piedra #3/4 fina incluye transporte	m <sup>3</sup>	0.01	\$24.14	\$0.24		
Agua	m <sup>3</sup>	0.01	\$1.24	\$0.01		
Acero de refuerzo fy=4200 kg/cm2	kg	1.57	\$1.11	\$1.74		
Tira semidura para encofrado	u	0.10	\$1.47	\$0.15		
Cuartón semiduro encofrado	u	0.20	\$1.88	\$0.38		
Tablas semiduras para encofrado	u	0.20	\$4.03	\$0.81		
Clavos de 2x1/2"	kg	0.10	\$1.65	\$0.17		
Alambre recocido #18	kg	0.03	\$1.58	\$0.05		
SUBTOTAL (O)						<b>\$4.18</b>
<b>TRANSPORTE</b>						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B		
Transporte de varios	%MT	6%MT		\$0.25		
SUBTOTAL (P)						<b>\$0.25</b>
				TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)		\$16.35
				INDIRECTOS Y UTILIDADES	12%	\$1.9620
				OTROS INDIRECTOS	0%	\$0.0000
				COSTO TOTAL DEL RUBRO		\$18.3120
				VALOR DEL RUBRO		<b>\$18.31</b>

Nota. Elaboración propia en Excel.

Figura 143

## Rubro 3.14

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS						
PROYECTO:	Edificando Oportunidades: Construcción de Viviendas de Interés Social en Guayaquil					
CÓDIGO DE PROYECTO:	INGE-2567					
COD. RUBRO:	3.14	UNIDAD:	kg			
RUBRO:	Acero de armar en prefabricados $f_y=4200$ kg/cm <sup>2</sup> (provisión, conf y colocación)	RENDIMIENTO:	0.008 Horas/kg			
ACTIVIDAD:	Estructuras de Hormigón					
EQUIPOS						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Herramientas menores (5% de M.O.)						\$0.03
Cizalla para hierro redondo	Hora	1.00	1.25	\$1.25	0.0076	\$0.01
Grúa de 250T	Hora	1.00	333.56	\$45.00	0.0076	\$0.34
SUBTOTAL (M)						\$0.38
MANO DE OBRA						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Peón	Hora	2.00	4.05	\$8.10	0.0076	\$0.06
Fierrero	Hora	1.00	4.10	\$4.10	0.0076	\$0.03
Maestro de Obra	Hora	0.20	5.69	\$1.14	0.0076	\$0.01
SUBTOTAL (N)						\$0.10
MATERIALES						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNITARIO B	COSTO C=A*B		
Acero de refuerzo $f_y=4200$ kg/cm <sup>2</sup>	kg	1.03	\$1.11	\$1.14		
Alambre recocido #18	kg	0.05	\$1.58	\$0.08		
SUBTOTAL (O)						\$1.22
TRANSPORTE						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B		
SUBTOTAL (P)						\$0.00
				TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)		\$1.71
				INDIRECTOS Y UTILIDADES	12%	\$0.2052
				OTROS INDIRECTOS	0%	\$0.0000
				COSTO TOTAL DEL RUBRO		\$1.9152
				VALOR DEL RUBRO		\$1.92

Nota. Elaboración propia en Excel.

Figura 144

## Rubro 3.15

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS						
PROYECTO:	Edificando Oportunidades: Construcción de Viviendas de Interés Social en Guayaquil					
CÓDIGO DE PROYECTO:	INGE-2567					
COD. RUBRO:	3.15	UNIDAD:	m <sup>3</sup>			
RUBRO:	Hormigón f'c= 210 kg/cm2 en riostras y plintos	RENDIMIENTO:	1.00 Horas/m <sup>3</sup>			
ACTIVIDAD:	Estructuras de Hormigón					
<b>EQUIPOS</b>						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Herramientas menores (5% de M.O.)						\$2.38
Concretera de 1 saco	Hora	1.00	4.25	\$4.25	1.0000	\$4.25
Vibrador para concreto (Pot. 5.50hp)	Hora	1.00	3.55	\$3.55	1.0000	\$3.55
SUBTOTAL (M)						<b>\$10.18</b>
<b>MANO DE OBRA</b>						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Peón	Hora	7.00	4.05	\$28.35	1.0000	\$28.35
Albañil	Hora	2.00	4.10	\$8.20	1.0000	\$8.20
Maestro mayor en ejecución de obras civiles	Hora	0.20	5.69	\$1.14	1.0000	\$1.14
Carpintero	Hora	1.00	4.10	\$4.10	1.0000	\$4.10
SUBTOTAL (N)						<b>\$41.79</b>
<b>MATERIALES</b>						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNITARIO B	COSTO C=A*B		
Cemento Fuerte Tipo GU Saco 50 Kg - Holcim DISENSA	saco	7.50	\$7.14	\$53.55		
Arena homogenizada (0-5mm) inc. Transporte	m <sup>3</sup>	0.50	\$15.00	\$7.50		
Piedra #3/4 fina inc. Transporte	m <sup>3</sup>	0.60	\$24.14	\$14.48		
100 N Plastificante reductor de agua	kg	0.30	\$1.43	\$0.43		
Inhibidor de Corrosión Mixto Orgánico de Carboxilato	L	1.00	\$23.98	\$23.98		
Tablas semiduras para encofrado	u	8.32	\$4.03	\$33.53		
Cuartón semiduro encofrado	u	3.00	\$1.88	\$5.64		
Clavos para encofrado de 2 1/2"	kg	0.50	\$1.65	\$0.83		
Agua	m <sup>3</sup>	0.21	\$1.24	\$0.26		
SUBTOTAL (O)						<b>\$140.20</b>
<b>TRANSPORTE</b>						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B		
SUBTOTAL (P)						<b>\$0.00</b>
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)						\$192.17
INDIRECTOS Y UTILIDADES					12%	\$23.0604
OTROS INDIRECTOS					0%	\$0.0000
COSTO TOTAL DEL RUBRO						\$215.2304
VALOR DEL RUBRO						<b>\$215.23</b>

Nota. Elaboración propia en Excel.

Figura 145

## Rubro 3.16

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS						
PROYECTO:	Edificando Oportunidades: Construcción de Viviendas de Interés Social en Guayaquil					
CÓDIGO DE PROYECTO:	INGE-2567					
COD. RUBRO:	3.16	UNIDAD:	m <sup>3</sup>			
RUBRO:	Hormigon Estructural f'c=150kg/cm2 para contrapiso	RENDIMIENTO:	0.26 Horas/m <sup>3</sup>			
ACTIVIDAD:	Estructuras de Hormigón					
<b>EQUIPOS</b>						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Herramientas menores (5% de M.O.)						\$1.06
Concretera de 1 saco	Hora	1.00	4.25	\$4.25	0.2636	\$1.12
SUBTOTAL (M)						<b>\$2.18</b>
<b>MANO DE OBRA</b>						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Peón	Hora	11.00	4.05	\$44.55	0.2636	\$11.74
Albañil	Hora	2.00	4.10	\$8.20	0.2636	\$2.16
Maestro de Obra	Hora	1.00	5.69	\$5.69	0.2636	\$1.50
SUBTOTAL (N)						<b>\$15.40</b>
<b>MATERIALES</b>						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNITARIO B	COSTO C=A*B		
Cemento Fuerte Tipo GU Saco 50 Kg - Holcim DISENSA	saco	7.50	\$7.14	\$53.55		
Arena homogenizada (0-5mm) inc. Transporte	m <sup>3</sup>	0.53	\$15.00	\$7.95		
Piedra #3/4 fina inc. Transporte	m <sup>3</sup>	0.66	\$24.14	\$15.93		
Agua	m <sup>3</sup>	0.19	\$1.24	\$0.24		
Clavos para encofrado de 2 1/2"	kg	0.14	\$1.65	\$0.23		
Cuartón semiduro encofrado	u	0.24	\$1.88	\$0.45		
Tira semidura para encofrado	u	0.06	\$1.47	\$0.09		
Malla Electrosoldada Ø5.5mm c/15cm	m <sup>2</sup>	1.02	\$4.01	\$4.09		
SUBTOTAL (O)						<b>\$82.53</b>
<b>TRANSPORTE</b>						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B		
SUBTOTAL (P)						<b>\$0.00</b>
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)						\$100.12
INDIRECTOS Y UTILIDADES					12%	\$12.0144
OTROS INDIRECTOS					0%	\$0.0000
COSTO TOTAL DEL RUBRO						\$112.1344
VALOR DEL RUBRO						<b>\$112.13</b>

Nota. Elaboración propia en Excel.

Figura 146

## Rubro 3.17

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS						
PROYECTO:	Edificando Oportunidades: Construcción de Viviendas de Interés Social en Guayaquil					
CÓDIGO DE PROYECTO:	INGE-2567					
COD. RUBRO:	3.17	UNIDAD:	m <sup>3</sup>			
RUBRO:	Hormigón simple en columnas f'c=210kg/cm2 incluye encofrado	RENDIMIENTO:	0.47 Horas/m <sup>3</sup>			
ACTIVIDAD:	Estructuras de Hormigón					
<b>EQUIPOS</b>						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Herramientas menores (5% de M.O.)						\$4.67
Concretera 1 saco	Hora	5.33	4.48	\$23.88	0.4700	\$11.22
Vibrador de manguera (Pot. 5.50hp)	Hora	5.25	4.05	\$21.26	0.4700	\$9.99
SUBTOTAL (M)						<b>\$25.89</b>
<b>MANO DE OBRA</b>						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Peón	Hora	16.25	4.05	\$65.81	0.4700	\$30.93
Albañil	Hora	5.33	4.10	\$21.85	0.4700	\$10.27
Maestro de Obra	Hora	0.67	5.69	\$3.81	0.4700	\$1.79
Carpintero	Hora	6.00	4.10	\$24.60	0.4700	\$11.56
SUBTOTAL (N)						<b>\$54.56</b>
<b>MATERIALES</b>						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNITARIO B	COSTO C=A*B		
Cemento Fuerte Tipo GU Saco 50 Kg - Holcim DISENSA	saco	7.21	\$7.14	\$51.48		
Estacas	u	2.67	\$0.15	\$0.40		
Clavos	kg	0.96	\$1.03	\$0.99		
Alfajia 7 x 7 x 250	u	10.33	\$3.00	\$30.99		
Pingos	m	11.81	\$1.10	\$12.99		
Tablero contrachapado para encofrado 4x8	u	0.56	\$16.00	\$8.96		
Arena	m <sup>3</sup>	0.65	\$15.00	\$9.75		
Piedra #3/4 fina inc. Transporte	m <sup>3</sup>	0.66	\$24.14	\$15.93		
Agua	m <sup>3</sup>	0.22	\$1.24	\$0.27		
Aceite quemado	glb	0.62	\$0.44	\$0.27		
SUBTOTAL (O)						<b>\$132.04</b>
<b>TRANSPORTE</b>						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B		
SUBTOTAL (P)						<b>\$0.00</b>
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)						\$212.49
INDIRECTOS Y UTILIDADES					12%	\$25.4988
OTROS INDIRECTOS					0%	\$0.0000
COSTO TOTAL DEL RUBRO						\$237.9888
VALOR DEL RUBRO						<b>\$237.99</b>

Nota. Elaboración propia en Excel.

Figura 147

## Rubro 3.18

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS						
PROYECTO:	Edificando Oportunidades: Construcción de Viviendas de Interés Social en Guayaquil					
CÓDIGO DE PROYECTO:	INGE-2567					
COD. RUBRO:	3.18	UNIDAD:	m <sup>3</sup>			
RUBRO:	Hormigón simple en vigas f'c= 210 kg/cm2 incluye encofrado	RENDIMIENTO:	1.00 Horas/m <sup>3</sup>			
ACTIVIDAD:	Estructuras de Hormigón					
<b>EQUIPOS</b>						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Herramientas menores (5% de M.O.)						\$2.45
Concretera 1 saco	Hora	1.00	4.25	\$4.25	1.0000	\$4.25
Vibrador de manguera (Pot. 5.50hp)	Hora	1.00	3.55	\$3.55	1.0000	\$3.55
SUBTOTAL (M)						<b>\$10.25</b>
<b>MANO DE OBRA</b>						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Peón	Hora	8.00	4.05	\$32.40	1.0000	\$32.40
Albañil	Hora	2.00	4.10	\$8.20	1.0000	\$8.20
Maestro de Obra	Hora	0.20	5.69	\$1.14	1.0000	\$1.14
Carpintero	Hora	1.00	4.10	\$4.10	1.0000	\$4.10
SUBTOTAL (N)						<b>\$45.84</b>
<b>MATERIALES</b>						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNITARIO B	COSTO C=A*B		
Cemento Fuerte Tipo GU Saco 50 Kg - Holcim DISENSA	saco	7.50	\$7.14	\$53.55		
Arena homogenizada (0-5mm) inc. Transporte	m <sup>3</sup>	0.50	\$15.00	\$7.50		
Piedra #3/4 fina inc. Transporte	m <sup>3</sup>	0.60	\$24.14	\$14.48		
100 N Plastificante reductor de agua	kg	0.30	\$1.43	\$0.43		
Inhibidor de Corrosión Mixto Orgánico de Carboxilato	L	1.00	\$23.98	\$23.98		
Tablas semiduras para encofrado	u	8.30	\$4.03	\$33.45		
Cuartón semiduro encofrado	u	3.00	\$1.88	\$5.64		
Clavos para encofrado de 2 1/2"	kg	0.50	\$1.65	\$0.83		
Agua	m <sup>3</sup>	0.21	\$1.24	\$0.26		
SUBTOTAL (O)						<b>\$140.12</b>
<b>TRANSPORTE</b>						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B		
SUBTOTAL (P)						<b>\$0.00</b>
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)						\$196.21
INDIRECTOS Y UTILIDADES					12%	\$23.5452
OTROS INDIRECTOS					0%	\$0.0000
COSTO TOTAL DEL RUBRO						\$219.7552
VALOR DEL RUBRO						<b>\$219.76</b>

Nota. Elaboración propia en Excel.

Figura 148

## Rubro 3.19

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS						
PROYECTO:	Edificando Oportunidades: Construcción de Viviendas de Interés Social en Guayaquil					
CÓDIGO DE PROYECTO:	INGE-2567					
COD. RUBRO:	3.19	UNIDAD:	m <sup>3</sup>			
RUBRO:	Hormigón simple en escaleras f'c= 210 kg/cm2 incluye encofrado	RENDIMIENTO:	1.10 Horas/m <sup>3</sup>			
ACTIVIDAD:	Estructuras de Hormigón					
<b>EQUIPOS</b>						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Herramientas menores (5% de M.O.)						\$2.75
Concretera 1 saco	Hora	1.00	4.25	\$4.25	1.1013	\$4.68
Vibrador de manguera (Pot. 5.50hp)	Hora	1.00	3.55	\$3.55	1.1013	\$3.91
SUBTOTAL (M)						<b>\$11.34</b>
<b>MANO DE OBRA</b>						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Peón	Hora	8.00	4.05	\$32.40	1.1013	\$35.68
Albañil	Hora	2.00	4.10	\$8.20	1.1013	\$9.03
Maestro de Obra	Hora	0.20	5.69	\$1.14	1.1013	\$1.25
Carpintero	Hora	1.00	4.10	\$4.10	1.1013	\$4.52
SUBTOTAL (N)						<b>\$50.48</b>
<b>MATERIALES</b>						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNITARIO B	COSTO C=A*B		
Cemento Fuerte Tipo GU Saco 50 Kg - Holcim DISENSA	saco	7.50	\$7.14	\$53.55		
Arena homogenizada (0-5mm) inc. Transporte	m <sup>3</sup>	0.50	\$15.00	\$7.50		
Piedra #3/4 fina inc. Transporte	m <sup>3</sup>	0.60	\$24.14	\$14.48		
100 N Plastificante reductor de agua	kg	0.30	\$1.43	\$0.43		
Inhibidor de Corrosión Mixto Orgánico de Carboxilato	L	1.00	\$23.98	\$23.98		
Tablas semiduras para encofrado	u	8.30	\$4.03	\$33.45		
Cuartón semiduro encofrado	u	3.00	\$1.88	\$5.64		
Clavos para encofrado de 2 1/2"	kg	0.50	\$1.65	\$0.83		
Agua	m <sup>3</sup>	0.21	\$1.24	\$0.26		
SUBTOTAL (O)						<b>\$140.12</b>
<b>TRANSPORTE</b>						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B		
SUBTOTAL (P)						<b>\$0.00</b>
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)						\$201.94
INDIRECTOS Y UTILIDADES					12%	\$24.2328
OTROS INDIRECTOS					0%	\$0.0000
COSTO TOTAL DEL RUBRO						\$226.1728
VALOR DEL RUBRO						<b>\$226.17</b>

Nota. Elaboración propia en Excel.

Figura 149

## Rubro 3.20

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS						
PROYECTO:	Edificando Oportunidades: Construcción de Viviendas de Interés Social en Guayaquil					
CÓDIGO DE PROYECTO:	INGE-2567					
COD. RUBRO:	3.20	UNIDAD:	kg			
RUBRO:	Acero estructural, A-36 (IPE 120mm). incluye montaje	RENDIMIENTO:	0.11 Horas/kg			
ACTIVIDAD:	Estructuras de Hormigón					
<b>EQUIPOS</b>						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Herramientas menores (5% de M.O.)						\$0.10
Amoladora eléctrica	Hora	1.00	4.3	\$4.30	0.1100	\$0.47
Soldadora eléctrica 300 a	Hora	1.00	1.98	\$1.98	0.1100	\$0.22
Grúa móvil	Hora	0.09	35.00	\$3.15	0.1100	\$0.35
Equipo Oxicorte	Hora	1.00	1.54	\$1.54	0.1100	\$0.17
SUBTOTAL (M)						<b>\$1.31</b>
<b>MANO DE OBRA</b>						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Peón	Hora	1.00	4.05	\$4.05	0.1100	\$0.45
Perfilero	Hora	1.00	4.33	\$4.33	0.1100	\$0.48
Operadores Equipo	Hora	1.00	4.33	\$4.33	0.1100	\$0.48
Engrasador o abastecedor responsable	Hora	1.00	4.10	\$4.10	0.1100	\$0.45
Maestro de Obra	Hora	0.09	5.69	\$0.51	0.1100	\$0.06
SUBTOTAL (N)						<b>\$1.91</b>
<b>MATERIALES</b>						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNITARIO B	COSTO C=A*B		
Anticorrosivo Azarcón		4000cc	0.01	\$15.56	\$0.16	
Thinner comercial (diluyente tecni thiñer laca)		4000cc	0.01	\$13.95	\$0.14	
Disco de corte		u	0.01	\$1.65	\$0.02	
Acero en perfil		kg	1.05	\$1.05	\$1.10	
Electrodo #7010 3/16		kg	0.05	\$2.34	\$0.12	
SUBTOTAL (O)						<b>\$1.54</b>
<b>TRANSPORTE</b>						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B		
SUBTOTAL (P)						<b>\$0.00</b>
				TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)		\$4.76
				INDIRECTOS Y UTILIDADES	20%	\$0.9520
				OTROS INDIRECTOS	0%	\$0.0000
				COSTO TOTAL DEL RUBRO		\$5.7120
				VALOR DEL RUBRO		<b>\$5.71</b>

Nota. Elaboración propia en Excel.

Figura 150

## Rubro 4.2

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS						
PROYECTO:	Edificando Oportunidades: Construcción de Viviendas de Interés Social en Guayaquil					
CÓDIGO DE PROYECTO:	INGE-2567					
COD. RUBRO:	4.2	UNIDAD:	m <sup>2</sup>			
RUBRO:	Enlucido Exterior e Interior	RENDIMIENTO:	0.51 Horas/m <sup>2</sup>			
ACTIVIDAD:	Albañilería					
<b>EQUIPOS</b>						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Herramientas menores (5% de M.O.)						\$0.35
SUBTOTAL (M)						\$0.35
<b>MANO DE OBRA</b>						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Peón	Hora	1.00	4.05	\$4.05	0.5079	\$2.06
Maestro de Obra	Hora	1.00	5.69	\$5.69	0.5079	\$2.89
Albañil	Hora	1.00	4.10	\$4.10	0.5079	\$2.08
SUBTOTAL (N)						\$7.03
<b>MATERIALES</b>						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNITARIO B	COSTO C=A*B		
Agua	m <sup>3</sup>	0.07	\$1.24	\$0.09		
Tablas semiduras para encofrado	u	0.04	\$4.03	\$0.16		
Caña rolliza	u	0.06	\$2.31	\$0.14		
Soga	u	0.05	\$0.48	\$0.02		
Mortero para enlucidos saco 40kg	u	0.65	\$5.25	\$3.41		
SUBTOTAL (O)						\$3.82
<b>TRANSPORTE</b>						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B		
Transporte de varios	%MT	6%MT		\$0.23		
SUBTOTAL (P)						\$0.23
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)						\$11.44
INDIRECTOS Y UTILIDADES					12%	\$1.3728
OTROS INDIRECTOS					0%	\$0.0000
COSTO TOTAL DEL RUBRO						\$12.8128
VALOR DEL RUBRO						\$12.81

Nota. Elaboración propia en Excel.

Figura 151

## Rubro 4.3

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS						
PROYECTO:	Edificando Oportunidades: Construcción de Viviendas de Interés Social en Guayaquil					
CÓDIGO DE PROYECTO:	INGE-2567					
COD. RUBRO:	4.3	UNIDAD:	m <sup>2</sup>			
RUBRO:	Enlucido de losa	RENDIMIENTO:	0.77 Horas/m <sup>2</sup>			
ACTIVIDAD:	Albañilería					
<b>EQUIPOS</b>						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Herramientas menores (5% de M.O.)						\$0.36
Andamios metálicos	Hora	1.00	0.60	\$0.60	0.7700	\$0.46
SUBTOTAL (M)						<b>\$0.82</b>
<b>MANO DE OBRA</b>						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Peón	Hora	1.00	4.05	\$4.05	0.7700	\$3.12
Maestro de Obra	Hora	0.20	5.69	\$1.14	0.7700	\$0.88
Albañil	Hora	1.00	4.10	\$4.10	0.7700	\$3.16
SUBTOTAL (N)						<b>\$7.15</b>
<b>MATERIALES</b>						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNITARIO B	COSTO C=A*B		
Agua	m <sup>3</sup>	0.07	\$1.24	\$0.09		
Mortero para enlucidos saco 40kg	u	0.67	\$5.25	\$3.52		
SUBTOTAL (O)						<b>\$3.60</b>
<b>TRANSPORTE</b>						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B		
Transporte de varios	%MT	6%MT		\$0.21		
SUBTOTAL (P)						<b>\$0.21</b>
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)						<b>\$11.79</b>
INDIRECTOS Y UTILIDADES					12%	\$1.4148
OTROS INDIRECTOS					0%	\$0.0000
COSTO TOTAL DEL RUBRO						\$13.2048
VALOR DEL RUBRO						<b>\$13.20</b>

Nota. Elaboración propia en Excel.

Figura 152

## Rubro 4.4

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS						
PROYECTO:	Edificando Oportunidades: Construcción de Viviendas de Interés Social en Guayaquil					
CÓDIGO DE PROYECTO:	INGE-2567					
COD. RUBRO:	4.4	UNIDAD:	m <sup>2</sup>			
RUBRO:	Enlucido de filos	RENDIMIENTO:	0.12 Horas/m <sup>2</sup>			
ACTIVIDAD:	Albañilería					
<b>EQUIPOS</b>						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Herramientas menores (5% de M.O.)						\$0.05
SUBTOTAL (M)						\$0.05
<b>MANO DE OBRA</b>						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Peón	Hora	1.00	4.05	\$4.05	0.1200	\$0.49
Maestro de Obra	Hora	0.10	5.69	\$0.57	0.1200	\$0.07
Albañil	Hora	1.00	4.10	\$4.10	0.1200	\$0.49
SUBTOTAL (N)						\$1.05
<b>MATERIALES</b>						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNITARIO B	COSTO C=A*B		
Agua	m <sup>3</sup>	0.07	\$1.24	\$0.09		
Mortero para enlucidos saco 40kg	u	0.45	\$5.25	\$2.36		
Tablas semiduras para encofrado	4	0.04	\$4.03	\$0.16		
SUBTOTAL (O)						\$2.61
<b>TRANSPORTE</b>						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B		
Transporte de varios	%MT	6%MT		\$0.16		
SUBTOTAL (P)						\$0.16
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)						\$3.87
INDIRECTOS Y UTILIDADES					12%	\$0.4644
OTROS INDIRECTOS					0%	\$0.0000
COSTO TOTAL DEL RUBRO						\$4.3344
VALOR DEL RUBRO						\$4.33

Nota. Elaboración propia en Excel.

Figura 153

## Rubro 4.5

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS						
PROYECTO:	Edificando Oportunidades: Construcción de Viviendas de Interés Social en Guayaquil					
CÓDIGO DE PROYECTO:	INGE-2567					
COD. RUBRO:	4.5	UNIDAD:	m <sup>2</sup>			
RUBRO:	Empastado de losa	RENDIMIENTO:	0.31 Horas/m <sup>2</sup>			
ACTIVIDAD:	Albañilería					
<b>EQUIPOS</b>						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Herramientas menores (5% de M.O.)						\$0.15
Andamios metálicos	Hora	1.00	0.60	\$0.60	0.3100	\$0.19
SUBTOTAL (M)						<b>\$0.34</b>
<b>MANO DE OBRA</b>						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Peón	Hora	1.00	4.05	\$4.05	0.3100	\$1.26
Maestro de Obra	Hora	0.20	5.69	\$1.14	0.3100	\$0.35
Albañil	Hora	1.00	4.10	\$4.10	0.3100	\$1.27
SUBTOTAL (N)						<b>\$2.88</b>
<b>MATERIALES</b>						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNITARIO B	COSTO C=A*B		
Agua	m <sup>3</sup>	0.02	\$1.24	\$0.02		
Resina y empaste interior	kg	1.00	\$1.19	\$1.19		
SUBTOTAL (O)						<b>\$1.21</b>
<b>TRANSPORTE</b>						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B		
Transporte de varios	%MT	6%MT		\$0.07		
SUBTOTAL (P)						<b>\$0.07</b>
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)						<b>\$4.51</b>
INDIRECTOS Y UTILIDADES					12%	\$0.5412
OTROS INDIRECTOS					0%	\$0.0000
COSTO TOTAL DEL RUBRO						<b>\$5.0512</b>
VALOR DEL RUBRO						<b>\$5.05</b>

Nota. Elaboración propia en Excel.

Figura 154

## Rubro 4.6

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS						
PROYECTO:	Edificando Oportunidades: Construcción de Viviendas de Interés Social en Guayaquil					
CÓDIGO DE PROYECTO:	INGE-2567					
COD. RUBRO:	4.6	UNIDAD:	m			
RUBRO:	Cuadrada de boquetes	RENDIMIENTO:	0.09 Horas/m			
ACTIVIDAD:	Albañilería					
<b>EQUIPOS</b>						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Herramientas menores (5% de M.O.)						\$0.07
Andamio	Hora	3.00	0.06	\$0.18	0.0900	\$0.02
SUBTOTAL (M)						\$0.09
<b>MANO DE OBRA</b>						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Peón	Hora	3.00	4.05	\$12.15	0.0900	\$1.09
Maestro de Obra	Hora	1.00	5.69	\$5.69	0.0900	\$0.51
SUBTOTAL (N)						\$1.61
<b>MATERIALES</b>						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNITARIO B	COSTO C=A*B		
Cemento Fuerte Tipo GU Saco 50 Kg - Holcim DISENSA	saco	0.02	\$7.14	\$0.14		
Arena corriente fina	m <sup>3</sup>	0.01	\$10.75	\$0.11		
Agua	m <sup>3</sup>	0.01	\$1.24	\$0.01		
Clavos 2", 2 1/2", 3", 3 1/2"	kg	0.01	\$2.13	\$0.02		
Soga	u	0.01	\$0.50	\$0.01		
Cuartones 2x3x4 chanul	u	0.30	\$7.00	\$2.10		
Caña Rollisa 6 metros	u	0.08	\$2.25	\$0.18		
SUBTOTAL (O)						\$2.57
<b>TRANSPORTE</b>						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B		
Transporte de varios	%MT	6%MT		\$0.08		
SUBTOTAL (P)						\$0.08
				TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)		\$4.35
				INDIRECTOS Y UTILIDADES		12% \$0.5220
				OTROS INDIRECTOS		0% \$0.0000
				COSTO TOTAL DEL RUBRO		\$4.8720
				VALOR DEL RUBRO		\$4.87

Nota. Elaboración propia en Excel.

Figura 155

## Rubro 4.7

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS						
PROYECTO:	Edificando Oportunidades: Construcción de Viviendas de Interés Social en Guayaquil					
CÓDIGO DE PROYECTO:	INGE-2567					
COD. RUBRO:	4.7	UNIDAD:	m <sup>2</sup>			
RUBRO:	Mampostería Prefabricada de paneles e=5cm	RENDIMIENTO:	0.022 Horas/m <sup>2</sup>			
ACTIVIDAD:	Albañilería					
<b>EQUIPOS</b>						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Herramientas menores (5% de M.O.)						\$0.15
Andamio	Hora	1.00	0.06	\$0.06	0.0220	\$0.00
SUBTOTAL (M)						\$0.15
<b>MANO DE OBRA</b>						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Peón	Hora	1.00	4.05	\$4.05	0.0220	\$0.09
Maestro de Obra	Hora	0.15	5.69	\$0.85	0.0220	\$0.02
SUBTOTAL (N)						\$0.11
<b>MATERIALES</b>						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNITARIO B	COSTO C=A*B		
Roca-Panel 50mm módulos 60x240cm	u	0.70	\$10.61	\$7.43		
Canal de amarre 5.5 cm Calibre 24	m	1.00	\$0.99	\$0.99		
Pijas 2"	u	2.00	\$0.20	\$0.40		
SUBTOTAL (O)						\$8.82
<b>TRANSPORTE</b>						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B		
Transporte de varios	%MT	6%MT		\$0.20		
SUBTOTAL (P)						\$0.20
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)						\$9.28
INDIRECTOS Y UTILIDADES					12%	\$1.1136
OTROS INDIRECTOS					0%	\$0.0000
COSTO TOTAL DEL RUBRO						\$10.3936
VALOR DEL RUBRO						\$10.39

Nota. Elaboración propia en Excel.

Figura 156

## Rubro 5.1

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS						
PROYECTO:	Edificando Oportunidades: Construcción de Viviendas de Interés Social en Guayaquil					
CÓDIGO DE PROYECTO:	INGE-2567					
COD. RUBRO:	5.1	UNIDAD:	m <sup>2</sup>			
RUBRO:	Instalación de placa colaborante Deck 1.2mm para cubierta	RENDIMIENTO:	0.718 Horas/m <sup>2</sup>			
ACTIVIDAD:	Cubierta					
<b>EQUIPOS</b>						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Herramientas menores (5% de M.O.)						\$0.38
Amoladora	Hora	0.02	1.17	\$0.02	0.7180	\$0.01
Soldadora Eléctrica 300A	Hora	0.01	2.23	\$0.02	0.7180	\$0.02
Taladro Eléctrico	Hora	0.01	1.1	\$0.01	0.7180	\$0.01
SUBTOTAL (M)						\$0.42
<b>MANO DE OBRA</b>						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Peón	Hora	1.76	4.05	\$7.13	0.7180	\$5.12
Albañil	Hora	0.87	4.10	\$3.57	0.7180	\$2.56
SUBTOTAL (N)						\$7.68
<b>MATERIALES</b>						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNITARIO B	COSTO C=A*B		
Aux: Encofrado riostra horizontal 0.15x0.2	m <sup>3</sup>	0.20	\$44.35	\$8.87		
Metaldeck 3" Calibre 18 Galvanizado ancho util 870mm	m <sup>2</sup>	1.00	\$24.12	\$24.12		
Conector de corte para Deck 5/8x3"	u	1.00	\$0.55	\$0.55		
Electrodo Aga 6011	kg	0.50	\$4.40	\$2.20		
SUBTOTAL (O)						\$35.74
<b>TRANSPORTE</b>						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B		
SUBTOTAL (P)						\$0.00
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)						\$43.84
INDIRECTOS Y UTILIDADES					12%	\$5.2608
OTROS INDIRECTOS					0%	\$0.0000
COSTO TOTAL DEL RUBRO						\$49.1008
VALOR DEL RUBRO						\$49.10

Nota. Elaboración propia en Excel.

Figura 157

## Rubro 5.2

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS						
PROYECTO:	Edificando Oportunidades: Construcción de Viviendas de Interés Social en Guayaquil					
CÓDIGO DE PROYECTO:	INGE-2567					
COD. RUBRO:	5.2	UNIDAD:	m <sup>2</sup>			
RUBRO:	Malla Electrosoldada Q-188 150x150x6mm	RENDIMIENTO:	0.03 Horas/m <sup>2</sup>			
ACTIVIDAD:	Cubierta					
<b>EQUIPOS</b>						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Herramientas menores (5% de M.O.)						\$0.02
SUBTOTAL (M)						\$0.02
<b>MANO DE OBRA</b>						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Peón	Hora	1.00	4.05	\$4.05	0.0300	\$0.12
Albañil	Hora	2.00	4.10	\$8.20	0.0300	\$0.25
SUBTOTAL (N)						\$0.37
<b>MATERIALES</b>						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNITARIO B	COSTO C=A*B		
Alambre recocido #18	kg	0.25	\$1.48	\$0.37		
Aux: Galleta 4x10x10 Mortero Cemento: Arena 1:5	m <sup>2</sup>	1.00	\$0.71	\$0.71		
Malla Electrosoldada Q-188 150x150x6mm	m <sup>2</sup>	1.00	\$5.92	\$5.92		
SUBTOTAL (O)						\$7.00
<b>TRANSPORTE</b>						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B		
SUBTOTAL (P)						\$0.00
					TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	\$7.39
					INDIRECTOS Y UTILIDADES	12% \$0.8868
					OTROS INDIRECTOS	0% \$0.0000
					COSTO TOTAL DEL RUBRO	\$8.2768
					VALOR DEL RUBRO	\$8.28

Nota. Elaboración propia en Excel.

Figura 158

## Rubro 5.3

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS						
PROYECTO:	Edificando Oportunidades: Construcción de Viviendas de Interés Social en Guayaquil					
CÓDIGO DE PROYECTO:	INGE-2567					
COD. RUBRO:	5.3	UNIDAD:	m <sup>2</sup>			
RUBRO:	Hormigón simple en cubierta de losa deck 14cm f'c= 210 kg/cm2	RENDIMIENTO:	0.32 Horas/m <sup>2</sup>			
ACTIVIDAD:	Cubierta					
<b>EQUIPOS</b>						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Herramientas menores (5% de M.O.)						\$3.01
Vibrador de manguera (Pot. 5.50hp)	Hora	1.00	3.55	\$3.55	0.3200	\$1.14
SUBTOTAL (M)						<b>\$4.15</b>
<b>MANO DE OBRA</b>						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Peón	Hora	12.00	4.05	\$48.60	0.3200	\$15.55
Albañil	Hora	5.50	4.10	\$22.55	0.3200	\$7.22
Maestro de Obra	Hora	0.50	5.69	\$2.85	0.3200	\$0.91
SUBTOTAL (N)						<b>\$23.68</b>
<b>MATERIALES</b>						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNITARIO B	COSTO C=A*B		
H. Premezclado 210 Kg/cm2-19mm-13cm-28d HOLCIM	m <sup>3</sup>	0.12	\$119.52	\$14.34		
Servicio de bomba para hormigón premezclado	m <sup>3</sup>	0.08	\$30.00	\$2.31		
SUBTOTAL (O)						<b>\$16.65</b>
<b>TRANSPORTE</b>						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B		
SUBTOTAL (P)						<b>\$0.00</b>
				TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)		\$44.48
				INDIRECTOS Y UTILIDADES	12%	\$5.3376
				OTROS INDIRECTOS	0%	\$0.0000
				COSTO TOTAL DEL RUBRO		\$49.8176
				VALOR DEL RUBRO		<b>\$49.82</b>

Nota. Elaboración propia en Excel.

Figura 159

## Rubro 5.4

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS						
PROYECTO:	Edificando Oportunidades: Construcción de Viviendas de Interés Social en Guayaquil					
CÓDIGO DE PROYECTO:	INGE-2567					
COD. RUBRO:	5.4	UNIDAD:	m <sup>2</sup>			
RUBRO:	Encofrado metálico para cubierta	RENDIMIENTO:	1.33 Horas/m <sup>2</sup>			
ACTIVIDAD:	Cubierta					
<b>EQUIPOS</b>						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Herramientas menores (5% de M.O.)						\$0.31
SUBTOTAL (M)						\$0.31
<b>MANO DE OBRA</b>						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Peón	Hora	1.00	4.05	\$4.05	1.3300	\$5.39
Albañil	Hora	0.20	4.10	\$0.82	1.3300	\$1.09
Maestro de Obra	Hora	0.10	5.69	\$0.57	1.3300	\$0.76
SUBTOTAL (N)						\$7.23
<b>MATERIALES</b>						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNITARIO B	COSTO C=A*B		
Tabla dura de encofrado de 0.30 m	u	1.54	\$5.50	\$8.47		
Clavos	kg	0.12	\$1.03	\$0.12		
Pingos	m	4.00	\$1.10	\$4.40		
SUBTOTAL (O)						\$12.99
<b>TRANSPORTE</b>						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B		
SUBTOTAL (P)						\$0.00
				TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)		\$20.54
				INDIRECTOS Y UTILIDADES	12%	\$2.4648
				OTROS INDIRECTOS	0%	\$0.0000
				COSTO TOTAL DEL RUBRO		\$23.0048
				VALOR DEL RUBRO		\$23.00

Nota. Elaboración propia en Excel.

Figura 160

## Rubro 11.1

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS						
PROYECTO:	Edificando Oportunidades: Construcción de Viviendas de Interés Social en Guayaquil					
CÓDIGO DE PROYECTO:	INGE-2567					
COD. RUBRO:	11.1	UNIDAD:	m <sup>2</sup>			
RUBRO:	Pintura elastomérica para exterior, con sellado	RENDIMIENTO:	0.23 Horas/m <sup>2</sup>			
ACTIVIDAD:	Obras Exteriores					
<b>EQUIPOS</b>						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Herramientas menores (5% de M.O.)						\$0.13
Andamios metálicos	Hora	1.00	0.60	\$0.60	0.2286	\$0.14
SUBTOTAL (M)						<b>\$0.27</b>
<b>MANO DE OBRA</b>						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Pintor	Hora	2.00	4.1	\$8.20	0.2286	\$1.87
Maestro de Obra	Hora	0.50	5.69	\$2.85	0.2286	\$0.65
SUBTOTAL (N)						<b>\$2.52</b>
<b>MATERIALES</b>						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNITARIO B	COSTO C=A*B		
Pintura elastomérica	gal	0.17	\$22.68	\$3.78		
SUBTOTAL (O)						<b>\$3.78</b>
<b>TRANSPORTE</b>						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B		
Transporte de varios	%MT	6%MT		\$0.23		
SUBTOTAL (P)						<b>\$0.23</b>
				TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)		<b>\$6.81</b>
				INDIRECTOS Y UTILIDADES	12%	\$0.8172
				OTROS INDIRECTOS	0%	\$0.0000
				COSTO TOTAL DEL RUBRO		<b>\$7.6272</b>
				VALOR DEL RUBRO		<b>\$7.63</b>

Nota. Elaboración propia en Excel.

Figura 161

## Rubro 11.2

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS						
PROYECTO:	Edificando Oportunidades: Construcción de Viviendas de Interés Social en Guayaquil					
CÓDIGO DE PROYECTO:	INGE-2567					
COD. RUBRO:	11.2	UNIDAD:	m <sup>2</sup>			
RUBRO:	Limpieza final de la obra	RENDIMIENTO:	0.32 Horas/m <sup>2</sup>			
ACTIVIDAD:	Obras Exteriores					
<b>EQUIPOS</b>						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Herramientas menores (5% de M.O.)						\$0.14
SUBTOTAL (M)						\$0.14
<b>MANO DE OBRA</b>						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Peón	Hora	2.00	4.05	\$8.10	0.3200	\$2.59
Maestro de Obra	Hora	0.10	5.69	\$0.57	0.3200	\$0.18
SUBTOTAL (N)						\$2.77
<b>MATERIALES</b>						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNITARIO B	COSTO C=A*B		
SUBTOTAL (O)						\$0.00
<b>TRANSPORTE</b>						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B		
SUBTOTAL (P)						\$0.00
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)						\$2.92
INDIRECTOS Y UTILIDADES					12%	\$0.3504
OTROS INDIRECTOS					0%	\$0.0000
COSTO TOTAL DEL RUBRO						\$3.2704
VALOR DEL RUBRO						\$3.27

Nota. Elaboración propia en Excel.

Figura 162

## Rubro 11.3

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS						
PROYECTO:	Edificando Oportunidades: Construcción de Viviendas de Interés Social en Guayaquil					
CÓDIGO DE PROYECTO:	INGE-2567					
COD. RUBRO:	11.3	UNIDAD:	m <sup>3</sup>			
RUBRO:	Desalojo de escombros con volqueta (transporte 10 km)	RENDIMIENTO:	0.005 Horas/m <sup>3</sup>			
ACTIVIDAD:	Obras Exteriores					
<b>EQUIPOS</b>						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Herramientas menores (5% de M.O.)						\$0.03
Cargadora Frontal	Hora	1.00	35.2	\$35.20	0.0049	\$0.17
Volqueta 8m <sup>3</sup>	Hora	15.00	30	\$450.00	0.0049	\$2.21
SUBTOTAL (M)						\$2.41
<b>MANO DE OBRA</b>						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Maestro de Obra	Hora	0.75	5.69	\$4.27	0.0049	\$0.02
Operadores Equipo	Hora	1.00	4.55	\$4.55	0.0049	\$0.02
Chofer	Hora	15.00	5.95	\$89.25	0.0049	\$0.44
Engrasador o abastecedor responsable	Hora	1.00	4.1	\$4.10	0.0049	\$0.02
SUBTOTAL (N)						\$0.50
<b>MATERIALES</b>						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNITARIO B	COSTO C=A*B		
SUBTOTAL (O)						\$0.00
<b>TRANSPORTE</b>						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B		
SUBTOTAL (P)						\$0.00
				TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)		\$2.91
				INDIRECTOS Y UTILIDADES	12%	\$0.3492
				OTROS INDIRECTOS	0%	\$0.0000
				COSTO TOTAL DEL RUBRO		\$3.2592
				VALOR DEL RUBRO		\$3.26

Nota. Elaboración propia en Excel.

Figura 163

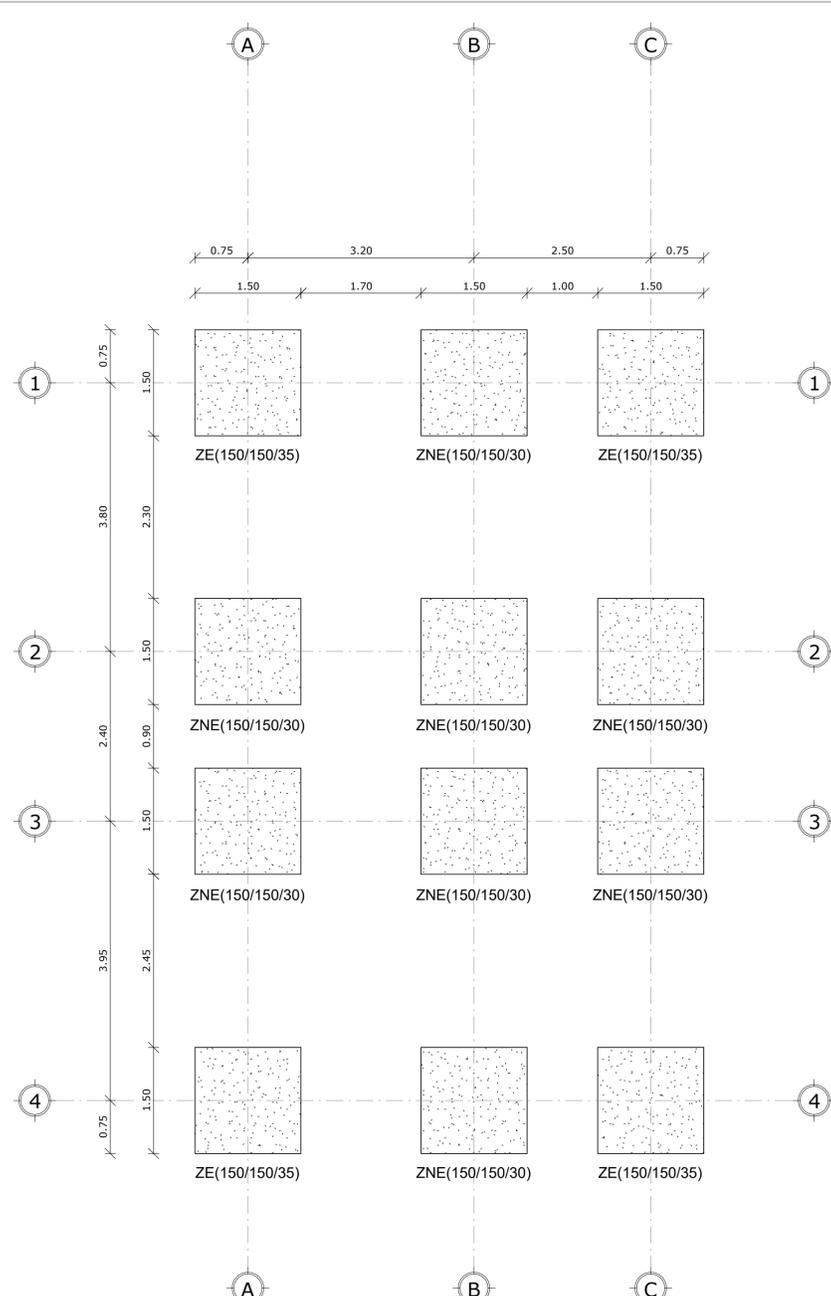
## Rubro 12.1

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS						
PROYECTO:	Edificando Oportunidades: Construcción de Viviendas de Interés Social en Guayaquil					
CÓDIGO DE PROYECTO:	INGE-2567					
COD. RUBRO:	12.1	UNIDAD:	u			
RUBRO:	Transporte y montaje de prefabricados	RENDIMIENTO:	0.8 Horas/u			
ACTIVIDAD:	Montaje de elementos					
<b>EQUIPOS</b>						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Herramientas menores (5% de M.O.)						\$0.24
Camion grúa de 5T	Hora	1.00	26.68	\$26.68	0.8000	\$21.34
Cabezal con plataforma para remolque	Hora	1.00	71.00	\$71.00	0.8000	\$56.80
Grúa de 250T	Hora	1.00	333.58	\$333.58	0.8000	\$266.86
Grúa pórtico de 20M 15Ton	Hora	1.00	35.2	\$35.20	0.8000	\$28.16
SUBTOTAL (M)						\$373.41
<b>MANO DE OBRA</b>						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Maestro de Obra	Hora	0.75	5.69	\$4.27	0.8000	\$3.41
Operadores Equipo	Hora	4.00	4.55	\$18.20	0.8000	\$14.56
Chofer	Hora	4.50	5.95	\$26.78	0.8000	\$21.42
SUBTOTAL (N)						\$39.39
<b>MATERIALES</b>						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNITARIO B	COSTO C=A*B		
SUBTOTAL (O)						\$0.00
<b>TRANSPORTE</b>						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B		
SUBTOTAL (P)						\$0.00
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)						\$412.81
INDIRECTOS Y UTILIDADES					12%	\$49.5372
OTROS INDIRECTOS					0%	\$0.0000
COSTO TOTAL DEL RUBRO						\$462.3472
VALOR DEL RUBRO						\$462.35

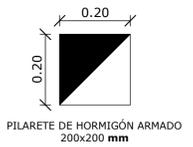
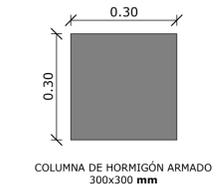
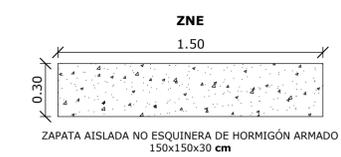
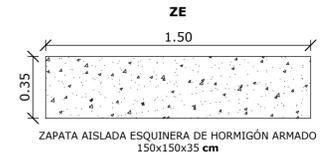
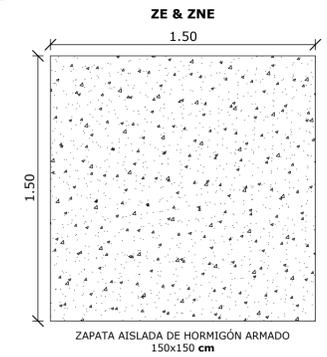
Nota. Elaboración propia en Excel.

## **Planos**

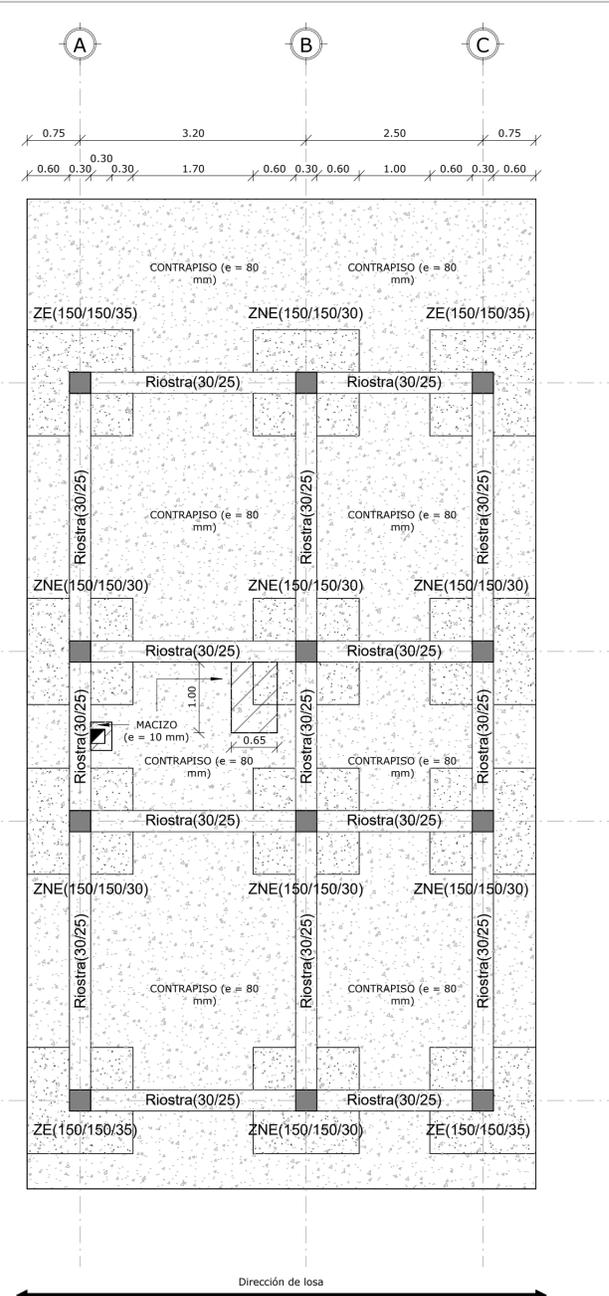
Por cuestiones de calidad de imagen y visualización, los planos estructurales (que incluyen los de ensamblaje/montaje) del modelo de vivienda de interés social propuesto no se han incluido como imagen en el presente documento. En cambio, se ha unido el documento que los contiene -directamente- al final de este documento. Por este motivo, la numeración finaliza en la presente página.



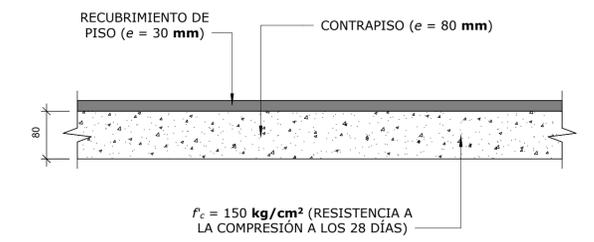
1 N.E. -1.00  
1 : 50



2 N.E. +0.00  
1 : 50



Detalle Contrapiso  
1 : 10



### ESPECIFICACIONES TÉCNICAS EN ESTRUCTURAS DE CONCRETO ARMADO

- REQUISITOS DE REGLAMENTO PARA CONCRETO ESTRUCTURAL (ACI 318-19)
- NORMAS INTERNACIONALES DE ASTM
- RESISTENCIA DE DISEÑO ESPECIFICADA PARA EL CONCRETO DE STEEL DECK, COLUMNAS, VIGAS, ZAPATAS, ESCALERA,  $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$  (RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN A LOS 28 DÍAS)
- RESISTENCIA PROMEDIO REQUERIDA,  $(f_c)_p = f_c + 30 \text{ kg/cm}^2$  (ACI 318S-08, R5.3.2)
- RESISTENCIA A LA FLUENCIA DEL ACERO DE REFUERZO,  $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$
- RECUBRIMIENTOS EN MIEMBROS ESTRUCTURALES:  
COLUMNAS:  $Rec = 4.0 \text{ cm}$   
VIGAS & RIOSTRAS:  $Rec = 4.0 \text{ cm}$   
ZAPATAS:  $Rec = 7.5 \text{ cm}$
- PARA ESTRUCTURAS EXPUESTAS PERMANENTEMENTE AL AGUA, APLICAR INHIBIDOR DE CORROSIÓN
- REPLANTILLO DE 10 cm DEBAJO DE RIOSTRAS, MACIZOS & ZAPATAS,  $f_c = 140 \text{ kg/cm}^2$
- LONGITUD MÍNIMA DE TRASLAPE,  $L_t = 48db$
- TODAS LAS MEDIDAS ESTÁN DADAS EN MILÍMETROS (MIENTRAS NO SE INDIQUE OTRA UNIDAD)
- EL ESPACIAMIENTO DE ESTRIBOS ESTÁ DADO EN CENTÍMETROS (SI NO SE INDICA OTRA UNIDAD)
- LAS ESPECIFICACIONES DE LOS ACEROS DE REFUERZO ESTÁN DADAS EN MILÍMETROS
- EL DIÁMETRO DEL ACERO DE REFUERZO ESTÁ DADO EN MILÍMETROS EN TODOS LOS DETALLES
- LAS MEDIDAS PREVALECEAN SOBRE LA ESCALA DE DIBUJO
- ANTES DE PROCEDER A LA CONSTRUCCIÓN, SE DEBERÁ CORRELACIONAR LOS PLANOS ESTRUCTURALES CON LOS ARQUITECTÓNICOS

Tipo de gancho estándar	Diámetro de la barra	Diámetro interior mínimo de doblado, mm	Extensión recta <sup>1)</sup> en A	Tipo de gancho estándar
Gancho de 90 grados	No. 10 a No. 16	$4d_b$	Mayor de $6d_b$ y 75 mm	
	No. 19 a No. 25	$6d_b$	$12d_b$	
Gancho de 135 grados	No. 10 a No. 16	$4d_b$	Mayor de $6d_b$ y 75 mm	
	No. 19 a No. 25	$6d_b$	$75 \text{ mm}$	
Gancho de 180 grados	No. 10 a No. 16	$4d_b$	Mayor de $4d_b$ y 65 mm	
	No. 19 a No. 25	$6d_b$	$65 \text{ mm}$	

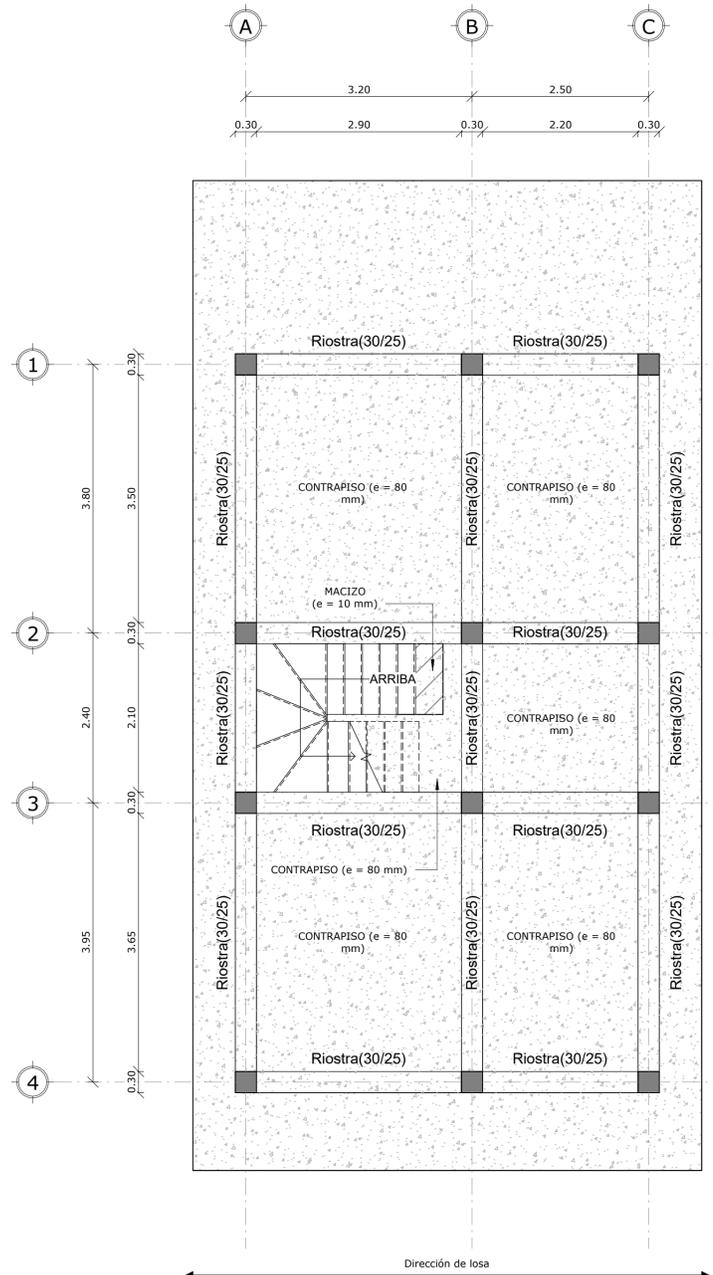
**NOTAS:**  
 - LOS PLANOS ARQUITECTÓNICOS SIEMPRE PREVALECEAN SOBRE LOS ESTRUCTURALES Y DE INSTALACIONES.  
 - AL CONSTRUIR, LA FISCALIZACIÓN Y EL CONTRATISTA DEBERÁN REVISAR Y CONCILIAR AMBAS INFORMACIONES Y, EN CASO DE ENCONTRAR DIVERGENCIAS EN LA INFORMACIÓN, ESTAS DEBERÁN SER CONSULTADAS AL RESPONSABLE TÉCNICO DE LA OBRA.  
 - LAS DIMENSIONES ESTÁN CONSIDERADAS SIN ENLUCIDOS.

NOTAS GENERALES	PLANO DE REFERENCIA	DESCRIPCIÓN	EMISIONES				REGISTRO DE INGENIERÍA	FIRMA	FECHA	CLIENTE:
			N.º	DESCRIPCIÓN	FECHA	DISEÑO				
ESTE PLANO CONTIENE INFORMACIÓN DE PROPIEDAD CONFIDENCIAL. QUEDA EXPRESAMENTE PROHIBIDA SU DIFUSIÓN, COPIA O USO SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DE HÉCTOR RAFAEL DE LA COROMOTO MONTILLA PEÑA Y JAROD ALBERTO PAREDES SÁNCHEZ.			1	Revisión 1						<b>Propietario</b> VIVIENDAS DE INTERÉS SOCIAL Implantación Cimentación
										DIBUJO No: ES-01-001
										HOJA: 1 de 1
										REV: 1

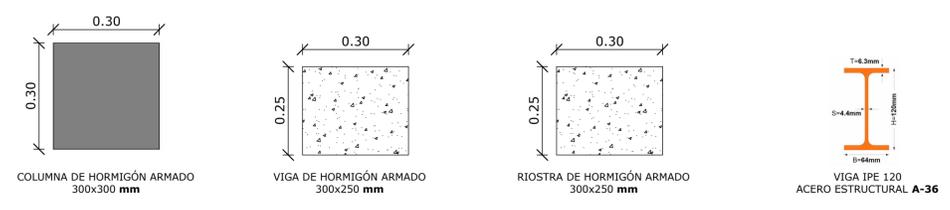


CÓDIGO DE PROYECTO:  
**INGE-2567**

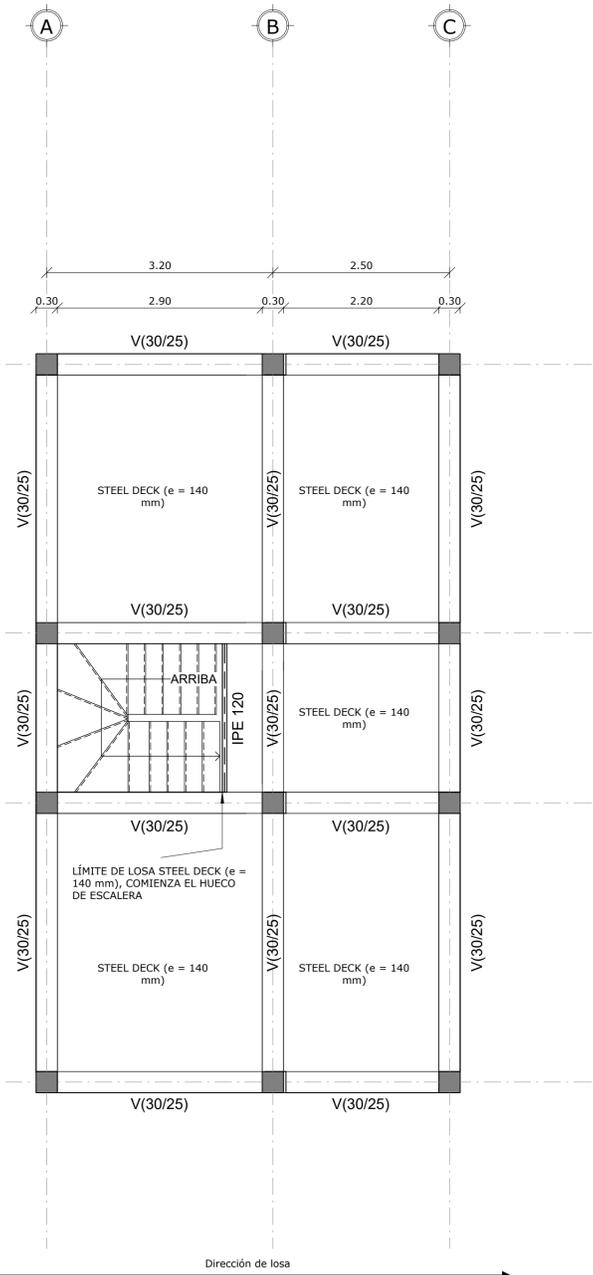
TAMAÑO: A1  
ESCALA: INDICADAS



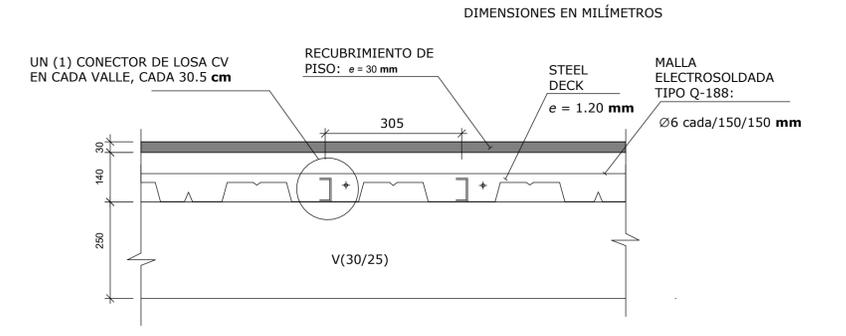
1 N.E. +2.80  
1 : 50



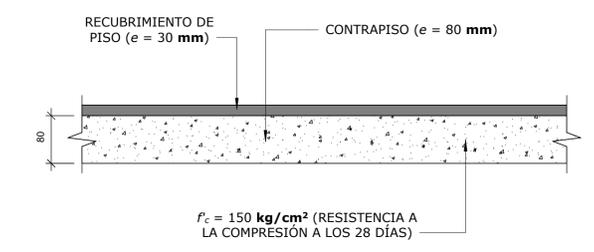
NOTAS GENERALES	PLANO DE REFERENCIA	DESCRIPCIÓN	EMISIONES				REGISTRO DE INGENIERÍA	FIRMA	FECHA	CLIENTE:
ESTE PLANO CONTIENE INFORMACIÓN DE PROPIEDAD CONFIDENCIAL. QUEDA EXPRESAMENTE PROHIBIDA SU DIFUSIÓN, COPIA O USO SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DE HÉCTOR RAFAEL DE LA COROMOTO MONTILLA PEÑA Y JAROD ALBERTO PAREDES SÁNCHEZ.			N.º	DESCRIPCIÓN	FECHA	DISEÑO	DIBUJO			<b>Propietario</b>  VIVIENDAS DE INTERÉS SOCIAL  Implantación Plantas Alta & Baja
			1	Revisión 1	Fecha 1					



2 N.E. +5.60  
1 : 50



Detalle Steel Deck  
1 : 10



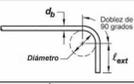
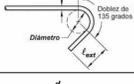
Detalle Contrapiso  
1 : 10

### ESPECIFICACIONES TÉCNICAS EN ESTRUCTURAS DE CONCRETO ARMADO

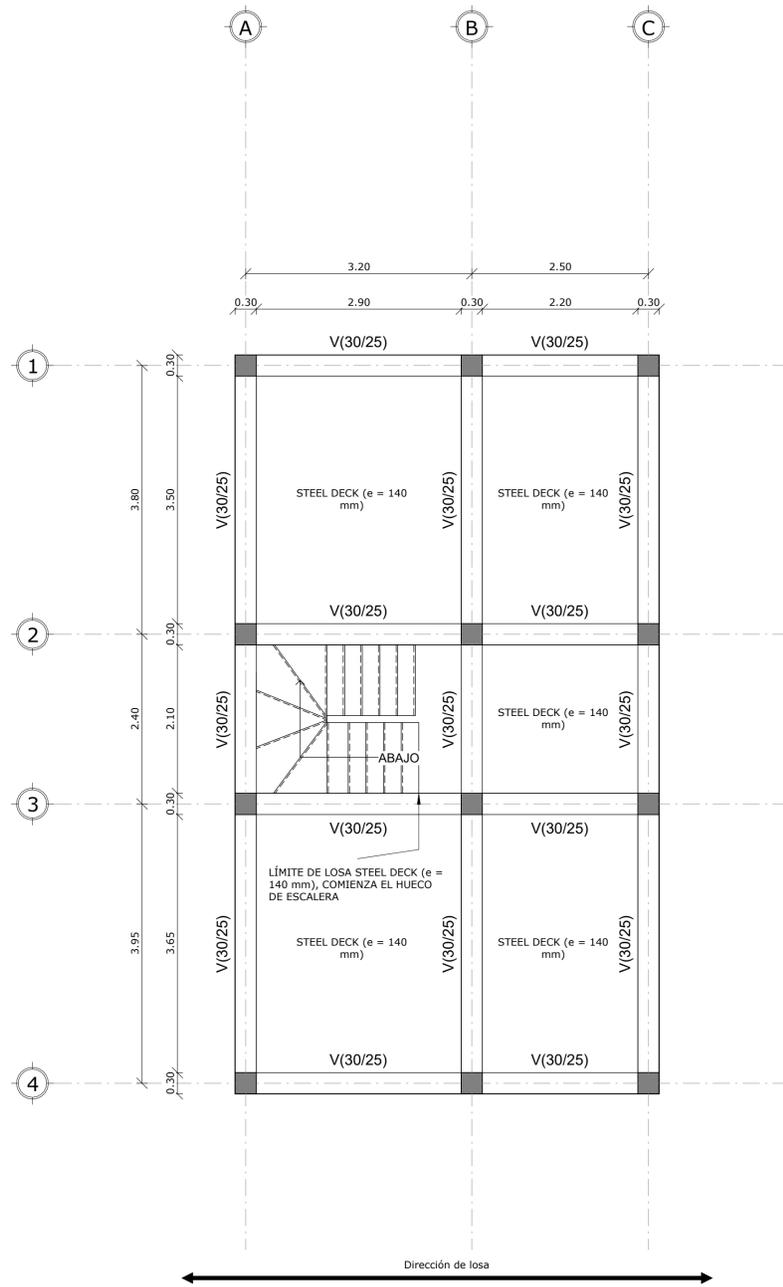
- REQUISITOS DE REGLAMENTO PARA CONCRETO ESTRUCTURAL (ACI 318-19)
- NORMAS INTERNACIONALES DE ASTM
- RESISTENCIA DE DISEÑO ESPECIFICADA PARA EL CONCRETO DE STEEL DECK, COLUMNAS, VIGAS, ZAPATAS, ESCALERA,  $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$  (RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN A LOS 28 DÍAS)
- RESISTENCIA PROMEDIO REQUERIDA,  $(f_c)_p = f_c + 30 \text{ kg/cm}^2$  (ACI 318S-08, R5.3.2)
- RESISTENCIA A LA FLUENCIA DEL ACERO DE REFUERZO,  $f_y = 42000 \text{ kg/cm}^2$
- RECURRIMIENTOS EN MIEMBROS ESTRUCTURALES:
  - COLUMNAS:  $Rec = 4.0 \text{ cm}$
  - VIGAS & RIOSTRAS:  $Rec = 4.0 \text{ cm}$
  - ZAPATAS:  $Rec = 7.5 \text{ cm}$
- PARA ESTRUCTURAS EXPUESTAS PERMANENTEMENTE AL AGUA, APLICAR INHIBIDOR DE CORROSIÓN
- REPLANTILLO DE 10 cm DEBAJO DE RIOSTRAS, MACIZOS & ZAPATAS,  $f_c = 140 \text{ kg/cm}^2$
- LONGITUD MÍNIMA DE TRASLAPE,  $L_t = 48db$
- TODAS LAS MEDIDAS ESTÁN DADAS EN MILÍMETROS (MIENTRAS NO SE INDIQUE OTRA UNIDAD)
- EL ESPACIAMIENTO DE ESTRIBOS ESTÁ DADO EN CENTÍMETROS (SI NO SE INDICA OTRA UNIDAD)
- LAS ESPECIFICACIONES DE LOS ACEROS DE REFUERZO ESTÁN DADAS EN MILÍMETROS
- EL DIÁMETRO DEL ACERO DE REFUERZO ESTÁ DADO EN MILÍMETROS EN TODOS LOS DETALLES
- LAS MEDIDAS PREVALECEEN SOBRE LA ESCALA DE DIBUJO
- ANTES DE PROCEDER A LA CONSTRUCCIÓN, SE DEBERÁ CORRELACIONAR LOS PLANOS ESTRUCTURALES CON LOS ARQUITECTÓNICOS

**NOTAS:**

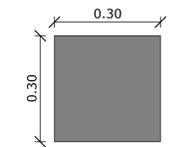
- LOS PLANOS ARQUITECTÓNICOS SIEMPRE PREVALECEEN SOBRE LOS ESTRUCTURALES Y DE INSTALACIONES.
- AL CONSTRUIR, LA FISCALIZACIÓN Y EL CONTRATISTA DEBERÁN REVISAR Y CONCILIAR AMBAS INFORMACIONES Y, EN CASO DE ENCONTRAR DIVERGENCIAS EN LA INFORMACIÓN, ESTAS DEBERÁN SER CONSULTADAS AL RESPONSABLE TÉCNICO DE LA OBRA.
- LAS DIMENSIONES ESTÁN CONSIDERADAS SIN ENLUCIDOS.

Tipo de gancho estándar	Diámetro de la barra	Diámetro interior mínimo de doblado, mm	Extensión recta <sup>1)</sup>	Tipo de gancho estándar
Gancho de 90 grados	No. 10 a No. 16	$4d_b$	Mayor de $6d_b$ y 75 mm	
	No. 19 a No. 25	$6d_b$	$12d_b$	
Gancho de 135 grados	No. 10 a No. 16	$4d_b$	Mayor de $6d_b$ y 75 mm	
	No. 19 a No. 25	$6d_b$		
Gancho de 180 grados	No. 10 a No. 16	$4d_b$	Mayor de $4d_b$ y 65 mm	
	No. 19 a No. 25	$6d_b$		

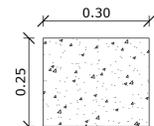
	CLIENTE:	<b>Propietario</b>  VIVIENDAS DE INTERÉS SOCIAL  Implantación Plantas Alta & Baja	
	PROYECTO:		
	DESCRIPCIÓN:		
	DIBUJO No:		ES-01-101



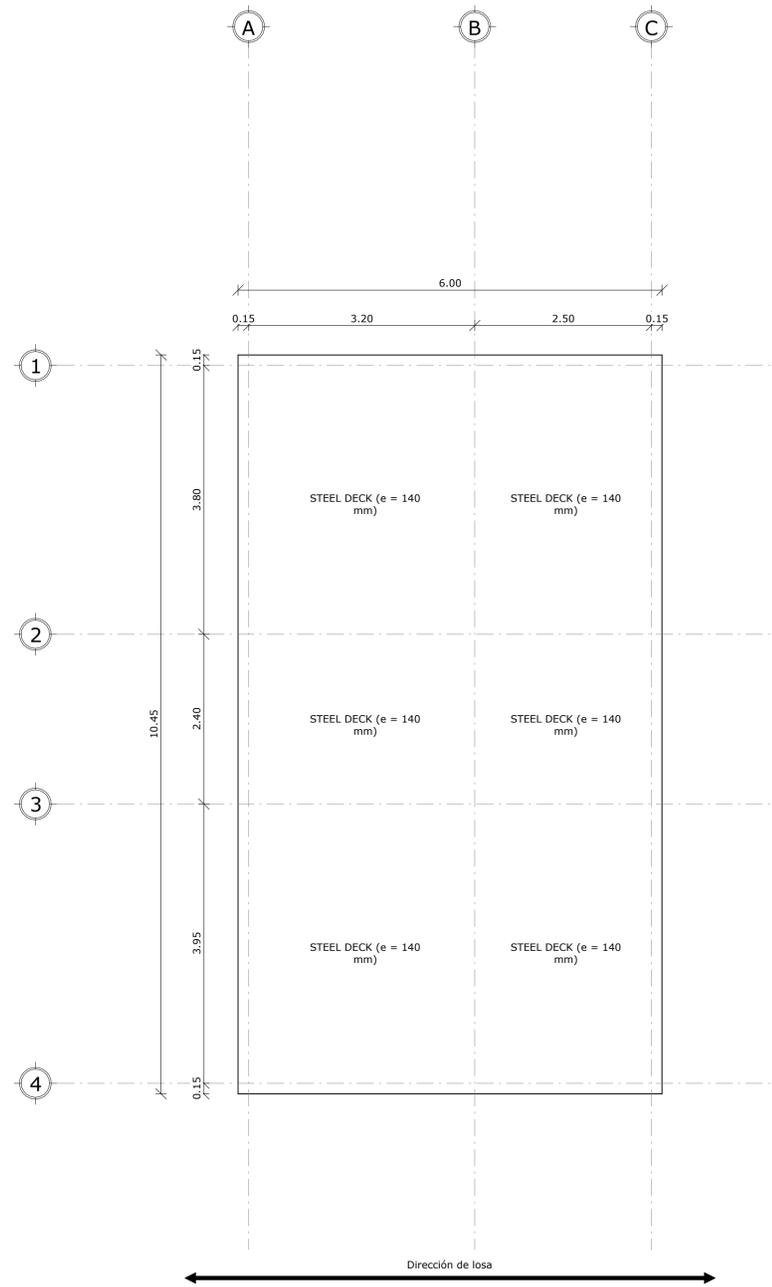
**2** Cubierta N.E. +5.60  
1 : 50



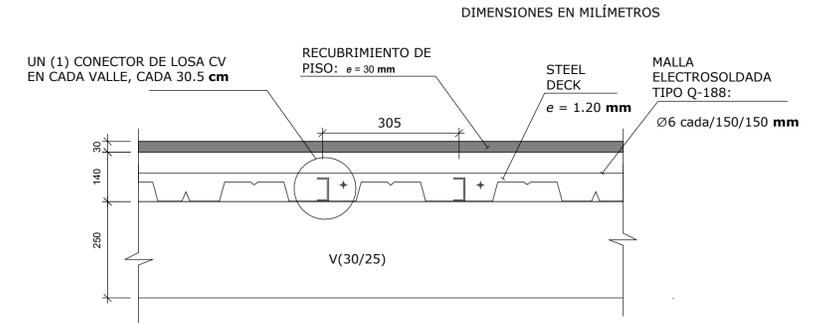
COLUMNA DE HORMIGÓN ARMADO  
300x300 mm



VIGA DE HORMIGÓN ARMADO  
300x250 mm



**1** Cubierta  
1 : 50



**Detalle Steel Deck**  
1 : 10

**ESPECIFICACIONES TÉCNICAS EN ESTRUCTURAS DE CONCRETO ARMADO**

- REQUISITOS DE REGLAMENTO PARA CONCRETO ESTRUCTURAL (ACI 318-19)
- NORMAS INTERNACIONALES DE ASTM
- RESISTENCIA DE DISEÑO ESPECIFICADA PARA EL CONCRETO DE STEEL DECK, COLUMNAS, VIGAS, ZAPATAS, ESCALERA,  $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$  (RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN A LOS 28 DÍAS)
- RESISTENCIA PROMEDIO REQUERIDA,  $(f_c)_p = f_c + 30 \text{ kg/cm}^2$  (ACI 318S-08, R5.3.2)
- RESISTENCIA A LA FLUENCIA DEL ACERO DE REFUERZO,  $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$
- RECUBRIMIENTOS EN MIEMBROS ESTRUCTURALES:  
COLUMNAS:  $Rec = 4.0 \text{ cm}$   
VIGAS & RIOSTRAS:  $Rec = 4.0 \text{ cm}$   
ZAPATAS:  $Rec = 7.5 \text{ cm}$
- PARA ESTRUCTURAS EXPUESTAS PERMANENTEMENTE AL AGUA, APLICAR INHIBIDOR DE CORROSIÓN
- REPLANTILLO DE 10 cm DEBAJO DE RIOSTRAS, MACIZOS & ZAPATAS,  $f_c = 140 \text{ kg/cm}^2$
- LONGITUD MÍNIMA DE TRASLAPE,  $L_t = 48db$
- TODAS LAS MEDIDAS ESTÁN DADAS EN MILÍMETROS (MIENTRAS NO SE INDIQUE OTRA UNIDAD)
- EL ESPACIAMIENTO DE ESTRIBOS ESTÁ DADO EN CENTÍMETROS (SI NO SE INDICA OTRA UNIDAD)
- LAS ESPECIFICACIONES DE LOS ACEROS DE REFUERZO ESTÁN DADAS EN MILÍMETROS
- EL DIÁMETRO DEL ACERO DE REFUERZO ESTÁ DADO EN MILÍMETROS EN TODOS LOS DETALLES
- LAS MEDIDAS PREVALECEEN SOBRE LA ESCALA DE DIBUJO
- ANTES DE PROCEDER A LA CONSTRUCCIÓN, SE DEBERÁ CORRELACIONAR LOS PLANOS ESTRUCTURALES CON LOS ARQUITECTÓNICOS

Tipo de gancho estándar	Diámetro de la barra	Diámetro interior mínimo de doblado, mm	Extensión recta <sup>1)</sup> $e_f \cdot A$	Tipo de gancho estándar
Gancho de 90 grados	No. 10 a No. 16	$4d_b$	Mayor de $6d_b$ y 75 mm	
	No. 19 a No. 25	$6d_b$	$12d_b$	
Gancho de 135 grados	No. 10 a No. 16	$4d_b$	Mayor de $6d_b$ y 75 mm	
	No. 19 a No. 25	$6d_b$		
Gancho de 180 grados	No. 10 a No. 16	$4d_b$	Mayor de $4d_b$ y 65 mm	
	No. 19 a No. 25	$6d_b$		

**NOTAS:**  
 - LOS PLANOS ARQUITECTÓNICOS SIEMPRE PREVALECEEN SOBRE LOS ESTRUCTURALES Y DE INSTALACIONES.  
 - AL CONSTRUIR, LA FISCALIZACIÓN Y EL CONTRATISTA DEBERÁN REVISAR Y CONCILIAR AMBAS INFORMACIONES Y, EN CASO DE ENCONTRAR DIVERGENCIAS EN LA INFORMACIÓN, ESTAS DEBERÁN SER CONSULTADAS AL RESPONSABLE TÉCNICO DE LA OBRA.  
 - LAS DIMENSIONES ESTÁN CONSIDERADAS SIN ENLUCIDOS.

NOTAS GENERALES	PLANO DE REFERENCIA	DESCRIPCIÓN	EMISIONES				REGISTRO DE INGENIERÍA	FIRMA	FECHA	CLIENTE:
			N.º	DESCRIPCIÓN	FECHA	DISEÑO				
ESTE PLANO CONTIENE INFORMACIÓN DE PROPIEDAD CONFIDENCIAL. QUEDA EXPRESAMENTE PROHIBIDA SU DIFUSIÓN, COPIA O USO SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DE HÉCTOR RAFAEL DE LA COROMOTO MONTILLA PEÑA Y JAROD ALBERTO PAREDES SÁNCHEZ.			1	Revisión 1	Fecha 1				Agosto 2024	<b>Propietario</b>
									Agosto 2024	PROYECTO: VIVIENDAS DE INTERÉS SOCIAL
									Agosto 2024	
									Agosto 2024	DESCRIPCIÓN: Planta Cubierta
									Agosto 2024	
									Agosto 2024	DIBUJO No: ES-01-102
									Agosto 2024	
									Agosto 2024	HOJA: 1 de 1 REV: 1
									Agosto 2024	



CÓDIGO DE PROYECTO:  
**INGE-2567**

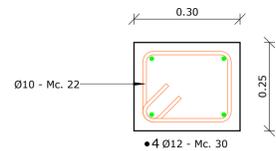
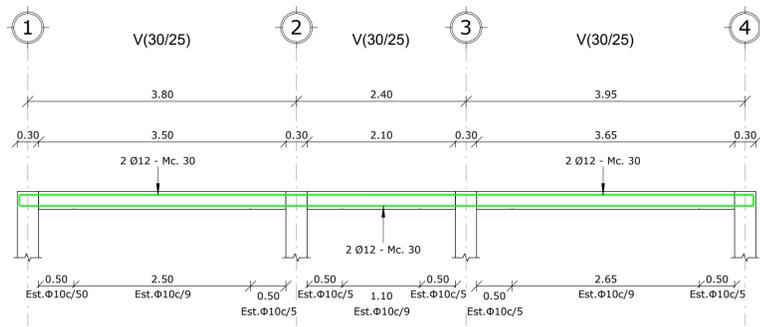
TAMAÑO: A1  
ESCALA: INDICADAS





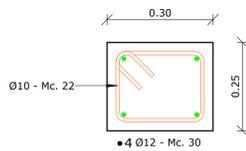
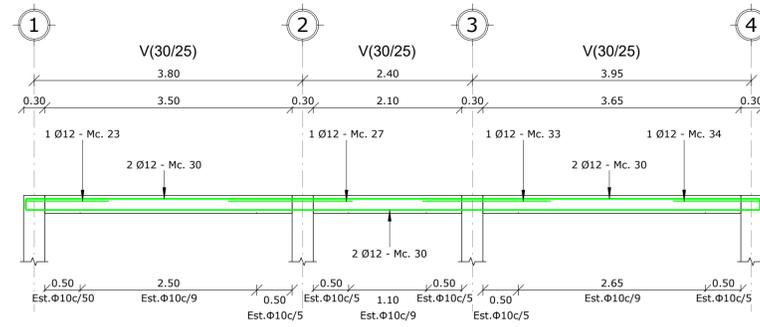
### P2: Viga Eje A

Escala 1:50



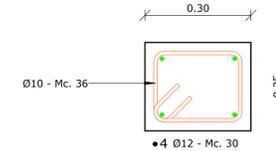
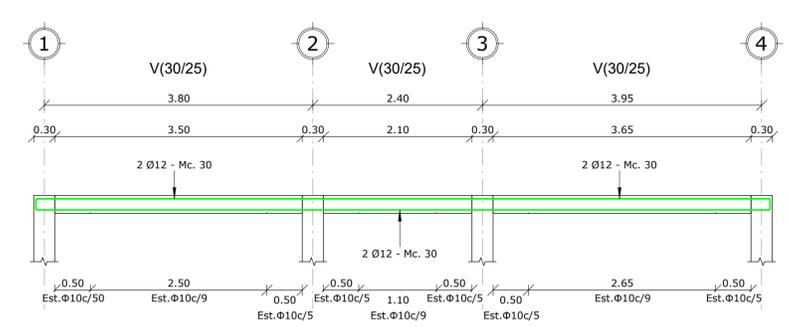
### P2: Viga Eje B

Escala 1:50



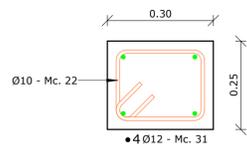
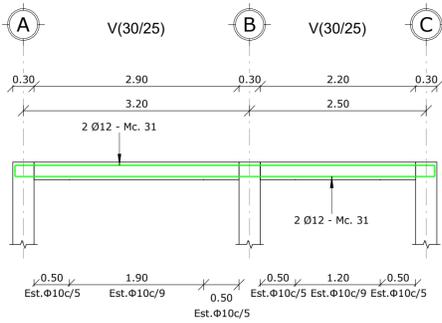
### P2: Viga Eje C

Escala 1:50



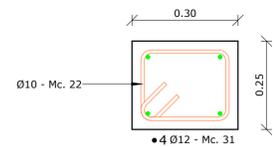
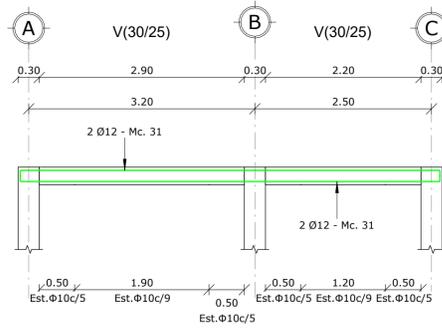
### P2: Viga Eje 1

Escala 1:50



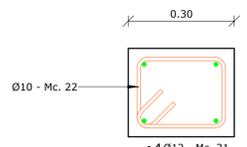
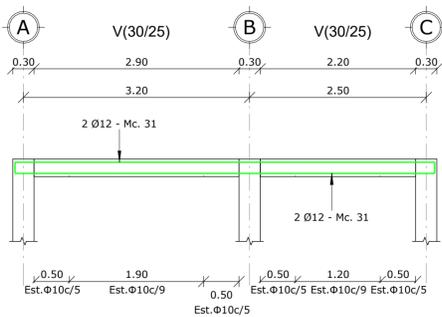
### P2: Viga Eje 2

Escala 1:50



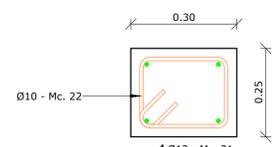
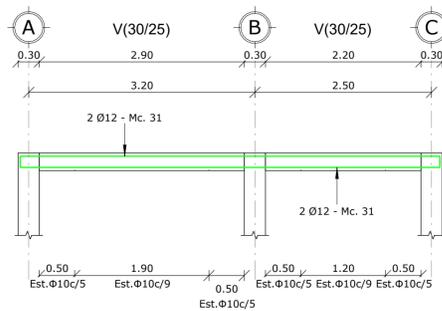
### P2: Viga Eje 3

Escala 1:50



### P2: Viga Eje 4

Escala 1:50



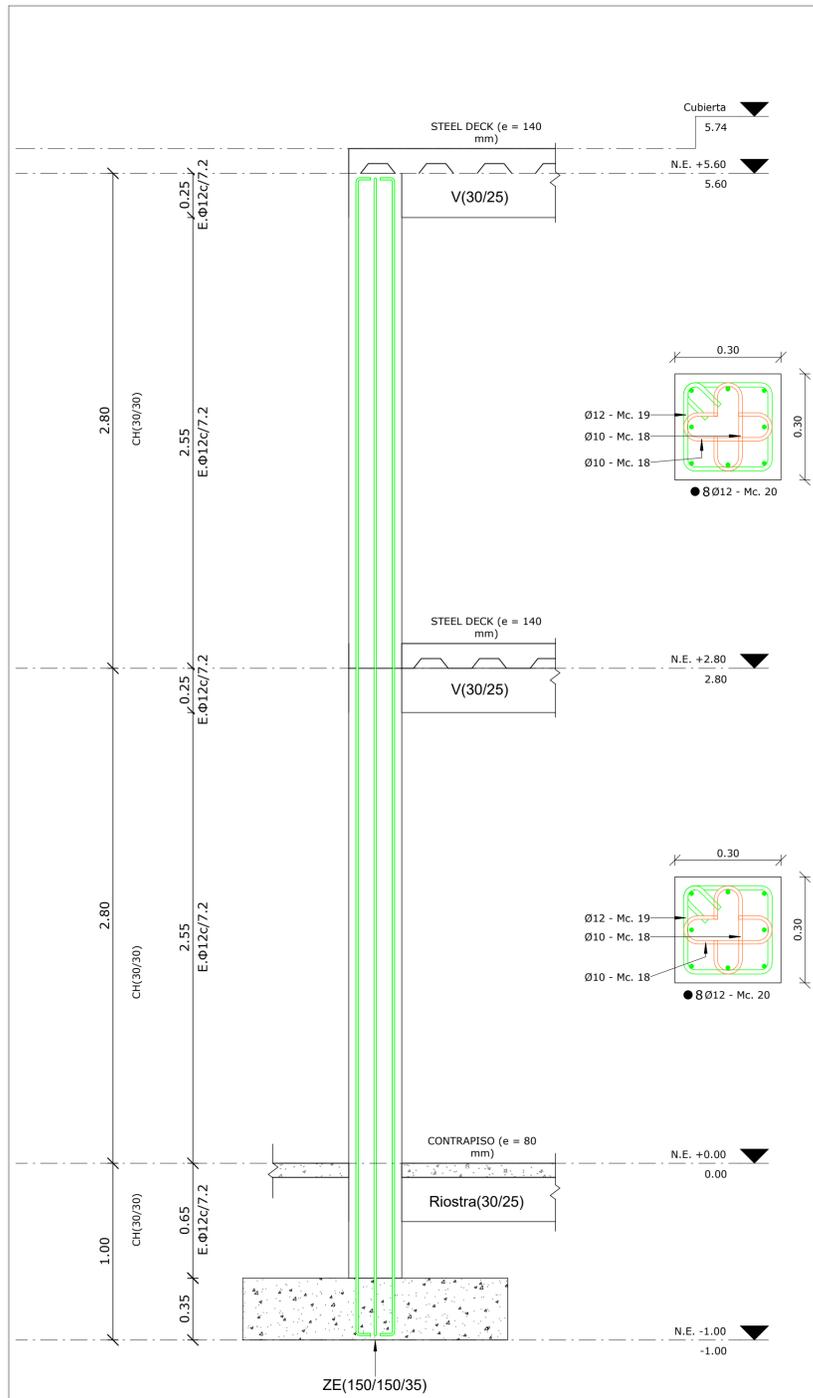
### ESPECIFICACIONES TÉCNICAS EN ESTRUCTURAS DE CONCRETO ARMADO

- REQUISITOS DE REGLAMENTO PARA CONCRETO ESTRUCTURAL (ACI 318-19)
- NORMAS INTERNACIONALES DE ASTM
- RESISTENCIA DE DISEÑO ESPECÍFICA PARA EL CONCRETO DE STEEL DECK, COLUMNAS, VIGAS, ZAPATAS, ESCALERA,  $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$  (RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN A LOS 28 DÍAS)
- RESISTENCIA PROMEDIO REQUERIDA,  $(f'_c)_d = f_c + 30 \text{ kg/cm}^2$  (ACI 318S-08, R5.3.2)
- RESISTENCIA A LA FLUENCIA DEL ACERO DE REFUERZO,  $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$
- RECUBRIMIENTOS EN MIEMBROS ESTRUCTURALES:
  - COLUMNAS:  $Rec = 4.0 \text{ cm}$
  - VIGAS & RIOSTRAS:  $Rec = 4.0 \text{ cm}$
  - ZAPATAS:  $Rec = 7.5 \text{ cm}$
- PARA ESTRUCTURAS EXPUESTAS PERMANENTEMENTE AL AGUA, APLICAR INHIBIDOR DE CORROSIÓN
- REPLANTILLO DE 10 **cm** DEBAJO DE RIOSTRAS, MACIZOS & ZAPATAS,  $f_c = 140 \text{ kg/cm}^2$
- LONGITUD MÍNIMA DE TRASLAPE,  $L_t = 48db$
- TODAS LAS MEDIDAS ESTÁN DADAS EN MILÍMETROS (MIENTRAS NO SE INDIQUE OTRA UNIDAD)
- EL ESPACIAMIENTO DE ESTRIBOS ESTÁ DADO EN CENTÍMETROS (SI NO SE INDICA OTRA UNIDAD)
- LAS ESPECIFICACIONES DE LOS ACEROS DE REFUERZO ESTÁN DADAS EN MILÍMETROS
- EL DIÁMETRO DEL ACERO DE REFUERZO ESTÁ DADO EN MILÍMETROS EN TODOS LOS DETALLES
- LAS MEDIDAS PREVALECEAN SOBRE LA ESCALA DE DIBUJO
- ANTES DE PROCEDER A LA CONSTRUCCIÓN, SE DEBERÁ CORRELACIONAR LOS PLANOS ESTRUCTURALES CON LOS ARQUITECTÓNICOS

Tipo de gancho estándar	Diámetro de la barra	Diámetro interior mínimo de doblado, mm	Extensión recta <sup>1)</sup> o, A	Tipo de gancho estándar
Gancho de 90 grados	No. 10 a No. 16	$4d_b$	Mayor de $6d_b$ y 75 mm	
	No. 19 a No. 25	$6d_b$	$12d_b$	
Gancho de 135 grados	No. 10 a No. 16	$4d_b$	Mayor de $6d_b$ y 75 mm	
	No. 19 a No. 25	$6d_b$	$12d_b$	
Gancho de 180 grados	No. 10 a No. 16	$4d_b$	Mayor de $4d_b$ y 65 mm	
	No. 19 a No. 25	$6d_b$	$12d_b$	

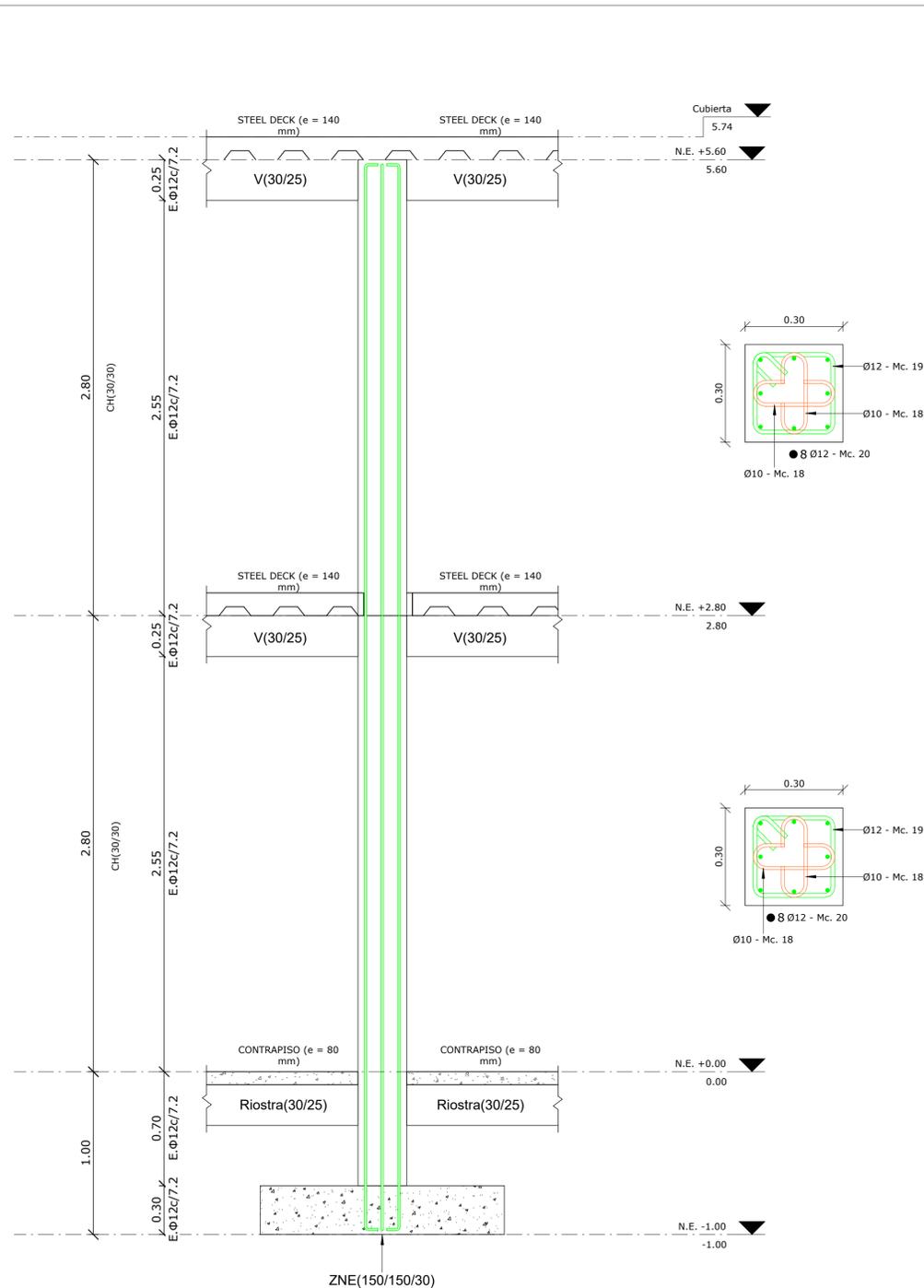
**NOTAS:**  
 - LOS PLANOS ARQUITECTÓNICOS SIEMPRE PREVALECEAN SOBRE LOS ESTRUCTURALES Y DE INSTALACIONES.  
 - AL CONSTRUIR, LA FISCALIZACIÓN Y EL CONTRATISTA DEBERÁN REVISAR Y CONCILIAR AMBAS INFORMACIONES Y, EN CASO DE ENCONTRAR DIVERGENCIAS EN LA INFORMACIÓN, ESTAS DEBERÁN SER CONSULTADAS AL RESPONSABLE TÉCNICO DE LA OBRA.  
 - LAS DIMENSIONES ESTÁN CONSIDERADAS SIN ENLUCIDOS.

NOTAS GENERALES	PLANO DE REFERENCIA	DESCRIPCIÓN	EMISIONES				REGISTRO DE INGENIERÍA	FIRMA	FECHA	CLIENTE:
			N.º	DESCRIPCIÓN	FECHA	DISEÑO				
ESTE PLANO CONTIENE INFORMACIÓN DE PROPIEDAD CONFIDENCIAL. QUEDA EXPRESAMENTE PROHIBIDA SU DIFUSIÓN, COPIA O USO SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DE HÉCTOR RAFAEL DE LA COROMOTO MONTILLA PEÑA Y JAROD ALBERTO PAREDES SÁNCHEZ.			1	Revisión 1	Fecha 1			Agosto 2024	<b>Propietario</b>	
										Agosto 2024
								Agosto 2024	PROYECTO: <b>VIVIENDAS DE INTERÉS SOCIAL</b>	
								Agosto 2024		
								Agosto 2024	DESCRIPCIÓN: <b>Alzado Vigas P2</b>	
								Agosto 2024		
								Agosto 2024	DIBUJO No: <b>ES-01-105</b>	
								Agosto 2024		
								Agosto 2024	HOJA: <b>1 de 1</b>	
								Agosto 2024	REV: <b>1</b>	



**INTERSECCIONES DE EJES CON ESTE ALZADO:**

A-1 / A-4 / C-1 / C-4



**INTERSECCIONES DE EJES CON ESTE ALZADO:**

A-2 / A-3 / B-1 / B-2 / B-3 / B-4 / C-2 / C-3

**NOTAS:**  
 - LOS PLANOS ARQUITECTÓNICOS SIEMPRE PREVALECEAN SOBRE LOS ESTRUCTURALES Y DE INSTALACIONES.  
 - AL CONSTRUIR, LA FISCALIZACIÓN Y EL CONTRATISTA DEBERÁN REVISAR Y CONCILIAR AMBAS INFORMACIONES Y, EN CASO DE ENCONTRAR DIVERGENCIAS EN LA INFORMACIÓN, ESTAS DEBERÁN SER CONSULTADAS AL RESPONSABLE TÉCNICO DE LA OBRA.  
 - LAS DIMENSIONES ESTÁN CONSIDERADAS SIN ENLUCIDOS.

**ESPECIFICACIONES TÉCNICAS EN ESTRUCTURAS DE CONCRETO ARMADO**

- REQUISITOS DE REGLAMENTO PARA CONCRETO ESTRUCTURAL (ACI 318-19)
- NORMAS INTERNACIONALES DE ASTM
- RESISTENCIA DE DISEÑO ESPECIFICADA PARA EL CONCRETO DE STEEL DECK, COLUMNAS, VIGAS, ZAPATAS, ESCALERA,  $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$  (RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN A LOS 28 DÍAS)
- RESISTENCIA PROMEDIO REQUERIDA,  $(f_c)_p = f_c + 30 \text{ kg/cm}^2$  (ACI 318S-08, R5.3.2)
- RESISTENCIA A LA FLUENCIA DEL ACERO DE REFUERZO,  $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$
- RECUBRIMIENTOS EN MIEMBROS ESTRUCTURALES:  
 COLUMNAS:  $Rec = 4.0 \text{ cm}$   
 VIGAS & RIOSTRAS:  $Rec = 4.0 \text{ cm}$   
 ZAPATAS:  $Rec = 7.5 \text{ cm}$
- PARA ESTRUCTURAS EXPUESTAS PERMANENTEMENTE AL AGUA, APLICAR INHIBIDOR DE CORROSIÓN
- REPLANTILLO DE 10 cm DEBAJO DE RIOSTRAS, MACIZOS & ZAPATAS,  $f_c = 140 \text{ kg/cm}^2$
- LONGITUD MÍNIMA DE TRASLAPE,  $L_t = 48db$
- TODAS LAS MEDIDAS ESTÁN DADAS EN MILÍMETROS (MIENTRAS NO SE INDIQUE OTRA UNIDAD)
- EL ESPACIAMIENTO DE ESTRIBOS ESTÁ DADO EN CENTÍMETROS (SI NO SE INDICA OTRA UNIDAD)
- LAS ESPECIFICACIONES DE LOS ACEROS DE REFUERZO ESTÁN DADAS EN MILÍMETROS
- EL DIÁMETRO DEL ACERO DE REFUERZO ESTÁ DADO EN MILÍMETROS EN TODOS LOS DETALLES
- LAS MEDIDAS PREVALECEAN SOBRE LA ESCALA DE DIBUJO
- ANTES DE PROCEDER A LA CONSTRUCCIÓN, SE DEBERÁ CORRELACIONAR LOS PLANOS ESTRUCTURALES CON LOS ARQUITECTÓNICOS

Tipo de gancho estándar	Diámetro de la barra	Diámetro interior mínimo de doblado, mm	Extensión recta <sup>1)</sup>	Tipo de gancho estándar
Gancho de 90 grados	No. 10 a No. 16	$4d_b$	Mayor de $6d_b$ y 75 mm	
	No. 19 a No. 25	$6d_b$	$12d_b$	
Gancho de 135 grados	No. 10 a No. 16	$4d_b$	Mayor de $6d_b$ y 75 mm	
	No. 19 a No. 25	$6d_b$	$75 \text{ mm}$	
Gancho de 180 grados	No. 10 a No. 16	$4d_b$	Mayor de $4d_b$ y 65 mm	
	No. 19 a No. 25	$6d_b$	$65 \text{ mm}$	

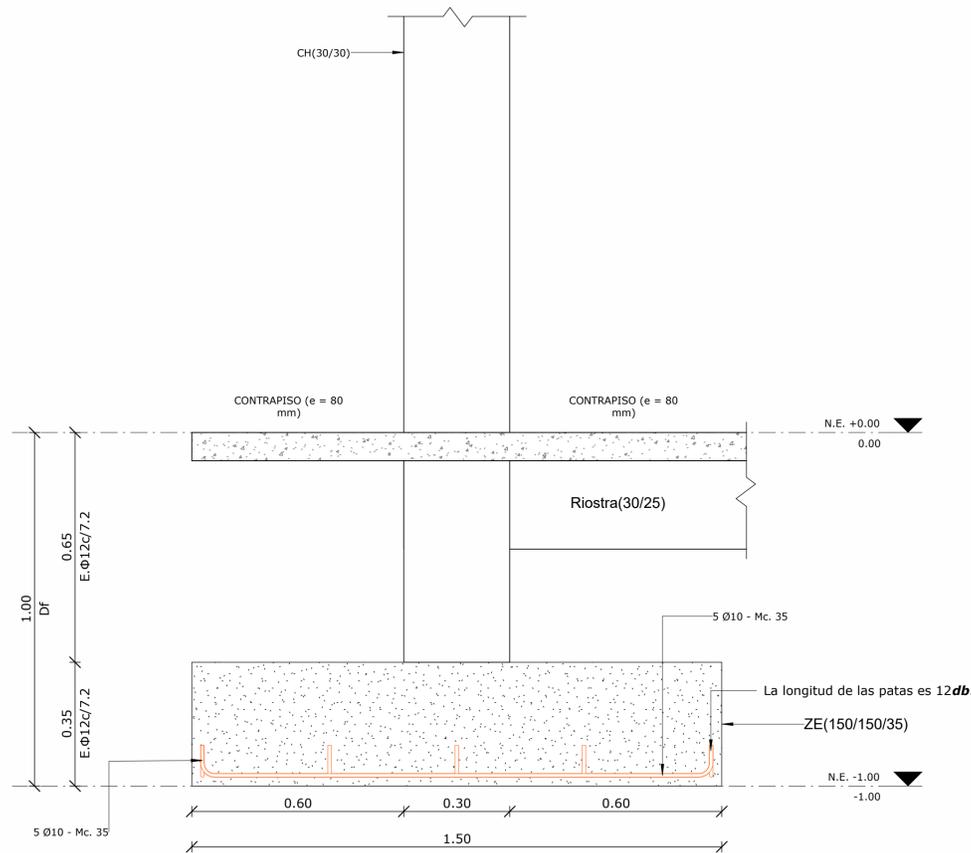
NOTAS GENERALES	PLANO DE REFERENCIA	DESCRIPCIÓN	EMISIONES					REGISTRO DE INGENIERÍA	FIRMA	FECHA	CLIENTE:
			N.º	DESCRIPCIÓN	FECHA	DISEÑO	DIBUJO				
ESTE PLANO CONTIENE INFORMACIÓN DE PROPIEDAD CONFIDENCIAL. QUEDA EXPRESAMENTE PROHIBIDA SU DIFUSIÓN, COPIA O USO SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DE HÉCTOR RAFAEL DE LA COROMOTO MONTILLA PEÑA Y JAROD ALBERTO PAREDES SÁNCHEZ.			1	Revisión 1	Fecha 1			DIBUJO:		Agosto 2024	<b>Propietario</b>  PROYECTO: VIVIENDAS DE INTERÉS SOCIAL  DESCRIPCIÓN: Alzado Columnas
									DISEÑO:		
								REVISIÓN:	Ing. David Valverde, M.Sc.	Agosto 2024	
								REVISIÓN:	Ing. Lenin Dender, M.Sc.	Agosto 2024	
								APROBACIÓN:			



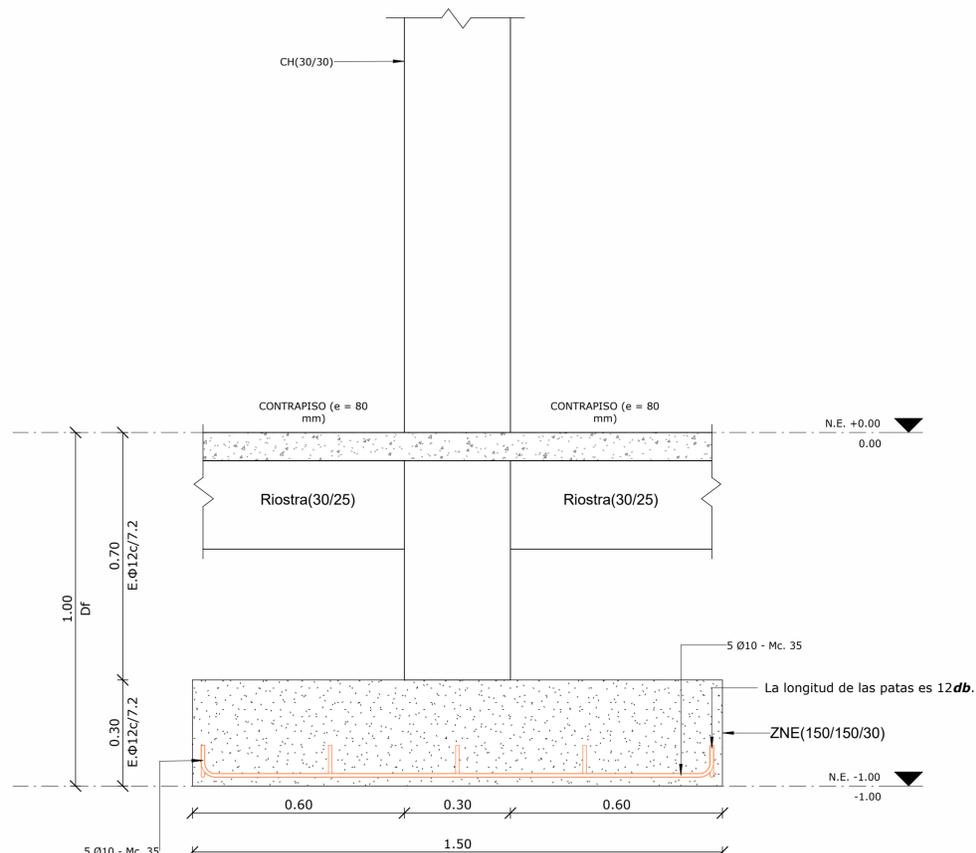
CÓDIGO DE PROYECTO:  
**INGE-2567**

TAMAÑO: A1  
ESCALA: INDICADAS

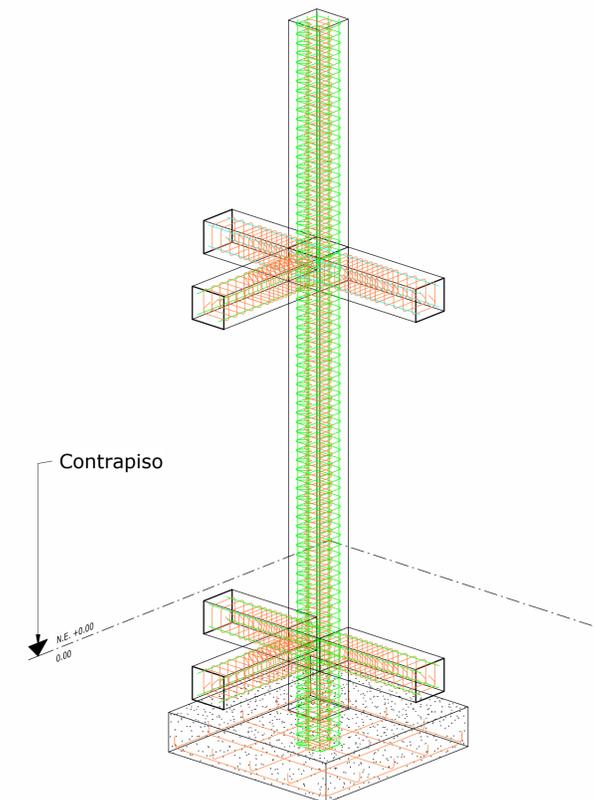
DIBUJO No: ES-01-106  
HOJA: 1 de 1  
REV: 1



RELLENO CON MATERIAL CLASIFICADO, SI LA CAPACIDAD DE CARGA ADMISIBLE ES MENOR A 10.53 ton/m<sup>2</sup>

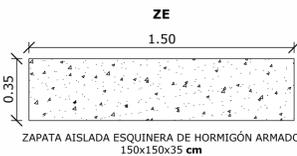
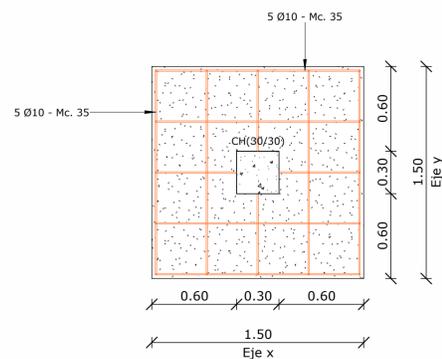


RELLENO CON MATERIAL CLASIFICADO, SI LA CAPACIDAD DE CARGA ADMISIBLE ES MENOR A 10.53 ton/m<sup>2</sup>



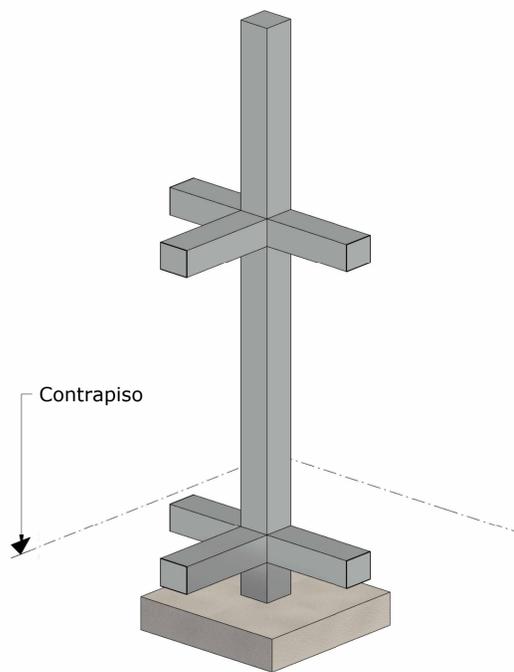
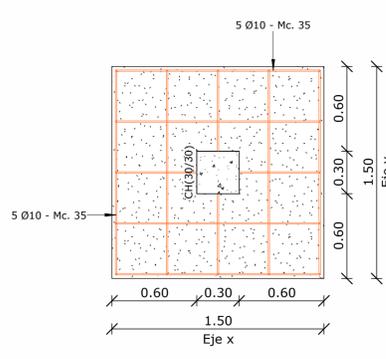
**INTERSECCIONES DE EJES CON ESTE ALZADO:**

A-1 / A-4 / C-1 / C-4



**INTERSECCIONES DE EJES CON ESTE ALZADO:**

A-2 / A-3 / B-1 / B-2 / B-3 / B-4 / C-2 / C-3



**ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DEL ESFUERZO ADMISIBLE**

-REQUISITOS PARA EL ESFUERZO ADMISIBLE DEL SUELO:  
SI EL SUELO EN EL QUE SE IMPLANTA LA VIVIENDA DE INTERÉS SOCIAL TIENE UNA CAPACIDAD DE CARGA ADMISIBLE MENOR A 10.53 ton/m<sup>2</sup>, SE DEBERÁ RELLENAR CON MATERIAL CLASIFICADO HASTA ALCANZAR UN ESFUERZO ADMISIBLE DE 10.53 ton/m<sup>2</sup>.

**ESPECIFICACIONES TÉCNICAS EN ESTRUCTURAS DE CONCRETO ARMADO**

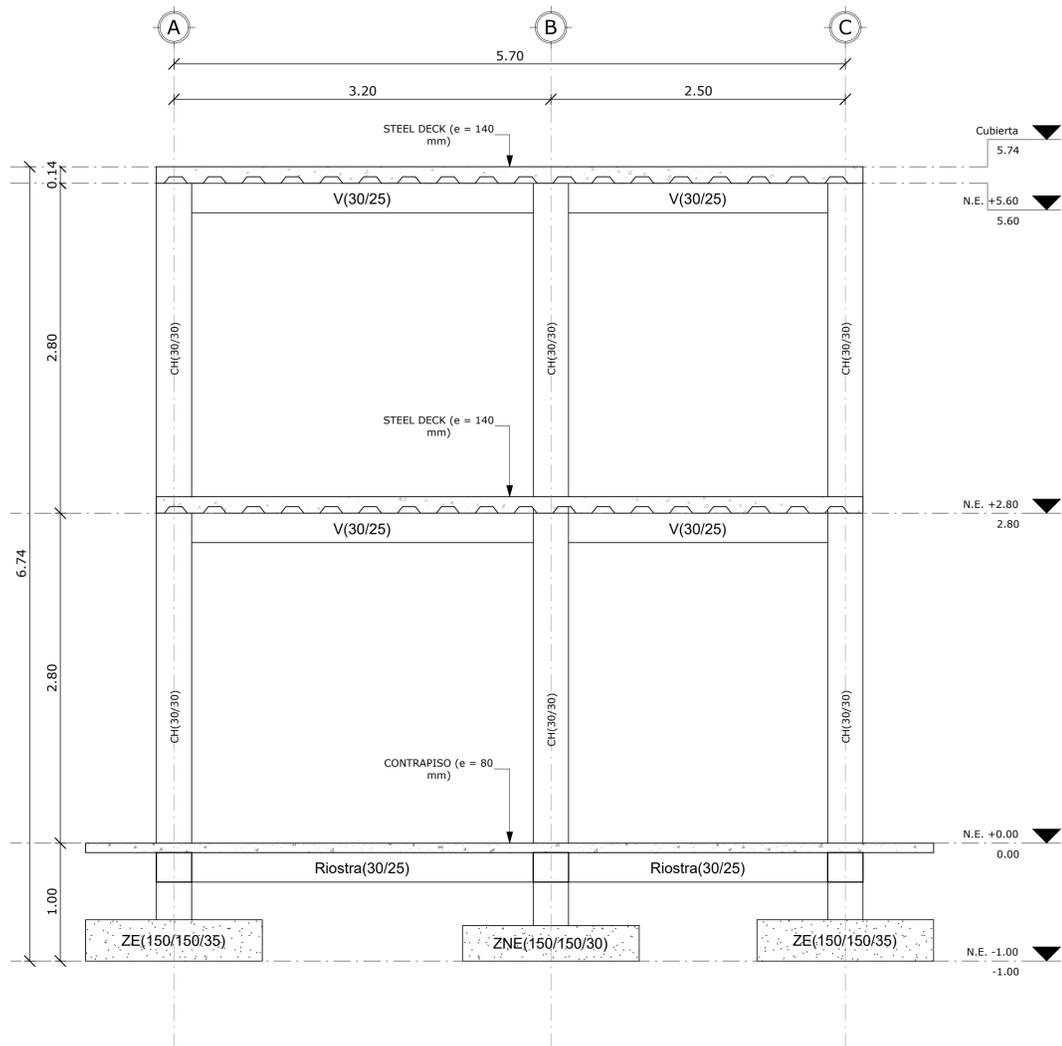
-REQUISITOS DE REGLAMENTO PARA CONCRETO ESTRUCTURAL (ACI 318-19)  
-NORMAS INTERNACIONALES DE ASTM  
-RESISTENCIA DE DISEÑO ESPECIFICADA PARA EL CONCRETO DE STEEL DECK, COLUMNAS, VIGAS, ZAPATAS, ESCALERA,  $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$  (RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN A LOS 28 DÍAS)  
-RESISTENCIA PROMEDIO REQUERIDA,  $(f'_c)_o = f'_c + 30 \text{ kg/cm}^2$  (ACI 318S-08, R5.3.2)  
-RESISTENCIA A LA FLUENCIA DEL ACERO DE REFUERZO,  $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$   
-RECUBRIMIENTOS EN MIEMBROS ESTRUCTURALES:  
COLUMNAS:  $Rec = 4.0 \text{ cm}$   
VIGAS & RIOSTRAS:  $Rec = 4.0 \text{ cm}$   
ZAPATAS:  $Rec = 7.5 \text{ cm}$   
-PARA ESTRUCTURAS EXPUESTAS PERMANENTEMENTE AL AGUA, APLICAR INHIBIDOR DE CORROSIÓN  
-REPLANTILLO DE 10 cm DEBAJO DE RIOSTRAS, MACIZOS & ZAPATAS,  $f_c = 140 \text{ kg/cm}^2$   
-LONGITUD MÍNIMA DE TRASLAPE,  $L_t = 48db$   
-TODAS LAS MEDIDAS ESTÁN DADAS EN MILÍMETROS (MIENTRAS NO SE INDIQUE OTRA UNIDAD)  
-EL ESPACIAMIENTO DE ESTRIBOS ESTÁ DADO EN CENTÍMETROS (SI NO SE INDICA OTRA UNIDAD)  
-LAS ESPECIFICACIONES DE LOS ACEROS DE REFUERZO ESTÁN DADAS EN MILÍMETROS  
-EL DIÁMETRO DEL ACERO DE REFUERZO ESTÁ DADO EN MILÍMETROS EN TODOS LOS DETALLES  
-LAS MEDIDAS PREVALECEEN SOBRE LA ESCALA DE DIBUJO  
-ANTES DE PROCEDER A LA CONSTRUCCIÓN, SE DEBERÁ CORRELACIONAR LOS PLANOS ESTRUCTURALES CON LOS ARQUITECTÓNICOS

**NOTAS:**

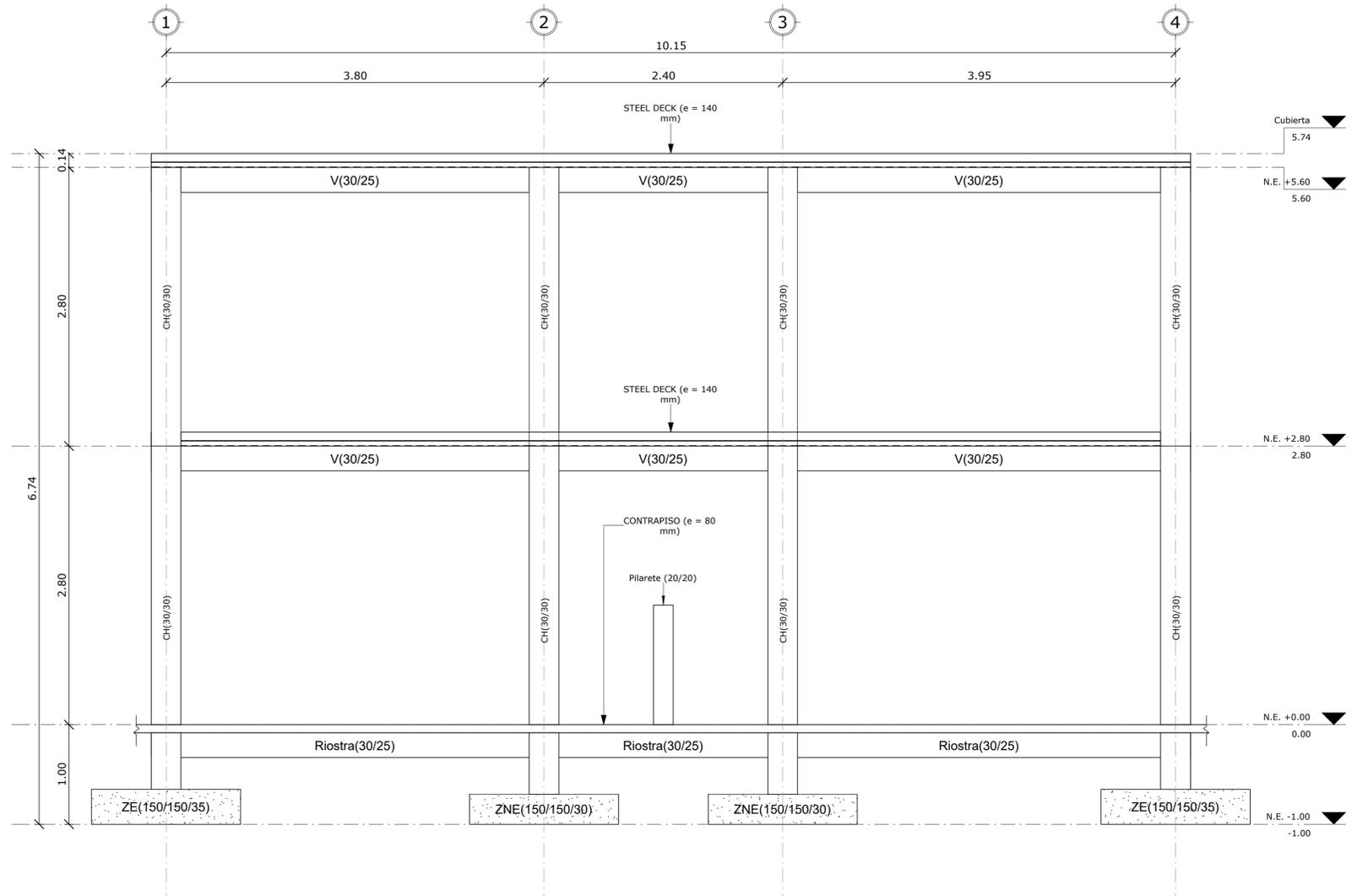
- LOS PLANOS ARQUITECTÓNICOS SIEMPRE PREVALECEEN SOBRE LOS ESTRUCTURALES Y DE INSTALACIONES.  
- AL CONSTRUIR, LA FISCALIZACIÓN Y EL CONTRATISTA DEBERÁN REVISAR Y CONCILIAR AMBAS INFORMACIONES Y, EN CASO DE ENCONTRAR DIVERGENCIAS EN LA INFORMACIÓN, ESTAS DEBERÁN SER CONSULTADAS AL RESPONSABLE TÉCNICO DE LA OBRA.  
- LAS DIMENSIONES ESTÁN CONSIDERADAS SIN ENLUCIDOS.

Tipo de gancho estándar	Diámetro de la barra	Diámetro interior mínimo de doblado, mm	Extensión recta <sup>1)</sup> $l_{ext}$	Tipo de gancho estándar
Gancho de 90 grados	No. 10 a No. 16	$4d_b$	Mayor de $6d_b$ y 75 mm	
	No. 19 a No. 25	$6d_b$	$12d_b$	
Gancho de 135 grados	No. 10 a No. 16	$4d_b$	Mayor de $6d_b$ y 75 mm	
	No. 19 a No. 25	$6d_b$	$12d_b$	
Gancho de 180 grados	No. 10 a No. 16	$4d_b$	Mayor de $4d_b$ y 65 mm	
	No. 19 a No. 25	$6d_b$	$12d_b$	

NOTAS GENERALES	PLANO DE REFERENCIA	DESCRIPCIÓN	EMISIONES				REGISTRO DE INGENIERÍA	FIRMA	FECHA	CLIENTE:
			N.º	DESCRIPCIÓN	FECHA	DISEÑO				
ESTE PLANO CONTIENE INFORMACIÓN DE PROPIEDAD CONFIDENCIAL. QUEDA EXPRESAMENTE PROHIBIDA SU DIFUSIÓN, COPIA O USO SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DE HÉCTOR RAFAEL DE LA COROMOTO MONTILLA PEÑA Y JAROD ALBERTO PAREDES SÁNCHEZ.			1	Revisión 1	Fecha 1			Agosto 2024	Propietario	
								Agosto 2024	PROYECTO:	
								Agosto 2024		VIVIENDAS DE INTERÉS SOCIAL
								Agosto 2024	DESCRIPCIÓN:	
								Agosto 2024		Alzado Zapatas
								Agosto 2024	DIBUJO No:	
								Agosto 2024		ES-01-107
								Agosto 2024	HOJA:	
								Agosto 2024	1 de 1	
								Agosto 2024	REV:	
								Agosto 2024	1	



1 Alzado Eje 1  
1 : 30

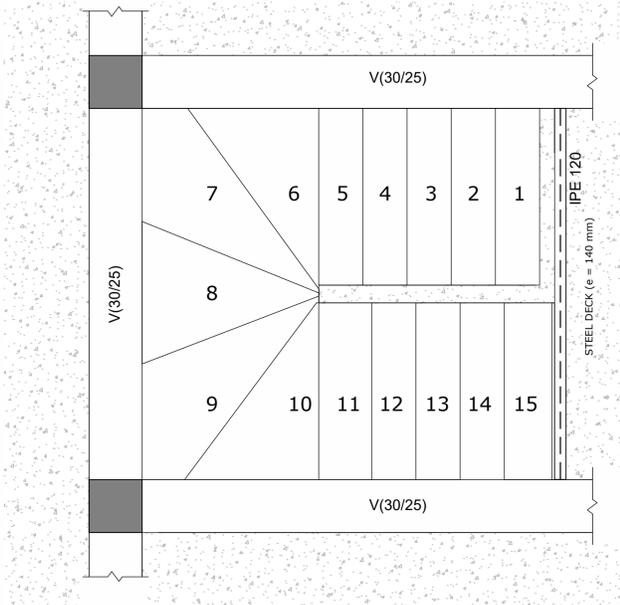


2 Alzado Eje A  
1 : 30

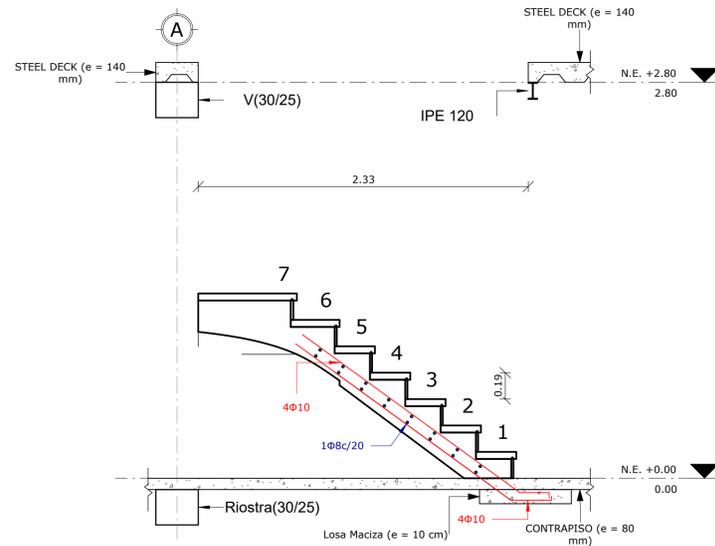
NOTAS GENERALES	PLANO DE REFERENCIA	DESCRIPCIÓN	EMISIONES				REGISTRO DE INGENIERÍA	FIRMA	FECHA	CLIENTE:
			N.º	DESCRIPCIÓN	FECHA	DISEÑO				
ESTE PLANO CONTIENE INFORMACIÓN DE PROPIEDAD CONFIDENCIAL. QUEDA EXPRESAMENTE PROHIBIDA SU DIFUSIÓN, COPIA O USO SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DE HÉCTOR RAFAEL DE LA COROMOTO MONTILLA PEÑA Y JAROD ALBERTO PAREDES SÁNCHEZ.			1	Revisión 1	Fecha 1				DIBUJO: Montilla & Paredes	Agosto 2024
									DISEÑO: Montilla & Paredes	Agosto 2024
									REVISIÓN: Ing. David Valverde, M.Sc.	Agosto 2024
									REVISIÓN: Ing. Lenin Dender, M.Sc.	Agosto 2024
									APROBACIÓN:	

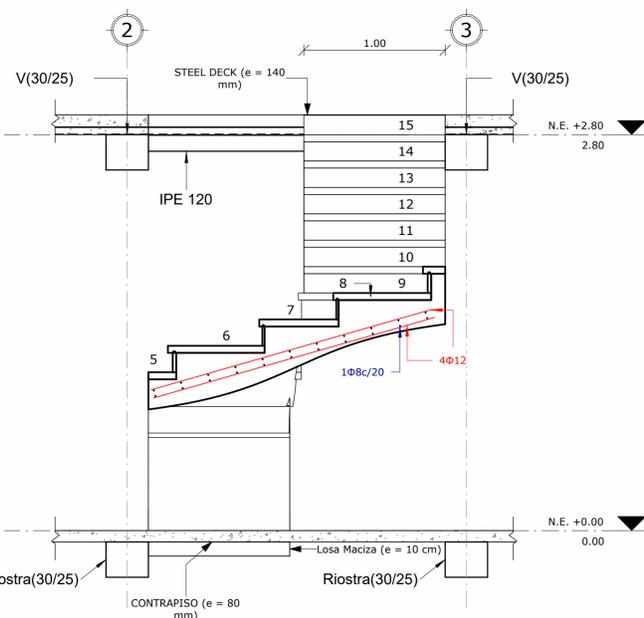
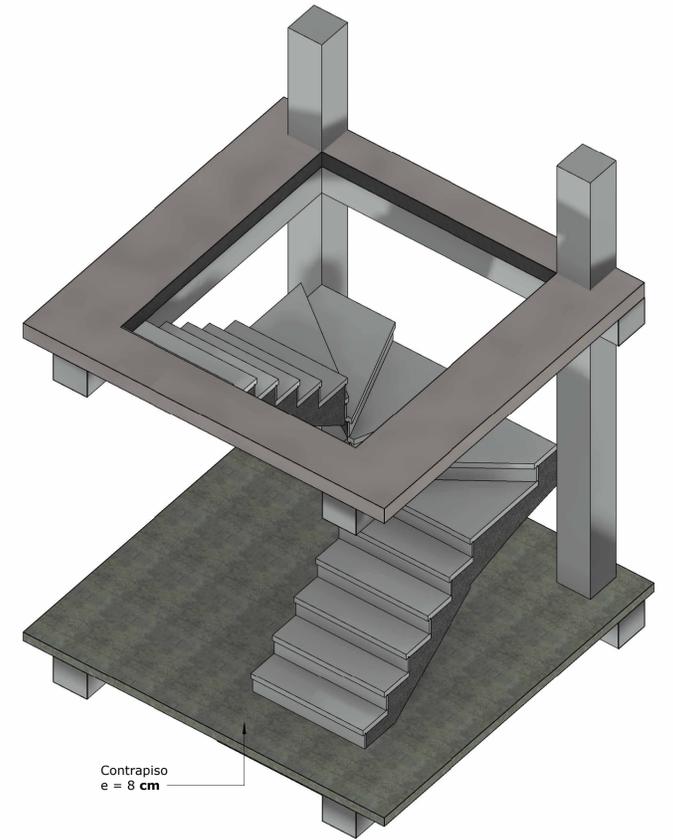
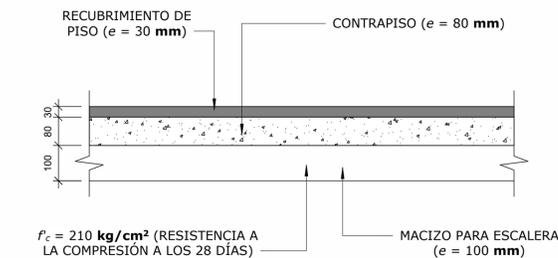
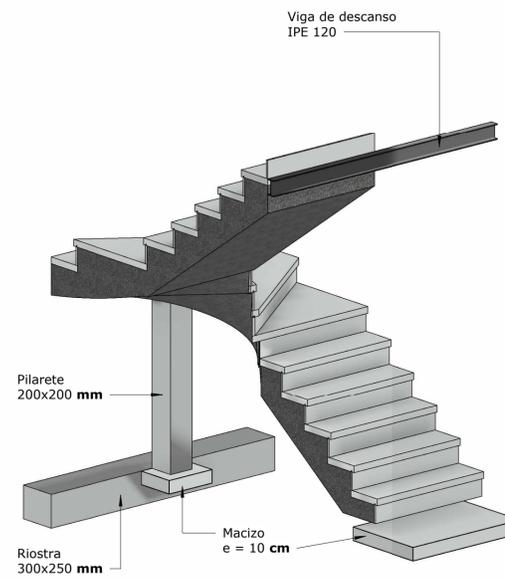
	CLIENTE:	<b>Propietario</b>		
	PROYECTO:	VIVIENDAS DE INTERÉS SOCIAL		
	DESCRIPCIÓN:	Alzado Ejes A & 1		
TAMAÑO: A1	DIBUJO No:	ES-01-108	HOJA:	1 de 1
ESCALA: INDICADAS			REV:	<b>1</b>



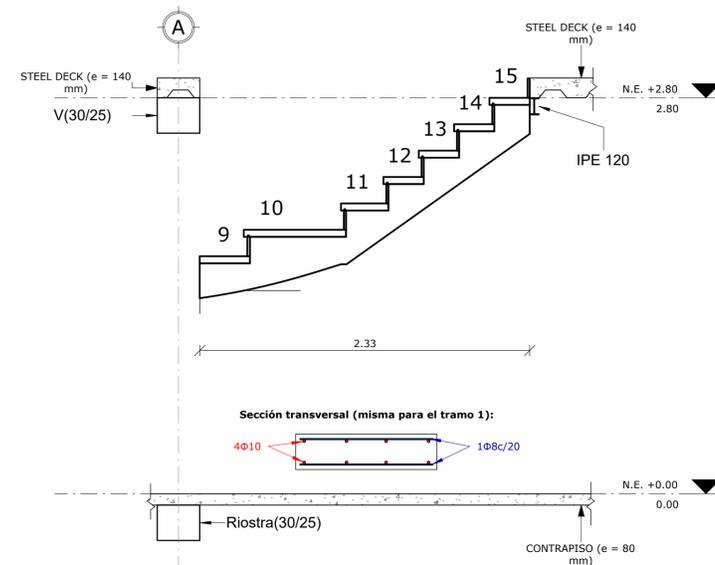
1 Escalera Vista Planta  
1 : 20



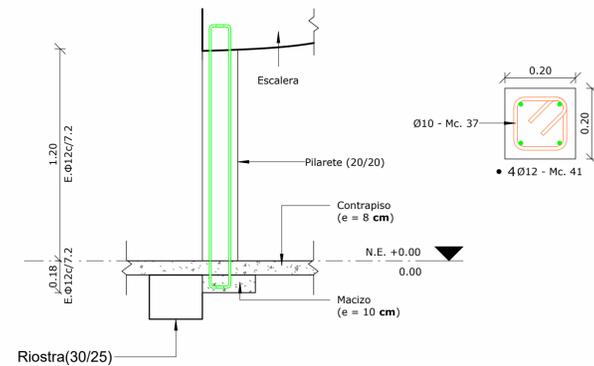
4 Tramo 1 Escalera  
1 : 25



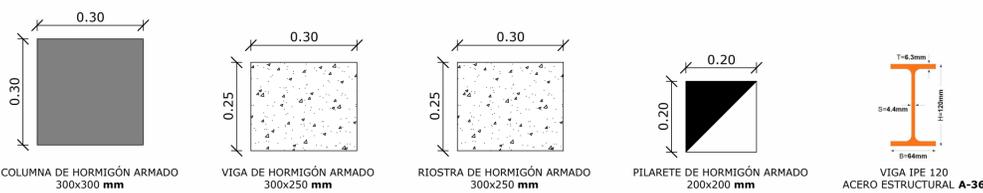
5 Tramo 2 Escalera  
1 : 25



6 Tramo 3 Escalera  
1 : 25



7 Alzado Pilarete  
1 : 20



**Notas:**

La escalera, el pilarete, el contrapiso y los macizos debajo de la escalera se construyen in situ. Estos elementos son los únicos que no son prefabricados, convirtiendo la estructura en 90% prefabricada. Es por eso que estos elementos no tienen codificación, a excepción del contrapiso (que no se usa).

La viga IPE 120 (secundaria) se conecta a las vigas principales mediante conectores en L fijados en las vigas V(30/25). Por lo tanto, esta viga es simplemente apoyada y prefabricada.

**NOTAS:**

- LOS PLANOS ARQUITECTÓNICOS SIEMPRE PREVALECE SOBRE LOS ESTRUCTURALES Y DE INSTALACIONES.  
- AL CONSTRUIR, LA FISCALIZACIÓN Y EL CONTRATISTA DEBERÁN REVISAR Y CONCILIAR AMBAS INFORMACIONES Y, EN CASO DE ENCONTRAR DIVERGENCIAS EN LA INFORMACIÓN, ESTAS DEBERÁN SER CONSULTADAS AL RESPONSABLE TÉCNICO DE LA OBRA.  
- LAS DIMENSIONES ESTÁN CONSIDERADAS SIN ENLUCIDOS.

Tipo de gancho estándar	Diámetro de la barra	Diámetro interior mínimo de doblado, mm	Extensión rectal <sup>1</sup> , mm	Tipo de gancho estándar
Gancho de 90 grados	No. 10 a No. 16	4d <sub>s</sub>	Mayor de 6d <sub>s</sub> y 75 mm	
	No. 19 a No. 25	6d <sub>s</sub>	12d <sub>s</sub>	
Gancho de 135 grados	No. 10 a No. 16	4d <sub>s</sub>	Mayor de 6d <sub>s</sub> y 75 mm	
	No. 19 a No. 25	6d <sub>s</sub>		
Gancho de 180 grados	No. 10 a No. 16	4d <sub>s</sub>	Mayor de 4d <sub>s</sub> y 65 mm	
	No. 19 a No. 25	6d <sub>s</sub>		

**ESPECIFICACIONES TÉCNICAS EN ESTRUCTURAS DE CONCRETO ARMADO**

- REQUISITOS DE REGLAMENTO PARA CONCRETO ESTRUCTURAL (ACI 318-19)
- NORMAS INTERNACIONALES DE ASTM
- RESISTENCIA DE DISEÑO ESPECIFICADA PARA EL CONCRETO DE STEEL DECK, COLUMNAS, VIGAS, ZAPATAS, ESCALERA,  $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$  (RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN A LOS 28 DÍAS)
- RESISTENCIA PROMEDIO REQUERIDA,  $(f'_c)_o = f_c + 30 \text{ kg/cm}^2$  (ACI 318S-08, R5.3.2)
- RESISTENCIA A LA FLUENCIA DEL ACERO DE REFUERZO,  $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$
- RECUBRIMIENTOS EN MIEMBROS ESTRUCTURALES:  
COLUMNAS: Rec = 4.0 cm  
VIGAS & RIOSTRAS: Rec = 4.0 cm  
ZAPATAS: Rec = 7.5 cm
- PARA ESTRUCTURAS EXPUESTAS PERMANENTEMENTE AL AGUA, APLICAR INHIBIDOR DE CORROSIÓN
- REPLANTILLO DE 10 cm DEBAJO DE RIOSTRAS, MACIZOS & ZAPATAS,  $f_c = 140 \text{ kg/cm}^2$
- LONGITUD MÍNIMA DE TRASLAPE,  $L_t = 48d_b$
- TODAS LAS MEDIDAS ESTÁN DADAS EN MILÍMETROS (MIENTRAS NO SE INDIQUE OTRA UNIDAD)
- EL ESPACIAMIENTO DE ESTRIBOS ESTÁ DADO EN CENTÍMETROS (SI NO SE INDICA OTRA UNIDAD)
- LAS ESPECIFICACIONES DE LOS ACEROS DE REFUERZO ESTÁN DADAS EN MILÍMETROS
- EL DIÁMETRO DEL ACERO DE REFUERZO ESTÁ DADO EN MILÍMETROS EN TODOS LOS DETALLES
- LAS MEDIDAS PREVALECE SOBRE LA ESCALA DE DIBUJO
- ANTES DE PROCEDER A LA CONSTRUCCIÓN, SE DEBERÁ CORRELACIONAR LOS PLANOS ESTRUCTURALES CON LOS ARQUITECTÓNICOS

NOTAS GENERALES	PLANO DE REFERENCIA	DESCRIPCIÓN	EMISIONES				REGISTRO DE INGENIERÍA	FIRMA	FECHA	CLIENTE:
			N.º	DESCRIPCIÓN	FECHA	DISEÑO				
ESTE PLANO CONTIENE INFORMACIÓN DE PROPIEDAD CONFIDENCIAL. QUEDA EXPRESAMENTE PROHIBIDA SU DIFUSIÓN, COPIA O USO SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DE HÉCTOR RAFAEL DE LA COROMOTO MONTILLA PEÑA Y JAROD ALBERTO PAREDES SÁNCHEZ.			1	Revisión 1	Fecha 1			Agosto 2024	Propietario	
								Agosto 2024		
								Agosto 2024	VIVIENDAS DE INTERÉS SOCIAL	
								Agosto 2024		
								Agosto 2024	Alzado Escalera	
								Agosto 2024		
								Agosto 2024	DIBUJO No: ES-01-109	
								Agosto 2024		
								Agosto 2024	HOJA: 1 de 1	
								Agosto 2024		
								Agosto 2024	REV: 1	
								Agosto 2024		



CÓDIGO DE PROYECTO:  
INGE-2567

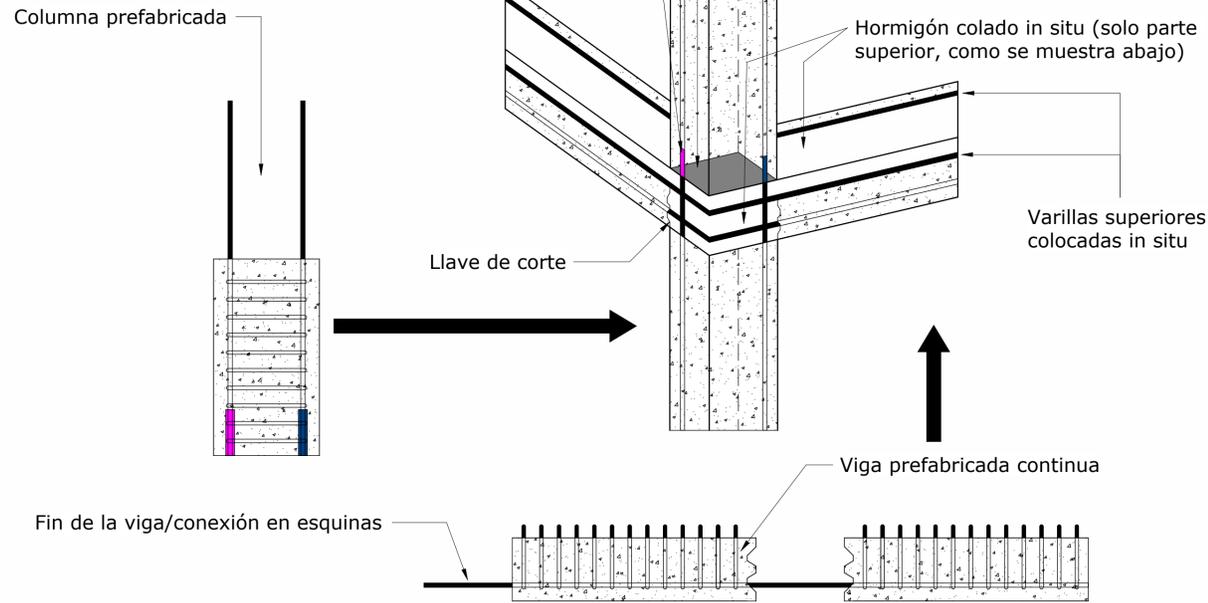
TAMAÑO: A1  
ESCALA: INDICADAS



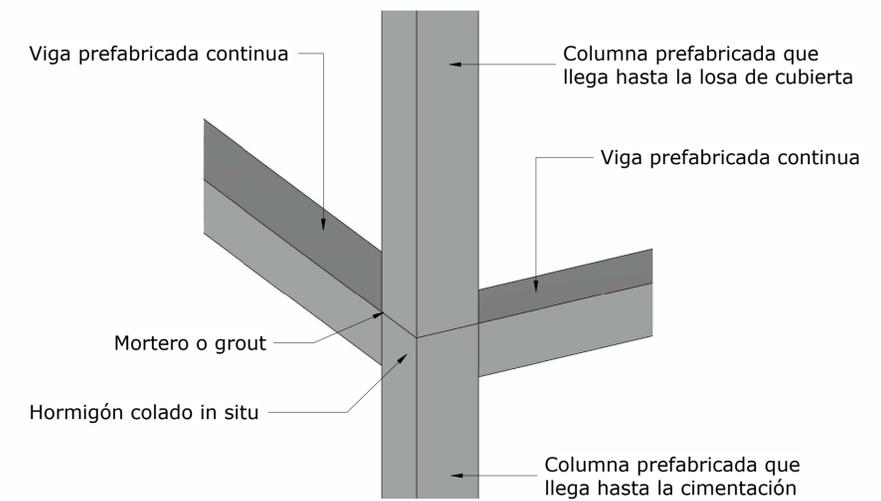
## CONEXIÓN VIGA-COLUMNA TIPO 3 EN MARCOS

### Nota:

Acero de refuerzo y medidas de referencia, seguir planos con numeración ES-01-10X para ver el acero de refuerzo a colocar y las medidas reales.



## CONEXIÓN VIGA-COLUMNA TIPO 3 EN MARCOS



### Consideraciones para la conexión viga-columna:

- La conexión viga-columna debe garantizar el desempeño de ductilidad ante las demandas a las que se somete la vivienda.
- El grout que se aplica es una lechada de cemento para relleno compuesta por una mezcla de material cementicio y agua. Puede ser con o sin aditivos según los requerimientos específicos del proyecto. El objetivo del grout es garantizar la continuidad entre los elementos prefabricados.
- No se debe soldar el acero de refuerzo porque esto crea una conexión frágil y elimina la capacidad de deformación.
- Las riostras con las columnas esquinera que van desde la cimentación hasta la losa de entrepiso siguen la conexión T3. La única diferencia es que la columna no es enteramente continua, pues a la altura de la conexión, el hormigón se funde in situ.
  - Las riostras son vigas prefabricadas continuas, como las que se muestran en la conexión T3.

### CONEXIÓN VIGAS-COLUMNAS T3:

- VAP1 y V1P1 se conectan con C1AP1 siguiendo la conexión mostrada en este plano
- VAP1 y V4P1 se conectan con C4AP1 siguiendo la conexión mostrada en este plano
- VCP1 y V1P1 se conectan con C1CP1 siguiendo la conexión mostrada en este plano
- VCP1 y V4P1 se conectan con C4CP1 siguiendo la conexión mostrada en este plano

\*Revisar el plano estructural: ES-01-301 para encontrar la codificación de cada elemento involucrado en esta conexión (columnas y vigas)\*

### ESPECIFICACIONES TÉCNICAS EN ESTRUCTURAS DE CONCRETO ARMADO

- REQUISITOS DE REGLAMENTO PARA CONCRETO ESTRUCTURAL (ACI 318-19)
- NORMAS INTERNACIONALES DE ASTM
- RESISTENCIA DE DISEÑO ESPECIFICADA PARA EL CONCRETO DE STEEL DECK, COLUMNAS, VIGAS, ZAPATAS, ESCALERA,  $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$  (RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN A LOS 28 DÍAS)
- RESISTENCIA PROMEDIO REQUERIDA,  $(f_c)_p = f_c + 30 \text{ kg/cm}^2$  (ACI 318S-08, R5.3.2)
- RESISTENCIA A LA FLUENCIA DEL ACERO DE REFUERZO,  $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$
- RECUBRIMIENTOS EN MIEMBROS ESTRUCTURALES:
  - COLUMNAS:  $Rec = 4.0 \text{ cm}$
  - VIGAS & RIOSTRAS:  $Rec = 4.0 \text{ cm}$
  - ZAPATAS:  $Rec = 7.5 \text{ cm}$
- PARA ESTRUCTURAS EXPUESTAS PERMANENTEMENTE AL AGUA, APLICAR INHIBIDOR DE CORROSIÓN
- REPLANTILLO DE 10 cm DEBAJO DE RIOSTRAS, MACIZOS & ZAPATAS,  $f_c = 140 \text{ kg/cm}^2$
- LONGITUD MÍNIMA DE TRASLAPE,  $L_t = 48db$
- TODAS LAS MEDIDAS ESTÁN DADAS EN MILÍMETROS (MIENTRAS NO SE INDIQUE OTRA UNIDAD)
- EL ESPACIAMIENTO DE ESTRIBOS ESTÁ DADO EN CENTÍMETROS (SI NO SE INDICA OTRA UNIDAD)
- LAS ESPECIFICACIONES DE LOS ACEROS DE REFUERZO ESTÁN DADAS EN MILÍMETROS
- EL DIÁMETRO DEL ACERO DE REFUERZO ESTÁ DADO EN MILÍMETROS EN TODOS LOS DETALLES
- LAS MEDIDAS PREVALECEEN SOBRE LA ESCALA DE DIBUJO
- ANTES DE PROCEDER A LA CONSTRUCCIÓN, SE DEBERÁ CORRELACIONAR LOS PLANOS ESTRUCTURALES CON LOS ARQUITECTÓNICOS

Tipo de gancho estándar	Diámetro de la barra	Diámetro interior mínimo de doblado, mm	Extensión recta <sup>(1)</sup> $e_{ext} \geq A$	Tipo de gancho estándar
Gancho de 90 grados	No. 10 a No. 16	$4d_b$	Mayor de $6d_b$ y 75 mm	
	No. 19 a No. 25	$6d_b$	$12d_b$	
Gancho de 135 grados	No. 10 a No. 16	$4d_b$	Mayor de $6d_b$ y 75 mm	
	No. 19 a No. 25	$6d_b$		
Gancho de 180 grados	No. 10 a No. 16	$4d_b$	Mayor de $4d_b$ y 65 mm	
	No. 19 a No. 25	$6d_b$		

**NOTAS:**

- LOS PLANOS ARQUITECTÓNICOS SIEMPRE PREVALECEEN SOBRE LOS ESTRUCTURALES Y DE INSTALACIONES.
- AL CONSTRUIR, LA FISCALIZACIÓN Y EL CONTRATISTA DEBERÁN REVISAR Y CONCILIAR AMBAS INFORMACIONES Y, EN CASO DE ENCONTRAR DIVERGENCIAS EN LA INFORMACIÓN, ESTAS DEBERÁN SER CONSULTADAS AL RESPONSABLE TÉCNICO DE LA OBRA.
- LAS DIMENSIONES ESTÁN CONSIDERADAS SIN ENLUCIDOS.

NOTAS GENERALES	PLANO DE REFERENCIA	DESCRIPCIÓN	EMISIONES					REGISTRO DE INGENIERÍA	FIRMA	FECHA	CLIENTE:
			N.º	DESCRIPCIÓN	FECHA	DISEÑO	DIBUJO				
ESTE PLANO CONTIENE INFORMACIÓN DE PROPIEDAD CONFIDENCIAL. QUEDA EXPRESAMENTE PROHIBIDA SU DIFUSIÓN, COPIA O USO SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DE HÉCTOR RAFAEL DE LA COROMOTO MONTILLA PEÑA Y JAROD ALBERTO PAREDES SÁNCHEZ.			1	Revisión 1						Agosto 2024	<b>Propietario</b>  PROYECTO: VIVIENDAS DE INTERÉS SOCIAL  DESCRIPCIÓN: Conexión Viga-Columna T3  DIBUJO No: ES-01-202      HOJA: 1 de 1      REV: 1
										Agosto 2024	
										Agosto 2024	
										Agosto 2024	
										Agosto 2024	

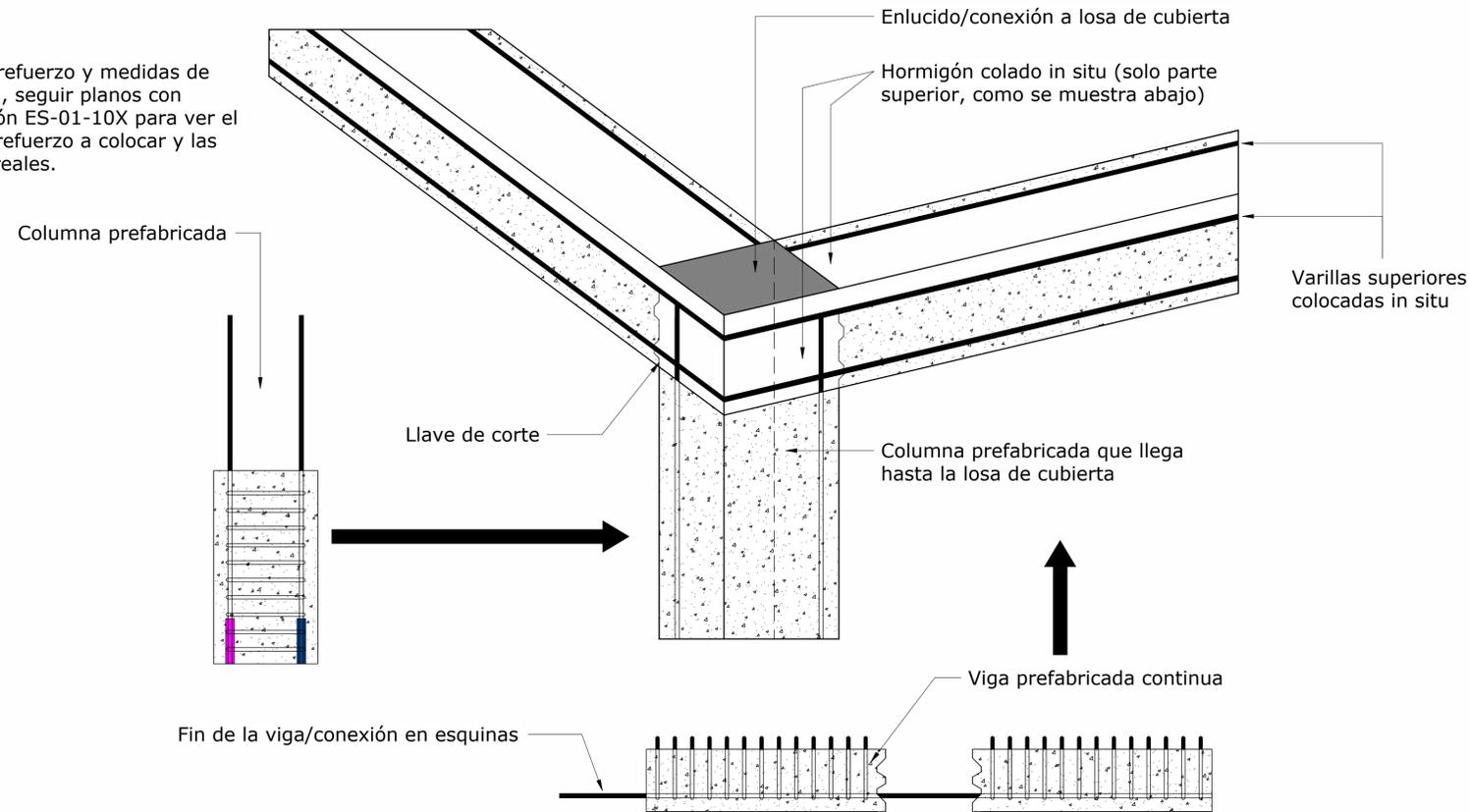


CÓDIGO DE PROYECTO: INGE-2567

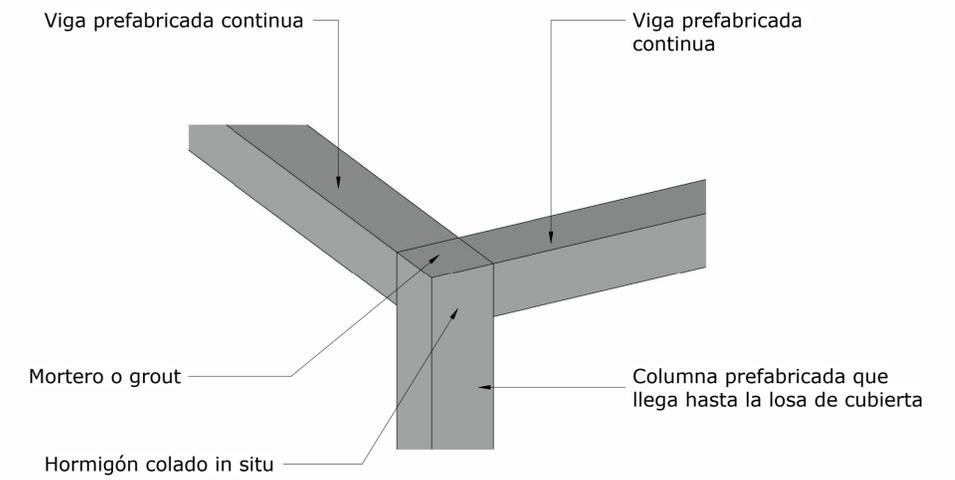
TAMAÑO: A1  
ESCALA: INDICADAS

## CONEXIÓN VIGA-COLUMNA TIPO 4 EN MARCOS

**Nota:**  
Acero de refuerzo y medidas de referencia, seguir planos con numeración ES-01-10X para ver el acero de refuerzo a colocar y las medidas reales.



## CONEXIÓN VIGA-COLUMNA TIPO 4 EN MARCOS



### Consideraciones para la conexión viga-columna:

- La conexión viga-columna debe garantizar el desempeño de ductilidad ante las demandas a las que se somete la vivienda.
- El grout que se aplica es una lechada de cemento para relleno compuesta por una mezcla de material cementicio y agua. Puede ser con o sin aditivos según los requerimientos específicos del proyecto. El objetivo del grout es garantizar la continuidad entre los elementos prefabricados.
- No se debe soldar el acero de refuerzo porque esto crea una conexión frágil y elimina la capacidad de deformación.

**NOTAS:**  
- LOS PLANOS ARQUITECTÓNICOS SIEMPRE PREVALECE SOBRE LOS ESTRUCTURALES Y DE INSTALACIONES.  
- AL CONSTRUIR, LA FISCALIZACIÓN Y EL CONTRATISTA DEBERÁN REVISAR Y CONCILIAR AMBAS INFORMACIONES Y, EN CASO DE ENCONTRAR DIVERGENCIAS EN LA INFORMACIÓN, ESTAS DEBERÁN SER CONSULTADAS AL RESPONSABLE TÉCNICO DE LA OBRA.  
- LAS DIMENSIONES ESTÁN CONSIDERADAS SIN ENLUCIDOS.

### ESPECIFICACIONES TÉCNICAS EN ESTRUCTURAS DE CONCRETO ARMADO

- REQUISITOS DE REGLAMENTO PARA CONCRETO ESTRUCTURAL (ACI 318-19)
- NORMAS INTERNACIONALES DE ASTM
- RESISTENCIA DE DISEÑO ESPECIFICADA PARA EL CONCRETO DE STEEL DECK, COLUMNAS, VIGAS, ZAPATAS, ESCALERA,  $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$  (RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN A LOS 28 DÍAS)
- RESISTENCIA PROMEDIO REQUERIDA,  $(f'_c)_p = f'_c + 30 \text{ kg/cm}^2$  (ACI 318S-08, R5.3.2)
- RESISTENCIA A LA FLUENCIA DEL ACERO DE REFUERZO,  $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$
- RECUBRIMIENTOS EN MIEMBROS ESTRUCTURALES:  
COLUMNAS:  $Rec = 4.0 \text{ cm}$   
VIGAS & RIOSTRAS:  $Rec = 4.0 \text{ cm}$   
ZAPATAS:  $Rec = 7.5 \text{ cm}$
- PARA ESTRUCTURAS EXPUESTAS PERMANENTEMENTE AL AGUA, APLICAR INHIBIDOR DE CORROSIÓN
- REPLANTILLO DE 10 cm DEBAJO DE RIOSTRAS, MACIZOS & ZAPATAS,  $f'_c = 140 \text{ kg/cm}^2$
- LONGITUD MÍNIMA DE TRASLAPE,  $L_t = 48db$
- TODAS LAS MEDIDAS ESTÁN DADAS EN MILÍMETROS (MIENTRAS NO SE INDIQUE OTRA UNIDAD)
- EL ESPACIAMIENTO DE ESTRIBOS ESTÁ DADO EN CENTÍMETROS (SI NO SE INDICA OTRA UNIDAD)
- LAS ESPECIFICACIONES DE LOS ACEROS DE REFUERZO ESTÁN DADAS EN MILÍMETROS
- EL DIÁMETRO DEL ACERO DE REFUERZO ESTÁ DADO EN MILÍMETROS EN TODOS LOS DETALLES
- LAS MEDIDAS PREVALECE SOBRE LA ESCALA DE DIBUJO
- ANTES DE PROCEDER A LA CONSTRUCCIÓN, SE DEBERÁ CORRELACIONAR LOS PLANOS ESTRUCTURALES CON LOS ARQUITECTÓNICOS

### CONEXIÓN VIGAS-COLUMNAS T4:

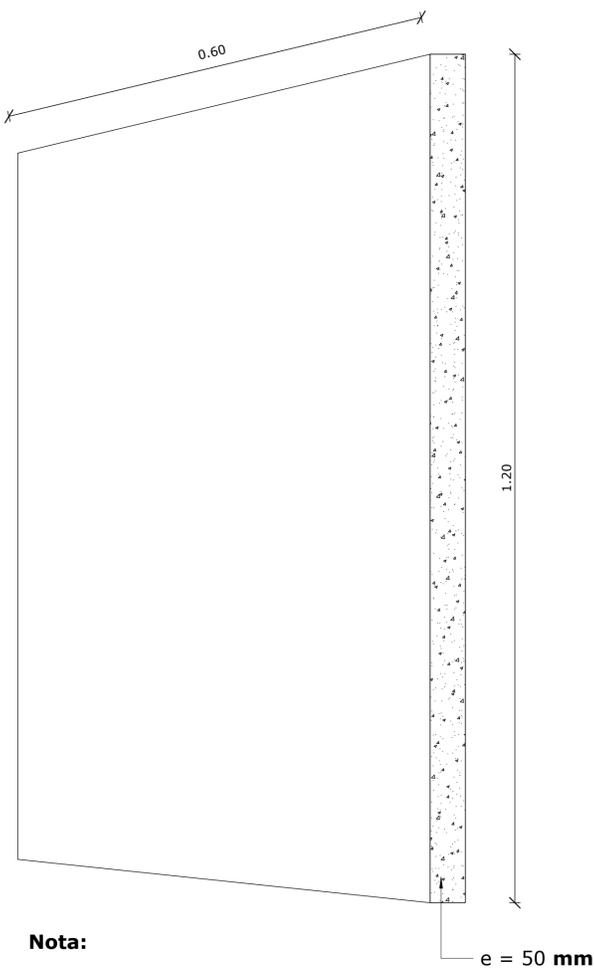
- VAP2 y V1P2 se conectan con C1AP2 siguiendo la conexión mostrada en este plano
- VAP2 y V4P2 se conectan con C4AP2 siguiendo la conexión mostrada en este plano
- VCP2 y V1P2 se conectan con C1CP2 siguiendo la conexión mostrada en este plano
- VCP2 y V4P2 se conectan con C4CP2 siguiendo la conexión mostrada en este plano

\*Revisar el plano estructural: ES-01-301 para encontrar la codificación de cada elemento involucrado en esta conexión (columnas y vigas)\*

Tipo de gancho estándar	Diámetro de la barra	Diámetro interior mínimo de doblado, mm	Extensión recta <sup>(1)</sup> $e_{ext}$	Tipo de gancho estándar
Gancho de 90 grados	No. 10 a No. 16	$4d_b$	Mayor de $6d_b$ y 75 mm	
	No. 19 a No. 25	$6d_b$	$12d_b$	
Gancho de 135 grados	No. 10 a No. 16	$4d_b$	Mayor de $6d_b$ y 75 mm	
	No. 19 a No. 25	$6d_b$		
Gancho de 180 grados	No. 10 a No. 16	$4d_b$	Mayor de $4d_b$ y 65 mm	
	No. 19 a No. 25	$6d_b$		

NOTAS GENERALES	PLANO DE REFERENCIA	DESCRIPCIÓN	EMISIONES				REGISTRO DE INGENIERÍA	FIRMA	FECHA	CLIENTE:
			N.º	DESCRIPCIÓN	FECHA	DISEÑO				
ESTE PLANO CONTIENE INFORMACIÓN DE PROPIEDAD CONFIDENCIAL. QUEDA EXPRESAMENTE PROHIBIDA SU DIFUSIÓN, COPIA O USO SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DE HÉCTOR RAFAEL DE LA COROMOTO MONTILLA PEÑA Y JAROD ALBERTO PAREDES SÁNCHEZ.			1	Revisión 1	Fecha 1				Agosto 2024	Propietario
									Agosto 2024	VIVIENDAS DE INTERÉS SOCIAL
									Agosto 2024	
									Agosto 2024	DESCRIPCIÓN: Conexión Viga-Columna T4
									Agosto 2024	
									Agosto 2024	DIBUJO No: ES-01-203
									Agosto 2024	
									Agosto 2024	HOJA: 1 de 1
									Agosto 2024	REV: 1





**Consideraciones para el modelo de pared Roca-Panel 50:**

- Módulo prefabricado de concreto aligerado con perla de poliestireno.
- Se usa en las paredes exteriores e interiores.
- Se usa en las paredes divisorias.
- Por defecto, viene en módulos de 60 x 120 **cm**, pero también viene en presentaciones de 60 x 240 **cm**.
- Espesor de 50 **mm**.
- Peso de 43 **kg/m<sup>2</sup>**.
- La conexión entre paneles se realiza con placas y pernos.
- No requiere mano de obra especializada.
- No requiere herramientas especiales para su instalación
- Rápida instalación, aumenta productividad en mano de obra.
- Instalación en seco, limpieza en obra.
- Reduce tiempos en la ejecución de los proyectos.
- Fácil de transportar, manejar y almacenar.
- Ecológico, reduce basura en obra.
- Muy resistente.
- Versátil, se adapta a cualquier tipo de proyecto y acabados.

**Sistema constructivo de pared "CARCI" utilizando Roca-Panel 50:**

**Roca-Panel 50:**

e = 50 **mm**  
Peso de 43 **kg/m<sup>2</sup>**

**Sujeción:**

Perno de 2 **pulg**

**Estructura:**

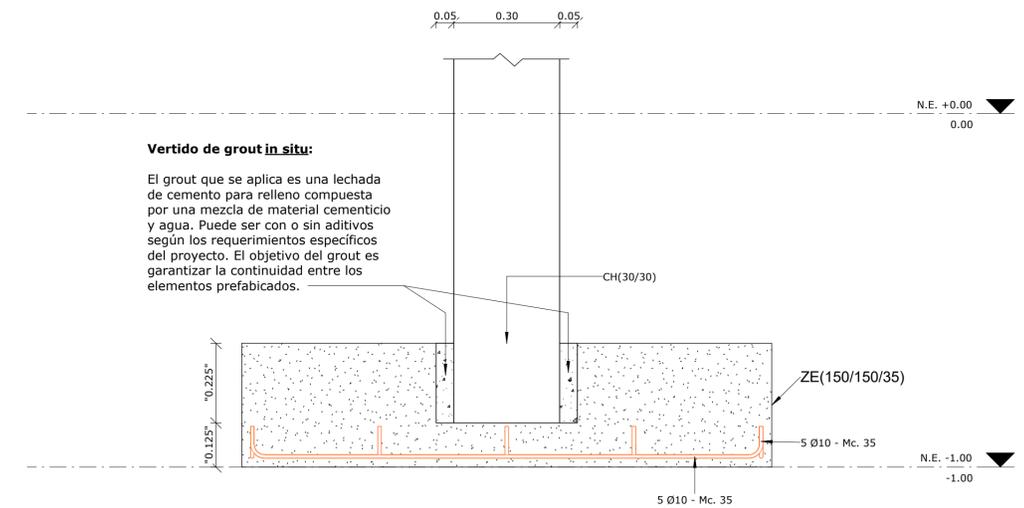
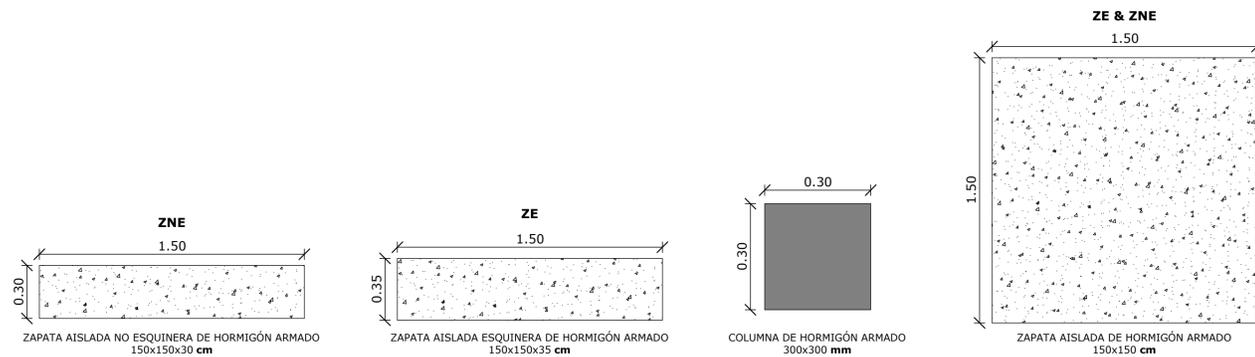
- Canal de amarre de 5.5 **cm**, calibre 24 (tanto horizontal como vertical).

**Acabado:**

Yeso, pasta o cualquier tipo de acabado

**Nota:**

Este tipo de conexión se aplica a todas las paredes, tanto de planta alta como de planta baja. Como se busca que el diseño de la vivienda de interés social sea adaptable, la codificación establecida en el plano estructural ES-01-302 queda a disposición de los planos arquitectónicos para cada diseño. En estos planos, se establecerán las divisiones internas de la vivienda, que deberán seguir este tipo de conexión. Lo mismo aplica para las paredes exteriores.



**Vertido de grout in situ:**

El grout que se aplica es una lechada de cemento para relleno compuesta por una mezcla de material cementicio y agua. Puede ser con o sin aditivos según los requerimientos específicos del proyecto. El objetivo del grout es garantizar la continuidad entre los elementos prefabricados.

**Consideraciones para la conexión por cálces:**

- La zapata con cáliz se debe utilizar para empotrar las columnas prefabricadas.
- Se debe dejar un cubo de hormigón colado in situ en la zapata para empotrar el pilar. Este cubo se denomina cáliz.
  - El acero de la columna no entra en la zapata, el fondo de la columna es liso y gris.
- La zapata es prefabricada y viene con las dimensiones dadas.
- El hormigón de relleno debe tener una resistencia a la compresión a los 28 días de 210 **kg/cm<sup>2</sup>**.
- Aplica el mismo tipo de conexión para los dos tipos de zapatas de la vivienda: ZE y ZNE.

**CONEXIÓN ZAPATAS-COLUMNAS:**

- Z1A se conecta con C1AP1 siguiendo la conexión mostrada en este plano
- Z2A se conecta con C2AP1 siguiendo la conexión mostrada en este plano
- Z3A se conecta con C3AP1 siguiendo la conexión mostrada en este plano
- Z4A se conecta con C4AP1 siguiendo la conexión mostrada en este plano
- Z1B se conecta con C1BP1 siguiendo la conexión mostrada en este plano
- Z2B se conecta con C2BP1 siguiendo la conexión mostrada en este plano
- Z3B se conecta con C3BP1 siguiendo la conexión mostrada en este plano
- Z4B se conecta con C4BP1 siguiendo la conexión mostrada en este plano
- Z1C se conecta con C1CP1 siguiendo la conexión mostrada en este plano
- Z2C se conecta con C2CP1 siguiendo la conexión mostrada en este plano
- Z3C se conecta con C3CP1 siguiendo la conexión mostrada en este plano
- Z4C se conecta con C4CP1 siguiendo la conexión mostrada en este plano

\*Revisar los planos estructurales: ES-01-301 y ES-01-302 para encontrar la codificación de cada elemento involucrado en esta conexión (columnas y zapatas)\*

**ESPECIFICACIONES TÉCNICAS EN ESTRUCTURAS DE CONCRETO ARMADO**

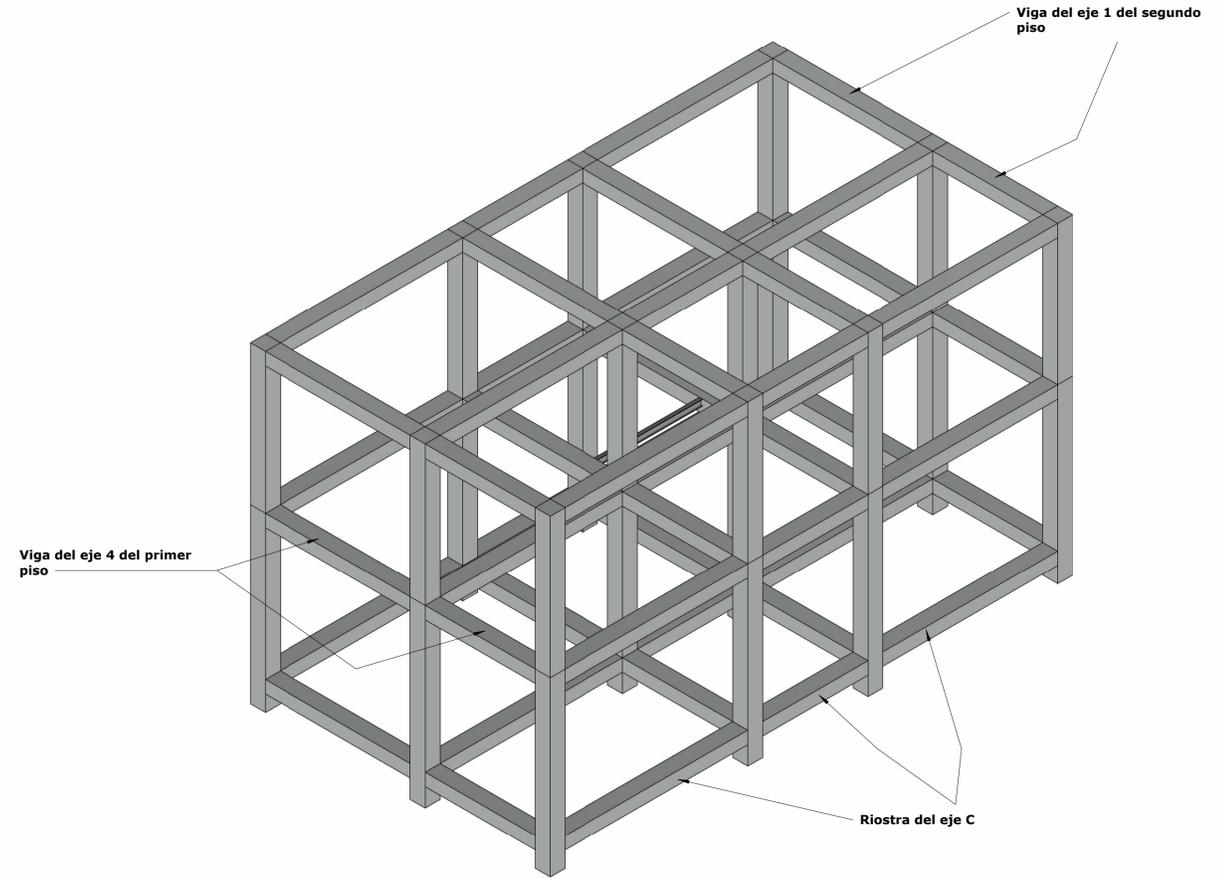
-REQUISITOS DE REGLAMENTO PARA CONCRETO ESTRUCTURAL (ACI 318-19)  
-NORMAS INTERNACIONALES DE ASTM  
-RESISTENCIA DE DISEÑO ESPECIFICADA PARA EL CONCRETO DE STEEL DECK, COLUMNAS, VIGAS, ZAPATAS, ESCALERA,  $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$  (RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN A LOS 28 DÍAS)  
-RESISTENCIA PROMEDIO REQUERIDA,  $(f'_c)_o = f'_c + 30 \text{ kg/cm}^2$  (ACI 318S-08, R5.3.2)  
-RESISTENCIA A LA FLUENCIA DEL ACERO DE REFUERZO,  $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$   
-RECUBRIMIENTOS EN MIEMBROS ESTRUCTURALES:  
COLUMNAS:  $Rec = 4.0 \text{ cm}$   
VIGAS & RIOSTRAS:  $Rec = 4.0 \text{ cm}$   
ZAPATAS:  $Rec = 7.5 \text{ cm}$   
-PARA ESTRUCTURAS EXPUESTAS PERMANENTEMENTE AL AGUA, APLICAR INHIBIDOR DE CORROSIÓN  
-REPLANTILLO DE 10 **cm** DEBAJO DE RIOSTRAS, MACIZOS & ZAPATAS,  $f'_c = 140 \text{ kg/cm}^2$   
-LONGITUD MÍNIMA DE TRASLAPE,  $L_t = 48db$   
-TODAS LAS MEDIDAS ESTÁN DADAS EN MILÍMETROS (MIENTRAS NO SE INDIQUE OTRA UNIDAD)  
-EL ESPACIAMIENTO DE ESTRIBOS ESTÁ DADO EN CENTÍMETROS (SI NO SE INDICA OTRA UNIDAD)  
-LAS ESPECIFICACIONES DE LOS ACEROS DE REFUERZO ESTÁN DADAS EN MILÍMETROS  
-EL DIÁMETRO DEL ACERO DE REFUERZO ESTÁ DADO EN MILÍMETROS EN TODOS LOS DETALLES  
-LAS MEDIDAS PREVALECE EN SOBRE LA ESCALA DE DIBUJO  
-ANTES DE PROCEDER A LA CONSTRUCCIÓN, SE DEBERÁ CORRELACIONAR LOS PLANOS ESTRUCTURALES CON LOS ARQUITECTÓNICOS

**NOTAS:**

- LOS PLANOS ARQUITECTÓNICOS SIEMPRE PREVALECE EN SOBRE LOS ESTRUCTURALES Y DE INSTALACIONES.
- AL CONSTRUIR, LA FISCALIZACIÓN Y EL CONTRATISTA DEBERÁN REVISAR Y CONCILIAR AMBAS INFORMACIONES Y, EN CASO DE ENCONTRAR DIVERGENCIAS EN LA INFORMACIÓN, ESTAS DEBERÁN SER CONSULTADAS AL RESPONSABLE TÉCNICO DE LA OBRA.
- LAS DIMENSIONES ESTÁN CONSIDERADAS SIN ENLUCIDOS.

Tipo de gancho estándar	Diámetro de la barra	Diámetro interior mínimo de doblado, mm	Extensión recta <sup>1)</sup> en A	Tipo de gancho estándar
Gancho de 90 grados	No. 10 a No. 16	$4d_b$	Mayor de $6d_b$ y 75 mm	
	No. 19 a No. 25	$6d_b$	$12d_b$	
Gancho de 135 grados	No. 10 a No. 16	$4d_b$	Mayor de $6d_b$ y 75 mm	
	No. 19 a No. 25	$6d_b$		
Gancho de 180 grados	No. 10 a No. 16	$4d_b$	Mayor de $4d_b$ y 65 mm	
	No. 19 a No. 25	$6d_b$		

NOTAS GENERALES	PLANO DE REFERENCIA	DESCRIPCIÓN	EMISIONES				REGISTRO DE INGENIERÍA	FIRMA	FECHA	CLIENTE:	
			N.º	DESCRIPCIÓN	FECHA	DISEÑO					DIBUJO
ESTE PLANO CONTIENE INFORMACIÓN DE PROPIEDAD CONFIDENCIAL. QUEDA EXPRESAMENTE PROHIBIDA SU DIFUSIÓN, COPIA O USO SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DE HÉCTOR RAFAEL DE LA COROMOTO MONTILLA PEÑA Y JAROD ALBERTO PAREDES SÁNCHEZ.			1	Revisión 1	Fecha 1			Agosto 2024	 <b>Propietario</b> VIVIENDAS DE INTERÉS SOCIAL Conexión Zapata-Columna & Paredes		
								Agosto 2024			
								Agosto 2024			
								Agosto 2024			
								Agosto 2024			
								Agosto 2024			
							CÓDIGO DE PROYECTO: INGE-2567 TAMAÑO: A1 ESCALA: INDICADAS	DIBUJO No:	ES-01-205	HOJA: 1 de 1	REV: 1



Descripción	Codificación
Columna en intersección de ejes 1 y A del primer piso	C1AP1
Columna en intersección de ejes 2 y A del primer piso	C2AP1
Columna en intersección de ejes 3 y A del primer piso	C3AP1
Columna en intersección de ejes 4 y A del primer piso	C4AP1
Columna en intersección de ejes 1 y B del primer piso	C1BP1
Columna en intersección de ejes 2 y B del primer piso	C2BP1
Columna en intersección de ejes 3 y B del primer piso	C3BP1
Columna en intersección de ejes 4 y B del primer piso	C4BP1
Columna en intersección de ejes 1 y C del primer piso	C1CP1
Columna en intersección de ejes 2 y C del primer piso	C2CP1
Columna en intersección de ejes 3 y C del primer piso	C3CP1
Columna en intersección de ejes 4 y C del primer piso	C4CP1

Descripción	Codificación
Columna en intersección de ejes 1 y A del segundo piso	C1AP2
Columna en intersección de ejes 2 y A del segundo piso	C2AP2
Columna en intersección de ejes 3 y A del segundo piso	C3AP2
Columna en intersección de ejes 4 y A del segundo piso	C4AP2
Columna en intersección de ejes 1 y B del segundo piso	C1BP2
Columna en intersección de ejes 2 y B del segundo piso	C2BP2
Columna en intersección de ejes 3 y B del segundo piso	C3BP2
Columna en intersección de ejes 4 y B del segundo piso	C4BP2
Columna en intersección de ejes 1 y C del segundo piso	C1CP2
Columna en intersección de ejes 2 y C del segundo piso	C2CP2
Columna en intersección de ejes 3 y C del segundo piso	C3CP2
Columna en intersección de ejes 4 y C del segundo piso	C4CP2

Dimensiones	Descripción	Codificación
30/25 cm	Viga del eje A del primer piso	VAP1
30/25 cm	Viga del eje B del primer piso	VBP1
30/25 cm	Viga del eje C del primer piso	VCP1
30/25 cm	Viga del eje 1 del primer piso	V1P1
30/25 cm	Viga del eje 2 del primer piso	V2P1
30/25 cm	Viga del eje 3 del primer piso	V3P1
30/25 cm	Viga del eje 4 del primer piso	V4P1
30/25 cm	Viga del eje A del segundo piso	VAP2
30/25 cm	Viga del eje B del segundo piso	VBP2
30/25 cm	Viga del eje C del segundo piso	VCP2
30/25 cm	Viga del eje 1 del segundo piso	V1P2
30/25 cm	Viga del eje 2 del segundo piso	V2P2
30/25 cm	Viga del eje 3 del segundo piso	V3P2
30/25 cm	Viga del eje 4 del segundo piso	V4P2

Dimensiones	Descripción	Codificación
30/25 cm	Riostra del eje A	RA
30/25 cm	Riostra del eje B	RB
30/25 cm	Riostra del eje C	RC
30/25 cm	Riostra del eje 1	R1
30/25 cm	Riostra del eje 2	R2
30/25 cm	Riostra del eje 3	R3
30/25 cm	Riostra del eje 4	R4

**NOTAS:**

- LOS PLANOS ARQUITECTÓNICOS SIEMPRE PREVALECE SOBRE LOS ESTRUCTURALES Y DE INSTALACIONES.
- AL CONSTRUIR, LA FISCALIZACIÓN Y EL CONTRATISTA DEBERÁN REVISAR Y CONCILIAR AMBAS INFORMACIONES Y, EN CASO DE ENCONTRAR DIVERGENCIAS EN LA INFORMACIÓN, ESTAS DEBERÁN SER CONSULTADAS AL RESPONSABLE TÉCNICO DE LA OBRA.
- LAS DIMENSIONES ESTÁN CONSIDERADAS SIN ENLUCIDOS.

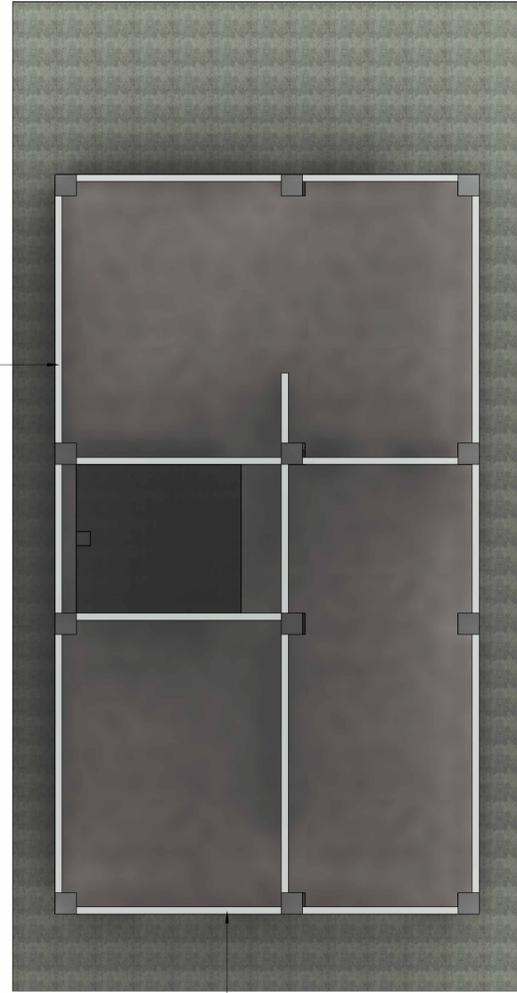
NOTAS GENERALES	PLANO DE REFERENCIA	DESCRIPCIÓN	EMISIONES				REGISTRO DE INGENIERÍA	FIRMA	FECHA	CLIENTE:
			N.º	DESCRIPCIÓN	FECHA	DISEÑO	DIBUJO	DIBUJO:		
ESTE PLANO CONTIENE INFORMACIÓN DE PROPIEDAD CONFIDENCIAL. QUEDA EXPRESAMENTE PROHIBIDA SU DIFUSIÓN, COPIA O USO SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DE HÉCTOR RAFAEL DE LA COROMOTO MONTILLA PEÑA Y JAROD ALBERTO PAREDES SÁNCHEZ.			1	Revisión 1	Fecha 1			Agosto 2024		<b>Propietario</b>
								Agosto 2024		
								Agosto 2024	PROYECTO: <b>VIVIENDAS DE INTERÉS SOCIAL</b> DESCRIPCIÓN: <b>Codificación Columnas/Vigas/Riostras</b>	
								Agosto 2024		
								Agosto 2024	CÓDIGO DE PROYECTO: <b>INGE-2567</b> TAMAÑO: <b>A1</b> ESCALA: <b>INDICADAS</b>	DIBUJO No: <b>ES-01-301</b> HOJA: <b>1 de 1</b> REV: <b>1</b>

Pared del eje A entre los ejes 1 y 2

**Nota:**

Como se busca que el diseño de la vivienda de interés social sea adaptable, la codificación establecida en este plano estructural queda a disposición de los planos arquitectónicos para cada diseño.

En estos planos, se establecerán las divisiones internas de la vivienda. Lo mismo aplica para las paredes exteriores.



Pared del eje 4 entre los ejes A y B

Zapata en la intersección de los ejes 4 y A



Descripción	Codificación
Pared del eje 1 entre los ejes A y B del segundo piso	P1ABP2
Pared del eje 1 entre los ejes B y C del segundo piso	P1BCP2
Pared del eje 2 entre los ejes A y B del segundo piso	P2ABP2
Pared del eje 2 entre los ejes B y C del segundo piso	P2BCP2
Pared del eje 3 entre los ejes A y B del segundo piso	P3ABP2
Pared del eje 3 entre los ejes B y C del segundo piso	P3BCP2
Pared del eje 4 entre los ejes A y B del segundo piso	P4ABP2
Pared del eje 4 entre los ejes B y C del segundo piso	P4BCP2
Pared del eje A entre los ejes 1 y 2 del segundo piso	P12AP2
Pared del eje A entre los ejes 2 y 3 del segundo piso	P23AP2
Pared del eje A entre los ejes 3 y 4 del segundo piso	P34AP2
Pared del eje B entre los ejes 1 y 2 del segundo piso	P12BP2
Pared del eje B entre los ejes 2 y 3 del segundo piso	P23BP2
Pared del eje B entre los ejes 3 y 4 del segundo piso	P34BP2
Pared del eje C entre los ejes 1 y 2 del segundo piso	P12CP2
Pared del eje C entre los ejes 2 y 3 del segundo piso	P23CP2
Pared del eje C entre los ejes 3 y 4 del segundo piso	P34CP2

Descripción	Codificación
Pared del eje 1 entre los ejes A y B del primer piso	P1ABP1
Pared del eje 1 entre los ejes B y C del primer piso	P1BCP1
Pared del eje 2 entre los ejes A y B del primer piso	P2ABP1
Pared del eje 2 entre los ejes B y C del primer piso	P2BCP1
Pared del eje 3 entre los ejes A y B del primer piso	P3ABP1
Pared del eje 3 entre los ejes B y C del primer piso	P3BCP1
Pared del eje 4 entre los ejes A y B del primer piso	P4ABP1
Pared del eje 4 entre los ejes B y C del primer piso	P4BCP1
Pared del eje A entre los ejes 1 y 2 del primer piso	P12AP1
Pared del eje A entre los ejes 2 y 3 del primer piso	P23AP1
Pared del eje A entre los ejes 3 y 4 del primer piso	P34AP1
Pared del eje B entre los ejes 1 y 2 del primer piso	P12BP1
Pared del eje B entre los ejes 2 y 3 del primer piso	P23BP1
Pared del eje B entre los ejes 3 y 4 del primer piso	P34BP1
Pared del eje C entre los ejes 1 y 2 del primer piso	P12CP1
Pared del eje C entre los ejes 2 y 3 del primer piso	P23CP1
Pared del eje C entre los ejes 3 y 4 del primer piso	P34CP1

Dimensiones	Descripción	Codificación
150/150 cm	Zapata en intersección de los ejes 1 y A	Z1A
150/150 cm	Zapata en intersección de los ejes 2 y A	Z2A
150/150 cm	Zapata en intersección de los ejes 3 y A	Z3A
150/150 cm	Zapata en intersección de los ejes 4 y A	Z4A
150/150 cm	Zapata en intersección de los ejes 1 y B	Z1B
150/150 cm	Zapata en intersección de los ejes 2 y B	Z2B
150/150 cm	Zapata en intersección de los ejes 3 y B	Z3B
150/150 cm	Zapata en intersección de los ejes 4 y B	Z4B
150/150 cm	Zapata en intersección de los ejes 1 y C	Z1C
150/150 cm	Zapata en intersección de los ejes 2 y C	Z2C
150/150 cm	Zapata en intersección de los ejes 3 y C	Z3C
150/150 cm	Zapata en intersección de los ejes 4 y C	Z4C

Espesor	Tipo	Descripción	Codificación
8 cm	Contrapiso	Losa de piso.	LP
14 cm	Steel deck	Losa de entrepiso.	LE
14 cm	Steel deck	Losa de cubierta.	LC

**NOTAS:**  
 - LOS PLANOS ARQUITECTÓNICOS SIEMPRE PREVALECE SOBRE LOS ESTRUCTURALES Y DE INSTALACIONES.  
 - AL CONSTRUIR, LA FISCALIZACIÓN Y EL CONTRATISTA DEBERÁN REVISAR Y CONCILIAR AMBAS INFORMACIONES Y, EN CASO DE ENCONTRAR DIVERGENCIAS EN LA INFORMACIÓN, ESTAS DEBERÁN SER CONSULTADAS AL RESPONSABLE TÉCNICO DE LA OBRA.  
 - LAS DIMENSIONES ESTÁN CONSIDERADAS SIN ENLUCIDOS.

NOTAS GENERALES	PLANO DE REFERENCIA	DESCRIPCIÓN	EMISIONES				REGISTRO DE INGENIERÍA	FIRMA	FECHA	CLIENTE:
			N.º	DESCRIPCIÓN	FECHA	DISEÑO	DIBUJO	DIBUJO:		
ESTE PLANO CONTIENE INFORMACIÓN DE PROPIEDAD CONFIDENCIAL. QUEDA EXPRESAMENTE PROHIBIDA SU DIFUSIÓN, COPIA O USO SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DE HÉCTOR RAFAEL DE LA COROMOTO MONTILLA PEÑA Y JAROD ALBERTO PAREDES SÁNCHEZ.			1	Revisión 1	Fecha 1			Agosto 2024		<b>Propietario</b>
								Agosto 2024		
									Agosto 2024	PROYECTO: VIVIENDAS DE INTERÉS SOCIAL
									Agosto 2024	
									Agosto 2024	DESCRIPCIÓN: Codificación Paredes & Losas
									Agosto 2024	
									Agosto 2024	DIBUJO No: ES-01-302
									Agosto 2024	
									Agosto 2024	HOJA: 1 de 1
									Agosto 2024	
								Agosto 2024	REV: 1	

# ¡EDIFICANDO OPORTUNIDADES! MÓDULOS DE VIVIENDA PREFABRICADOS PARA EL FUTURO HABITACIONAL EN GUAYAQUIL

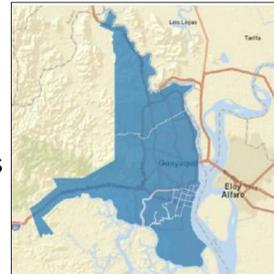
## PROBLEMA

Aunque Guayaquil es conocida por ser una ciudad de oportunidades y crecimiento laboral, una gran parte de su población enfrenta condiciones de pobreza extrema. Para estos grupos sociales, acceder a una vivienda digna -en áreas urbanas- es prácticamente imposible, lo que los obliga a invadir terrenos. Esta situación da lugar a barrios con acceso limitado a servicios básicos y poco resilientes ante eventos climáticos y naturales.



## OBJETIVO GENERAL

Evaluar el diseño estructural y la viabilidad económica de **viviendas unifamiliares de interés social** en el norte de **Guayaquil**, comparando metodología de **construcción tradicional versus construcción prefabricada**, en términos de costos de producción y mano de obra, para la selección del método constructivo que **satisfaga las demandas actuales de vivienda de la ciudad**.



## PROPUESTA

**"¡Edificando oportunidades!"** es una iniciativa que busca optimizar el proceso de construcción de viviendas mediante el uso de metodología prefabricada. Su enfoque se centra en la creación de **viviendas estandarizadas** que reduzcan el tiempo y los costos de construcción. De esta manera, se garantiza que las viviendas sean **seguras y accesibles para todos** los ciudadanos.



Construcción en fábrica y ensamblaje in situ



Producción en masa de viviendas estandarizadas por catálogo



¡Viviendas para todos!

## RESULTADOS



11%

La construcción modular prefabricada, hasta la etapa de obra gris (sin incluir instalaciones ni acabados), **permite un ahorro del 11% en costos de producción y reduce los tiempos de construcción en un 35%.**

\$55,683.43

\$49,700.43



35%

134 días

87 días

**¡Viviendas en 3 meses!**

## CONCLUSIONES

- A través de la adopción de soluciones constructivas sostenibles, la crisis de vivienda que enfrenta Guayaquil puede abordarse de manera rápida y económica.
- La construcción modular con elementos prefabricados reduce los tiempos y costos de construcción. Además, proporciona estructuras duraderas, asegurando la resiliencia de las viviendas.
- La industrialización de esta metodología constructiva puede satisfacer la demanda de viviendas dignas en sectores de bajos ingresos, sin comprometer la calidad ni la sostenibilidad del desarrollo urbano.

