

Escuela Superior Politécnica del Litoral

Facultad de Ingeniería en Ciencias de la Tierra

Diseño de vivienda en Samborondón con hormigón estructural que incorpora
agregado de concreto reciclado

INGE-2892

Proyecto Integrador

Previo la obtención del Título de:

Ingeniero Civil

Presentado por:

Eduardo Antonio Sanchez Rojas

Guayaquil - Ecuador

Año: 2025

Dedicatoria

Esta tesis se la dedico con todo mi corazón a mi mamá. Por esas noches en las que nunca me dejó solo, por cada desayuno con el que me llenó de energía, por cada madrugada en la que madrugó conmigo y por cada día que me esperaba con una sonrisa al llegar de la universidad. Por estar ahí desde que era un niño hasta hoy, siendo siempre mi mayor apoyo y mi fuerza para seguir adelante.

A mi hermana, por creer en mí y brindarme su apoyo económico cuando más lo necesitaba, pero sobre todo por darme su confianza y su cariño.

Y a mi gata Nena, por ser esa compañía silenciosa pero incondicional en cada proyecto, en cada examen y en cada desvelada. Porque hasta en los momentos más solitarios, ella estuvo a mi lado.

Todo esto es para ustedes.

Agradecimientos

A mis queridos amigos de la universidad, mi grupo Tortugas: Daniela, Isabel, Ana, Safian, Joel, Sebastián y Andrés. Gracias por cada aventura, por cada desvelada estudiando juntos, por el apoyo incondicional y, sobre todo, por su amistad que hizo de estos años algo especial e irrepetible. A mis amigos Jean, Jorge y Teylon, gracias por estar siempre ahí para aconsejarme, por ayudarme a tomar las decisiones correctas y por su compañía en los momentos más importantes de mi vida universitaria. Y a mi tutora, Natividad García, gracias por su paciencia, por su guía y por la dedicación con la que me acompañó durante todo este proyecto. Sin su apoyo, nada de esto habría sido posible.

Declaración Expresa

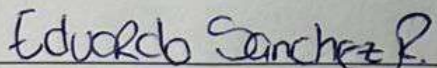
Yo Eduardo Antonio Sanchez Rojas acuerdo y reconozco que:

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 mí durante el desarrollo del proyecto de graduación, pertenecerán de forma total, exclusiva e indivisible a la ESPOL, sin perjuicio del porcentaje que me corresponda de los beneficios económicos que la ESPOL reciba por la explotación de mi innovación, de ser el caso.

En los casos donde la Oficina de Transferencia de Resultados de Investigación (OTRI) de la ESPOL comunique al autor 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, 28 de mayo del 2025.



Eduardo Antonio Sanchez Rojas

Evaluadores

MSc. Ingrid Orta

Profesor de Materia

Ph. D. Natividad García

Tutor de proyecto

Resumen

La industria de la construcción se ha expandido con el paso del tiempo, con ella ha aumentado el consumo de recursos necesarios para llevar a cabo esta actividad. Uno de los recursos mayormente explotado es el agregado para el hormigón. El cantón Samborondón ha experimentado un crecimiento urbano acelerado, pero este incremento trae consigo el aumento de residuos provenientes por la demolición. Se han encontrado nuevas tecnologías que reemplazan parte del agregado con hormigón proveniente de las demoliciones. Entonces, el proyecto consiste en el diseño de una vivienda unifamiliar de dos pisos ubicada en el cantón Samborondón, utilizando hormigón con agregado reciclado (RCA) para promover la sostenibilidad en la construcción. Se realizaron ensayos con porcentajes de reemplazo del 10%, 20% y 30% para determinar la proporción óptima que cumpliera con los requisitos estructurales y económicos. El diseño se desarrolló siguiendo la normativa internacional ACI 318-19 y la NEC 2015. Se encontró que un reemplazo del 20% de agregado reciclado ofrece el mejor equilibrio entre resistencia, trabajabilidad y costos. De esta manera, se logró un diseño estructural seguro con un enfoque ambiental, demostrando la viabilidad técnica y económica del uso de materiales reciclados en proyectos de construcción residencial.

Palabras Clave: Hormigón, Agregado Reciclado, Diseño Estructural, Sostenibilidad

Abstract

The construction industry has expanded over time, and with it has increased the consumption of resources needed to carry out this activity. One of the most exploited resources is the aggregate used in concrete. The Samborondón canton has experienced rapid urban growth, but this increase has led to an increase in demolition waste. New technologies have been developed that replace part of the aggregate with concrete from demolitions. Therefore, the project consists of the design of a two-story single-family home located in the Samborondón canton, using recycled aggregate concrete (RCA) to promote sustainability in construction. Tests were conducted with replacement percentages of 10%, 20%, and 30% to determine the optimal proportion that met structural and economic requirements. The design was developed following international standards ACI 318-19 and NEC 2015. It was found that a 20% recycled aggregate replacement offers the best balance between strength, workability, and cost. In this way, a safe structural design with an environmental focus was achieved, demonstrating the technical and economic viability of using recycled materials in residential construction projects.

Keywords: Concrete, Recycled Aggregate, Structural Design, Sustainability

Índice general

Resumen	I
Abstract	II
Índice general	III
Abreviaturas	VI
Simbología	VII
Índice de figuras	VIII
Índice de tablas.....	XI
ÍNDICE DE PLANOS	XIII
Capítulo 1	1
1. Introducción	2
1.1 Antecedentes.....	2
1.2 Descripción del Problema.....	3
1.3 Justificación del Problema.....	4
1.4 Objetivos.....	5
1.4.1 Objetivo general	5
1.4.2 Objetivos específicos.....	5
Capítulo 2	6
2. MATERIALES Y MÉTODOS	7
2.1 Revisión de literatura.....	7
2.1.1 Industria de la construcción.....	7
2.1.2 Hormigón armado	7
2.1.3 Huella de Carbono.....	8
2.1.4 Agregado de Concreto Reciclado (RCA).....	9
2.2 Área de estudio	9
2.2.1 Ubicación	9
2.2.2 Datos Arquitectónicos	10

2.3	Trabajo de campo y laboratorio	12
2.4	Análisis de datos	15
2.5	Análisis de alternativas	17
2.5.1	Planteo de alternativas.....	17
2.5.2	Criterios de evaluación.....	18
2.5.3	Selección de Alternativas	19
Capítulo 3		23
3.	DISEÑOS Y ESPECIFICACIONES	24
3.1	Diseño de hormigón.....	24
3.1.1	Dosificación	24
3.1.2	Ensayos en hormigón fresco	25
3.1.3	Ensayos en hormigón endurecido	25
3.2	Diseño de Estructural.....	25
3.2.1	Prediseño de losa.....	26
3.2.2	Prediseño de vigas.....	28
3.2.3	Prediseño de columnas	31
3.2.4	Cargas no sísmicas	31
3.2.5	Cargas sísmicas	45
3.2.6	Modelado estructural.....	52
3.2.7	Diseño de vigas	60
3.2.8	Diseño de Columnas.....	73
3.2.9	Diseño de Losa	90
3.2.10	Diseño de Cimentaciones	95
3.3	Diseño hidrosanitario.....	98
3.3.1	Cisterna.....	98
3.3.2	Predimensionamiento de tuberías.....	99
3.3.3	Diseño de bomba.....	101

3.4	Diseño eléctrico	102
Capítulo 4		104
4.	ESTUDIO DEL IMPACTO AMBIENTAL	105
4.1	Descripción del proyecto	105
4.2	Línea base ambiental	105
4.3	Actividades del proyecto	108
4.4	Identificación de impactos ambientales.....	110
4.5	Valoración de impactos ambientales	113
4.5.1	Influencia del Impacto.....	114
4.5.2	Duración del impacto	115
4.5.3	Reversibilidad del impacto.....	116
4.5.4	Índice de Impacto Ambiental	117
4.6	Medidas de prevención/mitigación.....	121
Capítulo 5		127
5.	PRESUPUESTO	128
5.1	Estructura Desglosada de Trabajo	128
5.2	Rubros y análisis de precios unitarios (fusión).....	130
5.3	Descripción de cantidades de obra (Revisar)	133
5.4	Valoración integral del costo del proyecto	133
5.5	Especificaciones Técnicas	135
5.6	Cronograma de obra	161
Capítulo 6		1
6.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	2
6.1	Conclusiones.....	2
6.2	Recomendaciones	2
Referencias		3
Anexos.....		7

Abreviaturas

RCA Recycled Concrete Aggregate

ASTM American Society for Testing and Materials

ACI American Concrete Institute

NEC Norma Ecuatoriana de la Construcción

NEC-SE-SG Norma Ecuatoriana de la Construcción-Sección-Cargas (No sísmicas)

NEC-SE-DS Norma Ecuatoriana de la Construcción-Sección-Diseño Sismorresistente

NEC-SE-HM Norma Ecuatoriana de la Construcción-Sección-Estructuras de Hormigón

Armado

Simbología

m	Metro
ml	Metro lineal
kg	Kilogramos
m ³	Metro cúbico
m ²	Metro cuadrado
s	Segundos
cm	Centímetros
cm ²	Centímetros cuadrados

Índice de figuras

Figura 1	<i>Ubicación del terreno</i>	10
Figura 2	<i>Plano de Plano Arquitectónico de Planta 1</i>	11
Figura 3	<i>Plano de Plano Arquitectónico de Planta 2</i>	12
Figura 4	<i>Ensayo de densidad</i>	13
Figura 5	<i>Muestra para el ensayo de abrasión</i>	14
Figura 6	<i>Carga abrasiva según la gradación del material</i>	15
Figura 7	<i>Curva Granulométrica de Escombros</i>	15
Figura 8	<i>Resistencia a la Compresión de las muestras</i>	16
Figura 9	<i>Contenido de aire vs % de RCA en las muestras</i>	17
Figura 10	<i>Asentamientos vs % de RCA en las muestras</i>	17
Figura 11	<i>Dosificación</i>	24
Figura 12	<i>Espesor mínimo de losas</i>	27
Figura 13	<i>Predimensionamiento de Losa</i>	28
Figura 14	<i>Altura mínima de vigas no preesforzadas</i>	28
Figura 15	<i>Viga en el Eje X</i>	29
Figura 16	<i>Viga en el Eje Y</i>	29
Figura 17	<i>Ancho Mínimo</i>	31
Figura 18	<i>Especificaciones Técnicas del Bloque PL-9</i>	34
Figura 19	<i>Carga viva de viviendas</i>	37
Figura 20	<i>Carga viva de cubierta</i>	38
Figura 21	<i>Factor Z</i>	45
Figura 22	<i>Tipo de usos, destino e importancia de la estructura</i>	46
Figura 23	<i>Coeficiente de reducción de respuesta estructural R</i>	46
Figura 24	<i>Gráfica de espectro de respuesta elástico de alteraciones</i>	49
Figura 25	<i>Gráfica del espectro de respuesta elástico nominal y de diseño vs. tiempo</i>	51
Figura 26	<i>Distancia entre ejes</i>	52
Figura 27	<i>Distancia entre pisos</i>	52
Figura 28	<i>Definición del concreto</i>	53

Figura 29 Definición del acero de refuerzo.....	53
Figura 30 Creación de columnas.....	54
Figura 31 Creación de vigas.....	54
Figura 32 Restricciones de la estructura	55
Figura 33 Creación de la losa nervada	55
Figura 34 Modelado de la primera planta	56
Figura 35 Modelado de la segunda planta.....	56
Figura 36 Definición del espectro sísmico	57
Figura 37 Carga Sísmica X	57
Figura 38 Carga sísmica Y	58
Figura 39 Definición de la combinación envolvente	58
Figura 40 Cargas asignadas en el primer nivel	59
Figura 41 Cargas asignadas en el segundo nivel.....	59
Figura 42 Demandas de viga del primer nivel	60
Figura 43 Factores de longitud efectiva	76
Figura 44 Factores de longitud efectiva	78
Figura 45 Factores de longitud efectiva	80
Figura 46 Diseño de columna.....	83
Figura 47 Diagrama de iteración.....	85
Figura 48 Diagrama de iteración P-M3 (Eje x).....	86
Figura 49 Diagrama de iteración P-M2 (Eje y).....	87
Figura 50 Diseño de la Columna.....	87
Figura 51 Esquema de espaciamiento	88
Figura 52 Dotaciones para Edificaciones.....	99
Figura 53 Ruta Crítica	100
Figura 54 Caudales Instantáneos.....	100
Figura 55 Curva de Bombas Pedrollo	102
Figura 56 Factores de Demanda.....	103
Figura 57 Ubicación del Proyecto.....	106
Figura 58 Diagrama de red de Obtención del agregado reciclado	110
Figura 59 Diagrama de red del Diseño de hormigón Estructural con RCA.....	111

Figura 60 Diagrama de red de Transporte y Logística.....	111
Figura 61 Diagrama de red de Ejecución de Obra.	112
Figura 62 Diagrama de red de Gestión Final de Residuos.....	113
Figura 63 Matriz de Valoración de la extensión del Impacto Ambiental	115
Figura 64 Matriz de Valoración de la Duración del Impacto Ambiental.....	116
Figura 65 Matriz de Valoración de la Reversibilidad del Impacto Ambiental	117
Figura 66 Matriz de valoración del Índice de importancia	118
Figura 67 Matriz de Valoración de la Magnitud del Impacto	118
Figura 68 Matriz cuantitativa de valoración de Impacto ambiental.....	119
Figura 69 Matriz cualitativa de valoración de Impactos Ambientales.....	120
Figura 70 Fases del WBS	128
Figura 71 Fase 1 (Antecedentes).....	128
Figura 72 Fase 2 (Diseño).....	129
Figura 73 Fase 3 (Entregables).....	129
Figura 74 Fase 4 (Construcción)	130
Figura 75 Desbroce y Limpieza del terreno	131
Figura 76 Trazado y Replanteo	132
Figura 77 Resumen de Presupuesto	134
Figura 78 Cronograma de Obra.....	1

Índice de tablas

Tabla 1	Criterios de Evaluación	18
Tabla 2	Sistema de Puntuación	19
Tabla 3	Tabla de Análisis de Alternativas	22
Tabla 4	Carga Muerta de Losa Nervada.....	32
Tabla 5	Carga muerta de viga	33
Tabla 6	Carga muerta de columna.....	33
Tabla 7	Carga muerta sobreimpuesta de cubierta	33
Tabla 8	Carga muerta de losa del primer piso.....	34
Tabla 9	Carga muerta de muro cortina.....	34
Tabla 10	Peso muerto de la mampostería.....	35
Tabla 11	Cargas Muertas del Piso 1	38
Tabla 12	Cargas vivas del piso 1	40
Tabla 13	Cargas Muertas del Piso 2.....	40
Tabla 14	Cargas vivas del piso 2.....	42
Tabla 15	Carga Muerta de cubierta	43
Tabla 16	Carga Viva de cubierta.....	43
Tabla 17	Resumen de cargas del piso 1	43
Tabla 18	Resumen de cargas del piso 2	44
Tabla 19	Resumen de cargas de cubierta	44
Tabla 20	Valores del factor Z en función a la zona sísmica adoptada	45
Tabla 21	Tipo de suelo y Factor de sitio F_a	47
Tabla 22	Tipo de suelo y Factor de sitio F_d	47
Tabla 23	Tipo de suelo y Factor de sitio F_s	47
Tabla 24	Espectro de Respuesta elástico nominal y de diseño	50
Tabla 25	Resultados de diseño de viga de primer piso	63
Tabla 26	Resultados de diseño de viga de segundo piso.....	67
Tabla 27	Resultados obtenidos del programa de modelado	70
Tabla 28	Valores máximos para Diseño	73
Tabla 29	Longitud de columna en eje 1-C	74

Tabla 30 Longitud de columna para segundo piso.....	75
Tabla 31 Longitudes de columnas en ejes 2-B/3-B.....	76
Tabla 32 Longitud de columna en segundo piso.....	77
Tabla 33 Longitud de columna en eje 3-c	78
Tabla 34 Longitudes de columnas en segundo piso.....	79
Tabla 35 Valores de cargas para momentos críticos	80
Tabla 36 Unidades de consumo de ducha	101
Tabla 37 Circuitos	102
Tabla 38 Actividades del Proyecto.....	108
Tabla 39 Escala de Extensión.....	114
Tabla 40 Escala de Duración.....	115
Tabla 41 Escala de Reversebilidad.....	116
Tabla 42 Ponderación de factores para calculo de impacto	117
Tabla 43 Categorización de los valores de Impacto.....	119
Tabla 44 Plan de Manejo Ambiental – Obtención y preparación del agregado reciclado (RCA)	122
Tabla 45 Plan de Manejo Ambiental – Dosificación y producción del hormigón estructural con RCA.....	123
Tabla 46 Plan de Manejo Ambiental – Actividades constructivas en obra.....	124
Tabla 47 Plan de Manejo Ambiental – Manejo de residuos y fase postconstructiva.....	125

ÍNDICE DE PLANOS

PLANO 1 Planos Arquitectónicos

PLANO 2 Planos Estructurales

PLANO 3 Planos Hidrosanitarios

PLANO 4 Planos Eléctricos

Capítulo 1

1. INTRODUCCIÓN

1.1 Antecedentes

La industria de la construcción ha experimentado un aumento considerable en las últimas décadas, provocado por el crecimiento urbano y la modernización de las ciudades. Actualmente el 55% de la población vive en zonas urbanas y se estima que para mediados del siglo XXI este porcentaje aumente a 68% (N. Rojas et al., 2022). Este incremento, si bien favorece el desarrollo económico, plantea desafíos importantes en términos de gestión de recursos y protección del entorno. Uno de los desafíos es cubrir la demanda de materiales de la construcción ya que en algunos países de América Latina entre 2000 y 2011 el uso de materiales para la fabricación del cemento y hormigón aumentó en un 190% (Ríos et al., 2017). El 70% del volumen del hormigón está compuesto por agregados, por tal razón, el consumo global anual de este material es de alrededor de 15 billones de toneladas, sin embargo, su extracción deriva a problemas ambientales como erosión, contaminación del aire y agua, modificación de paisaje, ruido y vibraciones (Acosta, 2018). A la par, entre los problemas más críticos se destaca la acumulación de desechos de construcción, generados principalmente por la demolición y la rehabilitación de edificaciones. La acumulación de residuos de la construcción genera impactos ambientales negativos como la ocupación de grandes extensiones de terreno destinadas a vertederos, contaminación del agua y emisión de sustancias nocivas (Abarca et al., 2024).

El panorama actual se basa en la economía lineal donde los recursos se extraen para la fabricación del hormigón y este una vez completado su vida útil se desecha a vertederos. La economía lineal tiene consecuencias como el agotamiento de la biocapacidad del planeta, agotamiento de materias primas, pérdida de biodiversidad y extinción de especies (Green Building Council España, 2021). Ante este panorama, diversas investigaciones han enfatizado la necesidad de optimizar el uso de recursos en el sector, promoviendo la economía circular como estrategia para reducir la huella de carbono y el impacto ambiental negativo (Green Building

Council España, 2021). En el ámbito de la construcción, uno de los enfoques que promueve la economía circular es la sustitución parcial de agregados naturales por Agregado de Concreto Reciclado (RCA). Este método consiste en usar los residuos provenientes de la demolición para la producción de elementos de hormigón, disminuyendo así los gastos en la construcción y la extracción de agregados (Muñoz et al., 2021).

Existen algunos trabajos de investigación donde se estudian las propiedades físicas y mecánicas del RCA. Por ejemplo, se ha encontrado que los agregados de RCA tienen mayor porosidad en comparación con los agregados naturales debido a la presencia de una capa fina de mortero, esto ocasiona que ocurra un fallo en ciertos elementos (Folino et al., 2014). También existe incompatibilidad de resultados en diversos estudios ya que en algunos se demuestra que la resistencia a la fractura es menor que la del hormigón convencional, mientras que en otros es mayor (Muñoz et al., 2021). En este contexto, el RCA representa una alternativa prometedora, pero que requiere un mayor entendimiento técnico para optimizar su uso en diseños estructurales seguros y eficientes.

1.2 Descripción del Problema

El desarrollo urbano en Ecuador ha aumentado considerablemente los últimos años y el material mayormente utilizado sigue siendo el hormigón. En consecuencia, tanto la demanda de recursos naturales para la producción elementos de hormigón armado como su posterior demolición para el desarrollo de nueva infraestructura impactan negativamente el ambiente. Por ejemplo, en los últimos años sectores como La Puntilla en Samborondón han experimentado un crecimiento urbano acelerado (Orozco et al., 2021). Sin embargo, este crecimiento trae consigo el incremento de residuos generados durante la demolición y renovación de estructuras, los cuales se acumulan en escombreras cada vez más extensas. La acumulación de estos desechos no solo ocupa grandes

extensiones de suelos que pueden ser destinadas a otros uso, sino que contaminan el suelo, el agua y altera los ecosistemas (Muñoz et al., 2021).

Bajo esta realidad, la empresa Holcim Ecuador, reconocida por su trayectoria en la producción de cemento y servicios de construcción, colabora con el Ingeniero Jorge Flores Rada en la búsqueda de soluciones que reduzcan la huella de carbono y el desperdicio de recursos. Una de esas soluciones es la sustitución parcial de agregados naturales por Agregado de Concreto Reciclado (RCA) en elementos estructurales de hormigón para así fomentar la economía circular (Prasittisopin et al., 2025). No obstante, en Ecuador no existe una normativa que regule el uso de RCA en elementos estructurales, por lo que es crucial determinar la viabilidad económica y ambiental de esta práctica por medio de la evaluación de la resistencia y durabilidad del hormigón con RCA frente al hormigón convencional.

1.3 Justificación del Problema

El cliente quiere construir una vivienda que reduzca la huella de carbono y aproveche los desperdicios provenientes de otras edificaciones con el fin de alinear el proyecto hacia la economía circular. En especial en zonas como Samborondón donde la demanda de infraestructura nueva aumenta por el crecimiento urbano. Estas circunstancias evidencian la necesidad de implementar prácticas más sostenibles que permitan optimizar el uso de recursos, minimizar la ocupación de escombreras y contribuir a la conservación del medio ambiente.

La aplicación de hormigón estructural elaborado parcialmente con Agregado de Concreto Reciclado (RCA) responde a esta necesidad, ya que recupera los residuos que inicialmente terminarían en vertederos, fomentando la economía circular y reduciendo la extracción de áridos naturales (Green Building Council España, 2021). Además, el reemplazo de agregados tradicionales por RCA disminuye la huella de carbono asociada a la producción de cemento y al transporte de materiales, contribuyendo a la protección de los ecosistemas y la calidad de vida de la población (Palacios, 2022).

Por tal razón, abordar este problema no solo impacta positivamente al medio ambiente, sino también al sector económico y social. Por un lado, el uso de RCA puede resultar en ahorro de costos por reducción en la compra de agregados naturales y en la disposición de escombros. Por otro lado, la optimización de recursos impulsa el desarrollo de sistemas constructivos más eficientes, lo que a su vez promueve la innovación y la competitividad en el sector. Asimismo, la adopción de soluciones responsables es coherente con los Objetivos de Desarrollo Sostenible, reforzando la importancia de infraestructuras resilientes y comunidades sostenibles.

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo general

Evaluar la viabilidad técnica, económica y ambiental del uso de concreto reciclado de fuentes limpias en la construcción de una vivienda de dos pisos en Samborondón, evaluando su potencial para la reducción de la huella de carbono garantizando el cumplimiento de los estándares estructurales exigidos.

1.4.2 Objetivos específicos

1. Diseñar una vivienda unifamiliar de dos pisos en Samborondón considerando la aplicación de hormigón estructural con reemplazo parcial de agregados naturales por RCA.
2. Realizar ensayos de laboratorio para determinar las propiedades físicas y mecánicas del hormigón con RCA, incluyendo resistencia a la compresión, durabilidad y trabajabilidad.
3. Comparar el comportamiento estructural, los costos directos e indirectos y el impacto ambiental del uso de RCA frente al hormigón convencional.
4. Analizar la factibilidad del uso de RCA desde una perspectiva técnica y normativa, considerando la ausencia de reglamentos específicos en Ecuador para su uso estructural.

Capítulo 2

2. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1 Revisión de literatura

2.1.1 *Industria de la construcción*

La industria de la construcción en Ecuador ha experimentado importantes transformaciones en los últimos años. Hasta 2014, se evidenció un crecimiento sostenido, impulsado por el aumento de la inversión pública y un contexto económico relativamente estable. No obstante, esta tendencia se vio fuertemente interrumpida en el año 2020 a causa de la pandemia de COVID-19, la cual provocó la paralización de las actividades del sector, generando una contracción del -29,39 % (Berrú & Acosta, 2018).

Aunque en 2021 y 2022 se registraron tasas de recuperación del 19,32 % y 10,04 % respectivamente, los niveles de producción no han logrado alcanzar los valores previos a la crisis sanitaria. Para el tercer trimestre de 2023, el crecimiento fue apenas del 0,66 %, atribuible principalmente a la limitada ejecución de obra pública, consecuencia del complejo entorno económico del país. Entre los factores que obstaculizan el desarrollo del sector se incluyen la reducción de ingresos fiscales, el cumplimiento de compromisos de deuda externa, el incremento de la inseguridad, la disminución del financiamiento estatal y la caída del 20 % en los permisos de construcción. Si bien se han adoptado medidas como la reducción del IVA en materiales de construcción, estas aún no han generado un impacto significativo en la reactivación del sector (Berrú & Acosta, 2018). A pesar de la poca demanda actual del sector de la construcción en el país, en los proyectos que si se están llevando a cabo, el material más utilizado sigue siendo el hormigón armado. (Sánchez et al., 2020).

2.1.2 *Hormigón armado*

El hormigón armado es un material compuesto por una mezcla de cemento, agregado grueso (grava), agregado fino (arena) y acero de refuerzo en forma de varillas. Esta combinación permite aprovechar las propiedades mecánicas de cada componente, logrando un adecuado

comportamiento frente a los esfuerzos de compresión y tracción que pueden presentarse en una edificación (M. Rojas & Arenas, 2008).

Los agregados, tanto gruesos como finos, constituyen entre el 70 % y el 80 % del volumen total del hormigón. Por ello, es fundamental conocer sus propiedades e influencias, ya que tienen un impacto significativo en el desempeño estructural final (León & Ramírez, 2010).

2.1.3 Huella de Carbono

La huella de carbono se define como la cantidad de gases de efecto invernadero emitidos a la atmósfera como resultado de actividades de origen antropogénico, tales como la producción o el consumo de bienes y servicios. Estos gases, conocidos como GEI, forman una capa en la zona media de la atmósfera terrestre, impidiendo que la radiación solar, que debería ser reflejada por la superficie terrestre, se disipe adecuadamente. Esta acumulación constituye una de las principales causas del calentamiento global.

Para el cálculo de estos existen varios métodos, sin embargo, entre los más conocidos tenemos el que se compone de la multiplicación entre el dato de la actividad, el cual representa la cantidad de energía utilizada o la intensidad de la actividad en sus unidades respectivas, por el factor de emisión, que equivale a la cantidad de GEI emitidos por unidad de actividad (Espíndola & Valderrama, 2012).

Una forma de reducir la huella de carbono es a través de la implementación de la metodología de economía circular. Siendo que la economía circular consiste en un modelo de producción y consumo que promueve la reutilización, reparación, renovación y reciclaje de productos o materiales ya existentes, con el objetivo de minimizar los residuos y reducir la extracción de recursos naturales, mayormente los no renovables (Ministerio de Producción, 2024).

2.1.4 Agregado de Concreto Reciclado (RCA)

El hormigón con agregado de concreto reciclado, conocido como RCA (Recycled Concrete Aggregate), es un material que se obtiene a partir de la trituración de estructuras de hormigón que han llegado al final de su vida útil. Estos residuos provienen generalmente de demoliciones y reparaciones de obras existentes, las cuales generan escombros que pueden ser reutilizadas en nuevas aplicaciones constructivas. Este nuevo modelo de obtención de agregados permite reducir el consumo de recursos naturales y minimizar el volumen de residuos destinados a disposición final, contribuyendo así a una construcción más sostenible y a la economía circular que se planteaba previamente (Flor et al., 2017).

Ahora para estos procesos, la normativa europea, al igual que la Norma IRAM 1531, establece comúnmente un límite del 20% para la incorporación de RCA en mezclas de hormigón. Esta restricción se establece para asegurar que se conserven las propiedades mecánicas y la durabilidad del hormigón convencional.

Un ejemplo del uso de hormigón RCA se llevó a cabo en la ciudad de Huamachuco, donde se empleó en la construcción de viviendas de la zona, utilizándose una mezcla con un 50% de RCA, la cual, según pruebas de laboratorio, alcanzó mejor resistencia a la compresión a los 28 días. Esto permite demostrar la aplicabilidad de este modelo en construcciones estructurales, sin comprometer el factor ambiental (Elías et al., 2020).

2.2 Área de estudio

2.2.1 Ubicación

La vivienda se planea construir en la urbanización Biblos, en el cantón Samborondón, provincia del Guayas.

Figura 1

Ubicación del terreno



2.2.2 *Datos Arquitectónicos*

El área de construcción de la vivienda es de 148.5 m². La residencia cuenta con dos plantas, la primera planta tiene un área de 72 m², mientras, que la segunda planta cuenta con un área de 76.5 m².

La primera planta se encuentra compuesta por las siguientes áreas:

- Garaje
- 1 baño
- 1 cuarto de servicio
- La segunda planta se encuentra compuesta por las siguientes áreas:
- Sala
- Comedor
- Cocina
- 1 Dormitorio Master
- 1 Dormitorio Single
- 1 Baño

Figura 2

Plano de Plano Arquitectónico de Planta 1

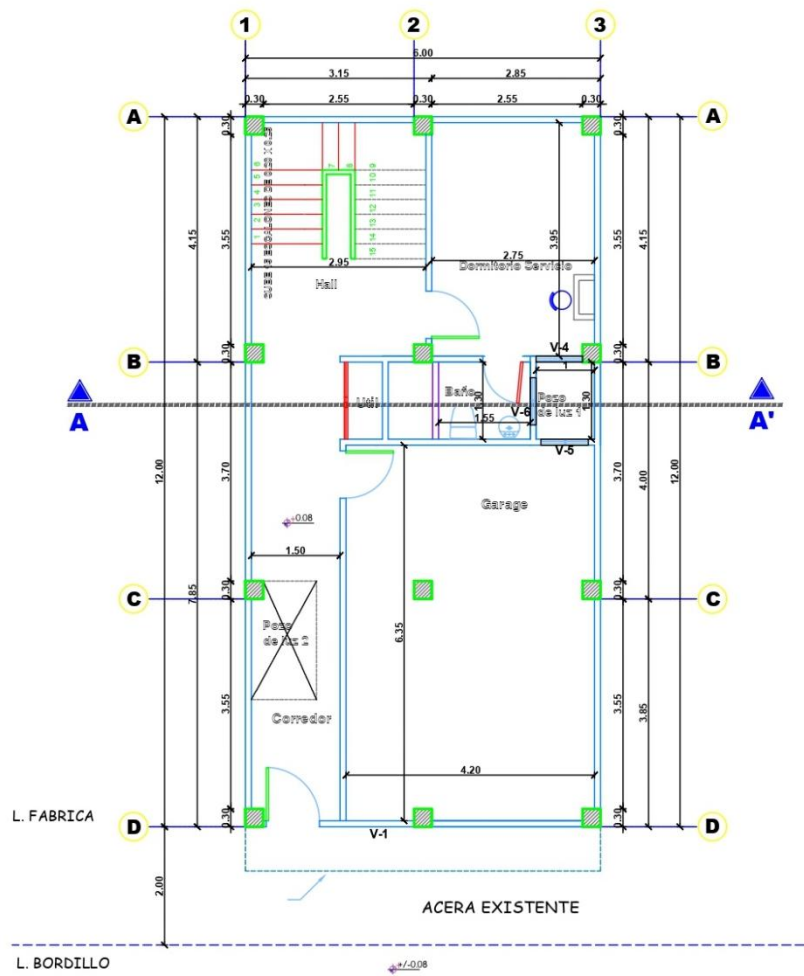
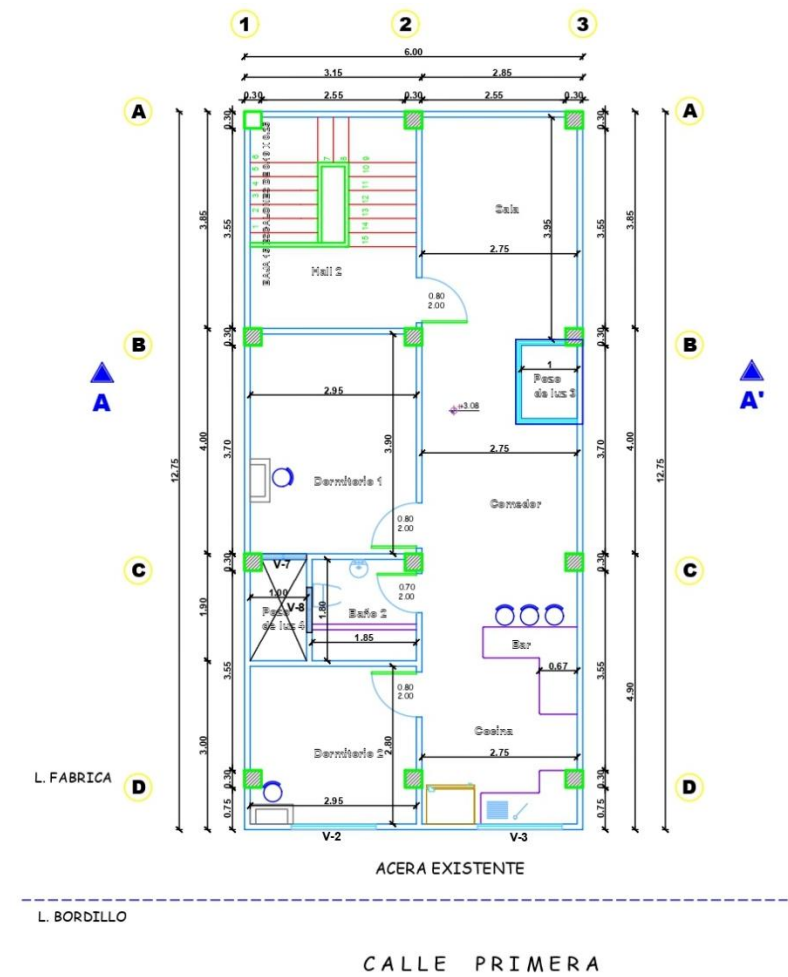


Figura 3

Plano de Plano Arquitectónico de Planta 2



2.3 Trabajo de campo y laboratorio

Como se mencionó anteriormente el RCA se utiliza para reemplazar parcialmente el agregado grueso de la mezcla de hormigón. Entonces, es primordial determinar sus propiedades para definir si cumple con los requisitos para ser usado en el hormigón. El primer ensayo que se realizó fue el de granulometría, el cual permite determinar la distribución de tamaños de agregados requeridos por la normativa para los elementos estructurales. Entonces primero se cuarteó la muestra para extraer una parte representativa. Luego, al ser un agregado grueso, se secó al aire libre sin necesidad de hornos. Finalmente, la muestra fue pasada por medio de los tamices 4in, 3 ½ in, 3 in, 2 ½ in, 2 in, 1 ½ in, 1, ¾ in, ½ in, 3/8 in, No.4, No.8, No.16, No.50,

No.100 para obtener la curva granulométrica y comprobar que la distribución de los agregados se encuentre dentro del límite establecido por la ASTM D No.57.

El siguiente ensayo a realizar fue el de densidad y absorción. Esta prueba es fundamental en el control de calidad de materiales, ya que permite determinar dos propiedades clave: la densidad aparente y la absorción de agua del agregado. Estas características influyen directamente en la trabajabilidad, durabilidad y resistencia del hormigón, ya que un agregado con alta absorción puede alterar la relación agua-cemento si no se considera adecuadamente, mientras que su densidad incide en la compactación y resistencia mecánica del concreto final.

Primero se seca previamente la muestra de agregado en un horno a $110 \pm 5^\circ\text{C}$ hasta alcanzar masa constante, para luego enfriarlas a temperatura ambiente y registrar su masa seca. Posteriormente, la muestra se sumerge en agua durante 24 horas con el fin de lograr su completa saturación. Una vez transcurrido este periodo, se realiza el pesado de las partículas en tres condiciones: sumergidas en agua (masa sumergida), saturadas con superficie y completamente secas. Estos datos permiten calcular el porcentaje de absorción de agua y la densidad aparente, mediante la aplicación del principio de Arquímedes como se observa en la Figura 4, que establece que el volumen de agua desplazado es igual al volumen del cuerpo sumergido.

Figura 4

Ensayo de densidad



Después, se realizó el ensayo de abrasión, este se realiza con el objetivo de medir la degradación de un material sometiéndolo a abrasión, es decir, determinar el desgaste del agregado grueso. Primero se determina la carga abrasiva, es decir, la cantidad de esferas según la masa, en este caso se usaron 8 esferas de 46.8 mm con una masa entre 390 y 445g. Segundo, se determinó la masa a ensayar según la granulometría. Tercero, la muestra es secada en el horno a una temperatura de 110 °C por 24h. Cuarto se juntan todas las fracciones y se registra el peso inicial P_i el cual fue de 5010 g. Quinto, se coloca la muestra en la máquina de abrasión de los Ángeles y se programa para que realizar 500 revoluciones según la norma ASTM C-131. Sexto, tomar el material retenido en el tamiz No.12, lavar, secarlo y pesarlo, ese peso final será P_f el cual fue de 3480 g como se observa en la Figura 5. Finalmente, obtener el porcentaje de desgaste mediante la siguiente ecuación:

$$\%Desgaste = \frac{P_i - P_f}{P_i} * 100 \quad (2.1)$$

Figura 5

Muestra para el ensayo de abrasión



Figura 6

Carga abrasiva según la gradación del material

Gradación	No. de Esferas	Masa de la carga (g)
A	12	5000+-25
B	11	4584+-25
C	8	3330+-20
D	6	2500+-15

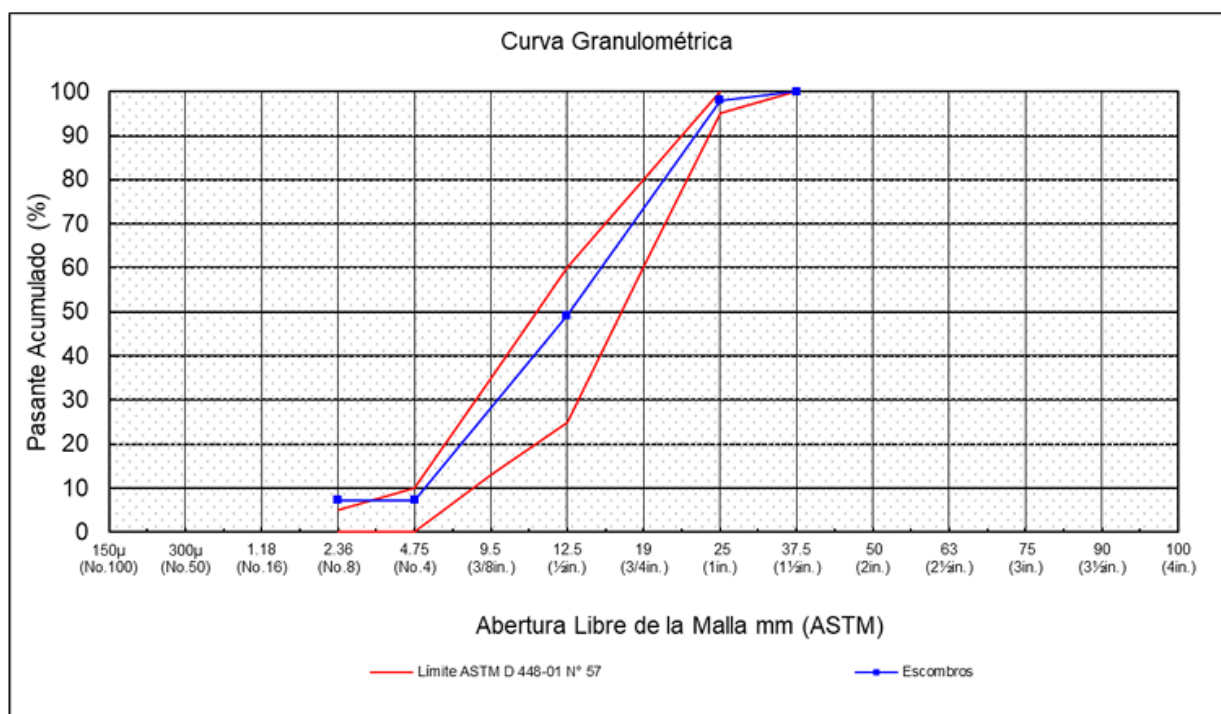
Finalmente se hicieron los ensayos de calidad del hormigón en estado fresco y endurecido como el ensayo de temperatura, asentamiento, densidad y aire. Los cuales se llevaron a cabo para ver la influencia del porcentaje reemplazo del RCA en la mezcla.

2.4 Análisis de datos

Como se observa en la Figura 7, la granulometría del RCA se encuentra dentro del rango establecido por la normativa, por ende, sus características son las correctas.

Figura 7

Curva Granulométrica de Escombros



En cuanto a la abrasión de ángeles se obtuvo un porcentaje de 30.54%. La normativa establece el que máximo es 50%, por ende si se encuentra dentro del rango establecido por las normativas la NTE INEN 860 y NTE INEN 861.

En cuanto al ensayo de densidad y absorción se obtuvo un porcentaje de 1.9% para el agregado grueso.

Ahora en cuanto al ensayo de calidad del hormigón se realizaron las pruebas tomando en cuenta un 0%, un 10%, un 20% y un 30% de reemplazo del RCA en la mezcla y se observó que al aumentar la cantidad de RCA disminuía la densidad y aumentaba la cantidad y aire comprometiendo la trabajabilidad de la muestra. Así mismo se observó que en asentamiento se reducía conforme se aumentaba el porcentaje de reemplazo. Finalmente, se encontró que la dosificación con 20% es la ideal ya que se mantiene los parámetros del hormigón, es decir, no se altera la resistencia. Esto concuerda con lo establecido por la norma española EHE08.

Figura 8

Resistencia a la Compresión de las muestras

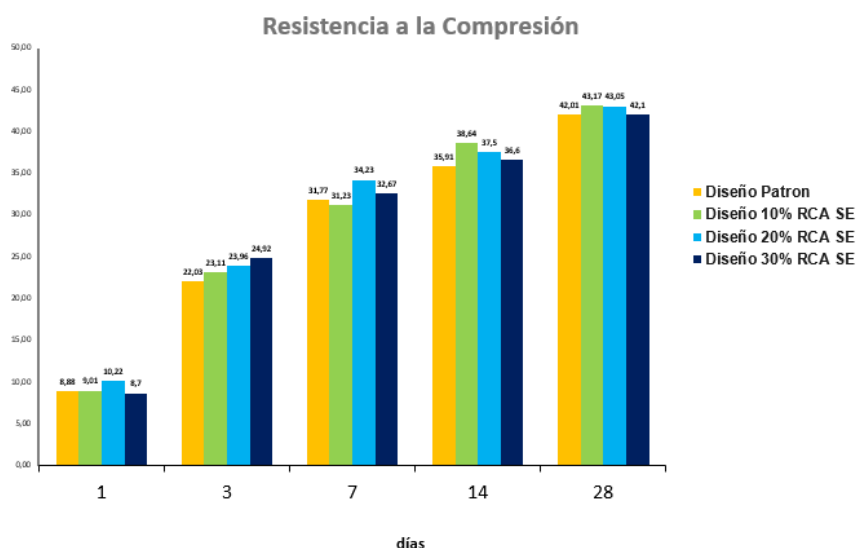


Figura 9

Contenido de aire vs % de RCA en las muestras

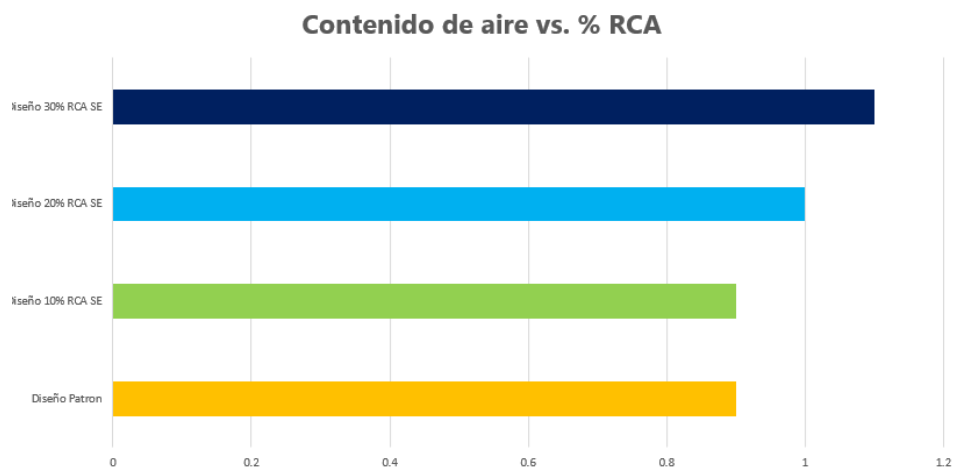
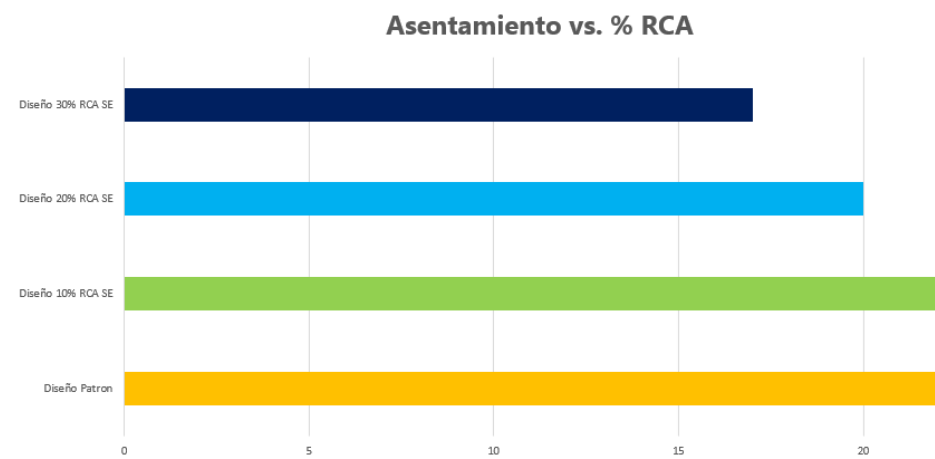


Figura 10

Asentamientos vs % de RCA en las muestras



2.5 Análisis de alternativas

2.5.1 Planteo de alternativas

Para llevar a cabo el diseño de la vivienda, se plantean tres alternativas:

A1: Pórticos de Hormigón Armado Convencional. Es un sistema estructural compuesto por vigas y columnas de hormigón armado, es decir hormigón con convencional complementado con armadura de varillas de acero de refuerzo.

A2: Pórticos de hormigón armado con RCA. Es un sistema estructural similar a los pórticos de hormigón armado convencional con la única diferencia que la dosificación de hormigón tiene un porcentaje de reemplazo de agregado compuesto por hormigón reciclado que puede ser extraído de escombros de antiguas edificaciones.

A3: Pórticos de acero estructural. Es un sistema estructural configurado por vigas y columnas de acero estructural.

2.5.2 Criterios de evaluación

A continuación, se presentan los criterios de evaluación con su respectivo factor de importancia para la elección de la alternativa.

Tabla 1

Criterios de Evaluación

Criterio	Factor de Importancia [%]
Costo	25
Comportamiento Estructural	30
Emisiones de CO2	25
Disponibilidad de material	5
Durabilidad y mantenimiento	10
Compatibilidad con Normativas locales	5

El proyecto consiste en el diseño de una vivienda por lo que es importante garantizar la seguridad de los usuarios que la habiten, razón por la cual el comportamiento estructural tiene un porcentaje del 30%. Mientras, que costo y emisiones de CO2 tienen un porcentaje de 25% cada una ya que el cliente busca reducir la huella de carbono y al mismo tiempo minimizar los costos de la construcción de la vivienda.

2.5.3 Selección de Alternativas

Se estableció el siguiente sistema de puntuación correspondiente a los criterios mencionados previamente.

Tabla 2

Sistema de Puntuación

Ponderación	Descripción
5	Altamente eficiente
4	Eficiencia moderada
3	Intermedio
2	Inconveniente
1	Altamente inconveniente

Luego, se investigaron cada uno de los criterios en base a las alternativas planteadas, los cuales se describen a continuación.

Costo. El hormigón armado no requiere de mano de obra especializada a diferencia del acero estructural lo que lo vuelve un material de sencilla implementación, permite un manejo práctico y tiene un bajo costo de producción (M. Rojas & Arenas, 2008). Ahora, en cuanto al hormigón armado con RCA, al usar escombros reduce los gastos asociados al transporte y disposición de estos, así como la demanda de materiales vírgenes, además que, en caso de que se reutilizara en el mismo sitio de la obra, se disminuyen los costos logísticos y el consumo de energía, haciendo su implementación útil en zonas con escasez o alto costo de agregados naturales (Guacaneme, 2015). Por otro lado, el acero estructural tiene un alto costo inicial y requiere de mano de obra especializada, por lo que es más costoso que los sistemas de hormigón armado (M. Rojas & Arenas, 2008).

Comportamiento Estructural. Los pórticos de hormigón armado convencional al combinar las características de la alta resistencia a la compresión por medio del hormigón y la alta resistencia a la tracción gracias a las varillas se convierten en un sistema indispensable en la industria debido a su capacidad de combinar resistencias estructurales y su versatilidad en cuanto al diseño (Latorre Aizaga, 2024). Sobre el RCA se tiene registro que con un reemplazo del 20% las mezclas mantienen propiedades similares al concreto convencional, lo cual significa que no se compromete el comportamiento estructural de la edificación al incorporar este agregado (Guacaneme, 2015). Sin embargo, los pórticos de acero estructural destacan por su alta resistencia mecánica a compresión y tracción, lo cual permite tener estructuras esbeltas, flexibles y de rápida instalación (M. Rojas & Arenas, 2008). Además de que al ser un material homogéneo garantiza la calidad y la resistencia estructural, por tal razón, su comportamiento ante cargas dinámicas y sismos lo hace una buena opción para proyectos de gran escala, tales como centros comerciales, rascacielos y estadios (M. Rojas & Arenas, 2008).

Emisiones de CO₂. El hormigón armado convencional está compuesto entre un 10% - 15% de cemento, lamentablemente, el cemento es la principal fuente de emisiones de dióxido de carbono, siendo responsable de aproximadamente el 8% de las emisiones de CO₂ totales en todo el mundo, generando un gran impacto ambiental negativo (Buriticá et al., 2022). Mientras, que el RCA contribuye a reducir las emisiones de CO₂ al minimizar la extracción de nuevos recursos y el proceso de producción que estos conllevarían, favoreciendo así una construcción más sostenible (Guacaneme, 2015). En cuanto al acero estructural desde el punto de vista ambiental, es un material reciclable y puede reutilizarse tras su vida útil, aunque su producción inicial requiere grandes cantidades de energía y emite altas emisiones de CO₂ (M. Rojas & Arenas, 2008).

Disponibilidad del material. A comparación con el acero estructural, una de las ventajas que tiene el hormigón es la facilidad de acceso a sus componentes a nivel global y la posibilidad de fabricarlo directamente en obra, bajo supervisión profesional y con respaldo de ensayos de resistencia (M. Rojas & Arenas, 2008). Además, el RCA utiliza escombros reciclados, los cuales se puede obtener de vertederos en las ciudades. Cabe recalcar que, ciertas piezas de acero estructural son de disponibilidad limitada dentro de nuestro país, causando un aumento por costos de importación y transporte (M. Rojas & Arenas, 2008).

Durabilidad y mantenimiento. El hormigón armado destaca por su alta durabilidad, resistencia mecánica y buen comportamiento frente al fuego, lo que lo convierte en un material ideal para estructuras de larga vida útil. Sin embargo, estas cualidades pueden llevar a descuidar el mantenimiento del mismo. Su deterioro puede originarse por, factores físicos, químicos, biológicos; dependiendo del ambiente y las condiciones de exposición (Traversa & Zaccardi, 2010). Mientras que, el concreto reciclado puede ofrecer mejor comportamiento frente a ciclos de congelación y descongelación, lo que mejora su durabilidad y reduce la necesidad de mantenimiento en determinadas aplicaciones (Guacaneme, 2015). Por otro lado, el acero estructural requiere más cuidados como mantenimientos periódicos para proteger las estructuras de la corrosión, pero con recubrimientos adecuados pueden tener una vida útil prolongada (M. Rojas & Arenas, 2008).

Compatibilidad con normativas locales. En Ecuador existe normativa vigente para el diseño y construcción de estructuras de hormigón armado como lo es la NEC-SE-HM-2015 y para estructuras de acero estructural como la NEC-SE-AC-2015. Sin embargo, no existe una norma que regule el uso de hormigón reciclado RCA en el país.

Gracias a esta comparación de criterios se pudo plantear la siguiente tabla 3 sobre la evaluación de las propiedades de cada alternativa planteada.

Tabla 3

Tabla de Análisis de Alternativas

Criterio	F.I.	A1		A2		A3	
Costo	25%	3,5	0,875	3,5	0,875	2	0,5
Comportamiento Estructural	30%	3,5	1,05	3	0,9	4	1,2
Emisiones de CO2	25%	2,5	0,625	4	1	3	0,75
Disponibilidad de material	5%	4	0,2	4	0,2	3	0,15
Durabilidad y mantenimiento	10%	4	0,4	4	0,4	3	0,3
Compatibilidad con Normativas locales	5%	5	0,25	2	0,1	5	0,25
	100%	Total A1	3,4	Total A2	3,475	Total A3	3,15

Como se puede observar, la alternativa escogida por sus características representativas es la del pórtico de hormigón armado con RCA.

Capítulo 3

3. DISEÑOS Y ESPECIFICACIONES

Para el sistema estructural de la vivienda se ha considerado el hormigón armado con RCA. Por ende, para las columnas y vigas se emplea un hormigón con resistencia a la compresión de $f'_c=280 \text{ kg/cm}^2$. Mientras que para el armado, se emplean varillas de acero de refuerzo con una resistencia de $f_y=4200 \text{ kg/cm}^2$. Además, para llevar a cabo los cálculos, se ha tomado como referencia la Normativa Ecuatoriana de la Construcción 2015 (NEC 2015) y la American Concrete Institute 318-19 (ACI 318-19).

3.1 Diseño de hormigón

3.1.1 Dosificación

Para determinar el porcentaje óptimo del reemplazo de agregado reciclado se realizaron cuatro diseños de mezcla para un concreto con resistencia objetivo de 280 kg/cm^2 . El diseño patrón utiliza cemento HE y áridos naturales. Los tres diseños subsiguientes incorporan un 10%, 20% y 30% de RCA, manteniendo el contenido de cemento y aditivos. Como se observa en la Figura 11.

Figura 11
Dosificación

Área de trazado		Diseños	Diseño Patron	Diseño 10% RCA SE	Diseño 20% RCA SE	Diseño 30% RCA SE
		Fecha De Moldeo	17/3/2025	17/3/2025	17/3/2025	17/3/2025
		$f'_c \text{ kg/cm}^2$	280	280	280	280
		N° MUESTRA	850	851	852	853
	kg	Cemento HE	326	328	328	328
		Cemento GU	-	-	-	-
		Piedra N°67	657	660	660	660
		Piedra N°78	281	283	283	283
		Arena Rio	765	769	769	769
		Arena Triturada	281	282	282	282
	%	Aditivo5030	0,90	0,90	0,90	0,90
		Aditivo 2005r	0,70	0,70	0,70	0,70
	Lt	Agua	155	151	151	151

3.1.2 Ensayos en hormigón fresco

En estado fresco se realizaron pruebas de relación agua/cemento, asentamientos, densidad y contenido de aire donde se obtuvieron los siguientes resultados.

En cuanto a la trabajabilidad se observó que el aumento del contenido de RCA reduce la trabajabilidad de la mezcla. Esto es un comportamiento esperado, ya que los áridos reciclados suelen ser más absorbentes y de forma más angular, lo que requiere más agua para lograr la misma fluidez. En este caso, el agua se mantuvo constante, por lo que la fluidez disminuyó.

Luego, sobre la densidad se encontró que el RCA tiene una densidad inferior a la de los áridos naturales que está reemplazando. Esta es una característica típica de los áridos reciclados, que poseen una mayor porosidad. Lo que resulta también en que haya un incremento en el contenido de aire de la mezcla. Finalmente, las mezclas con RCA parten de una ligera ventaja teórica para desarrollar resistencia, ya que una relación A/C más baja generalmente se correlaciona con una mayor resistencia final.

3.1.3 Ensayos en hormigón endurecido

Para evaluar el comportamiento el hormigón en estado endurecido se realizó un ensayo destructivo como lo es la resistencia a compresión donde se rompieron probetas a los 1, 3, 7, 14 y 28 días, dando como resultado que la resistencia mecánica en todos los casos fue excelente y superó ampliamente el objetivo de 280 kg/cm².

3.2 Diseño de Estructural

Para el sistema estructural de la vivienda se ha considerado el hormigón armado con RCA. Por ende, para las columnas y vigas se emplea un hormigón con resistencia a la compresión de $f'_c=280 \text{ kg/cm}^2$. Mientras que para el armado, se emplean varillas de acero de refuerzo con una resistencia de $f_y=4200 \text{ kg/cm}^2$. Además, para llevar a cabo los cálculos, se ha

tomado como referencia la Normativa Ecuatoriana de la Construcción 2015 (NEC 2015) y la American Concrete Institute 318-19 (ACI 318-19).

3.2.1 Prediseño de losa

Según la normativa ACI 318-19 en la sección 8.3.1.1 para losas no preesforzadas sin vigas interiores el espesor de la losa no debe ser mayor al establecido en la tabla 8.3.1.1, siempre y cuando la relación entre los lados no sea mayor a 2. Entonces, primero se calculó el valor de la relación de los lados, siendo que la luz mayor fue de 4 m y la luz menor fue de 2.85 m.

$$\frac{L_{mayor}}{L_{menor}} \leq 2 \quad (3. 1)$$

$$\frac{4 [m]}{2.85 [m]} \leq 2$$

$$1.40 [m] \leq 2$$

Como se observa la relación entre los lados fue menor a 2 por lo que si se pudo hacer uso de lo establecido en la normativa y se pudo concluir además que la losa es de dos direcciones.

Figura 12

Espesor mínimo de losas

Tabla 8.3.1.1 — Espesor mínimo de losas no preesforzadas en dos direcciones sin vigas interiores (mm) ^[1]

f_y MPa ^[2]	Sin ábacos ^[3]			Con ábacos ^[3]		
	Paneles exteriores		Paneles interiores	Paneles exteriores		Paneles interiores
	Sin vigas de borde	Con vigas de borde ^[4]		Sin vigas de borde	Con vigas de borde ^[4]	
280	$\frac{\ell_n}{33}$	$\frac{\ell_n}{36}$	$\frac{\ell_n}{36}$	$\frac{\ell_n}{36}$	$\frac{\ell_n}{40}$	$\frac{\ell_n}{40}$
420	$\frac{\ell_n}{30}$	$\frac{\ell_n}{33}$	$\frac{\ell_n}{33}$	$\frac{\ell_n}{33}$	$\frac{\ell_n}{36}$	$\frac{\ell_n}{36}$
520	$\frac{\ell_n}{28}$	$\frac{\ell_n}{31}$	$\frac{\ell_n}{31}$	$\frac{\ell_n}{31}$	$\frac{\ell_n}{34}$	$\frac{\ell_n}{34}$

^[1] ℓ_n es la luz libre en la dirección larga, medida entre caras de los apoyos (mm).

^[2] Para f_y entre los valores dados en la tabla, el espesor mínimo debe obtenerse por interpolación lineal.

^[3] Ábaco, como se define en 8.2.4.

^[4] Losas con vigas entre columnas a lo largo de los bordes exteriores. El valor de α_f para la viga de borde debe calcularse de acuerdo con 8.10.2.7.

Los paneles exteriores se deben considerar como sin viga de borde si α_f es menor que 0.8.

Nota. Tomado de (ACI 318-19, 2019).

Como se observa en la Figura 11 para una losa con acero de refuerzo de 420 Mpa, con vigas de borde el espesor mínimo se obtuvo con la siguiente ecuación.

$$h_{losa} = \frac{\ell_n}{33} \quad (3. 2)$$

$$h_{losa} = \frac{4 [m]}{33}$$

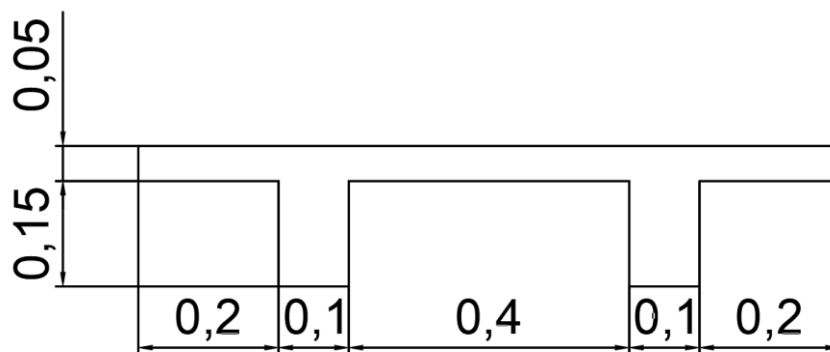
$$h_{losa} = 0.12 [m] \cong 15 [cm]$$

Luego, en el capítulo 8 del ACI 318-19 se mencionan los requisitos geométricos que deben cumplir las losas nervadas. Por ejemplo, la sección 8.8.1.2 dice que el ancho mínimo de las nervadas debe ser de 100 mm. Luego, en la sección 8.8.1.3 menciona que la altura total máxima de las nervadas debe ser 3.5 veces su ancho mínimo. Además, la sección 8.8.1.4 dice que el espaciamiento de las nervaduras máximo debe ser de 750 mm. Finalmente, la sección

8.8.2.1.1 indica que el espesor de la losa de concreto no debe ser menor que $1/12$ de la distancia libre entre viguetas ni menor que 40 mm. Por ende, la losa nervada de dos direcciones tiene los nervios de un ancho de 10 cm y una altura de 15 cm, un espaciamiento entre nervios de 40 cm y un espesor de loseta de compresión de 5 cm como se muestra en la Figura 12.

Figura 13

Predimensionamiento de Losa



3.2.2 Prediseño de vigas

Según la ACI 318-19 en la sección 9.3.1.1 para evitar deflexiones grandes en la viga se establecen alturas mínimas según el tipo de apoyo como se observa en la Figura 13.

Figura 14

Altura mínima de vigas no preesforzadas

Tabla 9.3.1.1 — Altura mínima de vigas no preesforzadas

Condición de apoyo	Altura mínima, h ^[1]
Simplemente apoyada	$\ell/16$
Con un extremo continuo	$\ell/18.5$
Ambos extremos continuos	$\ell/21$
En voladizo	$\ell/8$

^[1] Los valores son aplicables al concreto de peso normal y $f_y = 420$ MPa.

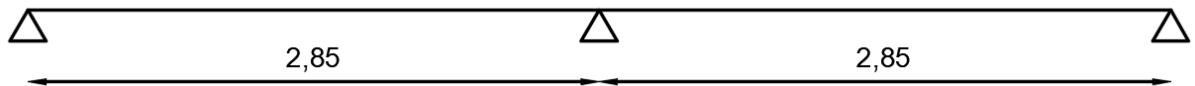
Para otros casos, la altura mínima h debe modificarse de acuerdo con 9.3.1.1.1 a 9.3.1.1.3, según corresponda.

Nota. Tomado de (ACI 318-19, 2019).

Entonces, se tomaron como referencia las vigas más críticas de la vivienda tanto en el eje X como en el eje Y. En este caso para el eje X se tomaron como referencia las vigas del eje B las cuales tienen una luz de 2.85 m entre ellas como se observa en la Figura 14.

Figura 15

Viga en el Eje X



$$h_1 = \frac{\ell_1}{18.5} \quad (3. 3)$$

$$h_1 = \frac{2.85[m]}{18.5} = 0.154 [m]$$

$$h_2 = \frac{\ell_2}{18.5} \quad (3. 4)$$

$$h_2 = \frac{2.85[m]}{18.5} = 0.154 [m]$$

$$h_1 = h_2 \cong 20 [cm]$$

Por ende, la altura mínima para evitar la deflexión en la viga del eje X fue de 20 cm. Luego, para el eje Y se tomó como referencia el eje 2 con las luces mostradas en la Figura 15.

Figura 16

Viga en el Eje Y



$$h_1 = \frac{\ell_1}{18.5} \quad (3. 5)$$

$$h_1 = \frac{3.85[\text{m}]}{18.5} = 0.208[\text{m}]$$

$$h_2 = \frac{\ell_2}{18.5} \quad (3.6)$$

$$h_2 = \frac{4.00[\text{m}]}{21} = 0.190[\text{m}]$$

$$h_3 = \frac{\ell_3}{21} \quad (3.7)$$

$$h_3 = \frac{3.85[\text{m}]}{21} = 0.183[\text{m}]$$

$$h_4 = \frac{\ell_4}{8} \quad (3.8)$$

$$h_4 = \frac{0.90[\text{m}]}{8} = 0.112[\text{m}]$$

$$h_1 = h_2 = h_3 = h_4 \cong 25 [\text{cm}]$$

Por ende, la altura mínima para evitar la deflexión en la viga del eje Y fue de 25 cm. Luego, según la NEC 2015 para viviendas de hasta 2 pisos en ancho mínimo es de 25 cm como se observa en la Figura 16.

Figura 17

Ancho Mínimo

Tabla 3: Requisitos mínimos en función del número de pisos de la vivienda con pórticos de hormigón y losas.						
Número de pisos de la vivienda	Elemento	Luz máxima (m)	Altura total de entrepiso máxima (m)	Sección mínima base x altura (cm x cm)	Cuantía longitudinal mínima de acero laminado en caliente	Refuerzo de acero laminado transversal mínimo (estribos)
1	Columnas	4.0	2.50	20x20 (a)	1%	Diámetro 8 mm @ 10 cm
	Vigas			15x20 (b)	14/fy sup. 14/fy inf.	Diámetro 8 mm @ 5 cm en L/4 (extremos) y 10 cm (centro)
2	Columnas	4.0	2.50	Piso 1: 25x25 Piso 2: 20x20	1%	Diámetro 8 mm @ 10 cm
	Vigas			20x20 (b)	14/fy sup. 14/fy inf.	Diámetro 8 mm @ 5 cm en L/4 (extremos) y 10 cm (centro)

(a) La orientación en planta de las columnas será 40% mínimo en cada dirección ortogonal.

(b) La dimensión se refiere a vigas banda.

Nota. Tomado de (NEC - SE - HM, 2015).

Por lo tanto, las vigas tienen una sección de 0.25 m x 0.2 m.

3.2.3 Prediseño de columnas

La NEC 2015 establece que las dimensiones mínimas de columnas para el primer piso deben ser de 0.25 m x 0.25 m, mientras que para el segundo piso debe ser de 20 cm x 20 cm. Por ende, las columnas serán de 0.30 m x 0.3 m en concordancia con los planos arquitectónicos enviados por el cliente.

3.2.4 Cargas no sísmicas

Cargas muertas. Corresponden a las cargas permanentes de la vivienda, es decir, al peso presente de forma constante en la estructura. Por ende, para obtener la carga muerta se debe tomar en cuenta el peso propio de los elementos estructurales como las vigas,

columnas y losas; además las cargas sobreimpuestas como en enlucido y acabado en las paredes.

Por ejemplo, para calcular la carga muerta en un metro cuadrado de losa nervada bidireccional se tomó en cuenta el peso propio de la losa, el recubrimiento de cerámica y el aligeramiento de poliestireno expandido que se encuentra en los nervios, como se observa en la Tabla 4. Luego, para calcular la carga aportada por las vigas, se tomó en cuenta el peso propio de las vigas de 0.20 m x 0.20 m y 0.20 m x 0.25 m como se muestra en la Tabla 5. Después, de igual forma se obtuvo la carga muerta de las columnas de 0.30 m x 0.30 m como se observa en la Tabla 6. También, para la cubierta se tomó en cuenta el peso propio del tumbado y del mortero de recubrimiento como se observa en la Tabla 7. Mientras que para la losa entrepiso se tomó en cuenta el peso de la losa y de la baldosa de cerámica de acabado como se observa en la Tabla 8. Además, la vivienda cuenta con paneles de vidrio templado de 19 mm y su carga se muestra en la Tabla 9.

Tabla 4
Carga Muerta de Losa Nervada

Cálculo de carga muerta de losa nervada unidireccional [kN/m²]					
Concepto		Área [m²/m²]	Espesor [m]	Peso Vol. [kN/m³]	Carga por m² de losa [kN/m²]
Losa nervada bidireccional de concreto	Nervios	0.2	0.15		
	Loseta de compresión	1	0,05	24	2.496
Baldosa de cerámica con mortero de cemento					0.200
Poliestireno Expandido (EPS)		0,64	0,15	0,15	0.0144
TOTAL					2.1344

Tabla 5

Carga muerta de viga

Cálculo de carga muerta de vigas [kN/m]			
Concepto	Peso Vol [kN/m3]	Área de sección transversal [m2]	Carga por m de viga [kN/m]
Viga de Hormigón Armado 0.25x0.25	24	0.0625	1.5
Viga de Hormigón Armado 0.25x0.20	24	0.05	1.2

Tabla 6

Carga muerta de columna

Cálculo de carga muerta de columnas [kN/m]			
Concepto	Peso Vol [kN/m3]	Área de sección transversal [m2]	Carga por m de columna [kN/m]
Columna de Hormigón Armado de 0.30x0.30	24	0.09	2.16
TOTAL			2.16

Tabla 7

Carga muerta sobreimpuesta de cubierta

Cálculo de carga muerta sobreimpuesta de cubierta [kN/m2]				
Concepto	Área [m2/m2]	Espesor [m]	Peso Vol [kN/m3]	Carga por m2 de losa [kN/m2]
Cubierta de mortero de cemento compuesto de cal y arena				0,55
Cielo raso de yeso	1,00	0,02	7,576	0,167
TOTAL				0,717

Tabla 8

Carga muerta de losa del primer piso

Cálculo de carga muerta de suelo [kn/m2]				
Concepto	Área [m2/m2]	Espesor [m]	Peso Vol [kN/m3]	Carga por m2 de losa [kN/m2]
Suelo	1	0.08	24	1.92
Baldosa de cerámica con mortero de cemento: por cada cm de espesor	0	0	0	0.200
TOTAL				2.12

Tabla 9

Carga muerta de muro cortina

Cálculo de carga muerta de muro cortina [kN/m2]				
Concepto	Área [m2/m2]	Espesor [m]	Peso Vol [kN/m3]	Carga por m2 de losa [kN/m2]
Vidrio templado de 19 mm				0.475
TOTAL				0.475

Luego, para la mampostería se tomó en cuenta el peso propio de los bloques PL-9 de Disensa, el peso del mortero, del enlucido y la cerámica cuyo proceso se describe a continuación.

Figura 18

Especificaciones Técnicas del Bloque PL-9

PL-9

Largo : 39 cm
 Altura : 19 cm
 Espesor : 9 cm
 Peso Seco : 7 Kg.
 Resistencia MPa : 3
 Requerimiento : 12,5 / m²
 Descripción : Bloque de hormigón liviano.
 Utilización : Paredes livianas de 9 cm de espesor en exteriores, interiores y en pisos altos
 Producido en : Plantas Guayaquil y Machala
 Unid. x paletas 1.22x1.22 : 180



Nota. Tomado de Disensa

$$\text{Peso del ladrillo} = \text{Peso} * \text{Requerimiento por m}^2 \quad (3. 9)$$

$$\text{Peso del ladrillo} = 7 * 12.5 = 0.858 \frac{KN}{m^2}$$

$$\text{Volumen del mortero} = \text{Volumen del muro} - \text{volumen de bloques} \quad (3. 10)$$

$$\text{Volumen del mortero} = (1 * 1 * 0.09) - (12.5 * 0.39 * 0.19 * 0.09)$$

$$\text{Peso del mortero} = \text{Volumen del mortero} * \gamma_{\text{Mortero}} \quad (3. 11)$$

$$\text{Peso del mortero} = 0.0066 * 21 = 0.139 \frac{KN}{m^2}$$

Luego, se calculó el peso del enlucido por m² que se asume con un espesor de 1.5 cm y la cerámica con 1 cm de espesor.

$$\text{Peso de revoque por } m^2 = 2 * (0.015 * 1 * 1 * 21) = 0.63 \frac{KN}{m^2} \quad (3. 12)$$

$$\text{Peso de la cerámica por } m^2 = 0.01 * 1 * 1 * 18 = 0.18 \frac{KN}{m^2} \quad (3. 13)$$

Tabla 10

Peso muerto de la mampostería

Concepto	Peso Vol. [KN/m ³]	Carga por m ² de muro [KN/m ²]
Muro de mampostería	-	0.858
Mortero	21	0.139
Peso de revoque	21	0.63
Peso de la cerámica	18	0.18
Peso total por m²	-	1.807[KN/m ²]

Finalmente, se obtuvo el peso muerto de la escalera la cual tiene una huella de 27 cm, una contrahuella de 18 cm, un descanso de 20 cm y un ancho de 1 m.

$$\text{Peso propio por escalón} = b * h * \gamma \quad (3. 14)$$

$$\text{Peso propio por escalón} = 1 * 0.27 * 24 = 6.48 \frac{kN}{m}$$

$$\text{Peso de los acabados de la escalera} = b * P_1 \quad (3. 15)$$

$$P_1 = 0.2 \frac{kN}{m^2} * 1.5 = 0.3 \frac{kN}{m^2}$$

$$\text{Peso de los acabados de la escalera} = 1m * 0.3 \frac{kN}{m^2} = 0.3 \frac{kN}{m}$$

$$\text{Carga muerta por escalón} = 0.3 \frac{kN}{m} + 6.48 \frac{kN}{m} = 6.78 \frac{kN}{m}$$

La escalera cuenta con 14 escalones, entonces:

$$\text{Peso propio de escalera} = 14 * 6.48 \frac{kN}{m} * \frac{0.1765}{2} m + 14 * 0.20 m * 1m * 0.27m * 24 \frac{kN}{m^3}$$

$$\text{Peso propio de escalera} = 34.16 kN$$

$$\text{Escalera con acabado} = 14 * 0.3 \frac{kN}{m} * 0.27m + 14 * 0.3 \frac{kN}{m} * 0.1765m + 34.16 kN$$

$$\text{Escalera con acabado} = 36.04 kN$$

La escalera cuenta con dos descansos cuyas dimensiones son de 1 m x 1.10 m y 0.20 m, entonces:

$$\text{Peso propio de los descansos} = 2 * 0.20 m * 1m * 1.10 m * 24 \frac{kN}{m^3}$$

$$\text{Peso propio de los descansos} = 10.56 kN$$

$$\text{Descanso con acabado} = 2 * 0.3 \frac{kN}{m} * 1.10 m + 10.56 kN$$

$$\text{Descanso con acabado} = 11,22 kN$$

Finalmente, el peso de toda la escalera es de:

$$Carga\ muerta\ de\ escalera\ total = 11,22\ kN + 36.04kN$$

$$Carga\ muerta\ de\ escalera\ total = 47.26kN$$

Cargas vivas. Corresponden a las cargas móviles o temporales que están presentes en la estructura. Las cargas vivas son representadas por personas y muebles que pueden cambiar de posición durante la vida útil de la estructura.

En este caso, se tiene una estructura destinada para uso residencial (unifamiliares y bifamiliares), por lo cual el valor recomendado para uso de carga uniforme de acuerdo con la NEC-SE-SG es de $2.00\ kN/m^2$ como se observa en la Figura 19.

Figura 19

Carga viva de viviendas

Ocupación o Uso	Carga uniforme (kN/m ²)	Carga concentrada (kN)
Residencias		
Viviendas (unifamiliares y bifamiliares)	2.00	
Hoteles y residencias multifamiliares	2.00	
Habitaciones	4.80	
Salones de uso público y sus corredores		

Nota. Tomado de (NEC - SE - CG, 2015)

También hay que considerar la carga viva presente en la losa, aunque la losa de cubierta no sea accesible, hay que considerar una carga viva mínima por mantenimiento que en este caso es de $0.70\ kN/m^2$ como se observa en la Figura 20.

Figura 20

Carga viva de cubierta

Ocupación o Uso	Carga uniforme (kN/m ²)	Carga concentrada (kN)
Cubiertas		
Cubiertas planas, inclinadas y curvas	0.70	
Cubiertas destinadas para áreas de paseo	3.00	
Cubiertas destinadas en jardinería o patios de reunión.	4.80	
Cubiertas destinadas para propósitos especiales		
Toldos y carpas	i	i
Construcción en lona apoyada sobre una estructura ligera	0.24 (no reduc.)	
Todas las demás	1.00	
Elementos principales expuestos a áreas de trabajo		8.90
Carga puntual en los nudos inferiores de la celosía de cubierta, miembros estructurales que soportan cubiertas sobre fábricas, bodegas y talleres de reparación vehicular		1.40
Todos los otros usos		1.40
Todas las superficies de cubiertas sujetas a mantenimiento de trabajadores		

Nota. Tomado de (NEC - SE - CG, 2015)

Finalmente se realizó un cálculo de las cargas no sísmicas totales presente en la vivienda por cada piso. A continuación se presenta un resumen de las cargas presenten en el piso 1.

Tabla 11

Cargas Muertas del Piso 1

Paredes (Tabiquería)					
Concepto	Altura	Ancho	Área	Peso [kN]	Nota
	2.8	2.55	7.14	11.62	Pared del eje A
	2.8	2.55	7.14	11.62	Pared del eje A
	2.8	3.55	9.94	16.17	Pared del eje 1
	2.8	3.7	10.36	16.86	Pared del eje 1
Paredes	2.8	3.55	9.94	16.17	Pared del eje 1
externas	2.8	2.55	7.14	11.62	Pared del eje D
	2.8	2.55	7.14	11.62	Pared del eje D
	2.8	3.55	9.94	16.17	Pared del eje 3
	2.8	3.7	10.36	16.86	Pared del eje 3
	2.8	3.55	9.94	16.17	Pared del eje 3

	2.8	6.35	17.78	28.92	
Paredes internas Eje Vertical	0.1	1.3	0.13	0.23	Se consideró el peso con las cerámicas
	2.8	1.3	3.64	6.58	Se consideró el peso con las cerámicas
	2.8	1.3	3.64	6.58	Se consideró el peso con las cerámicas
	2.8	3.55	9.94	16.17	
	2.8	1.0873	3.04	4.95	
	2.8	0.8127	2.28	3.70	
Paredes internas Eje Horizontal	2.8	2.4	6.72	12.14	Se consideró el peso con las cerámicas
	2.8	1.0873	3.04	4.95	
	2.8	0.8127	2.28	3.70	
	2.8	2.4	6.72	12.14	Se consideró el peso con las cerámicas
Suelo					
Concepto	Largo	Ancho	Área	Peso [kN]	Nota
Eje 1-3	12	6	72	195.15	
Columnas					
Concepto	Largo	Cantidad		Peso [kN]	Nota
Eje 1	2.85	4		24.62	
Eje 2	2.85	4		24.62	
Eje 3	2.85	4		24.62	
Vigas					
Concepto	Largo	Cantidad	Carga m/2	Peso [kN]	Nota
Vigas Primarias				34.65	Vigas de 0.25*0.25 de los ejes 1AB, 2AB, 3AB Y 1CD, 2CD, 3CD
	3.85	6			
	4	3		18.00	Vigas de 0.25*0.25 de los ejes 1BC, 2BC, 3BC

Vigas					
Secundarias	2.85	8		27.36	Vigas de 0.20*0.25 de los ejes horizontales

Escaleras					
Concepto	Largo	Cantidad	Carga m/2	Peso [kN]	Nota
Total Escaleras	3.85	6		47.26	Cálculo se encuentra en el punto 5.1.9
Total de Carga Muerta [kN]				639.37	

Tabla 12

Cargas vivas del piso 1

Sobre el Suelo y Escalera						
Concepto	Largo	Ancho	Área de Losa	Carga uniforme [kN/m2]	Peso [kN]	Nota
Uso Residencial Suelo	12	6	72	2	144.00	De pared externa hasta escaleras
Escalera				2	11.96	Suma de 14 escalones de 1mx0.27m y dos de 1mx1.10m
Total de Carga Viva [kN]					155.96	

A continuación se presenta un resumen de las cargas presentes en el piso 2.

Tabla 13

Cargas Muertas del Piso 2

Paredes (Tabiquería)					
Concepto	Altura	Ancho	Área	Peso [kN]	Nota
Paredes externas	2.8	0.75	2.1	3.42	Pared del eje 1
	2.8	3.55	9.94	16.17	Pared del eje 1

	2.8	3.7	10.36	16.86	Pared del eje 1
	2.8	3.55	9.94	16.17	Pared del eje 1
	2.8	2.55	7.14	11.62	Pared del eje A
	2.8	2.55	7.14	11.62	Pared del eje A
	2.8	6	16.8	27.33	Pared del eje D
	2.8	0.75	2.1	3.42	Pared del eje 3
	2.8	3.55	9.94	16.17	Pared del eje 3
	2.8	3.7	10.36	16.86	Pared del eje 3
	2.8	3.55	9.94	16.17	Pared del eje 3
Paredes internas Eje Vertical	2.8	0.75	2.1	3.42	
	2.8	3.55	9.94	16.17	
	2.8	3.7	10.36	16.86	
	2.8	3.55	9.94	16.17	
	2.8	1.8	5.04	9.11	Se consideró el peso con las cerámicas
Paredes internas Eje Horizontal	0.1	1.8	0.18	0.33	Muro Bajo de la ducha
	2.8	0.9	2.52	4.10	
	2.8	0.9	2.52	4.10	
	2.8	1.65	4.62	8.35	Se consideró el peso con las cerámicas
	2.8	1.65	4.62	8.35	Se consideró el peso con las cerámicas
Losa					
Concepto	Largo	Ancho	Área	Peso [kN]	Nota
Eje 1-2	8.9	3.05	27.145	73.57	De pared externa hasta escaleras
Eje 2-3	2.75	2.95	8.1125	21.99	
Columnas					
Concepto	Largo	Cantidad		Peso [kN]	Nota

Eje 1	2.85	4	24.62		
Eje 2	2.85	4	24.62		
Eje 3	2.85	4	24.62		
Vigas					
Concepto	Largo	Cantidad	Peso [kN]	Nota	
Vigas Primarias	3.85	6	34.65	Vigas de 0.25*0.25 de los ejes 1AB, 2AB, 3AB, y 1CD, 2CD, 3C.	
	4	3	18.00	Vigas de 0.25*0.25 de los ejes 1BC, 2BC, 3BC	
	0.9	3	4.05	Vigas de 0.25*0.25 de los ejes 1D, 2D, 3D	
Vigas Secundarias	2.85	8	27.36	Vigas de 0.20*0.25 de los ejes horizontales	
Muro Cortina					
Concepto	Altura	Ancho	Área	Peso [kN]	Nota
Muro Cortina	2.8	1.33	3.724	1.77	
Muro Cortina	2.8	0.83	2.324	1.10	
Muro Cortina	2.8	1.08	3.024	1.44	
Total de Carga Muerta [kN]			500.55		

Tabla 14

Cargas vivas del piso 2

Sobre la Losa						
Concepto	Largo	Ancho	Área de Losa	Carga uniforme [kN/m2]	Peso [kN]	Nota
Uso residencial	8.9	3.05	27.145	2	54.29	De pared externa hasta escaleras
Uso residencial	2.75	2.95	8.1125	2	16.23	
Total de Carga Viva [kN]					70.52	

Luego, se presentan las cargas muertas y vivas presentes en la cubierta.

Tabla 15

Carga Muerta de cubierta

Cubierta						
Concepto	Largo	Ancho	Área de Losa	Carga uniforme [kN/m2]	Peso [kN]	Nota
Cubiertas planas	12,75	6	76,5	0,717	54,85	De pared externa hasta escaleras
Total de Carga Muerta [kN]					54,85	

Tabla 16

Carga Viva de cubierta

Sobre la Cubierta						
Concepto	Largo	Ancho	Área de Losa	Carga uniforme [kN/m2]	Peso [kN]	Nota
Cubiertas planas	12.75	6	76.5	0.7	53.55	De pared externa hasta escaleras
Total de Carga Viva [kN]					53.55	

Finalmente, se muestra un resumen de las cargas no sísmicas

Tabla 17

Resumen de cargas del piso 1

Planta baja			
Carga Muerta		Carga Viva	
Material	Peso Unitario [KN]	Descripción	Carga Uniforme [KN]
Paredes	244.96		
Columna	73.87	Cargas sobre el	
Suelo	195.15	suelo	155.96
Vigas	80.01		

Escalera	47.26		
Muro cortina	4.31		
Total	645.56	Total	155.96

Tabla 18

Resumen de cargas del piso 2

Planta alta			
Carga Muerta		Carga Viva	
Material	Peso Unitario [KN]	Descripción	Carga Uniforme [KN]
Paredes	242.75		
Columna	73.87		
Losa	95.56	Cargas sobre el suelo	70.52
Escalera	47.26		
Muro cortina	4.31		
Total	500.55	Total	70.52

Tabla 19

Resumen de cargas de cubierta

Cubierta			
Carga Muerta		Carga Viva	
Material	Peso Unitario [KN]	Descripción	Carga Uniforme [KN]
Cubierta plana	54,85	Cargas sobre la cubierta	53,55

Finalmente se obtuvo una carga muerta neta de 1200.96 kN y una carga viva neta de 280.03 kN.

3.2.5 Cargas sísmicas

El proyecto se encuentra ubicado en la provincia del Guayas, en el cantón Samborondón con suelo de tipo E. Entonces, primero se determinó el factor Z de acuerdo con la ubicación de la Figura 21.

Figura 21

Factor Z

POBLACION	PARROQUIA	CANTON	PROVINCIA	Z
LA PUNTILLA	SAMBORONDON	SAMBORONDON	GUAYAS	0.40
LAUREL	JUNQUILLAL	SALITRE	GUAYAS	0.40
LAUREL	LAUREL	DAULE	GUAYAS	0.40
PUEBLO NUEVO	SIMON BOLIVAR	SIMON BOLIVAR	GUAYAS	0.50
SIMON BOLIVAR	SIMON BOLIVAR	SIMON BOLIVAR	GUAYAS	0.50
KILOMETRO VEINTE Y SEIS	VIRGEN DE FATIMA	SAN JACINTO DE YAGUACHI	GUAYAS	0.35
ELOY ALFARO	ELOY ALFARO (DURAN)	DURAN	GUAYAS	0.40

Nota. Tomado de (NEC - SE - DS, 2015)

Tabla 20

Valores del factor Z en función a la zona sísmica adoptada

Zona sísmica	I	II	III	IV	VI
Valor factor Z	0.15	0.25	0.30	0.40	≥ 0.50
Caracterización del peligro sísmico	Intermedia	Alta	Alta	Alta	Muy Alta

Nota. Tomado de (NEC - SE - DS, 2015)

Luego, se definió el factor de importancia $I=1$ de acuerdo a la Figura 21. Mientras que el coeficiente de reducción de respuesta estructural se definió como $R=3$ ya que el sistema es dúctil como se muestra en la Figura 22.

Figura 22

Tipo de usos, destino e importancia de la estructura

Categoría	Tipo de uso, destino e importancia	Coefficiente I
Edificaciones esenciales	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
Estructuras de ocupación especial	Museos, iglesias, escuelas y centros de educación o deportivos que albergan más de trescientas personas. Todas las estructuras que albergan más de cinco mil personas. Edificios públicos que requieren operar continuamente	1.3
Otras estructuras	Todas las estructuras de edificación y otras que no clasifican dentro de las categorías anteriores	1.0

Nota. Tomado de (NEC - SE - DS, 2015)

Figura 23

Coefficiente de reducción de respuesta estructural R

Valores del coeficiente de reducción de respuesta estructural R, Sistemas Estructurales Dúctiles	
Muros estructurales portantes	
Mampostería no reforzada, limitada a un piso.	1
Mampostería reforzada, limitada a 2 pisos.	3
Mampostería confinada, limitada a 2 pisos.	3
Muros de hormigón armado, limitados a 4 pisos.	3

Nota. Tomado de (NEC - SE - DS, 2015)

Como se mencionó anteriormente el tipo de suelo del proyecto es tipo E por lo que los factores de sitio se obtuvieron de acuerdo a las tablas 21, 22 y 23 como se muestra a continuación.

Tabla 21**Tipo de suelo y Factor de sitio Fa**

Tipo de perfil del subsuelo	Zona sísmica y factor Z					
	I	II	III	IV	V	VI
	0.15	0.25	0.30	0.45	0.40	≥ 0.50
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	0.85
F	Véase Tabla 2: Clasificación de los perfiles de suelo y la sección 10.5.4 de la NEC					

Nota. Tomado de (NEC - SE - DS, 2015)

Tabla 22**Tipo de suelo y Factor de sitio Fd**

Tipo de perfil del subsuelo	Zona sísmica y factor Z					
	I	II	III	IV	V	VI
	0.15	0.25	0.30	0.45	0.40	≥ 0.50
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	1.18
D	1.62	1.45	1.36	1.28	1.19	1.12
E	2.1	1.75	1.7	1.65	1.6	0.85
F	Véase Tabla 2: Clasificación de los perfiles de suelo y la sección 10.5.4 de la NEC					

Nota. Tomado de (NEC - SE - DS, 2015)

Tabla 23**Tipo de suelo y Factor de sitio Fs**

Zona sísmica y factor Z					
-------------------------	--	--	--	--	--

Tipo de perfil del subsuelo	I	II	III	IV	V	VI
	0.15	0.25	0.30	0.45	0.40	≥ 0.50
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	1.40
E	1.5	1.6	1.7	1.8	1.9	2
F	Véase Tabla 2: Clasificación de los perfiles de suelo y la sección 10.5.4 de la NEC					

Nota. Tomado de (NEC - SE - DS, 2015)

Después, gracias a los factores de sitio se pudieron obtener los períodos límite de vibración en el espectro sísmico elástico de aceleraciones que representa el sismo de diseño T_o y T_c que se muestran en la Figura 24.

$$T_o = 0.10 F_s \frac{F_d}{F_a} \quad (3. 16)$$

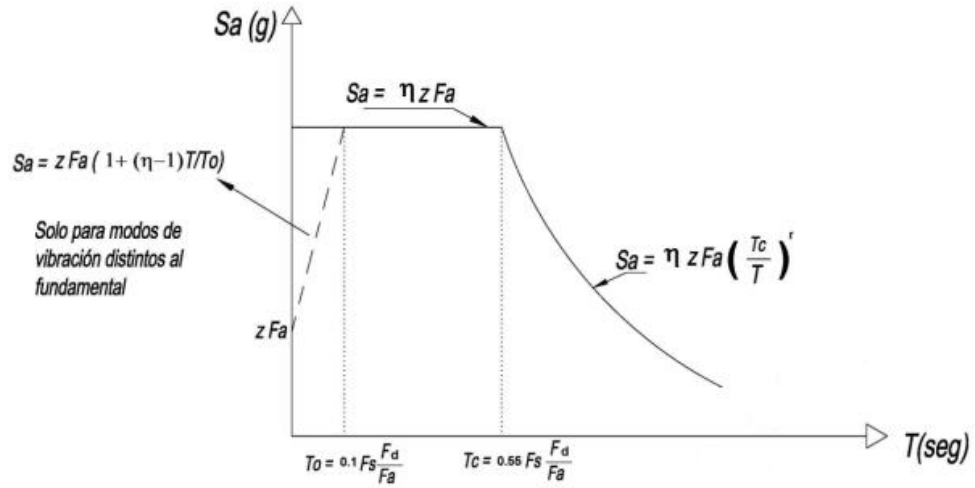
$$T_o = 0.304$$

$$T_o = 0.55 F_s \frac{F_d}{F_a} \quad (3. 17)$$

$$T_o = 1.672$$

Figura 24

Gráfica de espectro de respuesta elástico de alteraciones



Nota. Tomado de (NEC - SE - DS, 2015)

Después, se obtuvo el valor máximo del espectro de respuesta elástico de aceleraciones (S_a), para el cual fue necesario definir el valor de la razón entre la aceleración espectral ($\eta=1.80$) porque el proyecto se encuentra ubicado en la región Costa.

$$S_a = \eta \cdot z \cdot Fa \quad (3. 18)$$

$$S_a = 1.8 \cdot 0.4 \cdot 1 = 0.72$$

Siguiente, se obtuvieron los espectros de respuesta elástico de aceleraciones (S_a) dentro de un período T entre 0 y 4 segundos como se muestra en la Tabla 24. Para obtener el espectro inelástico se tomó en cuenta el factor de reducción R y factor de importancia I determinados anteriormente y los factores de planta y elevación, a los cuales se les asignó un valor de $\Phi_p=\Phi_e=1$ ya que es una vivienda regular.

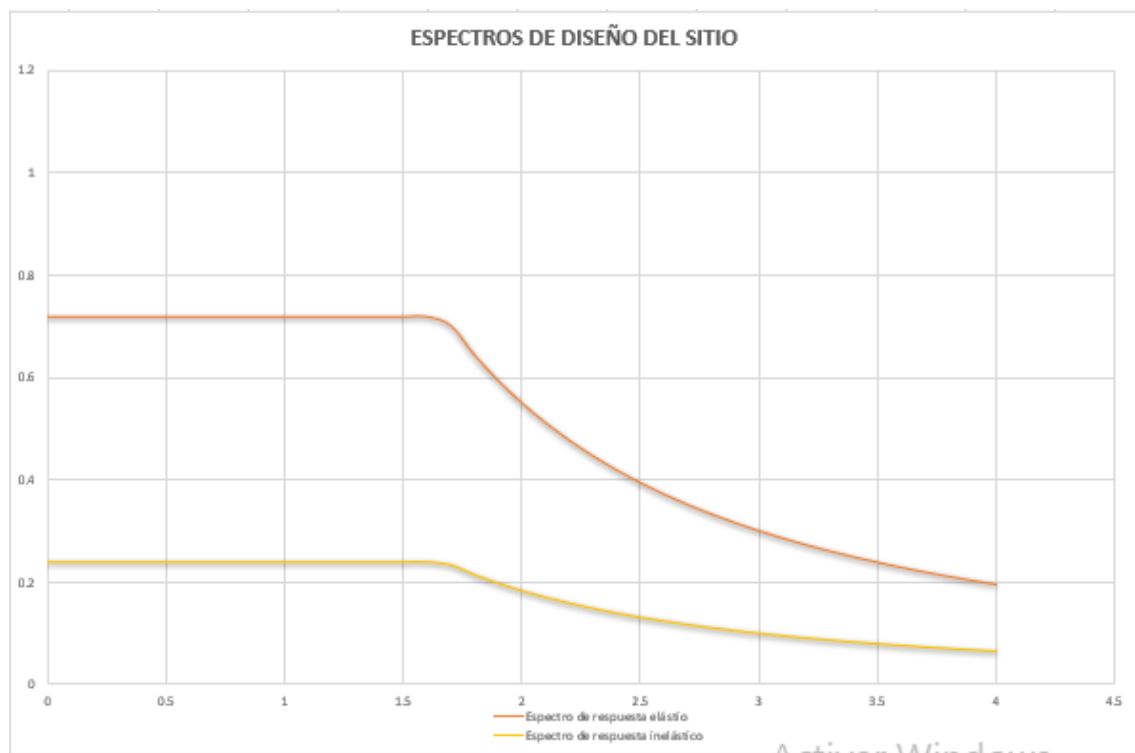
Tabla 24**Espectro de Respuesta elástico nominal y de diseño**

T	Espectro Elástico	Espectro Inelástico
0	0.72	0.240
0.1	0.72	0.240
0.2	0.72	0.240
0.3	0.72	0.240
0.4	0.72	0.240
0.5	0.72	0.240
0.6	0.72	0.240
0.7	0.72	0.240
0.8	0.72	0.240
0.9	0.72	0.240
1	0.72	0.240
1.1	0.72	0.240
1.2	0.72	0.240
1.3	0.72	0.240
1.4	0.72	0.240
1.5	0.72	0.240
1.6	0.72	0.240
1.7	0.70	0.234
1.8	0.64	0.215
1.9	0.59	0.198
2	0.55	0.183
2.1	0.51	0.171
2.2	0.48	0.159
2.3	0.45	0.149
2.4	0.42	0.140
2.5	0.39	0.131
2.6	0.37	0.124
2.7	0.35	0.117

2.8	0.33	0.111
2.9	0.32	0.105
3	0.30	0.100
3.1	0.29	0.095
3.2	0.27	0.091
3.3	0.26	0.087
3.4	0.25	0.083
3.5	0.24	0.079
3.6	0.23	0.076
3.7	0.22	0.073
3.8	0.21	0.070
3.9	0.20	0.067
4	0.19	0.065

Figura 25

Gráfica del espectro de respuesta elástico nominal y de diseño vs. tiempo



Finalmente, se determinó el cortante Basal de la vivienda por medio de la siguiente ecuación.

$$V = \frac{IS_a(T_a)}{R\phi_P\phi_E} \quad (3.19)$$

$$V = \frac{1 \cdot 0.72}{3 \cdot 1 \cdot 1} (1200.96) = 288.23 \text{ KN}$$

3.2.6 Modelado estructural

Para el análisis estructural se utilizó un software de modelado estructural. Primero, se define la geometría de la estructura de la vivienda de dos pisos.

Figura 26

Distancia entre ejes

Rectangular Grids

Grid System Name:

System Origin: Global X: m, Global Y: m, Rotation: deg

Story Range Option: ☐ Default, ☐ User Specified (Top Story: , Bottom Story:)

Click to Modify/Show: Reference Points..., Reference Planes...

Options: Bubble Size: mm, Grid Color:

Rectangular Grids

☐ Display Grid Data as Ordinates, ☒ Display Grid Data as Spacing

Quick Start New Rectangular Grids...

X Grid Data

Grid ID	X Spacing (m)	Visible	Bubble Loc
A	2.85	Yes	End
B	2.85	Yes	End
C	0	Yes	End

Y Grid Data

Grid ID	Y Spacing (m)	Visible	Bubble Loc
1	3.85	Yes	Start
2	4	Yes	Start
3	3.85	Yes	Start
4	0.14	Yes	Start
5	0	Yes	Start

OK Cancel

Figura 27

Distancia entre pisos

Story	Height m	Elevation m	Master Story	Similar To	Splice Story	Splice Height m	Story Color
Segundo nivel	3	6.08	No	None	No	0	
Primer nivel	3	3.08	No	None	No	0	
Base	0.08	0.08					

Note: Right Click on Grid for Options

OK Cancel

Segundo, se crean las propiedades de los materiales a utilizar en el modelamiento. En este caso, los materiales a utilizar serian el concreto $F_c=280 \text{ kg/cm}^2$ y acero $F_y=4200 \text{ kg/cm}^2$.

Figura 28

Definición del concreto

The screenshot shows a material definition dialog for concrete. The 'General Data' section includes 'Material Name' (Fc 280), 'Material Type' (Concrete), 'Directional Symmetry Type' (Isotropic), 'Material Display Color' (a color swatch), and 'Material Notes' (a text area). The 'Material Weight and Mass' section has two radio buttons: 'Specify Weight Density' (selected) and 'Specify Mass Density'. Below these are input fields for 'Weight per Unit Volume' (2.4 tonf/m³) and 'Mass per Unit Volume' (0.244732 tonf-s³/m⁴). The 'Mechanical Property Data' section contains input fields for 'Modulus of Elasticity, E' (2526712.94 tonf/m²), 'Poisson's Ratio, U' (0.2), 'Coefficient of Thermal Expansion, A' (0.0000099 1/C), and 'Shear Modulus, G' (1052797.06 tonf/m²). The 'Design Property Data' section has a button 'Modify/Show Material Property Design Data...'. The 'Advanced Material Property Data' section has buttons for 'Nonlinear Material Data...', 'Material Damping Properties...', and 'Time Dependent Properties...'. At the bottom are 'OK' and 'Cancel' buttons.

Figura 29

Definición del acero de refuerzo

The screenshot shows a material definition dialog for steel. The 'General Data' section includes 'Material Name' (Fy 4200), 'Material Type' (Steel), 'Directional Symmetry Type' (Isotropic), 'Material Display Color' (a yellow color swatch), and 'Material Notes' (a text area). The 'Material Weight and Mass' section has two radio buttons: 'Specify Weight Density' (selected) and 'Specify Mass Density'. Below these are input fields for 'Weight per Unit Volume' (7.849 tonf/m³) and 'Mass per Unit Volume' (0.80038 tonf-s³/m⁴). The 'Mechanical Property Data' section contains input fields for 'Modulus of Elasticity, E' (21000004.57 tonf/m²), 'Poisson's Ratio, U' (0.3), 'Coefficient of Thermal Expansion, A' (0.0000117 1/C), and 'Shear Modulus, G' (8076924.87 tonf/m²). The 'Design Property Data' section has a button 'Modify/Show Material Property Design Data...'. The 'Advanced Material Property Data' section has buttons for 'Nonlinear Material Data...', 'Material Damping Properties...', and 'Time Dependent Properties...'. At the bottom are 'OK' and 'Cancel' buttons.

Tercero, se crean los elementos estructurales. En este caso para las columnas se asumió una cuantía de 0.01, con 8 varillas de 12 mm de diámetro.

Figura 30

Creación de columnas

General Data

Property Name: Columna 30x30

Material: Fc 280

Notional Size Data: Modify/Show Notional Size...

Display Color: Change...

Notes: Modify/Show Notes...

Shape

Section Shape: Concrete Rectangular

Section Property Source

Source: User Defined

Section Dimensions

Depth: 0.30 m

Width: 0.30 m

Show Section Properties...

☐ Include Automatic Rigid Zone Area Over Column

Property Modifiers

Modify/Show Modifiers...
Currently Default

Reinforcement

Modify/Show Rebar...

OK
Cancel

Luego, se creación vigas de 0.25 cm x 0.20 cm.

Figura 31

Creación de vigas

General Data

Property Name: FSec1

Material: Fc 280

Notional Size Data: Modify/Show Notional Size...

Display Color: Change...

Notes: Modify/Show Notes...

Shape

Section Shape: Concrete Rectangular

Section Property Source

Source: User Defined

Section Dimensions

Depth: 0.20 m

Width: 0.25 m

Show Section Properties...

☐ Include Automatic Rigid Zone Area Over Column

Property Modifiers

Modify/Show Modifiers...
Currently Default

Reinforcement

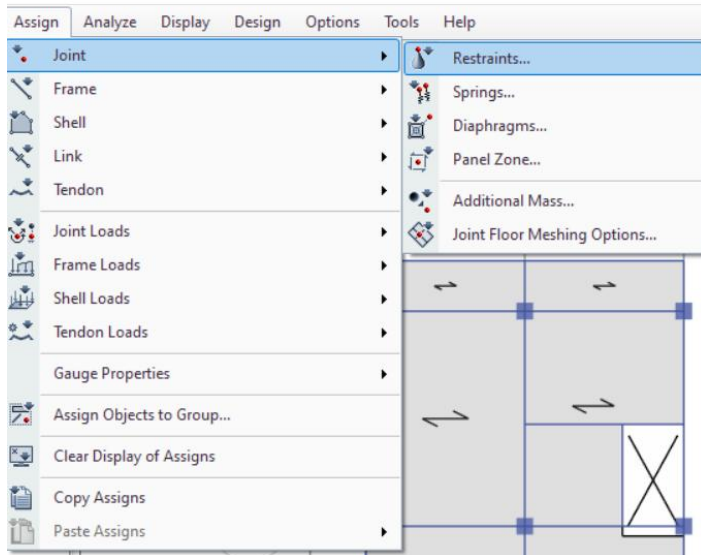
Modify/Show Rebar...

OK
Cancel

Cuarto, se colocaron las restricciones, en donde se asumió empotramiento en la base de la estructura.

Figura 32

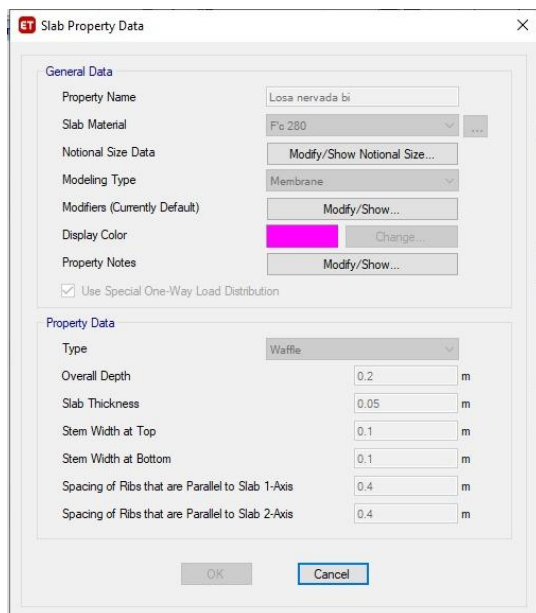
Restricciones de la estructura



Quinto, se definieron las propiedades de para una losa nervada bidireccional, la cual como al ser bidireccional se debe ubicar los nervios y en este caso las losas van separadas cada 40 cm.

Figura 33

Creación de la losa nervada



A continuación se presenta la distribución de los elementos por planta.

Figura 34

Modelado de la primera planta

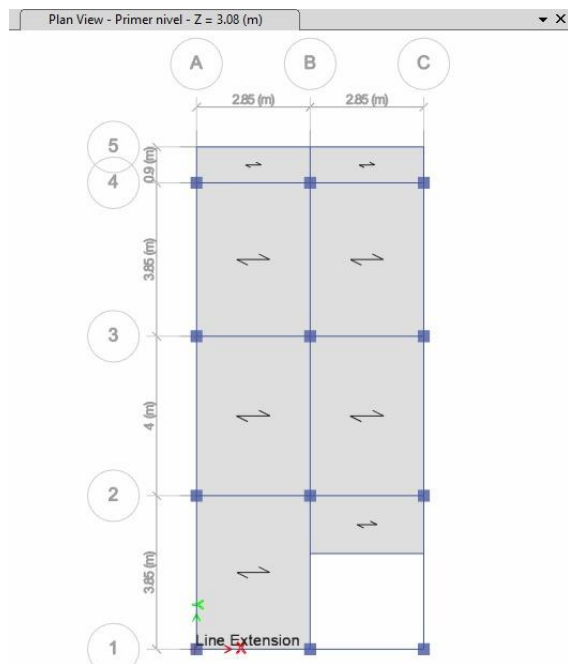
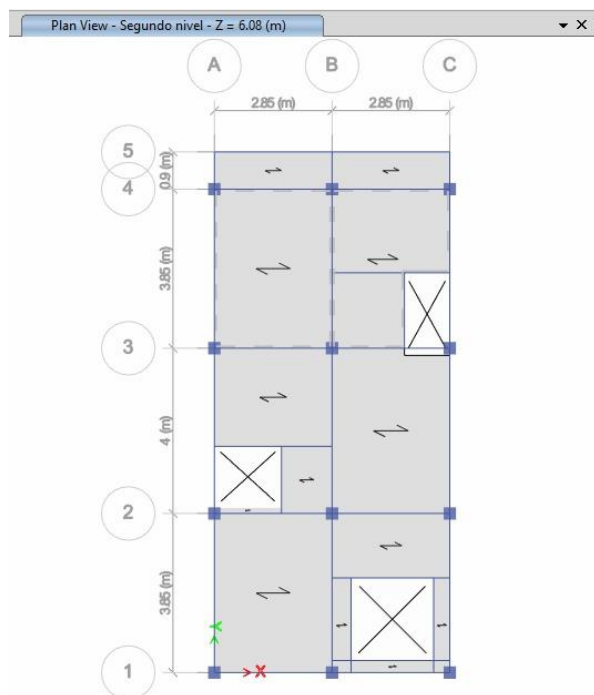


Figura 35

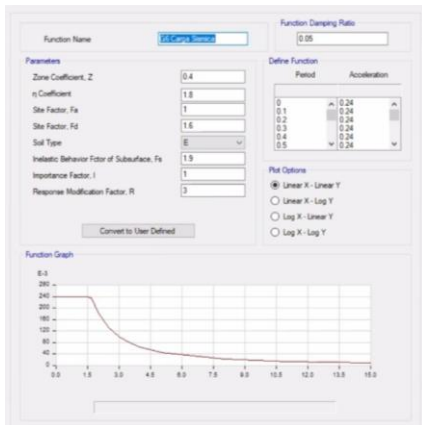
Modelado de la segunda planta



Sexto, se definen los cargos de carga para el análisis estructural. Además, se definen las cargas presentes en la estructura. Se colocó el espectro de la carga sísmica según los factores obtenidos previamente.

Figura 36

Definición del espectro sísmico



Se asignaron las cargas sísmicas en X y Y.

Figura 37

Carga Sísmica X

General

Load Case Name: SX

Load Case Type: Response Spectrum

Exclude Objects in this Group: Not Applicable

Mass Source: Previous (MsSet1)

Loads Applied

Load Type	Load Name	Function	Scale Factor
Acceleration	U1	G6 Carga Sísmica	9.8067
Acceleration	U2	G6 Carga Sísmica	2.98
Acceleration	U3	G6 Carga Sísmica	0.98

Other Parameters

Modal Load Case: Modal

Modal Combination Method: CQC

☐ Include Rigid Response

Rigid Frequency, f1:

Rigid Frequency, f2:

Periodic + Rigid Type:

Earthquake Duration, td:

Directional Combination Type: Absolute

Absolute Directional Combination Scale Factor: 1

Modal Damping: Constant at 0.05

Diaphragm Eccentricity: 0 for All Diaphragms

Figura 38

Carga sísmica Y

General

Load Case Name

SY

Design...

Load Case Type

Response Spectrum

Notes...

Exclude Objects in this Group

Not Applicable

Mass Source

Previous (MaSre1)

Loads Applied

Load Type	Load Name	Function	Scale Factor
Acceleration	U2	G6 Carga Sísmica	9.8067
Acceleration	U1	G6 Carga Sísmica	2.98
Acceleration	U3	G6 Carga Sísmica	0.98

Add

Delete

☐ Advanced

Other Parameters

Modal Load Case

Modal

Modal Combination Method

CQC

☐ Include Rigid Response

Rigid Frequency, f1

Rigid Frequency, f2

Periodic + Rigid Type

Earthquake Duration, t_d

Directional Combination Type

Absolute

Absolute Directional Combination Scale Factor

1

Modal Damping

Constant at 0.05

Modify/Show...

Diaphragm Eccentricity

0 for All Diaphragms

Modify/Show...

OK

Cancel

Luego, se definieron las combinaciones de carga según la NEC 2015.

Figura 39

Definición de la combinación envolvente

General Data

Load Combination Name

Envolvente

Combination Type

Envelope

Notes

Modify/Show Notes...

Auto Combination

No

Define Combination of Load Case/Combo Results

Load Name	Scale Factor
0.9D+1EX	1
0.9D+1EY	1
1.2D+1.6L	1

Add

Delete

OK

Cancel

Figura 40

Cargas asignadas en el primer nivel

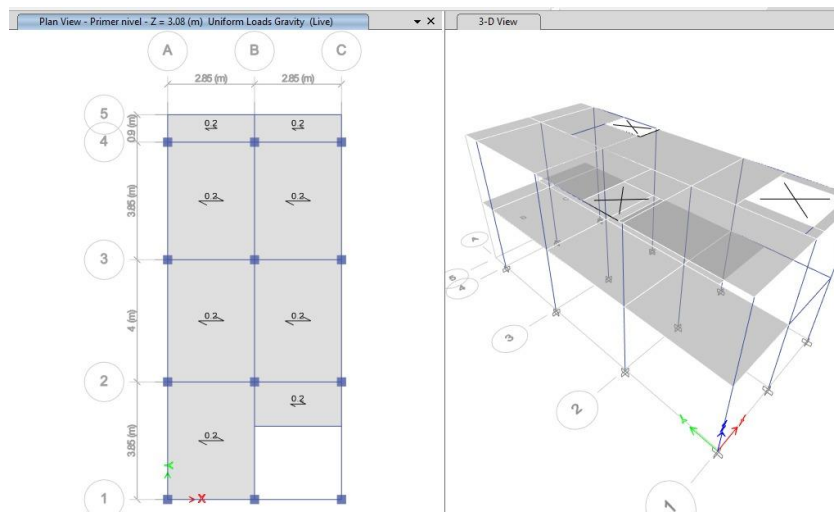
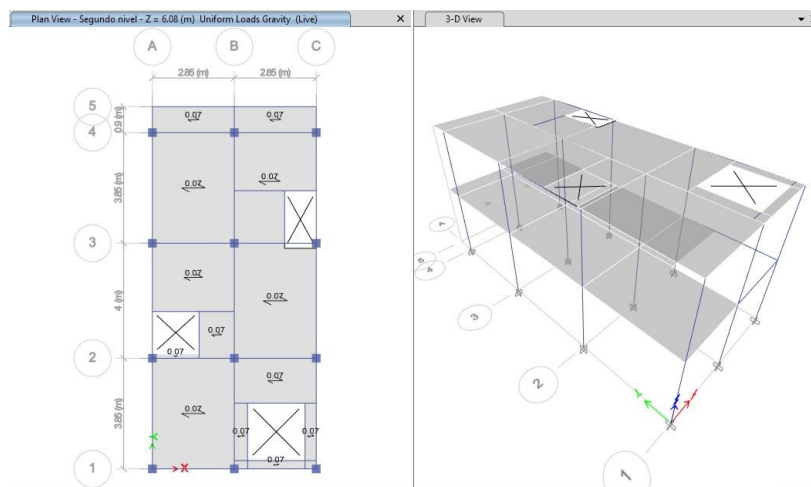


Figura 41

Cargas asignadas en el segundo nivel

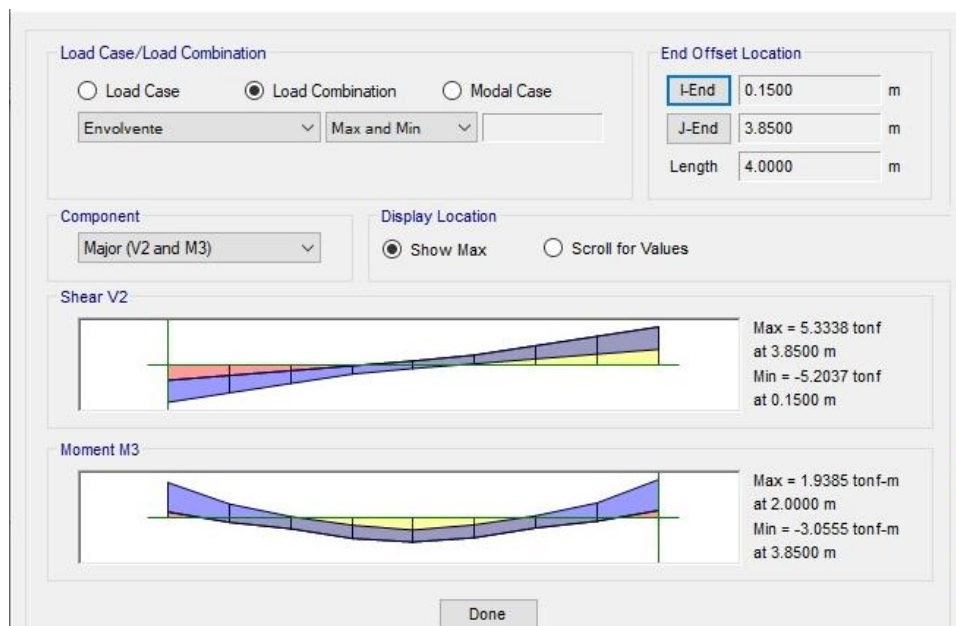


3.2.7 Diseño de vigas

Para el diseño de la viga, primero se extrajeron las demandas de momento y cortante que la viga soportará por acción de las cargas. Se tomó como referencia una viga crítica como lo es una viga principal ubicada en el primer piso.

Figura 42

Demandas de viga del primer nivel



Análisis por flexión

Cálculo de momentos nominales

$$MN(-) = \frac{30.555 * 10^6}{0.9} [N * mm]$$

$$MN(-) = 3.395 * 10^7 [N * mm]$$

$$MN(+) = \frac{19.385 * 10^6}{0.9} [N * mm]$$

$$MN(+) = 21\,538\,888.89 [N * mm]$$

Análisis de cuantías

Cuantía balanceada:

$$\rho_b = \beta_1 * 0,85 * \frac{f'_c}{f_y} * \frac{\varepsilon_c}{\varepsilon_c + \varepsilon_s} \quad (3. 20)$$

$$\rho_b = 0,85 * 0,85 * \frac{28}{420} * \frac{0,003}{0,003 + \frac{420}{200000}} = 0,02833$$

Cuantía mínima:

$$\rho_{min} = \frac{1.4}{f_y} \quad (3. 21)$$

$$\rho_{min} = \frac{1.4}{420} = 0.0033$$

Cuantía máxima:

$$\rho_{Max} = 0,75 * \rho_b \quad (3. 22)$$

$$\rho_{Max} = 0.75 * 0.02833 = 0,02125$$

Cálculo del peralte

$$Mn = b * d^2 * F'_c * w * (1 - 0.59w) \quad (3. 23)$$

$$d = \left(\frac{MN_{max}}{b * F'_c * w * (1 - 0.59w)} \right)^{\frac{1}{2}} \quad (3. 24)$$

$$w = \rho_{max} * \frac{28}{420} \quad (3. 25)$$

$$w = 0.31875$$

$$d = \left(\frac{3.395 * 10^7}{200 * 28 * 0.31875 * (1 - 0.59(0.31875))} \right)^{\frac{1}{2}}$$

$$d = 153.05 [mm]$$

Recalculamos el valor de d

Asumiendo un recubrimiento de 4cm, varillas de 14 mm y estribos de 10 mm.

$$h = d + \text{Recubrimiento} + \text{estribos} + \frac{\text{Varilla}}{2} \quad (3. 26)$$

$$h = 210.05[\text{mm}] \approx 250[\text{mm}]$$

$$d = 193 [\text{mm}]$$

Cálculo del # de varillas

$$As = \rho * b * d \quad (3. 27)$$

$$As(-) = 0,02125 * 200 * 193 = 8.16 \text{ cm}^2$$

Entonces se obtiene una varilla de 18 mm

$$Av = \pi * \frac{1.8^2}{4} = 2.54 \text{ cm}^2 \quad (3. 28)$$

$$\#varillas = \frac{8.16}{2.54} = 3.21 \approx 4 \quad (3. 29)$$

Cálculo de cuantía MN (+)

$$Mn = b * \rho * d^2 * Fy * (1 - 0.59\rho * \frac{Fy}{F'c}) \quad (3. 30)$$

Desarrollando la fórmula nos queda la siguiente expresión:

$$0 = \left[-0.59 * \left(\frac{Fy}{f'c} \right) * b * Fy * d^2 \right] \rho^2 + (b * Fy * d^2) \rho - MN \quad (3. 31)$$

$$0 = ax^2 + bx + c \quad (3. 32)$$

$$c = 21\,538\,888.89$$

$$b = 30965760$$

$$a = -274046976$$

Resolviendo la ecuación cuadrática se obtuvo:

$$\rho = 0,007364$$

Cálculo del # de varillas

$$As = \rho * b * d \quad (3. 33)$$

$$As(+) = 0,007364 * 200 * 193 = 2.842 \text{ cm}^2$$

Entonces se obtiene una varilla de 14 mm

$$A_v = 1.54 \text{ cm}^2$$

$$\#varillas = \frac{2.842}{1.54} = 1.845 \approx 2$$

Tabla 25

Resultados de diseño de viga de primer piso

	Positivo	Negativo
As [cm2]	2.84	8.20
Diámetro de varilla [mm]	14	18
Área de varilla [cm2]	1.54	2.54
# varilla	2	4
As real [cm2]	3.08	10.18
B [cm]	20	20
H [cm]	25	25
d peralte [cm]	19.30	19.30
ρ real	0.008	0.021
Mn [ton – m]	2.29	5.29
ϕMn [ton – m]	2.06	4.86
Mu [ton – m]	1.94	3.06

Luego, se analizó una viga del segundo piso.

$$MN(-) = \frac{20.657 * 10^6}{0.9} [N * mm]$$

$$MN(-) = 2.29522 * 10^7 [N * mm]$$

$$MN(+) = \frac{13.02 * 10^6}{0.9} [N * mm]$$

$$MN(+) = 1.44667 * 10^7 [N * mm]$$

Análisis de cuantías

Cuantía balanceada:

$$P_b = 0,85 * 0,85 * \frac{28}{420} * \frac{0,003}{0,003 + \frac{420}{200000}}$$

$$P_b = 0,02833$$

Cuantía mínima:

$$P_{min} = \frac{1.4}{420} = 0.0033$$

$$P_{Max} = 0,75 * P_b$$

Cuantía máxima:

$$P_{Max} = 0.75 * 0.02833 = 0,02125$$

Cálculo del peralte

$$Mn = b * d^2 * F'c * w * (1 - 0.59w)$$

$$d = \left(\frac{MN_{max}}{b * F'c * w * (1 - 0.59w)} \right)^{\frac{1}{2}}$$

$$w = P_{max} * \frac{28}{420}$$

$$w = 0.31875$$

$$V = 288.23 \text{ KN}$$

$$d = \left(\frac{2.29522 * 10^7}{200 * 28 * 0.31875 * (1 - 0.59(0.31875))} \right)^{\frac{1}{2}}$$

$$d = 125.84 \text{ [mm]}$$

Recalculamos el valor de d

Asumiendo un recubrimiento de 4cm, varillas de 12 mm y estribos de 10 mm.

$$h = d + \text{Recubrimiento} + \text{estribos} + \frac{\text{Varilla}}{2}$$

$$h = 182.84 \text{ [mm]} \approx 250 \text{ [mm]}$$

$$d = 193 \text{ [mm]}$$

Cálculo del # de varillas

$$As = \rho * b * d$$

$$As(-) = 0,02125 * 200 * 193 = 8.16 \text{ cm}^2$$

$$\text{varilla} = 18 \text{ cm}$$

$$A_v = \pi * \frac{1.2^2}{4} = 2.54 \text{ cm}^2$$

$$\#varillas = \frac{8.16}{2.54} = 3.212 \approx 4$$

Cálculo de cuantía MN (+)

$$M_n = b * \rho * d^2 * F_y * (1 - 0.59\rho * \frac{F_y}{F'_c})$$

Desarrollando la fórmula nos queda la siguiente expresión:

$$0 = \left[-0.59 * \left(\frac{F_y}{f'_c} \right) * b * F_y * d^2 \right] \rho^2 + (b * F_y * d^2) \rho - M_n$$

$$0 = ax^2 + bx + c$$

$$c = 1.44667 * 10^7$$

$$b = 30965760$$

$$a = -274046976$$

Resolviendo la ecuación cuadrática se obtuvo:

$$\rho = 0,00483$$

Cálculo del # de varillas

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

$$A_s(+) = 0,004883 * 200 * 193 = 1.864 \text{ cm}^2$$

$$varilla = 14 \text{ cm}$$

$$A_v = 1.54 \text{ cm}^2$$

$$\#varillas = \frac{1.864}{1.54} = 1.22 \approx 2$$

Tabla 26

Resultados de diseño de viga de segundo piso

	Positivo	Negativo
As [cm2]	1.86	8.20
Diámetro de varilla [mm]	14	18
Área de varilla [cm2]	1.54	2.54
# varilla	2	4
As real [cm2]	3.08	10.18
B [cm]	20	20
H [cm]	25	25
d peralte [cm]	19.10	19.10
ρ real	0.008	0.021
Mn [ton – m]	2.29	5.29
ϕMn [ton – m]	2.06	4.76
Mu [ton – m]	1.30	2.07

Diseño a cortante

Datos

$f'_c=28 \text{ MPa}$

$f'_y=420 \text{ MPa}$

$\phi=0.75$

$\lambda=1$

$$\phi_{estribo} = 10 \text{ mm}$$

Viga principal

$$V_u = 5.2114 \text{ Ton}$$

Se determina la resistencia al cortante

$$\phi V_c = \phi 0.17 * \lambda * \sqrt{f'c} * d * b_w \quad (3. 34)$$

$$\phi V_c = 0.75 * 0.17 * 1 * \sqrt{28} * 193 * 200 = 26.042 \text{ KN}$$

Se verifica si se requiere refuerzo cortante

$$\phi V_n \geq V_u \quad (3. 35)$$

$$\phi V_c + \phi V_s \geq V_u \quad (3. 36)$$

$$26.042 \text{ KN} + \phi V_s \geq 52.114 \text{ KN}$$

Entonces si se requiere acero de refuerzo para suplir el cortante.

$$V_s = \frac{52.114 - 26.042}{0.75} = 34.76 \text{ KN} \quad (3. 37)$$

$$V_u = \phi V_c + \phi 0.66 \sqrt{f'c} * b_w * d \quad (3. 38)$$

$$\phi V_c > V_u > 0.5 \phi V_c \quad (3. 39)$$

$$26.04 \text{ KN} > V_u > 13.021 \text{ KN}$$

Entonces si se requiere acero de refuerzo para suplir el cortante.

$$V_s \leq 0.66 * \sqrt{28} * 200 * 193 \quad (3. 40)$$

$$34.76 \text{ KN} \leq 134.806 \text{ KN}$$

Se calcula para que valor de V_u se requiere armadura mínima

$$127.81 > V_u > 0.5\phi V_c \quad (3.41)$$

$$27.9 \text{ KN} \geq 13.021 \text{ KN}$$

Entonces si se necesita de un mínimo refuerzo de cortante.

A_v min requerida:

$$S_{max} = \frac{d}{2} \quad (3.42)$$

$$S_{max} = \frac{193}{2} = 96.5 \text{ [mm]}$$

$$S_{max} = 95 \text{ [mm]}$$

El mayor de:

$$A_{min1} = \left(0.062 * \sqrt{28} * \left(\frac{250}{420}\right) * 50\right) = 9.76 \text{ mm}^2$$

$$A_{min2} = \left(0.35 * \frac{250}{420}\right) * 50 = 10.41 \text{ mm}^2$$

$$A_v = \pi * \frac{10^2}{4} * 2 = 157.08 \text{ mm}^2$$

Verificando las tres opciones para S:

Opción 1:

$$S = \min\left\{\frac{d}{2}, 600\right\}$$

$$S = \min\{96.5, 600\}$$

$$S = 96.5 \text{ mm}$$

Opción 2:

$$S = \frac{A_v \cdot F_{yt} \cdot d}{V_s} \quad (3. 43)$$

$$S = \frac{157.08 \cdot 420 \cdot 194}{34757} = 366.33 \text{ mm}$$

Opción 3:

$$S = \frac{A_v}{\max \left\{ \frac{0.062 \cdot \sqrt{F_c} \cdot b_w}{F_{yt}}, \frac{0.35 \cdot b_w}{F_{yt}} \right\}} \quad (3. 44)$$

$$S = \frac{157.07}{\max \left\{ \frac{0.062 \cdot \sqrt{28} \cdot 200}{420}, \frac{0.35 \cdot 200}{420} \right\}}$$

$$S = \frac{157.07}{0,166} = 942 \text{ mm}$$

Entonces, la separación máxima puede ser de 96.5 mm por lo que se escoge una separación de 95 mm.

Diseño a Torsión

Tabla 27

Resultados obtenidos del programa de modelado

Datos Obtenidos de Programa de Modelado Estructural	
T	0.4577[Ton – m]
Datos obtenidos a flexión	
As	0.000154[m ²]
Av	0.00014708[m ²]
d	0.193 [m]
Datos obtenidos a cortante	
Vu	5.211 [Ton]
Av/S	0.00162[m]
Datos Generales	

Bw	0.20 [m]
Fc	2800[Ton/m ²]
Fyt	42000[Ton/m ²]
φ	0.75
Destribo	10[mm]
λ	1

Primero se determina si se debe considerar o no la torsión.

$$T_u = \frac{t * l_n}{2} = \frac{0.4577 * 3.85}{2} = 0.881 \text{ [Ton/m]} \quad (3. 45)$$

$$A_{cp} = 0.20 * 0.25 = 0.050 \text{ [m}^2\text{]} \quad (3. 46)$$

$$P_{cp} = 2 * 0.20 + 2 * 0.25 = 0.90 \text{ [m}^2\text{]} \quad (3. 47)$$

$$T_{th} = 0.083\lambda\sqrt{f'c} \left(\frac{A_{cp}^2}{P_{cp}} \right) = 0.083 * 1 * \sqrt{2800} \left(\frac{0.050^2}{0.90} \right) = 0.012 \text{ [Ton/m]} \quad (3. 48)$$

$$\phi T_{th} = 0.75 * 0.012 = 0.009 \text{ [Ton/m]} \quad (3. 49)$$

$$T_u > \phi T_{th}$$

Entonces, se debe tomar en cuenta la torsión.

Se verifican las dimensiones de la sección

$$A_o = \frac{2A_{cp}}{3} = 0.033 \text{ [m}^2\text{]} \quad (3. 50)$$

$$A_{oh} = A_o / 0.85 = 0.039 \text{ [m}^2\text{]} \quad (3. 51)$$

$$P_h = 2(x_o + y_o) = 0.90 \text{ [m]} \quad (3. 52)$$

$$\sqrt{\left(\frac{V_u}{b_w d}\right)^2 + \left(\frac{T_u P_h}{1.7 A_{oh}^2}\right)^2} = 135.53 [Ton/m^2] \quad (3. 53)$$

$$\phi \left(\frac{V_c}{b_w d} + 8\sqrt{f'c} \right) = 826.17 [Ton/m^2] \quad (3. 54)$$

$$135.53 \leq 826.17$$

Por ende, las dimensiones si satisfacen.

Cálculo del acero por torsión

Refuerzo transversal

$$\frac{A_t}{s} \geq \frac{\frac{T_u}{\phi}}{1.7 * A_{oh} * f_{yt}} = 0.000422 [m^2] \quad (3. 55)$$

Sumar la contribución de esfuerzo a cortante al resultado anterior

$$\frac{A_{v+t}}{s} = \frac{A_v}{s} + \frac{A_t}{s} = 0.00162 + 2 * 0.000422 = 0.002464 [m] \quad (3. 56)$$

$$s = 2 * \left(\frac{0.000154}{0.002464} \right) = 0.0625 [m] \quad (3. 57)$$

Revisar el área mínima

$$\frac{A_{v-min}}{s} = \max \left\{ \begin{array}{l} 0.2 * \sqrt{f'c} * \frac{b_w}{f_{yt}} \\ 3.5 \frac{b_w}{f_{yt}} \end{array} \right.$$

$$\frac{A_{v-min}}{s} = 0.0000503 \left[\frac{m^2}{m} \right]$$

Obtener la separación máxima de los estribos

$$S_{máx} \leq \min \left[\frac{Ph}{8}, 30 \right] \quad (3. 58)$$

$$S_{m\acute{a}x} = 11.25 [cm]$$

Refuerzo longitudinal

$$A_l = \frac{\frac{T_u}{\phi} * P_n}{1.7 * A_{oh} * f_{yt}} * \cot\left(\frac{\pi}{4}\right) = 0.000379[m^2] \quad (3. 59)$$

Revisar el área mínima

$$A_{l-min} = \frac{0.2 * \sqrt{f'c} * A_{cp}}{f_y} - \left(\frac{A_t}{s}\right) P_n * \frac{f_{yt}}{f_y} = 1.86 * 10^{-6} [m^2] \quad (3. 60)$$

3.2.8 Diseño de Columnas

En el diseño de columnas se tomó como referencia la columna crítica y primero se revisó el efecto de la esbeltez y así amplificar los momentos y calcular la cuantía mínima. Segundo, se verificó la resistencia biaxial para obtener el refuerzo longitudinal

Tabla 28

Valores máximos para Diseño

Demanda obtenida del programa de modelado		
Pu	21.1785	Tonf
Mux	2.8382	tonf.m
Muy	2.792	tonf.m

Revisión de esbeltez

Se tomó una columna de 30 x 30 cm y una viga de 25 x 25 cm.

$$I_c = 0.7 * I_g \quad (3. 61)$$

$$I_c = 0.7 * \left(\frac{1}{12} * 30[cm] * (30[cm])^3\right)$$

$$I_c = 47250[cm^4] = 4.725 * 10^{-4}m^4$$

$$I_v = 0.35 * I_g \quad (3. 62)$$

$$I_v = 0.35 * \left(\frac{1}{12} * 25[cm] * (25[cm])^3 \right)$$

$$I_v = 11393.23[cm^4]$$

Módulo de elasticidad del concreto:

$$E_c = 4700\sqrt{f'_c} = 4700\sqrt{280} = 78646.04 MPa \quad (3. 63)$$

$$E_c = 4700\sqrt{280} = 78646.04 MPa$$

Se trabaja con pórticos riostrados desplazables.

$$\psi_{base} = 1$$

En el eje 1-C (Columna esquinera).

Primer piso

Tabla 29

Longitud de columna en eje 1-C

Lc1 2.75 [m]

Lc2 2.75 [m]

Lvx 2.85 [m]

Lvy' 3.85 [m]

$$\psi_{2_1} = \frac{\frac{\sum I_c}{L_c}}{\frac{\sum I_v}{L_v}} \quad (3. 64)$$

$$\psi_{2_1} = \frac{\frac{2 * 47250[cm^4]}{2.75[m]}}{\frac{11393.23[cm^4]}{2.85[m]} + \frac{11393.23[cm^4]}{3.85[m]}} = 4.94$$

Del nomograma se obtiene un valor de k de 1.58

$$\frac{kl}{r} < 22 \quad (3. 65)$$

$$\frac{1.58 * 2.75}{0.3 * 0.3} < 22$$

$$48.28 > 22$$

Segundo piso

Tabla 30

Longitud de columna para segundo piso

Lc2 2.75 [m]

Lvx 2.85 [m]

Lvy' 3.85 [m]

$$\psi_{2_1} = \frac{\frac{\sum I_c}{L_c}}{\frac{\sum I_v}{L_v}} = \frac{\frac{47250[cm^4]}{2.75[m]}}{\frac{11393.23[cm^4]}{2.85[m]} + \frac{11393.23[cm^4]}{3.85[m]}} = 2.47$$

Del nomograma se obtiene un valor de k de 1.50

$$\frac{kl}{r} < 22$$

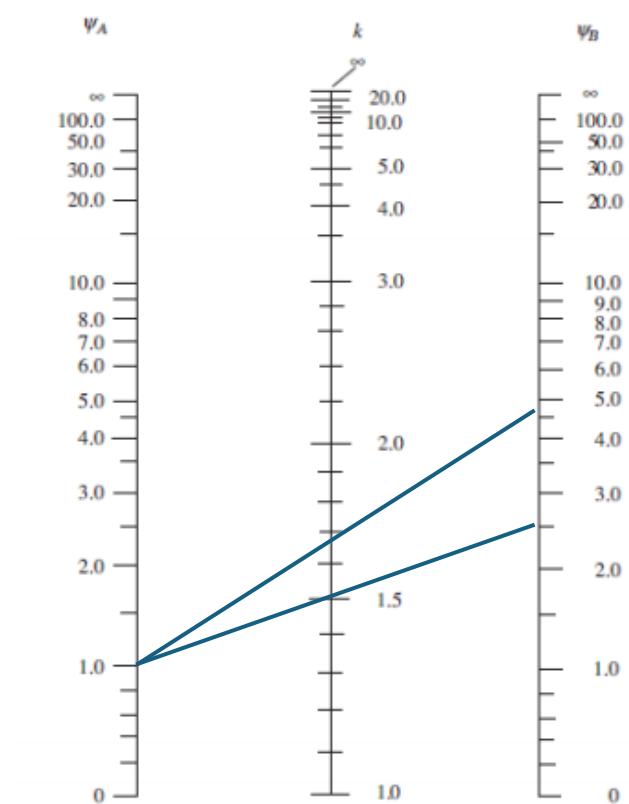
$$\frac{1.50 * 2.75}{0.3 * 0.3} < 22$$

$$45.83 > 22$$

Entonces, se obtuvo que la columna es esbelta.

Figura 43

Factores de longitud efectiva



En el eje 2-B/3-B (Columna Central):

Primer piso

Tabla 31

Longitudes de columnas en ejes 2-B/3-B

Lc1 2.75 [m]

Lc2 2.75 [m]

Lvx 2.85 [m]

Lvx' 2.85 [m]

Lvy 4 [m]

Lvy' 3.85 [m]

$$\psi_{2_1} = \frac{\frac{\sum I_c}{L_c}}{\frac{\sum I_v}{L_v}} = \frac{\frac{2 * 47250[cm^4]}{2.75[m]}}{\frac{2 * 11393.23[cm^4]}{2.85[m]} + \frac{11393.23[cm^4]}{3.85[m]} + \frac{11393.23[cm^4]}{4[m]}} = 2.49$$

Del nomograma se obtiene un valor de k de 1.49

$$\frac{kl}{r} < 22$$

$$\frac{1.49 * 2.75}{0.3 * 0.3} < 22$$

$$45.52 > 22$$

Entonces, se obtuvo que la columna es esbelta.

Segundo piso

Tabla 32

Longitud de columna en segundo piso

Lc2 2.75 [m]

Lvx 2.85 [m]

Lvx 2.85 [m]

Lvy 4 [m]

Lvy 3.85 [m]

$$\psi_{2_1} = \frac{\frac{\sum I_c}{L_c}}{\frac{\sum I_v}{L_v}} = \frac{\frac{47250[cm^4]}{2.75[m]}}{\frac{2 * 11393.23[cm^4]}{2.85[m]} + \frac{11393.23[cm^4]}{3.85[m]} + \frac{11393.23[cm^4]}{4[m]}} = 1.25$$

Del nomograma se obtiene un valor de k de 1.37

$$\frac{kl}{r} < 22$$

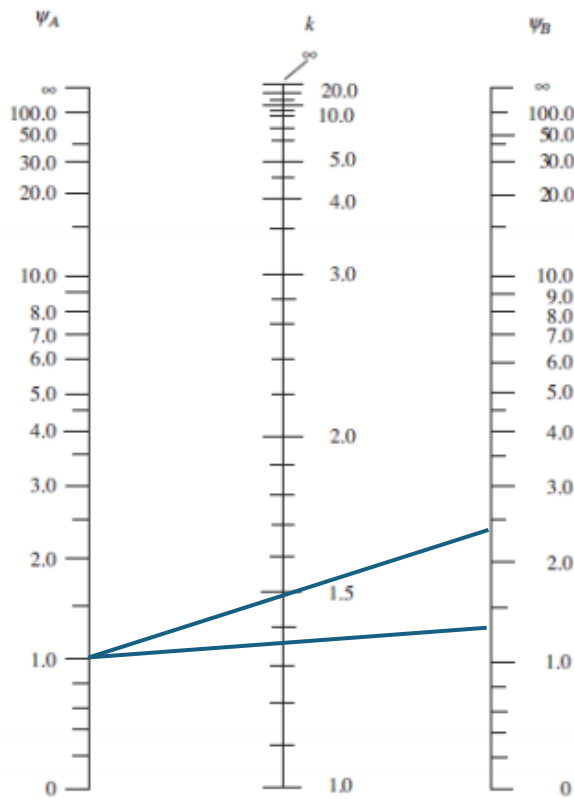
$$\frac{1.37 * 2.75}{0.3 * 0.3} < 22$$

$$41.86 > 22$$

Entonces, se obtuvo que la columna es esbelta.

Figura 44

Factores de longitud efectiva



- En el eje 3-C (Columna Media):

Primer Piso

Tabla 33

Longitud de columna en eje 3-c

Lc1 2.75 [m]

Lc2 2.75 [m]

Lvx 2.85 [m]

Lvy 3.85 [m]

Lvy' 4 [m]

$$\psi_{21} = \frac{\frac{\sum I_c}{L_c}}{\frac{\sum I_v}{L_v}} = \frac{\frac{2 * 47250[cm^4]}{2.75[m]}}{\frac{11393.23[cm^4]}{2.85[m]} + \frac{11393.23[cm^4]}{3.85[m]} + \frac{11393.23[cm^4]}{4[m]}} = 3.50$$

Del nomograma se obtiene un valor de 1.6:

$$\frac{kl}{r} < 22$$

$$\frac{1.6 * 2.75}{0.3 * 0.3} < 22$$

$$48.89 > 22$$

Entonces, se obtuvo que la columna es esbelta.

Segundo Piso

Tabla 34

Longitudes de columnas en segundo piso

Lc2 2.75 [m]

Lvx 2.85 [m]

Lvy 4 [m]

Lvy' 3.85 [m]

$$\psi_{2_1} = \frac{\frac{\sum I_c}{L_c}}{\frac{\sum I_v}{L_v}} = \frac{\frac{47250[cm^4]}{2.75[m]}}{\frac{11393.23[cm^4]}{2.85[m]} + \frac{11393.23[cm^4]}{3.85[m]} + \frac{11393.23[cm^4]}{4[m]}} = 1.75$$

Del nomograma se obtiene un valor de k de 1.37

$$\frac{kl}{r} < 22$$

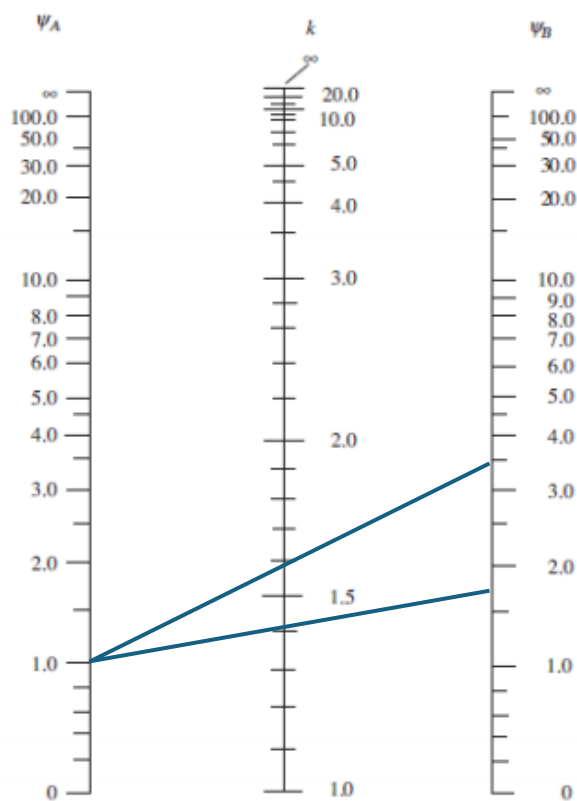
$$\frac{1.37 * 3}{0.3 * 0.3} < 22$$

$$41.86 > 22$$

Entonces, se obtuvo que la columna es esbelta.

Figura 45

Factores de longitud efectiva



Como se puede observar, en todos los ejes ocurre el efecto de esbeltez, entonces se trabaja con los momentos más críticos. Tomando como referencia la columna esquinera del eje 1-C.

Tabla 35

Valores de cargas para momentos críticos

	Carga muerta (D)	Carga viva (L) [Ton .m]	Carga sísmica (Ex) [Ton .m]
P	2.8257 [Ton]	0.0663 [Ton]	1.6480 [Ton]
M-B	0.4228 [Ton .m]	0.0055 [Ton .m]	1.7916 [Ton .m]
M-T	0.0305 [Ton .m]	0.0138 [Ton .m]	0.3083 [Ton .m]

Combinaciones de carga

$$Pu = 1.2D + 1L + E \quad (3. 66)$$

$$Pu = 1.2 (2.8257) + 1(0.0663) + (1.6480)$$

$$Pu = 5.105 [Ton]$$

Sin desplazamiento

$$M_{uTns} = 1.2(0.0305) + 0.0138 = 0.0504 [Ton]$$

$$M_{uBns} = 1.2(0.4228) + 0.0055 = 0.51286[Ton]$$

Con desplazamiento

$$M_{uTs} = 0.3083 [Ton]$$

$$M_{uBs} = 1.7916 [Ton]$$

$$I_g = \left(\frac{1}{12}\right) * 0.30 * 0.30^3 = 6.75 * 10^{-4} m^4 \quad (3. 67)$$

$$\beta = \frac{\text{carga muerta axial factorizada}}{\text{carga axial total factorizada}} \quad (3. 68)$$

$$\beta = \frac{1.2 * 2.8257}{5.105} = 0.664$$

$$E_c = 78646.04 MPa = 8019664.21 \left[\frac{ton}{m^2}\right]$$

$$(EI)_{ef} = \frac{0.40E_c * I_g}{1 + \beta} \quad (3. 69)$$

$$(EI)_{ef} = \frac{0.40(8019664.21) * (6.75 * 10^{-4})}{1 + 0.664}$$

$$(EI)_{ef} = 1301.268 \left[\frac{Ton}{m^2}\right]$$

Carga crítica de pandeo

$$P_c = \frac{\pi^2 * (EI)_{ef}}{(K * l_u)^2} \quad (3. 70)$$

$$P_c = \frac{\pi^2 * 1301.268}{(1.49 * 2.75)^2}$$

$$P_c = 764.94 [Ton]$$

$$\sum P_c = 9179.31 [Ton]$$

Factor de magnificación de momentos

$$\delta_s = \frac{1}{1 - \frac{\sum P_u}{0.75 \sum P_c}} \quad (3. 71)$$

$$\delta_s = \frac{1}{1 - \frac{140.511 [Ton]}{0.75 * 9179.31 [Ton]}}$$

$$\delta_s = 1.021$$

Demanda de diseño

$$M_1 = (0.0504)[Ton - m] + 1.021(0.3083)[Ton - m] = 0.3688 [Ton - m]$$

$$M_2 = (0.51286)[Ton - m] + 1.021(1.7916)[Ton - m] = 2.342 [Ton - m]$$

Para hallar la excentricidad amplificada se utiliza momento amplificado M_c que es igual a la demanda de diseño M_2

$$e_{amplificado} = \frac{M_c}{P_u} \quad (3. 72)$$

$$e_{amplificado} = \frac{2.342[Ton * m]}{5.105[Ton]} = 0.459 [m]$$

$$P_n = \frac{P_u}{\phi} \quad (3. 73)$$

$$P_n = \frac{5.105 [Ton]}{0.65} = 7.85 [Ton]$$

$$K_n = \frac{P_n}{f'c * A_g} \quad (3. 74)$$

$$K_n = \frac{7.85 * 10^3 [kg]}{280 \left[\frac{kg}{cm^2} \right] * (30 * 30) [cm^2]} = 0.0311$$

$$R_n = \frac{P_n * e_{amplificado}}{f'_c * A_g * h} \quad (3. 75)$$

$$R_n = \frac{7.85 * 10^3 [kg] * 45.9 [cm]}{280 \left[\frac{kg}{cm^2} \right] * (30 * 30) [cm^2] * 30 [cm]} = 0.048$$

La cuantía mínima es $\rho = 0.01$

Entonces, para una varilla de 16 mm se tiene:

$$A_{st} = A_g * \rho \quad (3. 76)$$

$$A_{st} = (30 * 30) [cm^2] * 0.01$$

$$A_{st} = 9 [cm^2]$$

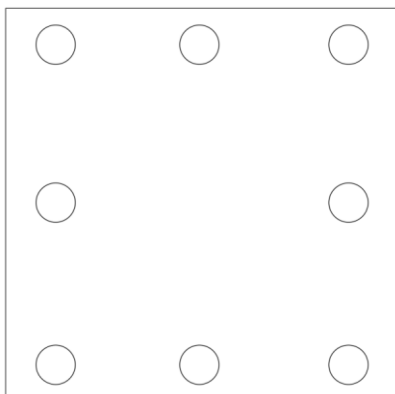
Se calcula el # de varillas requerido:

$$\#varillas = \frac{9}{2.011} = 4.48, \text{ entonces 8 varillas}$$

$$A_{st_{real}} = 16.085 \text{ cm}^2$$

Figura 46

Diseño de columna.



Revisión de resistencia biaxial

Se comprueba que:

$$P_n \geq 0.1 * f'c * A_g \quad (3. 77)$$

$$P_n \geq 0.1 * 280 \left[\frac{kg}{cm^2} \right] * 900 [cm^2] * \frac{1 [Tonf]}{1000 [kg]}$$

$$32.58 [Ton.f] \geq 25.2 [Ton.f]$$

Entonces, se cumple.

Tomando los valores máximos para diseño se calcula e_x y e_y

$$e_x = \frac{M_{ux}}{P_u} \quad (3. 78)$$

$$e_x = \frac{2.8382[Ton * m]}{21.1785[Ton]} = 0.13 m$$

$$e_y = \frac{M_{uy}}{P_u} \quad (3. 79)$$

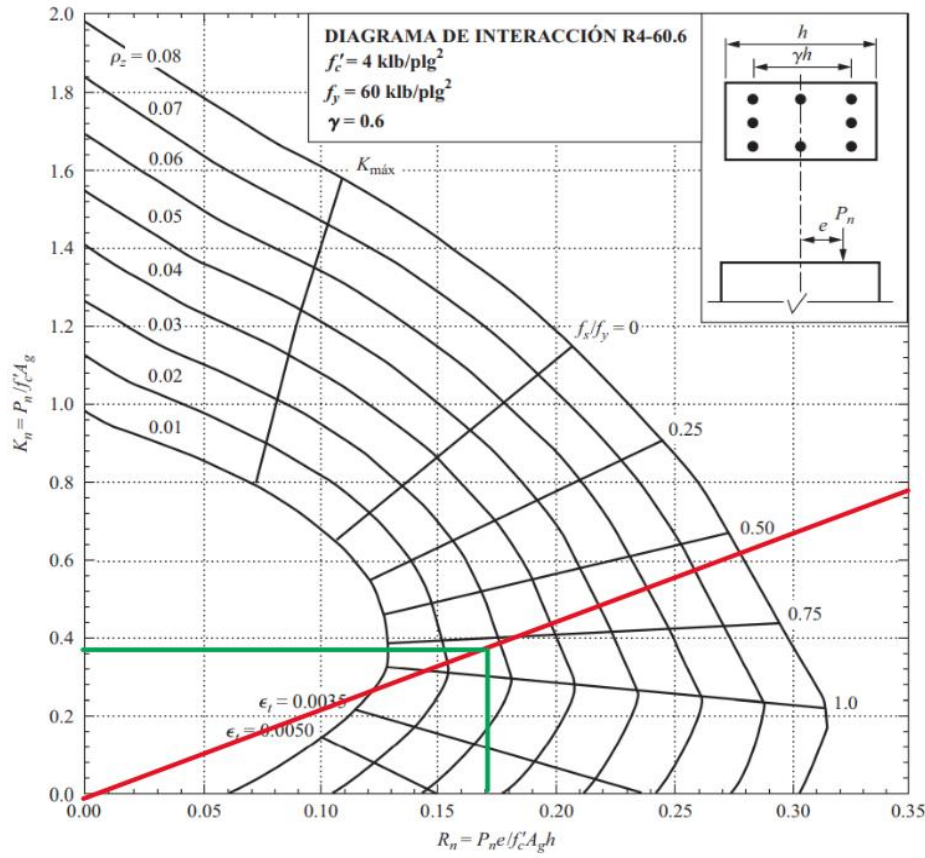
$$e_y = \frac{2.792[Ton * m]}{21.1785[Ton]} = 0.13 m$$

Dado que e_x y e_y son muy similares y que la columna es cuadrada, se cumple la siguiente igualdad:

$$\frac{e_x}{h_x} = \frac{e_y}{h_y} = \frac{0.13[m]}{0.3[m]} = 0.45$$

Figura 47

Diagrama de iteración



Del grafico obtenemos: $K_n = 0.37$ y $R_n = 0.151$ para la cuantía de $\rho = 0.018$.

$$P_{nx} = P_{ny} = K_n * F'_c * A_g \quad (3. 80)$$

$$P_{nx} = P_{ny} = 0.37 * 0.28[\text{Ton}/\text{cm}^2] * 900[\text{cm}^2]$$

$$P_{nx} = 93.24[\text{Tonf}]$$

$$\phi P_{nx} = 0.65 * 93.24 = 60.61[\text{Tonf}]$$

$$P_{ny} = 93.24[\text{Tonf}]$$

$$\phi P_{ny} = 0.65 * 93.24 = 60.61[\text{Tonf}]$$

Se determina el P_{no}

$$P_{no} = 0.85 * f'_c * (A_g - A_{st}) + F_y * A_{st} \quad (3. 81)$$

$$P_o = 0.85 * \left(280 \left[\frac{kg}{cm^2} \right] \right) * (900 [cm^2] - 16.085 [cm^2]) + 4200 \left[\frac{kg}{cm^2} \right] * 16.085 [cm^2] * 10^{-3}$$

$$P_{no} = 277.93 [Tonf]$$

$$\varphi P_{no} = 0.65 * 277.93 = 180.65 [Tonf]$$

Se calcula el φP_n

$$\varphi P_n = \frac{1}{\frac{1}{\varphi P_{nx}} + \frac{1}{\varphi P_{ny}} - \frac{1}{\varphi P_{no}}} \quad (3. 82)$$

$$\varphi P_n = \frac{1}{\frac{1}{60.61} + \frac{1}{60.61} - \frac{1}{180.65}}$$

$$\varphi P_n = 60.62 [tonf]$$

$$60.62 [tonf] > 21.1785 [tonf] \therefore \text{Cumple}$$

Diagramas de interacción para cada eje.

Figura 48

Diagrama de iteración P-M3 (Eje x)

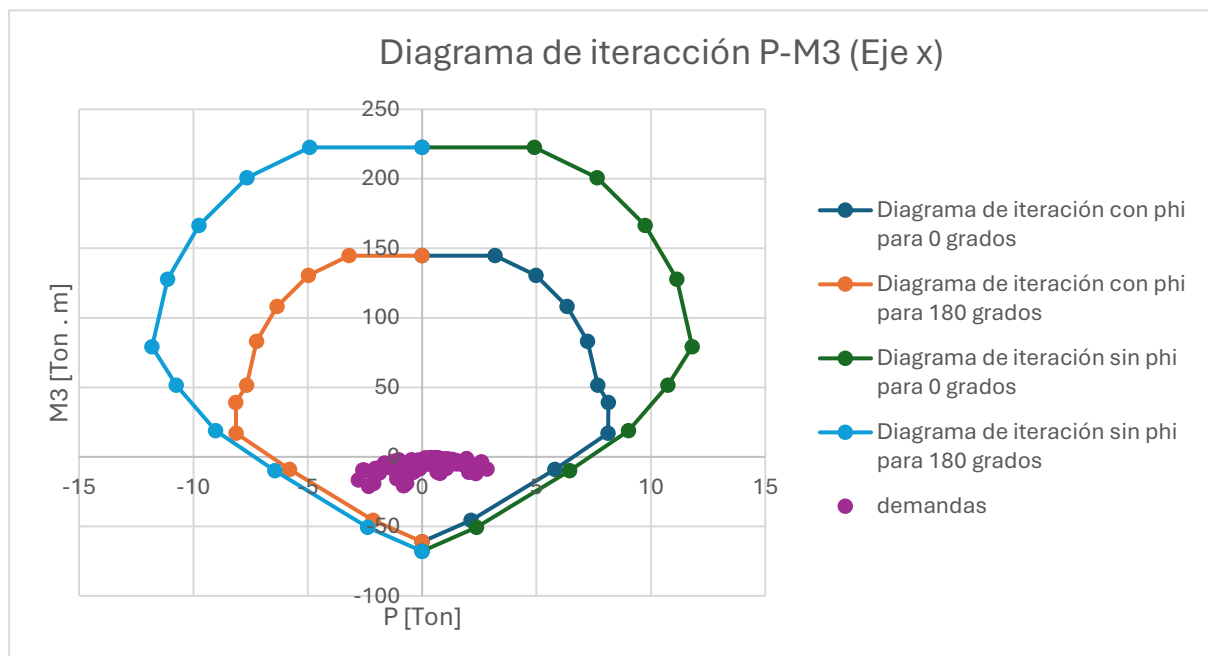
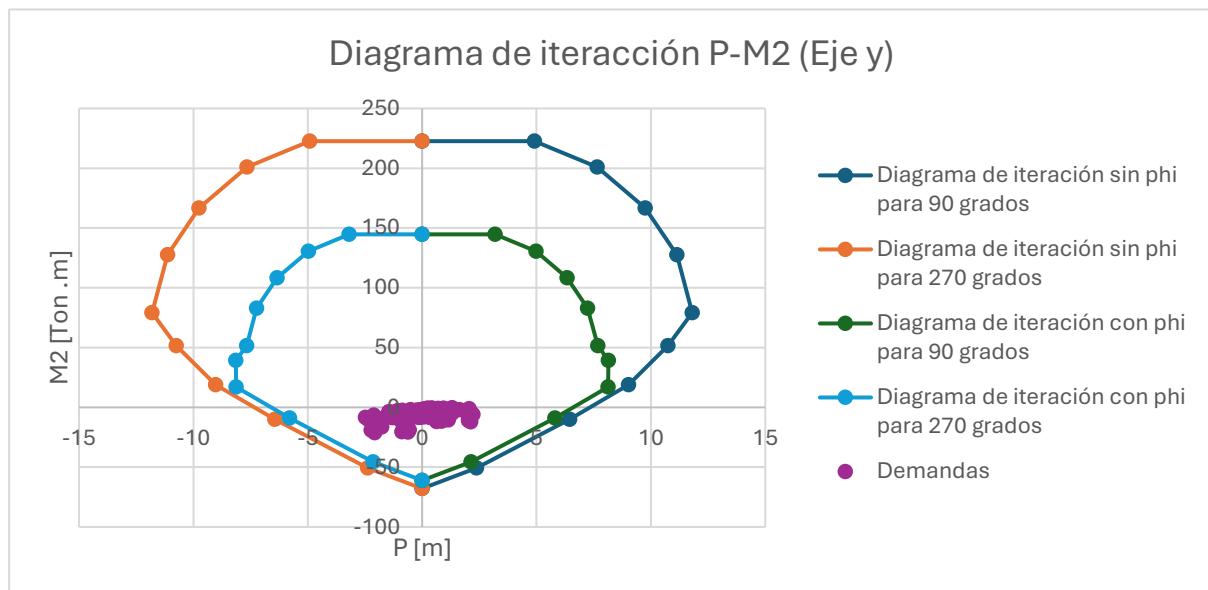


Figura 49

Diagrama de iteración P-M2 (Eje y)

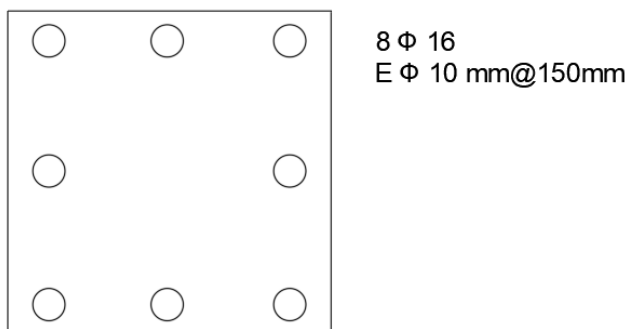


Se evidencia que todas las demandas se encuentran dentro de diagrama de interacción de diseño, por lo tanto, es capaz de resistir las cargas que actúan sobre las columnas.

Esquema de columnas

Figura 50

Diseño de la Columna



Verificación de requerimientos del ACI

Cuantía geométrica

$$0.01 < \rho = \frac{A_{st}}{A_g} < 0.08 \quad (3. 83)$$

$$0.01 < \frac{16.08}{900} < 0.08$$

$$0.01 < 0.018 < 0.08 \quad \textbf{CUMPLE}$$

Número de barras longitudinales

$$8 > 4 \quad \textbf{CUMPLE}$$

Espaciamiento mínimo de refuerzo

$$40 \text{ mm}$$

$$1.5 db = 1.5 (16) = 24 \text{ mm}$$

$$\frac{4}{3}dag = \frac{4}{3(25)} = 33.33 \text{ mm}$$

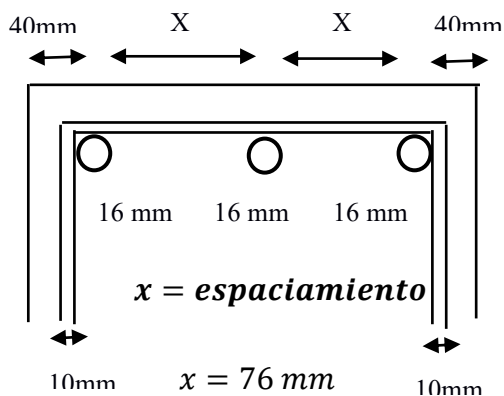
Se debe escoger el menor valor entre los tres, por lo tanto:

$$\text{Espaciamiento mínimo} \geq 40 \text{ mm}$$

Tomando en cuenta un recubrimiento de 40 mm, varillas de 10 mm, el espaciamento entre varillas longitudinales es de:

Figura 51

Esquema de espaciamento



$$2(40) + 2(10) + 3(16) + 2x = 300$$

Como es una columna cuadrada el espaciamiento tanto en X como en Y será el mismo:

$$x = 76 \text{ mm} \qquad y = 76 \text{ mm}$$

$$\text{Espaciamiento mínimo} \geq 40 \text{ mm}$$

$$76 \text{ mm} \geq 40 \text{ mm} \qquad \textbf{CUMPLE}$$

Espaciamiento de los estribos

$$16 \text{ db} = 16 (16) = 256 \text{ mm}$$

$$48 \text{ db} = 48 (10) = 480 \text{ mm}$$

$$\text{menor dimensión de la columna} = 300 \text{ mm}$$

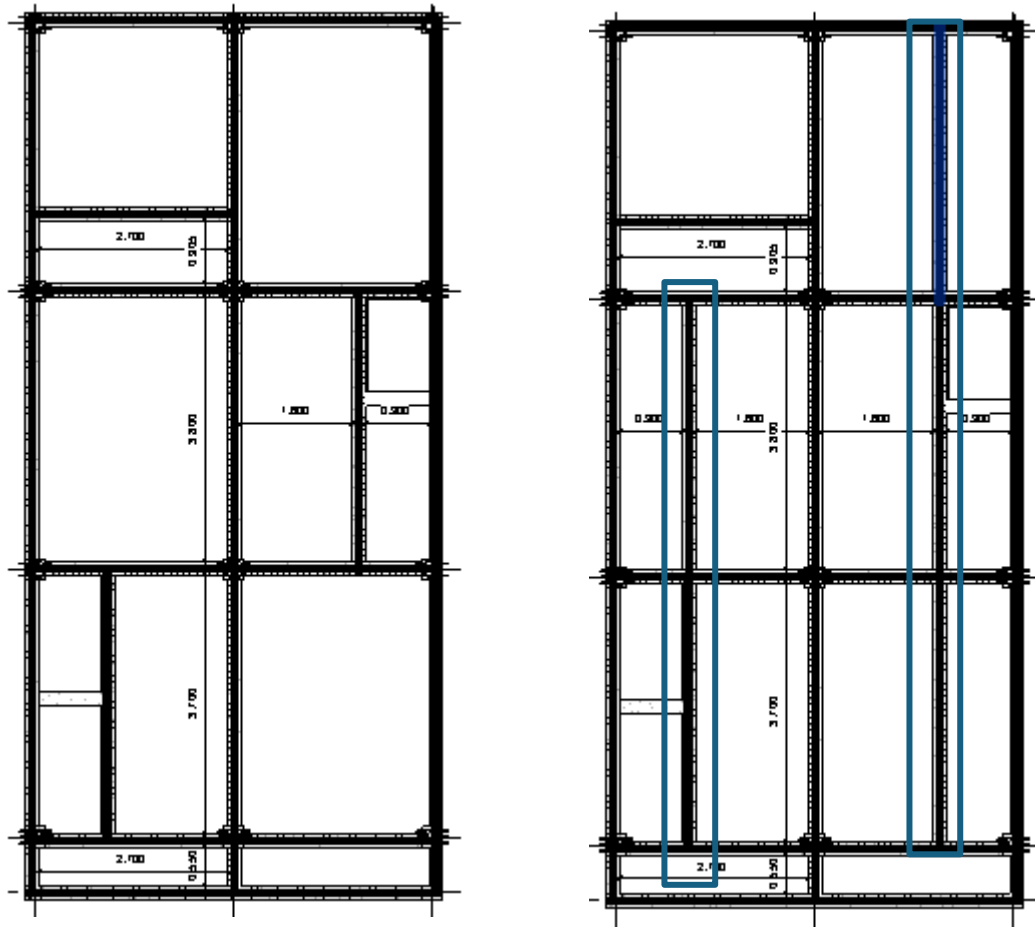
Por lo tanto, el **$S_{\text{máx}} = 300 \text{ mm}$**

Estribos de $\emptyset_v = 10 \text{ mm}^c / 150 \text{ mm}$

$$S = 150 \text{ mm} < S_{\text{máx}} = 300 \text{ mm} \qquad \textbf{CUMPLE}$$

3.2.9 Diseño de Losa

Del predimensionamiento se tiene que la losa trabaja en dos direcciones.



Para convertir la losa de dos direcciones en una dirección se adicionaron vigas secundarias, de esta forma se reduce el paño de losa.

$$\frac{L}{B} = \frac{3.55}{1.60} = 2.22 > 2 \therefore \text{Losa en una dirección}$$

Altura mínima de losa

Según la ACI el espesor de losa para una losa con ambos extremos continuos es:

$$h = \frac{3,7}{21} = 0.176 \approx 0.18m$$

Por ende, una altura de losa de 20 cm. Para el diseño se tomó una carga muerta de 0.40 ton/m² y una carga viva de 0.20 ton/m².

Peso propio de la losa:

$$W_{Loseta} = 0.05 * 2.4 = 0.12 \frac{Ton}{m^2}$$

$$W_{nervio} = \left(\# \frac{nervios}{m} \right) * \gamma_h * h_{nervio} * \frac{b_{nervio}}{b_{losa}} \quad (3. 84)$$

$$W_{nervio} = (2) * 2400 * 0.2 * \frac{0.1}{1} = 0.096 \left[\frac{Ton}{m^2} \right]$$

$$W_{PesoLosa} = 0.096 + 0.12 = 0.216 \left[\frac{Ton}{m^2} \right]$$

Carga muerta neta:

$$W_D = (0.12 + 0.40) = 0.52 \left[\frac{Ton}{m} \right]$$

La combinación de carga:

$$W_U = 1.2(W_D) + 1.6(W_l)$$

$$W_U = 1.2(0.52) + 1.6(0.2) = 0.944 \left[\frac{Ton}{m} \right]$$

Entonces,

$$q_U = 0.994 * 0.5 = 0.472 \left[\frac{Ton}{m} \right]$$

Demanda de Diseño

De acuerdo a los coeficientes ACI, se calcularon los momentos y cortantes para la losa

$$Mu_{max}^+ = \frac{qu * ln^2}{14} = \frac{(0.472) * (3.7)^2}{14} = 0.46 \frac{Ton * m}{m}$$

$$Mu_{max}^- = \frac{qu * ln^2}{10} = \frac{(0.472) * (3.7)^2}{10} = 0.65 \frac{Ton * m}{m}$$

$$Vu_{max} = 1.15 * \frac{qu * ln}{2} = 1.15 \frac{(0.503) * (3.7)}{2} = 1.004 Ton$$

Cálculo de refuerzo a flexión

Para el refuerzo inferior del nervio

$$\varphi M_n \geq M_u \quad (3. 85)$$

$$M_u = \varphi * f'c * b * d^2 * w * (1 - 0.59w) \quad (3. 86)$$

Donde:

$$\begin{aligned} Mu_{max}^- &= 0.65 \text{ Ton} * m \\ -0.59w^2 + w - \frac{Mu}{\Phi f'c b d^2} &= 0 \end{aligned}$$

Asumiendo un recubrimiento de 2.5 cm.

$$d = 20 - 2.5 - \frac{1}{2} = 17 \text{ cm}$$

Para sección positiva:

$$\begin{aligned} Mu_{max}^+ &= 0.46 \frac{\text{Ton} * m}{m} \\ \frac{Mu_{max}^+}{\phi} &= 0.85 * f'c * b * \left(d - \frac{a}{2}\right) \end{aligned} \quad (3. 87)$$

$$\begin{aligned} 0 &= -\frac{1}{2} * 0.85 * f'c * b * (a)^2 + 0.85 f'c * b * d(a) - \frac{Mu_{max}^+}{\phi} \\ 0 &= -\frac{1}{2} * 0.85 * 280 * 50 * (a)^2 + 0.85 * 280 * 50 * 17 * (a) - \frac{0.46 * 10^5}{\phi} \end{aligned}$$

Entonces a+:

$$a^+ = 0.25 \text{ [cm]}$$

Por lo tanto, As:

$$\begin{aligned} A_s^+ &= \frac{Mu_{max}^+}{\phi * Fy * \left(d - \frac{a}{2}\right)} \\ A_s^+ &= \frac{0.46 * 10^5}{0.9 * 4200 * \left(17 - \frac{0.25}{2}\right)} \\ A_s^+ &= 0.72 \left[\frac{cm^2}{m} \right] \approx 1 \phi 10 \text{ mm} \end{aligned} \quad (3. 88)$$

Para sección negativa:

$$Mu_{max}^- = 0.65 \frac{Ton * m}{m}$$

$$\frac{Mu_{max}^+}{\phi} = 0.85 * f'c * b * \left(d - \frac{a}{2}\right)$$

$$0 = -\frac{1}{2} * 0.85 * f'c * b * (a)^2 + 0.85 f'c * b * d(a) - \frac{Mu_{max}^+}{\phi}$$

$$0 = -\frac{1}{2} * 0.85 * 280 * 50 * (a)^2 + 0.85(280) * (50) * 17(a) - \frac{0.65 * 10^5}{0.9}$$

Entonces a-:

$$a^- = 0.36 [cm]$$

Por lo tanto, As:

$$A_s^- = \frac{Mu_{max}^-}{\phi * Fy * \left(d - \frac{a}{2}\right)}$$

$$A_s^- = \frac{0.46 * 10^5}{0.9 * 4200 * \left(17 - \frac{0.25}{2}\right)}$$

$$A_s^- = 1.022 \left[\frac{cm^2}{m} \right] \approx 1 \text{ } \phi 12 \text{ mm}$$

Entonces en los nervios para la sección positiva se tiene un refuerzo de 10 mm y para la sección negativa un refuerzo de 12 mm

Acero de retracción

$$A_{Smin} = 0.0018 * A_g \quad (3. 89)$$

$$A_{Smin} = 0.0018 * ((50 * 5) + (10 * 15)) = 0.72 \approx 1 \text{ } \phi 10 \text{ mm}$$

Se asume una malla electrosoldada de 6 mm, por lo que la separación máxima se calcula con la siguiente expresión:

$$S_1 = \frac{1000 * Ab}{A_s} \quad (3. 90)$$

$$S_1 = \frac{1000 * 0.28}{0.72} = 388 \text{ mm}$$

$$S_2 = 3 * e_{loseta} = 3 * 50 = 150 \text{ mm} \quad (3. 91)$$

$$S_3 = 450 \text{ mm}$$

$$S_{max} \leq \min\{s_1, s_2, s_3\} \quad (3. 92)$$

$$S_{max} \leq 150 \text{ mm}$$

Cálculo de refuerzo a cortante

$$V_c = \varphi * 0.53 * \lambda * \sqrt{f'c} * bw * d \quad (3. 93)$$

$$V_c = 0.53 * 1 * \sqrt{280} * 10^{-3} * 10 * 17$$

$$V_c = 1.51 \text{ [Ton]}$$

$$\varphi V_c = 0.75 * 1.51 = 1.13 \text{ [Ton]}$$

$$\varphi V_c = 1.13 \text{ [Ton]} > V_{u_{max}} = 1.004 \text{ Ton}$$

Por ende, no se requiere refuerzo por cortante.

3.2.10 Diseño de Cimentaciones

El presente proyecto, ubicado en el cantón Samborondón (provincia del Guayas, Ecuador), emplea zapatas aisladas cuadradas como sistema de cimentación superficial. Esta elección se basa en la magnitud moderada de las cargas estructurales y en las condiciones geotécnicas del suelo del sitio, evaluadas como adecuadas en términos de capacidad portante.

Este tipo de cimentación resulta eficiente tanto técnica como económicamente para edificaciones de baja altura como la proyectada vivienda unifamiliar. El diseño sigue los lineamientos del Código Ecuatoriano de la Construcción (CEC, Capítulo 9 – Cimentaciones) y se complementa con criterios del ACI 318-19 y el NEC-SE-DS, donde se considera pertinente.

El proyecto tiene un suelo tipo E con una capacidad portante admisible de $q_u=4\text{ton/m}^2$. El valor de capacidad portante utilizado en el diseño se fundamenta en condiciones ideales de suelos densamente compactados o sometidos a procesos previos de mejoramiento. Este valor se adopta como referencia para efectos de diseño preliminar, considerando su aplicación en zonas urbanizadas con antecedentes de intervención del subsuelo, sin representar necesariamente una condición natural del terreno en estado virgen.

Según la ACI 318-19 para la carga última se considera la combinación D+L más crítica por lo que $P_u=16\text{ Ton}$. Entonces, en base en la carga de diseño y la capacidad del suelo, se calculó el área necesaria de cimentación:

$$A_c = \frac{P_u}{q_u} = \frac{16}{4} = 4\text{ m}^2 \quad (3. 94)$$

Adoptando una zapata cuadrada:

$$B = \sqrt{A_c} = 2\text{ m} \quad (3. 95)$$

Espesor estructural adoptado:

$$H = 30\text{ cm}$$

Recubrimiento mínimo de acero:

$c = 7.5 \text{ cm}$, en el cumplimiento con ACI 318-19 (Sección 20.6.1.3)

Además, se verificó la deformación vertical de la zapata por métodos manuales y mediante simulación con software, obteniéndose:

Deflexión teórica

$$\Delta_{Teorica} = 8,64 \text{ mm}$$

Deflexión por método manual

$$\Delta = \frac{P_u}{k_b} = \frac{10.37}{4.8 * 10^{-4}} = 21.60 \text{ mm} \quad (3. 96)$$

Límite permitido de deflexión por criterios de servicio (L/240):

$\approx 8.33 \text{ mm}$

Aunque el valor manual excede este límite, la simulación en software lo mantiene dentro del rango aceptable. Según el ACI 336.3R-14, se acepta deflexión mayor si no se comprometen elementos estructurales adyacentes ni la funcionalidad de la edificación. Por tanto, se considera que la zapata cumple.

También, se evaluó el punzonamiento alrededor de la columna de 30×30 cm. El modelo en software arrojó:

Relación de demanda por punzonamiento:

$$0.65 < 1.0$$

De acuerdo con el ACI 318S-14, Sección 22.6, se establece que si la relación demanda/capacidad es menor a 1.0, no es necesario reforzar ni rediseñar por punzonamiento.

Después, el refuerzo fue calculado para resistir los momentos máximos en ambas direcciones, modelando la zapata como una viga corta sobre el suelo (comportamiento

bidireccional). Se adoptaron las mismas características para X e Y por simetría y economía constructiva.

Armado en Dirección X

$$Mu_x = 7.21 \text{ ton/m}$$

$$d = 20.9 \text{ cm}$$

$$\phi_{\text{barra}} = 18 \text{ mm}$$

$$A_s = \left(\frac{b}{s_{\text{principal}}} \right) * \left(\pi * \frac{\phi_{\text{barra}}}{4} \right) = 15.192 \text{ cm}^2 \quad (3. 97)$$

$$a = \frac{As * Fy}{0.85 * f'c * b} = 1.497 \text{ cm} \quad (3. 98)$$

Capacidad resistente ultima de la sección

$$\phi Mn = \phi_{\text{flexión}} * As * fy * \left(d - \frac{a}{2} \right) = 11.572 \text{ tonnef} * m \quad (3. 99)$$

Verificación Cumplimiento

$$\phi Mn > Mu_x \quad \therefore \text{Si Cumple} \quad (3. 100)$$

Armado en Dirección Y

$$Mu_x = 7.21 \text{ ton/m}$$

$$d = 20.9 \text{ cm}$$

$$\phi_{\text{barra}} = 18 \text{ mm}$$

$$A_s = \left(\frac{b}{s_{\text{principal}}} \right) * \left(\pi * \frac{\phi_{\text{barra}}}{4} \right) = 15.192 \text{ cm}^2$$

$$a = \frac{As * Fy}{0.85 * f'c * b} = 1.497 \text{ cm}$$

Capacidad resistente ultima de la sección

$$\phi Mn = \phi_{flexión} * As * fy * \left(d - \frac{a}{2}\right) = 11.572 \text{ tonnef} * m$$

Verificación Cumplimiento

$$\phi Mn > Mu_x \therefore \text{Si Cumple}$$

Las zapatas aisladas diseñadas para la edificación ubicada en el cantón Samborondón cumplen con los requisitos estructurales y de servicio establecidos para cimentaciones superficiales. Las verificaciones han sido validadas mediante análisis numéricos, demostrando que tanto las tensiones transmitidas al terreno como las deformaciones obtenidas se encuentran dentro de rangos admisibles. El diseño se fundamenta en criterios técnicos ampliamente reconocidos a nivel internacional, basados en lo dispuesto por ACI 318-19 para elementos de concreto estructural, y por ACI 336.3R-14 para cimentaciones superficiales, lo que garantiza una solución segura, eficiente y adecuada para las condiciones del sitio.

3.3 Diseño hidrosanitario

3.3.1 Cisterna

Primero se determinó la dimensión de la cisterna y el diámetro de la tubería de ingreso a la cisterna de la vivienda. Para obtener el volumen de la cisterna se tomó en cuenta la cantidad de personas que habitarán la vivienda, que en este caso son 5, y la dotación de acuerdo con el uso. La vivienda es de uso residencial según la Norma Hidrosanitaria de Agua NHE la dotación es de 200 l/hab/día de acuerdo con la Figura 51. Luego, se asumió que el tipo de retención del agua será de 2 días. Entonces, como se detalla en el Anexo 3 se obtuvo un volumen de 2 m³. Después, se asumió un tiempo de llenado de la cisterna de 4 horas y una velocidad de diseño de 1.5 m/s, Por lo que según las tablas de Flamant como se detalla en el Anexo 3 para llenar la cisterna se necesitó una tubería de 1/2".

Figura 52**Dotaciones para Edificaciones**

Tabla 16.2. Dotaciones para edificaciones de uso específico

Tipo de edificación	Unidad	Dotación
Bloques de viviendas	L/habitante/día	200 a 350
Bares, cafeterías y restaurantes	L/m ² área útil/día	40 a 60
Camales y planta de faenamiento	L/cabeza	150 a 300
Cementerios y mausoleos	L/visitante/día	3 a 5
Centro comercial	L/m ² área útil/día	15 a 25
Cines, templos y auditorios	L/concurrente/día	5 a 10
Consultorios médicos y clínicas con hospitalización	L/ocupante/día	500 a 1000
Cuarteles	L/persona/día	150 a 350
Escuelas y colegios	L/estudiante/día	20 a 50
Hospitales	L/cama/día	800 a 1300
Hoteles hasta 3 estrellas	L/ocupante/día	150 a 400
Hoteles de 4 estrellas en adelante	L/ocupante/día	350 a 800
Internados, hogar de ancianos y niños	L/ocupante/día	200 a 300
Jardines y ornamentación con recirculación	L/m ² /día	2 a 8
Lavanderías y tintorerías	L/kg de ropa	30 a 50
Mercados	L/puesto/día	100 a 500
Oficinas	L/persona/día	50 a 90
Piscinas	L/m ² área útil/día	15 a 30
Prisiones	L/persona/día	350 a 600
Salas de fiesta y casinos	L/ m ² área útil / día	20 a 40
Servicios sanitarios públicos	L/mueble sanitario/día	300
Talleres, industrias y agencias	L/trabajador/jornada	80 a 120
Terminales de autobuses	L/pasajero/día	10 a 15
Universidades	L/estudiante/día	40 a 60
Zonas industriales, agropecuarias y fábricas*	L/s/Ha	1 a 2

3.3.2 Predimensionamiento de tuberías

Segundo, se definió la ruta crítica siendo que el aparato más crítico de la vivienda era la ducha ubicada en el baño del segundo piso. Luego, para determinar los diámetros de tubería de la red se empleó la siguiente ecuación:

$$Q_{MP} = \sum Q_i * K_s \quad (3. 101)$$

Donde, Qi es el caudal instantáneo de los aparatos sanitarios que conforman la red, los cuales se pueden obtener de la NHE como se muestra en la Figura 53.

Figura 53
Ruta Crítica

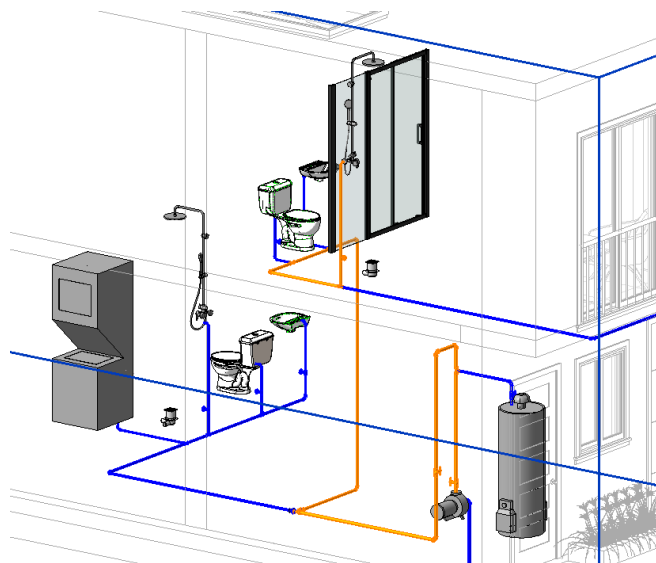


Figura 54
Caudales Instantáneos

Norma Hidrosanitaria NHE Agua

Aparato sanitario	Caudal instantáneo mínimo (L/s)	Presión		Diámetro según NTE INEN 1369 (mm)
		recomendada (m c.a.)	mínima (m c.a.)	
Bañera / tina	0.30	7.0	3.0	20
Bidet	0.10	7.0	3.0	16
Calentadores / calderas	0.30	15.0	10.0	20
Ducha	0.20	10.0	3.0	16
Fregadero cocina	0.20	5.0	2.0	16
Fuentes para beber	0.10	3.0	2.0	16
Grifo para manguera	0.20	7.0	3.0	16
Inodoro con depósito	0.10	7.0	3.0	16
Inodoro con fluxor	1.25	15.0	10.0	25
Lavabo	0.10	5.0	2.0	16
Máquina de lavar ropa	0.20	7.0	3.0	16
Máquina lava vajilla	0.20	7.0	3.0	16
Urinario con fluxor	0.50	15.0	10.0	20
Urinario con llave	0.15	7.0	3.0	16
Sauna, turco, ó hidromasaje domésticos	1.00	15.0	10.0	25

Mientras que K_s se define como el coeficiente de simultaneidad, el cual se determina por medio de la siguiente ecuación, donde N es el número de aparatos sanitarios de análisis.

$$K_s = \frac{1}{\sqrt{N - 1}} \quad (3. 102)$$

Entonces, se obtuvo que la tubería que sale de la bomba tiene un diámetro de 1", luego la tubería que alimenta el piso 1 tiene un diámetro de ¾" y la tubería que alimenta el piso 2 tiene un diámetro de ¾", el desglose de los cálculos se encuentra en el Anexo 3.

3.3.3 Diseño de bomba

Ahora para el diseño se toma en cuenta las unidades de consumo de cada tramo. El primer punto de análisis fue el aparato crítico el cual según la Tabla 36 tiene 2 unidades de consumo. Luego como se detalla en el Anexo 3 según las unidades de consumo se escoge el diámetro adecuado que entre en el rango de la velocidad de diseño de 1.5 m/s y la tabla se va llenando con las características elegidas para obtener la presión acumulada. Entonces, se obtuvo una presión de diseño de 23.50 m.

Tabla 36

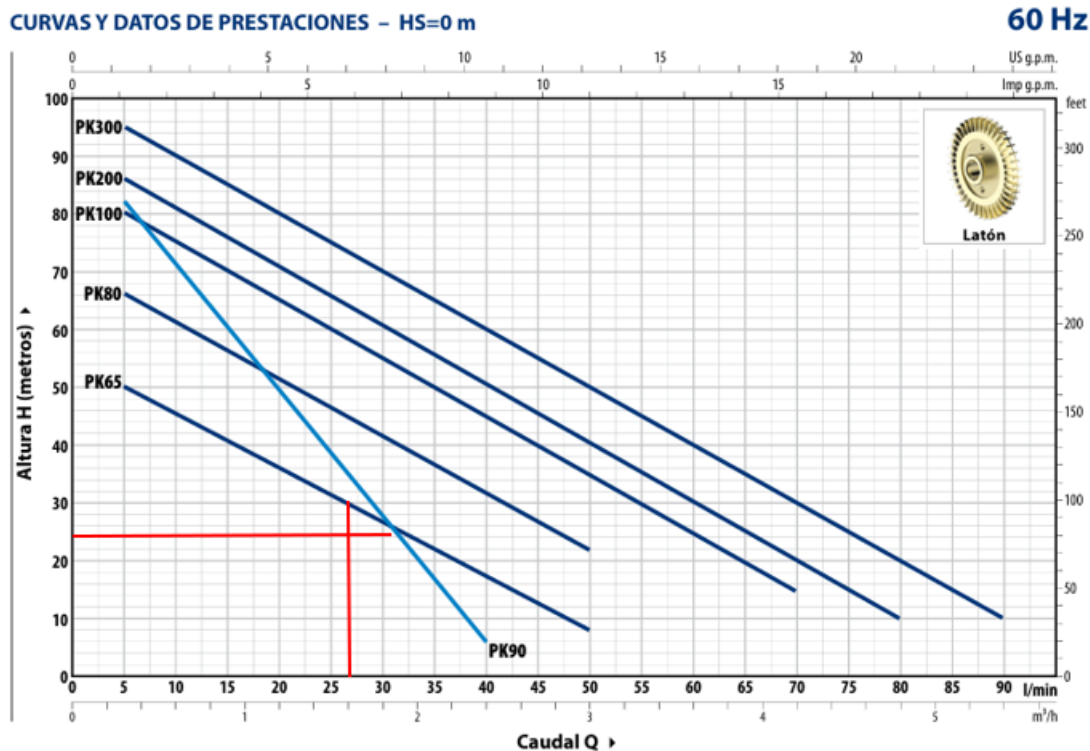
Unidades de consumo de ducha

Aparatos	Público			Privado		
	Fría	Caliente	Total	Fría	Caliente	Total
Ducha o tina	2.00	2.00	4.00	1.50	1.50	2.00
Bidé o lavamanos				1.00	1.00	2.00
Lavaplatos				1.50	1.50	2.00
Lavaplate eléctrico	3.00	3.00	6.00	2.00	2.00	3.00
Lavadora	2.00	2.00	4.00	2.00	1.00	3.00
Inodoro con Fluxometro	10.00		10.00	6.00		6.00
Inodoro de tanque	5.00		5.00	3.00		3.00
Orinal de fluxometro	10.00		10.00			
Orinal de llave	2.00		2.00			
Lavamanos de llave	4.00		4.00			
Fregadero uso hotel	4.00		4.00	1.0		1.0
Lavadero				2.0		2.0

Luego, para el caudal de diseño se hace un promedio entre el ultimo caudal obtenido en la tabla de cálculo de presión de la bomba que en este caso fue de 0.44 l/s y el caudal máximo probable que fue de 0.45 l/s. Entonces, se obtuvo un caudal de diseño de 0.447 l/s es de 26.81 l/min. Por lo que la bomba elegida según la Figura 54 fue la PK 65 de Pedrollo.

Figura 55

Curva de Bombas Pedrollo



3.4 Diseño eléctrico

Para el trazado de los circuitos se tomó en cuenta que el máximo de salidas por un circuito de tomacorrientes según la normativa es de 10 y que el máximo de salidas por circuito de iluminación es de 15. Por lo que se obtuvo la siguiente configuración de circuitos.

Tabla 37

Circuitos

Piso	Circuito	Voltaje	Punto	Descripción
Planta 1	A1	120	9	Garage, entrada, baño, dormitorio de cuarto de servicio
	T1	120	4	Garage, baño, dormitorio
	A2	120	8	Dormitorios, sala, cocina, baño
	T2	120	5	Sala, cocina
Planta 2	T3	120	5	Dormitorios, baño
	T4	240	1	A/C Dormitorio 1
	T5	240	1	A/C Dormitorio 2
	T6	240	1	Refrigeradora

Cabe recalcar que por la poca demanda, la vivienda solo contará con un panel de distribución. Como se detalla en el Anexo 13 primero se asignaron las fases, recordando que

cuando en un circuito de 120 V solo se tiene una fase, mientras que en un circuito de 240 V se tienen dos fases. Luego, se determinó la potencia total de cada circuito siendo que las luminarias y tomacorrientes tienen 100 w, mientras que los aires acondicionados cuentan con una potencia de 2000 w y la refrigeradora tiene una potencia de 2500 w. Luego, se consideró el factor de demanda que según la norma es de 0.7 para iluminación y 0.6 para tomacorrientes ya que es una vivienda pequeña-mediana como se observa en la Figura 55.

Figura 56

Factores de Demanda

Tabla No. 2 Factores de demanda

VIVIENDA TIPO	FD Iluminación	FD Tomacorrientes
Pequeña - mediana	0,70	0,50
Mediana grande - Grande	0,55	0,40
Especial	0,53	0,30

En base a eso se determinó el tipo de cable y los diámetros de tubería para cada circuito. Finalmente, se determinó que se necesita un transformador de 10 kVA y un panel de control de 2P-30A como se detalla en el Anexo 5.

Capítulo 4

4. ESTUDIO DEL IMPACTO AMBIENTAL

4.1 Descripción del proyecto

Este estudio de impacto ambiental se integra al desarrollo del proyecto “Diseño de una vivienda ubicada en la ciudad de Samborondón evaluando el uso de Hormigón Estructural elaborado con reemplazo de Agregado de Concreto Reciclado”, cuyo objetivo es comparar técnica y ambientalmente el uso de concreto convencional frente a uno con agregado reciclado. El alcance del estudio abarca la etapa constructiva de la vivienda, donde se generan los principales impactos ambientales debido a la extracción de materiales, consumo de recursos y generación de residuos.

El proyecto contribuye a los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), específicamente al ODS 11: Ciudades y comunidades sostenibles, al reducir el uso de materiales vírgenes y mitigar la acumulación de escombros urbanos; y al ODS 12: Producción y consumo responsables, al reutilizar residuos de concreto como insumo estructural, promoviendo una economía circular en la industria de la construcción.

Las acciones con potencial de impacto incluyen la excavación del terreno, producción y transporte de materiales, mezclado y vaciado de hormigón, así como la disposición de residuos de construcción. El estudio se desarrollará en un entorno urbano previamente intervenido, dentro de la urbanización Biblos en el cantón Samborondón, con análisis de campo, ensayos de laboratorio y modelado estructural conforme a normativa nacional.

4.2 Línea base ambiental

Ubicación del proyecto

El proyecto se desarrollará en un lote ubicado dentro de la urbanización Biblos, parroquia La Puntilla, cantón Samborondón, provincia del Guayas. Esta zona corresponde a un entorno completamente urbanizado con uso de suelo residencial exclusivo. No se identifican cuerpos de agua superficial ni áreas ecológicas sensibles en el área directa ni en su zona de influencia.

Figura 57

Ubicación del Proyecto



Medio físico-químico

Clima

Samborondón presenta un clima tropical subhúmedo, con una temperatura media anual entre 24 °C y 27 °C, y una precipitación promedio de 1.200–1.500 mm (Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología [INAMHI], 2022).

Suelo

El terreno fue previamente intervenido mediante relleno y nivelación para urbanización, lo que ha alterado sus condiciones edáficas originales. El suelo es de origen aluvial, con textura arcillosa y baja infiltración (Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda [MIDUVI], 2019).

Aire

La calidad del aire es estable y se ve ocasionalmente afectada por emisiones vehiculares o actividades de construcción cercanas (Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica [MAATE], 2021). No existen riesgos naturales significativos como inundaciones o deslizamientos en el área del proyecto, y la napa freática no será alcanzada por las excavaciones previstas (Secretaría de Gestión de Riesgos [SGR], 2020).

Medio biótico

Flora

El sitio no presenta cobertura vegetal natural. La vegetación se limita a césped decorativo, arbustos y árboles ornamentales.

Fauna

Por otro lado, no se han identificado especies de flora o fauna nativas, endémicas o protegidas dentro del área de implantación. La fauna es propia de zonas urbanas y se limita a aves comunes (palomas, tórtolas, gorrones) y pequeños reptiles e insectos adaptados al entorno urbano.

Medio humano

La parroquia La Puntilla posee uno de los más altos índices de urbanización del cantón, con acceso completo a servicios básicos y una densidad habitacional creciente. La zona muestra una fuerte dinámica inmobiliaria y uso del suelo regulado por ordenanzas locales. La construcción del proyecto podría generar afectaciones temporales como ruido, polvo y tráfico de maquinaria, sin implicar desplazamientos poblacionales ni afectación a bienes culturales. La recolección y disposición final de residuos es gestionada por el GAD Municipal de Samborondón, el cual opera el sistema de recolección urbana con frecuencia regular.

Importancia ambiental del uso de agregados reciclados

Considerando que la demanda de áridos en Ecuador sigue en aumento y que las fuentes naturales provienen principalmente de cauces de ríos o canteras de extracción, el uso de agregados reciclados permite reducir dicha presión ambiental (Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica [MAATE], 2020). En zonas de expansión urbana como Samborondón, adoptar materiales alternativos ayuda a disminuir la demanda de recursos no renovables, reduciendo indirectamente el volumen de materiales extraídos y el deterioro paisajístico asociado (MIDUVI, 2021). Además, reduce el volumen de desechos generados durante procesos

constructivos (MAATE, 2020). Esta estrategia apoya los principios de sostenibilidad ambiental propuestos en el proyecto, en línea con el marco del ODS 11 y ODS 12 y demuestra que es posible construir sin comprometer innecesariamente los recursos del entorno.

4.3 Actividades del proyecto

Identificación de las acciones relevantes en el proyecto que son susceptibles de causar impactos ambientales.

El desarrollo del presente proyecto contempla actividades constructivas convencionales y otras específicas relacionadas con el uso de agregado reciclado (RCA). A continuación, se identifican las fases, labores y acciones principales que pueden generar impactos ambientales directos o indirectos durante la ejecución de la obra:

A continuación, se detallan las actividades relevantes del proyecto que pueden generar impactos ambientales:

Tabla 38
Actividades del Proyecto

Fase	Labor	Acción
Obtención de materia prima	Extracción de residuos de hormigón	Clasificación de residuos de construcción o demolición Uso de maquinaria de demolición
	Transporte	Carga y traslado del material reciclado Selección de rutas eficientes
	Trituración	Trituración de escombros para obtener el tamaño de árido requerido Control de polvo y emisiones
	Ensayos de caracterización	Determinación de propiedades físico-mecánicas del RCA Uso de laboratorios y consumo energético

Diseño y producción del hormigón	Dosificación	Definición de proporciones óptimas Inclusión de aditivos para mejorar desempeño
	Producción de probetas	Mezclado, moldeado y curado Consumo de agua, electricidad y uso de maquinaria
	Ensayos del hormigón	Ensayos en estado fresco y endurecido Generación de residuos de laboratorio
	Evaluación estructural	Validación de resultados según normativa técnica Ajustes en diseño
Construcción en obra	Cimentación	Vaciado de hormigón con mezcla RCA Encofrado, armado de acero y curado
	Elementos verticales y horizontales	Fundición de columnas, vigas y losas Uso de hormigón con RCA Control de vibraciones, ruido y polvo
	Transporte interno de materiales	Movimiento de materiales dentro del predio Emisión de CO ₂ por maquinaria
	Disposición de residuos durante la obra	Separación de escombros, sacos, plásticos y desperdicios Entrega a gestor autorizado
Acabados e instalaciones	Instalación de redes hidrosanitarias	Excavación menor, colocación de tuberías, pruebas de presión
	Aplicación de recubrimientos	Enlucido, pintura, colocación de pisos, techos y ventanas
Cierre y gestión de residuos	Limpieza final del predio	Recolección de residuos de obra y empaques Clasificación en origen
	Transporte de residuos clasificados	Entrega a sistema municipal o gestores autorizados
	Evaluación post-obra	Verificación de condiciones finales del sitio

4.4 Identificación de impactos ambientales

A través de esquemas de red se visualizan los impactos ambientales, positivos y negativos, generados por las acciones contempladas en el proyecto.

Figura 58

Diagrama de red de Obtención del agregado reciclado

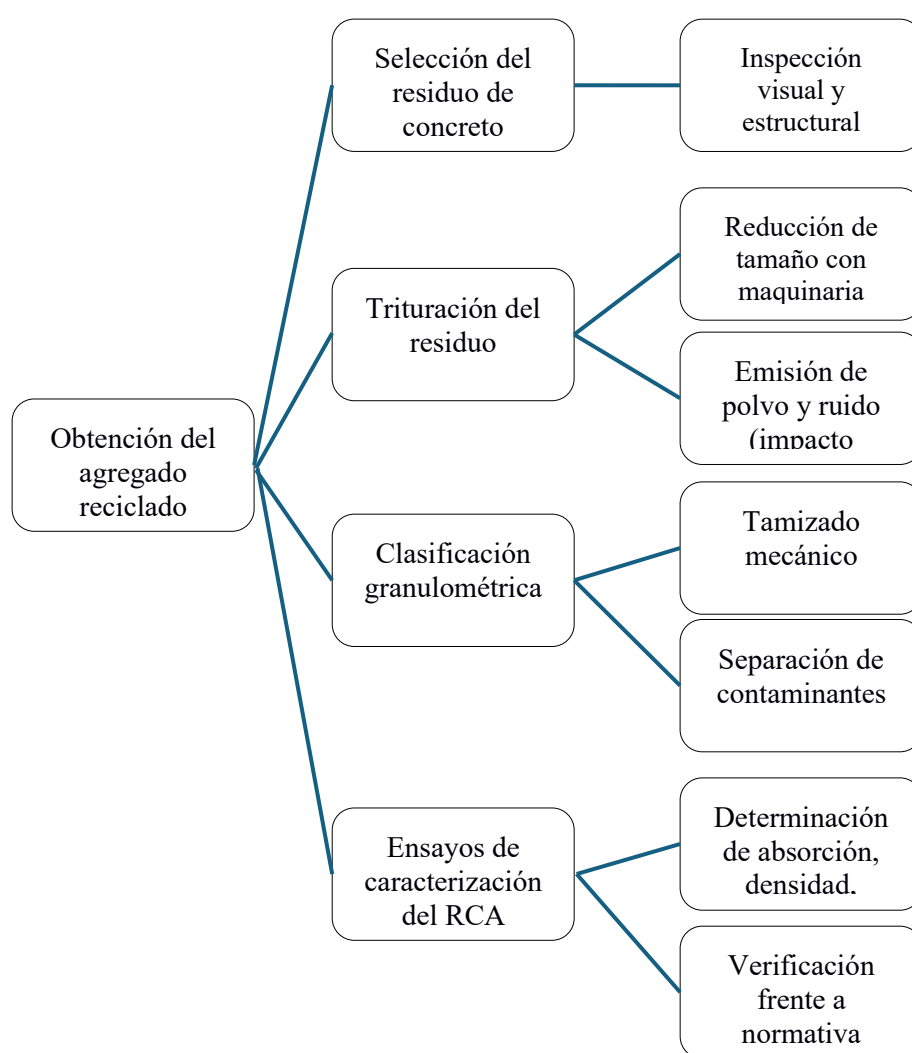


Figura 59

Diagrama de red del Diseño de hormigón Estructural con RCA

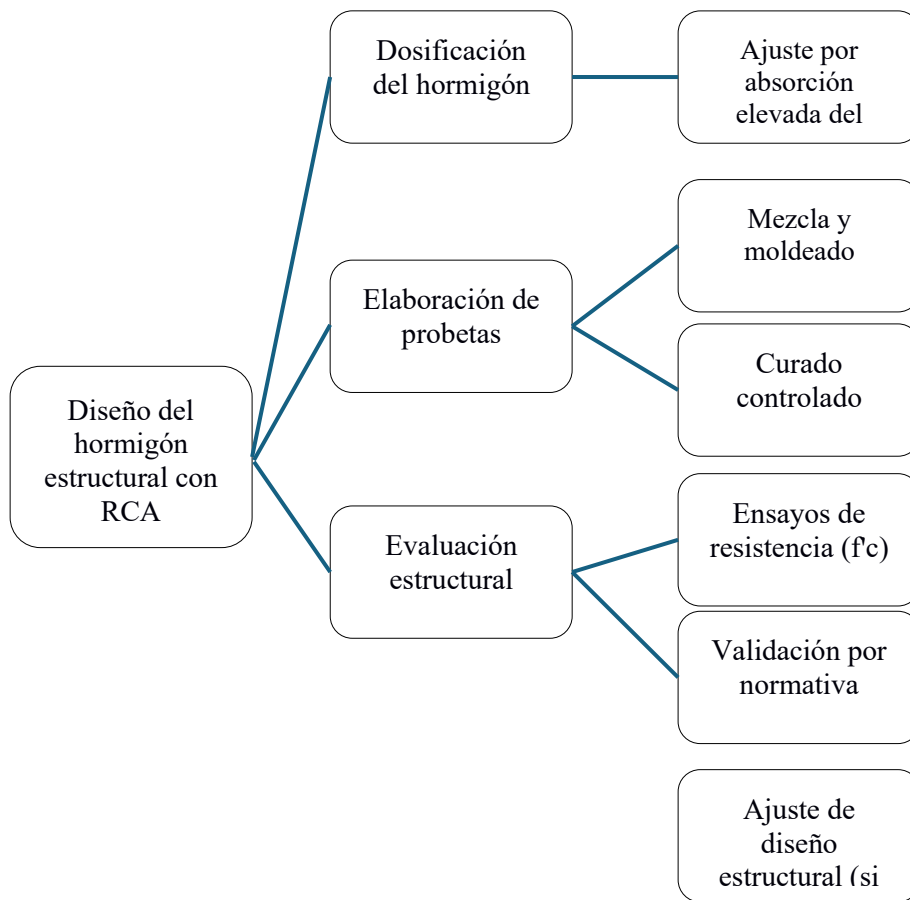


Figura 60

Diagrama de red de Transporte y Logística

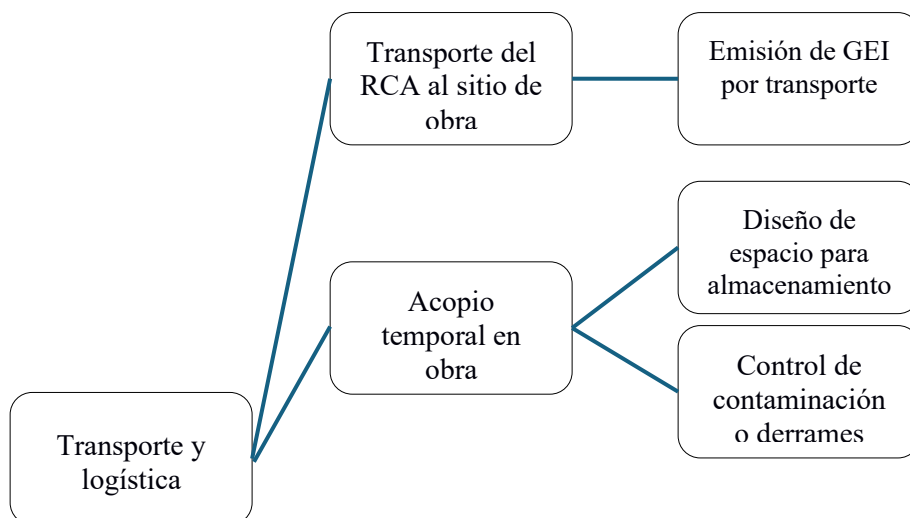


Figura 61

Diagrama de red de Ejecución de Obra.

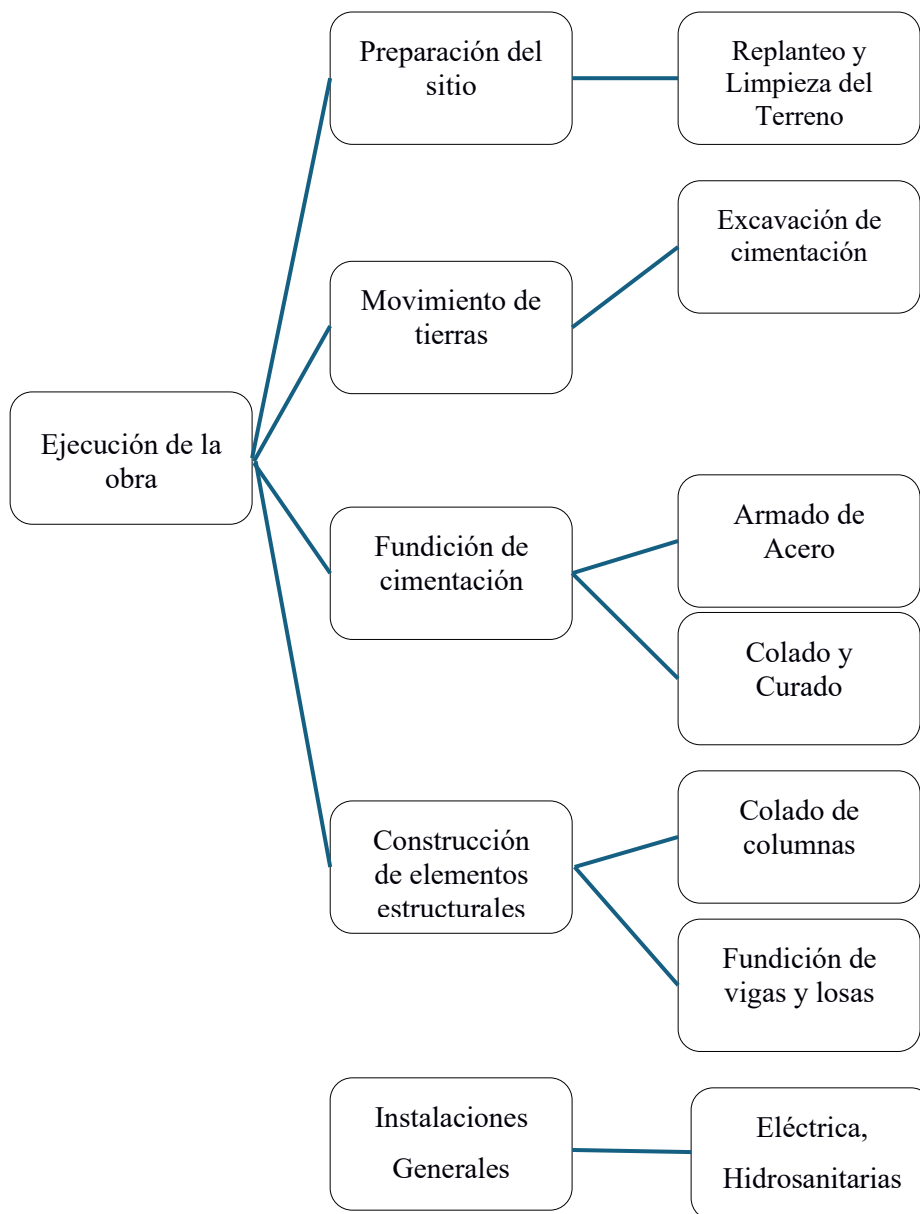
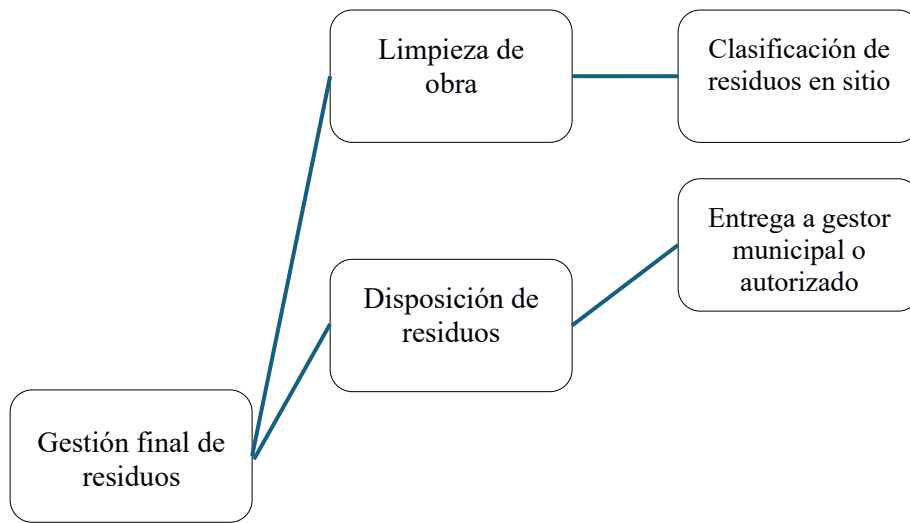


Figura 62

Diagrama de red de Gestión Final de Residuos



4.5 Valoración de impactos ambientales

Una vez identificados los posibles impactos generados por las actividades del proyecto, es necesario establecer su nivel de relevancia mediante una valoración cualitativa. Esta evaluación permite cuantificar de forma relativa la importancia del impacto ambiental, considerando variables como la extensión, la duración y la reversibilidad del efecto. Para ello, se aplican las fórmulas propuestas por Tito (2020), donde se calcula primero un índice de importancia y luego un valor de impacto ambiental, tomando en cuenta también la magnitud del efecto (positiva o negativa). Estos indicadores permiten jerarquizar los impactos y establecer prioridades en la propuesta de medidas de mitigación.

$$Imp = We * E + Wd * D + Wr * R$$

Donde:

Imp = Valor de importancia del impacto ambiental

We = Peso de extensión

E = Valor de extensión

Wd = Peso de duración

D = Valor de duración

R = Valor de reversibilidad

Wr = Peso de reversibilidad

$$IA = \sqrt{IMP * |Mag|}$$

Donde:

IA = Valor de impacto ambiental

Mag = Valor de magnitud, (+) si es beneficioso, (-) si es perjudicial

4.5.1 *Influencia del Impacto*

La extensión del impacto ambiental se refiere al alcance espacial que tiene una determinada alteración sobre el entorno donde se desarrolla el proyecto. Esta variable permite estimar si el impacto es puntual, local, regional o más amplio, dependiendo de su radio de influencia. De acuerdo con Tito (2020), esta característica se valora cualitativamente conforme a una escala de niveles, tal como se detalla en la siguiente tabla:

Tabla 39

Escala de Extensión

Extensión	Valoración
Puntual	1
Particular	2.5
Local	5
Generalizada	7.5
Regional	10

Datos tomados de Tito, B(2020)

La estimación del alcance del impacto ambiental generado por las actividades del proyecto propuesto se detalla en la siguiente tabla:

Figura 63

Matriz de Valoración de la extensión del Impacto Ambiental

Componente ambiental	Selección del residuo de concreto	Trituración del residuo	Clasificación granulométrica	Ensayos de caracterización	Dosificación del hormigón	Elaboración de probetas	Evaluación estructural	Transporte del RCA	Acopio temporal en obra	Excavación de cimentación	Colado de elementos estructurales	Instalaciones generales	Acabados	Clasificación de residuos
Suelo	1	1	1	0	0	0	0	0	1	5	3	1	1	3
Agua	0	0	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1
Aire	0	5	2,5	0	0	0	0	2,5	1	0	1	0	0	0
Flora y fauna	0	1	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0
Economía y social	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	5	5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	5
Salud	0	2,5	2,5	0	0	0	0	2,5	1	1	2,5	1	1	1

4.5.2 Duración del impacto

El tiempo durante el cual se percibe la afectación puede ser temporal, permanente o periódica. También se consideran las posibles consecuencias a futuro (Tito, 2020). Esta valoración se presenta en la Tabla x.x, y en la Tabla x.x se muestra la matriz aplicada al proyecto.

Tabla 40

Escala de Duración

Duración	Valoración
Esporádica	1
Temporal	2.5
Periódica	5
Recurrente	7.5
Permanente	10

Figura 64

Matriz de Valoración de la Duración del Impacto Ambiental

Componente ambiental	Selección del residuo de concreto	Trituración del residuo	Clasificación granulométrica	Ensayos de caracterización	Dosificación del hormigón	Elaboración de probetas	Evaluación estructural	Transporte del RCA	Acopio temporal en obra	Excavación de cimentación	Colado de elementos estructurales	Instalaciones generales	Acabados	Clasificación de residuos
Suelo	2,5	5	5	2,5	5	2,5	2,5	5	5	5	5	5	5	5
Agua	1	2,5	2,5	5	5	2,5	2,5	5	2,5	5	5	5	5	5
Aire	1	5	5	1	1	1	1	5	2,5	1	5	1	1	1
Flora y fauna	1	2,5	1	1	1	1	1	2,5	2,5	2,5	1	1	1	1
Economía y social	5	5	5	5	5	5	10	10	5	5	5	5	5	10
Salud	1	5	5	1	1	1	1	5	2,5	2,5	5	2,5	2,5	2,5

4.5.3 Reversibilidad del impacto

Se trata de la capacidad del entorno para volver a su estado original tras el impacto ambiental. La Tabla 41 siguiente incluye las ponderaciones según cada nivel, y la Tabla x.x presenta la matriz aplicada al proyecto.

Tabla 41

Escala de Reversibilidad

Reversibilidad	Valoración
Esporádica	1
Temporal	2.5
Periódica	5
Recurrente	7.5
Permanente	10

Figura 65

Matriz de Valoración de la Reversibilidad del Impacto Ambiental

Componente ambiental	Selección del residuo de concreto	Trituración del residuo	Clasificación granulométrica	Ensayos de caracterización	Dosificación del hormigón	Elaboración de probetas	Evaluación estructural	Transporte del RCA	Acopio temporal en obra	Excavación de cimentación	Colado de elementos estructurales	Instalaciones generales	Acabados	Clasificación de residuos
Suelo	2,5	7,5	7,5	2,5	5	2,5	2,5	7,5	5	10	10	7,5	5	5
Agua	1	5	5	5	5	2,5	2,5	5	2,5	10	10	5	5	5
Aire	1	10	7,5	1	1	1	1	7,5	5	1	10	1	1	1
Flora y fauna	1	5	2,5	1	1	1	1	5	5	5	1	1	1	1
Economía y social	5	5	5	5	5	5	10	10	5	5	5	5	5	10
Salud	1	7,5	7,5	1	1	1	1	7,5	5	5	10	5	5	5

4.5.4 Índice de Impacto Ambiental

Para el cálculo del impacto, se tomarán en cuenta las ponderaciones reflejadas en la siguiente tabla:

Tabla 42

Ponderación de factores para calculo de impacto

Criterio	Ponderación
Extensión	0.35
Duración	0.35
Reversibilidad	0.30

Considerando la Ecuación 4.1, se obtiene los valores mostrados en la Tabla 4.9 para la importancia del impacto ambiental de cada actividad.

Figura 66

Matriz de valoración del Índice de importancia

Componente ambiental	Selección del residuo de concreto	Trituración del residuo	Clasificación granulométrica	Ensayos de caracterización	Dosificación del hormigón	Elaboración de probetas	Evaluación estructural	Transporte del RCA	Acopio temporal en obra	Excavación de cimentación	Colado de elementos estructurales	Instalaciones generales	Acabados	Clasificación de residuos
Suelo	2,1	4,7	4,7	1,8	3,5	1,8	1,8	4,4	3,9	7,0	6,3	4,7	3,9	4,6
Agua	0,7	2,6	2,6	3,9	3,9	2,1	1,8	3,9	2,1	5,6	5,6	3,9	3,9	3,9
Aire	0,7	7,0	5,3	0,7	0,7	0,7	0,7	5,3	3,0	0,7	5,6	0,7	0,7	0,7
Flora y fauna	0,7	3,0	1,2	0,7	0,7	0,7	0,7	3,0	3,0	3,0	0,7	0,7	0,7	0,7
Economía y social	4,4	4,4	4,4	4,4	4,4	4,4	8,8	8,8	4,4	4,4	4,4	4,4	4,4	8,8
Salud	0,7	5,3	5,3	0,7	0,7	0,7	0,7	5,3	3,0	3,0	6,1	3,0	3,0	3,0

En la siguiente tabla 4.10 se obtiene la matriz de valoración de magnitud, se tomó en cuenta que (+) será beneficioso y (-) perjudicial según su valoración:

Figura 67

Matriz de Valoración de la Magnitud del Impacto

Componente ambiental	Selección del residuo de concreto	Trituración del residuo	Clasificación granulométrica	Ensayos de caracterización	Dosificación del hormigón	Elaboración de probetas	Evaluación estructural	Transporte del RCA	Acopio temporal en obra	Excavación de cimentación	Colado de elementos estructurales	Instalaciones generales	Acabados	Clasificación de residuos
Suelo	-5	-2,5	-1	0	-1	-1	0	-2	-1	-7,5	-5	-2	-1	-3
Agua	-1,5	-2	-1,5	-2,5	-1	-1	0	-2	-1	-2,5	-1	-1	-1	-1
Aire	-5	-7,5	-5	-1	0	0	0	-3	-2	-1	-5	-1	-1	-1
Flora y fauna	0	-2,5	-1	0	0	0	0	-2,5	-1	-1	0	0	0	0
Economía y social	3	4	3	2	2	2	5	4	-2	2	3	2	2	5
Salud	-2	-2,5	-2	-1,5	-1	-1	-1	-2,5	-1	-1,5	-2,5	-1	-1	-1

Usando la Ecuación 4.2, se obtienen los valores para la tabla 4.11 que corresponde al índice de impacto ambiental de las actividades realizadas en cada fase.

Figura 68

Matriz cuantitativa de valoración de Impacto ambiental

Componente ambiental	Selección del residuo de concreto	Trituración del residuo	Clasificación granulométrica	Ensayos de caracterización	Dosificación del hormigón	Elaboración de probetas	Evaluación estructural	Transporte del RCA	Acopio temporal en obra	Excavación de cimentación	Colado de elementos estructurales	Instalaciones generales	Acabados	Clasificación de residuos
Suelo	-3,2	-3,4	-2,2	0,0	-1,9	-1,3	0,0	-3,0	-2,0	-7,2	-5,6	-3,1	-2,0	-3,7
Agua	-1,0	-2,3	-2,0	-3,1	-2,0	-1,4	0,0	-2,8	-1,4	-3,7	-2,4	-2,0	-2,0	-2,0
Aire	-1,9	-7,2	-5,1	-0,8	0,0	0,0	0,0	-4,0	-2,4	-0,8	-5,3	-0,8	-0,8	-0,8
Flora y fauna	0,0	-2,7	-1,1	0,0	0,0	0,0	0,0	-2,7	-1,7	-1,7	0,0	0,0	0,0	0,0
Economía y social	3,6	4,2	3,6	3,0	3,0	3,0	6,6	5,9	-3,0	3,0	3,6	3,0	3,0	6,6
Salud	-1,2	-3,6	-3,2	-1,0	-0,8	-0,8	-0,8	-3,6	-1,7	-2,1	-3,9	-1,7	-1,7	-1,7

La clasificación de los valores de impacto obtenidos en la matriz de Leopold se muestra en la Tabla 4.12.

Tabla 43

Categorización de los valores de Impacto

Calificación	Valoración
Altamente significativo	$ IA \geq 6,5$
Significativo	$4,5 \geq IA \geq 6,5$
Despreciable	$ IA < 4,5$
Benéfico	$IA > 0$

Con base en todas estas evaluaciones, se obtuvo la valoración cualitativa reflejada en la matriz de Leopold, presentada en la Tabla 4.13

Figura 69

Matriz cualitativa de valoración de Impactos Ambientales

Componente ambiental	Selección del residuo de concreto	Trituración del residuo	Clasificación granulométrica	Ensayos de caracterización	Dosificación del hormigón	Elaboración de probetas	Evaluación estructural	Transporte del RCA	Acopio temporal en obra	Excavación de cimentación	Colado de elementos estructurales	Instalaciones generales	Acabados	Clasificación de residuos
Suelo	Despreciable	Despreciable	Despreciable	Ninguno	Despreciable	Despreciable	Ninguno	Despreciable	Despreciable	Altamente significativo	Significativo	Despreciable	Despreciable	Despreciable
Agua	Despreciable	Despreciable	Despreciable	Despreciable	Despreciable	Despreciable	Ninguno	Despreciable	Despreciable	Despreciable	Despreciable	Despreciable	Despreciable	Despreciable
Aire	Despreciable	Altamente significativo	Significativo	Despreciable	Ninguno	Ninguno	Ninguno	Despreciable	Despreciable	Despreciable	Significativo	Despreciable	Despreciable	Despreciable
Flora y fauna	Ninguno	Despreciable	Despreciable	Ninguno	Ninguno	Ninguno	Ninguno	Despreciable	Despreciable	Despreciable	Ninguno	Ninguno	Ninguno	Ninguno
Economía y social	Despreciable	Despreciable	Despreciable	Despreciable	Despreciable	Despreciable	Altamente significativo	Significativo	Despreciable	Despreciable	Despreciable	Despreciable	Despreciable	Altamente significativo
Salud	Despreciable	Despreciable	Despreciable	Despreciable	Despreciable	Despreciable	Despreciable	Despreciable	Despreciable	Despreciable	Despreciable	Despreciable	Despreciable	Despreciable

En términos generales, la mayoría de las actividades del proyecto generan impactos ambientales catalogados como “Despreciables” o “Ninguno”, lo cual evidencia que el uso de agregado de concreto reciclado (RCA) no representa una amenaza ambiental significativa si se gestionan adecuadamente los procesos involucrados.

No obstante, se identifican impactos “Altamente significativos” en componentes clave como el aire y el suelo, particularmente en actividades como la trituración del residuo, excavación de cimentación, y la clasificación de residuos. Estas actividades se asocian a la emisión de partículas contaminantes, el movimiento de maquinaria pesada, y la remoción de material particulado, lo que podría derivar en afectaciones a la calidad del aire y la estabilidad del suelo si no se implementan medidas de mitigación adecuadas.

Además, se observan impactos “Significativos” en la economía y el tejido social, derivados de la creación de empleo, la innovación en el uso de materiales sostenibles y la optimización de recursos. El uso del RCA no solo reduce la presión sobre los bancos de materiales vírgenes y la necesidad de extracción de áridos naturales, sino que además disminuye la carga de residuos en vertederos, mitigando los impactos negativos del sector de la construcción en el medio ambiente.

En consecuencia, el proyecto demuestra una contribución tangible a los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) 11 y 12, promoviendo la construcción de viviendas sostenibles y el fomento de patrones de producción responsables.

Finalmente, se recomienda que el proyecto fortalezca su plan de manejo ambiental, especialmente en fases críticas como la excavación y trituración, e incorpore estrategias de monitoreo ambiental participativo para garantizar el cumplimiento de los estándares de calidad ambiental a lo largo de su ejecución.

4.6 Medidas de prevención/mitigación

Tipos de medidas de prevención o mitigación estudiadas en su investigación y su plan de manejo ambiental propuesto.

El Plan de Gestión Ambiental es un instrumento técnico que reúne un conjunto de acciones orientadas a prevenir, minimizar, corregir y compensar los efectos negativos que una actividad o proyecto pueda generar sobre el medio ambiente. Su finalidad es asegurar que la ejecución del proyecto se lleve a cabo de manera responsable y en armonía con los principios del desarrollo sostenible (Ministerio del Ambiente del Ecuador, 2019).

A continuación, se presentan las tablas correspondientes a los programas propuestos para cada una de las etapas del proyecto.

Tabla 44

Plan de Manejo Ambiental – Obtención y preparación del agregado reciclado (RCA)

Medida	Impacto	Responsable	Momento	Ubicación	Actividades y recursos
Implementar un protocolo de clasificación de residuos con separación adecuada en origen.	Generación de residuos sólidos	Personal operativo	Durante la recolección y recepción de residuos	Planta de reciclaje / Sitio de acopio	Bitácora de clasificación, registro fotográfico del material recibido
Rociar agua en zonas de trituración para reducir material particulado	Emisión de polvo / Calidad del aire	Operador de maquinaria	Durante trituración	Zona de planta	Informe de control de emisiones, registros de humedad aplicados
Uso obligatorio de EPP auditivo y respiratorio durante trituración	Exposición a ruido y polvo	Personal operativo	Durante trituración y tamizado	Planta de tratamiento	Reportes de uso de EPP, lista de verificación y fichas médicas semestrales
Mantener registros de consumo energético de maquinaria	Consumo de energía	Técnico de planta	Durante todas las actividades mecánicas	Planta de procesamiento	Informe mensual de consumo energético y reporte de eficiencia
Asegurar que los vehículos usados en transporte cumplan normas ambientales	Emisión de CO ₂ y gases contaminantes	Personal de logística	Antes del transporte	Desde planta al sitio de obra	Checklist de mantenimiento preventivo y selección de rutas optimizadas

Tabla 45

Plan de Manejo Ambiental – Dosificación y producción del hormigón estructural con RCA

Medida	Impacto	Responsable	Momento	Ubicación	Actividades y recursos
Mantener registros del consumo de energía de equipos de mezclado y ensayos	Consumo de energía eléctrica	Personal técnico del laboratorio	Durante dosificación, mezclado y curado	Planta / Laboratorio	Informe de consumo mensual, programa de eficiencia energética
Usar sistema cerrado de agua de mezclado para reducir el desperdicio	Consumo de agua	Técnico de laboratorio	Durante dosificación y mezclado	Planta / Laboratorio	Registro de volumen de agua utilizada, comparativo por mezcla
Controlar el contenido de finos para evitar exceso de aditivos y retrabajo	Generación de residuos de mezcla	Personal técnico	Durante diseño de mezcla	Planta / laboratorio	Bitácora de pruebas, hojas de dosificación optimizada
Uso obligatorio de guantes, mascarilla y protección auditiva	Exposición ocupacional	Personal operativo	Durante mezcla, moldeado y curado	Área de dosificación	Registro de entrega de EPP, ficha de capacitaciones internas

Medida	Impacto	Responsable	Momento	Ubicación	Actividades y recursos
Asegurar la reutilización de mezclas no conformes en pruebas no estructurales	Generación de residuos	Coordinador de calidad	Postmezcla y ensayo	Laboratorio	Informe de destino alternativo de mezcla no utilizada

Tabla 46
Plan de Manejo Ambiental – Actividades constructivas en obra

Medida	Impacto	Responsable	Momento	Ubicación	Actividades y recursos
Delimitar zonas de acopio temporal para materiales y residuos	Alteración del paisaje / desorden espacial	Residente de obra	Inicio de obra	Sitio de obra	Señalética visible, informe fotográfico del orden del sitio
Rociar agua en zonas de corte, excavación y carga de materiales	Emisión de polvo	Personal operativo	Durante movimiento de tierras	Obra	Bitácora diaria de riego, registro de humedad aplicada
Programar horarios de trabajo para evitar picos	Producción de ruido	Supervisor de obra	Durante fundición y carga de materiales	Sitio de construcción	Informe de cumplimiento de horario y

Medida	Impacto	Responsable	Momento	Ubicación	Actividades y recursos
de ruido en horarios sensibles					monitoreo sonoro ocasional
Instalar bandejas de recolección en zonas de corte para evitar derrames	Contaminación de suelo	Encargado ambiental	En zonas de corte o manejo de aceites/lubricantes	Frente de trabajo	Ficha de inspección visual, inventario de bandejas
Capacitar al personal en prácticas de trabajo seguro con materiales reciclados	Exposición ocupacional / Riesgos por manipulación	Coordinador de seguridad	Antes del inicio de actividades	Obra	Acta de capacitaciones, lista de asistencia y fichas de seguridad firmadas

Tabla 47

Plan de Manejo Ambiental – Manejo de residuos y fase postconstructiva

Medida	Impacto	Responsable	Momento	Ubicación	Actividades y recursos
Clasificar y registrar los residuos no peligrosos generados en obra	Generación de residuos sólidos	Encargado ambiental / Maestro de obra	Finalización de cada actividad	Sitio de obra	Bitácora de residuos, tabla con tipo, volumen y destino final

Medida	Impacto	Responsable	Momento	Ubicación	Actividades y recursos
Disponer los residuos reciclables en puntos establecidos según tipo	Contaminación de suelo / Ineficiencia en gestión de residuos	Personal de limpieza	Durante limpieza final	Zona de acopio	Señalización de contenedores, control visual semanal
Establecer convenios con gestores ambientales autorizados para retiro	Acumulación de residuos / Incumplimiento normativo	Responsable administrativo	Cierre de obra	Zona de almacenamiento temporal	Registro de entrega, guías de traslado y RUC de gestor
Realizar un plan de revegetación en zonas expuestas a excavación	Pérdida de cobertura vegetal	Supervisor de obra	Tras fase de cimentación	Perímetro de la obra / áreas verdes	Plan de siembra o cobertura vegetal, actas de cumplimiento
Archivar informes de consumo y ahorro de agua, energía y residuos	Seguimiento de indicadores ambientales	Técnico del proyecto	Durante y al final del proyecto	Oficina técnica del proyecto	Informe técnico consolidado de eficiencia y control ambiental

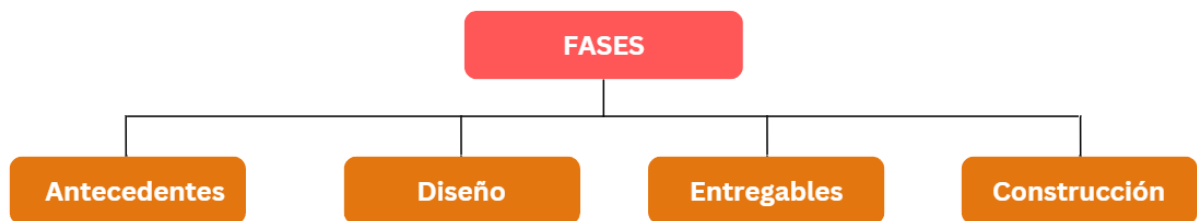
Capítulo 5

5. PRESUPUESTO

5.1 Estructura Desglosada de Trabajo

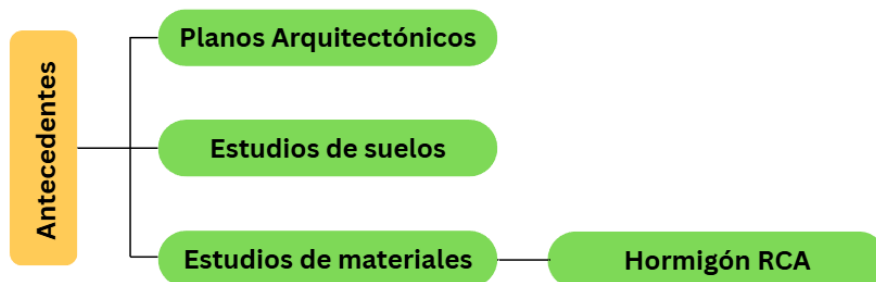
La estructura desglosada de trabajo o también conocida como Work Breakdown Structure (WBS) permite descomponer el proyecto en fases con el objetivo de manejar menor la información, facilitar la planificación, ejecución de las actividades para llevar a cabo la obra. A continuación se establecen las fases que componen el proyecto:

Figura 70
Fases del WBS



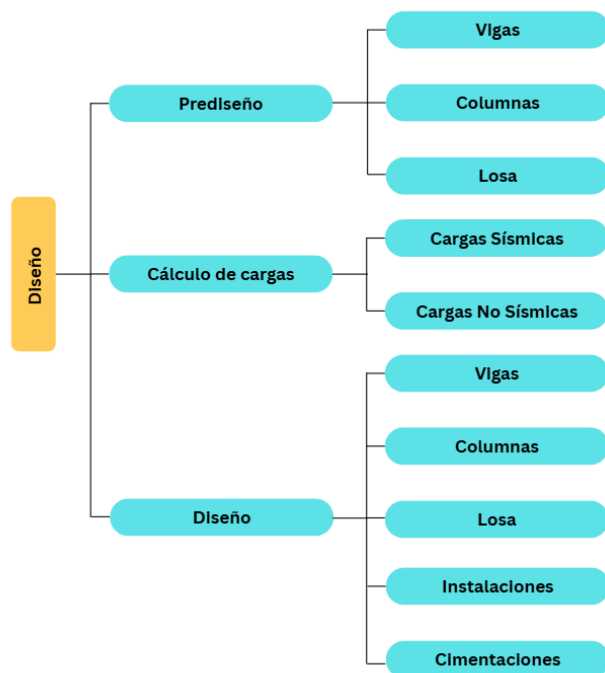
La primera fase es antecedentes, está compuesta por toda la documentación necesaria para llevar a cabo la fase de diseño como se muestra en la Figura 57.

Figura 71
Fase 1 (Antecedentes)



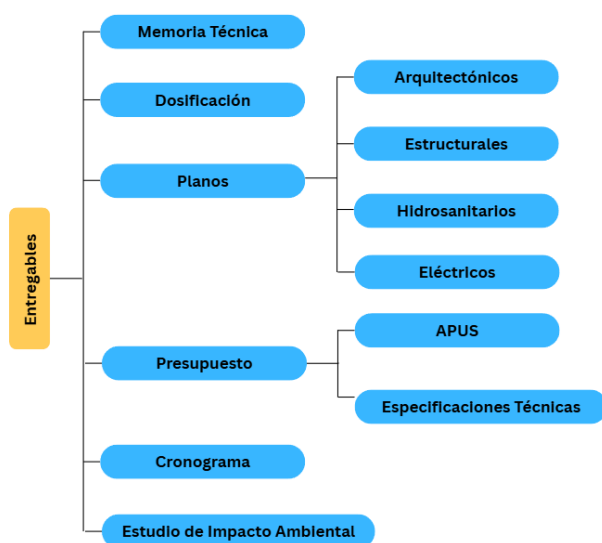
La segunda fase es diseño, está integrado por todos los cálculos del diseño de los elementos estructurales y no estructurales como instalaciones de la vivienda como se muestra en la Figura 58.

Figura 72
Fase 2 (Diseño)



La tercera fase es entregables donde se presenta toda la documentación que será enviada al cliente para facilitar la construcción y ejecución de su proyecto.

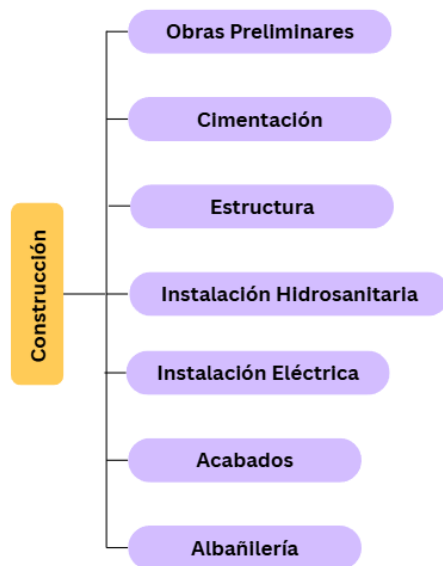
Figura 73
Fase 3 (Entregables)



La última fase es construcción que está integrada por todas las actividades necesarias para llevar a cabo la ejecución del proyecto.

Figura 74

Fase 4 (Construcción)



5.2 Rubros y análisis de precios unitarios (fusión)

El análisis de precios unitarios (APUs) de cada rubro se realizó una investigación de precios del mercado en la Plataforma de Compras Públicas donde se tomaron como referencia proyectos realizados en Ecuador. También se obtuvo información de la Cámara del Construcción de Guayaquil y La Contraloría General del Estado. Todos los APU de los rubros presentes en este proyecto integrador se encuentran detallados en el Anexo 7.

Figura 75

Desbroce y Limpieza del terreno

ACTIVIDADES PRELIMINARES						
Proyecto	Diseño de una vivienda ubicada en la ciudad de Samborondón evaluando el uso de Hormigón Estructural elaborado con reemplazo de Agregado de Concreto Reciclado					
Rubro	1,01					
Detalle	DESBROCE Y LIMPIEZA DEL TERRENO				Unidad	M2
EQUIPOS						
Descripcion	Unidad	Cantidad	P. Unitario	Costo por unidad	Rendimiento	Costo
		A	B	AxB	R	D=C*R
Herramienta manual (5% mo)	GLOBAL	3,00	3,16	9,48	0,0100	0,09
Retroexcavadora caterpillar E20	HM	0,05	7,00	0,35	0,7500	0,26
Motosierra a gasolina de 2kw de potencia	HM	0,24	2,50	0,60	0,1000	0,06
SUBTOTAL						0,42
MANO DE OBRA						
Descripcion	Unidad	Cantidad	P. Unitario	Costo por unidad	Rendimiento	Costo
		A	B	AxB	R	D=C*R
Peón	HH	1,00	4,14	4,14	0,2000	0,83
Operador de maquinaria	HH	0,40	4,42	1,77	0,3000	0,53
SUBTOTAL						1,36
MATERIALES						
Descripcion	Unidad	Cantidad	P. Unitario	Costo por unidad	Rendimiento	Costo
		A	B		R	AxB
SUBTOTAL						0,00
TRANSPORTE						
Descripcion	Unidad	Cantidad	P. Unitario	Costo por unidad	Rendimiento	Costo
		A	B	AxB	R	D=C*R
SUBTOTAL						0,00
	TOTAL COSTOS DIRECTOS X=(M+N+O+					1,78
	INDIRECTOS Y UTILIDADES			20,00%		0,36
	OTROS ESPECIFICOS					0,00
	COSTO TOTAL DEL RUBRO					2,13

Figura 76

Trazado y Replanteo

ACTIVIDADES PRELIMINARES						
Proyecto	Diseño de una vivienda ubicada en la ciudad de Samborondón evaluando el uso de Hormigón Estructural elaborado con reemplazo de Agregado de Concreto Reciclado					
Rubro	1,02					
Detalle	TRAZADO Y REPLANTEO				Unidad	M2
EQUIPOS						
Descripcion	Unidad	Cantidad	P. Unitario	Costo por unidad	Rendimiento	Costo
		A	B	AxB	R	D=C*R
HERRAMIENTAS MENORES (5% M/O)	GLOBAL					0,03
EQ. TOPOGRÁFICO	HM	0,20	3,75	0,75	0,0333	0,03
SUBTOTAL						0,06
MANO DE OBRA						
Descripcion	Unidad	Cantidad	P. Unitario	Costo por unidad	Rendimiento	Costo
		A	B	AxB	R	D=C*R
PEÓN	HH	3,00	4,14	12,42	0,0333	0,41
MAESTRO MAYOR	HH	0,20	4,65	0,93	0,0333	0,03
CARPINTERO	HH	1,00	4,19	4,19	0,0333	0,14
TOPÓGRAFO	HH	0,20	4,65	0,93	0,0333	0,03
SUBTOTAL						0,62
MATERIALES						
Descripcion	Unidad	Cantidad	P. Unitario	Costo por unidad	Rendimiento	Costo
		A	B		R	AxB
IOS (CLAVOS, CUARTONES, PIOLA, TI	U	1,000	0,200	0,20		0,20
SUBTOTAL						0,20
TRANSPORTE						
Descripcion	Unidad	Cantidad	P. Unitario	Costo por unidad	Rendimiento	Costo
		A	B	AxB	R	D=C*R
SUBTOTAL						0,00
		TOTAL COSTOS DIRECTOS X=(M+N+O+			0,87	
		INDIRECTOS Y UTILIDADES			20,00%	
		OTROS ESPECIFICOS			0,00	
		COSTO TOTAL DEL RUBRO			1,05	

Larrera y Manrique, 2025. "Construcción de la Infraestructura de Movilidad Urbana Sostenible (Parque Lineal) en la Cooperativa El Limonal- Programa CAF XVI"- Análisis de Precios Unitarios. Guayaquil-Ecuador.

Larrera y Manrique, 2025. "Construcción de la Infraestructura de Movilidad Urbana Sostenible (Parque Lineal) en la Cooperativa El Limonal- Programa CAF XVI": Análisis de Precios Unitarios. Guayaquil-Ecuador.

5.3 Descripción de cantidades de obra (Revisar)

La cuantificación de las cantidades en obra como mano de obra, materiales y equipo se realizó tomando como referencia proyectos realizados anteriormente y la base de datos de Insucons que toma como referencia los valores de la Cámara de la Construcción. Además, datos como m³ de hormigón, acero y algunas áreas fueron obtenidas de las tablas de cuantificación de materiales de Revit.

5.4 Valoración integral del costo del proyecto

Para realizar la valoración integral del costo del proyecto se subdividió el mismo en categorías como Obras Preliminares, Cimentación, Estructura, Instalaciones Hidrosanitarias, Instalaciones Eléctricas, Acabados y Albañilería, las cuales como se mencionaron la estructura desglosada del trabajo son esenciales para llevar a cabo la construcción del proyecto.

Figura 77

Resumen de Presupuesto

CODIGO	DETALLE	UNIDAD	PRECIOS UNITARIOS	CANTIDAD	COSTO TOTAL
1	OBRAS PRELIMINARES				\$341,98
1,01	DESBROCE Y LIMPIEZA DEL TERRENO	M2	\$2,20	98	\$215,60
1,02	TRAZADO Y REPLANTEO	M2	\$1,06	60	\$63,75
1,03	CERRAMIENTO PROVISIONAL DE YUTE h=2,40 M	ML	\$1,49	42	\$62,63
2	CIMENTACIÓN				\$11.274,09
2,01	EXCAVACIÓN PARA CIMENTACIÓN	M3	\$12,86	10	\$128,62
2,02	HORMIGÓN SIMPLE EN REPLANTILLO F'C=140 KG/CM2	M2	\$144,75	65	\$9.408,53
2,03	HORMIGÓN DE ZAPATA F'C=280 KG/CM2 INCLUYE ENCOFRADO Y CURADOR	M3	\$177,24	9,8	\$1.736,94
3	ESTRUCTURA				\$14.677,56
3,01	HORMIGÓN RCA EN COLUMNA F'C=280 KG/CM2 INCLUYE ENCOFRADO Y CURADOR	M3	\$108,22	8,52	\$922,00
3,02	HORMIGÓN RCA EN VIGA F'C=280 KG/CM2 INCLUYE ENCOFRADO Y CURADOR	M3	\$108,22	9,12	\$986,93
3,03	HORMIGÓN EN LOSA DE 20CM F'C=280KG/CM2; BLOQUE ALIGERADO	M3	\$108,22	6,81	\$736,95
3,04	HORMIGÓN SIMPLE EN ESCALERA F'C=210 KG/CM2 INCLUYE ENCOFRADO Y CURADOR	M3	\$219,30	5,5	\$1.206,15
3,05	HORMIGÓN SIMPLE EN CONTRAPISO F'C=210 KG/CM2 INCLUYE ENCOFRADO Y CURADOR	M3	\$219,30	10,8	\$2.368,44
3,06	MAMPOSTERIA DE BLOQUE	M2	\$16,43	170,04	\$2.793,49
3,07	ACERO DE REFUERZO EN BARRAS FY=4200 KG/CM2	KG	\$2,12	1633,742	\$3.457,01
3,08	MALLA ELECTROSOLDADA 4,5 MM (15X15) CM	M2	\$15,22	145	\$2.206,59
4	INSTALACIÓN HIDROSANITARIA				\$5.616,90
4,01	PUNTO DE AGUA POTABLE 1/2"	PTO	\$24,33	8	\$194,66
4,02	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TUBERÍA DE PVC 1/2" INCLUYE ACCESORIOS	ML	\$27,99	55	\$1.539,25
4,03	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TUBERÍA DE PVC 3/4" INCLUYE ACCESORIOS	ML	\$16,04	8,5	\$136,32
4,04	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE DESAGUE DE 50MM INCLUYE ACCESORIOS	ML	\$14,24	20	\$284,88
4,05	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE DESAGUE DE 75MM INCLUYE ACCESORIOS	ML	\$19,37	64	\$1.239,54
4,06	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE DESAGUE DE 100MM INCLUYE ACCESORIOS	ML	\$22,72	78	\$1.771,84
4,07	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE CAJA DE REGISTRO PLÁSTICA	U	\$112,60	4	\$450,41
5	INSTALACIÓN ELÉCTRICA				\$759,33
5,01	PUNTO DE ILUMINACIÓN 120 V	PTO	\$19,27	17	\$327,54
5,02	PUNTO DE TOMACORRIENTE DE 110 V	PTO	\$18,22	14	\$255,06
5,03	PUNTO DE TOMACORRIENTE DE 220 V	PTO	\$35,26	3	\$105,79
5,04	TABLERO DE CONTROL	U	\$70,95	1	\$70,95
6	ACABADOS				\$9.208,79
6,01	ENLUCIDO	M2	\$8,17	340,08	\$2.777,55
6,02	EMPASTE Y PINTURA EXTERIOR	M2	\$6,17	181	\$1.116,91
6,03	EMPASTE Y PINTURA INTERIOR	M2	\$3,19	195	\$621,21
6,04	CERÁMICA PARA PARED	M2	\$21,19	40	\$847,62
6,05	CERÁMICA PARA PISO	M2	\$21,22	144	\$3.055,12
6,06	TUMBADO DE GYPSUM	M2	\$11,13	71	\$790,36
7	ALBAÑILERÍA				\$1.973,23
7,01	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE PUERTA ABATIBLE DE MADERA	U	\$112,67	10	\$1.126,75
7,02	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE VENTANA EN PERFIL DE VIDRIO	U	\$279,19	3	\$837,58
7,03	PANELES DE VIDRIO	M2	\$1,00	8,9	\$8,90
TOTAL					\$43.851,88

5.5 Especificaciones Técnicas

A continuación, se presentan especificaciones técnicas de los rubros para la construcción, las cuales fueron consultadas en fuentes oficiales como el Ministerio de Transporte y Obras Públicas, el portal del Servicio Nacional de Contratación Pública (Sercop) y Municipios como el de Guayaquil, Quevedo, Manta, entre otros.

RUBRO AP 1.01. DESBROCE Y LIMPIEZA DEL TERRENO

Descripción.-

Este trabajo consistirá en despejar el terreno efectuando operaciones como cortar, desenraizar, quemar y retirar de los sitios de construcción, los árboles, arbustos, hierbas o cualquier vegetación comprendida dentro de las áreas de construcción (Arévalo y Párraga, 2013).

Equipo mínimo: Herramientas menores.

Materiales: Ninguno

Procedimiento de trabajo.-

- Primero, se deberá desalojar todos los elementos que no correspondan a desbroce y limpieza fuera del área de construcción.
- Segundo, todo material proveniente del desbroce se colocará en los sitios designados.
- Tercero, los huecos o cortes generados deberán ser rellenados y compactados para un buen desarrollo del proyecto (Arévalo y Párraga, 2013).

Unidad de medición: M2

Medición y forma de pago.- Este rubro se medirá y se pagará de forma “metro cuadrado” (m2)

RUBRO AP 1.02. TRAZADO Y REPLANTEO

Descripción.-

Este trabajo consistirá en el trazado y replanteo del terreno, confirmación de longitudes y niveles llevados de los planos arquitectónicos (Dillon et al., 2025).

Equipo mínimo: Herramientas menores, equipo topográfico.

Materiales: Accesorios (clavos, cuartones, piola, tiras, etc.).

Procedimiento de trabajo.-

- Este trabajo tiene como objetivo colocar referencias estables de ejes.
- Los trabajos de trazado y replanteo que se aplicarán en las áreas a construir demarcando con estacas de madera y con piola, ubicar el sitio exacto para realizar los rellenos y excavaciones.
- La localización general y los lineamientos, elevaciones y niveles de trabajo serán marcados en el campo (Dillon et al., 2025).

Unidad de medición: M2

Medición y forma de pago.- Este rubro se medirá y se pagará de forma “metro cuadrado” (m2)

RUBRO AP 1.03. CERRAMIENTO PROVISIONAL DE YUTE h=2,40 M

Descripción.-

Este trabajo consistirá en colocar un cerramiento provisional de yute alrededor del bloque de construcción, con el objetivo de impedir la entrada de personas ajenas al proyecto según los límites especificados en los planos (Becerra, 2019).

Equipo mínimo: Herramientas menores.

Materiales: Tela de yute, puntal de eucalipto de 2.50 m de largo, Cuartones de encofrado, Alambre de amarre, Tapas metálicas con clavo.

Mano de obra: Peón, Albañil, Maestro Mayor Ejecución Obra Civil.

Procedimiento de trabajo.-

- Para llevar a cabo el cerramiento se utilizarán rollos de fibra de yute color verde a una altura de 2 metros.
- Luego, los puntales estarán hechos de eucalipto de 2.50 metros con un espaciamiento de 3 metros.
- En las esquinas se utilizarán cuartones de encofrado a manera de contravientos. Se empleará alambre de amarre (Becerra, 2019).

Unidad de medición: ML

Medición y forma de pago.- Este rubro se medirá y se pagará de forma “metro lineal” (ml)

RUBRO CI 2.01. EXCAVACIÓN PARA CIMENTACIÓN

Descripción.-

Este trabajo consistirá excavar con la maquinaria necesaria en el terreno para llevar a cabo la construcción de zapatas y riostras acorde a los límites especificados en los planos estructurales del proyecto (Albán, 2022).

Equipo mínimo: Herramientas menores, Retroexcavadora

Materiales: Ninguno.

Mano de obra: Operador de Equipo Pesado G1, Peón, Inspector de Obra.

Procedimiento de trabajo.-

- Primero se debe verificar la capacidad portante del suelo indicada en los planos. Se debe hacer una inspección visual.

- Luego, por medio de la retroexcavadora retirar el material y cargarlo a las volquetas, las cuales dispondrán el material en el botadero municipal seleccionado más cercano al proyecto (Albán, 2022).

Unidad de medición: M3

Medición y forma de pago.- Este rubro se medirá y se pagará de forma “metro cúbico” (m3)

RUBRO CI 2.02. RELLENO DE MATERIAL DE PRÉSTAMO IMPORTADO

Descripción.-

Consiste en el suministro de material de relleno, compactación, este material se obtendrá de aquellas zonas de préstamo localizadas fuera del área del proyecto (Albán, 2022).

Equipo mínimo: Rodillo vibratorio, motoniveladora, herramientas menores.

Materiales: Cascajo mediano IP <9, agua.

Mano de obra: Operador de Equipo Pesado G1, Peón, Inspector de Obra.

Procedimiento de trabajo.-

- La capa superior de 15 cm de espesor por debajo de la cota de excavación deberá compactarse.
- El material adecuado deberá someterse a los ensayos de laboratorio respectivo y su tamaño máximo será de 10 cm y no deben presentar expansión mayor al 4%, índice de plasticidad < 15% y su densidad máxima no debe ser menor a 1600 kg/m³. Tomando en cuenta que el valor CBR sea mayor al 20%, según el ensayo AASHO-T-91.
- La colocación del material de préstamo importado se los hará en capas aproximadamente horizontales. Cada capa será humedecida u oreada para lograr el contenido de humedad óptimo, y luego emparejada conformada y compactada, antes de la colocación de la capa siguiente (Albán, 2022).

Unidad de medición: M3

Medición y forma de pago.- Este rubro se medirá y se pagará de forma “metro cúbico” (m3)

RUBRO CI 2.03. HORMIGÓN SIMPLE EN REPLANTILLO F'C=140 KG/CM2

Descripción.-

Es el hormigón simple, de resistencia a la compresión de $f'c = 140 \text{ Kg/cm}^2$, incluye el proceso de fabricación, vertido y curado del hormigón y será utilizado como la base de apoyo de elementos estructurales (Ministerio de Educación, 2020).

Equipo mínimo: Herramienta menor, Concretera 1 saco, Vibrador.

Materiales: Hormigón simple $f'c=180 \text{ Kg/cm}^2$, Encofrado.

Mano de obra: Maestro Mayor Ejecución Obra Civil, Albañil, Peón.

Procedimiento de trabajo.-

- Primero, el hormigón debe cumplir con la resistencia establecida en la especificación, además de que al llegar a sitio debe cumplir con los requisitos mínimos de hormigón fresco para su aceptación.
- No se permitirá verter el hormigón desde alturas superiores a 2.00 m. por la disgregación de materiales (Ministerio de Educación, 2020).

Unidad de medición: M3

Medición y forma de pago.- Este rubro se medirá y se pagará de forma “metro cúbico” (m3)

RUBRO CI 2.04. HORMIGÓN DE ZAPATA F'C=280 KG/CM2 INCLUYE ENCOFRADO Y CURADOR

Descripción.-

Consiste en la construcción de zapatas y la columneta de hormigón estructural para cimentar los elementos estructurales, de acuerdo a las dimensiones y niveles señalados en el proyecto; además este rubro incluye el encofrado y desencofrado (Ministerio de Educación, 2020).

Equipo mínimo: Herramienta menor, Concretera 1 saco, Vibrador.

Materiales: Hormigón Simple $f_c=210 \text{ Kg/cm}^2$, Encofrado Tablero Contrachapado, Inhibidor de Corrosión Mixto Orgánico de Carboxilato de Amina.

Mano de obra: Peón, Albañil, Maestro Mayor Ejecución Obra Civil, Carpintero.

Procedimiento de trabajo.-

- Antes de iniciar la construcción de los plintos de hormigón estructural, el encofrado deberá estar terminado.
- La colocación del hormigón en el sitio de la obra deberá ser continua y no podrá ser interrumpida por más de 30 minutos.
- El hormigón deberá colocarse mientras esté fresco y no se permitirá el uso del agua para re-amasar el hormigón parcialmente endurecido.
- El hormigón será colocado uniformemente y vibrado de manera adecuado sin que se permita el segregamiento de material pétreo.
- Una vez concluidas las operaciones de acabado de las cadenas de amarre, se procederá al curado del hormigón, cuidando de no estropear la superficie (Ministerio de Educación, 2020).

Unidad de medición: M3

Medición y forma de pago.- Este rubro se medirá y se pagará de forma “metro cúbico” (m3)

RUBRO CI 2.05. HORMIGÓN DE RIOSTRA F'C=280 KG/CM2 INCLUYE ENCOFRADO

Descripción.-

Consiste en la construcción de riostras de hormigón estructural de acuerdo a las dimensiones y niveles señalados en el proyecto; además este rubro incluye el encofrado y desencofrado de la riostra (Ministerio de Educación, 2020, 2020).

Equipo mínimo: Herramienta menor, Concretera 1 saco, Vibrador.

Materiales: Hormigón Simple $f_c=210 \text{ Kg/cm}^2$, Encofrado Tablero Contrachapado, Inhibidor de Corrosión Mixto Orgánico de Carboxilato de Amina.

Mano de obra: Peón, Albañil, Maestro Mayor Ejecución Obra Civil, Carpintero.

Procedimiento de trabajo.-

- Antes de iniciar la construcción de los plintos de hormigón estructural, el encofrado deberá estar terminado.
- La colocación del hormigón en el sitio de la obra deberá ser continua y no podrá ser interrumpida por más de 30 minutos.
- El hormigón deberá colocarse mientras esté fresco y no se permitirá el uso del agua para re-amasar el hormigón parcialmente endurecido.
- El hormigón será colocado uniformemente y vibrado de manera adecuado sin que se permita el segregamiento de material pétreo.
- Una vez concluidas las operaciones de acabado de las cadenas de amarre, se procederá al curado del hormigón, cuidando de no estropear la superficie (Ministerio de Educación, 2020).

Unidad de medición: M3

Medición y forma de pago.- Este rubro se medirá y se pagará de forma “metro cúbico” (m3)

RUBRO ES 3.01. HORMIGÓN RCA EN COLUMNA F'C=280 KG/CM2 INCLUYE ENCOFRADO Y CURADOR

Descripción.-

Es el hormigón hecho con reemplazo de agregado reciclado que se utiliza para la conformación de columnas. Incluye el proceso de fabricación, vertido y curado del hormigón.

Equipo mínimo: Concretera, Herramienta menor.

Materiales: Cemento HE, Cemento GU, Piedra chispa # 67, Piedra # 78, Arena de río, Arena triturado, Agua, Árido reciclado, Aditivo 5030, Aditivo 2005r, Tablas semiduras, Clavos de 1 ½", Tiras de encofrado, Cuartones semiduros.

Mano de obra: Peón, Albañil, Maestro Mayor Ejecución Obra Civil, Carpintero.

Procedimiento de trabajo.-

- Antes de iniciar la construcción de las columnas de hormigón estructural, el encofrado deberá estar terminado.
- La colocación del hormigón en el sitio de la obra deberá ser continua y no podrá ser interrumpida por más de 30 minutos.
- El hormigón deberá colocarse mientras esté fresco y no se permitirá el uso del agua para re-amasar el hormigón parcialmente endurecido.
- El hormigón será colocado uniformemente sin que se permita el segregamiento de material pétreo.
- Una vez concluidas las operaciones, se procederá al curado del hormigón, cuidando de no estropear la superficie (Ministerio de Educación, 2020).

Unidad de medición: M3

Medición y forma de pago.- Este rubro se medirá y se pagará de forma “metro cúbico” (m3)

RUBRO ES 3.02. HORMIGÓN RCA EN VIGA F'C=280 KG/CM2 INCLUYE ENCOFRADO

Descripción.-

Es el hormigón hecho con reemplazo de agregado reciclado que se utiliza para la conformación de vigas. Engloba la construcción de vigas de hormigón, especificados en planos estructurales y demás documentos del proyecto. Incluye el proceso de fabricación, vertido y curado del hormigón.

Equipo mínimo: Concretera, Herramienta menor, Vibrador.

Materiales: Cemento HE, Cemento GU, Piedra chispa # 67, Piedra # 78, Arena de río, Arena triturado, Agua, Árido reciclado, Aditivo 5030, Aditivo 2005r, Tablas semiduras, Clavos de 1 ½", Tiras de encofrado, Cuartones semiduros.

Mano de obra: Peón, Albañil, Maestro Mayor Ejecución Obra Civil, Carpintero.

Procedimiento de trabajo.-

- Antes de iniciar la construcción de las vigas de hormigón estructural, el encofrado deberá estar terminado.
- La colocación del hormigón en el sitio de la obra deberá ser continua y no podrá ser interrumpida por más de 30 minutos.
- El hormigón deberá colocarse mientras esté fresco y no se permitirá el uso del agua para re-amasar el hormigón parcialmente endurecido.
- El hormigón será colocado uniformemente y vibrado de manera adecuado sin que se permita el segregamiento de material pétreo.
- Una vez concluidas las operaciones, se procederá al curado del hormigón, cuidando de no estropear la superficie (Ministerio de Educación, 2020).

Unidad de medición: M3

Medición y forma de pago.- Este rubro se medirá y se pagará de forma “metro cúbico” (m3)

RUBRO ES 3.03. HORMIGÓN EN LOSA DE 20CM F'C=280KG/CM2; BLOQUE ALIGERADO

Descripción.-

Es el hormigón hecho con reemplazo de agregado reciclado que se utiliza para la conformación de la losa aligerada. Corresponde a la construcción de viguetas y loseta de compresión de hormigón, especificados en planos estructurales y demás documentos del proyecto. Incluye el proceso de fabricación, vertido y curado del hormigón.

Equipo mínimo: Concretera, Herramienta menor, Vibrador.

Materiales: Cemento HE, Cemento GU, Piedra chispa # 67, Piedra # 78, Arena de río, Arena triturado, Agua, Árido reciclado, Aditivo 5030, Aditivo 2005r, Tablas semiduras, Clavos de 1 ½", Tiras de encofrado, Cuartones semiduros.

Mano de obra: Peón, Albañil, Maestro Mayor Ejecución Obra Civil, Carpintero.

Procedimiento de trabajo.-

- Antes de iniciar la construcción de la losa de hormigón estructural, el encofrado deberá estar terminado.
- La colocación del hormigón en el sitio de la obra deberá ser continua y no podrá ser interrumpida por más de 30 minutos.
- El hormigón deberá colocarse mientras esté fresco y no se permitirá el uso del agua para re-amasar el hormigón parcialmente endurecido.
- El hormigón será colocado uniformemente y vibrado de manera adecuado sin que se permita el segregamiento de material pétreo.
- Una vez concluidas las operaciones, se procederá al curado del hormigón, cuidando de no estropear la superficie (Ministerio de Educación, 2020).

Unidad de medición: M3

Medición y forma de pago.- Este rubro se medirá y se pagará de forma “metro cúbico” (m3)

RUBRO ES 3.04. HORMIGÓN SIMPLE EN ESCALERA F'C=210 KG/CM2 INCLUYE ENCOFRADO

Descripción.-

Es el hormigón hecho con reemplazo de agregado reciclado que se utiliza para la conformación de la escalera. Incluye el proceso de fabricación, vertido y curado del hormigón.

Equipo mínimo: Concretera, Herramienta menor, Vibrador.

Materiales: Hormigón simple $f'c=180 \text{ Kg/cm}^2$, Encofrado.

Mano de obra: Peón, Albañil, Maestro Mayor Ejecución Obra Civil, Carpintero.

Procedimiento de trabajo.-

- Antes de iniciar la construcción de la losa de hormigón estructural, el encofrado deberá estar terminado.
- La colocación del hormigón en el sitio de la obra deberá ser continua y no podrá ser interrumpida por más de 30 minutos.
- El hormigón deberá colocarse mientras esté fresco y no se permitirá el uso del agua para re-amasar el hormigón parcialmente endurecido.
- El hormigón será colocado uniformemente y vibrado de manera adecuado sin que se permita el segregamiento de material pétreo.
- Una vez concluidas las operaciones, se procederá al curado del hormigón, cuidando de no estropear la superficie.
- Evitar cargar al elemento recién fundido hasta que el hormigón haya adquirido el 70% de su resistencia de diseño, transcurran un mínimo de 14 días luego del hormigonado (Ministerio de Educación, 2020).

Unidad de medición: M3

Medición y forma de pago.- Este rubro se medirá y se pagará de forma “metro cúbico” (m3)

RUBRO ES 3.05. HORMIGÓN SIMPLE EN CONTRAPISO F'C=210 KG/CM2

INLCLUYE ENCOFRADO

Descripción.-

Es el hormigón simple con determinada resistencia, utilizado como base de piso interior o exterior y que no requiere el uso de encofrado inferior. Incluye el proceso de fabricación, vertido y curado del hormigón.

Equipo mínimo: Concretera, Herramienta menor, Vibrador.

Materiales: Hormigón simple $f'c=180 \text{ Kg/cm}^2$, Encofrado.

Mano de obra: Peón, Albañil, Maestro Mayor Ejecución Obra Civil, Carpintero.

Procedimiento de trabajo.-

- Antes de iniciar la construcción de la losa de hormigón estructural, el encofrado deberá estar terminado.
- Antes de iniciar la construcción se deben verificar los niveles y cotas conforme lo establecido en el plano.
- Determinar las juntas de dilatación. La colocación del hormigón en el sitio de la obra deberá ser continua y no podrá ser interrumpida por más de 30 minutos.
- El hormigón deberá colocarse mientras esté fresco y no se permitirá el uso del agua para re-amasar el hormigón parcialmente endurecido.
- El hormigón será colocado uniformemente y vibrado de manera adecuado sin que se permita el segregamiento de material pétreo.
- Una vez concluidas las operaciones, se procederá al curado del hormigón, cuidando de no estropear la superficie.
- Evitar el tránsito sobre el elemento recién fundido hasta que el hormigón haya adquirido el 70% de su resistencia de diseño, transcurran un mínimo de 14 días luego del hormigonado (Ministerio de Educación, 2020).

Unidad de medición: M3

Medición y forma de pago.- Este rubro se medirá y se pagará de forma “metro cúbico” (m3)

RUBRO ES 3.06. MAMPOSTERIA DE BLOQUE

Descripción.-

Se conformará una hilada de bloque sobre todo el extremo de la losa (generalmente sobre losa de cubierta)

Equipo mínimo: Herramienta menor.

Materiales: Bloque vibro-prensado, alambre galvanizado # 18, hierro redondo corrugado, cemento tipo portland, arena fina y agua potable.

Mano de obra: Maestro mayor, albañil, ayudante.

Procedimiento de trabajo.-

- El bloque será vibro-prensado, mortero arena cemento (1:6), tendrá una resistencia de 30 kg/cm², se colocará refuerzos de hierro corrugado, previamente instalados y fundidos en la losa para construir columnetas y de estas saldrán pedazos de varilla de 8 mm (60cm) para anclar el bloque.
- Columnetas que se las construirá de hormigón armado (10x10cm.) por la altura del borde de losa especificada en los planos (GAD Municipal de Guaranda, 2014).

Unidad de medición: ML

Medición y forma de pago.- Este rubro se medirá y se pagará de forma “metro lineal” (ml)

RUBRO ES 3.07. ACERO DE REFUERZO EN BARRAS $F_y=4200 \text{ KG/CM}^2$

Descripción.-

Se entenderá por acero de refuerzo el conjunto de operaciones necesarias para cortar, doblar, formar ganchos y colocar varillas de acero que se utilizan para conformación del hormigón armado.

Equipo mínimo: Herramienta menor.

Materiales: Hierro $f_c=4200 \text{ kg/cm}^2$, alambre galvanizado.

Mano de obra: Fierro, Maestro de obra, Peón.

Procedimiento de trabajo.-

- Las armaduras se colocarán limpias de escamas y sueltas de óxidos, pintura, grasa o de recubrimientos que destruyan o afecten su adherencia.
- Cuando se produzca demora en el vaciado del concreto, la armadura deberá ser inspeccionada y limpiada cuando fuese necesario.
- Se utilizará alambre recocido #18 para amarre. El recubrimiento mínimo de las barras se indicará en los planos.
- El traslape mínimo en el caso que los planos de diseño no lo contemplen será para barras de 25mm, 50 veces el diámetro y para otras barras no menos de 40 veces el diámetro (Ministerio de Educación, 2020).

Unidad de medición: KG

Medición y forma de pago.- Este rubro se medirá y se pagará de forma “kilogramo” (kg)

RUBRO ES 3.08. MALLA ELECTROSOLDADA 4,5 MM (15X15) CM

Descripción.-

Consisten en el suministro y colocación de malla electrosoldada de la clase, tipo y dimensiones que se indiquen en los planos del proyecto y/o especificaciones.

Equipo mínimo: Herramienta menor, cizalla, equipo de elevación.

Materiales: Malla electrosoldada 4,5 mm (15x15) cm, alambre galvanizado # 18, espaciadores y separadores metálicos.

Mano de obra: Fierrero, Maestro de obra, Peón.

Procedimiento de trabajo.-

- Verificación de las áreas efectivas en obra y requerimientos de traslapes, antes del corte de las mallas.
- La varilla de la malla estará libre de pintura, grasas y otro elemento que perjudique la adherencia con el hormigón a fundir.
- El constructor suministrará y colocará los separadores, grapas, sillas metálicas y tacos de mortero, para ubicar y fijar las mallas.
- El constructor proveerá de los tableros para circulación del personal, impidiendo que se circule directamente sobre la malla colocada (GAD Municipal de Guaranda, 2014).

Unidad de medición: KG

Medición y forma de pago.- Este rubro se medirá y se pagará de forma “kilogramo” (kg)

RUBRO HI 4.01. PUNTO DE AGUA POTABLE 1/2"

Descripción.-

Tiene como objetivo establecer la salida de la red de agua potable hacia los aparatos sanitarios en los diámetros establecidos en planos (Obras Públicas Municipales, 2014).

Equipo mínimo: Herramienta menor.

Materiales: Tubo PVC roscable, llave de paso, te de PVC, neplo de PVC, unión de PVC sella roscas, cinta teflón; que cumplirán con las especificaciones técnicas de materiales.

Mano de obra: Maestro mayor, Albañil, plomero, ayudante.

Procedimiento de trabajo.-

- Se deben marcar los sitios en que se requiere picar en pisos y paredes para alojar tuberías; se realizará antes de enlucir las paredes o masillar el piso.
- Se utilizará la tarraja apropiada para el roscado de la tubería PVC con el dado y la guía que corresponda al diámetro del tubo con la especificación de rosca NPT.
- Se empleará cinta teflón en las roscas o sellaroscas apropiado para PVC como sellante. La distancia mínima entre tuberías de agua fría y caliente será de 10 cm libres tanto vertical como horizontalmente.
- Se debe realizar una prueba de presión no menor a 100 psi cuando se finalicen las conexiones, procediendo a sellar todas las salidas en el tramo probado mediante tapones. Alcanzada una presión estable de prueba, se mantendrá un tiempo mínimo de 24 horas (Obras Públicas Municipales, 2014).

Unidad de medición: PTO

Medición y forma de pago.- Este rubro se medirá y se pagará de forma “punto” (pto)

RUBRO HI 4.02. SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TUBERÍA DE PVC 1" INCLUYE ACCESORIOS

Descripción.-

Consiste en la instalación de tuberías para agua potable con la red principal de abastecimiento (Obras Públicas Municipales, 2014).

Equipo mínimo: Herramienta menor.

Materiales: Tubo PVC presión de 1", codo de PVC presión de 1", unión PVC presión de 1", universal PVC presión de 1", sellaroscas (polipega o similar), cinta teflón.

Mano de obra: Maestro mayor, Albañil, plomero, ayudante.

Procedimiento de trabajo.-

- Se deben verificar los recorridos de tuberías a instalarse para evitar interferencias con otras instalaciones.
- Se tienen que marcar los sitios en que se requiere picar ya sea en pisos o paredes para alojar tuberías.
- Revisar que la mampostería tenga un espesor mínimo de 15 cm para abarcar tuberías de hasta 25 mm de diámetro y mampostería de 20 cm de espesor para tubería de hasta 38 mm. de diámetro máximo.
- Se utilizará la tarraja apropiada para el roscado de la tubería PVC con el dado y la guía que corresponda al diámetro del tubo con la especificación de rosca NPT.
- Se debe realizar una prueba de presión no menor a 100 psi cuando se finalicen las conexiones, procediendo a sellar todas las salidas en el tramo probado mediante tapones. Alcanzada una presión estable de prueba, se mantendrá un tiempo mínimo de 24 horas (Obras Públicas Municipales, 2014).

Unidad de medición: ML

Medición y forma de pago.- Este rubro se medirá y se pagará de forma “metro lineal” (ml)

RUBRO HI 4.03. SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TUBERÍA DE PVC 3/4"

INCLUYE ACCESORIOS

Descripción.-

Consiste en la instalación de tuberías para agua potable con la red principal de abastecimiento (Obras Públicas Municipales, 2014).

Equipo mínimo: Herramienta menor.

Materiales: Tubo PVC presión de $\frac{3}{4}$ ", codo de PVC presión de $\frac{3}{4}$ ", unión PVC presión de $\frac{3}{4}$ ", universal PVC presión de $\frac{3}{4}$ ", sellaroscas (polipega o similar), cinta teflón.

Mano de obra: Maestro mayor, Albañil, plomero, ayudante.

Procedimiento de trabajo.-

- Se deben verificar los recorridos de tuberías a instalarse para evitar interferencias con otras instalaciones.
- Se tienen que marcar los sitios en que se requiere picar ya sea en pisos o paredes para alojar tuberías.
- Revisar que la mampostería tenga un espesor mínimo de 15 cm para abarcar tuberías de hasta 25 mm de diámetro y mampostería de 20 cm de espesor para tubería de hasta 38 mm. de diámetro máximo.
- Se utilizará la tarraja apropiada para el roscado de la tubería PVC con el dado y la guía que corresponda al diámetro del tubo con la especificación de rosca NPT.
- Se debe realizar una prueba de presión no menor a 100 psi cuando se finalicen las conexiones, procediendo a sellar todas las salidas en el tramo probado mediante tapones. Alcanzada una presión estable de prueba, se mantendrá un tiempo mínimo de 24 horas (Obras Públicas Municipales, 2014).

Unidad de medición: ML

Medición y forma de pago.- Este rubro se medirá y se pagará de forma “metro lineal” (ml)

RUBRO HI 4.04. SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE DESAGUE DE 50MM INCLUYE ACCESORIOS

Descripción.-

Consiste en la instalación para desalojar las aguas servidas y lluvias de una edificación (Obras Públicas Municipales, 2014).

Equipo mínimo: Herramienta menor.

Materiales: Tubo de pvc reforzado de 50 mm (2") (plastigama o similar), soldadura líquida para pvc (polipega o similar).

Mano de obra: Maestro mayor, Albañil, plomero, ayudante.

Procedimiento de trabajo.-

- La tubería de PVC debe cumplir con las especificaciones de la INEN 1374: Tubería plástica. Tubería de PVC para presión.
- Se deben verificar los recorridos de tuberías a instalarse para evitar interferencias con otras instalaciones.
- Se debe utilizar soldadura líquida para la conexión de tubería PVC uso sanitario previa una limpieza de los extremos a unirse con un solvente limpiador.
- Toda tubería que se instale sobrepuesta será anclada fijamente a las paredes del ducto, cuidando su correcta alineación y nivelación (Obras Públicas Municipales, 2014).

Unidad de medición: ML

Medición y forma de pago.- Este rubro se medirá y se pagará de forma "metro lineal" (ml)

RUBRO HI 4.05. SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE DESAGUE DE 75MM INCLUYE ACCESORIOS

Descripción.-

Consiste en la instalación para desalojar las aguas servidas y lluvias de una edificación.

Equipo mínimo: Herramienta menor.

Materiales: Tubo de pvc reforzado de 75 mm (2.5”) (plastigama o similar), soldadura líquida para pvc (poli pega o similar) (Obras Públicas Municipales, 2014).

Mano de obra: Maestro mayor, Albañil, plomero, ayudante.

Procedimiento de trabajo.-

- La tubería de PVC reforzada para uso sanitario cumplirá con las especificaciones INEN 1374: Tubería plástica.
- Tubería de PVC para presión. Se verificará los recorridos de tuberías a instalarse para evitar interferencias con otras instalaciones.
- Para la conexión de tubería PVC uso sanitario se utilizará soldadura líquida de PVC previa una limpieza de los extremos a unirse con un solvente limpiador.
- Toda tubería que se instale sobrepuesta será anclada fijamente a las paredes del ducto, cuidando su correcta alineación y nivelación (Obras Públicas Municipales, 2014).

Unidad de medición: ML

Medición y forma de pago.- Este rubro se medirá y se pagará de forma “metro lineal” (ml)

RUBRO HI 4.06. SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE DESAGUE DE 110MM

INCLUYE ACCESORIOS

Descripción.-

Consiste en la instalación para desalojar las aguas servidas y lluvias de una edificación (Obras Públicas Municipales, 2014).

Equipo mínimo: Herramienta menor.

Materiales: Tubo de pvc reforzado de 110 mm (4") (plastigama o similar), soldadura líquida para pvc (polipega o similar).

Mano de obra: Maestro mayor, Albañil, plomero, ayudante.

Procedimiento de trabajo.-

- La tubería de PVC reforzada para uso sanitario cumplirá con las especificaciones INEN 1374: Tubería plástica.
- Tubería de PVC para presión. Se verificará los recorridos de tuberías a instalarse para evitar interferencias con otras instalaciones.
- Para la conexión de tubería PVC uso sanitario se utilizará soldadura líquida de PVC previa una limpieza de los extremos a unirse con un solvente limpiador.
- Toda tubería que se instale sobrepuesta será anclada fijamente a las paredes del ducto, cuidando su correcta alineación y nivelación (Obras Públicas Municipales, 2014).

Unidad de medición: ML

Medición y forma de pago.- Este rubro se medirá y se pagará de forma "metro lineal" (ml)

RUBRO HI 4.07. CAJA DE REVISION 60cm x 60cm (CON TAPA H.A.)

Descripción.-

Son todas las actividades que se requieren para la elaboración de cajas de revisión de dimensión de 60x60 cm, con bloques vibro prensados, cemento tipo portland, hierro redondo corrugado (Obras Públicas Municipales, 2014).

Equipo mínimo: Herramienta menor, concretera.

Materiales: Bloque vibro-prensado de 10 cm, cemento tipo portland, hierro corrugado redondo, arena fina, agua potable; que cumplirán con las especificaciones técnicas de materiales.

Mano de obra: Maestro mayor, albañil, peón.

Procedimiento de trabajo.-

- Se debe empezar con la excavación de tierra en los sitios que se vayan a construir las cajas de revisión.
- Se usarán bloques de 10 cm, se levantará la mampostería a línea y aplomada, con hiladas cuidadosamente espaciadas, trabada y niveladas. Se colocarán las hiladas siguientes, de modo que las juntas de una hilada no coincidan con la inferior.
- El mortero para las juntas, ha de ser fluido y aplicado con tal densidad, que pueda ser expulsado de las juntas cuando las unidades se coloquen. En las esquinas e intersecciones de paredes las hiladas se entrelazarán.
- Las hiladas se harán de forma tal que no se use bloque alguno menor de $\frac{1}{2}$ unidad en los remates y esquinas. Se procederá a enlucir la parte interior de la caja de revisión con mortero de cemento-arena (1:2) con llana de madera, las esquinas y los ángulos serán redondeados.
- Luego se procederá a bruñir con cemento puro las paredes de la caja de revisión. Se fundirá con una capa de hormigón $f'c = 140\text{kg/cm}^2$ (replanteo) en la parte inferior de la caja de revisión con las caídas adecuadas hacia la tubería de desagüe. También se

construirá la tapa de hormigón armado de 10 cm de espesor y con las medidas que se indiquen en los planos; el hormigón debe ser $f'c = 180 \text{ kg/cm}^2$ y con una argolla de hierro en la mitad de la tapa para su manipuleo (Obras Públicas Municipales, 2014).

Unidad de medición: U

Medición y forma de pago.- Este rubro se medirá y se pagará de forma “unidad” (u)

Obras Públicas Municipales, 2014. "Varios Trabajos Y Arreglos Mercado De San Alfonso": Especificaciones Técnicas. Riobamba-Ecuador.

RUBRO IE 5.01. PUNTO DE ILUMINACIÓN 120 V

Descripción.-

Se tratan de los interruptores simples, dobles, conmutadores que permiten dar servicio a una lámpara, un foco o luminarias en general (Calderón, 2014).

Equipo mínimo: Herramienta menor.

Materiales: Tubería conduit de $\frac{1}{2}$ " o la que se requiera según diseño del proyecto, Interruptor simple, cajetín metálico octogonal, cajetín metálico rectangular, conductor sólido # 12 y # 14 y boquilla de baquelita; que cumplirá con las especificaciones técnicas de materiales.

Mano de obra: Maestro mayor, electricista, ayudante.

Procedimiento de trabajo.-

- Verificar que el número de conductores a utilizarse dentro de una tubería conduit sea el adecuado según las normas (Código Eléctrico Ecuatoriano, NEC 384-6).
- Las cajas de paso serán octogonales grandes o rectangulares de 120 x 120 mm. con tapa.
- Para los interruptores las cajas serán rectangulares profundas; todas éstas cajas serán de tol galvanizado en caliente. Se debe coordinar con las otras áreas de ingeniería para evitar interferencia entre instalaciones (Calderón, 2014).

Unidad de medición: PTO

Medición y forma de pago.- Este rubro se medirá y se pagará de forma “punto” (pto)

RUBRO IE 5.02. PUNTO DE TOMACORRIENTE DE 110 V

Descripción.-

Serán todas las actividades que se requieran para la instalación de tuberías, cajas, conductores y piezas eléctricas (tomacorrientes) para dar servicio a un aparato eléctrico (Calderón, 2014).

Equipo mínimo: Herramienta menor.

Materiales: Manguera de polietileno negra de ½” o la que se requiera según diseño del proyecto, tomacorriente doble, cajetín metálico rectangular grande, conductor sólido # 12 Y # 14; que cumplirá con las especificaciones técnicas de materiales.

Mano de obra: Electricista, ayudante.

Procedimiento de trabajo.-

- Verificar que el número de conductores a utilizarse dentro de una tubería sea el adecuado según las normas (Código Eléctrico Ecuatoriano, NEC 384-6).
- Determinación de los colores de cables a utilizar en las fases, neutro y tierra de los diferentes circuitos. Las cajas para tomacorrientes serán rectangulares profundas, de tol galvanizado en caliente (Calderón, 2014).

Unidad de medición: PTO

Medición y forma de pago.- Este rubro se medirá y se pagará de forma “punto” (pto)

RUBRO IE 5.03. PUNTO DE TOMACORRIENTE DE 220 V

Descripción.-

Corresponde a todas las actividades que se requieran para la instalación de tuberías, cajas, conductores y piezas eléctricas (tomacorrientes) para dar servicio a un aparato eléctrico (Calderón, 2014).

Equipo mínimo: Herramienta menor.

Materiales: Manguera de polietileno negra de ½” o la que se requiera según diseño del proyecto, tomacorriente doble, cajetín metálico rectangular grande, conductor sólido # 12 Y # 14; que cumplirá con las especificaciones técnicas de materiales.

Mano de obra: Electricista, ayudante.

Procedimiento de trabajo.-

- Verificar que el número de conductores a utilizarse dentro de una tubería sea el adecuado según las normas (Código Eléctrico Ecuatoriano, NEC 384-6).
- Determinación de los colores de cables a utilizar en las fases, neutro y tierra de los diferentes circuitos. Las cajas para tomacorrientes serán rectangulares profundas, de tol galvanizado en caliente (Calderón, 2014).

Unidad de medición: PTO

Medición y forma de pago.- Este rubro se medirá y se pagará de forma “punto” (pto)

RUBRO IE 5.04. TABLERO DE CONTROL

Descripción.-

Corresponde a todas las actividades para la provisión, instalación de protecciones (2 - 4 o más breakers). Las dimensiones del tablero de distribución principal varía en función del estudio de carga y demanda y en concordancia con el diagrama unifilar del proyecto (Calderón, 2014).

Equipo mínimo: Herramienta menor.

Materiales: TABLERO ELECTRICO de 2- 4 o más breakers), Tubería EMT de 3/4", barras de cobre con amperaje que vendrá definido por estudio de carga y demanda, cable desnudo de cobre, cable de acometida.

Mano de obra: Electricista, ayudante.

Procedimiento de trabajo.-

Determinación la ubicación del tablero conforme a los planos del proyecto.

Unidad de medición: PTO

Medición y forma de pago.- Este rubro se medirá y se pagará de forma "punto" (pto)

RUBRO AC 6.01. ENLUCIDO

Descripción.-

Corresponde al acabado de paredes, enlucidos previamente con mortero de cemento, mediante la aplicación de una mezcla hecha en obra de carbonato de calcio y otros adicionales (Ministerio de Educación, 2022).

Equipo mínimo: Herramienta menor.

Materiales: Cemento blanco, marmolina, pega blanca, carbonato de calcio tipo A, resina, espesante; que cumplirán con las especificaciones técnicas de materiales.

Mano de obra: Pintor, ayudante.

Procedimiento de trabajo.-

Las superficies o enlucidos deberán estar libre de sedimentos u otros materiales que impidan la adherencia con el champeado. El champeado será de un espesor menor a 3 mm, ni mayor a 5 mm (Ministerio de Educación, 2022).

Unidad de medición: M2

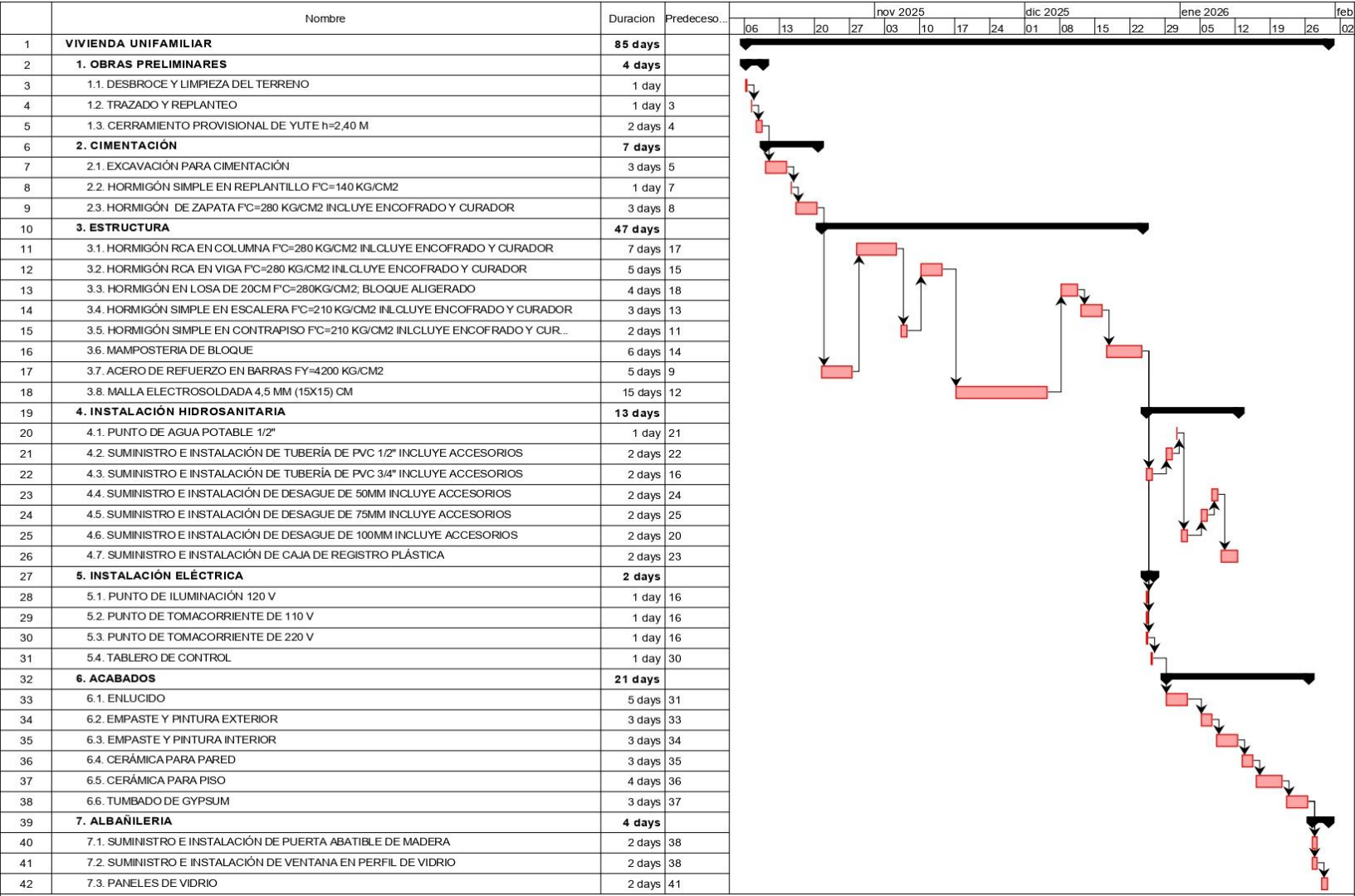
Medición y forma de pago. - Este rubro se medirá y se pagará de forma “metros cuadrados” (m2)

5.6 Cronograma de obra

Se plantea que la ejecución total del proyecto desde su etapa preliminar hasta sus acabados se realizará en un total de 85 días. El cronograma se realizó por medio de software Project Libre el que permitió obtener el diagrama de Gantt.

Figura 78

Cronograma de Obra



Capítulo 6

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 Conclusiones

El diseño estructural de la vivienda cumplió con todos los límites de diseño establecidos con las normativas de flexión, cortante en el caso de las vigas y losas, flexocompresión en el caso de las columnas de acuerdo con la normativa ACI 318-19 y la NEC 2015.

Se obtuvo que el porcentaje adecuado para reemplazar el agregado con hormigón reciclado fue del 20% ya que logró tener mejores características de resistencia, trabajabilidad, relación agua/cemento, entre otras propiedades.

La incorporación de agregados de origen reciclado en sustitución a una parte del agregado convencional redujo los costos y el impacto ambiental a largo plazo que generaría el proyecto ya que el porcentaje de reemplazo fue alto de un 20%.

6.2 Recomendaciones

Se recomienda antes de empezar con la construcción realizar pruebas a los agregados de reemplazo para asegurarse que tendrán un desempeño adecuado y proporcionarán la resistencia ideal para la vivienda.

Es necesario seguir investigando si es posible reemplazar los agregados con algún otro material presente en Ecuador de mayor escala y aprovechar su uso considerando el potencial del país.

Se recomienda considerar otros ensayos, como modulo de elasticidad, pulso ultrasónico entre otros para entender más a profundidad los cambios microscópicos que tiene el hormigón al realizar el reemplazo.

Referencias

- Abarca, Z., Barreto, U., Abarca, Y., & Barreto, O. (2024). Gestión de residuos de construcción y demolición en entornos urbanos desde la calidad ambiental. *Revista Venezolana de Gerencia*, 29(11), 778–792. <https://doi.org/10.52080/rvgluz.29.e11.46>
- ACI 318-19. (2019). *Requisitos de Reglamento para Concreto Estructural (ACI 318-19)*.
- Acosta, M. P. (2018). *Análisis del Ciclo de vida de la producción de agregado grueso natural y combinación natural/reciclado en Barranquilla. Caso de Estudio* [Tesis de postgrado, Universidad del Norte]. <http://hdl.handle.net/10584/8075>
- Albán, 2022. "Proyecto 4 - Polígono 6 - Pavimentación, Incluye Construcción De Aceras Y Bordillos E Implementación De Alcantarillado Pluvial - (Coop. Flor De Bastión Bloque 9, 10, 11, 12 Y 13) - Programa Caf XV": Especificaciones Técnicas. Guayaquil-Ecuador. Consultado en: <https://www.guayaquil.gob.ec/wp-content/uploads/Documentos/UPFE-CAF/UPFE%202022/LICO-MIMG-061-2022/Informe%20de%20Pavimentos%20Poligono%206-signed.pdf>.
- Arévalo y Párraga, 2013. "Construcción De Cancha Sintética Y Pavimentación De Calle En El Sitio Las Piñas De La Parroquia San Lorenzo": Especificaciones Técnicas. Manta-Ecuador. Consultado en: <https://educacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2020/12/ESPECIFICACIONES-TECNICAS-NATALIA-JARRIN.pdf>
- Becerra, 2019. "Construcción de Obras Menores de Infraestructura para la Plataforma Gubernamental de Desarrollo Social": Especificaciones Técnicas. Quito-Ecuador. Consultado en: <https://www.inmobiliar.gob.ec/construccion-de-obras-menores-para-la-plataforma-gubernamental-de-desarrollo-social/>.
- Berrú, P., & Acosta, Y. (2018). *Sector de la Construcción Ecuador: Sectorial*.
- Buriticá, Y., Cataño, W., & Arbeláez, O. (2022). Estimación de las emisiones de CO2 de concretos con residuos de vidrio. *Revista Politécnica*, 18(35), 52–70. <https://doi.org/10.33571/rpolitec.v18n35a4>
- Calderón, 2014. "Remodelación De Las Oficinas De Presidencia En El Quinto Piso De La Corte Nacional De Justicia, D.M Quito-Pichincha": Especificaciones Técnicas. Quito-Ecuador. Consultado en: <https://www.compraspublicas.gob.ec/ProcesoContratacion/compras/PC/bajarArchivo.cpe?Archivo=OMxqwBjaYmP-fHhWUA8S2CKBtGLa59OTDTg680BGMXc>

- Dillon et al. 2025. "Construcción de la Infraestructura de Movilidad Urbana Sostenible (Parque Lineal) en la Cooperativa Jardines del Salado- Programa CAF XVI": Especificaciones Técnicas. Guayaquil-Ecuador. Consultado en: <https://www.guayaquil.gob.ec/wp-content/uploads/Documentos/UPFE-CAF/UPFE%202024/PE-MIMG-2024-7/PREPARATORIA/11.%20MEMORIAS/EspecificacionesTecnicas-signed-signed-signed.pdf>.
- Elías, J., Flores, J., Barrera, R., & Reyna, C. (2020). Efecto de la Utilización de Agregados de Concreto Reciclado sobre el Ambiente y la Construcción de Viviendas en la Ciudad de Huamachuco. *Puriq*, 2(1), 30–45. <https://doi.org/10.37073/puriq.2.1.68>
- Espíndola, C., & Valderrama, J. (2012). Huella del carbono. Parte 1: conceptos, métodos de estimación y complejidades metodológicas. *Informacion Tecnologica*, 23(1), 163–176. <https://doi.org/10.4067/S0718-07642012000100017>
- Flor, G., Chalen, J., & Cevallos, Z. (2017). Aprovechamiento del hormigón reciclado en obras viales. *Polo Del Conocimiento*, 2(6), 624–640. <https://doi.org/10.23857/pc.v2i6.150>
- Folino, P., Caggiano, A., Martinelli, E., Xargay, H., & Vega, V. (2014). Hormigón con Agregados Reciclados para ser Utilizado como Hormigón Estructural. *Jornadas Argentinas de Ingeniería Estructural*, 1–12. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.13140/2.1.3300.2243>
- Green Building Council España. (2021). *Economía circular en la edificación*. <https://gbce.es/recursos/economia-circular-en-la-edificacion/>
- Guacaneme, F. (2015). *Ventajas y Usos del Concreto Reciclado* [Tesis de Postgrado, Universidad Militar Nueva Granada]. <http://hdl.handle.net/10654/15151>
- Latorre Aizaga, H. J. (2024). Avances en el Uso del Hormigón Armado en Ingeniería Civil: Una revisión sistemática. *Magazine de Las Ciencias: Revista de Investigación e Innovación*, 9(3), 47–68. <https://doi.org/10.33262/rmc.v9i3.3161>
- León, M. P., & Ramírez, F. (2010). Caracterización morfológica de agregados para concreto mediante el análisis de imágenes. *Revista Ingeniería de Construcción*, 25(2). <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.4067/S0718-50732010000200003>
- Ministerio de Educación, 2022. "Mantenimiento Correctivo De Pintura De Las Aulas Existente De La Unidad Educativa Del Milenio Profesora Consuelo Benavides Guardiana De Los Saberes, Amie 08h01433, Del Distrito 08d05 San Lorenzo, Parroquia San Lorenzo, Provincia De Esmeraldas, Perteneciente A La Coordinación Zonal 1 - Educación": Especificaciones Técnicas. San Lorenzo-Ecuador. Consultado en:

<https://www.compraspublicas.gob.ec/ProcesoContratacion/compras/PC/bajarArchivo.cpe?Archivo=npS0h4-IXMyOf1CZfQsKV5irPfff69JEYJvCmZtgRFQ>

Ministerio de Producción. (2024). *Estrategia Nacional de Economía Circular Inclusiva*.

Muñoz, S. P., Calderón, Á. A., Caruajulca, A. J. C., & Huaman, O. R. (2021). Propiedades físicas y mecánicas del concreto fabricado con agregado reciclado: Una revisión literaria. *Respuestas Journal of Engineering Sciences*, 27(1), 38–56.

<https://doi.org/10.22463/0122820x.3081>

NEC - SE - CG. (2015). *Cargas (No Sísmicas)*.

NEC - SE - DS. (2015). *Peligro Sísmico Diseño Sismo Resistente*.

NEC - SE - HM. (2015). *Estructuras de Hormigón Armado*.

Obras Públicas Municipales, 2014. "Varios Trabajos Y Arreglos Mercado De San Alfonso":

Especificaciones Técnicas. Riobamba-Ecuador. Consultado en:

<https://www.compraspublicas.gob.ec/ProcesoContratacion/compras/PC/bajarArchivo.cpe?Archivo=knDz7p81eZ-DjF0qB6PAvE1mmS8cdmJY0xYxCDzWZok>

Orozco, C., Guimaraes, A., & Hidalgo, D. (2021). Crecimiento urbano de la parroquia La Puntilla, cantón Samborondón: Problemas y Estrategias. *Revista Contribuciones a Las Ciencias Sociales*, 1, 38–59. <https://doi.org/10.51896/CCS>

Palacios, J. G. (2022). *Análisis de Impacto Ambiental del Hormigón Estructural Fabricado con Árido Reciclado* [Tesis de grado, Universitat Politècnica de Catalunya].

<http://hdl.handle.net/2117/373257>

Prasittisopin, L., Tuvayanond, W., Kang, T. H. K., & Kaewunruen, S. (2025). Concrete Mix Design of Recycled Concrete Aggregate (RCA): Analysis of Review Papers, Characteristics, Research Trends, and Underexplored Topics. In *Resources* (Vol. 14, Issue 21, pp. 1–43). Multidisciplinary Digital Publishing Institute (MDPI).

<https://doi.org/10.3390/resources14020021>

Ríos, J. P., Olaya, Y., & Rivera, G. J. (2017). Proyección de la demanda de materiales de construcción en Colombia por medio de análisis de flujos de materiales y dinámica de sistemas. *Revista Ingenierías Universidad de Medellín*, 16(31), 75–95.

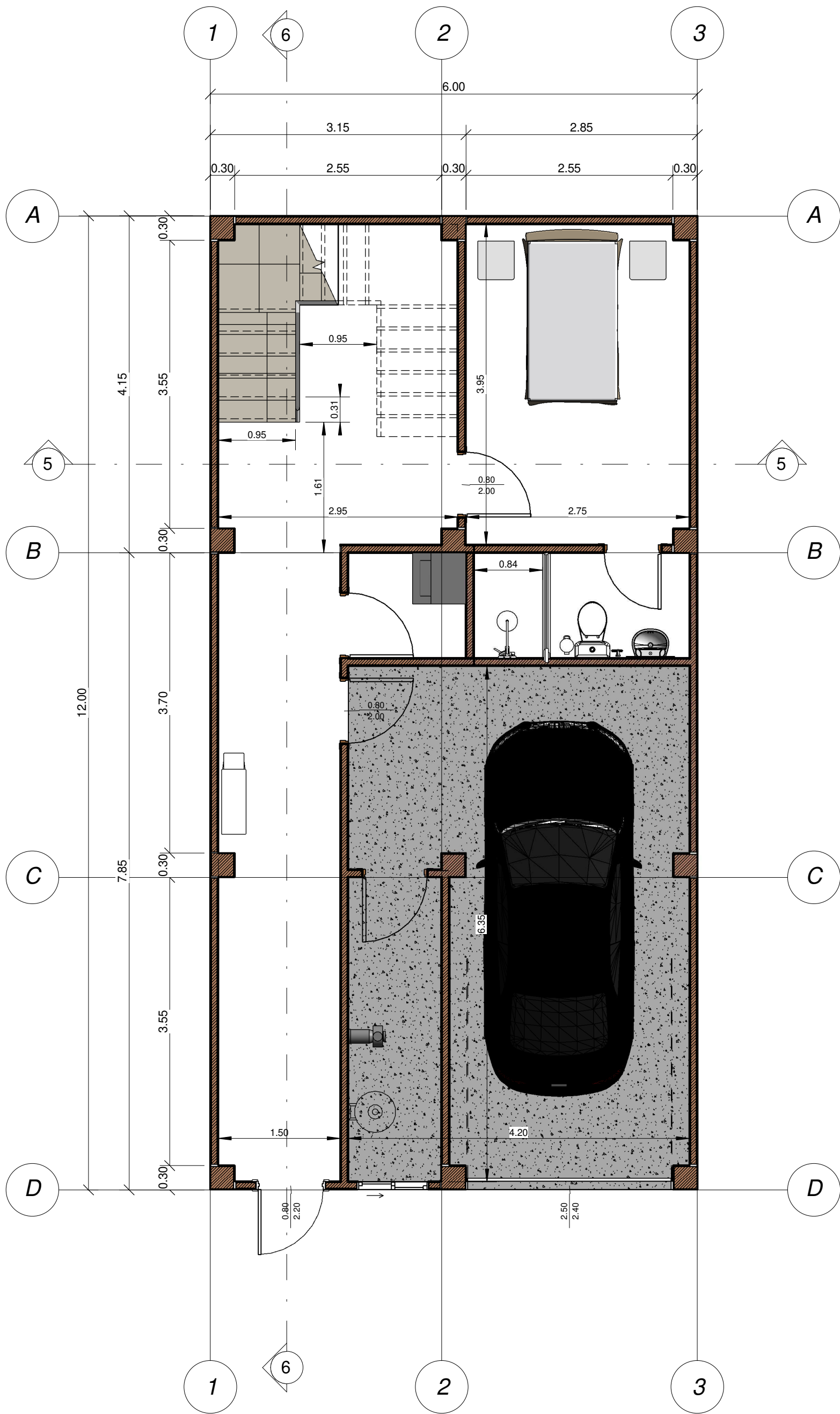
<https://doi.org/10.22395/rium.v16n31a4>

Rojas, M., & Arenas, J. (2008). Comparación técnico-financiera del acero estructural y el hormigón armado. *Dyna*, 75(155), 47–56.

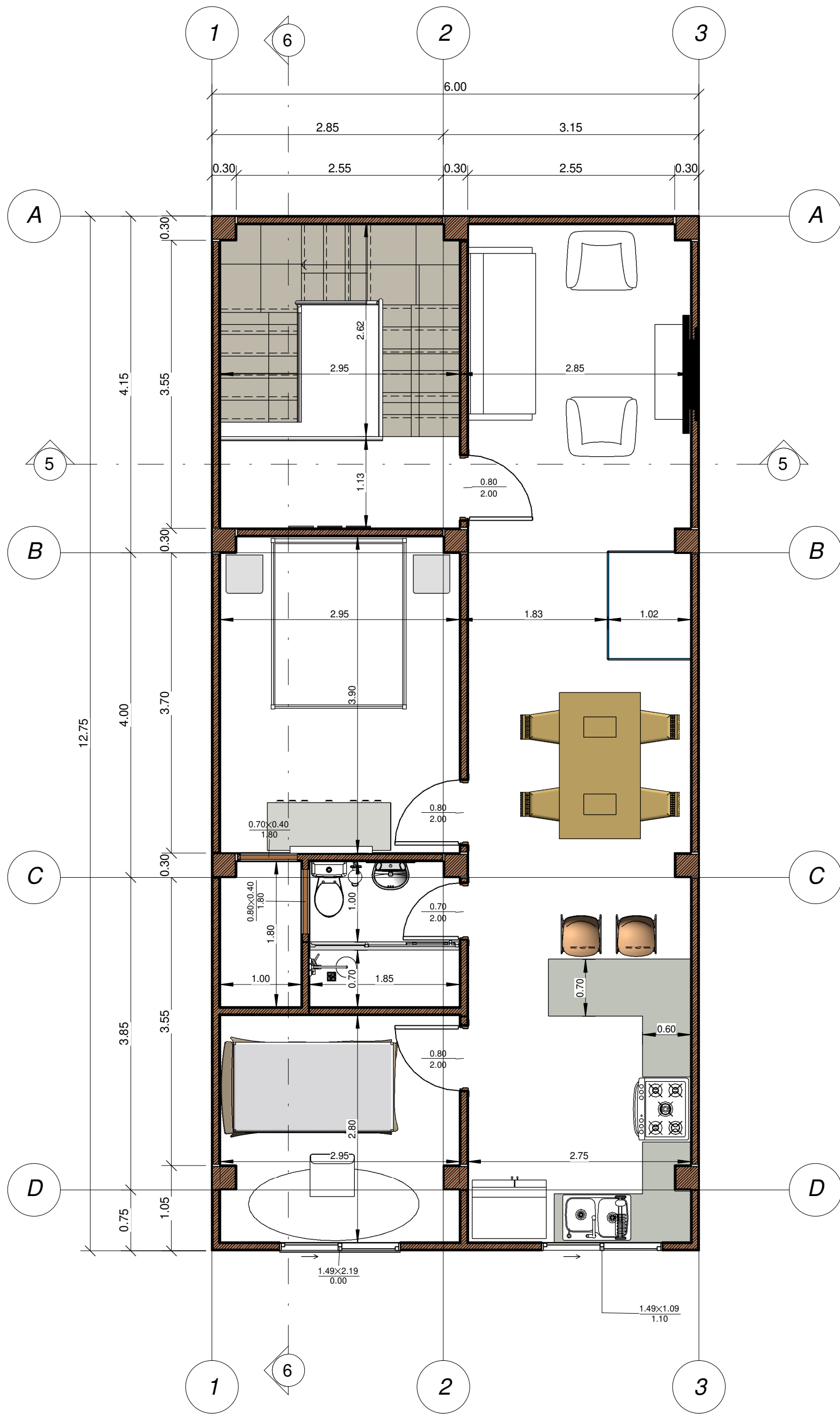
- Rojas, N., Fonseca, L., Pérez, S., & Blanco, M. (2022). Modelación de Crecimiento Urbano: Tunja 2017 - 2035. *Bitácora Urbano Territorial*, 32(1), 177–190.
<https://doi.org/10.15446/bitacora.v32n1.87758>
- Sánchez, D. M., Chilibingua, J. P., Flores, E. P., & Orosco, M. K. (2020). Módulo Estático de Elasticidad del Hormigón Fabricado con Agregados de la Mina de San Roque, Imbabura, Ecuador. *Revista Politecnica*, 46(1), 29–38. <https://doi.org/10.33333/rp.vol46n1.03>
- GAD Municipal de Guaranda, 2014. "Construcción De Trabajos De Adecuaciones Para Los Ascensores Instalados En Las Diferentes Dependencias De La Institución. Sector Alpachaca Cantón Guaranda Provincia De Bolívar": Especificaciones Técnicas. Guaranda-Ecuador. Consultado en:
https://www.compraspublicas.gob.ec/ProcesoContratacion/compras/PC/bajarArchivo.cpe?Archivo=vT_c2xSPeD_D2QCuQCEcGFseS42E4JxZPoeQFnAU17k.
- Ministerio de Educación, 2020. " Construcción De La Repotenciación Ue Quevedo En La Parroquia 24 De Mayo Cantón Quevedo Provincia De Los Ríos": Especificaciones Técnicas. Quevedo-Ecuador. Consultado en <https://educacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2020/12/ESPECIFICACIONES-TECNICAS-CONSOLIDADAS-UE-QUEVEDO.pdf>
- Traversa, L. P., & Zaccardi, V. (2010). *Introducción a la durabilidad y patología de las estructuras de hormigón armado*. patrimonio@lemit.gov.ar

Anexos

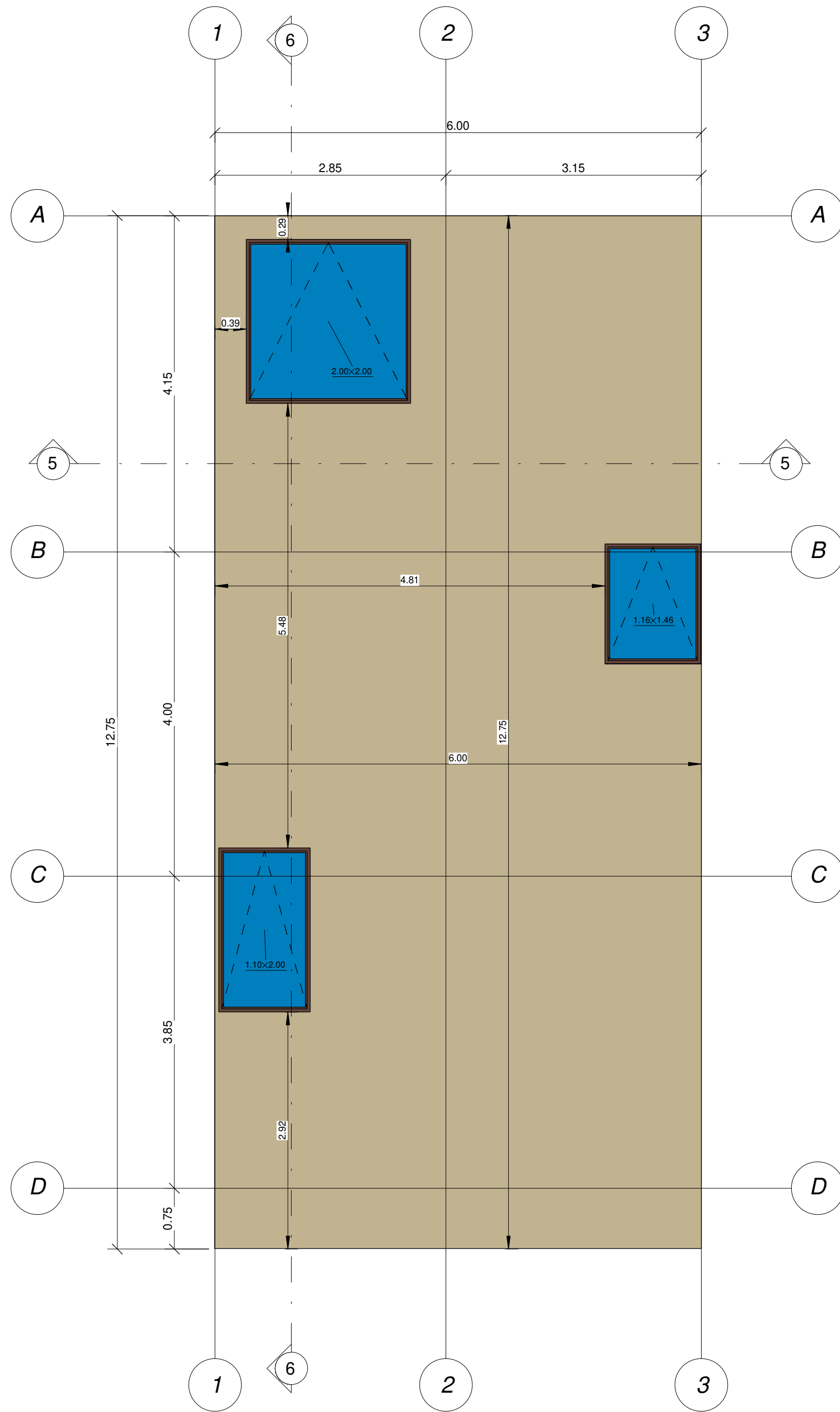
Anexo 1



1 Planta Baja
A101 | 1 : 50



2 Planta Alta
A101 | 1 : 50



3 Cubierta
A101 | 1 : 50

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL
FACULTAD DE INGENIERIA EN CIENCIAS DE LA TIERRA

PROYECTO: **Vivienda Unifamiliar en Samborondón**

CONTENIDO: **VISTA ARQUITECTÓNICA EN PLANTA**

Profesor de Materia Integradora:

Msc. Ingrid Orta

Tutor de Materia Integradora:

Ph. D. Natividad García

Estudiante:

Eduardo Antonio Sánchez Rojas

Fecha de Entrega:

10/08/25

Lámina:

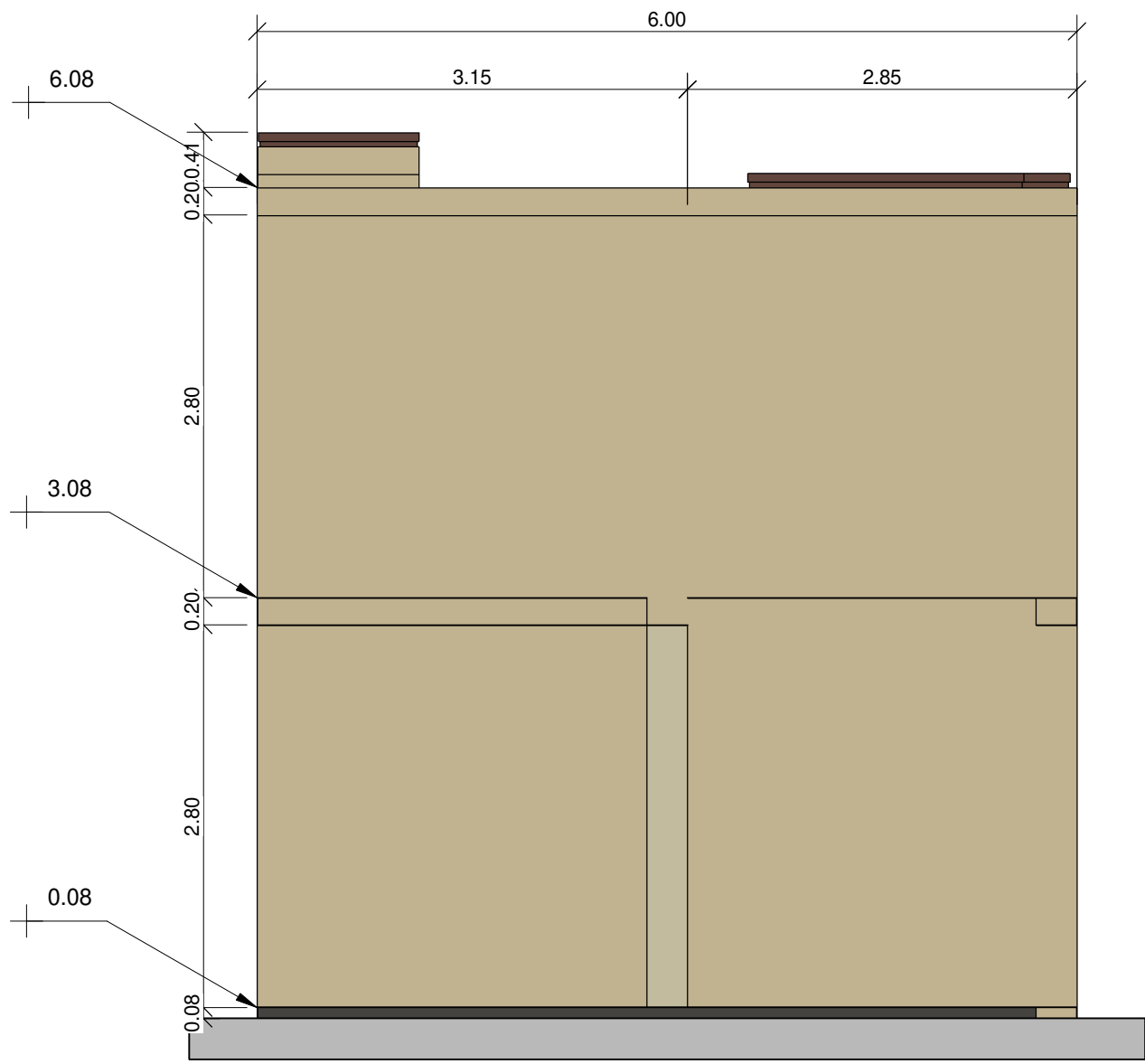
A101

Escala:

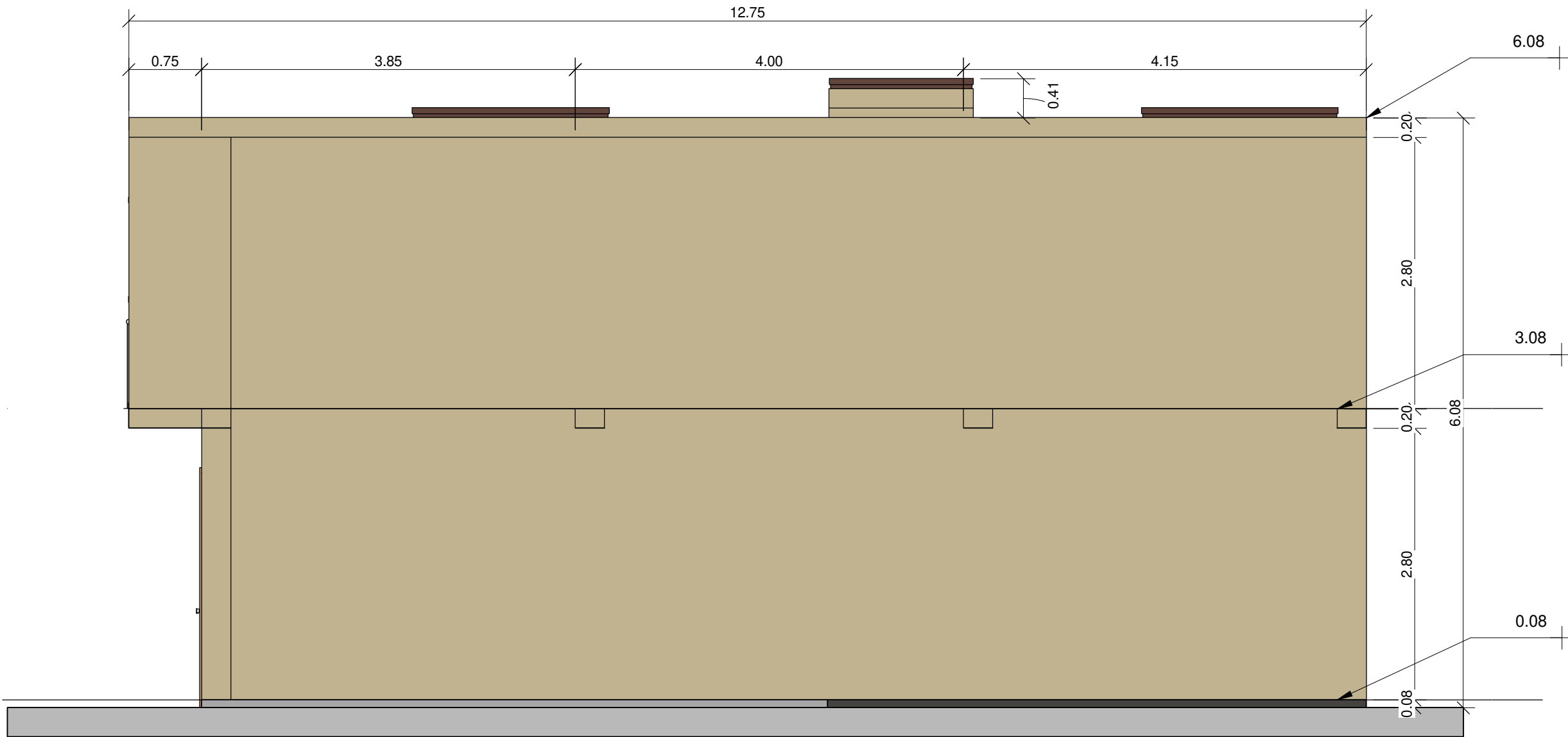
1 : 50



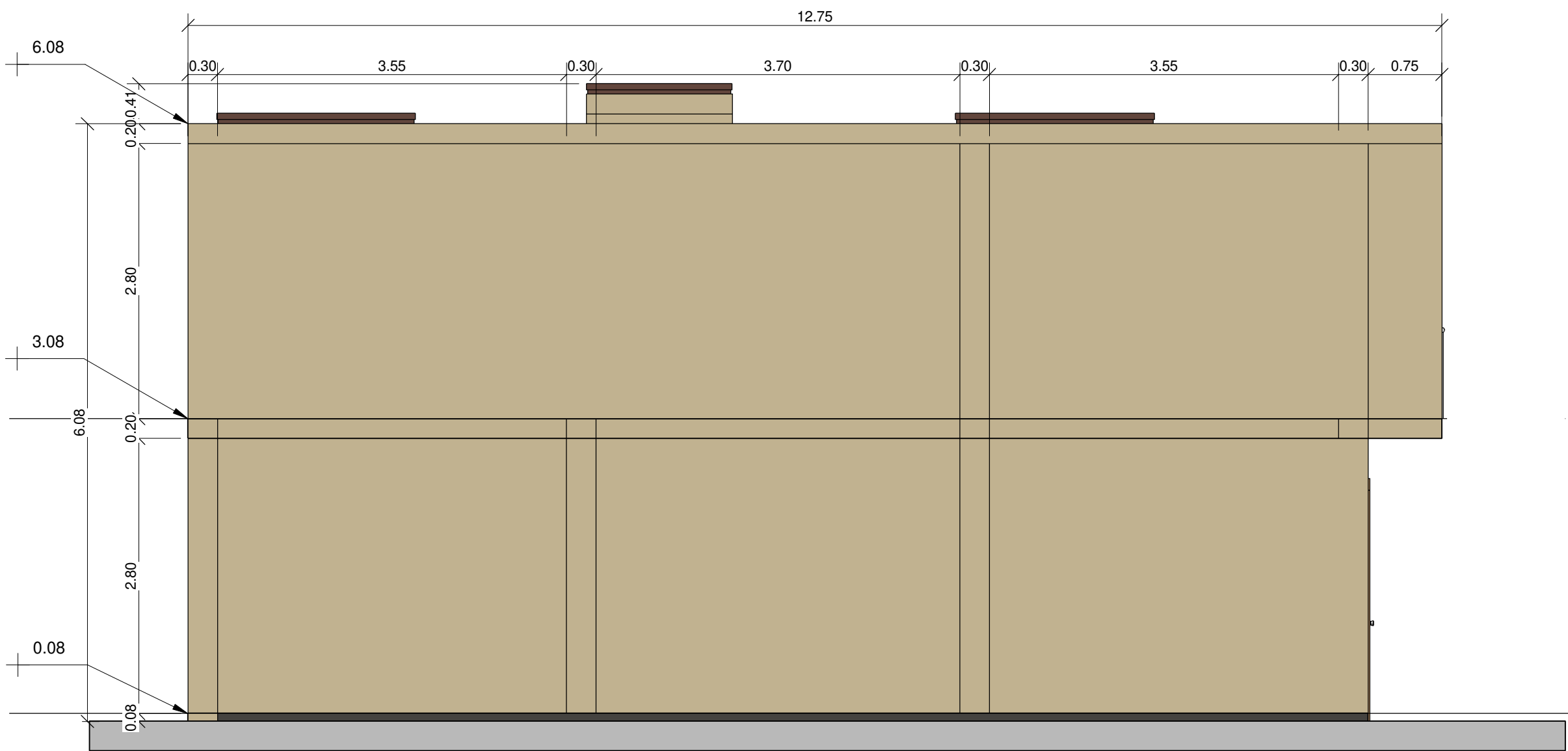
1 Sur
A102 1 : 50



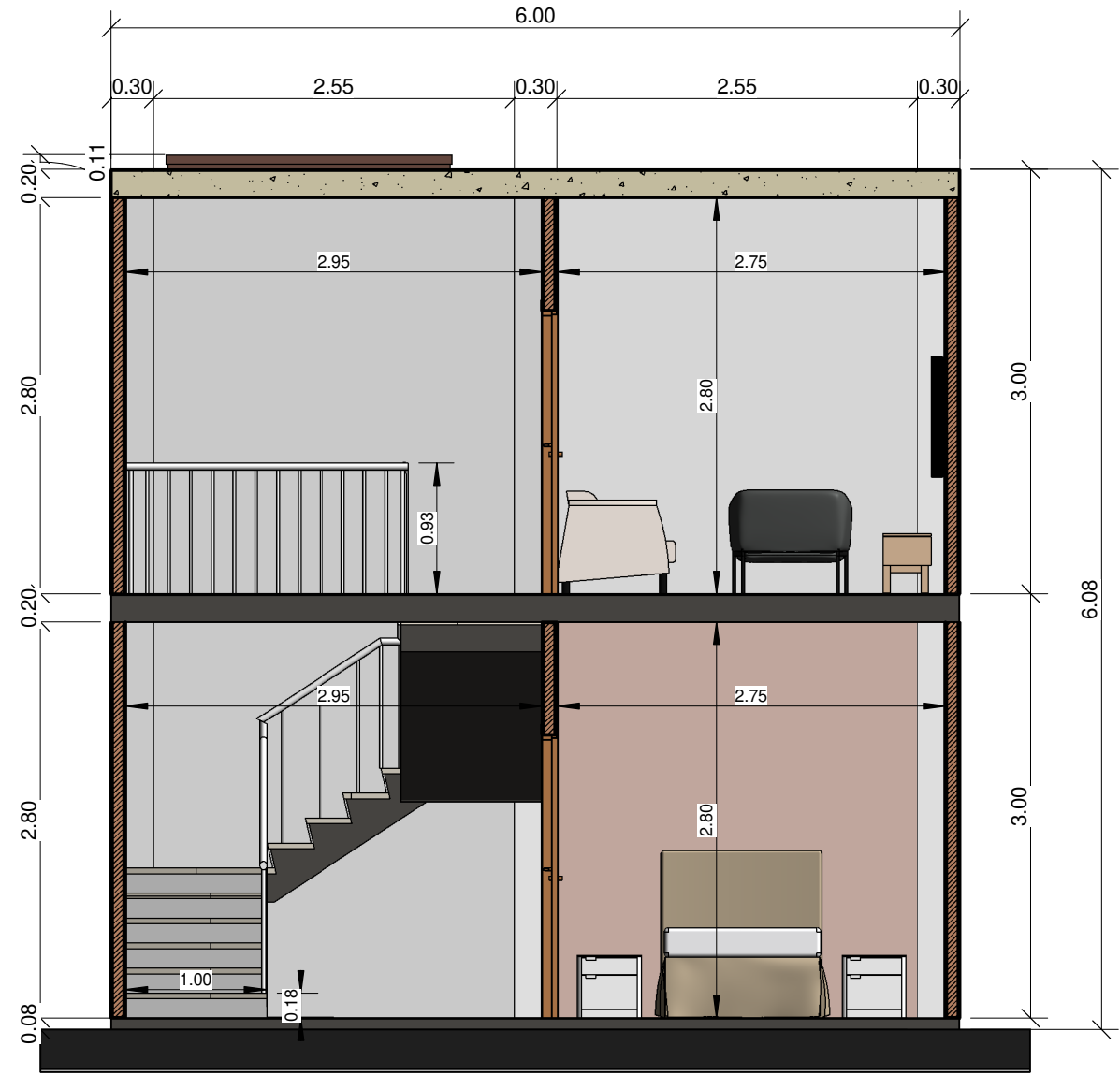
2 Norte
A102 1 : 50



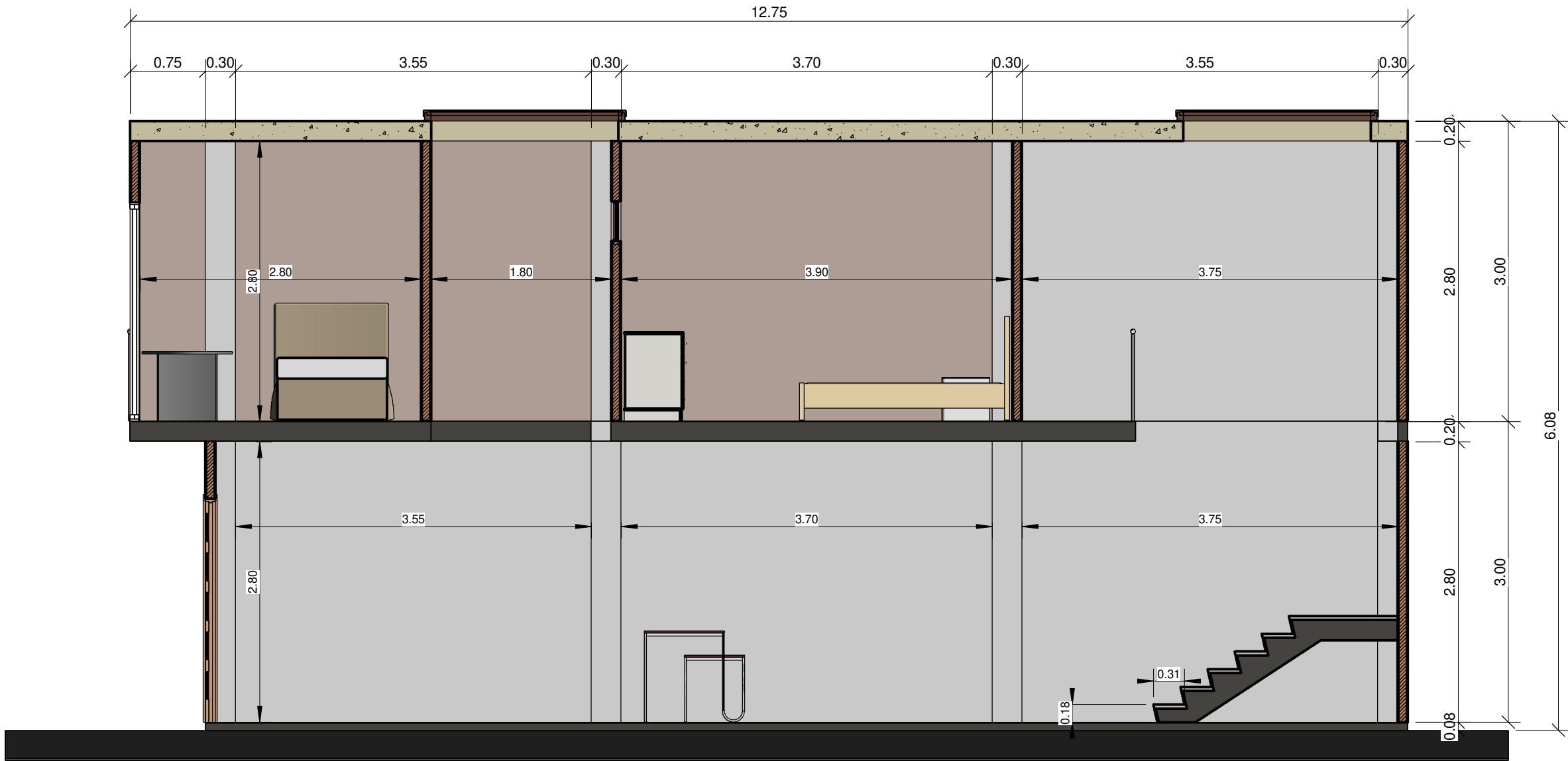
3 Este
A102 1 : 50



4 Oeste
A102 1 : 50



5 Corte Horizontal
A102 1 : 50



6 Corte Vertical
A102 1 : 50

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL
FACULTAD DE INGENIERIA EN CIENCIAS DE LA TIERRA

PROYECTO: **Vivienda Unifamiliar en Samborondón**

CONTENIDO: **CORTES Y FACHADAS ARQUITECTÓNICAS**

Profesor de Materia Integradora:
Msc. Ingrid Orta

Tutor de Materia Integradora
Ph. D. Natividad García

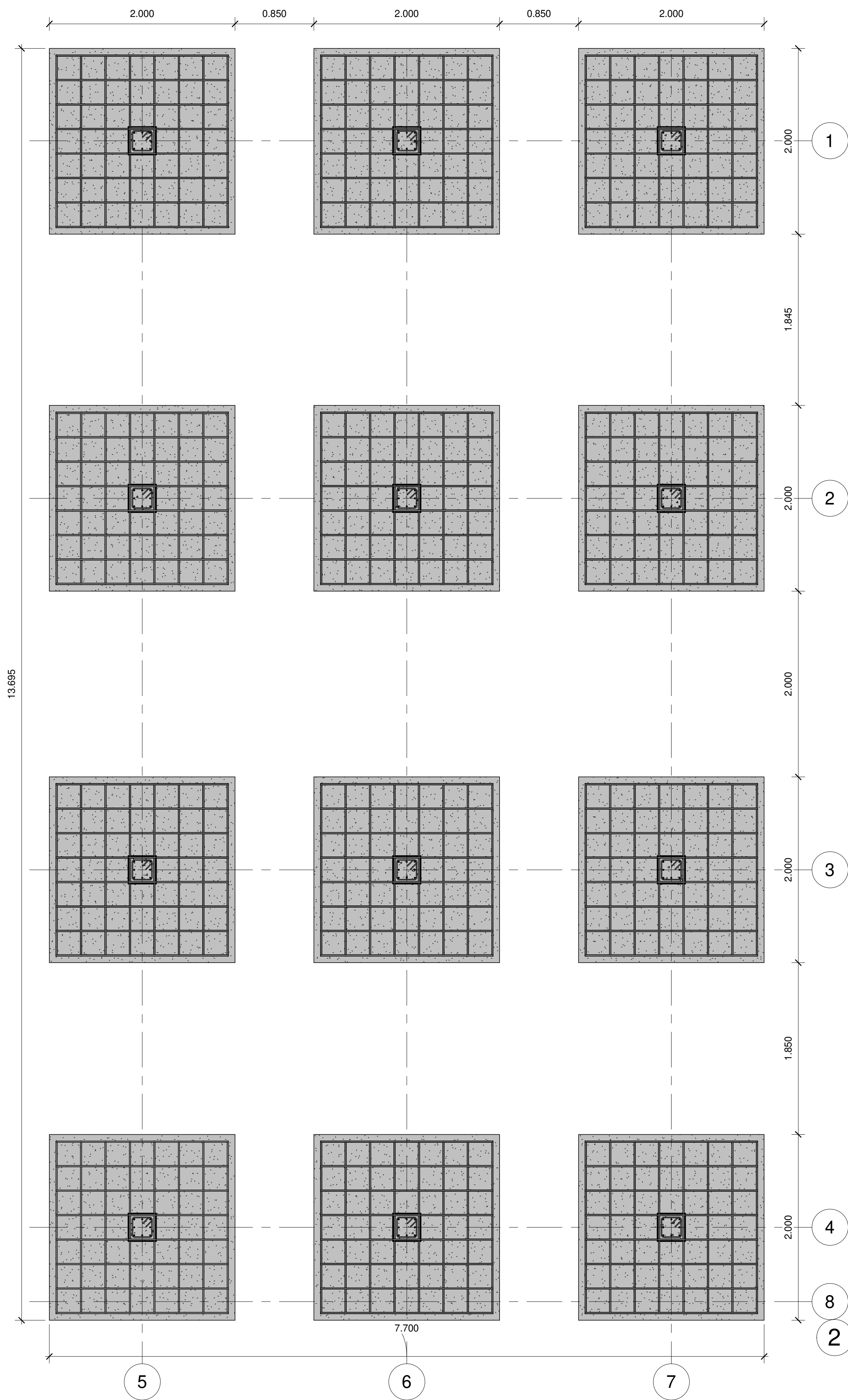
Estudiante:
Eduardo Antonio Sánchez Rojas

Fecha de Entrega:
10/08/25

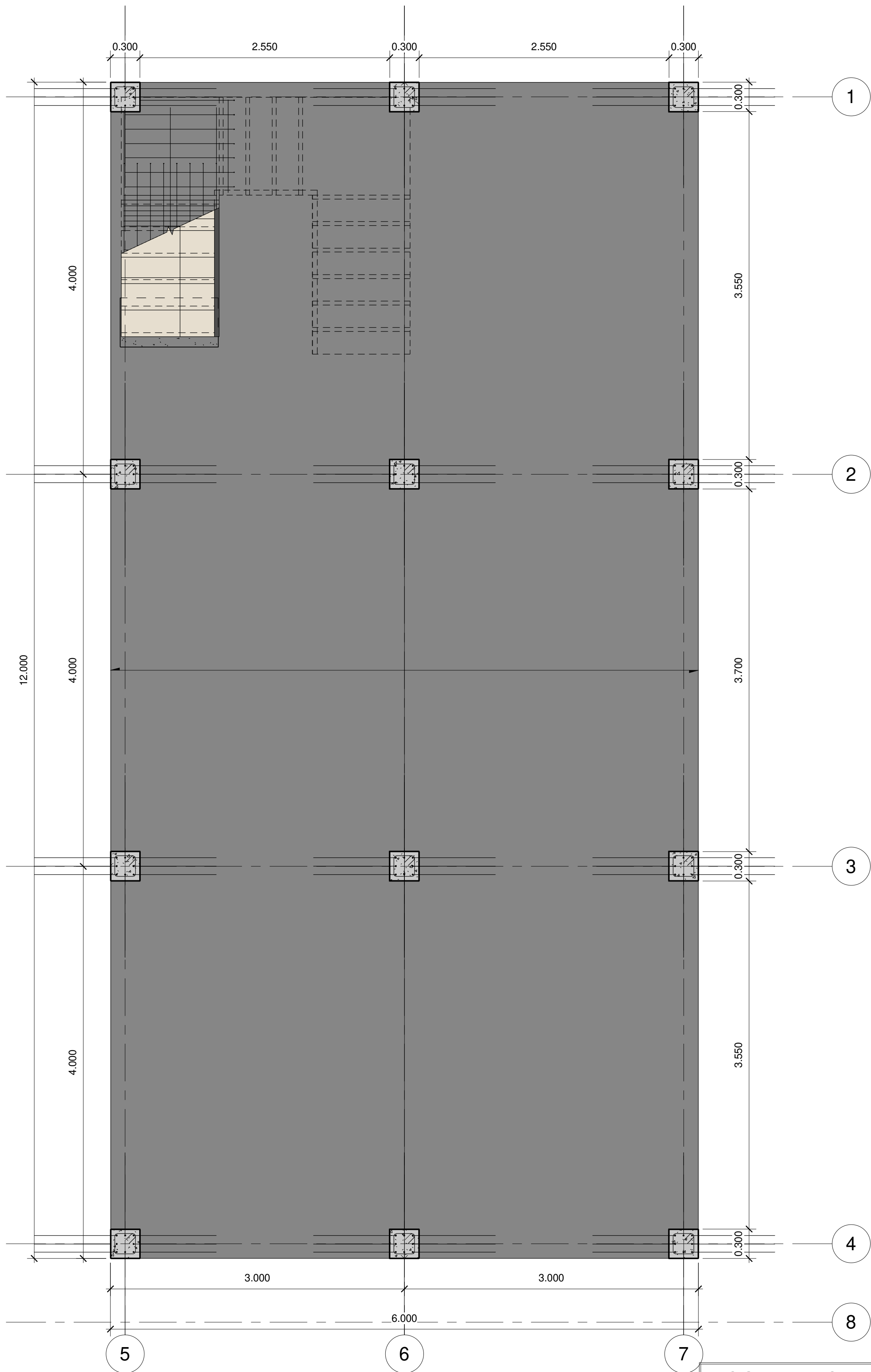
Lámina:
A102

Escala:
1 : 50

Anexo 2

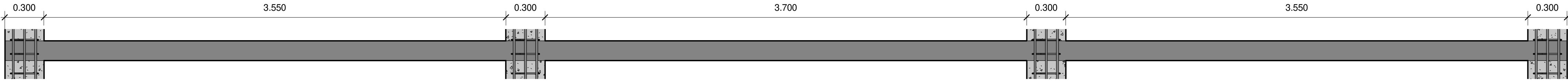


1 Cimentación H=-2.15 m
1 : 30

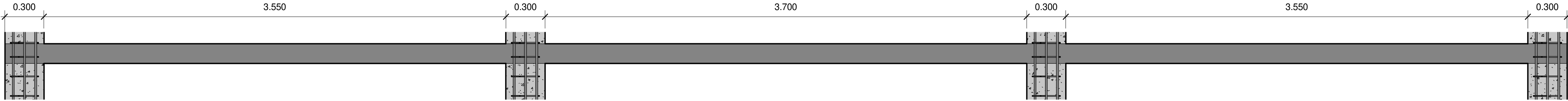


2 Losa de cimentación
1 : 30

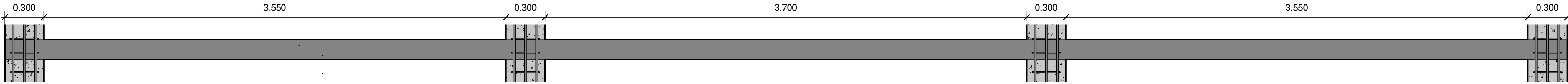
ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL			
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS DE LA TIERRA			
PROYECTO:			
Vivienda Unifamiliar en Samborondón			
CONTENIDO:			
CIMENTACIÓN - PLANOS ESTRUCTURALES			
Profesor de Materia Integradora:		Estudiante:	
Msc. Ingrid Orta		Eduardo Antonio Sánchez Rojas	
Tutor de Materia Integradora:		Fecha de Entrega:	
Ph. D. Natividad García		10/08/2025	
Lámina:		Escala:	
A101		1 : 30	



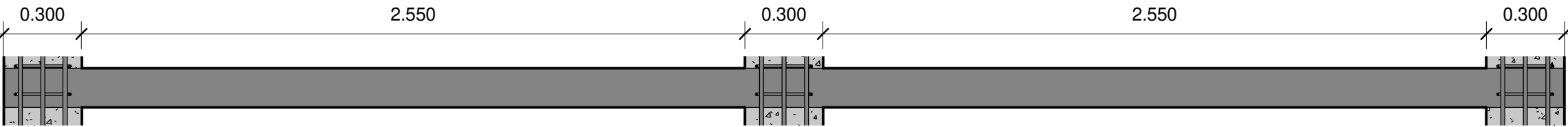
1 Corte eje6-PB
1 : 20



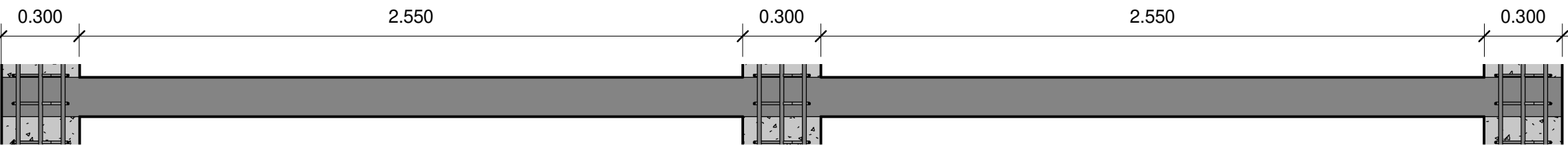
2 Corte eje7-PB
1 : 20



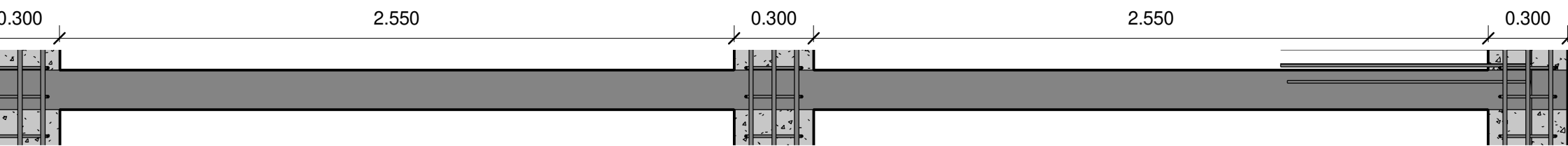
3 Corte eje5-PB
1 : 20



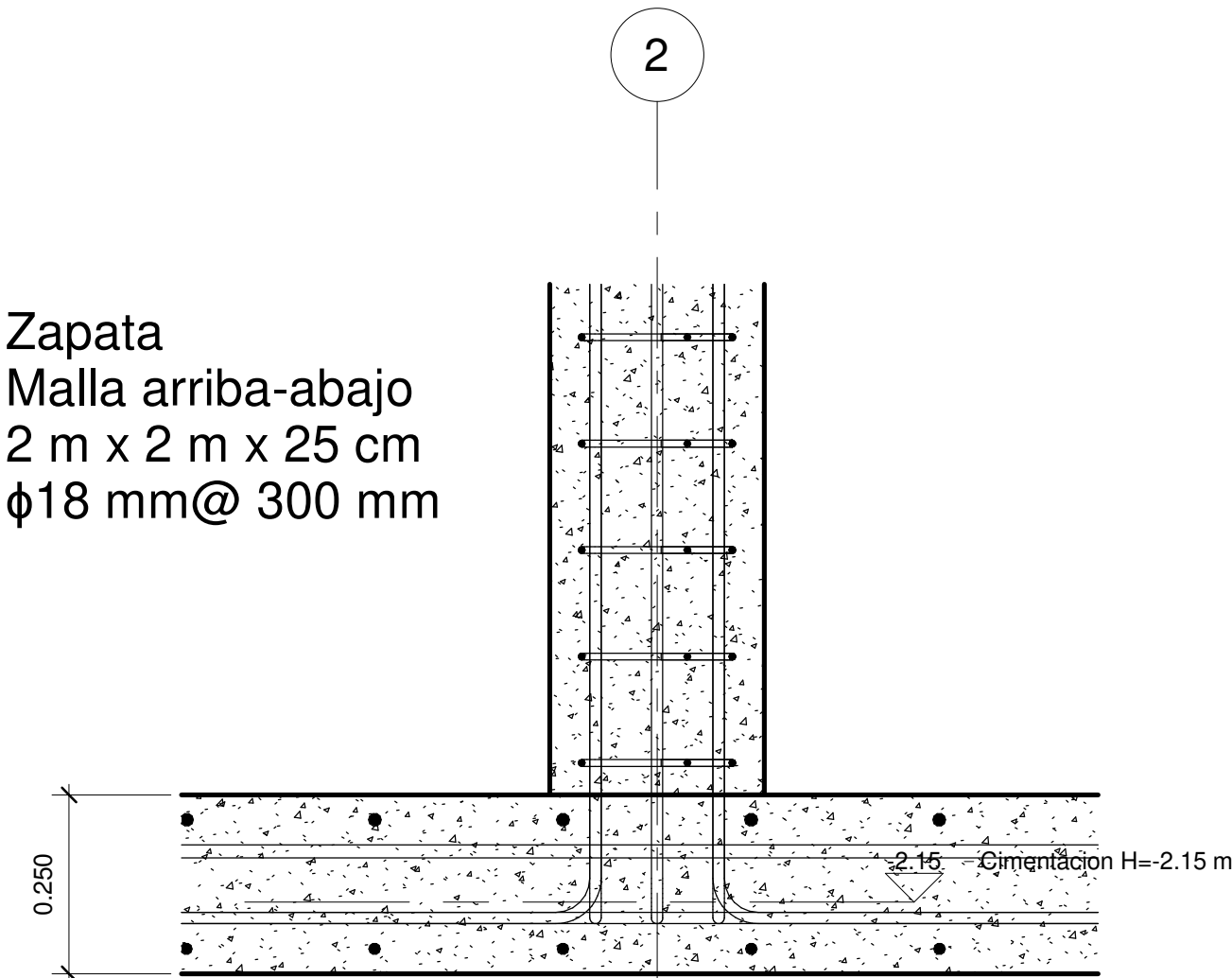
6 Corte eje4-PB
1 : 20



5 Corte eje3-PB
1 : 20

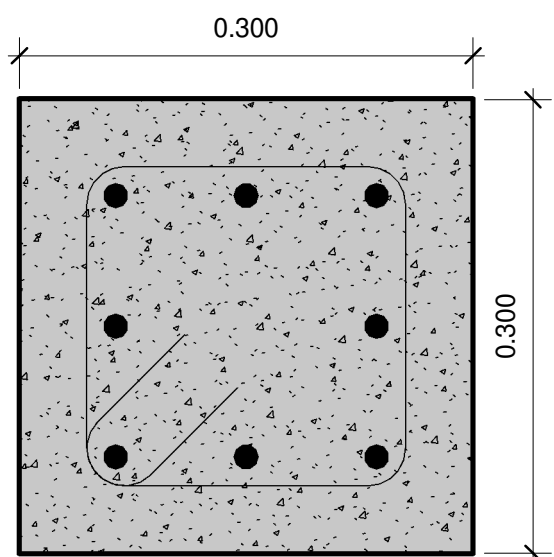


4 Corte eje1-PB
1 : 20



7 Zapata Corte longitudinal
1 : 10

Columnas
30cm x 30cm
8 φ16mm
Estribos φ10 mm@150mm



8 Columna
1 : 5

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS DE LA TIERRA

PROYECTO: **Vivienda Unifamiliar en Samborondón**

CONTENIDO: **CIMENTACIÓN - DETALLES DE VIGAS Y COLUMNAS**

Profesor de Materia Integradora:
Msc. Ingrid Orta

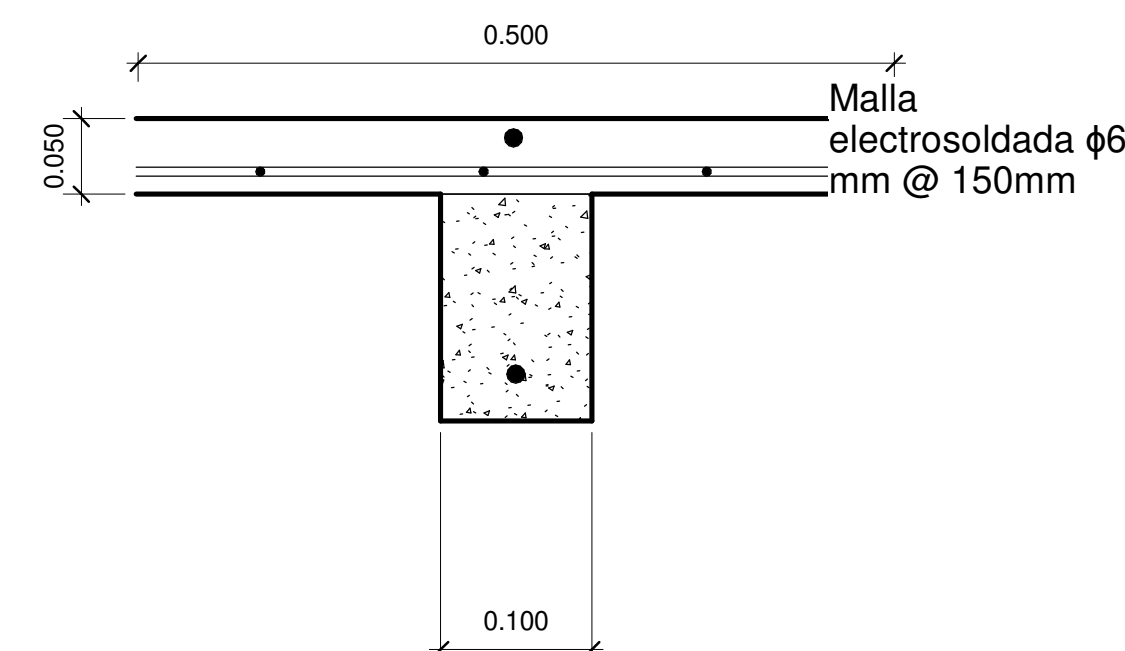
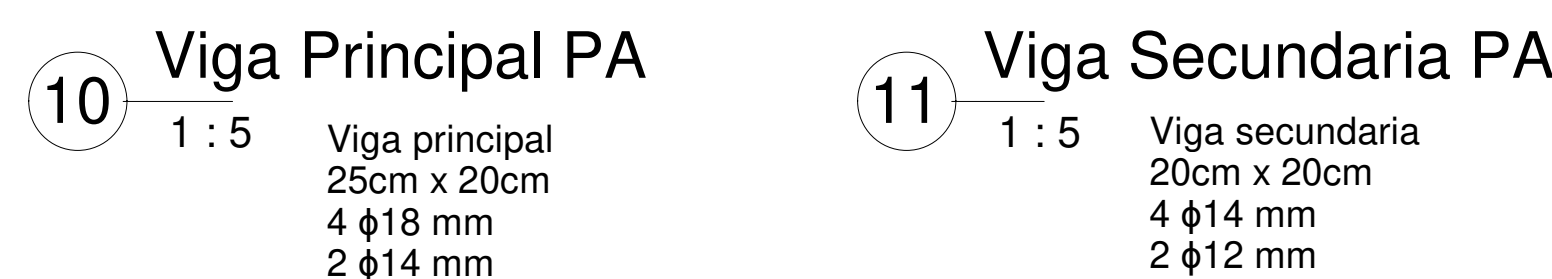
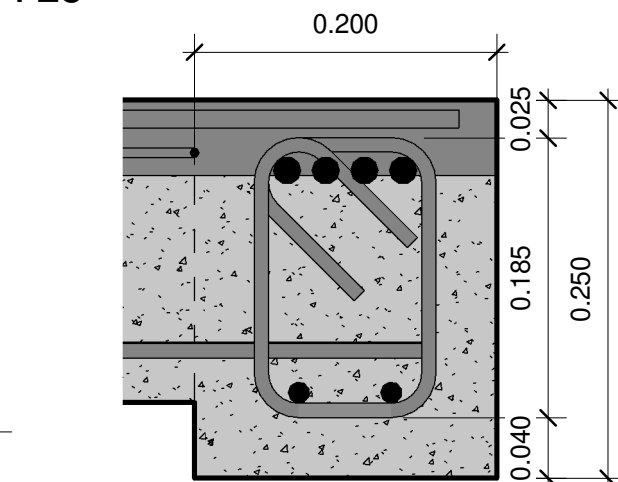
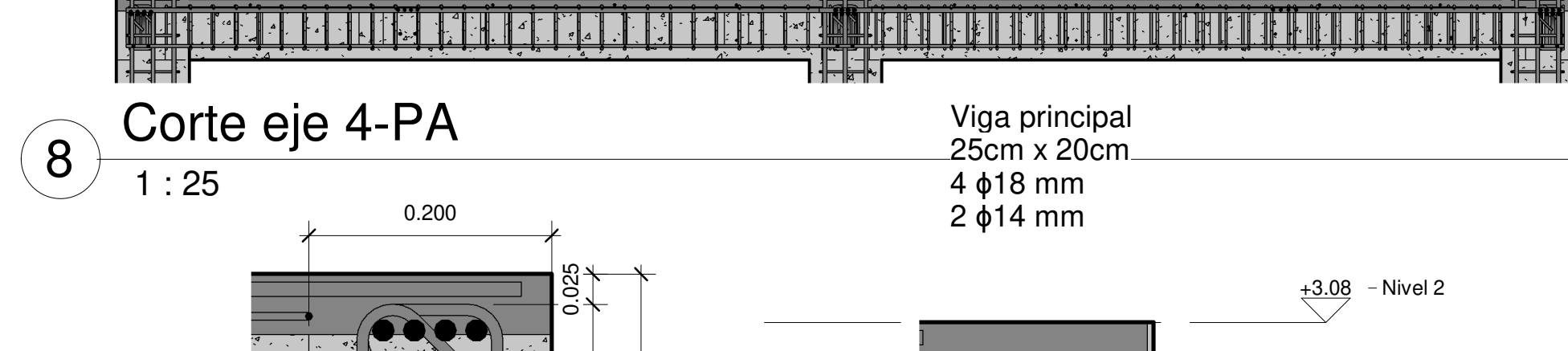
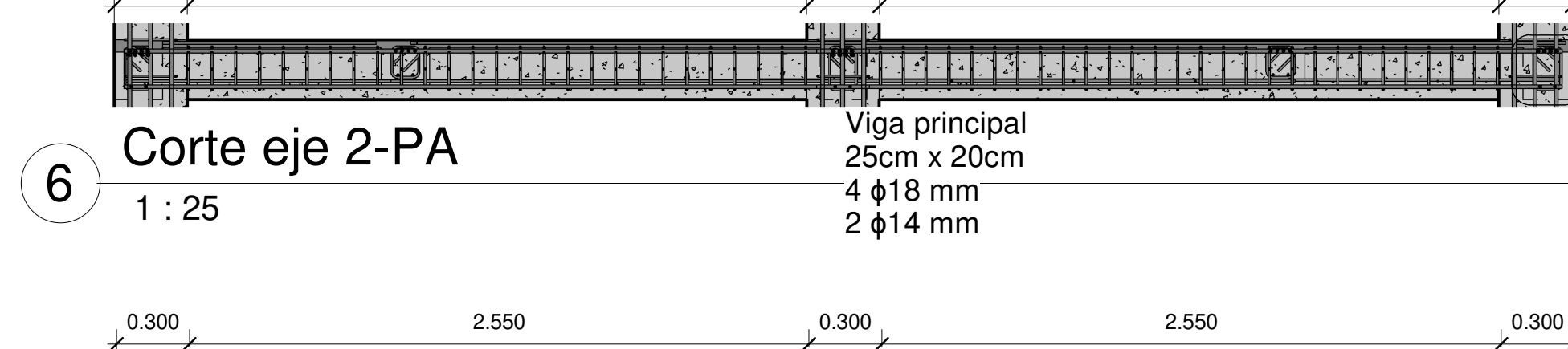
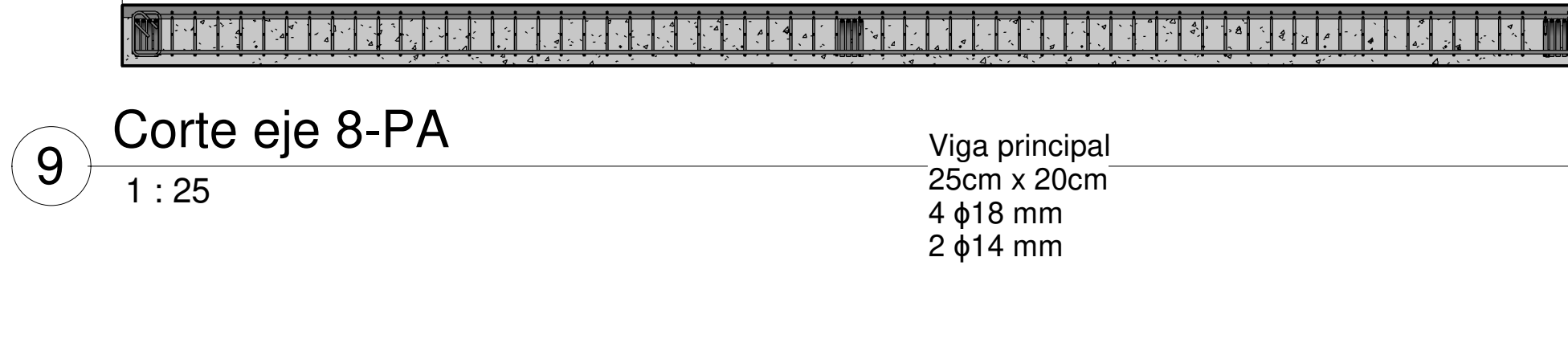
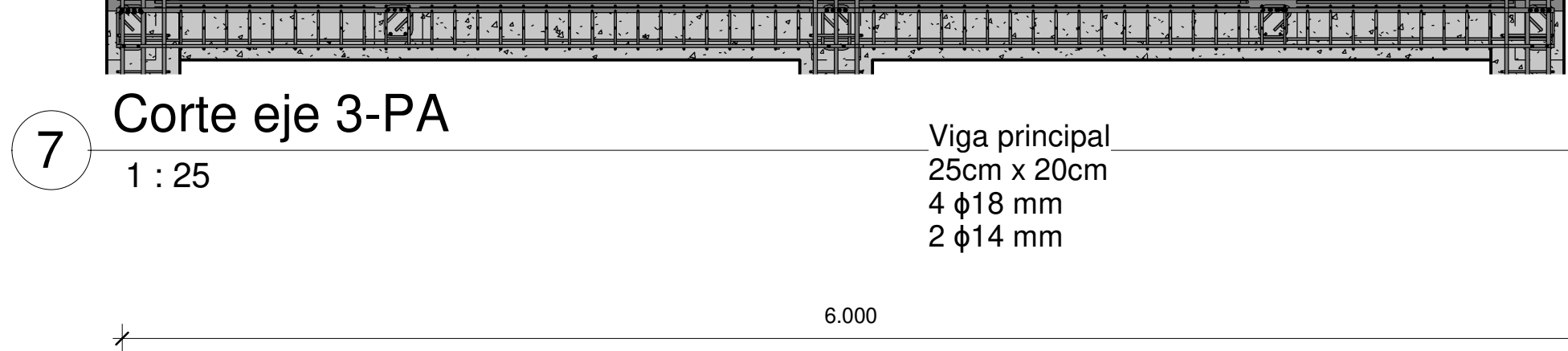
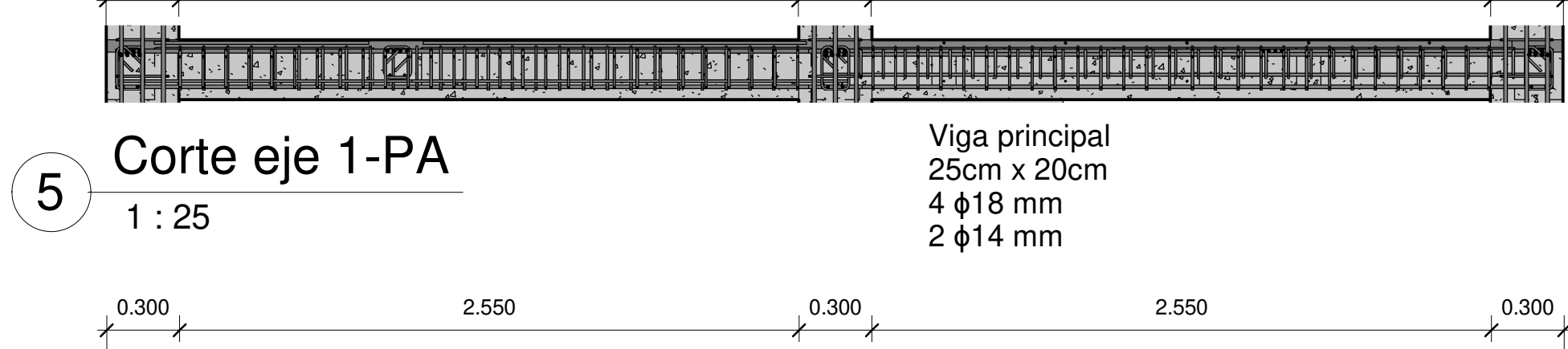
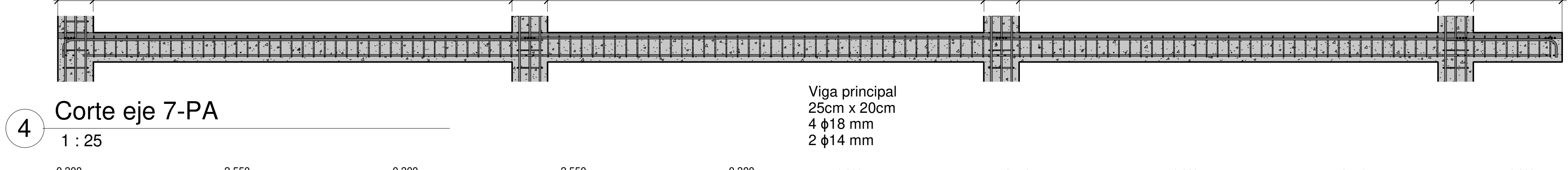
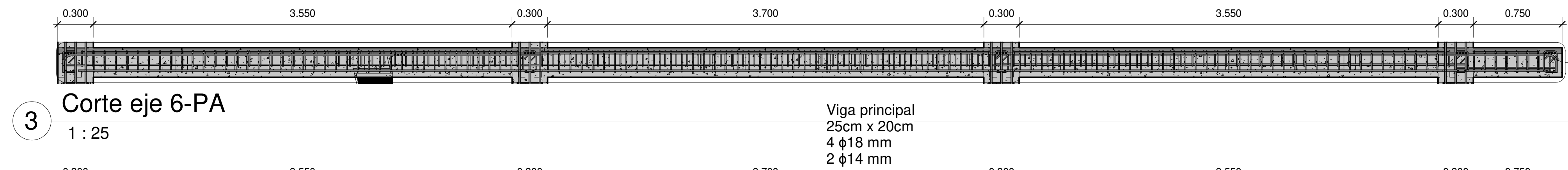
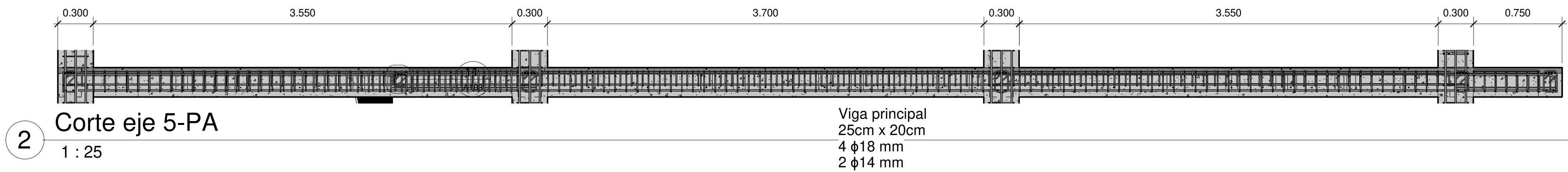
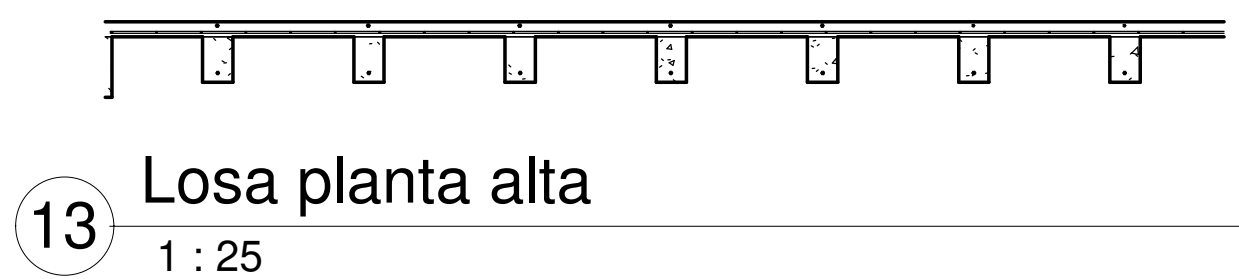
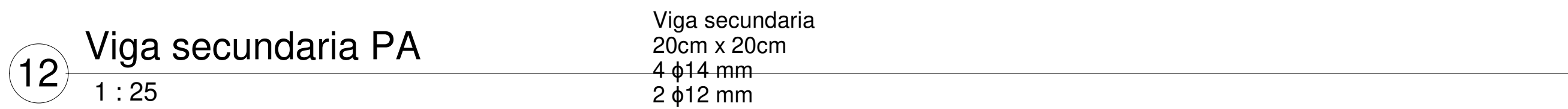
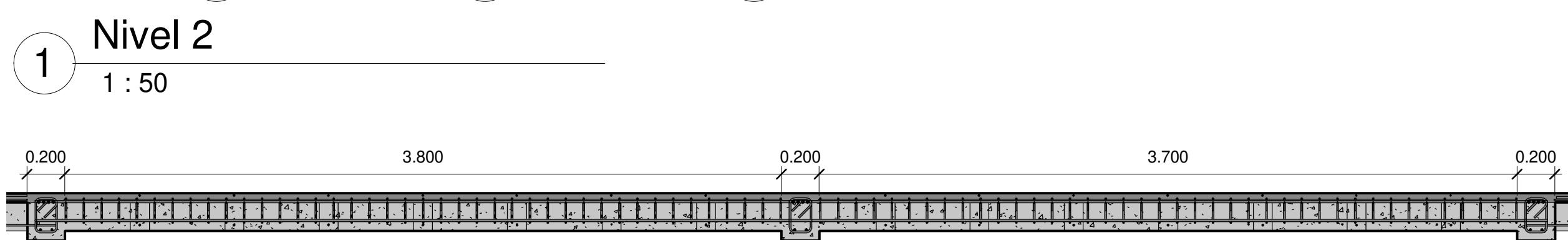
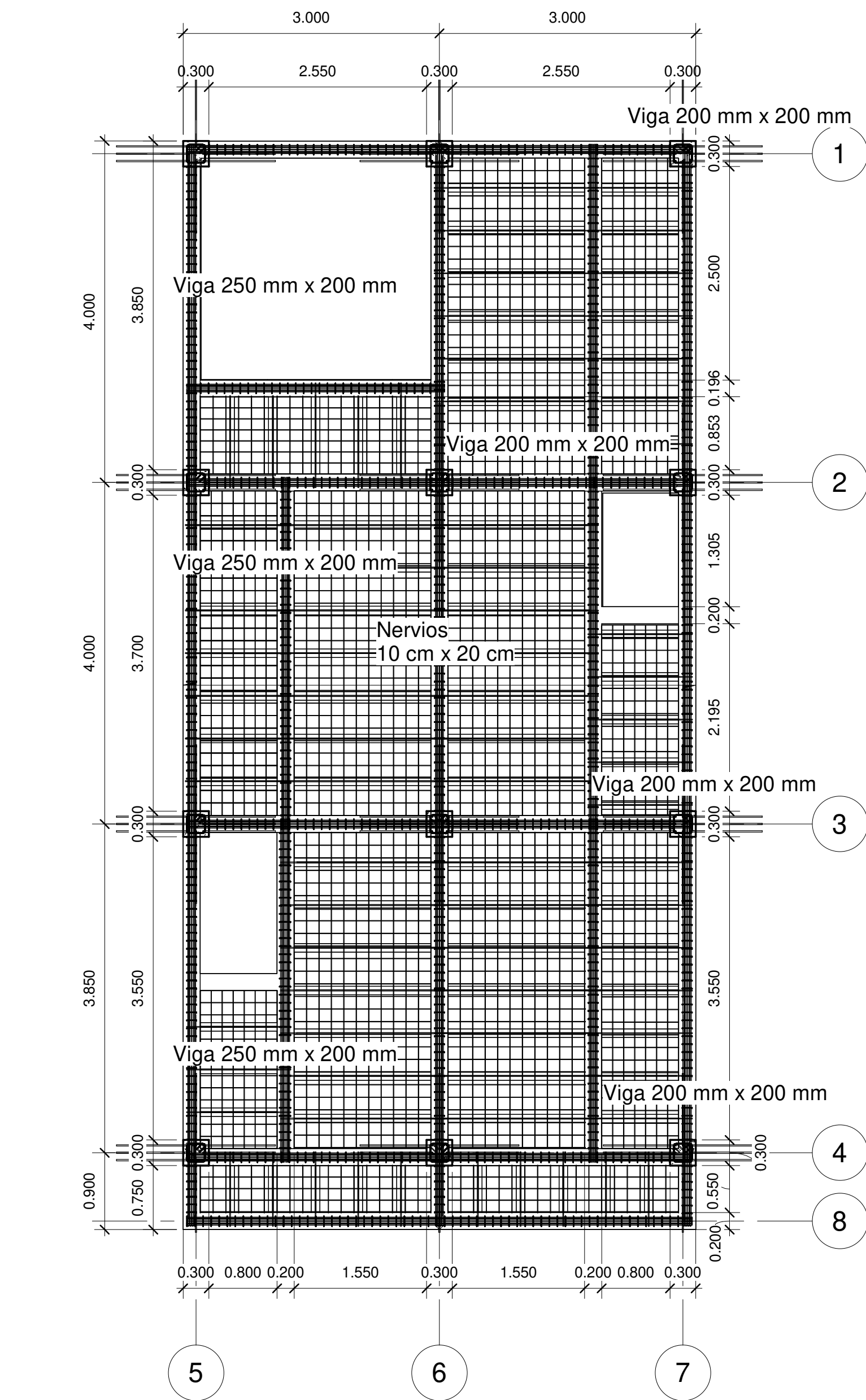
Estudiante:
Eduardo Antonio Sánchez Rojas

Fecha de Entrega:
10/08/2025

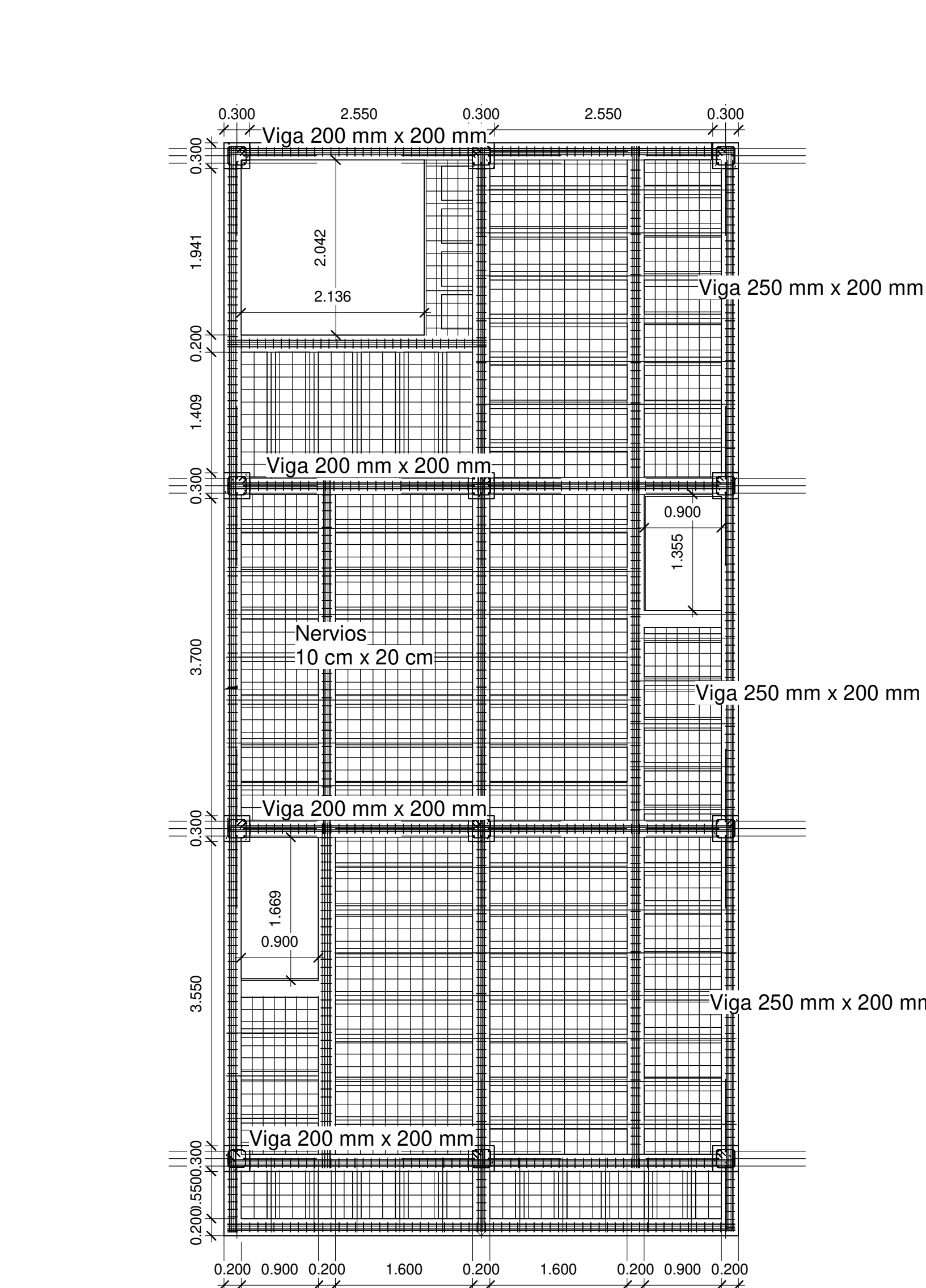
Tutor de Materia Integradora:
Ph. D. Natividad García

Lámina:
A102

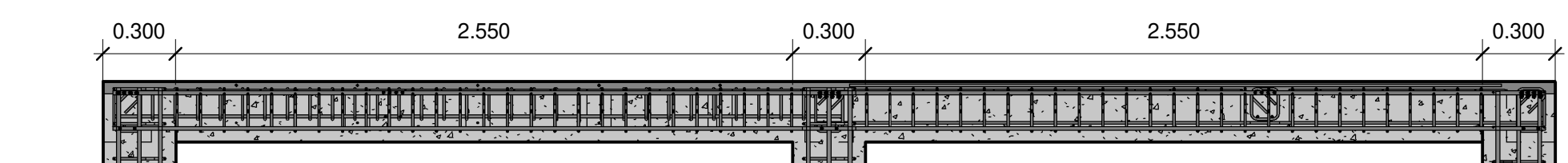
Escala:
Como se indica



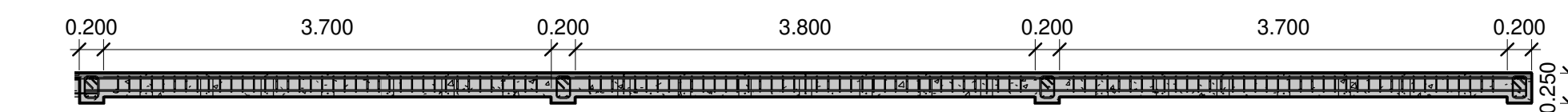
ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL			
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS DE LA TIERRA			
PROYECTO:		Vivienda Unifamiliar en Samborondón	
CONTENIDO:		MEZZANINE - PLANOS ESTRUCTURALES	
Profesor de Materia Integradora:	Estudiante:	Fecha de Entrega:	
Msc. Ingrid Orta	Eduardo Antonio Sánchez Rojas	10/08/2025	
Tutor de Materia Integradora:		Lámina:	Escala:
Ph. D. Natividad García		A103	Como se indica



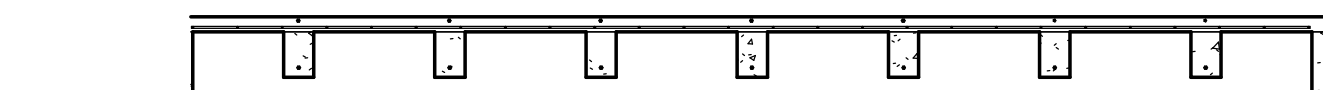
1 Cubierta
1 : 50



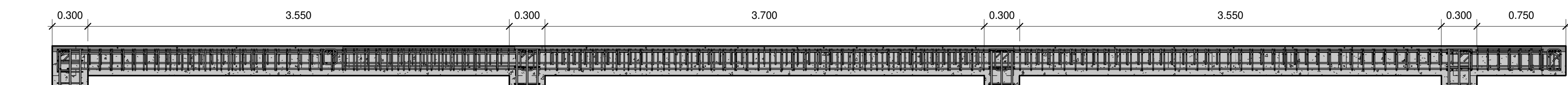
6 Corte eje-2-C
1 : 25



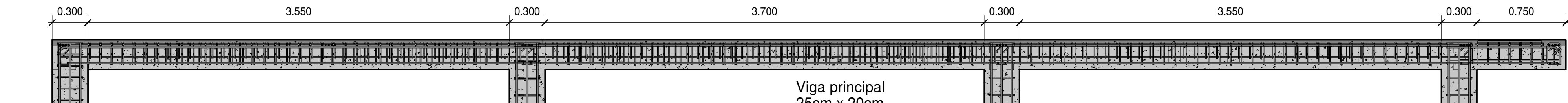
13 Viga secundaria Cubierta
1 : 50



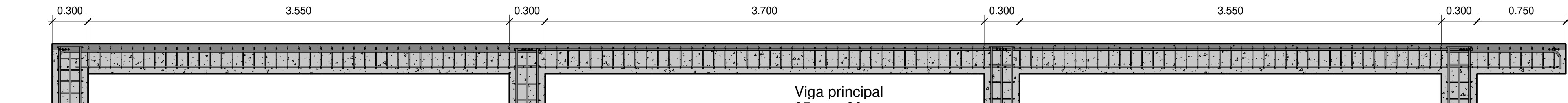
14 Losa cubierta
1 : 25



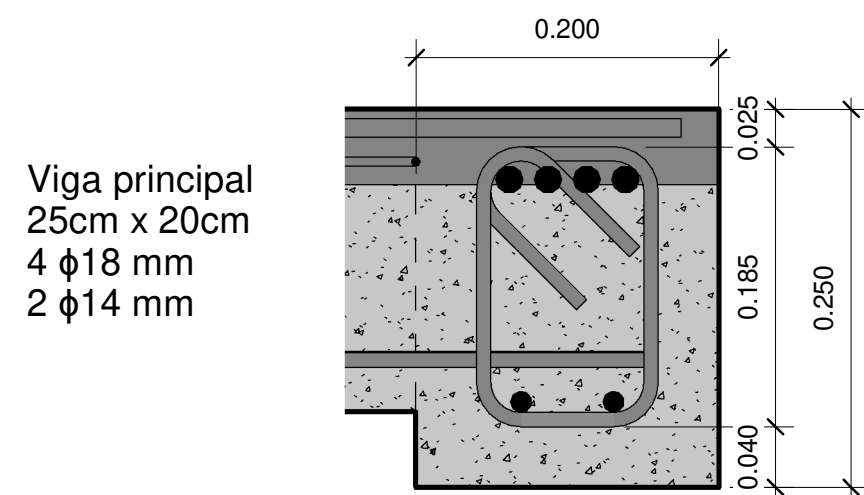
2 Corte eje-5-C
1 : 25



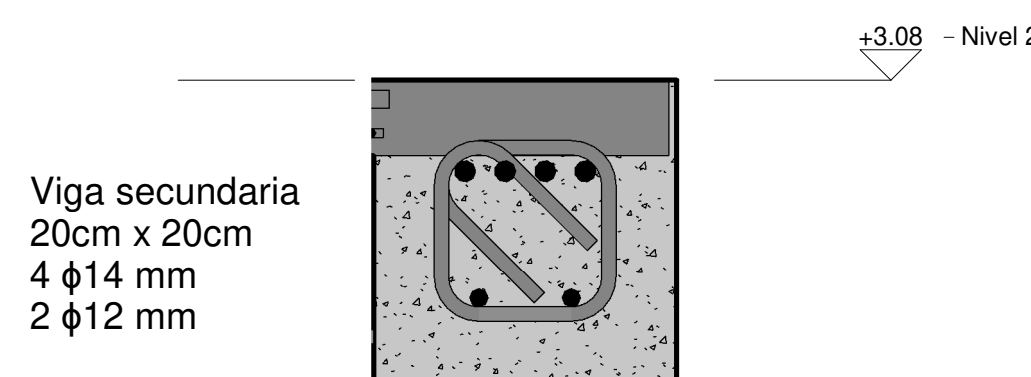
3 Corte eje-6-C
1 : 25



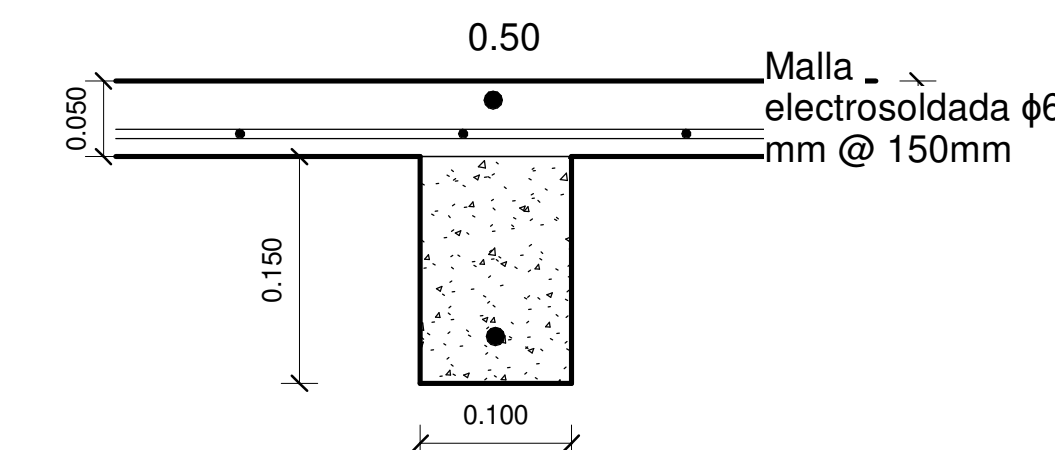
4 Corte eje-7-C
1 : 25



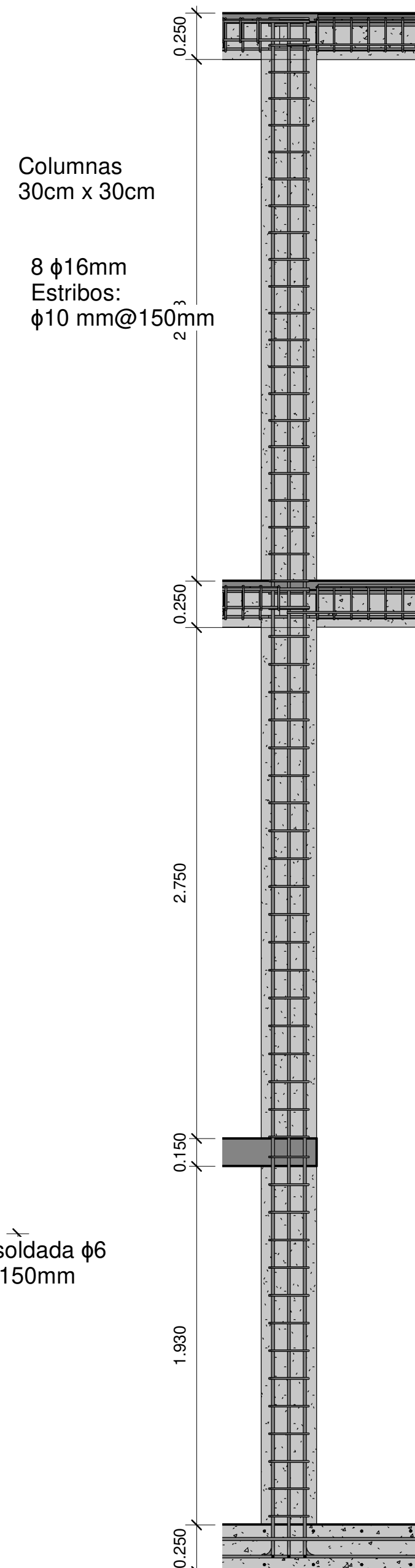
11 Viga Principal C
1 : 5



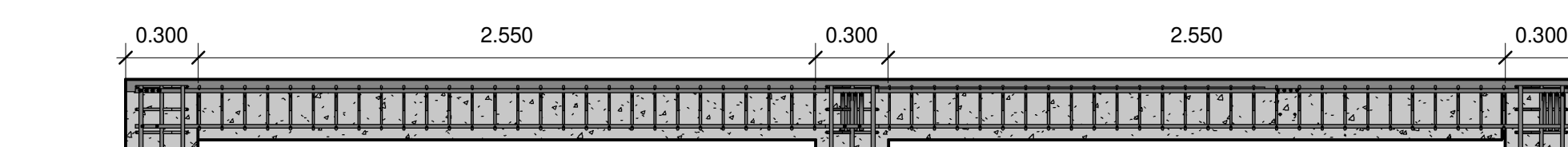
12 Viga Secundaria C
1 : 5



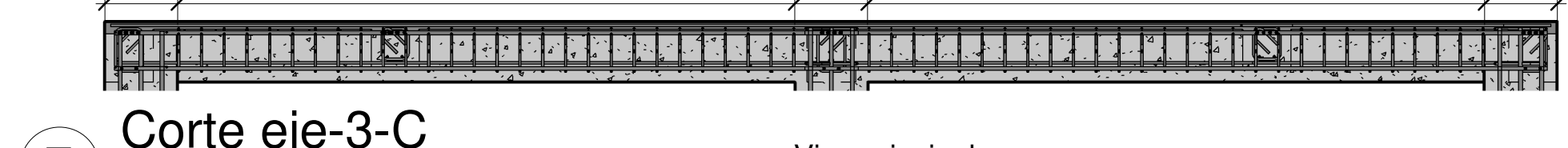
15 sección Losa cubierta
1 : 5



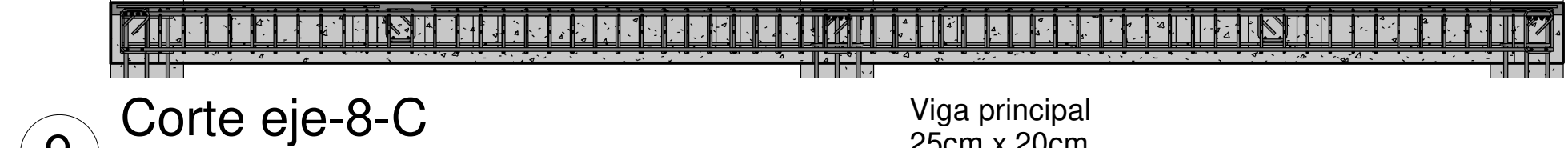
10 Columna-transversal
1 : 25



5 Corte eje-1-C
1 : 25



7 Corte eje-3-C
1 : 25

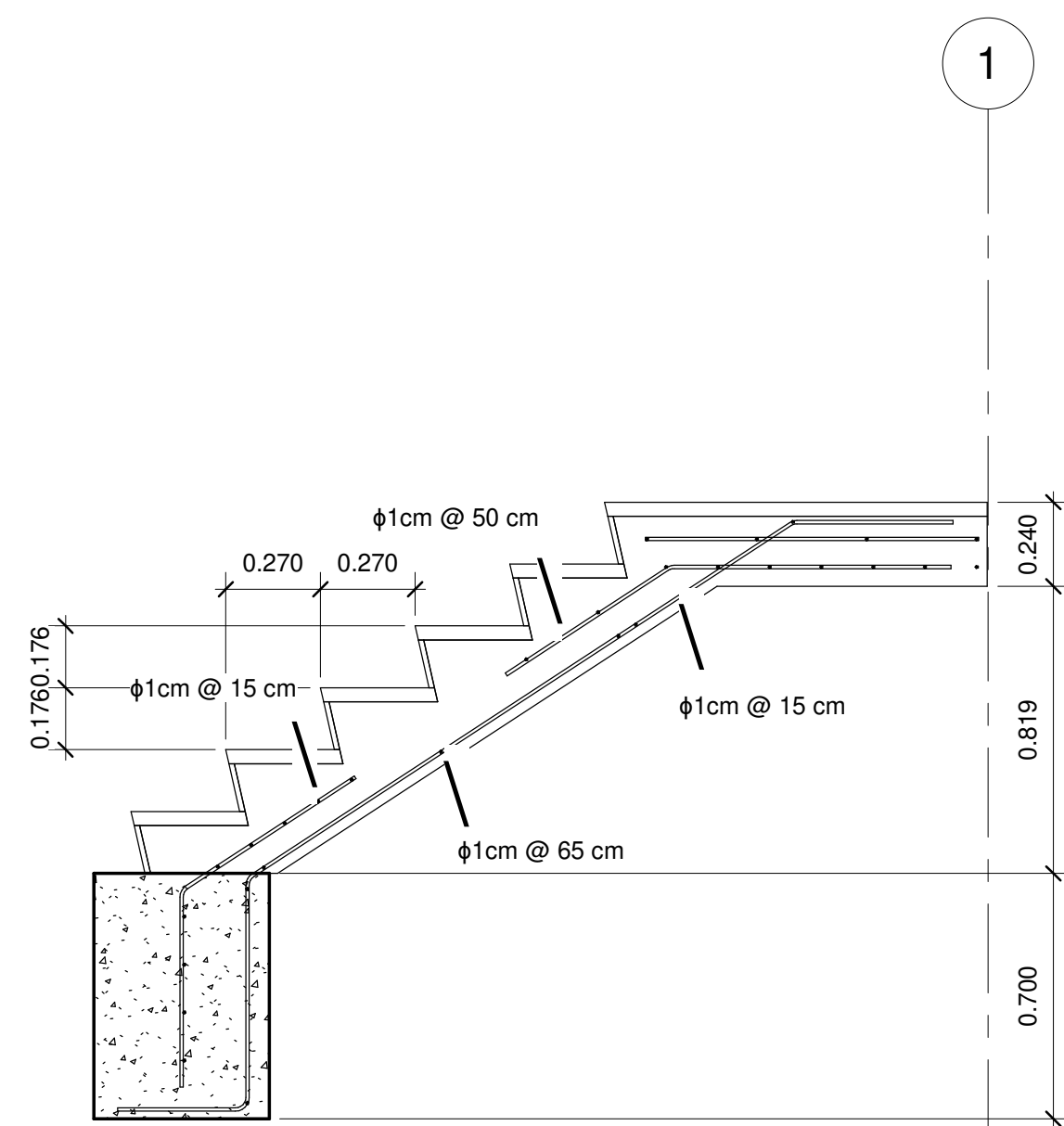


9 Corte eje-8-C
1 : 25

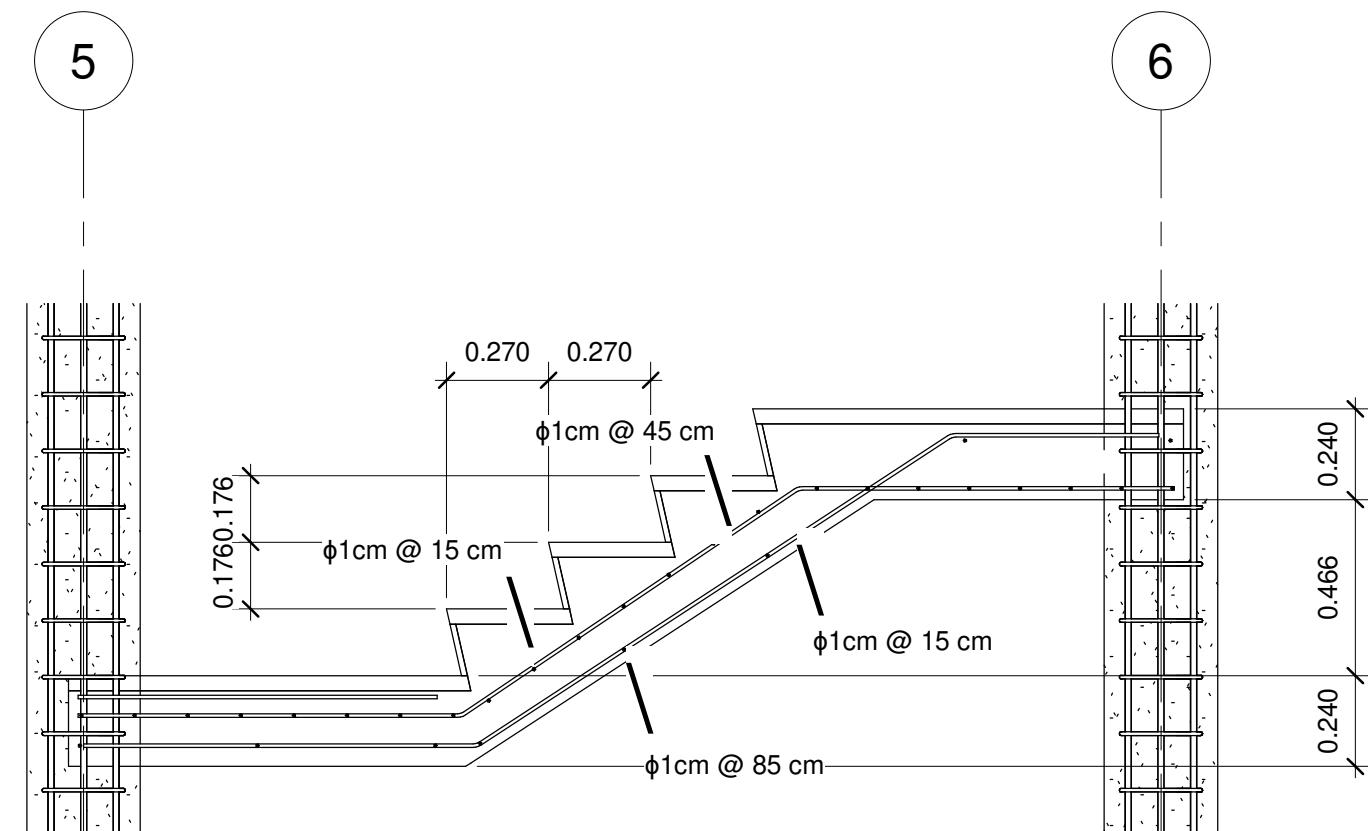


8 Corte eje-4-C
1 : 25

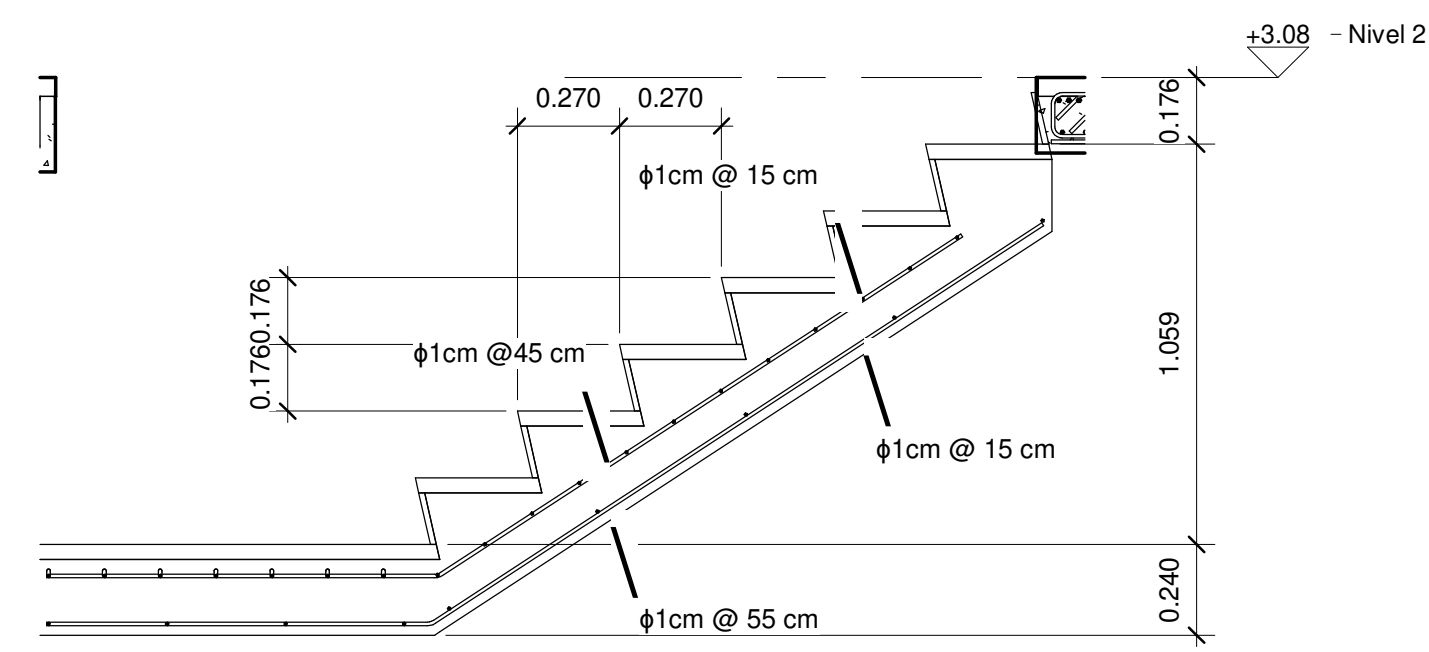
ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL			
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS DE LA TIERRA			
PROYECTO:			
Vivienda Unifamiliar en Samborondón			
CONTENIDO:			
CUBIERTA - PLANOS ESTRUCTURALES			
Profesor de Materia Integradora:	Estudiante:	Fecha de Entrega:	
Msc. Ingrid Orta		10/08/2025	
Tutor de Materia Integradora:	Eduardo Antonio Sánchez Rojas	Lámina:	Escala:
Ph. D. Natividad García		A105	Como se indica



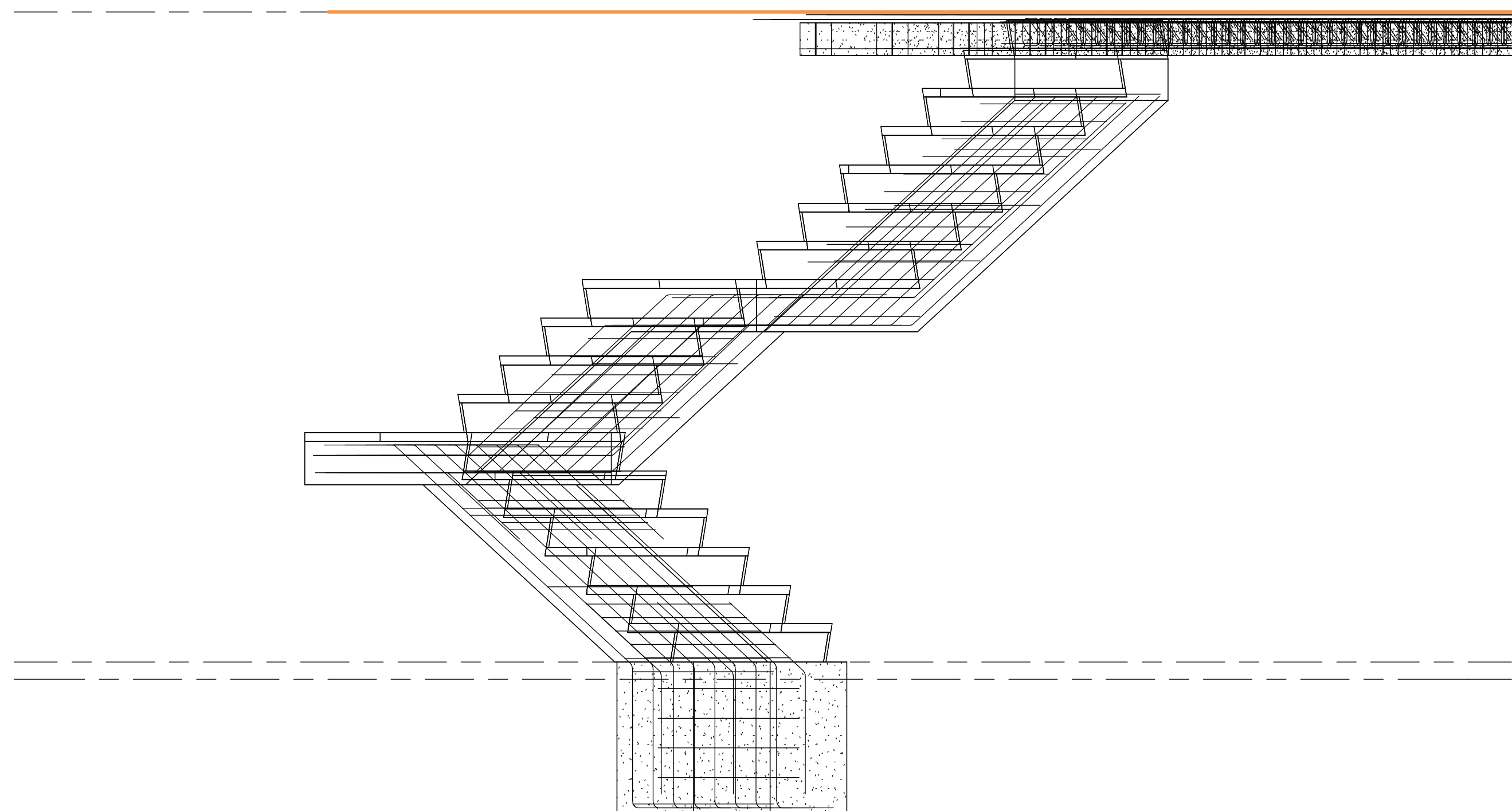
1 Tramo 1
1 : 20



2 Tramo 2
1 : 20



3 Tramo 3
1 : 20



4 Vista General

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL			
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS DE LA TIERRA			
PROYECTO:		Vivienda Unifamiliar en Samborondón	
CONTENIDO:		ESCALERA - PLANOS ESTRUCTURALES	
Profesor de Materia Integradora:	Estudiante:	Fecha de Entrega:	
Msc. Ingrid Orta		10/08/2025	
Tutor de Materia Integradora:		Lámina:	Escala:
Ph. D. Natividad García		104	1 : 20

Anexo 3

Datos de Cisterna		
Variables	Valor	Unidades
Población	5	hab
Uso	Residencial	
Dotación	200	l/hab/día
Días	2	día
Q Diseño	1000	l/día
Vol Diseño	2000	l
Vol Diseño	2	m ³
a	2	m
b	0,7	m
c	1,5	m
V Cisterna	2,1	m ³
t llenado	4	h
Q llenado	0,1458333	l/s
Φ cisterna	1/2	in

Q Limites		
1/2 in		
Diameter	1/2	in
Diameter	0,01	m
Q	0,19	l/s
3/4 in		
Diameter	3/4	in
Diameter	0,02	m
Q	0,43	l/s
1 in		
Diameter	1	in
Diameter	0,03	m
Q	0,76	l/s
1 1/4 in		
Diameter	1 1/4	in
Diameter	0,03	m
Q	1,19	l/s
1 1/2 in		
Diameter	1 1/2	in
Diameter	0,04	m
Q	1,71	l/s
2 in		
Diameter	2	in
Diameter	0,05	m
Q	3,04	l/s

Tabla 16.2. Dotaciones para edificaciones de uso específico		
Tipo de edificación	Unidad	Dotación
Bloques de viviendas	L/habitante/día	200 a 350
Bares, cafeterías y restaurantes	L/m ² área útil/día	40 a 60
Camales y planta de fomento	L/cabeza	150 a 300
Cementerios y mausoleos	L/visitante/día	3 a 5
Centro comercial	L/m ² área útil/día	15 a 25
Cines, templos y auditorios	L/concurrente/día	5 a 10
Consultorios médicos y clínicas con hospitalización	L/ocupante/día	500 a 1000
Cuarteles	L/persona/día	150 a 350
Escuelas y colegios	L/estudiante/día	20 a 50
Hospitales	L/cama/día	800 a 1300
Hoteles hasta 3 estrellas	L/ocupante/día	150 a 400
Hoteles de 4 estrellas en adelante	L/ocupante/día	350 a 800
Internados, hogar de ancianos y niños	L/ocupante/día	200 a 300
Jardines y ornamentación con recirculación	L/m ² /día	2 a 8
Lavanderías y tintorerías	L/kg de ropa	30 a 50
Mercados	L/puesto/día	100 a 100
Oficinas	L/persona/día	50 a 90
Piscinas	L/m ² área útil/día	15 a 30
Prisiones	L/persona/día	350 a 600
Salas de fiesta y casinos	L/m ² área útil/día	20 a 40
Servicios sanitarios públicos	L/mueble sanitario/día	300
Talleres, industrias y agencias	L/trabajador/jornada	80 a 120
Terminales de autobuses	L/pasajero/día	10 a 15
Universidades	L/estudiante/día	40 a 60
Zonas industriales, agropecuarias y fábricas*	L/s/ha	1 a 2

Aparatos	Cantidad	Qi	Total
Inodoros	2	0,1	0,2
Duchas	2	0,2	0,4
Lavamanos	2	0,1	0,2
Lavaplatos	1	0,2	0,2
Lavadora	1	0,2	0,2
Cant Total	8	Qi Total	1,2

Tabla 3.1

1/2"		$j = 4C (V^{1,75} / D^{1,2})$		$Q = AV$		$j = 6,1C (Q^{1,75} / D^{4,75})$		
Unidades	Caudal Q		V	h _v	Pérdidas por fricción en m/m			
					Coeficiente de fricción C			
	gal/min	l/min	l/s	m/s	Fundido 0,00031	Galvanizado 0,00018	Acero 0,00012	P.V.C. 0,00010
1	3,79	0,06	0,47	0,01	0,079	0,058	0,046	0,030
2	2	7,57	0,13	1,03	0,05	0,304	0,226	0,177
3	3	11,35	0,19	1,50	0,11	0,591	0,439	0,229
5	4	15,14	0,25	1,97	0,20	0,956	0,709	0,338
6	5	18,92	0,32	2,53	0,33	1,472	1,092	0,475
7	6	22,71	0,38	3,00	0,46	1,989	1,475	0,576
8	7	26,50	0,44	3,49	0,62	2,587	1,919	0,701
10	8	30,28	0,50	3,98	0,81	3,267	2,424	0,897
12	9	34,07	0,57	4,48	1,02	4,015	2,979	1,154
14	10	37,85	0,63	4,98	1,26	4,828	3,582	1,408
16	12	45,42	0,76	5,98	1,82	6,643	4,929	1,827
20	14	52,99	0,88	6,97	2,48	8,700	6,455	2,368

Flamant

Norma Hidrosanitaria NHE Agua

Aparato sanitario	Caudal instantáneo mínimo (L/s)	Presión		Diámetro según NTE (NEN 1369 (mm))
		recomendada (m c.a.)	mínima (m c.a.)	
Bañera / tina	0.30	7.0	3.0	20
Bidet	0.10	7.0	3.0	16
Calentadores / calderas	0.30	15.0	10.0	20
Ducha	0.20	10.0	3.0	16
Fregadero cocina	0.20	5.0	2.0	16
Fuentes para beber	0.10	3.0	2.0	16
Grifo para manguera	0.20	7.0	3.0	16
Inodoro con depósito	0.10	7.0	3.0	16
Inodoro con fluxor	1.25	15.0	10.0	25
Lavabo	0.10	5.0	2.0	16
Máquina de lavar ropa	0.20	7.0	3.0	16
Máquina lava vajilla	0.20	7.0	3.0	16
Urinario con fluxor	0.50	15.0	10.0	20
Urinario con llave	0.15	7.0	3.0	16
Sauna, turco, hidromasaje domésticos	1.00	15.0	10.0	25

Bomba	
Qi	1,20 l/s
Raiz	7,00
Ks	0,38
Qmp	0,45 l/s
Φ	1 in

Piso 1	
Qi	0,60 l/s
Raiz	3,00
Ks	0,58
Qmp	0,35 l/s
Φ	3/4 in

Piso 2	
Qi	0,60 l/s
Raiz	3,00
Ks	0,58
Qmp	0,35 l/s
Φ	3/4 in

Aparato Crítico	
Ducha	
Unidades	2 u
Caudal Instantáneo	0.2 l/s
Flamant (Caudal)	0.13 l/s
Flamant (Velocidad)	1.03 m/s
Flamant (hv)	0.05 m
C-PVC	0,0001 PVC
Flamant (j)	0,098
Diámetro	1/2 in

Tabla 3.1

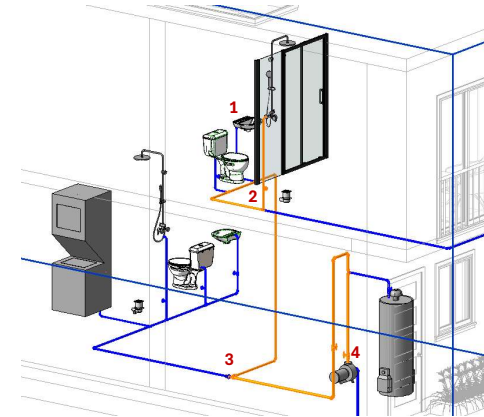
1/2"

$j = 4C (Q^{1.75} / D^{4.75})$ $Q = AV$ $j = 6.1C (Q^{1.75} / D^{4.75})$

Unidades	Caudal Q		V	hv	Pérdidas por fricción en m/m				
	gal/min	l/min	l/s	m	Coeficiente de fricción C				
					Fundido 0.00031	Galvanizado 0.00023	Acero 0.00018	Cobre 0.00012	P.V.C. 0.00010
1	3.73	0.06	0.47	0.03	0.029	0.026	0.026	0.026	0.026
2	7.47	0.13	0.93	0.06	0.046	0.042	0.042	0.042	0.042
3	11.20	0.19	1.40	0.09	0.063	0.058	0.058	0.058	0.058
4	14.94	0.25	1.87	0.12	0.080	0.074	0.074	0.074	0.074
5	18.67	0.31	2.34	0.15	0.100	0.092	0.092	0.092	0.092
6	22.41	0.37	2.81	0.18	0.119	0.110	0.110	0.110	0.110
7	26.14	0.43	3.28	0.21	0.138	0.128	0.128	0.128	0.128
8	29.88	0.50	3.75	0.24	0.157	0.145	0.145	0.145	0.145
9	33.61	0.56	4.22	0.27	0.176	0.163	0.163	0.163	0.163
10	37.35	0.62	4.69	0.30	0.195	0.181	0.181	0.181	0.181
11	41.08	0.68	5.16	0.33	0.214	0.199	0.199	0.199	0.199
12	44.82	0.74	5.63	0.36	0.233	0.217	0.217	0.217	0.217
13	48.55	0.80	6.10	0.39	0.252	0.235	0.235	0.235	0.235
14	52.29	0.86	6.57	0.42	0.271	0.253	0.253	0.253	0.253
15	56.02	0.92	7.04	0.45	0.290	0.271	0.271	0.271	0.271
16	59.76	0.98	7.51	0.48	0.309	0.289	0.289	0.289	0.289
17	63.49	1.04	7.98	0.51	0.328	0.307	0.307	0.307	0.307
18	67.23	1.10	8.45	0.54	0.347	0.325	0.325	0.325	0.325
19	70.96	1.16	8.92	0.57	0.366	0.343	0.343	0.343	0.343
20	74.70	1.22	9.39	0.60	0.385	0.361	0.361	0.361	0.361

Norma Hidrosanitaria NHE Agua

Aparato sanitario	Caudal instantáneo (l/s)	Presión recomendada (m.c.a.)	Presión mínima (m.c.a.)	Diámetro según NTE (NEN 1369) (mm)
Barra / tina	0.30	7.0	3.0	20
Bidet	0.10	7.0	3.0	16
Calentadores / calderas	0.30	15.0	10.0	20
Ducha	0.20	10.0	3.0	16
Fregadero cocina	0.20	5.0	2.0	16
Fuentes para beber	0.10	3.0	2.0	16
Grifo para mangera	0.20	7.0	3.0	16
Inodoro con depósito	0.10	7.0	3.0	16
Inodoro con flujo	1.25	15.0	10.0	25
Lavabo	0.10	5.0	2.0	16
Máquina de lavar ropa	0.20	7.0	3.0	16
Máquina lava vajilla	0.20	7.0	3.0	16
Urinario con flujo	0.50	15.0	10.0	20
Urinario con llave	0.15	7.0	3.0	16
Sauna, turco, hidromasaje domésticos	1.00	15.0	10.0	25



Tramo 2-3

Diámetro	Accesorio	Cantidad	Valor	1/2	in
Tee unidireccional	1	0.2	0.2		
Tee bidireccional	2	0.76	1.52		
Válvula de Compuerta	1	0.08	0.08		
Codo radio corto 90	3	0.36	1.08		
Longitud Equivalente Accesorio				2.88	

Tramo 3-4

Diámetro	Accesorio	Cantidad	Valor	3/4	in
Codo radio corto 90	3	0.49	1.47		
Válvula de Compuerta	2	0.1	0.2		
Longitud Equivalente Accesorio				1.67	

Descripción	Punto o Segmento	Unidades		F	V	lv	C	j	Φ	Longitud Equivalente in m				J	Presión
		u	l/s	m/s	m	m	Fricción	m/m	in	Horiz	Vert	Accesorio	Total	m	m
Ducha	[1]	[2]	[4]	[5]	[6]		[7]	[8]	[9]	[10]	[11]	[12]	[13]	[14]	[15]
Ducha	1														10
Ducha-Tubería	1-2	2	0.13	1.03		0.05	0.0001	0.098	1/2	0	1.45	0	1.45	0.14	11.64
Tee P2-TeeP1	2-3	3	0.19	1.5		0.11	0.0001	0.191	1/2	3.81	2.91	2.88	9.6	1.83	16.50
TeeP1-Bomba	3-4	8	0.44	1.54		0.12	0.0001	0.121	3/4	2.254	3.93	1.67	7.854	0.95	21.50
Bomba-Cisterna												2			23.50

Tabla 3.2

3/4"

j = 4C (Q^{1.75} / D^{4.75})

Q = AV

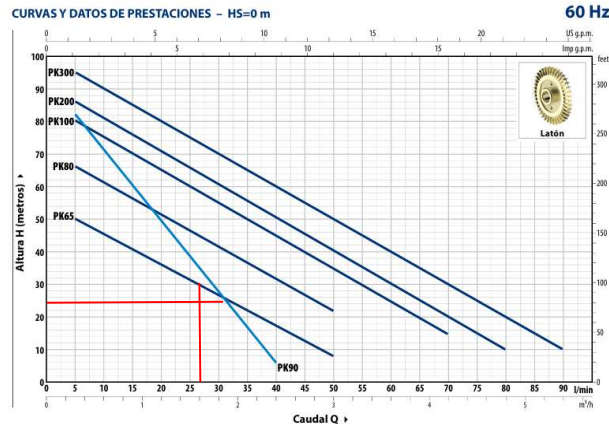
j = 6.1C (Q^{1.75} / D^{4.75})

Unidades	Caudal Q		V		hv		Pérdidas por fricción en m/m				
							Coeficiente de fricción C				
	gal/min	l/min	l/s	m/s	m	Fundido 0.00031	Galva- nizado 0.00023	Acero 0.00018	Cobre 0.00012	P.V.C. 0.00010	
2	2	7.57	0.13	0.46	0.01	0.044	0.033	0.026	0.017	0.014	
3	3	11.35	0.19	0.67	0.02	0.086	0.064	0.050	0.033	0.028	
4	4	15.14	0.25	0.88	0.04	0.139	0.103	0.081	0.054	0.045	
5	5	18.92	0.32	1.12	0.06	0.215	0.159	0.125	0.083	0.069	
6	6	22.71	0.38	1.33	0.09	0.290	0.215	0.168	0.112	0.093	
7	7	26.46	0.44	1.54	0.12	0.375	0.278	0.218	0.145	0.121	
8	8	30.24	0.50	1.75	0.16	0.469	0.348	0.272	0.181	0.151	
9	9	34.07	0.57	1.99	0.20	0.585	0.434	0.340	0.227	0.189	
10	10	37.80	0.63	2.21	0.25	0.702	0.521	0.408	0.272	0.226	
11	11	41.53	0.69	2.42	0.30	0.820	0.608	0.475	0.317	0.265	
12	12	45.36	0.76	2.67	0.36	0.975	0.723	0.566	0.377	0.314	
13	13	49.19	0.82	2.91	0.42	1.130	0.839	0.657	0.437	0.363	
14	14	52.92	0.88	3.09	0.49	1.260	0.935	0.732	0.488	0.406	
15	15	56.65	0.94	3.34	0.56	1.400	1.031	0.813	0.548	0.455	
16	16	60.48	1.01	3.54	0.64	1.604	1.190	0.931	0.621	0.517	
17	17	64.31	1.07	3.75	0.72	1.820	1.350	1.040	0.704	0.584	
18	18	68.04	1.13	3.96	0.80	1.952	1.448	1.133	0.755	0.630	

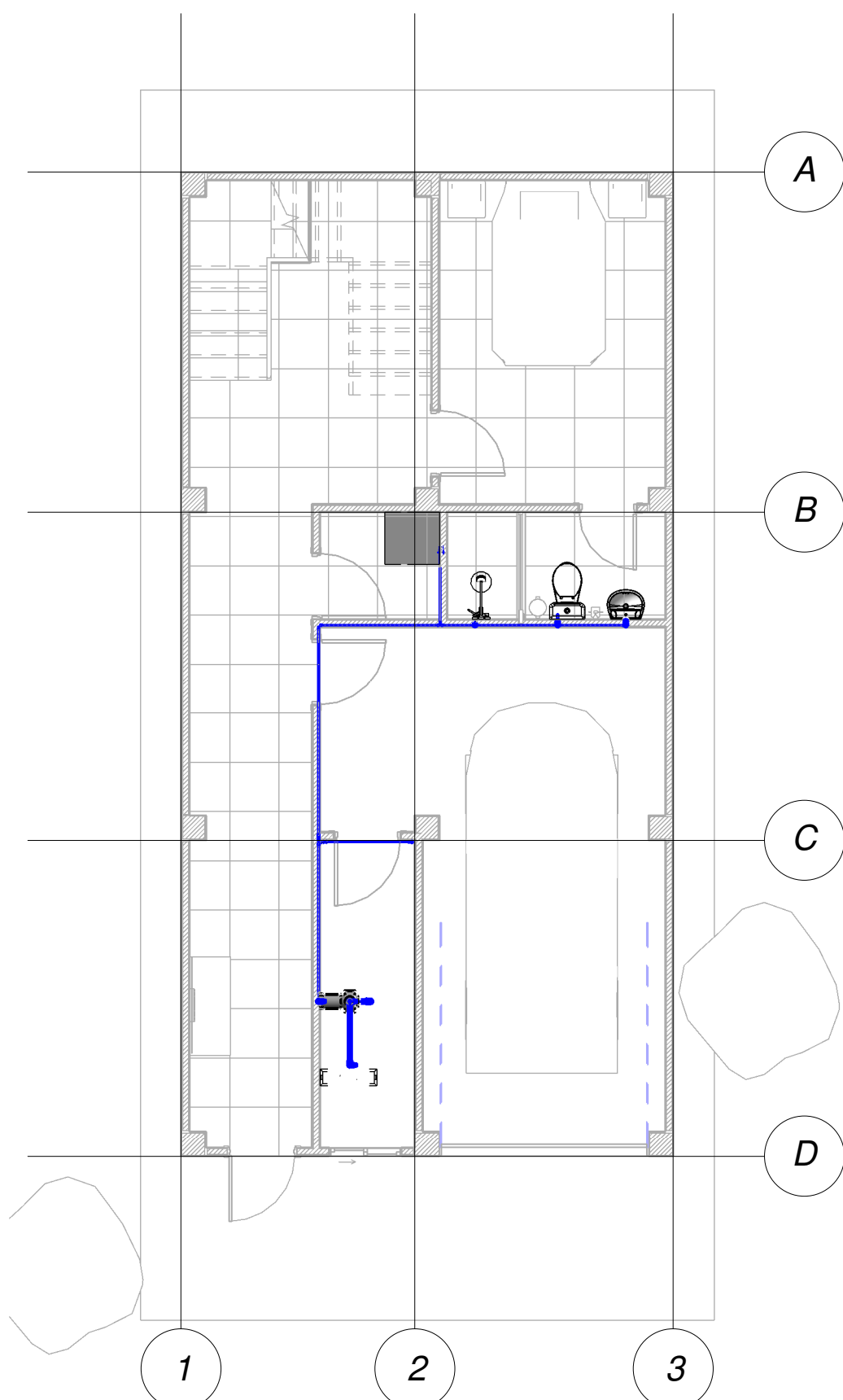
Presión Bomba	23,50 m
Q Tabla	0,44 l/s
Qmp	0,45 l/s
Q diseño	0,447 l/s
Q diseño	26,807 l/min

PK 65

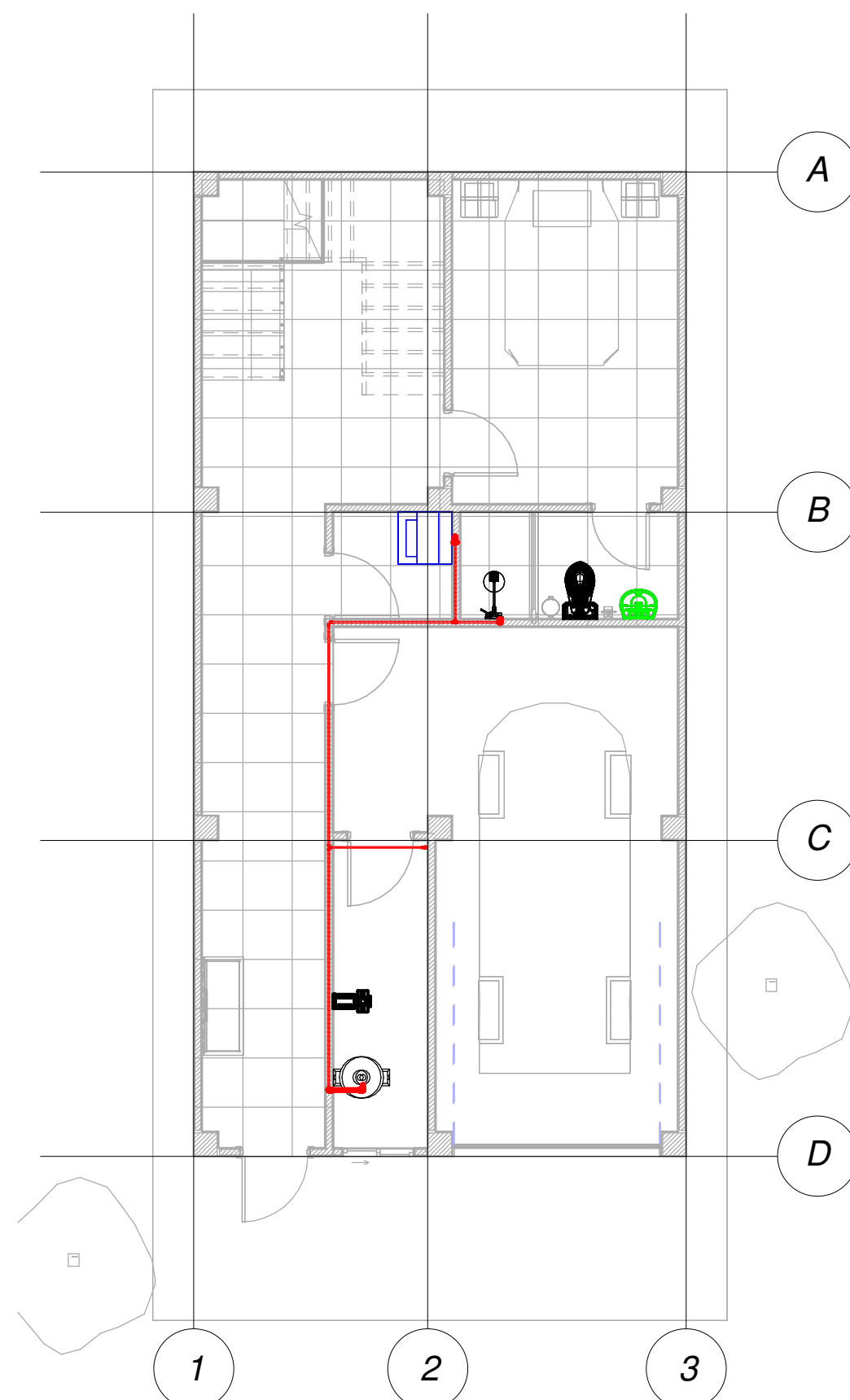
CURVAS Y DATOS DE PRESTACIONES - HS=0 m



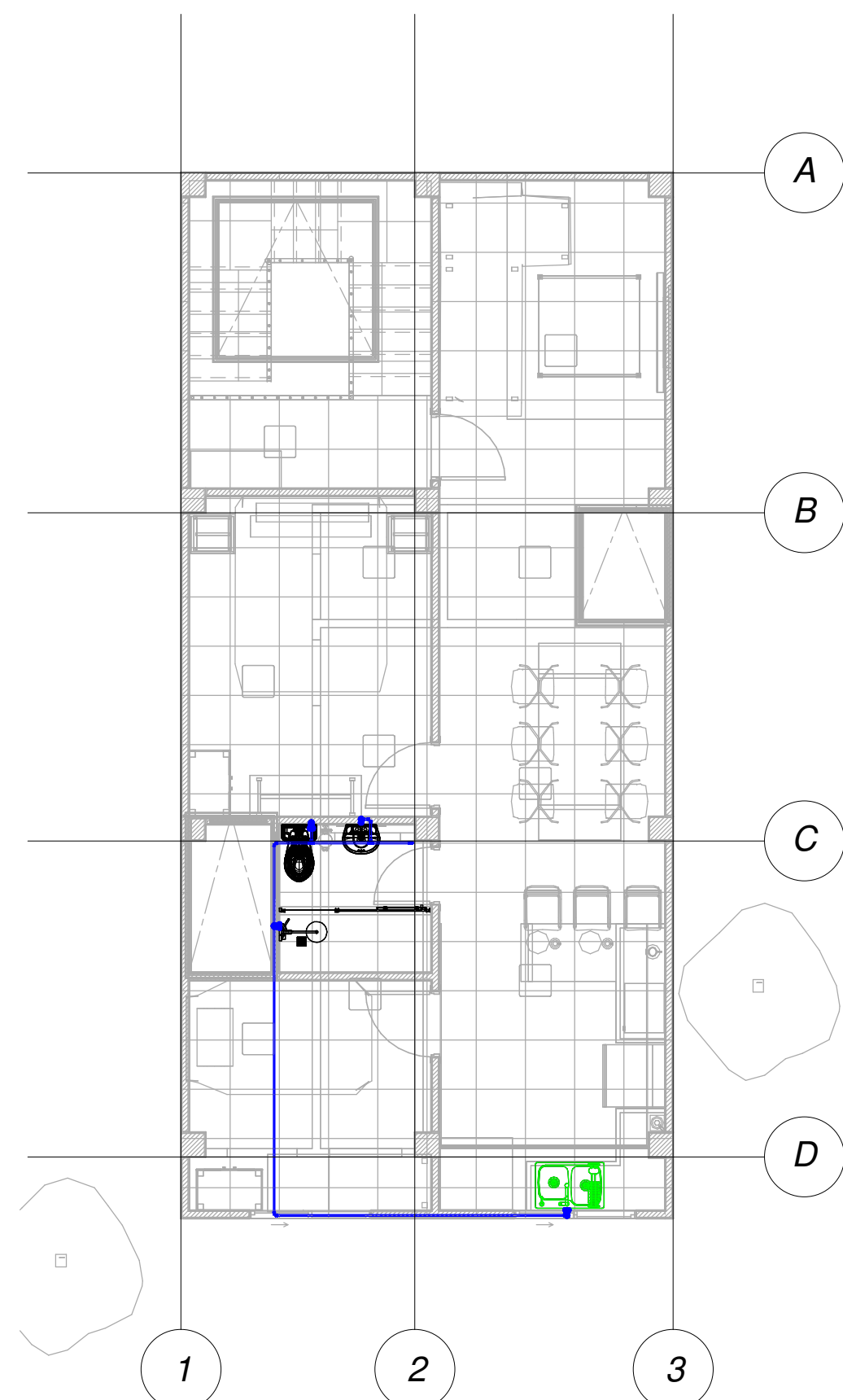
Anexo 4



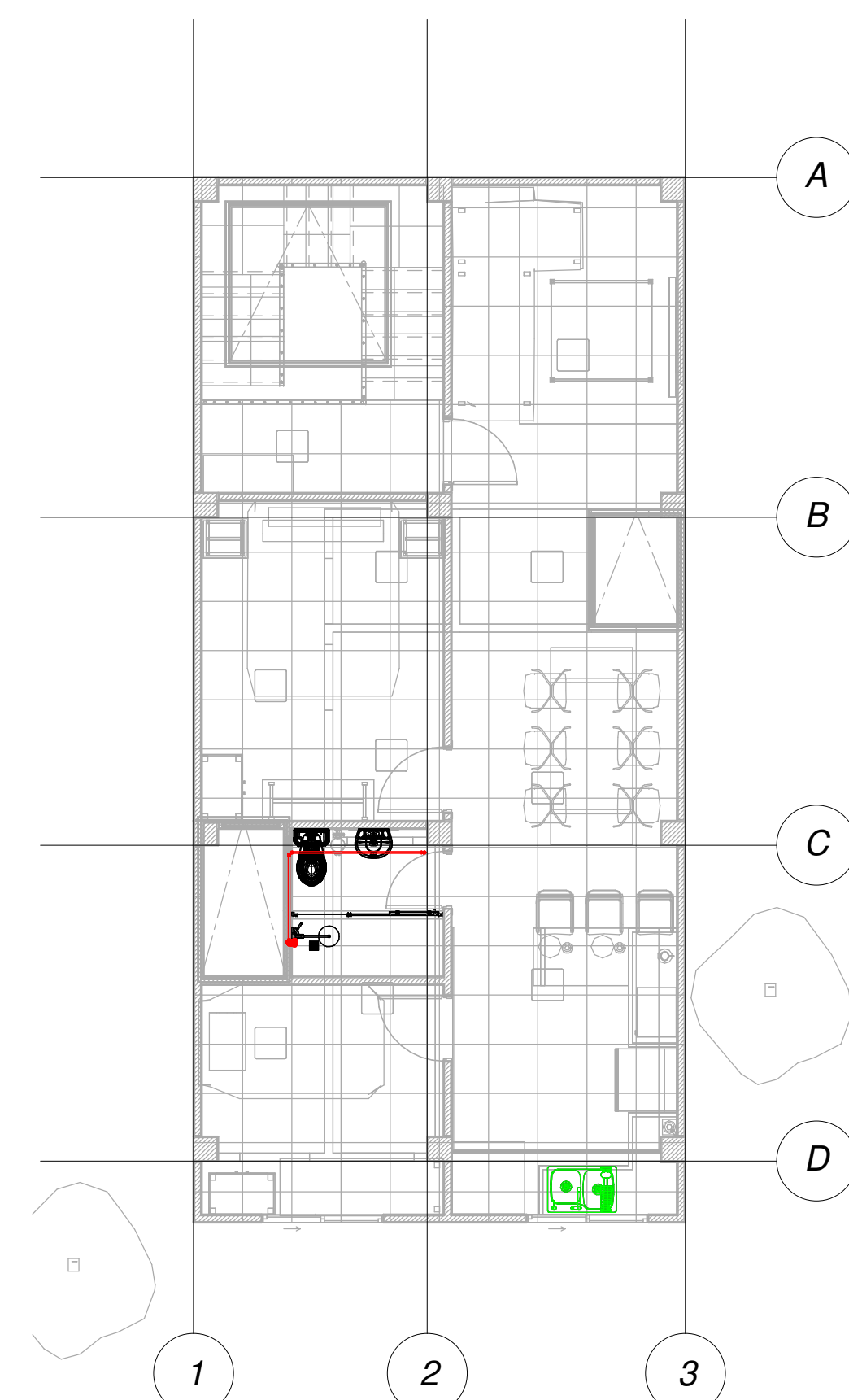
1 Piso 1 AAPP/AF
1 : 75



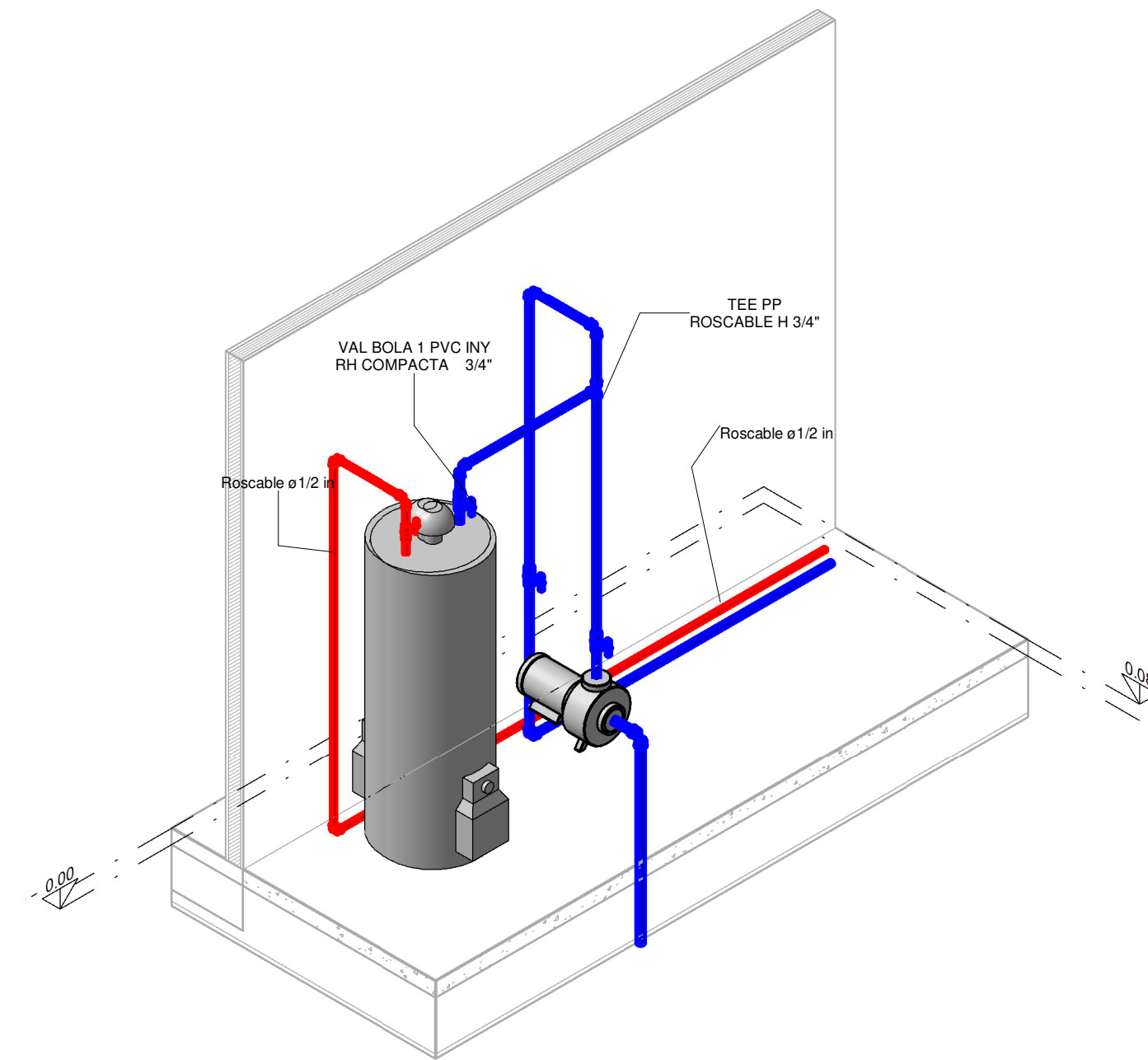
2 Piso 1 AAPP/AC
1 : 75



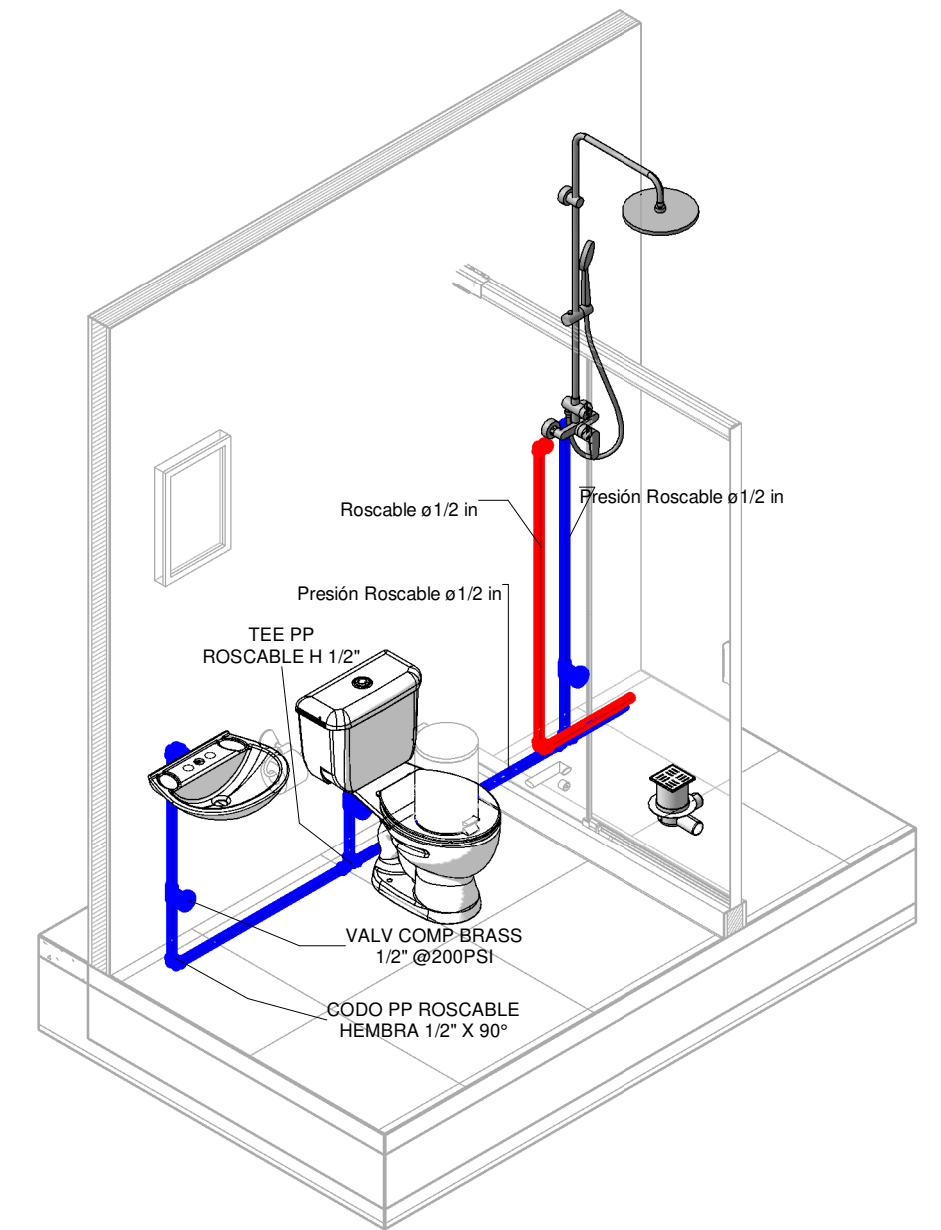
3 Piso 2 AAPP/AF
1 : 75



4 Piso 2 AAPP/AC
1 : 75

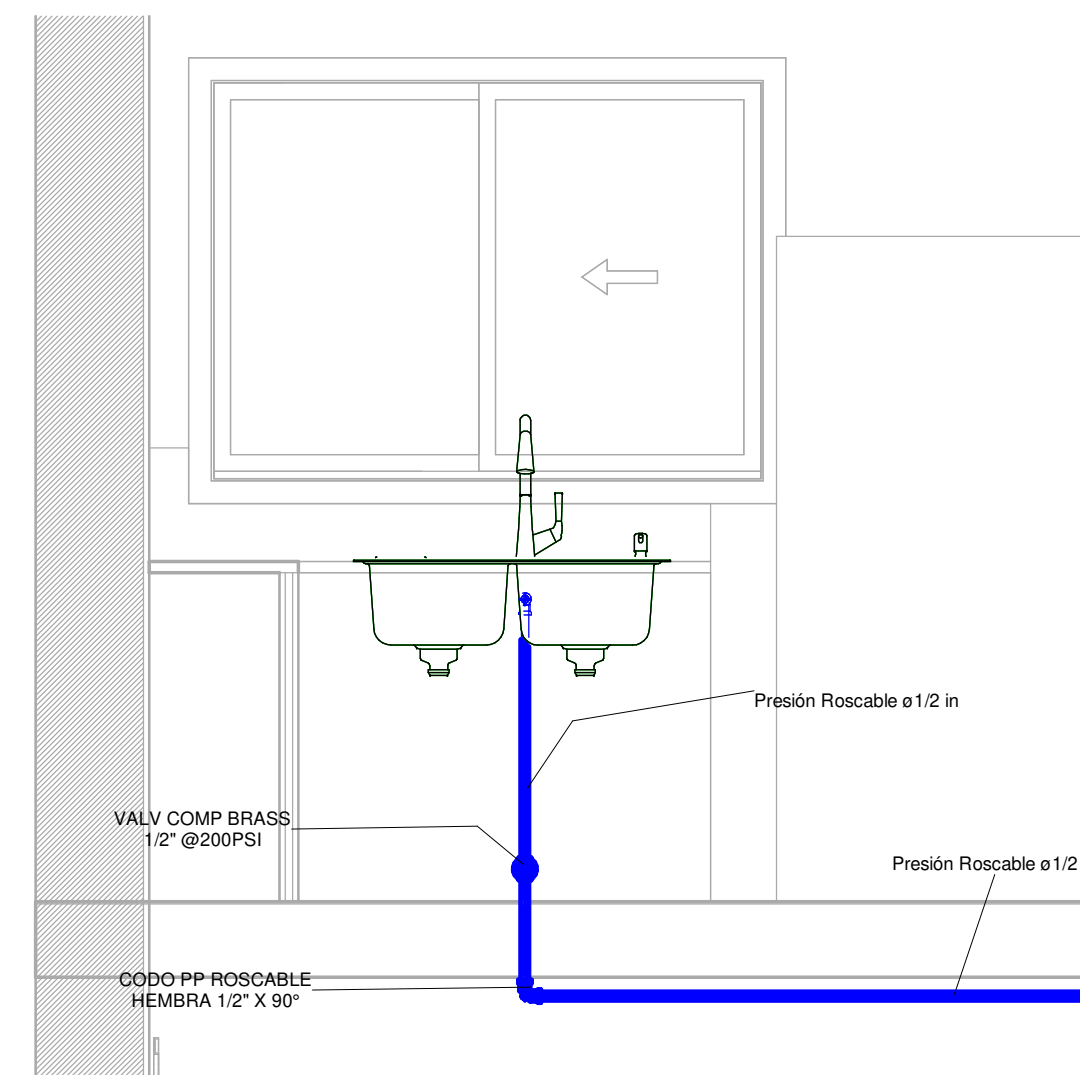


5 Detalle de Cuarto de Bomba



6 Detalle de Baño

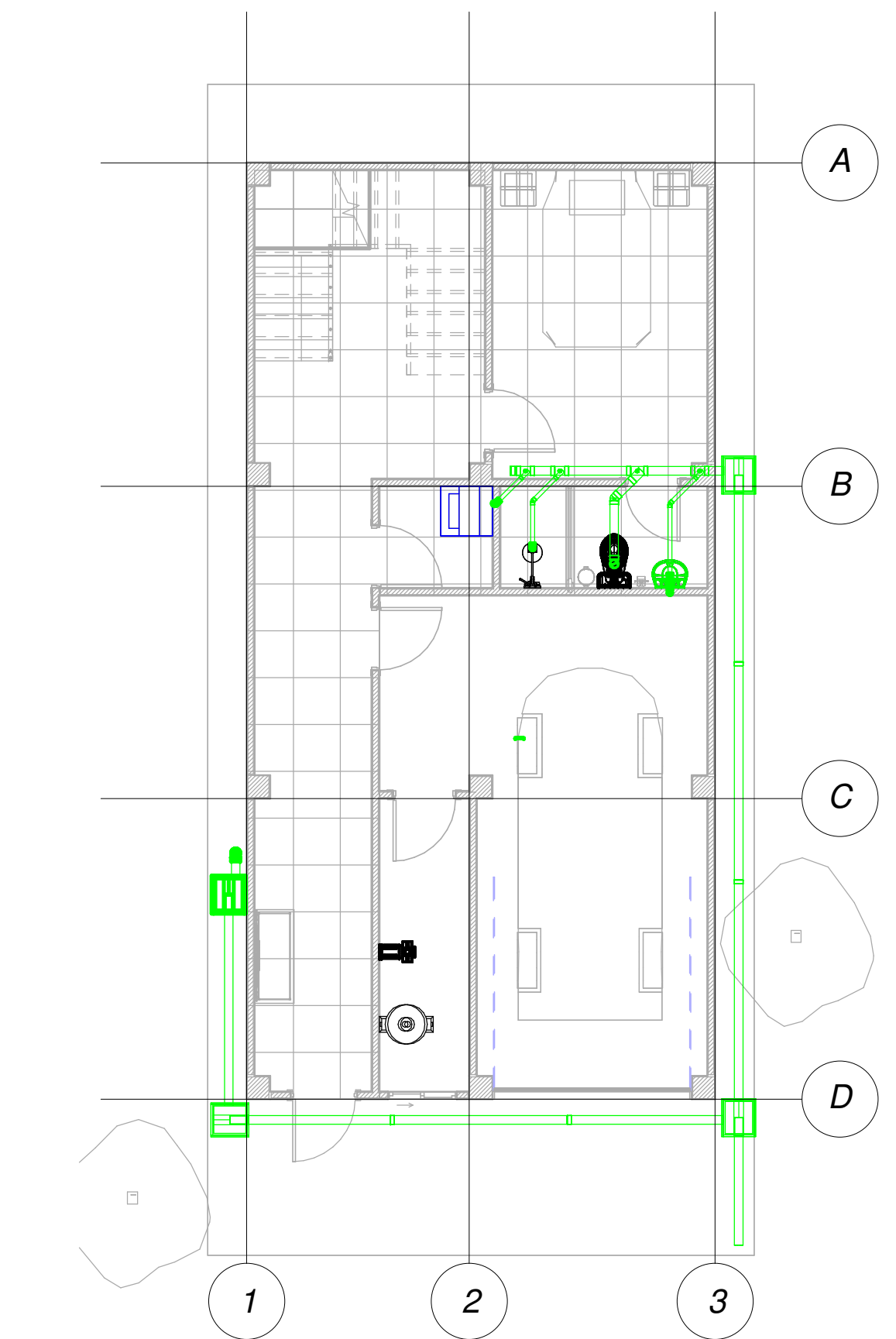
PLASTIGAMA WAVIN		
Plastigama Wavin Línea Dorada Accesorios		
Código	Descripción del producto	Cantidad
924865	CODO PP ROSCABLE HEMBRA 1/2" X 90°	28
924863	CODO PP ROSCABLE HEMBRA 3/4" X 90°	3
925674	TEE PP ROSCABLE H 1/2"	7
925675	TEE PP ROSCABLE H 3/4"	1



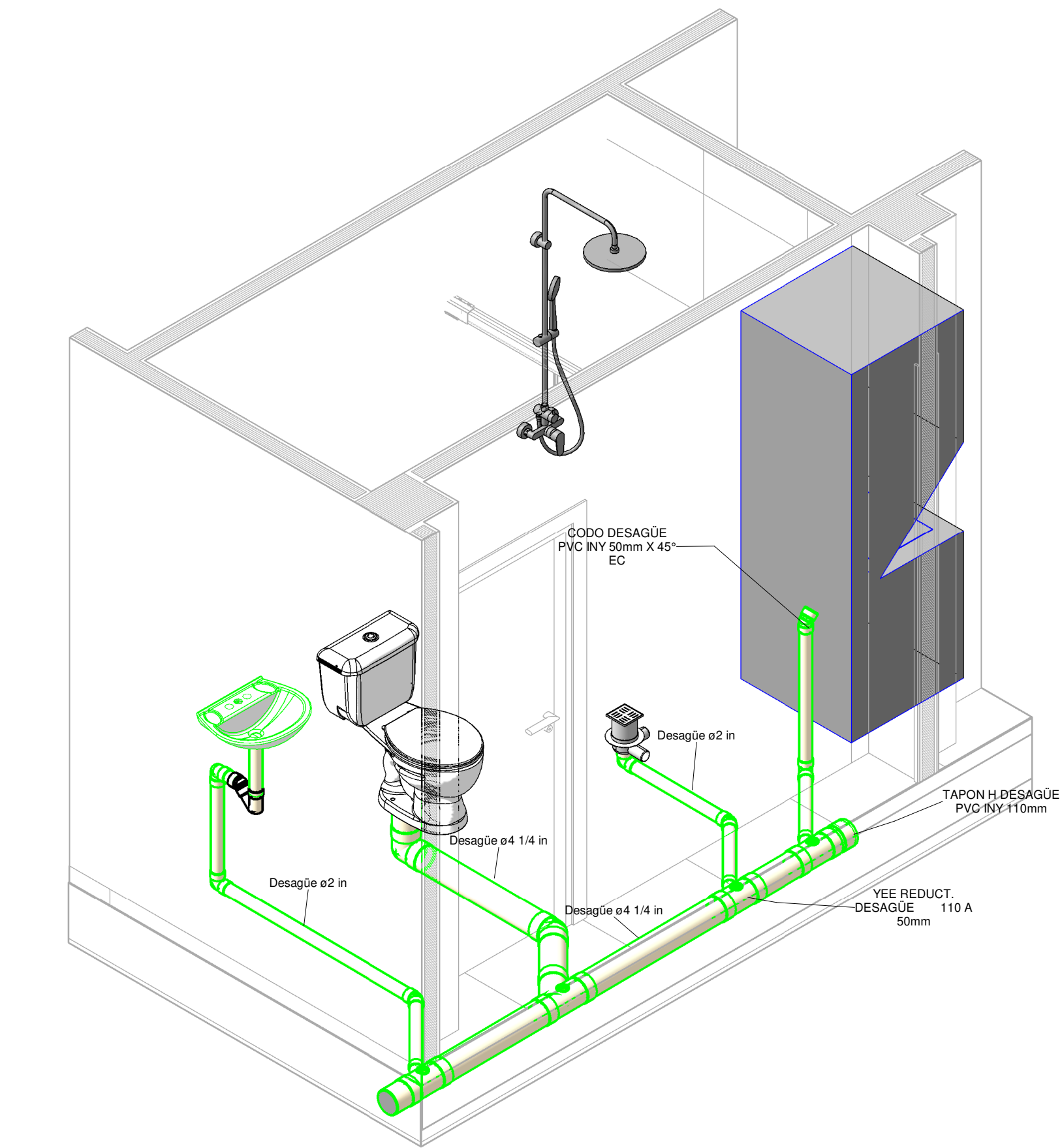
7 Lavaplatos
1 : 20

PLASTIGAMA WAVIN			
Plastigama Wavin Presión Agua Fría Tuberías			
Código	Descripción del producto	Longitud	Cantidad
926091	TUB PVC ROSCABLE 1" X 6m (320psi)	1.15 m	3
926092	TUB PVC ROSCABLE 1/2" X 6m (420psi)	28.68 m	40
926094	TUB PVC ROSCABLE 3/4" X 6m (340psi)	7.19 m	12
Grand total: 55		37.01 m	

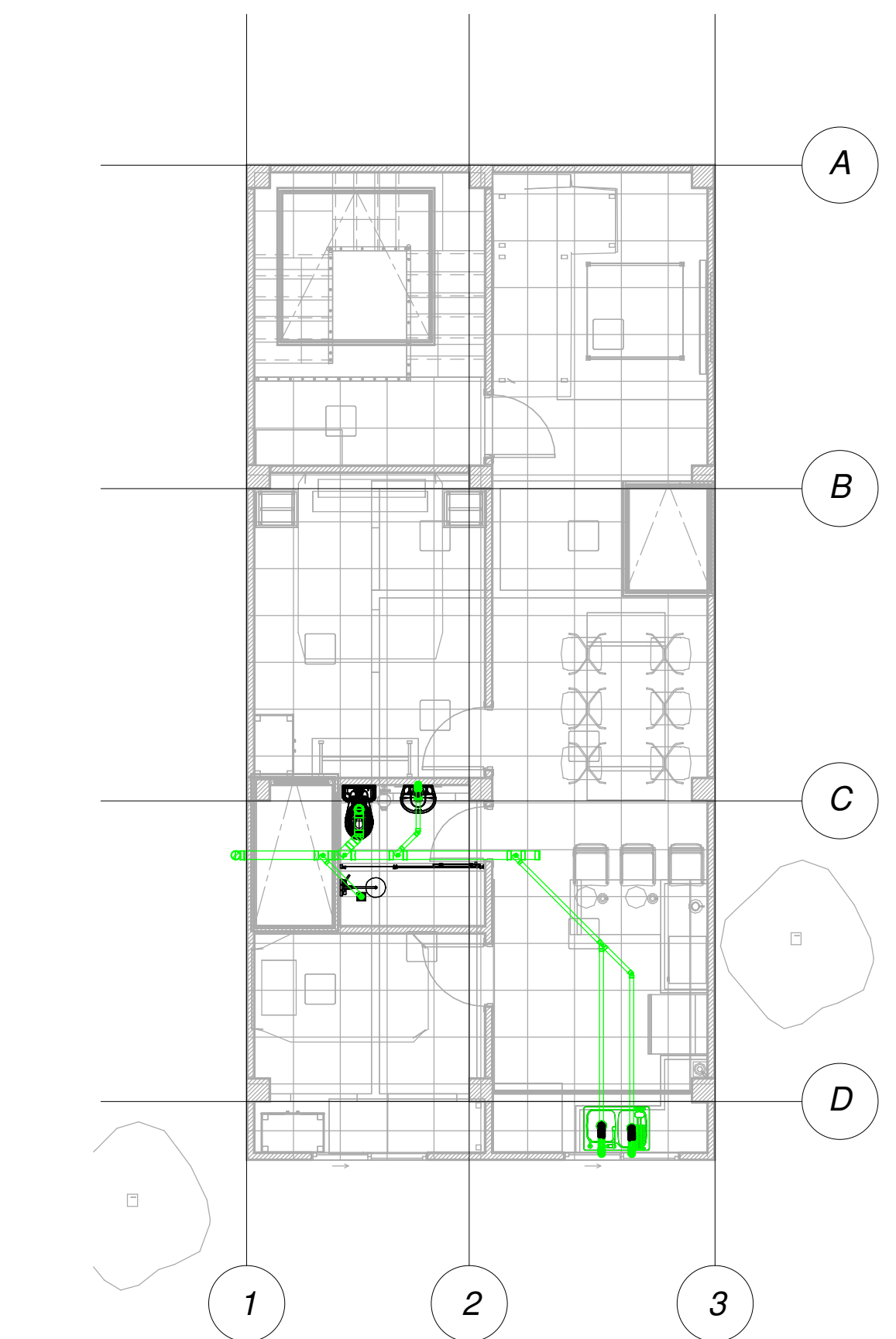
ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS DE LA TIERRA			
PROYECTO: Vivienda Unifamiliar en Samborondón			
CONTENIDO: RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE			
Profesor de Materia Integradora: MSc. Ingrid Orta	Estudiante: Eduardo Antonio Sánchez Rojas	Fecha de Entrega: 23/08/25	
Tutor de Materia Integradora: Ph. D. Natividad García		Lámina: A101	Escala: Como se indica



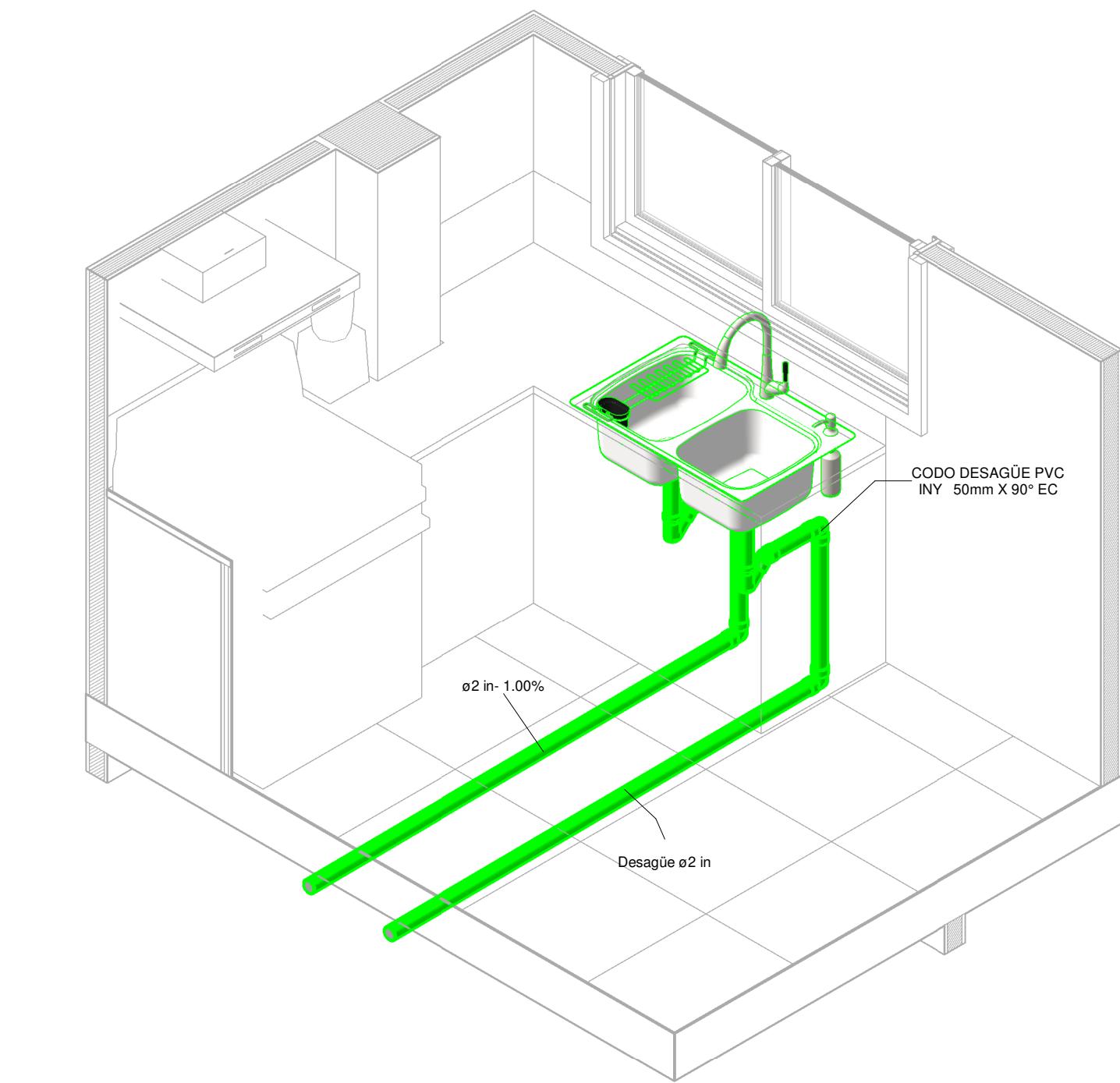
1 Piso 1 AASS
1 : 75



3 Detalle de Baño y Lavadora



2 Piso 2 AASS
1 : 75



4 Detalle de Lavaplatos

PLASTIGAMA Wavin		
Plastigama Wavin Sanitaria Accesorios		
Código	Descripción del producto	Cantidad
		4
924753	CAJA DOMICILIARIA 39X43X25 cm	4
925240	CAUCHO 110mm CJA.DOMICILIARIA	5
925014	CODO DESAGÜE PVC INY 50mm X 45° CC	3
925015	CODO DESAGÜE PVC INY 50mm X 45° EC	6
925006	CODO DESAGÜE PVC INY 110mm X 45° EC	2
925019	CODO DESAGÜE PVC INY 110mm X 90° EC	4
925027	CODO DESAGÜE PVC INY 50mm X 90° EC	11
925552	TAPON H.DESAGÜE PVC INY 110mm	2
926557	U SIN REGISTRO DESAGÜE 50mm	3
926483	YEE DESAGÜE 50mm	2
926479	YEE DESAGÜE 110mm	2
926466	YEE REDUCT. DESAGÜE 110 A 50mm	6

PLASTIGAMA Wavin			
Plastigama Wavin Sanitaria Tuberías			
Código	Descripción del producto	Longitud	Cantidad
926217	TUB DESAGÜE EC 110mm X 3m	27.32 m	26
926224	TUB DESAGÜE EC 50mm X 3m	15.47 m	28
Grand total: 54		42.78 m	

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL			
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS DE LA TIERRA			
PROYECTO: Vivienda Unifamiliar en Samborondón			
CONTENIDO: RED DE DRENAJE			
Profesor de Materia Integradora: MSc. Ingrid Orta	Estudiante: Eduardo Antonio Sánchez Rojas	Fecha de Entrega: 23/08/25	
Tutor de Materia Integradora: Ph. D. Natividad García		Lámina: A102	Escala: 1 : 75

Anexo 5

Piso	Circuito	Voltaje	Punto	Descripción
Planta 1	A1	120	9	Garage, entrada, baño, dormitorio de cuarto de servicio
	T1	120	4	Garage, baño, dormitorio
Planta 2	A2	120	8	Dormitorios, sala, cocina, baño
	T2	120	5	Sala, cocina
	T3	120	5	Dormitorios, baño
	T4	240	1	A/C Dormitorio 1
	T5	240	1	A/C Dormitorio 2
	T6	240	1	Refrigeradora

4.1. Circuitos de iluminación

Los circuitos de iluminación deben ser diseñados para alimentar una carga máxima de 15 amperios y no exceder de 15 puntos de iluminación.

4.2. Circuitos de tomacorrientes

Los circuitos de tomacorrientes deben ser diseñados considerando salidas polarizadas (fase, neutro y tierra) para soportar una capacidad máxima de 20 amperios de carga por circuito y no exceder de 10 salidas.

Tabla No. 2 Factores de demanda

VIVIENDA TIPO	FD Iluminación	FD Tomacorrientes
Pequeña - mediana	0,70	0,50
Mediana grande - Grande	0,55	0,40
Especial	0,53	0,30

TABLE 310.15(B)(16) (formerly Table 310.16) Allowable Ampacities of Insulated Conductors Rated Up to and Including 2000 Volts, 60°C Through 90°C (140°F Through 194°F), Not More Than Three Current-Carrying Conductors in Raceway, Cable, or Earth (Directly Buried), Based on Ambient Temperature of 30°C (86°F)*

Size AWG or kcmil	Temperature Rating of Conductor [See Table 310.104(A).]						Size AWG or kcmil
	60°C (140°F)	75°C (167°F)	90°C (194°F)	60°C (140°F)	75°C (167°F)	90°C (194°F)	
	Types TW, UF	Types RHW, THHW, THW, THWN, XHHW, USE, ZW	Types TBS, SA, SIS, FEP, FEPR, MI, RHH, RHW-2, THHN, THHW, THW-2, THWN-2, USE-2, XHH, XHHW, XHHW-2, ZW-2	Types TW, UF	Types RHW, THHW, THW, THWN, XHHW, USE	Types TBS, SA, SIS, THHN, THHW, THW-2, THWN-2, RHH, RHW-2, USE-2, XHH, XHHW, XHHW-2, ZW-2	
	COPPER			ALUMINUM OR COPPER-CLAD ALUMINUM			
18**	—	—	14	—	—	—	—
16**	—	—	18	—	—	—	—
14**	15	20	25	—	—	—	—
12**	20	25	30	15	20	25	12**
10**	30	35	40	25	30	35	10**
8	40	50	55	35	40	45	8

PANEL BOARD	CIRCUIT	DESCRIPTION	VOLTAGE	PHASE	POLOS	QUANTITY (n)	POWER (W)	TOTAL POWER	DEMAND FACTOR	DMU (W)	CURRENT (A)	COMERCIAL CURRENT	APARENT CURRENT (A)	WIRES	CONDUCT
PD-1	A1	Garage, entrada, baño, dormitorio de cuarto de servicio	120	A	1	9	100	900	0,7	630	5	15	18,75	1F14+1N14 AWG TW	3/8
	T1	Garage, baño, dormitorio	120	B	1	4	100	400	0,6	240	2	20	25	1F12+1N12+1T14 AWG TW	1/2
PD-2	A2	Dormitorios, sala, cocina, baño	120	A	1	8	100	800	0,7	560	5	15	18,75	1F14+1N14 AWG TW	3/8
	T2	Sala, cocina	120	B	1	5	100	500	0,6	300	3	20	25	1F12+1N12+1T14 AWG TW	1/2
	T3	Dormitorios, baño	120	A	1	5	100	500	0,6	300	3	20	25	1F12+1N12+1T14 AWG TW	1/2
	T4	A/C Dormitorio 1	240	AB	2	1	2000	1000	0,6	1200	5	30	37,5	2F10+1T12 AWG TW	3/4
	T5	A/C Dormitorio 2	240	AB	2	1	2000	1000	0,6	1200	5	30	37,5	2F10+1T12 AWG TW	3/4
	T6	Refrigeradora	240	AB	2	1	2500	1250	0,6	1500	6	30	37,5	2F10+1T12 AWG TW	3/4
Total								5450	4150	Total	5930				

Potencia instalada (W)	5450,00
Factor demanda	1,09
DMU (W)	5930,00
Demanda total (W)	5930,00
Factor potencia	0,92
Demanda (W)	5455,60
I. carga (A)	22,73
Umbral de disparo (A)	28,41
I BREAKER	2P-30A

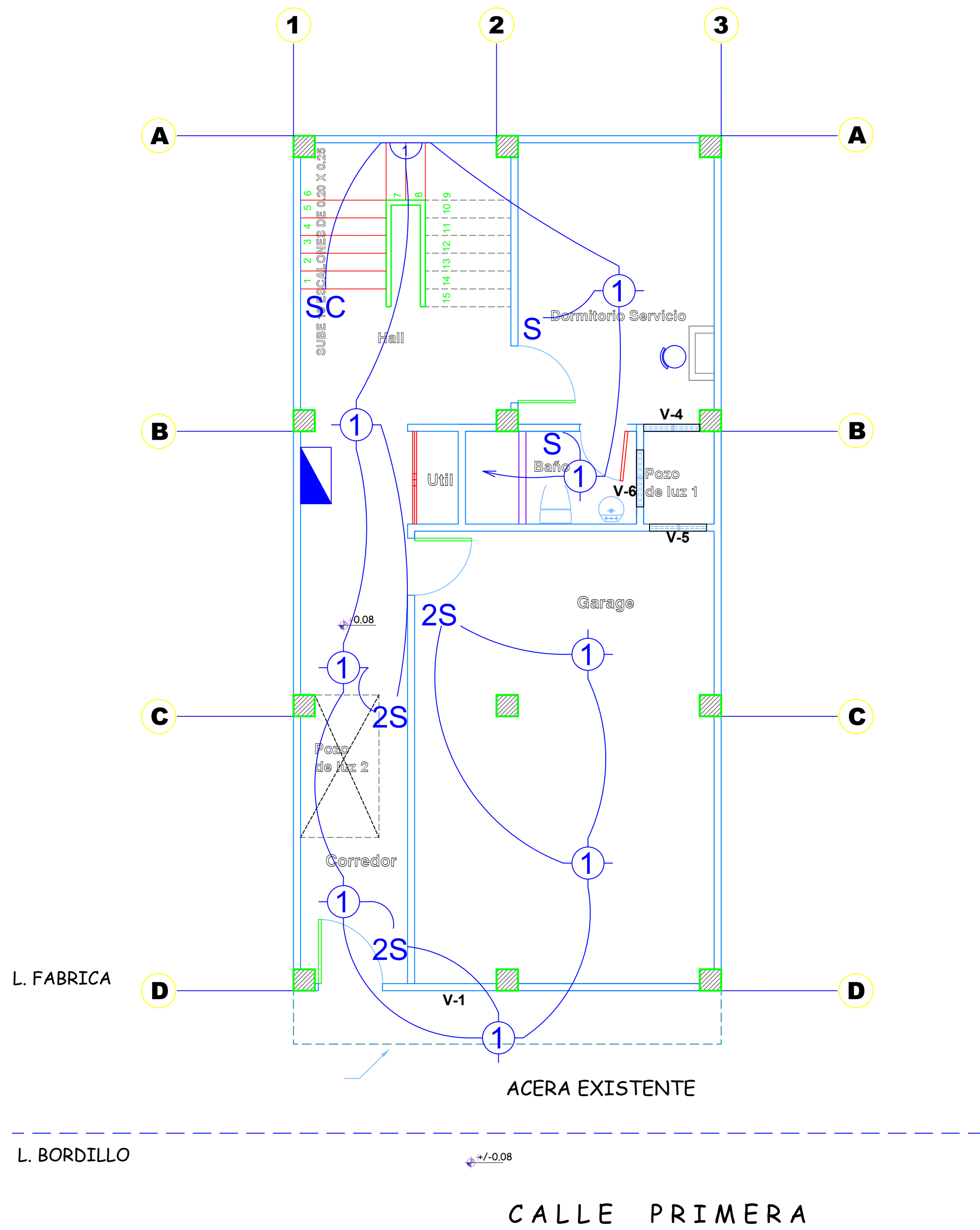
Transformador 10 KVA

Breaker	2P-30A
Conductor	2F10+1N10+1T12 AWG TW
Conductor pipe	3/4"

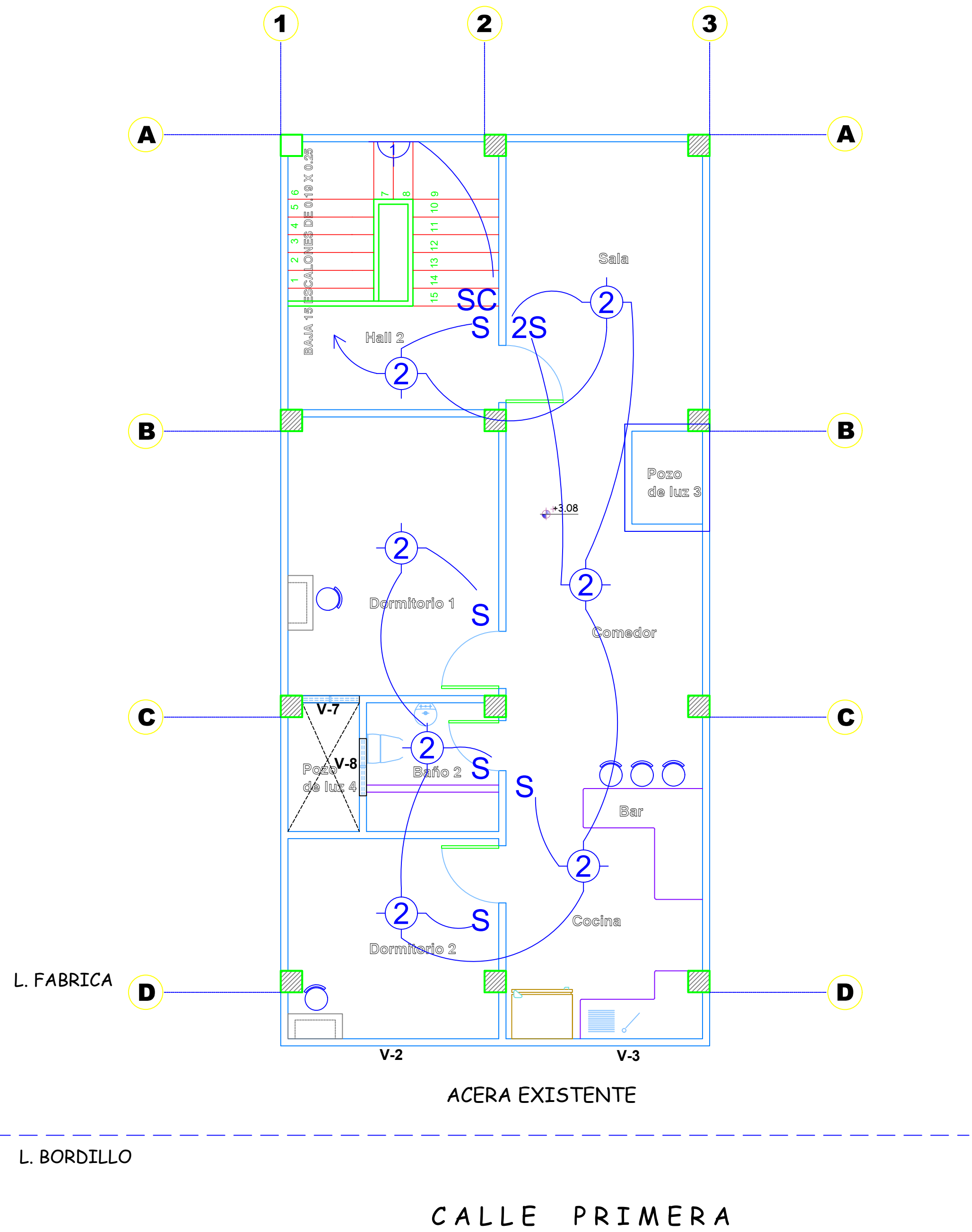
Electrodomésticos Potencia en kW

Nevera	entre 0,250 - 0,350 kW
Vitrocerámica	entre 0,900 - 2,000 kW
Microondas	entre 0,900 - 1,500 kW
Horno	entre 1,200 - 2,200 kW
Lavavajillas	entre 1,500 - 2,200 kW
Lavadora	entre 1,500 - 2,200 kW
Televisión	entre 0,150 - 0,400 kW
Aire acondicionado	entre 0,900 - 2,000 kW
Calefacción	entre 1,000 - 2,500 kW

Anexo 6



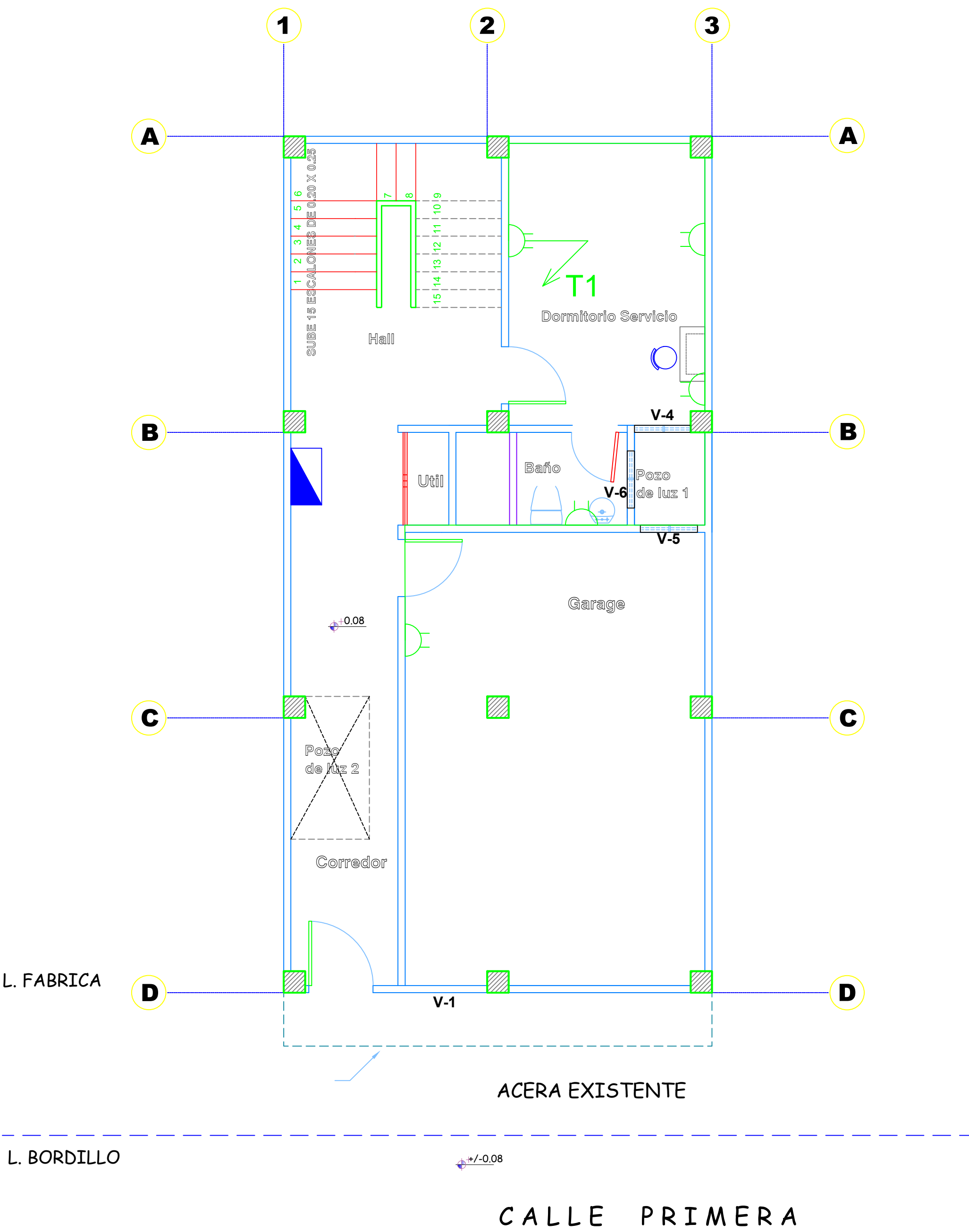
Planta Baja
ESC: 1:50



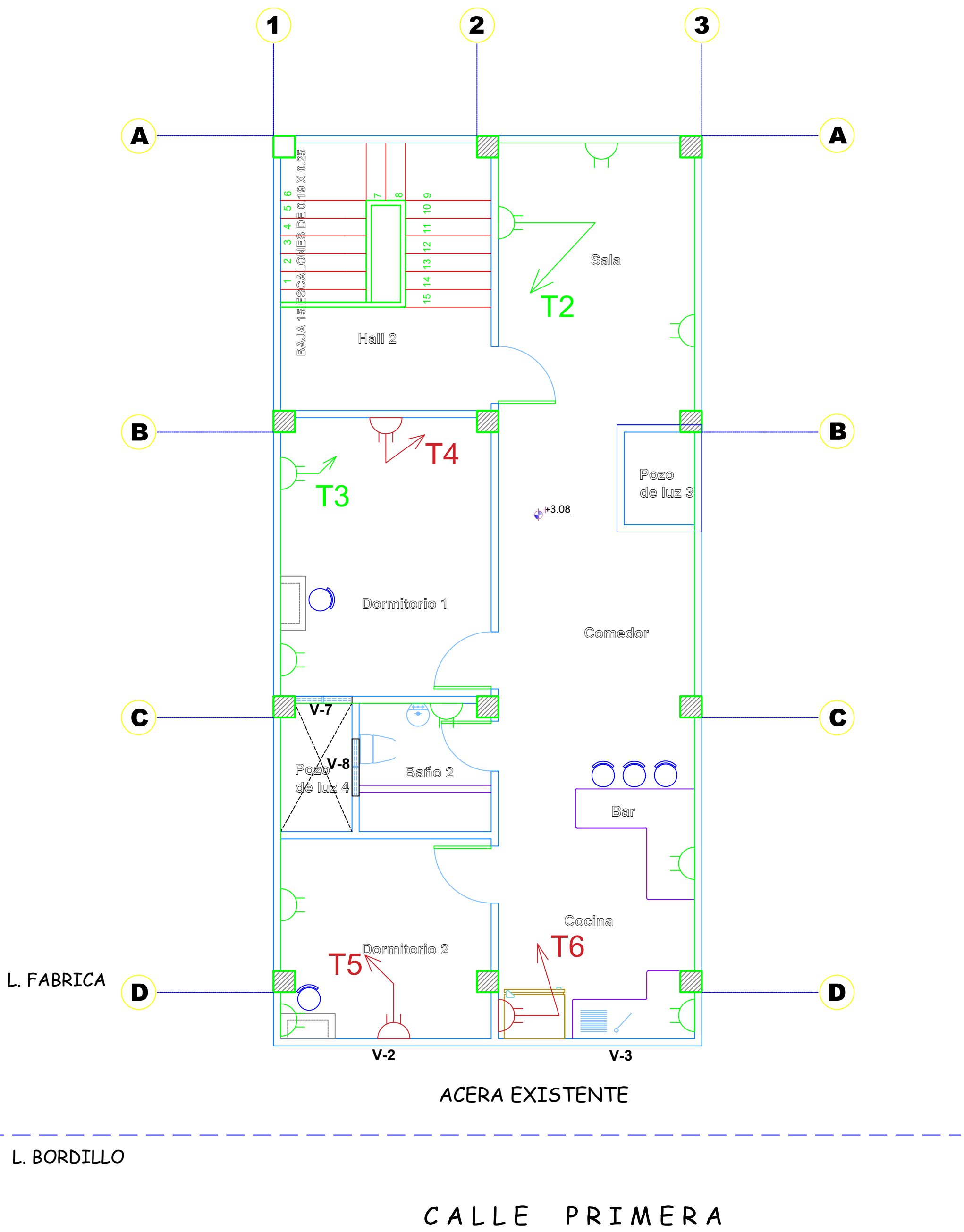
Planta Alta
ESC: 1:50

Simbología	
Símbolo	Nombre
	Tablero de Distribución
	Foco de 110 V
	Tomacorriente de 110 V
	Tomacorriente de 220 V

Escuela Superior Politécnica del Litoral			
Facultad de Ingeniería en Ciencias de la Tierra			
PROYECTO:			
VIVIENDA UNIFAMILIAR en Samborondón			
CONTENIDO:			
RED DE LUMINARIAS			
Profesor de Materia Integradora:	Eduardo Antonio Sánchez Rojas	Fecha de Entrega:	
Msc. Ingrid Orta		10/08/2025	
Tutor de Materia Integradora:		Lámina:	Escala:
Ph. D. Natividad García		A 1/2	Indicada



Planta Baja
ESC: 1:50



Planta Alta
ESC: 1:50

Simboligía	
Símbolo	Nombre
	Tablero de Distribución
	Foco de 110 V
	Tomacorriente de 110 V
	Tomacorriente de 220 V

Escuela Superior Politécnica del Litoral			
Facultad de Ingeniería en Ciencias de la Tierra			
PROYECTO:			
VIVIENDA UNIFAMILIAR en Samborondón			
CONTENIDO:			
RED DE TOMACORRIENTES			
Profesor de Materia Integradora:		Fecha de Entrega:	
Msc. Ingrid Orta		10/08/2025	
Tutor de Materia Integradora:		Eduardo Antonio Sánchez Rojas	
Ph. D. Natividad García		Lámina:	Escala:
		A 1/2	Indicada

Anexo 7

ACTIVIDADES PRELIMINARES						
Proyecto	Diseño de una vivienda ubicada en la ciudad de Samborondón evaluando el uso de Hormigón Estructural elaborado con reemplazo de Agregado de Concreto Reciclado					
Rubro	1,01					
Detalle	DESBROCE Y LIMPIEZA DEL TERRENO				Unidad	M2
EQUIPOS						
Descripcion	Unidad	Cantidad	P. Unitario	Costo por unidad	Rendimiento	Costo
		A	B	AxB	R	D=C*R
HERRAMIENTAS MENORES (5% M/O)	GLOBAL	3,00	3,16	9,48	0,01	0,09
ETROEXCAVADORA CATERPILLAR E2	HM	0,05	7,00	0,35	0,75	0,26
SIERRA A GASOLINA DE 2KW DE POT	HM	0,24	2,50	0,60	0,10	0,06
SUBTOTAL						0,42
MANO DE OBRA						
Descripcion	Unidad	Cantidad	P. Unitario	Costo por unidad	Rendimiento	Costo
		A	B	AxB	R	D=C*R
Peón	HH	1,00	4,23	4,23	0,20	0,85
OPERADOR DE MAQUINARIA	HH	0,40	4,75	1,90	0,30	0,57
SUBTOTAL						1,42
MATERIALES						
Descripcion	Unidad	Cantidad	P. Unitario	Costo por unidad	Rendimiento	Costo
		A	B		R	AxB
SUBTOTAL						0,00
TRANSPORTE						
Descripcion	Unidad	Cantidad	P. Unitario	Costo por unidad	Rendimiento	Costo
		A	B	AxB	R	D=C*R
SUBTOTAL						0,00
	TOTAL COSTOS DIRECTOS X=(M+N+O+P					1,83
	INDIRECTOS Y UTILIDADES			20,00%		0,37
	OTROS ESPECIFICOS					0,00
	COSTO TOTAL DEL RUBRO					2,20

ACTIVIDADES PRELIMINARES							
Proyecto	Diseño de una vivienda ubicada en la ciudad de Samborondón evaluando el uso de Hormigón Estructural elaborado con reemplazo de Agregado de Concreto Reciclado						
Rubro	1,02						
Detalle	TRAZADO Y REPLANTEO					Unidad	M2
EQUIPOS							
Descripcion		Unidad	Cantidad	P. Unitario	Costo por unidad	Rendimiento	Costo
			A	B	AxB	R	D=C*R
HERRAMIENTAS MENORES (5% M/O)		GLOBAL					0,03
EQ. TOPOGRÁFICO		HM	0,20	3,75	0,75	0,03	0,03
SUBTOTAL							0,06
MANO DE OBRA							
Descripcion		Unidad	Cantidad	P. Unitario	Costo por unidad	Rendimiento	Costo
			A	B	AxB	R	D=C*R
PEÓN		HH	3,00	4,23	12,69	0,03	0,42
MAESTRO MAYOR		HH	0,20	4,75	0,95	0,03	0,03
CARPINTERO		HH	1,00	4,28	4,28	0,03	0,14
TOPÓGRAFO		HH	0,20	4,75	0,95	0,03	0,03
SUBTOTAL							0,63
MATERIALES							
Descripcion		Unidad	Cantidad	P. Unitario	Costo por unidad	Rendimiento	Costo
			A	B		R	AxB
IOS (CLAVOS, CUARTONES, PIOLA, TIL		U	1,00	0,20	0,20		0,20
SUBTOTAL							0,20
TRANSPORTE							
Descripcion		Unidad	Cantidad	P. Unitario	Costo por unidad	Rendimiento	Costo
			A	B	AxB	R	D=C*R
SUBTOTAL							0,00
		TOTAL COSTOS DIRECTOS X=(M+N+O+P				0,89	
		INDIRECTOS Y UTILIDADES				20,00%	
		OTROS ESPECIFICOS				0,00	
		COSTO TOTAL DEL RUBRO				1,06	

Larrera y Manrique, 2025. "Construcción de la Infraestructura de Movilidad Urbana Sostenible (Parque Lineal) en la Cooperativa El Limonal- Programa CAF XVI": Análisis de Precios Unitarios. Guayaquil-Ecuador.

ACTIVIDADES PRELIMINARES						
Proyecto	Diseño de una vivienda ubicada en la ciudad de Samborondón evaluando el uso de Hormigón Estructural elaborado con reemplazo de Agregado de Concreto Reciclado					
Rubro	2,01					
Detalle	EXCAVACIÓN PARA CIMENTACIÓN				Unidad	M3
EQUIPOS						
Descripcion	Unidad	Cantidad	P. Unitario	Costo por unidad	Rendimiento	Costo
		A	B	AxB	R	D=C*R
HERRAMIENTAS MENORES (5% M/O)	GLOBAL					0,51
SUBTOTAL						0,51
MANO DE OBRA						
Descripcion	Unidad	Cantidad	P. Unitario	Costo por unidad	Rendimiento	Costo
		A	B	AxB	R	D=C*R
PEÓN	HH	1,70	4,23	7,19	1,00	7,19
MAESTRO MAYOR	HH	0,50	4,75	2,38	1,00	2,38
ALBAÑIL	HH	0,15	4,28	0,64	1,00	0,64
SUBTOTAL						10,21
MATERIALES						
Descripcion	Unidad	Cantidad	P. Unitario	Costo por unidad	Rendimiento	Costo
		A	B		R	AxB
SUBTOTAL						0,00
TRANSPORTE						
Descripcion	Unidad	Cantidad	P. Unitario	Costo por unidad	Rendimiento	Costo
		A	B	AxB	R	D=C*R
SUBTOTAL						0,00
		OTAL COSTOS DIRECTOS X=(M+N+O+				10,72
		INDIRECTOS Y UTILIDADES			20,00%	2,14
		OTROS ESPECIFICOS				0,00
		COSTO TOTAL DEL RUBRO				12,86

MIDUVI, 2014. "UNIDOS POR UN SUEÑO": Análisis de Precios Unitarios. Mejia-Ecuador.

ACTIVIDADES PRELIMINARES						
Proyecto	Diseño de una vivienda ubicada en la ciudad de Samborondón evaluando el uso de Hormigón Estructural elaborado con reemplazo de Agregado de Concreto Reciclado					
Rubro	2,03					
Detalle	ORMIGÓN DE ZAPATA F'C=280 KG/CM2 INCLUYE ENCOFRADO Y CURADOC				Unidad	M3
EQUIPOS						
Descripcion	Unidad	Cantidad	P. Unitario	Costo por unidad	Rendimiento	Costo
		A	B	AxB	R	D=C*R
HERRAMIENTAS MENORES (5% M/O)	GLOBAL					2,79
SUBTOTAL						2,79
MANO DE OBRA						
Descripcion	Unidad	Cantidad	P. Unitario	Costo por unidad	Rendimiento	Costo
		A	B	AxB	R	D=C*R
PEÓN	HH	8,00	4,23	33,84	1,00	33,84
MAESTRO MAYOR	HH	1,00	4,75	4,75	1,00	4,75
ALBAÑIL	HH	2,00	4,28	8,56	1,00	8,56
CARPINTERO	HH	2,00	4,28	8,56	1,00	8,56
SUBTOTAL						55,71
MATERIALES						
Descripcion	Unidad	Cantidad	P. Unitario	Costo por unidad	Rendimiento	Costo
		A	B		R	AxB
CEMENTO	KG	400,00	0,15	61,60		61,60
PIEDRA CHISPA #6	M3	0,22	14,99	3,30		3,30
PIEDRA CHISPA #7	M3	0,11	14,67	1,61		1,61
PIEDRA CHISPA #89	M3	0,10	11,05	1,11		1,11
ARENA FINA	M3	0,15	10,43	1,56		1,56
AGUA	M3	0,14	1,08	0,15		0,15
AGREGADO RECICLADO	M3	0,07	12,00	0,84		0,84
ADITIVO	KG	3,60	1,62	5,81		5,81
ENCOFRADO	U	1,00	12,00	12,00		12,00
CURADOR	KG	0,25	4,89	1,22		1,22
SUBTOTAL						89,20
TRANSPORTE						
Descripcion	Unidad	Cantidad	P. Unitario	Costo por unidad	Rendimiento	Costo
		A	B	AxB	R	D=C*R
SUBTOTAL						0,00
TOTAL COSTOS DIRECTOS X=(M+N+O+)				147,70		
INDIRECTOS Y UTILIDADES				20,00%		
OTROS ESPECIFICOS				0,00		
COSTO TOTAL DEL RUBRO				177,24		

Zamora, 2022. "Análisis comparativo de costo y resistencia a la compresión del hormigón tradicional y hormigón reciclado": Análisis de Precios Unitarios. Manabí-Ecuador.

Romero, 2022. "Proyecto 7 - Pavimentación de Calles, Incluye Obras De Urbanismo, Alcantarillado Pluvial en Sector Perimetral Oeste - Coop. Flor De Bastión Bloque 6 Etapas 1, 5 Y 6; Coop. Flor de Bastión Bloque 21 - Programa Caf Xv": Análisis de Precios Unitarios. Guayaquil-Ecuador.

ACTIVIDADES PRELIMINARES						
Proyecto	Diseño de una vivienda ubicada en la ciudad de Samborondón evaluando el uso de Hormigón Estructural elaborado con reemplazo de Agregado de Concreto Reciclado					
Rubro	3,01					
Detalle	HIGÓN RCA EN COLUMNA F'C=280 KG/CM2 INCLUYE ENCOFRADO Y CUR	Unidad	M3			
EQUIPOS						
Descripcion	Unidad	Cantidad	P. Unitario	Costo por unidad	Rendimiento	Costo
		A	B	AxB	R	D=C*R
HERRAMIENTAS MENORES (5% M/O)	GLOBAL					0,05
SUBTOTAL						0,05
MANO DE OBRA						
Descripcion	Unidad	Cantidad	P. Unitario	Costo por unidad	Rendimiento	Costo
		A	B	AxB	R	D=C*R
PEÓN	HH	8,00	4,23	33,84	0,02	0,57
MAESTRO MAYOR	HH	1,00	4,75	4,75	0,02	0,08
ALBAÑIL	HH	2,00	4,28	8,56	0,02	0,14
CARPINTERO	HH	2,00	4,28	8,56	0,02	0,14
SUBTOTAL						0,93
MATERIALES						
Descripcion	Unidad	Cantidad	P. Unitario	Costo por unidad	Rendimiento	Costo
		A	B		R	AxB
CEMENTO	KG	400,00	0,15	61,60		61,60
PIEDRA CHISPA #6	M3	0,22	14,99	3,30		3,30
PIEDRA CHISPA #7	M3	0,11	14,67	1,61		1,61
PIEDRA CHISPA #89	M3	0,10	11,05	1,11		1,11
ARENA FINA	M3	0,15	10,43	1,56		1,56
AGUA	M3	0,14	1,08	0,15		0,15
AGREGADO RECICLADO	M3	0,07	12,00	0,84		0,84
ADITIVO	KG	3,60	1,62	5,81		5,81
ENCOFRADO	U	1,00	12,00	12,00		12,00
CURADOR	KG	0,25	4,89	1,22		1,22
SUBTOTAL						89,20
TRANSPORTE						
Descripcion	Unidad	Cantidad	P. Unitario	Costo por unidad	Rendimiento	Costo
		A	B	AxB	R	D=C*R
SUBTOTAL						0,00
	OTAL COSTOS DIRECTOS X=(M+N+O+					90,18
	INDIRECTOS Y UTILIDADES			20,00%		18,04
	OTROS ESPECIFICOS					0,00
	COSTO TOTAL DEL RUBRO					108,22

Zamora, 2022. "Análisis comparativo de costo y resistencia a la compresión del hormigón tradicional y hormigón reciclado": Análisis de Precios Unitarios. Manabí-Ecuador.

Romero, 2022. "Proyecto 7 - Pavimentación de Calles, Incluye Obras De Urbanismo, Alcantarillado Pluvial en Sector Perimetral Oeste - Coop. Flor De Bastión Bloque 6 Etapas 1, 5 Y 6; Coop. Flor de Bastión Bloque 21 - Programa Caf Xv": Análisis de Precios Unitarios. Guayaquil-Ecuador.

ACTIVIDADES PRELIMINARES							
Proyecto	Diseño de una vivienda ubicada en la ciudad de Samborondón evaluando el uso de Hormigón Estructural elaborado con reemplazo de Agregado de Concreto Reciclado						
Rubro	3,02						
Detalle	RMIGÓN RCA EN VIGA F'C=280 KG/CM2 INLCLUYE ENCOFRADO Y CURAD					Unidad	M3
EQUIPOS							
Descripcion	Unidad	Cantidad	P. Unitario	Costo por unidad	Rendimiento	Costo	
		A	B	AxB	R	D=C*R	
HERRAMIENTAS MENORES (5% M/O)	GLOBAL					0,05	
SUBTOTAL							0,05
MANO DE OBRA							
Descripcion	Unidad	Cantidad	P. Unitario	Costo por unidad	Rendimiento	Costo	
		A	B	AxB	R	D=C*R	
PEÓN	HH	8,00	4,23	33,84	0,02	0,57	
MAESTRO MAYOR	HH	1,00	4,75	4,75	0,02	0,08	
ALBAÑIL	HH	2,00	4,28	8,56	0,02	0,14	
CARPINTERO	HH	2,00	4,28	8,56	0,02	0,14	
SUBTOTAL							0,93
MATERIALES							
Descripcion	Unidad	Cantidad	P. Unitario	Costo por unidad	Rendimiento	Costo	
		A	B		R	AxB	
CEMENTO	KG	400,00	0,15	61,60		61,60	
PIEDRA CHISPA #6	M3	0,22	14,99	3,30		3,30	
PIEDRA CHISPA #7	M3	0,11	14,67	1,61		1,61	
PIEDRA CHISPA #89	M3	0,10	11,05	1,11		1,11	
ARENA FINA	M3	0,15	10,43	1,56		1,56	
AGUA	M3	0,14	1,08	0,15		0,15	
AGREGADO RECICLADO	M3	0,07	12,00	0,84		0,84	
ADITIVO	KG	3,60	1,62	5,81		5,81	
ENCOFRADO	U	1,00	12,00	12,00		12,00	
CURADOR	KG	0,25	4,89	1,22		1,22	
SUBTOTAL							89,20
TRANSPORTE							
Descripcion	Unidad	Cantidad	P. Unitario	Costo por unidad	Rendimiento	Costo	
		A	B	AxB	R	D=C*R	
SUBTOTAL							0,00
DTAL COSTOS DIRECTOS X=(M+N+O+						90,18	
INDIRECTOS Y UTILIDADES				20,00%		18,04	
OTROS ESPECIFICOS						0,00	
COSTO TOTAL DEL RUBRO						108,22	

Zamora, 2022. "Análisis comparativo de costo y resistencia a la compresión del hormigón tradicional y hormigón reciclado": Análisis de Precios Unitarios. Manabí-Ecuador.

Romero, 2022. "Proyecto 7 - Pavimentación de Calles, Incluye Obras De Urbanismo, Alcantarillado Pluvial en Sector Perimetral Oeste - Coop. Flor De Bastión Bloque 6 Etapas 1, 5 Y 6; Coop. Flor de Bastión Bloque 21 - Programa Caf Xv": Análisis de Precios Unitarios. Guayaquil-Ecuador.

ACTIVIDADES PRELIMINARES							
Proyecto	Diseño de una vivienda ubicada en la ciudad de Samborondón evaluando el uso de Hormigón Estructural elaborado con reemplazo de Agregado de Concreto Reciclado						
Rubro	3,03						
Detalle	HORMIGÓN EN LOSA DE 20CM F'C=280KG/CM2; BLOQUE ALIGERADO				Unidad	M3	
EQUIPOS							
Descripcion		Unidad	Cantidad	P. Unitario	Costo por unidad	Rendimiento	Costo
			A	B	AxB	R	D=C*R
HERRAMIENTAS MENORES (5% M/O)		GLOBAL					0,05
SUBTOTAL							0,05
MANO DE OBRA							
Descripcion		Unidad	Cantidad	P. Unitario	Costo por unidad	Rendimiento	Costo
			A	B	AxB	R	D=C*R
PEÓN		HH	8,00	4,23	33,84	0,02	0,57
MAESTRO MAYOR		HH	1,00	4,75	4,75	0,02	0,08
ALBAÑIL		HH	2,00	4,28	8,56	0,02	0,14
CARPINTERO		HH	2,00	4,28	8,56	0,02	0,14
SUBTOTAL							0,93
MATERIALES							
Descripcion		Unidad	Cantidad	P. Unitario	Costo por unidad	Rendimiento	Costo
			A	B		R	AxB
CEMENTO		KG	400,00	0,15	61,60		61,60
PIEDRA CHISPA #6		M3	0,22	14,99	3,30		3,30
PIEDRA CHISPA #7		M3	0,11	14,67	1,61		1,61
PIEDRA CHISPA #89		M3	0,10	11,05	1,11		1,11
ARENA FINA		M3	0,15	10,43	1,56		1,56
AGUA		M3	0,14	1,08	0,15		0,15
AGREGADO RECICLADO		M3	0,07	12,00	0,84		0,84
ADITIVO		KG	3,60	1,62	5,81		5,81
ENCOFRADO		U	1,00	12,00	12,00		12,00
CURADOR		KG	0,25	4,89	1,22		1,22
SUBTOTAL							89,20
TRANSPORTE							
Descripcion		Unidad	Cantidad	P. Unitario	Costo por unidad	Rendimiento	Costo
			A	B	AxB	R	D=C*R
SUBTOTAL							0,00
		DTAL COSTOS DIRECTOS X=(M+N+O+					90,18
		INDIRECTOS Y UTILIDADES				20,00%	18,04
		OTROS ESPECIFICOS					0,00
		COSTO TOTAL DEL RUBRO					108,22

Zamora, 2022. "Análisis comparativo de costo y resistencia a la compresión del hormigón tradicional y hormigón reciclado": Análisis de Precios Unitarios. Manabí-Ecuador.

Romero, 2022. "Proyecto 7 - Pavimentación de Calles, Incluye Obras De Urbanismo, Alcantarillado Pluvial en Sector Perimetral Oeste - Coop. Flor De Bastión Bloque 6 Etapas 1, 5 Y 6; Coop. Flor de Bastión Bloque 21 - Programa Caf Xv": Análisis de Precios Unitarios. Guayaquil-Ecuador.

ACTIVIDADES PRELIMINARES							
Proyecto	Diseño de una vivienda ubicada en la ciudad de Samborondón evaluando el uso de Hormigón Estructural elaborado con reemplazo de Agregado de Concreto Reciclado						
Rubro	3,04						
Detalle	GÓN SIMPLE EN ESCALERA F'C=210 KG/CM2 INLCLUYE ENCOFRADO Y CU	Unidad	M3				
EQUIPOS							
Descripcion	Unidad	Cantidad	P. Unitario	Costo por unidad	Rendimiento	Costo	
		A	B	AxB	R	D=C*R	
HERRAMIENTAS MENORES (5% M/O)	GLOBAL					2,45	
SUBTOTAL						2,45	
MANO DE OBRA							
Descripcion	Unidad	Cantidad	P. Unitario	Costo por unidad	Rendimiento	Costo	
		A	B	AxB	R	D=C*R	
PEÓN	HH	5,00	4,23	21,15	1,25	26,44	
MAESTRO MAYOR	HH	0,20	4,75	0,95	1,25	1,19	
ALBAÑIL	HH	2,00	4,28	8,56	1,25	10,70	
CARPINTERO	HH	2,00	4,28	8,56	1,25	10,70	
SUBTOTAL						49,03	
MATERIALES							
Descripcion	Unidad	Cantidad	P. Unitario	Costo por unidad	Rendimiento	Costo	
		A	B		R	AxB	
PREMEZCLADO F'C=210 KG/CM2 INC. T	M3	1,01	116,88	118,05		118,05	
ENCOFRADO	U	1,00	12,00	12,00		12,00	
CURADOR	KG	0,25	4,89	1,22		1,22	
AGUA	M3	0,00	2,30	0,00		0,00	
SUBTOTAL						131,27	
TRANSPORTE							
Descripcion	Unidad	Cantidad	P. Unitario	Costo por unidad	Rendimiento	Costo	
		A	B	AxB	R	D=C*R	
SUBTOTAL						0,00	
		OTAL COSTOS DIRECTOS X=(M+N+O+				182,75	
		INDIRECTOS Y UTILIDADES			20,00%	36,55	
		OTROS ESPECIFICOS				0,00	
		COSTO TOTAL DEL RUBRO				219,30	

Romero, 2022. "Proyecto 7 - Pavimentación de Calles, Incluye Obras De Urbanismo, Alcantarillado Pluvial en Sector Perimetral Oeste - Coop. Flor De Bastión Bloque 6 Etapas 1, 5 Y 6; Coop. Flor de Bastión Bloque 21 - Programa Caf Xv": Análisis de Precios Unitarios. Guayaquil-Ecuador.

ACTIVIDADES PRELIMINARES							
Proyecto	Diseño de una vivienda ubicada en la ciudad de Samborondón evaluando el uso de Hormigón Estructural elaborado con reemplazo de Agregado de Concreto Reciclado						
Rubro	3,05						
Detalle	ÓN SIMPLE EN CONTRAPISO F'C=210 KG/CM2 INLCLUYE ENCOFRADO Y C				Unidad	M3	
EQUIPOS							
Descripcion		Unidad	Cantidad	P. Unitario	Costo por unidad	Rendimiento	Costo
			A	B	AxB	R	D=C*R
HERRAMIENTAS MENORES (5% M/O)		GLOBAL					2,45
SUBTOTAL							2,45
MANO DE OBRA							
Descripcion		Unidad	Cantidad	P. Unitario	Costo por unidad	Rendimiento	Costo
			A	B	AxB	R	D=C*R
PEÓN		HH	5,00	4,23	21,15	1,25	26,44
MAESTRO MAYOR		HH	0,20	4,75	0,95	1,25	1,19
ALBAÑIL		HH	2,00	4,28	8,56	1,25	10,70
CARPINTERO		HH	2,00	4,28	8,56	1,25	10,70
SUBTOTAL							49,03
MATERIALES							
Descripcion		Unidad	Cantidad	P. Unitario	Costo por unidad	Rendimiento	Costo
			A	B		R	AxB
PREMEZCLADO F'C=210 KG/CM2 INC. T		M3	1,01	116,88	118,05		118,05
ENCOFRADO		U	1,00	12,00	12,00		12,00
CURADOR		KG	0,25	4,89	1,22		1,22
AGUA		M3	0,00	2,30	0,00		0,00
SUBTOTAL							131,27
TRANSPORTE							
Descripcion		Unidad	Cantidad	P. Unitario	Costo por unidad	Rendimiento	Costo
			A	B	AxB	R	D=C*R
SUBTOTAL							0,00
		OTAL COSTOS DIRECTOS X=(M+N+O+				182,75	
		INDIRECTOS Y UTILIDADES				20,00% 36,55	
		OTROS ESPECIFICOS				0,00	
		COSTO TOTAL DEL RUBRO				219,30	

Romero, 2022. "Proyecto 7 - Pavimentación de Calles, Incluye Obras De Urbanismo, Alcantarillado Pluvial en Sector Perimetral Oeste - Coop. Flor De Bastión Bloque 6 Etapas 1, 5 Y 6; Coop. Flor de Bastión Bloque 21 - Programa Caf Xv": Análisis de Precios Unitarios. Guayaquil-Ecuador.

ACTIVIDADES PRELIMINARES							
Proyecto	Diseño de una vivienda ubicada en la ciudad de Samborondón evaluando el uso de Hormigón Estructural elaborado con reemplazo de Agregado de Concreto Reciclado						
Rubro	3,06						
Detalle	MAMPOSTERIA DE BLOQUE					Unidad	M2
EQUIPOS							
Descripcion	Unidad	Cantidad	P. Unitario	Costo por unidad	Rendimiento	Costo	
		A	B	AxB	R	D=C*R	
HERRAMIENTAS MENORES (5% M/O)	GLOBAL					0,36	
MODULOS METÁLICOS	U	0,60	0,09	0,05	0,5700	0,03	
SUBTOTAL							0,39
MANO DE OBRA							
Descripcion	Unidad	Cantidad	P. Unitario	Costo por unidad	Rendimiento	Costo	
		A	B	AxB	R	D=C*R	
PEÓN	HH	0,60	4,23	2,54	1,25	3,17	
MAESTRO MAYOR	HH	0,05	4,75	0,24	1,25	0,30	
ALBAÑIL	HH	0,70	4,28	3,00	1,25	3,75	
SUBTOTAL							7,21
MATERIALES							
Descripcion	Unidad	Cantidad	P. Unitario	Costo por unidad	Rendimiento	Costo	
		A	B		R	AxB	
BLOQUE RESISTENTE DE 10x20x40	U	12,00	0,35	4,20		4,20	
CEMENTO TIPO PORTLAND	SAC	0,15	7,93	1,19		1,19	
ARENA	M3	0,04	17,00	0,68		0,68	
AGUA	M3	0,03	0,50	0,02		0,02	
SUBTOTAL							6,08
TRANSPORTE							
Descripcion	Unidad	Cantidad	P. Unitario	Costo por unidad	Rendimiento	Costo	
		A	B	AxB	R	D=C*R	
SUBTOTAL							0,00
		DTAL COSTOS DIRECTOS X=(M+N+O+				13,69	
		INDIRECTOS Y UTILIDADES				2,74	
		OTROS ESPECIFICOS				0,00	
		COSTO TOTAL DEL RUBRO				16,43	

MIDUVI, 2014. "UNIDOS POR UN SUEÑO": Análisis de Precios Unitarios. Mejía-Ecuador.

ACTIVIDADES PRELIMINARES						
Proyecto	Diseño de una vivienda ubicada en la ciudad de Samborondón evaluando el uso de Hormigón Estructural elaborado con reemplazo de Agregado de Concreto Reciclado					
Rubro	3,07					
Detalle	ACERO DE REFUERZO EN BARRAS FY=4200 KG/CM2				Unidad	KG
EQUIPOS						
Descripcion	Unidad	Cantidad	P. Unitario	Costo por unidad	Rendimiento	Costo
		A	B	AxB	R	D=C*R
HERRAMIENTAS MENORES (5% M/O)	GLOBAL					0,01
CORTADORA-DOBLADORA	U	1,00	1,68	1,68	0,02	0,03
SUBTOTAL						0,04
MANO DE OBRA						
Descripcion	Unidad	Cantidad	P. Unitario	Costo por unidad	Rendimiento	Costo
		A	B	AxB	R	D=C*R
PEÓN	HH	2,00	4,23	8,46	0,02	0,14
MAESTRO MAYOR	HH	0,30	4,75	1,43	0,02	0,02
FIERRERO	HH	1,00	4,28	4,28	0,02	0,07
SUBTOTAL						0,24
MATERIALES						
Descripcion	Unidad	Cantidad	P. Unitario	Costo por unidad	Rendimiento	Costo
		A	B		R	AxB
ERZO EN BARRAS FY=4200 KG/CM2 IN	KG	1,02	1,22	1,24		1,24
ALAMBRE RECOCIDO #18	KG	0,13	1,94	0,24		0,24
SUBTOTAL						1,49
TRANSPORTE						
Descripcion	Unidad	Cantidad	P. Unitario	Costo por unidad	Rendimiento	Costo
		A	B	AxB	R	D=C*R
SUBTOTAL						0,00
OTAL COSTOS DIRECTOS X=(M+N+O+						1,76
INDIRECTOS Y UTILIDADES				20,00%		0,35
OTROS ESPECIFICOS						0,00
COSTO TOTAL DEL RUBRO						2,12

Romero, 2022. "Proyecto 7 - Pavimentación de Calles, Incluye Obras De Urbanismo, Alcantarillado Pluvial en Sector Perimetral Oeste - Coop. Flor De Bastión Bloque 6 Etapas 1, 5 Y 6; Coop. Flor de Bastión Bloque 21 - Programa CafXv": Análisis de Precios Unitarios. Guayaquil-Ecuador.

ACTIVIDADES PRELIMINARES						
Proyecto	Diseño de una vivienda ubicada en la ciudad de Samborondón evaluando el uso de Hormigón Estructural elaborado con reemplazo de Agregado de Concreto Reciclado					
Rubro	3,08					
Detalle	MALLA ELECTROSOLDADA 4,5 MM (15X15) CM				Unidad	M2
EQUIPOS						
Descripcion	Unidad	Cantidad	P. Unitario	Costo por unidad	Rendimiento	Costo
		A	B	AxB	R	D=C*R
HERRAMIENTAS MENORES (5% M/O)	GLOBAL					0,03
SUBTOTAL						0,03
MANO DE OBRA						
Descripcion	Unidad	Cantidad	P. Unitario	Costo por unidad	Rendimiento	Costo
		A	B	AxB	R	D=C*R
PEÓN	HH	2,00	4,23	8,46	0,05	0,42
MAESTRO MAYOR	HH	0,20	4,75	0,95	0,05	0,05
FIERRERO	HH	1,00	4,28	4,28	0,05	0,21
SUBTOTAL						0,68
MATERIALES						
Descripcion	Unidad	Cantidad	P. Unitario	Costo por unidad	Rendimiento	Costo
		A	B		R	AxB
MALLA ELECTROSOLDADA	M2	1,02	11,50	11,73		11,73
ALAMBRE RECOCIDO #18	KG	0,12	1,94	0,23		0,23
SUBTOTAL						11,96
TRANSPORTE						
Descripcion	Unidad	Cantidad	P. Unitario	Costo por unidad	Rendimiento	Costo
		A	B	AxB	R	D=C*R
SUBTOTAL						0,00
TOTAL COSTOS DIRECTOS X=(M+N+O+						12,68
INDIRECTOS Y UTILIDADES				20,00%		2,54
OTROS ESPECIFICOS						0,00
COSTO TOTAL DEL RUBRO						15,22

Romero, 2022. "Proyecto 7 - Pavimentación de Calles, Incluye Obras De Urbanismo, Alcantarillado Pluvial en Sector Perimetral Oeste - Coop. Flor De Bastión Bloque 6 Etapas 1, 5 Y 6; Coop. Flor de Bastión Bloque 21 - Programa CafXv": Análisis de Precios Unitarios. Guayaquil-Ecuador.

ACTIVIDADES PRELIMINARES						
Proyecto	Diseño de una vivienda ubicada en la ciudad de Samborondón evaluando el uso de Hormigón Estructural elaborado con reemplazo de Agregado de Concreto Reciclado					
Rubro	4,01					
Detalle	PUNTO DE AGUA POTABLE 1/2"				Unidad	PTO
EQUIPOS						
Descripcion	Unidad	Cantidad	P. Unitario	Costo por unidad	Rendimiento	Costo
		A	B	AxB	R	D=C*R
HERRAMIENTAS MENORES (5% M/O)	GLOBAL					0,53
SUBTOTAL						0,53
MANO DE OBRA						
Descripcion	Unidad	Cantidad	P. Unitario	Costo por unidad	Rendimiento	Costo
		A	B	AxB	R	D=C*R
MAESTRO MAYOR	HH	0,05	4,75	0,24	1,33	0,32
PLOMERO	HH	1,00	4,28	4,28	1,33	5,69
AY. PLOMERO	HH	0,80	4,23	3,38	1,33	4,50
SUBTOTAL						10,51
MATERIALES						
Descripcion	Unidad	Cantidad	P. Unitario	Costo por unidad	Rendimiento	Costo
		A	B		R	AxB
TUBO PVC ROSCABLE DE 1/2"	ML	1,20	6,99	8,39		8,39
ACCESORIOS PVC 1/2"	U	1,00	0,62	0,62		0,62
PERMATEX	U	0,10	1,35	0,14		0,14
TEFLON	U	0,10	1,00	0,10		0,10
SUBTOTAL						9,24
TRANSPORTE						
Descripcion	Unidad	Cantidad	P. Unitario	Costo por unidad	Rendimiento	Costo
		A	B	AxB	R	D=C*R
SUBTOTAL						0,00
		OTAL COSTOS DIRECTOS X=(M+N+O+			20,28	
		INDIRECTOS Y UTILIDADES			20,00%	
		OTROS ESPECIFICOS			0,00	
		COSTO TOTAL DEL RUBRO			24,33	

MIDUVI, 2014. "UNIDOS POR UN SUEÑO": Análisis de Precios Unitarios. Mejia-Ecuador.

ACTIVIDADES PRELIMINARES						
Proyecto	Diseño de una vivienda ubicada en la ciudad de Samborondón evaluando el uso de Hormigón Estructural elaborado con reemplazo de Agregado de Concreto Reciclado					
Rubro	4,02					
Detalle	MINISTRO E INSTALACIÓN DE TUBERÍA DE PVC 1/2" INCLUYE ACCESORI	Unidad	ML			
EQUIPOS						
Descripcion	Unidad	Cantidad	P. Unitario	Costo por unidad	Rendimiento	Costo
		A	B	AxB	R	D=C*R
HERRAMIENTAS MENORES (5% M/O)	GLOBAL					0,04
SUBTOTAL						0,04
MANO DE OBRA						
Descripcion	Unidad	Cantidad	P. Unitario	Costo por unidad	Rendimiento	Costo
		A	B	AxB	R	D=C*R
MAESTRO MAYOR	HH	0,04	4,75	0,19	0,12	0,02
PLOMERO	HH	0,80	4,28	3,42	0,12	0,41
AY. PLOMERO	HH	0,70	4,23	2,96	0,12	0,36
SUBTOTAL						0,79
MATERIALES						
Descripcion	Unidad	Cantidad	P. Unitario	Costo por unidad	Rendimiento	Costo
		A	B		R	AxB
TUBO PVC ROSCABLE DE 1"	ML	0,95	23,00	21,85		21,85
ACCESORIOS PVC 1/2"	U	1,00	0,62	0,62		0,62
PERMATEX	U	0,01	1,35	0,01		0,01
TEFLON	U	0,01	1,00	0,01		0,01
SUBTOTAL						22,49
TRANSPORTE						
Descripcion	Unidad	Cantidad	P. Unitario	Costo por unidad	Rendimiento	Costo
		A	B	AxB	R	D=C*R
SUBTOTAL						0,00
		TOTAL COSTOS DIRECTOS X=(M+N+O+)				23,32
		INDIRECTOS Y UTILIDADES		20,00%		4,66
		OTROS ESPECIFICOS				0,00
		COSTO TOTAL DEL RUBRO				27,99

MIDUVI, 2014. "UNIDOS POR UN SUEÑO": Análisis de Precios Unitarios. Mejia-Ecuador.

ACTIVIDADES PRELIMINARES						
Proyecto	Diseño de una vivienda ubicada en la ciudad de Samborondón evaluando el uso de Hormigón Estructural elaborado con reemplazo de Agregado de Concreto Reciclado					
Rubro	4,03					
Detalle	MINISTRO E INSTALACIÓN DE TUBERÍA DE PVC 3/4" INCLUYE ACCESORI				Unidad	ML
EQUIPOS						
Descripcion	Unidad	Cantidad	P. Unitario	Costo por unidad	Rendimiento	Costo
		A	B	AxB	R	D=C*R
HERRAMIENTAS MENORES (5% M/O)	GLOBAL					0,04
SUBTOTAL						0,04
MANO DE OBRA						
Descripcion	Unidad	Cantidad	P. Unitario	Costo por unidad	Rendimiento	Costo
		A	B	AxB	R	D=C*R
MAESTRO MAYOR	HH	0,04	4,52	0,18	0,12	0,02
PLOMERO	HH	0,80	4,28	3,42	0,12	0,41
AY. PLOMERO	HH	0,70	4,23	2,96	0,12	0,36
SUBTOTAL						0,79
MATERIALES						
Descripcion	Unidad	Cantidad	P. Unitario	Costo por unidad	Rendimiento	Costo
		A	B		R	AxB
TUBO PVC ROSCABLE DE 3/4"	ML	0,95	12,52	11,89		11,89
ACCESORIOS PVC 1/2"	U	1,00	0,62	0,62		0,62
PERMATEX	U	0,01	1,35	0,01		0,01
TEFLON	U	0,01	1,00	0,01		0,01
SUBTOTAL						12,54
TRANSPORTE						
Descripcion	Unidad	Cantidad	P. Unitario	Costo por unidad	Rendimiento	Costo
		A	B	AxB	R	D=C*R
SUBTOTAL						0,00
		TOTAL COSTOS DIRECTOS X=(M+N+O+)				13,36
		INDIRECTOS Y UTILIDADES		20,00%		2,67
		OTROS ESPECIFICOS				0,00
		COSTO TOTAL DEL RUBRO				16,04

MIDUVI, 2014. "UNIDOS POR UN SUEÑO": Análisis de Precios Unitarios. Mejía-Ecuador.

ACTIVIDADES PRELIMINARES						
Proyecto	Diseño de una vivienda ubicada en la ciudad de Samborondón evaluando el uso de Hormigón Estructural elaborado con reemplazo de Agregado de Concreto Reciclado					
Rubro	4,04					
Detalle	UMINISTRO E INSTALACIÓN DE DESAGUE DE 50MM INCLUYE ACCESORIO	Unidad	ML			
EQUIPOS						
Descripción	Unidad	Cantidad	P. Unitario	Costo por unidad	Rendimiento	Costo
		A	B	AxB	R	D=C*R
HERRAMIENTAS MENORES (5% M/O)	GLOBAL					0,20
COMPACTADOR DE PLANCHA	H	0,10	3,36	0,34	0,53	0,18
SUBTOTAL						0,38
MANO DE OBRA						
Descripción	Unidad	Cantidad	P. Unitario	Costo por unidad	Rendimiento	Costo
		A	B	AxB	R	D=C*R
MAESTRO MAYOR	HH	0,05	4,75	0,24	0,53	0,13
ALBAÑIL	HH	1,00	4,28	4,28	0,53	2,27
PEÓN	HH	0,70	4,23	2,96	0,53	1,57
SUBTOTAL						3,96
MATERIALES						
Descripción	Unidad	Cantidad	P. Unitario	Costo por unidad	Rendimiento	Costo
		A	B		R	AxB
TUBO PVC 50 MM DESAGUE	ML	1,00	4,83	4,83		4,83
ACCESORIOS 4"	U	0,60	3,00	1,80		1,80
POLIPEGA	GALON	0,02	45,00	0,90		0,90
SUBTOTAL						7,53
TRANSPORTE						
Descripción	Unidad	Cantidad	P. Unitario	Costo por unidad	Rendimiento	Costo
		A	B	AxB	R	D=C*R
SUBTOTAL						0,00
TOTAL COSTOS DIRECTOS X=(M+N+O+P)						11,87
INDIRECTOS Y UTILIDADES				20,00%		2,37
OTROS ESPECIFICOS						0,00
COSTO TOTAL DEL RUBRO						14,24

MIDUVI, 2014. "UNIDOS POR UN SUEÑO": Análisis de Precios Unitarios. Mejía-Ecuador.

ACTIVIDADES PRELIMINARES						
Proyecto	Diseño de una vivienda ubicada en la ciudad de Samborondón evaluando el uso de Hormigón Estructural elaborado con reemplazo de Agregado de Concreto Reciclado					
Rubro	4,05					
Detalle	UMINISTRO E INSTALACIÓN DE DESAGUE DE 75MM INCLUYE ACCESORIO	Unidad	ML			
EQUIPOS						
Descripción	Unidad	Cantidad	P. Unitario	Costo por unidad	Rendimiento	Costo
		A	B	AxB	R	D=C*R
HERRAMIENTAS MENORES (5% M/O)	GLOBAL					0,20
COMPACTADOR DE PLANCHA	H	0,10	3,36	0,34	0,53	0,18
SUBTOTAL						0,38
MANO DE OBRA						
Descripción	Unidad	Cantidad	P. Unitario	Costo por unidad	Rendimiento	Costo
		A	B	AxB	R	D=C*R
MAESTRO MAYOR	HH	0,05	4,75	0,24	0,53	0,13
ALBAÑIL	HH	1,00	4,28	4,28	0,53	2,27
PEÓN	HH	0,70	4,23	2,96	0,53	1,57
SUBTOTAL						3,96
MATERIALES						
Descripción	Unidad	Cantidad	P. Unitario	Costo por unidad	Rendimiento	Costo
		A	B		R	AxB
TUBO PVC 75 MM DESAGUE	ML	1,00	9,10	9,10		9,10
ACCESORIOS 4"	U	0,60	3,00	1,80		1,80
POLIPEGA	GALON	0,02	45,00	0,90		0,90
SUBTOTAL						11,80
TRANSPORTE						
Descripción	Unidad	Cantidad	P. Unitario	Costo por unidad	Rendimiento	Costo
		A	B	AxB	R	D=C*R
SUBTOTAL						0,00
TOTAL COSTOS DIRECTOS X=(M+N+O+P)						16,14
INDIRECTOS Y UTILIDADES				20,00%		3,23
OTROS ESPECIFICOS						0,00
COSTO TOTAL DEL RUBRO						19,37

MIDUVI, 2014. "UNIDOS POR UN SUEÑO": Análisis de Precios Unitarios. Mejía-Ecuador.

ACTIVIDADES PRELIMINARES						
Proyecto	Diseño de una vivienda ubicada en la ciudad de Samborondón evaluando el uso de Hormigón Estructural elaborado con reemplazo de Agregado de Concreto Reciclado					
Rubro	4,06					
Detalle	MINISTRO E INSTALACIÓN DE DESAGUE DE 100MM INCLUYE ACCESORI				Unidad	ML
EQUIPOS						
Descripcion	Unidad	Cantidad	P. Unitario	Costo por unidad	Rendimiento	Costo
		A	B	AxB	R	D=C*R
HERRAMIENTAS MENORES (5% M/O)	GLOBAL					0,20
COMPACTADOR DE PLANCHA	H	0,10	3,36	0,34	0,5300	0,18
SUBTOTAL						0,38
MANO DE OBRA						
Descripcion	Unidad	Cantidad	P. Unitario	Costo por unidad	Rendimiento	Costo
		A	B	AxB	R	D=C*R
MAESTRO MAYOR	HH	0,05	4,75	0,24	0,53	0,13
ALBAÑIL	HH	1,00	4,28	4,28	0,53	2,27
PEÓN	HH	0,70	4,23	2,96	0,53	1,57
SUBTOTAL						3,96
MATERIALES						
Descripcion	Unidad	Cantidad	P. Unitario	Costo por unidad	Rendimiento	Costo
		A	B		R	AxB
TUBO PVC 100 MM DESAGUE	ML	1,00	11,89	11,89		11,89
ACCESORIOS 4"	U	0,60	3,00	1,80		1,80
POLIPEGA	GALON	0,02	45,00	0,90		0,90
SUBTOTAL						14,59
TRANSPORTE						
Descripcion	Unidad	Cantidad	P. Unitario	Costo por unidad	Rendimiento	Costo
		A	B	AxB	R	D=C*R
SUBTOTAL						0,00
		TOTAL COSTOS DIRECTOS X=(M+N+O+P)				18,93
		INDIRECTOS Y UTILIDADES			20,00%	3,79
		OTROS ESPECIFICOS				0,00
		COSTO TOTAL DEL RUBRO				22,72

MIDUVI, 2014. "UNIDOS POR UN SUEÑO": Análisis de Precios Unitarios. Mejía-Ecuador.

ACTIVIDADES PRELIMINARES						
Proyecto	Diseño de una vivienda ubicada en la ciudad de Samborondón evaluando el uso de Hormigón Estructural elaborado con reemplazo de Agregado de Concreto Reciclado					
Rubro	4,07					
Detalle	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE CAJA DE REGISTRO PLÁSTICA				Unidad	U
EQUIPOS						
Descripcion	Unidad	Cantidad	P. Unitario	Costo por unidad	Rendimiento	Costo
		A	B	AxB	R	D=C*R
HERRAMIENTAS MENORES (5% M/O)	GLOBAL					0,04
SUBTOTAL						0,04
MANO DE OBRA						
Descripcion	Unidad	Cantidad	P. Unitario	Costo por unidad	Rendimiento	Costo
		A	B	AxB	R	D=C*R
PEÓN	HH	2,00	4,23	8,46	0,05	0,42
MAESTRO MAYOR	HH	0,50	4,75	2,38	0,05	0,12
TUBERO	HH	1,00	4,28	4,28	0,05	0,21
SUBTOTAL						0,76
MATERIALES						
Descripcion	Unidad	Cantidad	P. Unitario	Costo por unidad	Rendimiento	Costo
		A	B		R	AxB
0 PVC RÍGIDO DE PARED ESTRUCTURAL	ML	0,75	51,00	38,25		38,25
CAJA DE REGISTRO PLASTICA	U	1,00	54,08	54,08		54,08
PIEDRA GRADUADA 1/2"	M3	0,05	14,23	0,71		0,71
SUBTOTAL						93,04
TRANSPORTE						
Descripcion	Unidad	Cantidad	P. Unitario	Costo por unidad	Rendimiento	Costo
		A	B	AxB	R	D=C*R
SUBTOTAL						0,00
TOTAL COSTOS DIRECTOS X=(M+N+O+)						93,84
INDIRECTOS Y UTILIDADES				20,00%		18,77
OTROS ESPECIFICOS						0,00
COSTO TOTAL DEL RUBRO						112,60

Romero, 2022. "Proyecto 7 - Pavimentación de Calles, Incluye Obras De Urbanismo, Alcantarillado Pluvial en Sector Perimetral Oeste - Coop. Flor De Bastión Bloque 6 Etapas 1, 5 Y 6; Coop. Flor de Bastión Bloque 21 - Programa CafXv": Análisis de Precios Unitarios. Guayaquil-Ecuador.

MIDUVI, 2014. "UNIDOS POR UN SUEÑO": Análisis de Precios Unitarios. Mejía-Ecuador.

ACTIVIDADES PRELIMINARES						
Proyecto	Diseño de una vivienda ubicada en la ciudad de Samborondón evaluando el uso de Hormigón Estructural elaborado con reemplazo de Agregado de Concreto Reciclado					
Rubro	5,02					
Detalle	PUNTO DE TOMACORRIENTE DE 110 V				Unidad	PTO
EQUIPOS						
Descripcion	Unidad	Cantidad	P. Unitario	Costo por unidad	Rendimiento	Costo
		A	B	AxB	R	D=C*R
HERRAMIENTAS MENORES (5% M/O)	GLOBAL					0,36
SUBTOTAL						0,36
MANO DE OBRA						
Descripcion	Unidad	Cantidad	P. Unitario	Costo por unidad	Rendimiento	Costo
		A	B	AxB	R	D=C*R
MAESTRO MAYOR	HH	0,10	4,75	0,48	1,00	0,48
ELECTRICISTA	HH	1,00	4,28	4,28	1,00	4,28
AY. ELECTRICISTA	HH	0,60	4,23	2,54	1,00	2,54
SUBTOTAL						7,29
MATERIALES						
Descripcion	Unidad	Cantidad	P. Unitario	Costo por unidad	Rendimiento	Costo
		A	B		R	AxB
CONDUCTOR NO 12	ML	9,20	0,54	4,97		4,97
MACORRIENTE DOBLE POLARIZADO 1	U	1,00	1,60	1,60		1,60
CAJETIN RECTANGULAR	U	1,00	0,40	0,40		0,40
CINTA AISLANTE	U	0,05	0,51	0,03		0,03
MANGUERA POLIETIL. DE 1/2"	ML	3,50	0,14	0,49		0,49
ALAMBRE GALVANIZADO NO 18	KG	0,02	2,05	0,04		0,04
SUBTOTAL						7,52
TRANSPORTE						
Descripcion	Unidad	Cantidad	P. Unitario	Costo por unidad	Rendimiento	Costo
		A	B	AxB	R	D=C*R
SUBTOTAL						0,00
	TOTAL COSTOS DIRECTOS X=(M+N+O+					15,18
	INDIRECTOS Y UTILIDADES			20,00%		3,04
	OTROS ESPECIFICOS					0,00
	COSTO TOTAL DEL RUBRO					18,22

ACTIVIDADES PRELIMINARES						
Proyecto	Diseño de una vivienda ubicada en la ciudad de Samborondón evaluando el uso de Hormigón Estructural elaborado con reemplazo de Agregado de Concreto Reciclado					
Rubro	5,03					
Detalle	PUNTO DE TOMACORRIENTE DE 220 V				Unidad	PTO
EQUIPOS						
Descripcion	Unidad	Cantidad	P. Unitario	Costo por unidad	Rendimiento	Costo
		A	B	AxB	R	D=C*R
HERRAMIENTAS MENORES (5% M/O)	GLOBAL					0,41
SUBTOTAL						0,41
MANO DE OBRA						
Descripcion	Unidad	Cantidad	P. Unitario	Costo por unidad	Rendimiento	Costo
		A	B	AxB	R	D=C*R
MAESTRO MAYOR	HH	0,10	4,75	0,48	1,00	0,48
ELECTRICISTA	HH	1,00	4,28	4,28	1,00	4,28
AY. ELECTRICISTA	HH	0,80	4,23	3,38	1,00	3,38
SUBTOTAL						8,14
MATERIALES						
Descripcion	Unidad	Cantidad	P. Unitario	Costo por unidad	Rendimiento	Costo
		A	B		R	AxB
MANGUERA POLIETIL. DE 1/2"	ML	7,00	0,25	1,75		1,75
CONDUCTOR NO 10	ML	14,00	0,80	11,20		11,20
CONDUCTOR NO 12	ML	7,00	0,54	3,78		3,78
CAJETÍN OCTOGONAL GRANDE	U	1,00	0,50	0,50		0,50
CINTA AISLANTE	U	0,20	0,51	0,10		0,10
ALAMBRE GALVANIZADO NO 18	KG	0,15	2,05	0,31		0,31
MACORRIENTE DOBLE POLARIZADO 220V	U	1,00	3,20	3,20		3,20
SUBTOTAL						20,84
TRANSPORTE						
Descripcion	Unidad	Cantidad	P. Unitario	Costo por unidad	Rendimiento	Costo
		A	B	AxB	R	D=C*R
SUBTOTAL						0,00
				TOTAL COSTOS DIRECTOS X=(M+N+O+P)		29,39
				INDIRECTOS Y UTILIDADES		5,88
				20,00%		
				OTROS ESPECIFICOS		0,00
				COSTO TOTAL DEL RUBRO		35,26

ACTIVIDADES PRELIMINARES						
Proyecto	Diseño de una vivienda ubicada en la ciudad de Samborondón evaluando el uso de Hormigón Estructural elaborado con reemplazo de Agregado de Concreto Reciclado					
Rubro	5,04					
Detalle	TABLERO DE CONTROL				Unidad	U
EQUIPOS						
Descripcion	Unidad	Cantidad	P. Unitario	Costo por unidad	Rendimiento	Costo
		A	B	AxB	R	D=C*R
HERRAMIENTAS MENORES (5% M/O)	GLOBAL					0,74
SUBTOTAL						0,74
MANO DE OBRA						
Descripcion	Unidad	Cantidad	P. Unitario	Costo por unidad	Rendimiento	Costo
		A	B	AxB	R	D=C*R
ELECTRICISTA	HH	1,00	4,28	4,28	2,05	8,77
AY. ELECTRICISTA	HH	0,70	4,23	2,96	2,05	6,07
SUBTOTAL						14,84
MATERIALES						
Descripcion	Unidad	Cantidad	P. Unitario	Costo por unidad	Rendimiento	Costo
		A	B		R	AxB
RMICA (6 DISYUNTORES, ESPACIOS O	U	1,00	24,00	24,00		24,00
BREAKER 1 POLO 20-30AMP	U	3,00	4,00	12,00		12,00
BREAKER BIFASICO DE 32 AMP	U	1,00	7,50	7,50		7,50
CINTA AISLANTE	U	0,07	0,51	0,04		0,04
SUBTOTAL						43,54
TRANSPORTE						
Descripcion	Unidad	Cantidad	P. Unitario	Costo por unidad	Rendimiento	Costo
		A	B	AxB	R	D=C*R
SUBTOTAL						0,00
		TOTAL COSTOS DIRECTOS X=(M+N+O+				59,12
		INDIRECTOS Y UTILIDADES		20,00%		11,82
		OTROS ESPECIFICOS				0,00
		COSTO TOTAL DEL RUBRO				70,95

MIDUVI, 2014. "UNIDOS POR UN SUEÑO": Análisis de Precios Unitarios. Mejia-Ecuador.

ACTIVIDADES PRELIMINARES							
Proyecto	Diseño de una vivienda ubicada en la ciudad de Samborondón evaluando el uso de Hormigón Estructural elaborado con reemplazo de Agregado de Concreto Reciclado						
Rubro	6,01						
Detalle	ENLUCIDO					Unidad	M2
EQUIPOS							
Descripcion	Unidad	Cantidad	P. Unitario	Costo por unidad	Rendimiento	Costo	
		A	B	AxB	R	D=C*R	
HERRAMIENTAS MENORES (5% M/O)	GLOBAL					0,25	
MODULOS METÁLICOS	HH	2,00	0,09	0,18	0,67	0,12	
SUBTOTAL						0,37	
MANO DE OBRA							
Descripcion	Unidad	Cantidad	P. Unitario	Costo por unidad	Rendimiento	Costo	
		A	B	AxB	R	D=C*R	
ALBAÑIL	HH	1,00	4,28	4,28	0,67	2,87	
PEÓN	HH	0,70	4,23	2,96	0,67	1,98	
MAESTRO DE OBRA	HH	0,05	4,75	0,24	0,67	0,16	
SUBTOTAL						5,01	
MATERIALES							
Descripcion	Unidad	Cantidad	P. Unitario	Costo por unidad	Rendimiento	Costo	
		A	B		R	AxB	
CEMENTO TIPO PORTLAND	SAC	0,08	7,93	0,63		0,63	
ARENA	M3	0,03	17,00	0,51		0,51	
CEMENTINA	KG	3,00	0,09	0,27		0,27	
AGUA	M3	0,02	0,50	0,01		0,01	
SUBTOTAL						1,42	
TRANSPORTE							
Descripcion	Unidad	Cantidad	P. Unitario	Costo por unidad	Rendimiento	Costo	
		A	B	AxB	R	D=C*R	
SUBTOTAL						0,00	
		OTAL COSTOS DIRECTOS X=(M+N+O+P)			6,81		
		INDIRECTOS Y UTILIDADES			20,00%		
		OTROS ESPECIFICOS			0,00		
		COSTO TOTAL DEL RUBRO			8,17		

MIDUVI, 2014. "UNIDOS POR UN SUEÑO": Análisis de Precios Unitarios. Mejía-Ecuador.

ACTIVIDADES PRELIMINARES						
Proyecto	Diseño de una vivienda ubicada en la ciudad de Samborondón evaluando el uso de Hormigón Estructural elaborado con reemplazo de Agregado de Concreto Reciclado					
Rubro	6,02					
Detalle	EMPASTE Y PINTURA EXTERIOR				Unidad	M2
EQUIPOS						
Descripcion	Unidad	Cantidad	P. Unitario	Costo por unidad	Rendimiento	Costo
		A	B	AxB	R	D=C*R
HERRAMIENTAS MENORES (5% M/O)	GLOBAL					0,18
ANDAMIO	HH	0,80	0,06	0,05	0,67	0,03
SUBTOTAL						0,21
MANO DE OBRA						
Descripcion	Unidad	Cantidad	P. Unitario	Costo por unidad	Rendimiento	Costo
		A	B	AxB	R	D=C*R
PINTOR	HH	0,40	4,28	1,71	0,67	1,15
PEÓN	HH	0,40	4,23	1,69	0,67	1,13
MAESTRO DE OBRA	HH	0,40	4,75	1,90	0,67	1,27
SUBTOTAL						3,55
MATERIALES						
Descripcion	Unidad	Cantidad	P. Unitario	Costo por unidad	Rendimiento	Costo
		A	B		R	AxB
CEMENTO BLANCO	SACO	0,01	22,94	0,23		0,23
LIJA DE AGUA	U	0,15	0,39	0,06		0,06
BLANCOLA	LTS	0,25	1,45	0,36		0,36
PINTURA	GALON	0,04	18,21	0,73		0,73
SUBTOTAL						1,38
TRANSPORTE						
Descripcion	Unidad	Cantidad	P. Unitario	Costo por unidad	Rendimiento	Costo
		A	B	AxB	R	D=C*R
SUBTOTAL						0,00
		OTAL COSTOS DIRECTOS X=(M+N+O+)				5,14
		INDIRECTOS Y UTILIDADES		20,00%		1,03
		OTROS ESPECIFICOS				0,00
		COSTO TOTAL DEL RUBRO				6,17

MIDUVI, 2014. "UNIDOS POR UN SUEÑO": Análisis de Precios Unitarios. Mejía-Ecuador.

ACTIVIDADES PRELIMINARES						
Proyecto	Diseño de una vivienda ubicada en la ciudad de Samborondón evaluando el uso de Hormigón Estructural elaborado con reemplazo de Agregado de Concreto Reciclado					
Rubro	6,03					
Detalle	EMPASTE Y PINTURA INTERIOR				Unidad	M2
EQUIPOS						
Descripcion	Unidad	Cantidad	P. Unitario	Costo por unidad	Rendimiento	Costo
		A	B	AxB	R	D=C*R
HERRAMIENTAS MENORES (5% M/O)	GLOBAL					0,06
ANDAMIO	HH	0,56	0,06	0,03	0,67	0,02
SUBTOTAL						0,08
MANO DE OBRA						
Descripcion	Unidad	Cantidad	P. Unitario	Costo por unidad	Rendimiento	Costo
		A	B	AxB	R	D=C*R
PINTOR	HH	0,25	4,28	1,07	0,67	0,72
PEÓN	HH	0,13	4,23	0,55	0,67	0,37
MAESTRO DE OBRA	HH	0,03	4,75	0,14	0,67	0,10
SUBTOTAL						1,18
MATERIALES						
Descripcion	Unidad	Cantidad	P. Unitario	Costo por unidad	Rendimiento	Costo
		A	B		R	AxB
YESO	KG	0,20	0,63	0,13		0,13
LIJA DE AGUA	U	0,20	0,39	0,08		0,08
BLANCOLA	LTS	0,30	1,45	0,44		0,44
PINTURA	GALON	0,04	18,21	0,73		0,73
TIZA	LB	0,10	0,25	0,03		0,03
SUBTOTAL						1,39
TRANSPORTE						
Descripcion	Unidad	Cantidad	P. Unitario	Costo por unidad	Rendimiento	Costo
		A	B	AxB	R	D=C*R
SUBTOTAL						0,00
		TOTAL COSTOS DIRECTOS X=(M+N+O+)				2,65
		INDIRECTOS Y UTILIDADES		20,00%		0,53
		OTROS ESPECIFICOS				0,00
		COSTO TOTAL DEL RUBRO				3,19

MIDUVI, 2014. "UNIDOS POR UN SUEÑO": Análisis de Precios Unitarios. Mejia-Ecuador.

ACTIVIDADES PRELIMINARES						
Proyecto	Diseño de una vivienda ubicada en la ciudad de Samborondón evaluando el uso de Hormigón Estructural elaborado con reemplazo de Agregado de Concreto Reciclado					
Rubro	6,04					
Detalle	CERÁMICA PARA PARED				Unidad	M2
EQUIPOS						
Descripcion	Unidad	Cantidad	P. Unitario	Costo por unidad	Rendimiento	Costo
		A	B	AxB	R	D=C*R
HERRAMIENTAS MENORES (5% M/O)	GLOBAL					0,27
SUBTOTAL						0,27
MANO DE OBRA						
Descripcion	Unidad	Cantidad	P. Unitario	Costo por unidad	Rendimiento	Costo
		A	B	AxB	R	D=C*R
ALBAÑIL	HH	0,90	4,28	3,85	0,67	2,58
PEÓN	HH	0,80	4,23	3,38	0,67	2,27
MAESTRO DE OBRA	HH	0,20	4,75	0,95	0,67	0,64
SUBTOTAL						5,48
MATERIALES						
Descripcion	Unidad	Cantidad	P. Unitario	Costo por unidad	Rendimiento	Costo
		A	B		R	AxB
CERÁMICA DE PARED ECONÓMICA	M2	1,09	10,00	10,90		10,90
CEMENTO TIPO PORTLAND	KG	4,50	0,15	0,68		0,68
PORCELANA PARA EMPORAR	KG	0,30	1,00	0,30		0,30
AGUA	M3	0,05	0,50	0,03		0,03
SUBTOTAL						11,90
TRANSPORTE						
Descripcion	Unidad	Cantidad	P. Unitario	Costo por unidad	Rendimiento	Costo
		A	B	AxB	R	D=C*R
SUBTOTAL						0,00
		OTAL COSTOS DIRECTOS X=(M+N+O+I)				17,66
		INDIRECTOS Y UTILIDADES		20,00%		3,53
		OTROS ESPECIFICOS				0,00
		COSTO TOTAL DEL RUBRO				21,19

MIDUVI, 2014. "UNIDOS POR UN SUEÑO": Análisis de Precios Unitarios. Mejía-Ecuador.

ACTIVIDADES PRELIMINARES						
Proyecto	Diseño de una vivienda ubicada en la ciudad de Samborondón evaluando el uso de Hormigón Estructural elaborado con reemplazo de Agregado de Concreto Reciclado					
Rubro	6,05					
Detalle	CERÁMICA PARA PISO				Unidad	M2
EQUIPOS						
Descripcion	Unidad	Cantidad	P. Unitario	Costo por unidad	Rendimiento	Costo
		A	B	AxB	R	D=C*R
HERRAMIENTAS MENORES (5% M/O)	GLOBAL					0,32
SUBTOTAL						0,32
MANO DE OBRA						
Descripcion	Unidad	Cantidad	P. Unitario	Costo por unidad	Rendimiento	Costo
		A	B	AxB	R	D=C*R
MAESTRO DE OBRA	HH	0,20	4,75	0,95	0,67	0,64
ALBAÑIL	HH	1,00	4,28	4,28	0,67	2,87
AY. ALBAÑIL	HH	1,00	4,23	4,23	0,67	2,83
SUBTOTAL						6,34
MATERIALES						
Descripcion	Unidad	Cantidad	P. Unitario	Costo por unidad	Rendimiento	Costo
		A	B		R	AxB
CERÁMICA DE PISO ECONÓMICA	M2	1,00	10,00	10,00		10,00
CEMENTO TIPO PORTLAND	KG	4,50	0,15	0,68		0,68
PORCELANA PARA EMPORAR	KG	0,30	1,00	0,30		0,30
AGUA	M3	0,10	0,50	0,05		0,05
SUBTOTAL						11,03
TRANSPORTE						
Descripcion	Unidad	Cantidad	P. Unitario	Costo por unidad	Rendimiento	Costo
		A	B	AxB	R	D=C*R
SUBTOTAL						0,00
	OTAL COSTOS DIRECTOS X=(M+N+O+					17,68
	INDIRECTOS Y UTILIDADES			20,00%		3,54
	OTROS ESPECIFICOS					0,00
	COSTO TOTAL DEL RUBRO					21,22

MIDUVI, 2014. "UNIDOS POR UN SUEÑO": Análisis de Precios Unitarios. Mejia-Ecuador.

ACTIVIDADES PRELIMINARES						
Proyecto	Diseño de una vivienda ubicada en la ciudad de Samborondón evaluando el uso de Hormigón Estructural elaborado con reemplazo de Agregado de Concreto Reciclado					
Rubro	6,06					
Detalle	TUMBADO DE GYPSUM				Unidad	M2
EQUIPOS						
Descripcion	Unidad	Cantidad	P. Unitario	Costo por unidad	Rendimiento	Costo
		A	B	AxB	R	D=C*R
HERRAMIENTAS MENORES (5% M/O)	GLOBAL					0,12
ANDAMIO	HH	0,56	0,06	0,03	0,67	0,02
SUBTOTAL						0,14
MANO DE OBRA						
Descripcion	Unidad	Cantidad	P. Unitario	Costo por unidad	Rendimiento	Costo
		A	B	AxB	R	D=C*R
ALBAÑIL	HH	0,40	4,28	1,71	0,67	1,15
PEÓN	HH	0,40	4,23	1,69	0,67	1,13
MAESTRO DE OBRA	HH	0,05	4,75	0,24	0,67	0,16
SUBTOTAL						2,44
MATERIALES						
Descripcion	Unidad	Cantidad	P. Unitario	Costo por unidad	Rendimiento	Costo
		A	B		R	AxB
ALAMBRE GALVANIZADO	KG	0,10	2,54	0,25		0,25
PLANCHA GYPSUM YESO	U	0,37	10,05	3,72		3,72
PERFIL PRIMARIO	U	0,20	2,73	0,55		0,55
PERFIL SECUNDARIO	U	0,50	2,60	1,30		1,30
CLAVO NEGRO	LB	0,02	1,50	0,03		0,03
ANGULO PERIMETRAL	U	0,35	0,85	0,30		0,30
TORNILLOS BH	U	4,58	0,01	0,05		0,05
MASILLA ROMERAL	SACO	0,03	16,68	0,50		0,50
SUBTOTAL						6,69
TRANSPORTE						
Descripcion	Unidad	Cantidad	P. Unitario	Costo por unidad	Rendimiento	Costo
		A	B	AxB	R	D=C*R
SUBTOTAL						0,00
TOTAL COSTOS DIRECTOS X=(M+N+O+)						9,28
INDIRECTOS Y UTILIDADES				20,00%		1,86
OTROS ESPECIFICOS						0,00
COSTO TOTAL DEL RUBRO						11,13

MIDUVI, 2014. "UNIDOS POR UN SUEÑO": Análisis de Precios Unitarios. Mejia-Ecuador.

MIDUVI, 2014. "UNIDOS POR UN SUEÑO": Análisis de Precios Unitarios. Mejía-Ecuador.

ACTIVIDADES PRELIMINARES						
Proyecto	Diseño de una vivienda ubicada en la ciudad de Samborondón evaluando el uso de Hormigón Estructural elaborado con reemplazo de Agregado de Concreto Reciclado					
Rubro	7,02					
Detalle	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE VENTANA EN PERFIL DE VIDRIO				Unidad	U
EQUIPOS						
Descripcion	Unidad	Cantidad	P. Unitario	Costo por unidad	Rendimiento	Costo
		A	B	AxB	R	D=C*R
HERRAMIENTAS MENORES (5% M/O)	GLOBAL					0,10
SUBTOTAL						0,10
MANO DE OBRA						
Descripcion	Unidad	Cantidad	P. Unitario	Costo por unidad	Rendimiento	Costo
		A	B	AxB	R	D=C*R
ALBAÑIL	HH	0,80	4,28	3,42	0,50	1,71
PEÓN	HH	0,10	4,23	0,42	0,50	0,21
SUBTOTAL						1,92
MATERIALES						
Descripcion	Unidad	Cantidad	P. Unitario	Costo por unidad	Rendimiento	Costo
		A	B		R	AxB
VENTANA DE ALUMINIO	U	1,00	229,00	229,00		229,00
UCHO DE 290 ML DE SELLADOR ADHESIVO	U	0,44	3,10	1,37		1,37
HO DE 300 ML DE SILICONA NEUTRA C	U	0,21	1,31	0,27		0,27
SUBTOTAL						230,64
TRANSPORTE						
Descripcion	Unidad	Cantidad	P. Unitario	Costo por unidad	Rendimiento	Costo
		A	B	AxB	R	D=C*R
SUBTOTAL						0,00
		TOTAL COSTOS DIRECTOS X=(M+N+O+P)				232,66
		INDIRECTOS Y UTILIDADES		20,00%		46,53
		OTROS ESPECIFICOS				0,00
		COSTO TOTAL DEL RUBRO				279,19

Cype, 2025.Análisis de Precios Unitarios. Obtenido del Generador de Precios Ecuador.

ACTIVIDADES PRELIMINARES						
Proyecto	Diseño de una vivienda ubicada en la ciudad de Samborondón evaluando el uso de Hormigón Estructural elaborado con reemplazo de Agregado de Concreto Reciclado					
Rubro	7,03					
Detalle	PANELES DE VIDRIO				Unidad	M2
EQUIPOS						
Descripcion	Unidad	Cantidad	P. Unitario	Costo por unidad	Rendimiento	Costo
		A	B	AxB	R	D=C*R
HERRAMIENTAS MENORES (5% M/O)	GLOBAL					0,10
SUBTOTAL						0,10
MANO DE OBRA						
Descripcion	Unidad	Cantidad	P. Unitario	Costo por unidad	Rendimiento	Costo
		A	B	AxB	R	D=C*R
ALBAÑIL	HH	0,80	4,28	3,42	0,50	1,71
PEÓN	HH	0,10	4,23	0,42	0,50	0,21
SUBTOTAL						1,92
MATERIALES						
Descripcion	Unidad	Cantidad	P. Unitario	Costo por unidad	Rendimiento	Costo
		A	B		R	AxB
VIDRIO CLARO 3 MM	M2	1,00	6,45	6,45		6,45
SILICON PARA PISTOLA	U	0,15	3,20	0,48		0,48
SUBTOTAL						6,93
TRANSPORTE						
Descripcion	Unidad	Cantidad	P. Unitario	Costo por unidad	Rendimiento	Costo
		A	B	AxB	R	D=C*R
SUBTOTAL						0,00
		OTAL COSTOS DIRECTOS X=(M+N+O+				8,95
		INDIRECTOS Y UTILIDADES			20,00%	1,79
		OTROS ESPECIFICOS				0,00
		COSTO TOTAL DEL RUBRO				10,74

MIDUVI, 2014. "UNIDOS POR UN SUEÑO": Análisis de Precios Unitarios. Mejia-Ecuador.