

Escuela Superior Politécnica del Litoral

Facultad de Ingeniería en Ciencias de la Tierra

Diseño estructural e hidrosanitario de una vivienda de dos plantas en el Guasmo, Guayaquil

INGE-2900

Proyecto Integrador

Previo la obtención del Título de:

Ingeniero Civil

Presentado por:

Eduardo François Villón Zúñiga

Guayaquil - Ecuador

Año: 2025

Dedicatoria

El presente proyecto lo dedico a mis
padres quienes han sido un pilar
fundamental en mi vida académica,
exigiendo siempre la mejor versión de mí
y enseñándome con su ejemplo el valor
del esfuerzo, la disciplina y la
perseverancia. A mi hermana, para que
este logro se convierta en una inspiración
y recordatorio de que nunca debe
rendirse, sin importar las dificultades que
se presenten en el camino, y a futuras
generaciones, que les sirva de
recordatorio de que cuando uno se
propone algo no hay nada imposible de
alcanzar.

Agradecimientos

En primer lugar, agradezco a Dios por darme fortaleza y por ponerme en mi vida todas las oportunidades que me han permitido aprender, crecer y seguir adelante en el camino.

Extiendo mi gratitud a mis amigos, quienes estuvieron a mi lado apoyándome y comprendiendo cada etapa de este proceso académico, y de manera muy especial agradezco a Mell Barzola y Álvaro Espín por haber estado presentes en este proyecto cuando mas los necesite, brindándome su apoyo incondicional y convirtiéndose en parte de este logro.

Finalmente, no puedo dejar de agradecer a mis padres, cuyo respaldo constante y consejos sabios han sido una guía silenciosa pero firme en cada paso de mi vida académica.

Declaración Expresa

Yo, Eduardo François Villón Zúñiga 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 François
Villón Zúñiga

Evaluadores

Ing. Lenin Dender Aguilar, MSc.

Profesor de Materia

Ing. Walter Hurtares Orrala, MSc.

Tutor de proyecto

Resumen

Guayaquil se encuentra ubicada en una zona altamente sísmica debido a que Ecuador está presente en el cinturón de fuego, esto nos presenta diversos desafíos como ingenieros civiles en cuanto a la seguridad estructural de sus edificaciones, el presente proyecto se desarrolla en el sur de Guayaquil, a orillas del río Guayas, una ubicación con un nivel freático alto, lo que aumenta la vulnerabilidad de las construcciones en la zona.

Tenemos una vivienda, que data de la década de 1980 lo que la convierte en una edificación con gran cantidad de años, estructura a la cual no se le ha dado mantenimiento; presenta varios problemas estructurales y de habitabilidad, la vivienda se encuentra a desnivel con la acera, las columnas y vigas actuales no cumplen con las medidas necesarias para resistir los movimientos sísmicos.

Nuestro objetivo con este proyecto es hacer un nuevo diseño estructural de la vivienda, con un sistema estructural optimizado que garantice mayor seguridad, estabilidad y durabilidad, incorporando elementos estructurales adecuados a las condiciones del terreno y a los requerimientos del cliente, así como nuevas instalaciones hidrosanitarias que aseguren un acceso eficiente y seguro al agua potable, basándonos NEC – 15 y el código ACI 318 – 19.

De esta manera, buscamos garantizar la habitabilidad y seguridad de la vivienda, adaptándola a las normativas sísmicas actuales y mejorando su funcionalidad y estética.

Palabras clave: diseño estructural, vulnerabilidad, nivel freático, instalaciones hidrosanitarias, sismos.

Abstract

Guayaquil is located in a highly seismic zone because Ecuador is located on the Ring of Fire. This presents us as civil engineers with various challenges regarding the structural safety of its buildings. This project is being developed in southern Guayaquil, on the banks of the Guayas River, a location with a high-water table, which increases the vulnerability of buildings in the area.

We have a house dating from the 1980s, making it a very old building, a structure that has not been maintained. It presents several structural and habitability issues. The house is uneven with the sidewalk, and the current columns and beams do not meet the necessary requirements to withstand seismic movements.

Our objective with this project is to redesign the home's structural structure, with an optimized structural system that guarantees greater safety, stability, and durability. It incorporates structural elements appropriate to the site conditions and the client's requirements, as well as new plumbing systems that ensure efficient and safe access to drinking water, based on NEC-15 and ACI 318-19.

In this way, we seek to guarantee the home's habitability and safety, adapting it to current seismic regulations and improving its functionality and aesthetics.

Keywords: *structural design, vulnerability, water table, plumbing systems, earthquakes.*

Índice

Resumen	6
Abstract	7
Representación de Términos.....	16
CAPÍTULO 1.....	2
INTRODUCCIÓN	2
Antecedentes.....	3
Descripción del Problema	4
Justificación del Problema.....	5
Objetivos	7
Objetivo General	7
Objetivos específicos	7
CAPITULO 2	2
MATERIALES Y MÉTODOS.....	9
Revisión Literaria	9
Estudio de suelos	12
Diseño arquitectónico.....	12
Pre-dimensionamiento.....	12
Dimensionamiento de los elementos estructurales.....	12
Diseño del sistema de instalaciones sanitarias	13
Determinación del presupuesto de la estructura	13
Área de Estudio.....	14
Trabajo de campo y laboratorio	16
Análisis de Datos	17
Análisis de alternativas.....	20
Estructura metálica	20
Estructuras con caña guadua.....	22
Estructura de hormigón armado.....	24
CAPÍTULO 3.....	9
DISEÑOS Y ESPECIFICACIONES	30
Cargas Gravitacionales.....	30
Pre-dimensionamiento.....	32
Cubierta	45
Viga cubierta.....	46
Columna de Cubierta.....	48

Espectro de aceleración	60
Diseño Estructural	60
Viga Principal Eje X, Eje Y	83
Viga Cubierta Eje X, Eje Y conjunto con Riostras.....	85
Columnas	94
Cimentación	104
Capacidad de carga.....	104
Factor de seguridad	106
Factor de capacidad de carga	106
Factor de forma	106
Capacidad de carga admisible	107
Acero en la Cimentación	111
Diseño Hidrosanitario	114
Instalaciones de Agua Potable (AAPP).....	114
Diámetro de conexión principal	117
Dimensionamiento de tuberías de suministro de AAPP.....	118
Instalación de aguas servidas AASS	125
Instalación de Aguas Lluvia AALL	129
CAPÍTULO 4.....	30
ESTUDIO DEL IMPACTO AMBIENTAL.....	120
Descripción del proyecto	120
Línea base ambiental.....	121
Actividades del proyecto	122
Identificación de impactos ambientales	123
Valoración de impactos ambientales	126
Medidas de prevención/mitigación	129
CAPÍTULO 5.....	131
PRESUPUESTO.....	132
Estructura Desglosada de trabajo	132
Especificaciones Técnicas	132
Oficina Temporal	132
Acometida de Agua Potable Provisional	133
Acometida eléctrica Provisional.....	133
Trazado y replanteo de la obra	134
Desbroce y limpieza de terreno	134
Excavación	134

Relleno y Compactación	135
Acero de Refuerzo para cimentación $F_y=4200 \text{ kg/cm}^2$	135
Hormigón Premezclado para cimentación $f_c=210 \text{ kg/cm}^2$	135
Contrapiso hormigón simple $f_c=210 \text{ kg/cm}^2$, $e=5 \text{ cm}$	136
Acero de refuerzo para vigas $f_y=4200 \text{ kg/cm}^2$	136
Hormigón premezclado para vigas y viguetas $f_c=210 \text{ kg/cm}^2$	137
Hormigón premezclado para losa colaborante $f_c=210 \text{ kg/cm}^2$	137
Malla electrosoldada para losa colaborante 55mm	137
Acero de refuerzo para columnas $f_y=4200 \text{ kg/cm}^2$	138
Hormigón premezclado para columnas $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$	138
Losa deck $H=12\text{cm}$ $e=0,65 \text{ mm}$	138
Limpieza general después de la obra	139
Colocación de bomba para suministro de agua	139
Punto de agua PVC roscable 1/2"	140
Punto de agua PVC roscable 3/4"	140
Suministro e instalación de tubería PVC roscable 3/4" incluye accesorios	141
Suministro e instalación de tubería PVC roscable 1 1/2 " incluye accesorios	141
Instalación de válvula de compuerta roscable 3/4" Instalación de válvula de compuerta roscable 3/4"	142
Instalación de válvula de compuerta roscable 1" Instalación de válvula de compuerta roscable 1"	142
Cama de arena	143
Punto de desagüe de 3" PVC	143
Punto de desagüe de 4" PVC	143
Instalación de tubería PVC desagüe 3"	144
Instalación de tubería PVC desagüe 4"	144
Instalación de rejilla de 2"	145
Caja de registro 50x40x60	145
Punto de desagüe de 2" PVC	146
Instalación de tubería PVC 2"	146
Sumidero de piso de 3" incluye rejilla	146
Columnas metálicas	147
Vigas de amarre de cubierta	148
Rubros y análisis de precios unitarios	148
Cantidades de obra	151
Costo del proyecto	153

Cronograma	154
CAPÍTULO 6	156
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	157
Conclusiones	157
Recomendaciones	158
Referencias	160
PLANOS Y ANEXOS	162

Índice de Tablas

Tabla 1: Estratigrafía del suelo	19
Tabla 2: Ventajas de sistemas constructivos	
Tabla 3: Desventajas de sistemas estructurales	27
Tabla 4: Carga Viva	30
Tabla 5: Carga muerta.....	30
Tabla 6: Combinaciones de carga	31
Tabla 7: Altura mínima inicial de viga.....	34
Tabla 8: Diámetro y áreas de varillas	37
Tabla 9: Tablas de valores acorde a la ubicación de la columna	43
Tabla 10: Periodos fundamentales de vibración	71
Tabla 11: Nuevas medidas de diseño.....	71
Tabla 12: Coeficiente relacionado al período de Vibración	71
Tabla 13: Valores de K obtenidos	72
Tabla 15: Tipo 1 elevación eje Y.....	
Tabla 16: Tipo 2 de elevación.....	74
Tabla 17: Índice de estabilidad eje X.....	
Tabla 18: Índice de estabilidad eje Y.....	79
Tabla 19: Datos generales de la viga planta baja	80
Tabla 20: Datos generales viga planta alta.....	81
Tabla 21: Comprobación de Momentos Viga Principal eje X.....	84

Tabla 22:Comprobación de Momentos Viga Principal eje Y	84
Tabla 23:Comprobación de Momentos Viga Cubierta eje X.....	
Tabla 24:Comprobación de Momentos Viga Cubierta eje Y.....	86
Tabla 25: Curva 1.....	
Tabla 26: Curva 13.....	96
Tabla 27: Dotación de Agua Potable (NEC 2011)	114
Tabla 28: Presiones recomendadas (NEC 2011).....	115
Tabla 29: Volumen de Cisterna (autoria propia).....	116
Tabla 30: Dimensiones de la Cisterna(autoría propia)	
Tabla 31: Diametro conexión principal (autoría propia).....	117
Tabla 32: Unidades de Suministro piezas sanitarias(NEC)	118
Tabla 33: Coeficiente de Simultaneidad(NEC)	118
Tabla 34: Diámetro de tuberías de AAPP (autoría propia)	119
Tabla 35:Perdidas línea de Succión (autoría propia).....	121
Tabla 36: Longitud Equivalente Succión (autoría propia)	122
Tabla 37: Longitudes Equivalentes en línea de Impulsión (autoría propia)	123
Tabla 38:Altura dinámica de impulsión del nodo 1' al nodo 3 (autoría propia).....	124
Tabla 39: Altura dinámica de impulsión del nodo 3 al nodo crítico (autoría propia)	124
Tabla 40: Potencia requerida en bomba (autoría propia).....	124
Tabla 41: Cajas de Inspección y dispositivos (autoría propia).....	126
Tabla 42: Caudales para fluxómetro (NEC)	127
Tabla 43: Diámetro y longitud requerida (autoría propia)	128
Tabla 44: Parámetros requeridos (autoría propia)	128
Tabla 45: Intensidad de lluvia (NEC)	130
Tabla 46: Intensidad de lluvia para tuberías horizontales (NEC).....	131
Tabla 47: Actividades del proyecto y su impacto ambiental (autoría propia)	122
Tabla 48: Matriz de Leopold de impacto ambiental (autoría propia)	125
Tabla 49: Importancia Impacto ambiental (autoría propia)	127

Índice de Figuras

Figura 1:Fuentes sísmicas tipo conducción.....	10
Figura 2:Fuentes sísmicas tipo subducción	10
Figura 3:Localización del proyecto obtenida de Google Maps	14
Figura 4:Guasmo Sur época actual	15
Figura 5:Muestras de suelo obtenidas de las calicatas realizadas en el sitio	18
Figura 6: Perfiles de Acero	20
Figura 7:Vivienda de Bambú en Rocafuerte.....	22
Figura 8:Estructura de hormigón armado	25
Figura 9:: Losa Deck, con sus dimensiones	33
Figura 10:Catálogo de espesor de losa, Kubilosa.....	33
Figura 11:Variables para el Periodo Fundamental de la Estructura (NEC-SE-DS 2015)	52
Figura 12:Espectro de respuesta Elástico de la Estructura (NEC-SE-DS 2015)	53
Figura 13:Zonas sísmicas en el Ecuador según su región (NEC-SE-DS 2015).....	54
Figura 14:Valor de coeficiente Z en función de la zona de estudio (NEC-SE-DS 2015)	54
Figura 15:Factor n según la región (NEC-SE-DS 2015)	56
Figura 16:: Factor r según el tipo de suelo (NEC-SE-DS 2015).....	56
Figura 17:: Coeficiente de importancia (NEC-SE-DS 2015)	58
Figura 18:Coeficiente R para sistemas estructurales dúctiles (NEC-SE-DS 2015).....	58
Figura 19:Irregularidad en Planta (NEC-SE-DS 2015)	59
Figura 20:Irregularidad en Elevación (NEC-SE-DS 2015)	59
Figura 21:Espectro de aceleración.....	60
Figura 22Definición del hormigón en programa estructural.....	61
Figura 23:: Definición del acero en programa estructural	61

Figura 24:Definición del acero de refuerzo en la columna	62
Figura 25:Colocación de la inercia en columnas	63
Figura 26:Definición de las dimensiones de la viga principal	64
Figura 27:Definición de las dimensiones de la viga secundaria.....	64
Figura 28:Designación acero en la viga Principal.....	64
Figura 29:Designación acero en la Viga Secundaria.....	65
30:Colocación de la inercia en Vigas.....	65
Figura 31:Dimensiones de Losa de placa colaborante.....	66
Figura 32:Patrones de carga para la losa.....	66
Figura 33:Patrones de carga para la cubierta	67
Figura 34:Combinaciones de carga	67
Figura 35:Carga Muerta y viva asignada	68
Figura 36:Cargas que soportan las vigas de cubierta	68
Figura 37:Carga en la membrana de la cubierta.....	69
Figura 38:Modelado 3D	69
Figura 39:Carga Sísmica en el eje X.....	72
Figura 40:Carga Sísmica en el eje Y.....	72
Figura 41:Relación entre la deriva y la deriva promedio.....	75
Figura 42:Deriva obtenida para el eje x.....	77
Figura 43:Deriva obtenida para el eje Y.....	77
Figura 44:Comprobación de elementos estructurales.....	80
Figura 45:Geometría del gancho estándar	87
Figura 46:Longitud de empalme por traslapo.....	88
Figura 47: Separación de estribos, NEC	89
Figura 48:Longitud de empalme por traslapo, NEC.....	91
Figura 49:Separación de estribos, NEC.....	91
Figura 50:Longitud de empalme por traslapo, NEC.....	93
Figura 51:Separación de estribos, NEC.....	94

Figura 52:Diagrama de Interacción M3	98
Figura 53:Diagrama de Interacción M2	98
Figura 54:Designación de estribos en columna.....	101
Figura 55:Longitud de empalme por traslapo	103
Figura 56:Tabla para el valor de Ks	108
Figura 57:Unidades de descarga por aparato sanitario (NEC).....	125
Figura 58: Productos entregables de nuestro proyecto.....	132
Figura 59: Rubros	150
Figura 60: Cantidad de obra	152
Figura 61: Costo Tota Proyecto.....	153

Representación de Términos

Simbología

Tonf Tonelada-fuerza

Kg Kilogramo

kN Kilo newtons

MPa Mega Pascales

m Metro

cm Centímetro

mm Milímetro

kPa Kilo Pascal

Abreviaciones

ESPOL Escuela Superior Politécnica del Litoral

NEC Norma Ecuatoriana de la Construcción

ACI American Concrete Institute

ASCE American Society of Civil Engin

CAPÍTULO 1

INTRODUCCIÓN

Toda obra civil en el Ecuador tiene que cumplir con las normativas y especificaciones técnicas regidas tanto a nivel nacional como internacional esto con el objetivo de asegurar estándares de calidad y confort, además de garantizar el correcto funcionamiento de la estructura, sobre todo cuando la estructura se encuentra en una zona de alta sismicidad.

El proyecto que se presenta a continuación se centra en el nuevo diseño de una vivienda de dos plantas. La vivienda a demoler y donde tendrá lugar nuestro proyecto se encuentra ubicada en el sur de la ciudad Guayaquil, en la provincia del Guayas; la estructura presente está construida con hormigón armado, la edificación ha funcionado como vivienda desde el año 1980, pero actualmente se encuentra en desuso ya que no cuenta con la seguridad estructural, presenta desnivel, y las instalaciones eléctricas y sanitarias no son las adecuadas.

Aunque la estructura fue erigida sin tener en cuenta las normativas nacionales e internacionales vigentes, se espera lograr que, con la demolición y la implementación de un nuevo diseño de la vivienda en la misma ubicación, se logre garantizar una respuesta adecuada ante eventos sísmicos, conforme a las normas actualizadas; optimizar las instalaciones presentadas para poder garantizar el acceso al agua potable de una manera adecuada.

Antecedentes

Durante décadas, especialmente en los años 70 y 80, la expansión urbana en Guayaquil y otras ciudades del país estuvo marcada por la construcción de viviendas, en su mayoría sin la intervención de ingenieros civiles capacitados ni supervisión técnica adecuada. Las construcciones fueron ejecutadas principalmente por maestros de obra y albañiles que se guiaban por su conocimiento empírico y la experiencia adquirida en el oficio, sin aplicar criterios normativos de diseño estructural.

Como resultado de lo anterior, muchas viviendas de esa época no cumplen con los requisitos mínimos de resistencia estructural, lo que ha derivado en problemas de estabilidad, fisuramientos, desnivel con respecto a la acera, además de una alta vulnerabilidad frente a eventos sísmicos.

La estructura fue construida en el Sur de la ciudad de Guayaquil, cantón Guayas, en el año de 1980 sin embargo la construcción se la realizó sin seguir las normativas nacionales e internacionales vigentes para diseños estructurales en zonas de alta sismicidad, como lo es Guayaquil. Cuenta con un sistema estructural corresponde a un esquema aporticado, es decir conformado por vigas y columnas de hormigón armado, sin embargo, estos elementos no poseen las secciones adecuadas para soportar cargas gravitacionales y sísmicas, especialmente tratándose de una edificación de dos niveles.

Instituciones como el Servicio Nacional de Gestión de Riesgos y Emergencias, el Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda (MIDUVI) y organismos internacionales como la Agencia de Cooperación Internacional del Japón (JICA) han promovido proyectos de diagnóstico y mejoramiento estructural de viviendas vulnerables. Estos enfoques buscan no solo reducir el riesgo sísmico, sino también concientizar a la población sobre la importancia de construir de forma técnica y bajo normas actualizadas como el Normativo Ecuatoriano de la Construcción (NEC). (Jica, 2021)

Descripción del Problema

Entre los principales problemas identificados está el subdimensionamiento de los elementos estructurales, especialmente de las columnas, las mismas que tienen una sección muy pequeña que no cumple con normativa ecuatoriana de la construcción (NEC), se puede apreciar y que no están colocadas las varillas necesarias, tanto por cantidad como por diámetro de varilla. Esto se pudo visualizar debido a que estas están expuestas al aire libre en cada columna, todo esto hace disminuir la capacidad de estas.

Las vigas presentan fisuras longitudinales y transversales que indican posible sobrecarga, mal procedimiento de hormigonado o una deficiencia del curado del concreto. El empotramiento entre vigas y columnas no cumple con las normas de resistencia que se requieren en zonas sísmicas. Asimismo, se ha identificado la presencia de vigas y pilares que no cumplen ninguna función estructural, lo que evidencia una ausencia de diseño técnico y un posible uso de elementos estructurales con fines arquitectónicos o sin planificación estructural alguna.

El nivel de la vivienda está por debajo de la acera, lo que representa un serio problema de drenaje y acumulación de agua durante lluvias o eventos de subida del nivel freático, esta condición favorece la infiltración de agua hacia los cimientos y la losa, deteriorando los materiales y generando un ambiente insalubre, con riesgo de aparición de hongos, moho y debilitamiento progresivo del concreto, a largo plazo, este tipo de afectaciones puede provocar asentamientos diferenciales y aumentar aún más el riesgo estructural. (ingenieroseasesores, 2022)

El segundo nivel, el piso está hecho completamente de madera el cual está deteriorado por la humedad y falta de mantenimiento, hay zonas donde se puede visualizar el primer piso, esto representa un riesgo para la seguridad. La distribución de los espacios no es funcional ni cómoda, con elementos estructurales mal ubicados que limitan el uso eficiente del espacio, las tuberías de las instalaciones sanitarias muestran fugas y daños, provocando humedad en las paredes.

Justificación del Problema

La resolución del presente problema es prioritaria debido a las serias deficiencias estructurales que presenta la vivienda, las cuales comprometen directamente la seguridad de sus ocupantes y la estabilidad de la edificación. En este caso se violan los principios fundamentales establecidos en la Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC-SE-AC y NEC-SE-DS), que exige que toda estructura esté diseñada para resistir adecuadamente cargas gravitacionales y fuerzas sísmicas, especialmente en zonas de alta peligrosidad sísmica como lo es la ciudad de Guayaquil.

Las viviendas construidas sin supervisión profesional, con diseños empíricos y sin normativa técnica, como muchas edificaciones anteriores al año 2000, presentan alta vulnerabilidad estructural ante un sismo de mediana o gran magnitud. De no intervenir, esta vulnerabilidad puede derivar en colapsos parciales o totales, afectando no solo la integridad física de los ocupantes, sino también la seguridad del entorno urbano.

El deterioro progresivo de la vivienda por humedad constante, infiltraciones, uso de madera en mal estado, instalaciones sanitarias defectuosas y filtraciones desde cimientos, contribuye a un ambiente insalubre, que favorece la aparición de hongos, moho y enfermedades respiratorias finalmente perjudicando a los ocupantes.

Adicionalmente, la distribución ineficiente de los espacios, producto de una disposición improvisada de elementos estructurales, limita la funcionalidad y el confort, afectando el aprovechamiento del espacio interior. La falta de drenaje por el desnivel con respecto a la acera representa también un riesgo hidráulico en temporada de lluvias o eventos de ascenso del nivel freático.

Resolver este problema permitiría:

- Garantizar la seguridad estructural conforme a normativa vigente.
- Reducir significativamente el riesgo de colapso sísmico.
- Mejorar las condiciones sanitarias y de habitabilidad.
- Elevar el valor funcional y económico del inmueble.
- Fomentar una cultura de construcción técnica y responsable en zonas urbanas vulnerables.

En cambio, ignorar o postergar esta intervención no solo aumentará el riesgo de siniestros y costos de reparación, sino que también podría, en el mediano plazo, conducir a la pérdida total de la estructura y poner en peligro vidas humanas.

Objetivos

Objetivo General

Diseñar la estructura e instalaciones de una vivienda unifamiliar en Guayaquil, con el fin de garantizar su funcionalidad, habitabilidad y cumplimiento de normativas vigentes, por medio de herramientas computacionales y normas internacionales.

Objetivos específicos

- Diseñar elementos estructurales de hormigón armado conforme a los lineamientos de la Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC), con el fin de mejorar el comportamiento sísmico de la edificación y asegurar su estabilidad estructural a largo plazo.
- Diseñar un sistema de instalaciones sanitarias funcional y seguro que elimine filtraciones, mejore el drenaje interno y prevenga la acumulación de humedad que afecta a la estructura y salubridad de la vivienda.
- Garantizar el cumplimiento de las necesidades del cliente a través de una estructura que brinde confort, funcionalidad y seguridad en el uso diario de la vivienda.

CAPITULO 2

MATERIALES Y MÉTODOS

Revisión Literaria

Ecuador se encuentra ubicado en una de las zonas tectónicamente más activas del mundo, lo que lo convierte en un país de alta peligrosidad sísmica, esto se debe principalmente a la interacción convergente entre la Placa de Nazca y la Placa Sudamericana, donde la primera se subduce bajo la segunda, generando una intensa actividad sísmica a lo largo de la costa y el interior del país. Según el Instituto Geofísico de la Escuela Politécnica Nacional (IGEPN), esta zona de subducción produce sismos de distintas magnitudes de manera frecuente, desde movimientos leves que ocurren diariamente, hasta terremotos de gran magnitud que han dejado huella en la historia del país.

Entre los eventos sísmicos más relevantes se encuentran el sismo de 1906 frente a las costas de Esmeraldas (8.8 Mw), el de 1979 en San Lorenzo (8.1 Mw), y el más reciente en 2016 en la zona de Pedernales, Manabí (7.8 Mw).

El peligro sísmico en Ecuador está determinado por la presencia de tres tipos principales de fuentes sísmicas: de subducción interplaca, de subducción intraplaca y fuentes corticales o superficiales. Los sismos interplaca se generan en zonas poco profundas (menos de 40 km) debido al roce entre las placas tectónicas, mientras que los sismos intraplaca ocurren a profundidades intermedias (entre 40 y 300 km) dentro de la Placa de Nazca, generando eventos de falla normal. La combinación de estas fuentes hace que gran parte del territorio ecuatoriano esté expuesto a distintos escenarios sísmicos, lo que plantea un desafío importante para la planificación urbana y el diseño estructural de edificaciones, especialmente en zonas densamente pobladas como Guayaquil (Quinde Pablo, 2016).

Figura 2: Fuentes sísmicas tipo subducción



Figura 1: Fuentes sísmicas tipo conducción



Diversos trabajos previos han evidenciado el alta vulnerabilidad sísmica de las viviendas ubicadas en el sur de Guayaquil, especialmente aquellas construidas sin supervisión técnica ni cumplimiento de normas estructurales vigentes. Investigaciones realizadas en sectores como Guasmo, Isla Trinitaria y El Cisne han identificado deficiencias comunes como el uso de materiales inadecuados (Durán Daniel, 2017), estructuras informales de mampostería no reforzada, cimentaciones superficiales inestables y ausencia de elementos de confinamiento. Estas condiciones, sumadas a la recurrencia de sismos en la región, aumentan considerablemente el riesgo de colapso estructural

El evento sísmico de 1980 (6.1 Mw, epicentro en Nobol) dejó como resultado 10 muertos, más de 100 heridos, y obligó a demoler 49 casas de construcción mixta en parroquias del Sur y Centro de Guayaquil. Asimismo, el 8% de las instituciones educativas no pudieron reanudar clases, lo que evidenció la fragilidad estructural de muchas edificaciones urbanas

Este evento representa para un antecedente clave que refuerza la importancia de vulnerabilidad estructural en zonas urbanas como Guayaquil, al analizar el sismo ocurrido en 1980, con una magnitud moderada de 6.1 Mw, se puede evidenciar cómo incluso un movimiento sísmico de intensidad media puede generar daños significativos cuando las edificaciones no han sido diseñadas bajo criterios sismo-resistentes. (Loja William, 2019)

Este tipo de situaciones generan la urgencia de evaluar, reforzar e implementar nuevos diseños constructivos que cumplan con todas las normativas técnicas tales como la NEC, con el fin de proteger no solo la infraestructura, sino también la vida de las personas que habitan en estas zonas vulnerables.

Todas las edificaciones pueden verse afectadas por los factores sísmicos mencionados y por el nulo uso de las normas constructivas, en el caso de afectaciones sísmicas, estas cobran mayor relevancia en nuestro proyecto debido a la ubicación en una zona de alta sismicidad. Todos estos factores hacen que sea necesario plantear un nuevo diseño estructural, con el objetivo de garantizar la estabilidad y seguridad de la edificación, garantizando condiciones óptimas de habitabilidad y confort para sus ocupantes.

El nuevo diseño estructural consiste en proyectar desde cero los elementos resistentes de una edificación —como cimentación, columnas, vigas, losas— considerando las normativas vigentes basándonos en la NEC– 15 y el código ACI 318 – 14, las cargas actuantes y las condiciones geotécnicas del terreno. Este enfoque permite no solo corregir deficiencias existentes, sino también optimizar el comportamiento estructural frente a futuros eventos sísmicos

Estudio de suelos

Se realizó una investigación geotécnica del terreno mediante calicatas o perforaciones, recolectando muestras para ensayos de laboratorio (límites de Atterberg, granulometría, humedad, compresión no confinada, etc.). Los resultados permitirán determinar el tipo de suelo, su estratigrafía, presencia de nivel freático y, especialmente, su capacidad portante, aspectos fundamentales para seleccionar una cimentación adecuada y prever posibles problemas como asentamientos, licuefacción o deslizamientos.

Diseño arquitectónico

En esta etapa se elabora una propuesta arquitectónica funcional, segura y estética que responda a las condiciones climáticas, topográficas del sitio y a las expectativas del cliente en cuanto a distribución de espacios, número de plantas, accesibilidad, iluminación natural y ventilación, el diseño arquitectónico debe armonizarse con el posterior diseño estructural, garantizando compatibilidad entre forma y función.

Pre-dimensionamiento

A partir del diseño arquitectónico y con base en la Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC) y el American Concrete Institute (ACI), se realiza una estimación preliminar de los elementos estructurales como vigas, columnas, losas y cimentaciones, aquí logramos definir secciones tentativas que serán verificadas posteriormente, facilitando el modelado estructural y la planificación del proyecto.

Dimensionamiento de los elementos estructurales

Mediante software especializado en estructuras, se modela la estructura completa, considerando cargas muertas, cargas vivas, viento y principalmente acciones sísmicas, según la zonificación sísmica de Guayaquil, verificamos el comportamiento estructural de cada elemento, asegurando que cumpla con los requisitos de resistencia, rigidez y ductilidad exigidos por la normativa. Además, se comprueban derivas, esfuerzos, cortantes y momentos, aplicando criterios de diseño sismo-resistente.

Diseño del sistema de instalaciones sanitarias

Culminada la parte estructural, se desarrolla el sistema de instalaciones sanitarias (agua potable, aguas residuales y drenaje pluvial), garantizando su funcionalidad, seguridad y compatibilidad con la estructura. Se determinan las rutas de tuberías, diámetros, pendientes, pozos, cámaras de inspección y conexiones al sistema público o a sistemas individuales (según el contexto), también se analizan aspectos como la protección de las estructuras ante filtraciones y la prevención de acumulación de humedad, priorizando la salubridad y durabilidad de la vivienda.

Determinación del presupuesto de la estructura

Finalmente, se calcula el presupuesto detallado de la estructura, considerando cantidades de obra (volúmenes de concreto, acero, encofrados, excavaciones, etc.), precios unitarios actualizados y rendimiento de materiales, en esta etapa evaluamos la viabilidad económica del diseño estructural y planificamos la ejecución con base en recursos disponibles, optimizando el uso de materiales sin comprometer la seguridad ni la calidad.

Área de Estudio

El proyecto se encuentra ubicado en la ciudad Guayaquil perteneciente a la provincia del Guayas, la ubicación exacta del proyecto es en el Sur de Guayaquil en la Coop. Carlos Castro2, Mz29, Solar 17.

Las coordenadas exactas de la vivienda son: $-2^{\circ}15'45.6''S$, $79^{\circ}53'09.9''W$

Figura 3: Localización del proyecto obtenida de Google Maps



Guasmo Sur es uno de los sectores urbanos más extensos y densamente poblados de Guayaquil, ubicado en el extremo sur de la península formada por el río Guayas, tiene un área que alberga aproximadamente 450,000 habitantes, lo que representa una porción significativa de la población total de la ciudad. Su crecimiento fue impulsado por migraciones internas desde zonas rurales, especialmente tras la Reforma Agraria de 1964, cuando miles de personas se asentaron informalmente en terrenos inestables con la esperanza de acceder a empleo y vivienda.

El barrio se caracteriza por condiciones de pobreza estructural: hacinamiento, precariedad constructiva y deficiencia de servicios básicos, como se ha mencionado las primeras viviendas fueron construidas sin conocimiento técnico en construcción, solo con el conocimiento empírico de los maestros de obras, viviendas con materiales provisionales como madera, cartón y caña, elevadas sobre pilotes para enfrentar las inundaciones frecuentes. (Moreno, 2013)

Con el tiempo, muchas estructuras se reemplazaron por viviendas de bloques techos de zinc, sin embargo, la mayoría siguen careciendo de diseño técnico adecuado y presentan graves problemas de habitabilidad, vulnerabilidad sísmica y riesgo sanitario.

Figura 4: Guasmo Sur época actual



Guasmo Sur está asentado sobre antiguos pantanos rellenados, con suelos de baja capacidad portante y alto nivel freático, estas condiciones geotécnicas lo convierten en una zona especialmente expuesta a fenómenos como la licuefacción de suelos y asentamientos diferenciales, factores que elevan significativamente el riesgo estructural en caso de un sismo. A esto se suma el hecho de que Guayaquil, en general, se encuentra en una zona de alta peligrosidad sísmica debido a la subducción de la Placa de Nazca bajo la Placa Sudamericana.

El aumento del caudal del río Guayas provoca inundaciones recurrentes que afectan a Guasmo Sur, las calles sin drenaje adecuado se transforman en canales por donde circula agua contaminada proveniente de alcantarillas abiertas o sistemas sépticos improvisados. Muchas viviendas, construidas por debajo del nivel de la vía debido a intervenciones municipales mal planificadas, sufren ingreso de aguas servidas, provocando afectaciones sanitarias y estructurales.

A pesar de algunas mejoras logradas en las últimas décadas, como la pavimentación de calles, instalación de medidores y aceras, Guasmo Sur continúa enfrentando múltiples desafíos: altas tasas de desempleo, inseguridad, falta de equipamiento urbano, y un deficiente acceso a agua potable y sistemas de saneamiento. Estos factores combinados hacen de esta zona un caso crítico en términos de desarrollo urbano, salud pública y gestión del riesgo ante desastres naturales.

Trabajo de campo y laboratorio

Para el proyecto en cuestión se realizó un estudio de suelos de la zona en la que se diseñará a diseñar nuestra nueva vivienda, esto con la finalidad de obtener la estratigrafía del suelo y poder llevar las muestras obtenidas a ser analizadas en el laboratorio de geotecnia y construcción de la Escuela Superior Politécnica del Litoral.

Se realizó la extracción de una muestra de suelo mediante una calicata con dimensiones de 1 metro por 1 metro y una profundidad de 1.5 metros, durante el proceso de excavación, se identificaron dos estratos distintos de suelo, los cuales fueron cuidadosamente muestreados para su posterior análisis. Una vez obtenida la muestra, fue transportada al laboratorio de geotecnia, donde se procedió a realizar los ensayos correspondientes, los cuales se detallan más adelante en el presente documento.

Estratigrafía del suelo:

- El perfil del terreno presenta dos estratos bien diferenciados:
 - Estrato superior de material de relleno natural, hasta una profundidad aproximada de **1,1 m**.
 - Estrato inferior de suelo arcilloso drenado, desde 1,1 m hasta el fondo de la calicata (1,5 m).

Nivel freático:

- Se encuentra a **1,5 m de profundidad**, coincidiendo con la base del estrato de arcilla. Esto implica presencia de agua subterránea dentro del estrato blando, lo que puede afectar la resistencia y generar condiciones de saturación.

Análisis de Datos

Una vez obtenidas las muestras de suelo, se procedió a realizar en el laboratorio de geotécnica y construcción los siguientes ensayos geotécnicos bajo las normas NTE INEN 0856 y NTE INEN 0857, con el fin de caracterizar adecuadamente sus propiedades físicas y mecánicas:

- **Granulometría:** Este ensayo permite determinar la distribución del tamaño de las partículas del suelo, clasificándolo como grava, arena, limo o arcilla, lo cual es fundamental para conocer su comportamiento y uso en ingeniería civil bajo la norma. (Aranguren, 2015)
- **Límites de Atterberg:** Se realizaron los ensayos para determinar el límite líquido y el límite plástico del suelo, estos parámetros permiten establecer la plasticidad del material y su comportamiento frente a cambios en el contenido de humedad, especialmente en suelos finos como las arcillas. (British Standards Institution, 1990)
- **Gravedad específica:** Este ensayo mide la relación entre el peso de un volumen de sólidos del suelo y el peso de un volumen igual de agua, es un parámetro importante para calcular otras propiedades del suelo, como la porosidad y la densidad (Garibay, 2003).
- **Contenido de humedad:** Se determinó la cantidad de agua presente en el suelo en el momento del muestreo. Este valor influye significativamente en la resistencia, compresibilidad y estabilidad del suelo (Ccallata Jaime, 2016).
- **Compresión no confinada (q_u):** Este ensayo se aplica a suelos cohesivos y permite obtener su resistencia a la compresión axial sin ningún tipo de

confinamiento lateral. Es un indicador directo de la capacidad portante del suelo bajo condiciones de carga vertical. (Jobal, 2016)

Una vez realizados los respectivos ensayos comprobamos que nuestro primer estrato efectivamente es solo relleno natural, el cual esta compactado al 95%; nuestro segundo estrato es un suelo arcilloso de baja plasticidad, lo cual coincide con lo investigado acerca de la zona en la que se ubica nuestro proyecto

Propiedades del suelo arcilloso:

- Muy mala capacidad portante, determinada en laboratorio como 11,3 kPa mediante el ensayo de compresión no confinada (q_u).
- Alta plasticidad, con un límite plástico de 50 (ensayo de límites de Atterberg).
- Granulometría fina, con paso completo por tamices (indica alto contenido de arcilla).
- Contenido de humedad muy alto, entre 70% y 80%, lo cual reduce su resistencia al corte y su estabilidad.
- Ángulo de fricción interna $\phi = 32^\circ$, asociado a comportamiento drenado en arcillas medianamente firmes.

Figura 5: Muestras de suelo obtenidas de las calicatas realizadas en el sitio



Tabla 1: Estratigrafía del suelo (autoría propia)

Profundidad (m)	Tipo de suelo	Capacidad portante (kPa)	Humedad (%)	Angulo de fricción	Descripción del suelo
0.0-0.5	Relleno natural	5	70	31°	Suelo de relleno estable compactado mecánicamente
0.5-1.0	Relleno natural	5	72	31°	
1.0-1.5	Suelo arcilloso	11.3	80	0°	Suelo blando, alta plasticidad, muy húmedo, potencialmente saturado. Nivel freático a 1.5 m
1.5	Suelo arcilloso				
1.5-2.0	Suelo arcilloso				

Con base en el estudio de suelos realizado en el sitio del proyecto, y tras el análisis detallado de las muestras en el laboratorio de geotecnia, se ha obtenido una caracterización completa del perfil estratigráfico y de las propiedades geotécnicas del terreno, confirmamos la baja capacidad portante del suelo arcilloso (11,3 kPa) y sus condiciones físicas poco favorables para soportar cargas elevadas. Con estos datos podemos determinar con precisión las dimensiones adecuadas y la ubicación óptima de la cimentación de la vivienda, garantizando así su estabilidad y seguridad a largo plazo.

Análisis de alternativas

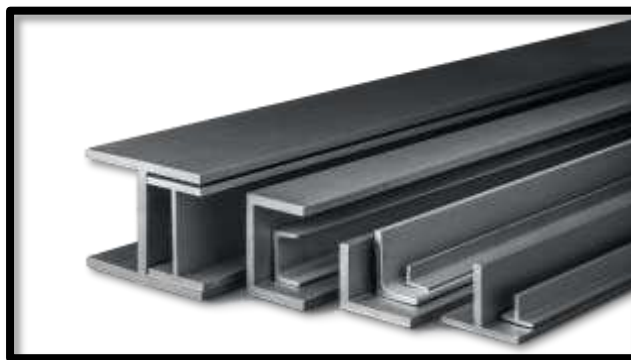
Una vez determinado el tipo de suelo que tiene nuestro terreno, y conociendo las necesidades del cliente acerca de lo que desea para su vivienda, así como la distribución de los espacios, podemos empezar a determinar los diseños estructurales de nuestra vivienda, para ello podemos optar por la siguiente alternativa.

Estructura metálica

Las estructuras metálicas son un tipo de construcción que ha ganado mucha popularidad en la actualidad, especialmente en proyectos residenciales, comerciales e industriales, debido a su rapidez de ejecución, menor cantidad de residuos, y alta precisión, en zonas urbanas como el sur de Guayaquil, donde el tiempo, el espacio y el acceso a materiales pueden ser limitados, optar por una estructura metálica permite acortar plazos de obra, controlar mejor los costos y adaptarse con mayor facilidad a diseños personalizados o ampliaciones futuras.

Las estructuras metálicas son sistemas estructurales modernos y altamente eficientes, compuestos principalmente por elementos de acero estructural como perfiles tipo I, H, C, ángulos, tubos rectangulares o circulares, entre otros, estos elementos se prefabrican en taller bajo condiciones controladas, y luego se ensamblan en obra utilizando soldadura, pernos o tornillos, lo que reduce significativamente el tiempo de construcción comparado con métodos tradicionales como el concreto armado.

Figura 6: Perfiles de Acero



Además de su rapidez, estas estructuras cumplen una función fundamental: forman el esqueleto resistente de la edificación, soportando tanto cargas verticales (como el peso de la propia estructura y las cargas de uso) como cargas horizontales (producto del viento o la actividad sísmica), gracias a la ductilidad del acero, las estructuras metálicas tienen un excelente comportamiento frente a eventos sísmicos, lo que las convierte en una opción segura y eficiente en regiones de alta sismicidad como la costa ecuatoriana. (Salinas, 2023)

Esquema constructivo de Estructura metálica

1. Diseño y planificación

- Diseño estructural según planos arquitectónicos.
- Selección de perfiles metálicos.
- Aplicación de normas sísmicas y estructurales.

2. Fabricación en taller

- Corte, armado y soldadura de piezas metálicas.
- Aplicación de pintura anticorrosiva o galvanizado.

3. Cimentación

- Construcción de zapatas o losa.
- Colocación de placas de anclaje para las columnas.

4. Montaje en obra

- Ensamble de columnas, vigas y entrepisos.
- Fijación mediante tornillos o soldadura.

5. Cerramientos y acabados

- Instalación de muros livianos, cubierta y losa de entrepiso.
- Colocación de instalaciones y acabados finales.

Normativas aplicadas

- NEC-SE-DS: Diseño sismorresistente.
- NEC-SE-E: Estructuras de acero.
- NEC-SE-CG: Cargas y gravedad.
- AISC 360: Diseño de acero estructural (referencia internacional).

Estructuras con caña guadua

Ecuador, por su clima y cualidades territoriales, posee una inmensa diversidad de bambús: tiene 6 géneros y 42 especies identificadas, de las cuales 11 son endémicas, de todas ellas, la caña Guadua angustifolia es considerada la especie más importante en cuanto a su abundancia y propiedades físicas y mecánicas. En el Ecuador se han encontrado restos en construcciones que se estima tienen 9500 años de antigüedad.

Hoy en día, la guadua no solo es valorada como recurso ancestral, sino que también se utiliza activamente en la construcción de viviendas rurales y urbanas, gracias a su resistencia, flexibilidad y bajo impacto ambiental, existen estructuras completas construidas con caña guadua, incluyendo columnas, vigas, cerchas y cubiertas, demostrando que, bien tratada y unida con técnicas modernas, puede cumplir funciones estructurales en edificaciones sismo-resistentes. Su uso se ha impulsado como una alternativa ecológica frente a materiales convencionales, destacándose en proyectos sostenibles, autoconstrucciones y arquitectura bioclimática, especialmente en zonas de clima tropical y subtropical como la costa y la Amazonía ecuatoriana (Oscar, 1978)

Figura 7: Vivienda de Bambú en Rocafuerte



Esquema constructivo de Estructura con caña guadua

1. Selección y corte de la guadua

- Se utiliza guadua madura (de 3 a 5 años) por su resistencia óptima.
- Se realiza un proceso de curado (al calor, humo, inmersión en productos químicos) para evitar el ataque de insectos y hongos.

2. Cimentación

- Se usan zapatas de concreto, losas o bases con conos metálicos.
- Se fijan placas de anclaje o pines para recibir los culmos (tallos) de guadua.

3. Estructura principal

- Colocación de columnas y vigas de guadua.
- Se emplean uniones especiales: uniones clavadas, atornilladas, zunchadas o con platinas metálicas.

4. Paredes y cerramientos

- Paneles de esterilla de guadua, madera o bloques livianos.
- En algunos casos se combinan con elementos de acero o concreto para reforzar.

5. Cubierta

- Estructura de cerchas de guadua con cubiertas de zinc, teja o caña picada.

6. Acabados e instalaciones

- Incluyen instalaciones eléctricas, sanitarias, y acabados livianos compatibles con la guadua.

Esta técnica constructiva es viable, siempre que se cumplan ciertos criterios: uso de guadua tratada y madura, cimentaciones adecuadas a las condiciones del suelo arcilloso de la zona, y diseño estructural con uniones reforzadas y combinaciones mixtas si es necesario (por ejemplo, concreto en fundaciones y acero en uniones críticas), debido a las condiciones de la zona que se encuentra el proyecto se debe considerar un buen sistema de cubierta y ventilación cruzada, lo que la guadua permite fácilmente, además, su ligereza es ideal para terrenos con baja capacidad portante como los que presenta nuestro terreno.

Estructura de hormigón armado

El hormigón armado es uno de los pilares fundamentales en la construcción moderna, desde grandes edificios hasta infraestructuras críticas, su versatilidad y resistencia lo convierten en un material indispensable. El término ‘armado’ o ‘reforzado’ se utiliza porque el acero refuerza el hormigón y lo convierte en un material de construcción aún más resistente, además de ser fácil de trabajar, adaptable, versátil, duradero y asequible.

Las estructuras de hormigón armado están formadas por la combinación de hormigón (mezcla de cemento, áridos y agua) y acero de refuerzo (barras o mallas de acero corrugado). Esta unión se basa en una colaboración estructural: el hormigón resiste los esfuerzos de compresión y el acero los de tracción, dando como resultado un material compuesto resistente, durable y seguro.

El acero se incorpora en forma de armaduras pasivas, dispuestas antes del vaciado del concreto, lo que permite obtener elementos como vigas, columnas, losas y zapatas con gran capacidad portante y buena respuesta frente a cargas sísmicas o dinámicas. (Miguel, 2019)

Figura 8: Estructura de hormigón armado



Esquema Constructivo de Estructura de hormigón armado

1. Diseño estructural

- Cálculo y diseño según normas sísmicas y de carga.
- Definición de secciones, armados y tipo de cimentación.

2. Cimentación

- Excavación y vaciado de zapatas aisladas, corridas o losas.
- Colocación de acero de refuerzo.

3. Estructura vertical

- Armado y encofrado de columnas de hormigón armado.
- Vertido del concreto y curado.

4. Entrepiso y vigas

- Colocación de vigas principales y secundarias con su acero.
- Montaje de losas (macizas, aligeradas, o prefabricadas).

5. Muros y cerramientos

- Instalación de muros de bloque, ladrillo o sistemas prefabricados no estructurales.

6. Cubierta

- Colocación de techos de hormigón armado, estructura metálica o madera según diseño.

7. Curado y desmolde

- Curado del concreto para asegurar su resistencia.
- Retiro del encofrado cuando el concreto alcanza la resistencia mínima.

Una vez que hemos analizado las diferentes propuestas constructivas para diseñar nuestra vivienda unifamiliar de dos pisos, vamos a analizar cuál es la alternativa más viable tanto en costo, proceso constructivo, facilidad de obtención de material, etc.; que mejor se ajuste a nuestro proyecto

Tabla 2: Ventajas de sistemas constructivos (autoría propia)

Sistema Constructivo	Ventajas
Hormigón Armado	- Durabilidad y bajo mantenimiento - Moldeable a diversas formas arquitectónicas - Buen comportamiento sísmico - Material ampliamente disponible y conocido en Ecuador
Estructura Metálica	- Construcción rápida y limpia - Alta resistencia y ductilidad - Fácil desmontaje o ampliación - Menor sección estructural (más espacio útil)
Caña guadua (bambú)	- Material renovable y ecológico - Bajo costo económico - Buena resistencia estructural si está

	tratada - Ligereza (ventajoso para suelos blandos)
--	---

Tabla 3: Desventajas de sistemas estructurales (autoría propia)

Sistema Constructivo	Desventajas
Hormigón Armado	- Elevado peso propio - Mayor tiempo de construcción - Requiere encofrado, curado y control de obra intensivo - Difícil modificar o demoler
Estructura Metálica	- Costo inicial elevado - Requiere protección contra la corrosión - Mal aislamiento térmico y acústico sin tratamiento extra - Pérdida de resistencia en caso de incendio si no se protege
Caña guadua (bambú)	- Percepción social de informalidad - Requiere tratamiento contra plagas y humedad - Falta de normativa técnica en Ecuador - Limitada durabilidad si no se mantiene correctamente

CAPÍTULO 3

DISEÑOS Y ESPECIFICACIONES

Cargas Gravitacionales

El NEC-SE-CG aborda las cargas permanentes (originadas principalmente por el peso propio), las cargas variables (como las cargas vivas y las climáticas) y las combinaciones entre ellas.

Estas combinaciones también consideran las cargas accidentales, las cuales se desarrollan en las normas NEC-SE-DS y NEC-SE-RE, como las cargas sísmicas.

Carga Viva (NEC-SE-CG)

Como nuestra estructura es de uso residencial, es decir que está destinada a vivienda, se consideran los siguientes valores, acorde al apéndice 4.2 *Carga viva: sobrecargas mínimas* de NEC-SE-CG(Nec, 2015)

Tabla 4: Carga Viva (autoría propia)

Carga	Valor de carga ($\frac{kg}{m^2}$)
Primera y segunda planta	0.20
Cubierta	0.07

Carga Muerta (NEC-SE-CG)

Para el cálculo de la carga muerta, se toma en consideración los valores proporcionados por el apéndice 4.1 *Carga muerta: pesos de los materiales* NEC-SE-CG(Nec, 2015)

Tabla 5: Carga muerta (autoría propia)

Carga	Valor de carga ($\frac{kg}{m^2}$)
Paredes con enlucido	0.33
Baldosas	0.01
Instalaciones	0.02
Cielo Raso	0.02

Paredes

Para el cálculo del peso muerto de paredes, partimos de que en $1m^2$ de pared contiene 13 ladrillos (15x20x40), considerando que aproximadamente por cada 1m de losa existe un muro de área $2.8m^2$, y que el peso de cada ladrillo es de 23.1 kg podemos determinar el peso por m^2 de losa.

$$\text{Peso total} = \text{Número de ladrillos} \times \text{Peso de ladrillo}$$

Ecuación 1

$$\text{Peso total} = 13 \text{ ladrillos} \times 15kg$$

$$\text{Peso total} = 195kg$$

Ese es el peso que tenemos por $1 m^2$, pero para poder determinarlo para toda nuestra vivienda lo debemos considerar para toda la cantidad de paredes es decir por metro lineal de nuestras paredes, además consideraremos de una vez el enlucido en las paredes, con todas estas consideraciones obtenemos:

$$\text{Peso pared con enlucido} = 0.33 \frac{tnf}{m^2}$$

Combinaciones de cargas (NEC-SE-CG)

Para las combinaciones de carga, en diseños sísmicos, usaremos las combinaciones del apéndice 3.4 *Combinaciones de cargas de NEC-SE-CG* (Nec, 2015)

Tabla 6: Combinaciones de carga (autoría propia)

Combinación
1.4D
1.2D+1.6L
1.2D+1.6L+0.5max [L; S; R]

$1.2D+1.6L+\max [L; S; R] +\max [L; 0.5W]$
$1.2D+1.0E+L+0.2S$
$0.9D+1.0W$
$0.9D+1.0E$

D: Carga muerta

L: Sobrecarga (Carga viva)

S: Carga de granizo

W: Carga de Viento

E: Carga sísmica

Pre-dimensionamiento

Losa

Haremos uso de una losa Kubilosa, la cual cuenta con un espesor de losa de 7cm el peso propio de la placa de 6.37 kg/m² y un volumen de hormigón de 0.08954 m³/m², el espesor para una losa de 7cm es de 0,065 cm; cabe recalcar que todos estos datos son proporcionados por la empresa mismo.

$$Volumen_h = 0.08954 \frac{m^3}{m^2} \quad Peso_{placa} = 6.37 \frac{kgf}{m^2}$$

Para los próximos cálculos necesitamos determinar el peso propio del hormigón

$$Peso_h = Volumen_h * \gamma_h$$

Ecuación 2

$$Peso_h = 0.08954 \frac{m^3}{m^2} * 2400 \frac{kgf}{m^3} = 214.9 \frac{kgf}{m^3}$$

$$Peso_h = 214.9 \frac{kgf}{m^3}$$

Viga Principal

La altura mínima de una viga en el pre-dimensionamiento estructural se obtiene aplicando proporciones empíricas basadas en la luz libre (L) entre apoyos, el tipo de apoyo y si la viga está pre o postensada, basándonos en recomendaciones del ACI 318, específicamente en sus comentarios y guías prácticas (como el ACI 318R), que permiten asegurar un comportamiento estructural adecuado sin realizar aún un diseño detallado (ACI , 2017).

Tabla 7: Altura mínima inicial de viga

Condición de Apoyo	Altura mínima
Simplemente apoyada	$l/16$
Con un extremo continuo	$l/18.5$
Ambos extremos continuos	$l/21$
En voladizo	$l/8$

l: luz entre ambas caras de la viga

Para el caso de nuestras vigas, ambas están simplemente apoyadas por lo tanto utilizaremos ese caso para determinar la altura mínima

$$h = \frac{l}{16}$$

Ecuación 4

$$h = \frac{3.73 \text{ m}}{16} = 23 \text{ cm}$$

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

Para la base de la viga principal partimos del apéndice 18.6.2 del ACI 318, sección b:

- El ancho b de la viga, debe ser al menos igual al menor de $0.3h$ y 250 mm
- $0.3 \cdot 25 = 7.5 \text{ cm}$
- 25 cm

Escogemos como base de la viga principal 25 cm , también cumplimos el apartado 5.2 *Pórticos de hormigón armado con secciones de dimensión menor a la especificada* de la NEC-SE-HM, para elementos sometidos en flexión, el ancho mínimo de la base de la viga para viviendas de dos pisos es de 20 cm .

Nuestra viga principal tendrá dimensiones: V25x25

Acero mínimo y máximo

Para determinar el acero que irá en nuestra viga, calcularemos cuanto es el acero máximo y el acero mínimo que esta puede tener (ACI , 2017)

$$\rho_b = \beta_1 * 0.85 * \frac{f'_c}{f_y} \left(\frac{6000}{6000 + f_y} \right)$$

Ecuación 5: Cuantía de balance en vigas

$$\rho_{min} = 0.7 * \frac{\sqrt{f'_c}}{f_y}$$

Ecuación 6: Cuantía mínima de acero

$$\rho_{max} = 0.75 * \rho_b$$

Ecuación 7: Cuantía máxima de acero

$$\rho_b = 0.85 * 0.85 * \frac{210}{4200} \left(\frac{6000}{6000 + 4200} \right) = 0.0213$$

$$\rho_{min} = 0.7 * \frac{\sqrt{210}}{4200} = 0.0024$$

$$\rho_{max} = 0.75 * 0.0213 = 0.016$$

Una vez determinada cuanto es la cuantía mínima y máxima en nuestra viga, podemos determinar cuánto es el acero máximo y mínimo que podemos colocar en nuestra sección de hormigón armado, con ello podemos determinar cuántas varillas colocaremos para poder iniciar nuestro modelamiento en un programa estructural.

$$AS_{min} = b * d * \rho_{min}$$

Ecuación 8: Acero mínimo para vigas

$$AS_{max} = b * d * \rho_{max}$$

Ecuación 9: Acero máximo para vigas

Para el cálculo del peralte efectivo de las vigas, se utiliza la fórmula:

$$d = h - rec - \phi_{estribo} - \frac{\phi_{longitudinal}}{2}$$

Ecuación 10: Cálculo del peralte efectivo

$$d = 25 - 4 - 1 - \frac{1.4}{2} = 19.3 \text{ cm}$$

Permite estimar la distancia desde la fibra extrema comprimida del concreto hasta el centroide de las barras de tracción, aunque este valor no es exacto, ya que depende del tipo y posición real del acero de refuerzo, es válido en la etapa de pre-dimensionamiento, donde se busca una aproximación razonable para evaluar el comportamiento estructural inicial. En este caso, se asume el uso de estribos de 10 mm y varillas longitudinales de 14 mm, lo cual es coherente con prácticas constructivas comunes.

$$AS_{min} = 25 * 19.3 * 0.0024 = 1.158 \text{ cm}^2$$

$$AS_{max} = 25 * 19.3 * 0.016 = 7.72 \text{ cm}^2$$

Con estos valores de acero mínimo y acero máximo en vigas, vamos a determinar la cantidad de varillas que vamos a utilizar en nuestra viga principal, conociendo la siguiente tabla:

Tabla 8: Diámetro y áreas de varillas (autoría propia)

Diámetro nominal (mm)	Sección nominal (mm²)
6	28.3
8	50.3
10	78.5
12	113
14	154
16	201
20	314
25	491

En la Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC), sección de estructuras de hormigón armado (NEC-SE-H), el requisito de colocar mínimo dos varillas longitudinales en la parte superior y dos en la parte inferior de vigas está especificado para asegurar la ductilidad y evitar fallos frágiles. (Viviendas de hasta 2 pisos con luces de hasta 5m , 2015)

En base a lo que nos recomienda la Nec y nuestra cuantía mínima y máxima, optamos por la siguiente configuración de acero en vigas, 2 varillas de 12mm en la parte superior, y 2 varillas de 12mm en la parte inferior

$$\text{Acero colocado} = \# \text{Varillas} * \text{Sección Nominal}$$

Ecuación 11: Acero colocado en Vigas

$$\text{Acero colocado} = 4 * 1.13 = 4.52 \text{ cm}^2$$

Vigas secundarias

Para las vigas secundarias tenemos un l distinto, así que por lo tanto la altura varia a comparación de la viga principal

$$h = \frac{l}{16}$$

Ecuación 4

$$h = \frac{2.97 \text{ m}}{16} = 18.5 \text{ cm}$$

$$h = 20 \text{ cm}$$

Para la base acorde a la NEC (2015) para elementos sometidos en flexión, el ancho mínimo de la base de la viga para viviendas de dos pisos es de 20 cm; por lo tanto, optamos por:

$$b = 20 \text{ cm}$$

Nuestras vigas secundarias tendrán dimensiones: V20x20

Una vez determinada cuanto es la cuantía mínima y máxima en nuestra viga, esta misma cuantía calculada se mantiene y podemos determinar cuánto es el acero máximo y mínimo que podemos colocar en nuestra sección de hormigón armado.

$$AS_{min} = b * d * \rho_{min}$$

Ecuación 8: Acero mínimo para vigas

$$AS_{max} = b * d * \rho_{max}$$

Ecuación 9: Acero máximo para vigas

Para el cálculo del peralte efectivo de las vigas, se utiliza la fórmula:

$$d = h - rec - \phi_{estribo} - \frac{\phi_{longitudinal}}{2}$$

Ecuación 10: Cálculo del peralte efectivo

$$d = 20 - 4 - 1 - \frac{1.4}{2} = 14.3 \text{ cm}$$

Permite estimar la distancia desde la fibra extrema comprimida del concreto hasta el centroide de las barras de tracción, aunque este valor no es exacto, ya que depende del tipo y posición real del acero de refuerzo, es válido en la etapa de pre-dimensionamiento, donde se busca una aproximación razonable para evaluar el comportamiento estructural inicial. En este caso, se asume el uso de estribos de 10 mm y varillas longitudinales de 14 mm, lo cual es coherente con prácticas constructivas comunes.

$$AS_{min} = 20 * 14.3 * 0.0024 = 0.6864 \text{ cm}^2$$

$$AS_{max} = 20 * 14.3 * 0.016 = 4.57 \text{ cm}^2$$

En base a lo que nos recomienda la NEC y nuestra cuantía mínima y máxima, optamos por la siguiente configuración de acero en vigas, 2 varillas de 10mm en la parte superior, y 2 varillas de 10mm en la parte inferior

$$Acero \text{ colocado} = \#Varillas * Sección \text{ Nominal}$$

Ecuación 11: Acero colocado en Vigas

$$Acero \text{ colocado} = 4 * 0.785 = 3.14 \text{ cm}^2$$

Columnas

Para la columna, partimos determinando las áreas tributarias de nuestro plano arquitectónico, conociendo la ubicación de cada una de las columnas, se toma en consideración que las columnas centrales al tener un área tributaria más grande por lo tanto soportaran más caras que las columnas perimetrales o esquineras.

$$\text{Área tributaria 1} = \frac{2.97m + 2.98m}{2} = 2.975m$$

$$\text{Área tributaria 2} = \frac{3.43m + 2.92m + 3.73m}{3} = 3.36m$$

$$\text{Área tributaria total} = 2.975 * 3.36 = 9.996 m^2$$

Determinamos la carga por losa, una vez conociendo las áreas tributarias

$$Carga_{losa} = Peso_{Propiolosa} * \text{Área tributaria total} * \#pisos$$

Ecuación 12

$$Carga_{losa} = 0.221 \frac{tnf}{m^2} * 9.996 m^2 * 2$$

$$Carga_{losa} = 4.42 tnf$$

Luego determinamos la carga que de las baldosas o acabados

$$Carga_{acabados} = Peso_{acabados} * \text{Área tributaria total} * \#pisos$$

Ecuación 13

$$Carga_{acabados} = 0.01 \frac{tnf}{m^2} * 9.996 m^2 * 2$$

$$Carga_{acabados} = 0.20 tnf$$

Determinamos las cargas de las vigas principales en la dirección x, y

$$Carga_{vigas x} = Volumen_{viga} * \delta_{concreto} * \#pisos$$

Ecuación 14

$$Carga_{vigas x} = (0.25 * 0.25 * 2.97) * 2.4 * 2$$

$$Carga_{vigas x} = 0.891 tnf$$

$$Carga_{vigasy} = Volumen_{viga} * \delta_{concreto} * \#pisos$$

$$Carga_{vigasy} = (0.25 * 0.25 * 3.43) * 2.4 * 2$$

$$Carga_{vigasy} = 1.029 \text{ tnf}$$

Para las dimensiones iniciales que debemos asumir para nuestra columna, debemos partir del criterio viga débil columna fuerte, en el que el ancho mínimo de la columna debe ser igual o mayor al ancho de la viga, es decir que nuestra columna tendrá dimensiones iniciales de 25x25 cm

Determinamos la carga de la columna con las dimensiones que asignamos inicialmente

$$Carga_{columna} = Volumen_{columna} * \delta_{concreto}$$

Ecuación 15

$$Carga_{columna} = (0.25 * 0.25 * 2.8) * 2.4$$

$$Carga_{columna} = 0.42 \text{ tnf}$$

Una vez conocidas todas las cargas puntuales que engloban a nuestra columna, podemos determinar la carga muerta total para nuestra columna.

$$CM_{columna} = Carga_{losa} + Carga_{baldosa} + Carga_{vigax} + Carga_{vigay} + Carga_{columna}$$

Ecuación 16

$$CM_{columna} = 4.42 + 0.2 + 0.891 + 1.029 + 0.42$$

$$CM_{columna} = 6.96 \text{ tnf}$$

Calculamos la carga viva a nivel de entepiso, esto depende como se mencionó al momento de asignar cargas acordes a la NEC, de la ocupación que tiene nuestra edificación, como es de uso residencial utilizamos la carga que nos establece la NEC para viviendas.

$$Cargaviva_{entepiso} = Carga_{viva} * \text{Área tributaria total} * \#pisos(\text{entepiso})$$

Ecuación 17

$$Cargaviva_{entrepiso} = 0.2 \frac{tnf}{m^2} * 9.996 m^2 * 1$$

$$Cargaviva_{entrepiso} = 2.0 tnf$$

También determinamos la carga viva que nos ofrece la cubierta, tomando en consideración que es una cubierta no accesible y que la consideración que se toma es para el mantenimiento de esta.

$$Cargaviva_{cubierta} = Carga_{viva} * \text{Área tributaria total} * \#pisos(entrepiso)$$

$$Cargaviva_{cubierta} = 0.07 \frac{tnf}{m^2} * 9.996 m^2 * 1$$

$$Cargaviva_{cubierta} = 0.7 tnf$$

Nuestra carga viva total para la columna será la suma de ambas cargas

$$Cargaviva_{total} = Cargaviva_{entrepiso} + Cargaviva_{cubierta}$$

Ecuación 18

$$Cargaviva_{total} = 2.0 + 0.7$$

$$Cargaviva_{total} = 2.7 tnf$$

Para iniciar con la determinación de las dimensiones de las columnas, es fundamental conocer la carga total que estas deben soportar, esta carga total se obtiene como la suma de la carga muerta, que corresponde al peso propio de los elementos estructurales y materiales permanentes, y la carga viva, que representa las cargas variables o de uso previstas durante la vida útil de la edificación. Ambas cargas han sido previamente calculadas, lo que permite contar con un valor de carga total necesario para el dimensionamiento adecuado de las columnas, garantizando así la seguridad y estabilidad estructural.

$$Carga_{total} = CM_{columna} + Cargaviva_{total}$$

Ecuación 19

$$Carga\ total = 6.96 + 2.7$$

$$Carga\ total = 9.66\ tnf$$

Para el cálculo del área de las columnas vamos a utilizar la formula general, que como previamente se mencionó, varía dependiendo de la disposición de la columna es decir si esta es central, perimetral o esquinera.

$$Acol = \frac{\lambda * Carga\ total}{n * f'c}$$

Ecuación 20

Para los valores λ y n , nos guiaremos de la siguiente tabla que asigna esos valores acordes a la ubicación de la columna

Tabla 9: Tablas de valores acorde a la ubicación de la columna (autoría propia)

Ubicación	λ	n
CENTRAL	1.1	0.3
PERIMETRAL	1.25	0.25
ESQUINA	1.5	0.2

$$Acol_{central} = \frac{1.1 * 9.66}{0.3 * 0.21} = 168.66\ cm^2$$

$$Acol_{perimetral} = \frac{1.25 * 9.66}{0.25 * 0.21} = 230.00\ cm^2$$

$$Acol_{esquinera} = \frac{1.5 * 9.66}{0.2 * 0.21} = 345.00\ cm^2$$

Una vez conocida el área de cada columna, debemos de tomar en consideración el hecho mencionado de que el ancho mínimo de la columna debe ser de 25 cm para poder determinar la altura de nuestras columnas, como método inicial partiremos calculando para la columna de mayor área.

$$A_{col_{esquinera}} = b \times h$$

Ecuación 21

$$345.00 = 25 \times h$$

$$h = \frac{345}{25} = 13.8 \text{ cm}$$

Pese a que nuestra altura nos salió 13.8, por mantener el criterio de columna fuerte y viga débil, optaremos por una altura de la misma dimensión que el ancho de la columna, es decir que nuestra columna tendrá dimensiones iniciales de 25x25, al igual que las vigas principales.

Cuantía de refuerzo longitudinal

La cuantía de acero es la relación entre el área del acero de refuerzo y el área total de la sección transversal del elemento de concreto, generalmente expresada como una fracción o porcentaje, esta medida permite garantizar que exista la cantidad mínima y adecuada de acero para resistir los esfuerzos a los que estará sometido el elemento estructural, especialmente en zonas de tracción. Acorde a la Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC), la cuantía de acero debe cumplir con el siguiente requisito:

$$0.01 \leq \frac{\rho_g}{A_g} \leq 0.03$$

Ecuación 22

Donde:

ρ_g : área de refuerzo longitudinal

A_g : área bruta de la sección

Seleccionamos una cuantía de 1% para con ello poder conocer la cantidad de acero longitudinal

$$0.01 = \frac{\rho_g}{A_g}$$

$$\rho_g = 0.01 (25 \times 25) = 6.25 \text{ cm}^2$$

Por lo tanto, usaremos una distribución de 6 varillas de 14, obteniendo un área de 9.24 cm^2 de acero

Cubierta

Para la cubierta de la vivienda se ha decidido implementar un diseño a una sola agua, con una inclinación de 15 grados, esta pendiente estará orientada en dirección hacia el área de reposo, lo que permitirá un adecuado escurrimiento de las aguas lluvias hacia esa zona. El material seleccionado para la ejecución de la cubierta son tejas metálicas, las cuales ofrecen una buena resistencia a la intemperie, facilidad de instalación y una vida útil prolongada, contribuyendo así a la funcionalidad y durabilidad del sistema de techado. (Nec, 2015)

Para la cubierta, lo tomaremos como un caso aparte, es decir como si fuera un nuevo piso el cual tendrá distinta carga muerta y carga viva, la misma será hecha con perfiles metálicos los cuales soportarán confortablemente la carga asignada, las consideraciones de carga muerta son las siguientes:

Tejas de Eternit

$$\text{Peso tejas} = 12 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}$$

Cielo Raso

$$\text{Peso cielo raso} = 18 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}$$

Peso propio

$$\text{Peso tejas} = 5,42 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}$$

Nuestra carga total para nuestra cubierta será denominada como q_{total} , y será un total de

$$105.42 \frac{kg}{m^2}$$

Viga cubierta

Usando el ancho de influencia (1.49 m para el lado izquierdo):

$$q_{lineal} = q_{total} \times distancia\ de\ influencia = 105.42 \times 1.49 = 157.07\ Kg/m$$

Sin embargo, en la hoja se han distribuido de forma diferenciada las cargas. Por ejemplo:

- P lado izquierdo = 52.7758 Kg/m
- Convertido a **kN/m**:

$$P = \frac{52.7758}{100} = 0.909\ kN/m$$

Esto implica que solo se tomó una parte proporcional de la carga para este cálculo (probablemente por combinación o área tributaria reducida).

Asumiendo una viga simplemente apoyada y carga uniformemente distribuida:

$$Mu = \frac{q \cdot l^2}{8}$$

Ecuación 23: Momento Ultimo

Donde:

- $q=0.909\ kN/m$
- $L=5.10\ m$

$$Mu = \frac{0.909 \cdot (5.10)^2}{8} = 2.94\ kN.m$$

Luego debemos de determinar el momento resistente nominal esta es la máxima capacidad teórica que tiene una sección estructural (como una viga de acero) para resistir un momento flector antes de fallar, sin aplicar factores de seguridad.

$$\phi \cdot Mn = \phi \cdot Fy \cdot Z$$

Ecuación 24: Momento Nominal

Donde:

- $\phi=0.9$ (factor de reducción de resistencia, por LRFD)
- $Fy=4200 \frac{kg}{cm^2}$
- Z =módulo plástico de la sección en cm^3

Entonces:

$$\phi \cdot Mn = 0.9 \cdot 4200 \cdot Z$$

Ejemplo:

$$\phi \cdot Mn = 0.9 \cdot 4200 \cdot 11.69 = 44,188.2 \text{ Kg} \cdot cm \quad \phi \cdot Mn = 0.9 \cdot 4200 \cdot 11.69 = 44,188.2 \text{ Kg} \cdot cm$$

Se comparan varias opciones de perfiles:

Tabla 10: Espesores (autoría propia)

Sección	Espesor (mm)	Módulo W (cm^3)
IPE 80	5.20	20.0 
60x60 mm	3.0	11.69
100x100 mm	cualquier	35

Se exige:

$$Mu = 29,559.55 < \phi \cdot Mn = 44,188.$$

$$Z_{requerido} = 7.82 < W = 20.0 \Rightarrow \text{Cumple}$$

Columna de Cubierta

Para las columnas de cubierta usaremos una columna de perfil HSS 150x100x6 que pueda resistir de manera segura la carga axial a la que está sometida, considerando los mecanismos de fluencia (fallo por material) y pandeo (inestabilidad estructural), que son los dos principales modos de falla en columnas esbeltas.

Cuando una columna corta falla, lo hace por fluencia del material, es decir, cuando las tensiones alcanzan el límite elástico del acero. La carga de fluencia se calcula como:

$$P_{fluencia} = A \cdot fy = 27.60 \text{ cm}^2 \cdot 4200 \text{ kgf/cm}^2 = 115\,920 \text{ kgf}$$

Ecuación 25: Capacidad por Fluencia

Esta sería la carga máxima que podría soportar la columna hasta que este por fallar

Las columnas esbeltas pueden fallar por pandeo, incluso antes de alcanzar la fluencia. Para columnas con apoyos ideales (pivote-pivote), la fórmula de Euler estima la carga crítica de pandeo:

$$P_{cr} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I}{(K \cdot L)^2}$$

$$P_{cr} = \frac{\pi^2 \cdot 2\,100\,000 \cdot 835}{(1 \cdot 191)^2} = 473\,393.85 \text{ kgf}$$

Es la carga máxima que puede soportar la columna sin pandeo lateral.

La carga axial real sobre la columna es:

$$P_u = 140,672 \text{ kgf}$$

Comparaciones:

- **Contra fluencia:**

$$P_u < P_{fluencia} \Rightarrow 140.672 < 473\,393.85 \text{ kgf}$$

Contra pandeo:

$$P_u < P_{cr} \Rightarrow 140.672 < 19\,918.85 \text{ kgf}$$

Índice de utilización por pandeo:

$$\frac{P_u}{P_{cr}} = \frac{140.6725}{473\,393.85} \approx 0.0003 = 0.03\%$$

La verificación estructural de la columna metálica muestra que esta utiliza únicamente el 1 % de su capacidad crítica de pandeo y menos del 1 % de su resistencia a la fluencia, lo que significa que está sobradamente sobredimensionada frente a la carga axial que soporta, la sección seleccionada es estructuralmente adecuada y no representa riesgo alguno bajo las condiciones de carga previstas.

Para las columnas utilizaremos la misma sección que se utilizó para las vigas metálicas

Correas

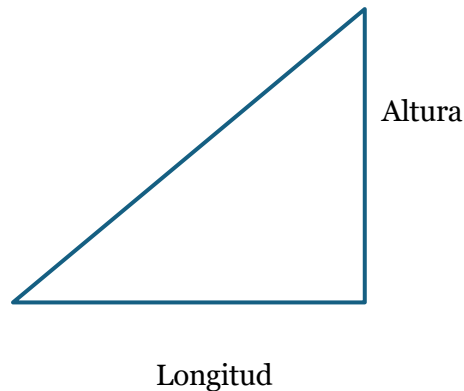
Se evaluó la capacidad estructural de una correa metálica tipo canal, encargada de soportar las cargas distribuidas de cubierta, como el peso del Eternit, el tumbado, el peso propio del perfil y una carga viva representativa (CV). Se determinó la carga total actuante en la correa y, a partir de la longitud de influencia, se calculó el momento flector máximo solicitante en su extremo izquierdo, resultando en aproximadamente 5.74 kgf·m.

Posteriormente, se verificó si este momento era menor al momento resistente de diseño ϕM_n , que se obtuvo a partir del módulo plástico de la sección y el esfuerzo de fluencia del acero

Se utilizó Perfil canal conformado en frío G80x50x15x2 mm

Este tipo de correa es comúnmente usado en cubiertas metálicas ligeras por su buen comportamiento estructural y su eficiencia en peso, y en este caso cumple holgadamente con los requisitos estructurales exigidos.

En nuestro caso utilizaremos como pendiente mínima $\theta = 15^\circ$, y utilizando leyes trigonométricas determinamos la altura que tendrá nuestra cubierta, que sería la altura del muro de cubierta



$$\tan(\theta) = \frac{\text{Altura}}{\text{Longitud}}$$

Ecuación 26: Determinación de la altura de la cubierta

$$\text{Altura} = \tan(\theta) * \text{Longitud} = \tan(15) * 7.14 = 1.91m$$

Carga Viva

Como se había establecido previamente en el documento, la carga viva para una cubierta no accesible se considera de $0.07 \frac{\text{ton}}{\text{m}^2}$ de acuerdo con los lineamientos de la NEC, esta carga representa el peso que puede actuar sobre la cubierta por mantenimiento

ocasional u otras acciones no permanentes, y es menor que la carga viva de cubiertas accesibles debido a su uso limitado.

Para modelar estas cargas en el programa de análisis estructural, se definirá un elemento de transmisión del tipo membrana, el cual permite distribuir de forma adecuada las cargas superficiales hacia los elementos estructurales (como vigas o losas) que la soportan, simulando el comportamiento real del sistema constructivo bajo cargas distribuidas.

Periodo Fundamental de la Estructura

El periodo fundamental de una estructura se define como el tiempo que esta requiere para completar un ciclo completo de vibración libre después de haber sido afectada por un sismo. Este periodo está determinado por la rigidez y la masa de la estructura. Puede estimarse utilizando la siguiente fórmula, obteniendo así un valor aproximado (T).

$$T = C_t * h_n^{\alpha}$$

Ecuación 27: Período Fundamental

Donde:

C_t : Coeficiente según el tipo de estructura.

h_n : Altura máxima de la edificación de n plantas medida desde la base de la estructura.

α : Coeficiente según el tipo de estructura.

Los valores de las variables C_t y α se los determina mediante tablas de la Norma Ecuatoriana de la Construcción NEC-SE-DS 2015.

Figura 11: Variables para el Periodo Fundamental de la Estructura (NEC-SE-DS 2015).

Tipo de estructura	C_t	α
Estructuras de acero		
Sin arriostramientos	0.072	0.8
Con arriostramientos	0.073	0.75
Pórticos especiales de hormigón armado		
Sin muros estructurales ni diagonales rigidizadoras	0.055	0.9
Con muros estructurales o diagonales rigidizadoras y para otras estructuras basadas en muros estructurales y mampostería estructural	0.055	0.75

Nota. La ilustración presenta los valores de las variables necesarias para calcular el periodo fundamental, según el tipo de estructura.

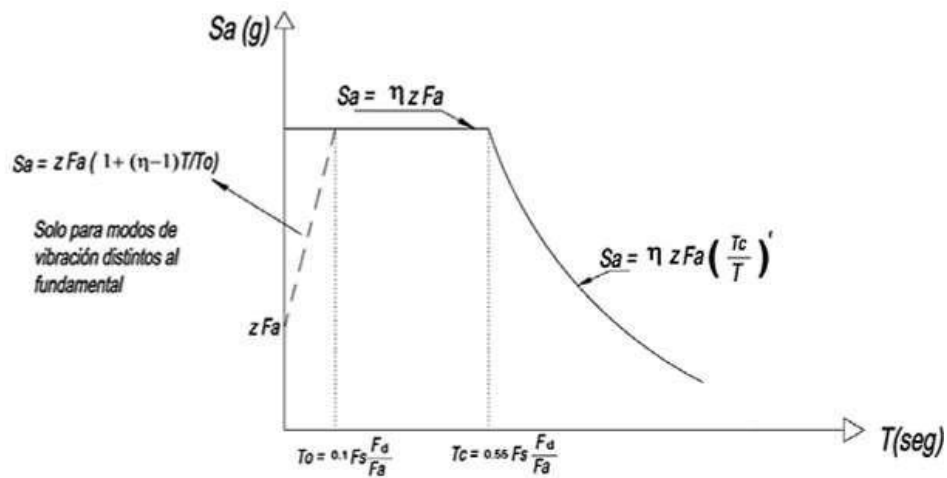
Para este proyecto integrador, una vivienda de dos plantas, tendrá una altura h de 5.6 m, sin muros estructurales ni diagonales rigidizadores, dado que, al no ser una vivienda de gran altura con varias plantas, no representa mayor peligro sísmico, además se puede reducir los costos finales. Con aquellos valores, se tiene al reemplazar que:

$$T = 0.296 \text{ s}$$

Espectro Elástico

Para llevar a cabo un análisis sísmico adecuado de la estructura, es fundamental elaborar el espectro de respuesta elástico de aceleraciones (S_a), el cual se expresa como una fracción de la aceleración de la gravedad. De acuerdo con la NEC-SE-DS (2015), este espectro elástico está en función del periodo de vibración y se establece considerando un nivel de amortiguamiento equivalente al 5% del valor crítico.

Figura 12: Espectro de respuesta Elástico de la Estructura (NEC-SE-DS 2015).



Donde:

S_a : Espectro de respuesta elástico.

η : Relación entre S_a ($T = 1$ s) y el PGA para el periodo de retorno seleccionado.

F_a, F_d, F_s : Coeficiente de amplificación del suelo.

r : Factor previamente utilizado en el diseño de espectro elástico, con valor de 1 para suelos tipo A, B, C o D y 1.5 para suelo tipo E.

T_0, T_c : Periodos límite de vibración en el espectro elástico que representan el sismo de diseño.

Z : Aceleración máxima esperada en roca para diseño.

Factor Z

En el diseño de estructuras sismorresistentes, el factor Z corresponde al coeficiente de zonificación sísmica o a la aceleración sísmica en roca asociada a un sismo de diseño, según lo establecido por la NEC-SE-DS (2015). Este valor se determina con base en estudios geológicos e históricos y depende de la ubicación geográfica del sitio de construcción, el coeficiente varía entre diferentes regiones del país, siendo generalmente mayor en zonas próximas a la costa, esto debido a su ubicación geográfica.

Figura 13: Zonas sísmicas en el Ecuador según su región (NEC-SE-DS 2015).

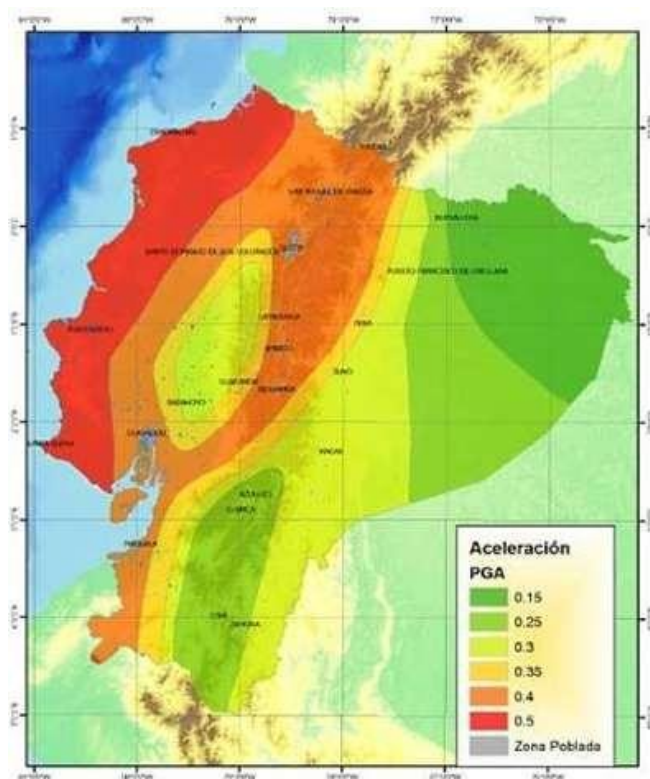


Figura 14: Valor de coeficiente Z en función de la zona de estudio (NEC-SE-DS 2015).

Zona sísmica	I	II	III	IV	V	V
Valor factor Z	0.15	0.25	0.30	0.35	0.40	≥ 0.50
Caracterización del peligro sísmico	Intermedia	Alta	Alta	Alta	Alta	Muy alta

La vivienda de dos plantas está ubicada en el Guasmo, Guayas y esto se ubica dentro de la zona sísmica V, por lo que, según normativa, se asigna el valor de $Z=0.4$.

Factores de Suelo

Para este criterio, resulta fundamental identificar el tipo de suelo presente en el área de estudio. En este caso, se ha considerado un suelo tipo E. Con este parámetro y el valor del factor Z previamente establecido, se obtiene lo siguiente:

- Para el parámetro F_a :

Tabla 11: Factor de sitio y tipo de suelo F_a (NEC-SE-DS 2015).

Tipo de perfil del subsuelo	Zona sísmica y factor Z					
	I	II	III	IV	V	VI
	0.15	0.25	0.30	0.35	0.40	≥ 0.5
A	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9
B	1	1	1	1	1	1
C	1.4	1.3	1.25	1.23	1.2	1.18
D	1.6	1.4	1.3	1.25	1.2	1.12
E	1.8	1.4	1.25	1.1	1.0	0.85
F	Véase Tabla 2 : Clasificación de los perfiles de suelo y la sección 10.5.4					

Tabla 3: Tipo de suelo y Factores de sitio F_a

- Para el parámetro F_d :
- Tabla 12: Factor de sitio y tipo de suelo F_d (NEC-SE-DS 2015).

Tipo de perfil del subsuelo	Zona sísmica y factor Z					
	I	II	III	IV	V	VI
	0.15	0.25	0.30	0.35	0.40	≥ 0.5
A	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9
B	1	1	1	1	1	1
C	1.36	1.28	1.19	1.15	1.11	1.06
D	1.62	1.45	1.36	1.28	1.19	1.11
E	2.1	1.75	1.7	1.65	1.6	1.5
F	Véase Tabla 2 : Clasificación de los perfiles de suelo y 10.6.4					

Tabla 4 : Tipo de suelo y Factores de sitio F_d

Tabla 13: Factor de sitio y tipo de suelo F_s (NEC-SE-DS 2015).

Tipo de perfil del subsuelo:	Zona sísmica y factor Z					
	I	II	III	IV	V	VI
	0.15	0.25	0.30	0.35	0.40	≥ 0.5
A	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75
B	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75
C	0.85	0.94	1.02	1.06	1.11	1.23
D	1.02	1.06	1.11	1.19	1.28	1.40
E	1.5	1.6	1.7	1.8	1.9	2
F	Véase Tabla 2 : Clasificación de los perfiles de suelo y 10.6.4					

Tabla 5 : Tipo de suelo y Factores del comportamiento inelástico del subsuelo F_s .

Factor η

Este factor está establecido en la normativa y depende únicamente de la región donde se encuentra ubicada la edificación.

Figura 15: Factor η según la región (NEC-SE-DS 2015).

$\eta = 1.80$: Provincias de la Costa (excepto Esmeraldas),
$\eta = 2.48$: Provincias de la Sierra, Esmeraldas y Galápagos
$\eta = 2.60$: Provincias del Oriente

Factor r

Al igual que el factor anterior este factor también está establecido en la normativa y depende únicamente del tipo de suelo donde se encuentra ubicada la edificación.

Figura 16:: Factor r según el tipo de suelo (NEC-SE-DS 2015).

$r = 1$	para todos los suelos, con excepción del suelo tipo E
$r = 1.5$	para tipo de suelo E,

Periodos de Vibración

En el espectro de respuesta elástico se muestran los límites de T_0 y T_C , los cuales se calculan mediante las siguientes expresiones.

$$T_0 = 0.10 * F_s * \frac{F_d}{F_a}$$

$$T_0 = 0.10 * 1.9 * \frac{1.6}{1}$$

$$T_0 = 0.304 \text{ s}$$

$$T_C = 0.55 * F_s * \frac{F_d}{F_a}$$

$$T_C = 0.55 * 1.9 * \frac{1.6}{1}$$

$$T_C = 1.672 \text{ s}$$

Espectro de Aceleración

Este factor actúa como un modificador del espectro elástico, aplicando coeficientes de reducción que varían según el uso previsto y la relevancia del edificio, así como los elementos que aportan rigidez a la estructura diseñada. El valor de este factor se obtiene mediante la expresión que se presenta a continuación, en función del período de vibración.

$$C_s(T) = \frac{S_a * I}{R * \phi_p * \phi_e}$$

Ecuación 28: Espectro de aceleración

S_a : Espectro de respuesta elástico

I: Coeficiente de importancia por normativa

R: Factor de reducción de resistencia sísmica

ϕ_p : Coeficiente de regularidad en planta

ϕ_e : Coeficiente de regularidad en elevación

Coeficiente de importancia (I)

Este coeficiente está vinculado al uso de la estructura y su nivel de importancia, considerando tanto la cantidad de personas que la ocupan como las consecuencias que un sismo podría tener en su vida cotidiana. Según la normativa, se adopta un valor de $I = 1$.

Figura 17:: Coeficiente de importancia (NEC-SE-DS 2015).

Categoría	Tipo de uso, destino e importancia	Coeficiente 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

Factor de Reducción de resistencia sísmica (R)

Este factor está determinado por el tipo de sistema estructural empleado en el diseño, ya sea un sistema dúctil, de ductilidad limitada, un pórtico resistente a momentos o un sistema dual. En este caso específico, se adoptará un valor de 8

Figura 18: Coeficiente R para sistemas estructurales dúctiles (NEC-SE-DS 2015).

Sistemas Estructurales Dúctiles	R
Pórticos especiales sísmo resistentes, de hormigón armado con vigas banda, con muros estructurales de hormigón armado o con diagonales rigidizadoras.	7
Pórticos resistentes a momentos	
Pórticos especiales sísmo resistentes, de hormigón armado con vigas descolgadas.	8
Pórticos especiales sísmo resistentes, de acero laminado en caliente o con elementos armados de placas.	8
Pórticos con columnas de hormigón armado y vigas de acero laminado en caliente.	8
Otros sistemas estructurales para edificaciones	
Sistemas de muros estructurales dúctiles de hormigón armado.	5
Pórticos especiales sísmo resistentes de hormigón armado con vigas banda.	5

Tabla 15: Coeficiente R para sistemas estructurales dúctiles

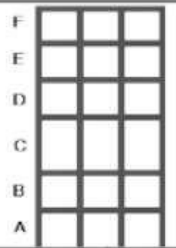
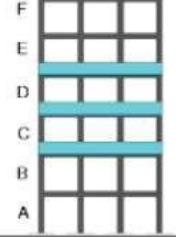
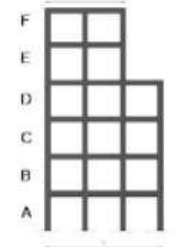
Coefficiente de regularidad en planta y elevación

Ambos factores están influenciados por la presencia de irregularidades en la estructura, ya sea en elevación o en planta. Si la estructura no presenta ninguna irregularidad, se asignará a este factor un valor de 1.

Figura 19: Irregularidad en Planta (NEC-SE-DS 2015).

Tipo 1 - Irregularidad torsional $\phi_t \leq 0.8$ $a \geq 1.3 \frac{(A_1 + A_2)}{A}$ Existe irregularidad por torsión, cuando la rotación deriva de piso de un extremo de la estructura calculada incluyendo la torsión accidental y medida perpendicularmente a un eje determinado, es mayor que 1.2 veces la deriva promedio de los extremos de la estructura con respecto al centro de deformación. La rotación accidental se define en el numeral 8.4.2 del presente código.	
Tipo 2 - Irregularidad excentrica en los alambres $\phi_e \leq 0.8$ $a \geq 0.15b$ o $c \geq 0.15b$ La configuración de una estructura se considera irregular cuando presenta excentricidades excesivas en sus alambres. Un alambre se considera irregular cuando las proporciones de la estructura, a ambos lados del eje, son mayores que el 15% de la dimensión de la planta de la estructura en la dirección del eje.	
Tipo 3 - Irregularidades en el interior de piso $\phi_i \leq 0.8$ $a/C \geq 0.15b/C$ $b/C \geq 0.15a/C$ La configuración de la estructura se considera irregular cuando el diseño de piso tiene discontinuidades excesivas o variaciones significativas en su rigidez, incluyendo las causadas por aberturas, columnas o muros, con áreas mayores al 50% del área total del piso o con cambios en la rigidez en el plano del sistema de piso de más del 50% entre niveles consecutivos.	
Tipo 4 - Ejes estructurales no paralelos $\phi_e \leq 0.9$ La estructura se considera irregular cuando los ejes estructurales no son paralelos o constituyen una respuesta a los ejes ortogonales, principalmente de la estructura.	

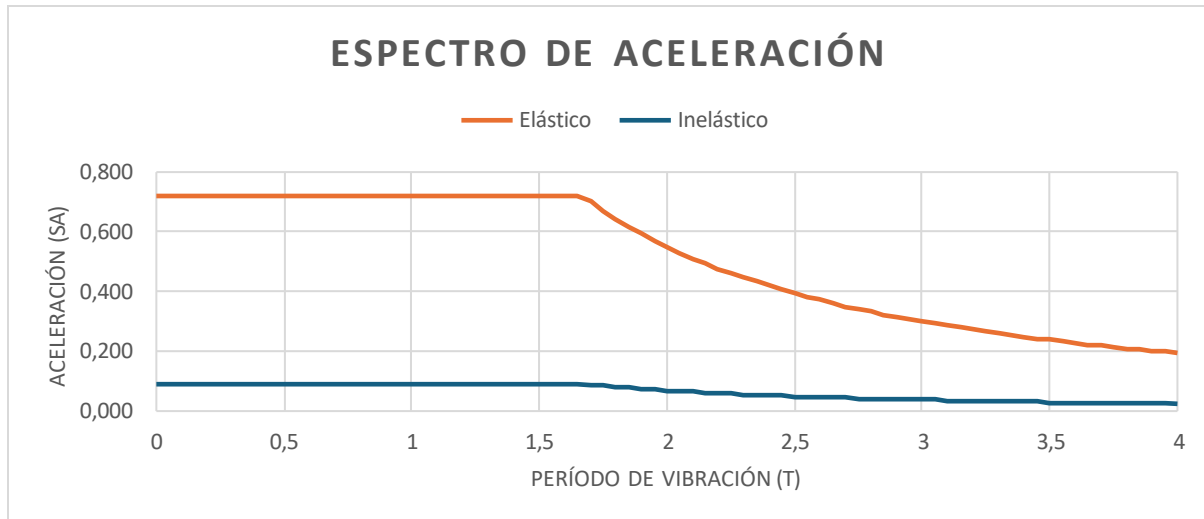
Figura 20: Irregularidad en Elevación (NEC-SE-DS 2015).

Tipo 1 - Piso flexible $\phi_f \leq 0.9$ Rigidez $K_x < 0.70$ Rigidez K_0 $Rigidez < 0.80 \frac{(K_0 + K_1 + K_2)}{3}$ La estructura se considera irregular cuando la rigidez lateral de un piso es menor que el 70% de la rigidez lateral del piso superior o menor que el 80 % del promedio de la rigidez lateral de los tres pisos superiores.	
Tipo 2 - Distribución de masa $\phi_m \leq 0.9$ $m_0 > 1.50 m_1$ ó $m_0 > 1.50 m_2$ La estructura se considera irregular cuando la masa de cualquier piso es mayor que 1,5 veces la masa de uno de los pisos adyacentes, con excepción del piso de cubierta que sea más liviano que el piso inferior.	
Tipo 3 - Irregularidad geométrica $\phi_g \leq 0.9$ $a > 1.3 b$ La estructura se considera irregular cuando la dimensión en planta del sistema resistente en cualquier piso es mayor que 1,3 veces la misma dimensión en un piso adyacente, exceptuando el caso de los altillos de un solo piso.	

Nota: La descripción de estas irregularidades no faculta al calculista o diseñador a considerarlas como normales, por lo tanto la presencia de estas irregularidades requiere revisiones estructurales adicionales que garanticen el buen comportamiento local y global de la edificación.

Espectro de aceleración

Figura 21: Espectro de aceleración.



Diseño Estructural

Para iniciar con el diseño estructural, comenzamos modelando la edificación en un programa especializado, utilizando como base las dimensiones establecidas en los planos arquitectónicos ya definidos, ingresamos las predimensiones de los elementos estructurales principales, como columnas, vigas y losas. Una vez definido el modelo inicial, realizamos la verificación de las derivas laterales para asegurar que la estructura cumpla con los límites establecidos por la normativa, esta comprobación nos permite identificar el momento crítico en los elementos estructurales, lo cual es fundamental para el siguiente paso: determinar la cantidad y distribución del acero de refuerzo necesario para garantizar la resistencia y estabilidad de la edificación.

Definición de Materiales

Comenzamos con la creación del hormigón a utilizar en toda nuestra estructura, este cuenta con una resistencia a la compresión de 210 kg/cm²

Figura 22 Definición del hormigón en programa estructural

The screenshot shows a 'General Data' dialog box for defining a material. The 'Material Name' is 'Hormigon[1]'. The 'Material Type' is 'Concrete'. The 'Directional Symmetry Type' is 'Isotropic'. The 'Material Display Color' is a solid magenta square. The 'Material Notes' field is empty. Below this, the 'Material Weight and Mass' section has two radio buttons: 'Specify Weight Density' (selected) and 'Specify Mass Density'. The 'Weight per Unit Volume' is 2.4028 tonf/m³ and the 'Mass per Unit Volume' is 0.245014 tonf/m³. The 'Mechanical Property Data' section includes: 'Modulus of Elasticity, E' (2100187.09 tonf/m²), 'Poisson's Ratio, U' (0.2), 'Coefficient of Thermal Expansion, A' (0.0000088 1/C), and 'Shear Modulus, G' (911749.12 tonf/m²). The 'Design Property Data' section has a 'Modify/Show Material Property Design Data...' button. The 'Advanced Material Property Data' section has buttons for 'Nonlinear Material Data...', 'Material Damping Properties...', and 'Time Dependent Properties...'. The 'Modulus of Rupture for Cracked Deflections' section has two radio buttons: 'Program Default (Based on Concrete State Design Codes)' (selected) and 'Use Specified'. At the bottom are 'OK' and 'Cancel' buttons.

De la misma manera en la que determinamos el hormigón a utilizar, seguimos creando el acero el cual contara con una resistencia a la fluencia de 2400 kg/cm²

Figura 23:: Definición del acero en programa estructural

Secciones

Columna

Para la columna, partiremos con los pre-dimensionamientos, de 25 cm x 25cm, recubrimiento de 4cm, estribos de 1 cm y varillas de 1.6 cm.

Figura 24: Definición del acero de refuerzo en la columna

No debemos olvidar que acorde a la NEC (2015), al momento de crear una columna de hormigón armado, para el cálculo de las derivas máximas y la rigidez debemos utilizar un momento de inercia de 0,8. (NEC-SE-HM, Estructuras De Hormigón Armado, 2014)

Figura 25: Colocación de la inercia en columnas

Vigas

Para las vigas principales vamos a realizar un pre-dimensionamiento de 25 cm x 25 cm; y como las secundarias usaremos 20 cm x 20 cm

Figura 26: Definición de las dimensiones de la viga principal



Figura 27: Definición de las dimensiones de la viga secundaria



En el caso de las vigas, debemos de indicarle al programa de modelado estructural que la sección que estamos creando debe ser tratada como tipo viga, para ello le asignamos la opción de solo momento en el eje 3.

Figura 28: Designación acero en la viga Principal

Design Type		Rebar Material	
☐ P-M2-M3 Design (Column)		Longitudinal Bars	Acero4200
☒ M3 Design Only (Beam)		Confinement Bars (Ties)	Acero4200

Cover to Longitudinal Rebar Group Centroid		Reinforcement Area Overwrites for Ductile Beams	
Top Bars	0.04 m	Top Bars at I-End	0.0002262 m²
Bottom Bars	0.04 m	Top Bars at J-End	0.0002262 m²
		Bottom Bars at I-End	0.0002262 m²
		Bottom Bars at J-End	0.0002262 m²

Figura 29: Designación acero en la Viga Secundaria

Design Type		Rebar Material	
☒ P-M2-M3 Design (Column)		Longitudinal Bars	Acero4200
☐ M3 Design Only (Beam)		Confinement Bars (Ties)	Acero4200

Cover to Longitudinal Rebar Group Centroid		Reinforcement Area Overwrites for Ductile Beams	
Top Bars	0.04 m	Top Bars at I-End	0.000157 m²
Bottom Bars	0.04 m	Top Bars at J-End	0.000157 m²
		Bottom Bars at I-End	0.000157 m²
		Bottom Bars at J-End	0.000157 m²

No debemos olvidar que acorde a la NEC (2015), al momento de crear una columna de hormigón armado, para el cálculo de las derivas máximas y la rigidez debemos utilizar un momento de inercia de 0,5 pero solo en el eje 3 (NEC-SE-HM, Estructuras De Hormigón Armado, 2014)

Figura 30: Creación de columna

Property/Stiffness Modifiers for Analysis	
Cross-section (axial) Area	1
Shear Area in 2 direction	1
Shear Area in 3 direction	1
Torsional Constant	1
Moment of Inertia about 2 axis	1
Moment of Inertia about 3 axis	0.5
Mass	1
Weight	1

Losa

Para la losa, vamos a diseñar una losa tipo Steel, con una placa colaborante, se nos pedirán diferentes dimensiones, que nos la proporciona el catálogo donde vamos a comprar nuestra placa colaborante, en nuestro caso es en kubilosa; nuestra losa tiene una altura total de 12 cm, siendo 7 cm de espesor de hormigón y 5 cm de altura de placa colaborante (ilustración 9)

Figura 31: Dimensiones de Losa de placa colaborante

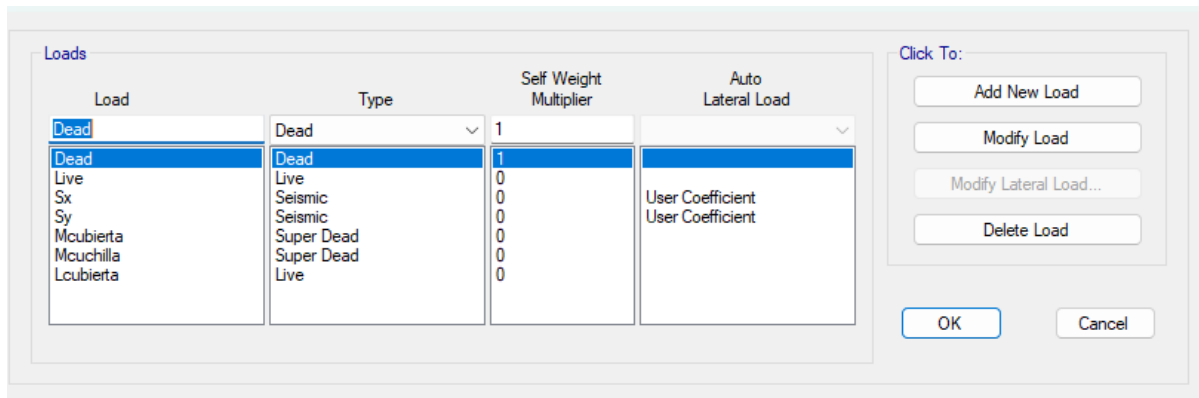
Cargas

Para la asignación de cargas de nuestro proyecto, definiremos la carga muerta y la carga viva, considerando que la carga muerta debe mantener su peso propio, es decir le colocamos un valor multiplicador de 1 para que la determinación de la carga incluya el peso propio de la estructura. Además, como nuestra estructura es sismorresistente, se colocan las cargas sísmicas en los ejes x, y.

Figura 32: Patrones de carga para la losa

Las losas que hemos designado son para la losa del primer y segundo piso, pero al tomar en consideración la cubierta no accesible, solo para mantenimiento, agregamos unas cargas más a tomar a consideración.

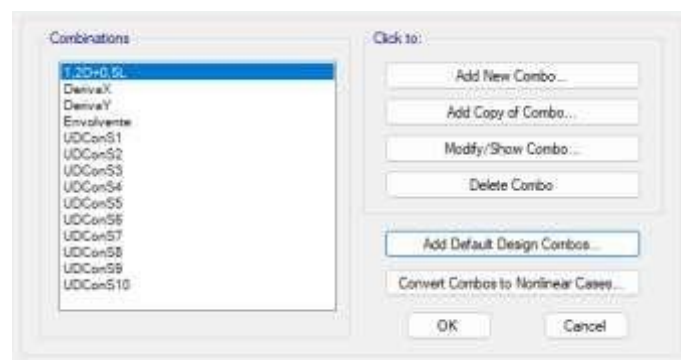
Figura 33: Patrones de carga para la cubierta



Combinaciones de Cargas

Para las combinaciones de carga, creamos todas las combinaciones especificadas por la NEC y que a su vez nos otorga el mismo programa, que son combinaciones para estructuras de concreto, también debemos asignar la combinación para la deriva sísmica tanto en el eje x, como en el eje y; finalmente debemos considerar la envolvente, es decir la combinación de todas las combinaciones de cargas asignadas por la NEC.

Figura 34: Combinaciones de carga



También se pueden observar las combinaciones de carga de la deriva en X y deriva Y, la explicación de ambas se dará más adelante en el documento.

Asignación de Cargas Para Piso

Asignamos la carga muerta y viva obtenida con anterioridad, al programa de modelado estructural, esto para poder asignar a nuestra losa y determinar el funcionamiento de nuestra estructura

Figura 35: Carga Muerta y viva asignada



Asignación de Cargas para cubierta

Debido a que la cubierta es no accesible, y cuenta con elementos metálicos, se toma en consideración el tipo de carga que esta soportará ya que la carga mayormente ira distribuida a los elementos estructurales soportantes, en este caso las vigas principales.

Figura 36: Cargas que soportan las vigas de cubierta

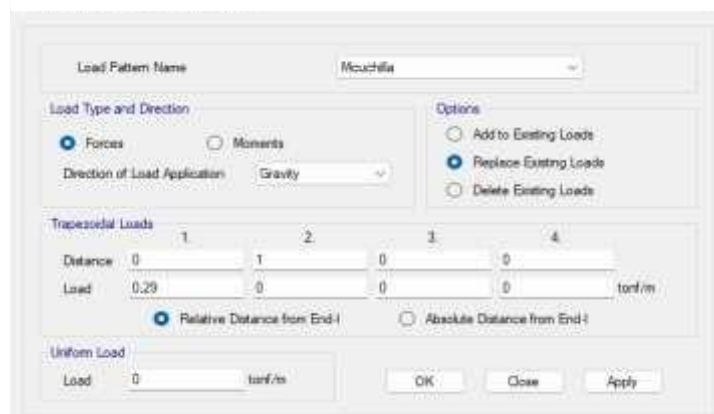
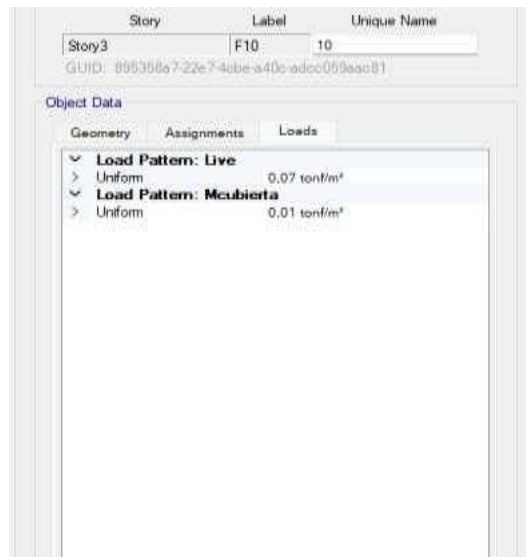


Figura 37: Carga en la membrana de la cubierta

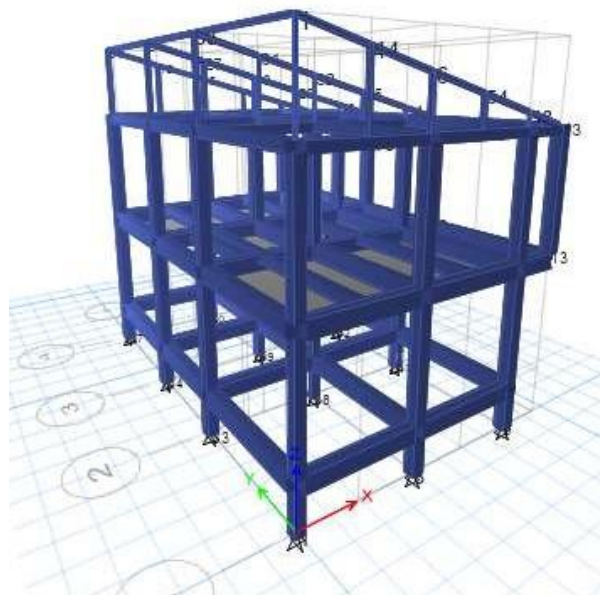


Diafragmas

Se colocó un diafragma por cada piso, siendo el piso 1 y 2 un diafragma semirrígido ya que se permite cierta deformación dentro del plano, esto nos refleja mejor el comportamiento real.

Estructura modelada en 3D

Figura 38: Modelado 3D



Una vez asignada las cargas y modelada la estructura, procedemos a correr el programa de simulación, esto para obtener los momentos, deflexiones, y más datos estructurales para poder ahora si diseñar y determinar las dimensiones correctas de nuestros elementos estructurales

Se puede apreciar un tercer piso, este piso hace referencia a la cubierta, que si bien no es accesible para poder determinar las cargas que se aplicaran en la misma lo diseñamos como un elemento tipo membrana.

Periodo fundamental de vibración

Acorde a lo establecido en la Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC-SE-DS), el período fundamental de vibración de una estructura debe ser determinado tanto mediante una fórmula empírica como a través de un análisis dinámico en un programa de modelado estructural. El período fundamental, representado comúnmente como **T**, es el tiempo que tarda la estructura en completar un ciclo de oscilación natural cuando es sometida a una excitación sísmica.

Debe cumplirse que:

$$\text{Periodo del programa} \leq 30\% \text{ Período calculado o } 1.3 \text{ Período calculado}$$

Ecuación 29: Comprobación del período de vibración

Nuestro periodo fundamental es de 0,296s; calculado de la ecuación:

$$T = C \times h^{\alpha}$$

El programa nos da los siguientes periodos fundamentales:

Tabla 14: Periodos fundamentales de vibración

Período fundamental X	0.413 s
Período fundamental Y	0.418 s

Si realizamos la comprobación, nos damos cuenta que los periodos calculados por el programa son menor que el periodo calculado, recordando que el periodo calculado debe ser aumentado en un 30%

$$0.413 \geq 0.384$$

Comprobamos que el periodo del programa es mayor que el periodo calculado por lo tanto se debe rigidizar la estructura, por tanto, se presentan las medidas finales:

Tabla 15: Nuevas medidas de diseño

Columna	25 cm x 25 cm
Riostra	20 cm x 25 cm
Viga Secundaria	15 cm x 25 cm
Viga Principal Planta Alta	25 cm x 35 cm
Viga Cubierta	20 cm x 25 cm

Una vez comprobamos los periodos de vibración, los cuales nos determinaron en 0.382s y 0.383s; determinamos el coeficiente de respuesta sísmico, esto en la gráfica de espectro de carga (figura 21), a nuestro período obtenido, es decir el coeficiente de respuesta sísmico para 0.382 y para 0.383.

Para ambos casos nuestro coeficiente de respuesta sísmico es de 0.09

Una vez obtenido nuestro coeficiente de respuesta sísmico, la NEC nos pide calcular el coeficiente de relación con el periodo de vibración de la estructura “k”, en el siguiente rango

Tabla 16: Coeficiente relacionado al período de Vibración

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

Nuestro periodo fundamental, se encuentra en el rango 2, por lo tanto, utilizaremos la ecuación en mención para calcular el valor de k

Tabla 17: Valores de K obtenidos

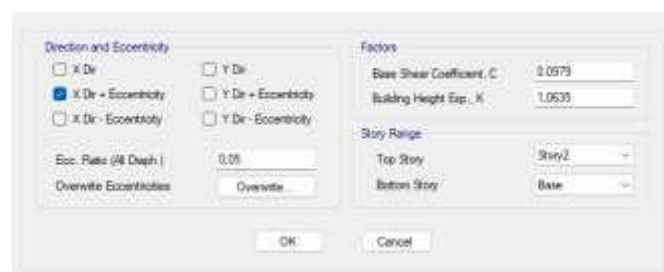
0.382	0.9415
0.383	0.9410

Con los valores obtenidos, debemos ingresarlo a nuestro programa de modelado estructural, creando una carga específica del tipo sísmica, para cada uno de los ejes, esta carga contara con el valor asignado del coeficiente de respuesta y del valor de K, esto nos permite obtener el cortante basal que nos da el programa y poder compararlo con el obtenido.

Figura 39: Carga Sísmica en el eje X



Figura 40: Carga Sísmica en el eje Y



Para estos valores asignados, obtuvimos un cortante basal de 7.787 para cada eje, y si lo comparamos con el calculado:

$$V = C_s * W$$

Ecuación 30: Cortante basal

$$V = 0.09 * 98.97 = 8.907 \text{ tonf}$$

Nuestro cortante basal, obtenido por el programa es mucho menor que el cortante que nos proporciona la formula del a NEC, por tanto, toca escalar nuestro coeficiente de respuesta sísmica y obtener unos nuevos cortantes; escalando y realizando distintas pruebas obtenidos los siguientes resultados , 8.904 para el cortante en x , y el mismo valor para el cortante en y, por tanto ya cumplimos con obtener un valor un poco más alto que el que nos ofrece la ecuación

Irregularidades

Elevación

Existen 3 tipos de irregularidades que debemos comprobar, para determinar si contamos con una estructura regular o irregular, al comprobar eso, nuestros valores en el espectro de carga se modificarían

Tipo 1- Piso flexible

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

Tabla 18: Tipo 1 elevación eje x

Story	Stiff X (tonf/m)	$K_c < 0.7 K_d$
Story 2	2446	
Story 1	4115	4115 < 1712.2

Como no cumple la propiedad establecida, por lo tanto, no es una estructura irregular, y no se les ofrece una penalización a los cálculos de la estructura.

Tabla 19: Tipo 1 elevación eje Y

Story	Stiff Y (tonf/m)	$K_c < 0.7 K_d$
Story 2	2526	
Story 1	2840	2840 < 1768

Como no cumple la propiedad establecida, por lo tanto, no es una estructura irregular, y no se les ofrece una penalización a los cálculos de la estructura.

Tipo 2- Distribución de masa

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

Tabla 20: Tipo 2 de elevación

Story	P (tonf)	Relación	Comprobación
Story 2	127.04		
Story 1	18.48	0.14	0.14 < 1.5

Tipo 3- Irregularidad geométrica

La estructura se considera irregular cuando la dimensión en planta del sistema resistente en cualquier piso es mayor que 1,3 veces la misma dimensión en un piso

adyacente, exceptuando el caso de los altillos de un solo piso; como todas las dimensiones por piso de nuestra edificación son iguales, se considera una estructura regular.

Planta

Tipo 1- Irregularidad Torsional

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

Figura 41: Relación entre la deriva y la deriva promedio

	Story	Output Case	Case Type	Step Type	Step Number	Item	Max Drift	Avg Drift	Ratio	Label	N
►	Story3	Sx	LinStatic			Diaph D3 X	0,000465	0,000443	1,051	37	
	Story3	Sy	LinStatic			Diaph D3 Y	0,000439	0,000408	1,077	13	
	Story2	Sx	LinStatic			Diaph D2 X	0,001868	0,00176	1,062	43	
	Story2	Sy	LinStatic			Diaph D2 Y	0,001919	0,001739	1,103	9	
	Story1	Sx	LinStatic			Diaph D1 X	0,001977	0,001845	1,072	43	
	Story1	Sy	LinStatic			Diaph D1 Y	0,002026	0,001847	1,097	9	

Ninguna relación es mayor a 1,2; por lo tanto, es una estructura regular

Tipo 2- Retrocesos excesivos en las esquinas

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

Como nuestras esquinas, no tienen entrantes por ningún lado, se considera que es del tipo 2 regular.

Tipo 3- Discontinuidades en el sistema de piso

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

Nuestra estructura no cuenta con discontinuidades en el sistema de piso, por tanto, es regular

Tipo 4- Ejes estructurales no paralelos

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

Nuestra estructura cuenta con ejes estructurales paralelos, por lo tanto, es regular

Una vez determinado todas las irregularidades, se llega a la conclusión de que nuestra estructura es una estructura del tipo regular; es decir que las consideraciones que tomamos al momento de realizar nuestro espectro de carga son las correctas, y por tanto no hay modificación en los cálculos.

Derivas

Las derivas estructurales, también conocidas como derivas laterales o drifts, representan el desplazamiento horizontal relativo entre dos niveles consecutivos de una estructura como resultado de cargas laterales, principalmente el viento o los sismos.

Esta relación es adimensional y se expresa generalmente como porcentaje, las derivas permiten evaluar el comportamiento sísmico de la estructura, ya que reflejan su flexibilidad y capacidad de deformación sin fallas estructurales o daño severo no estructural.

Según la Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC-SE-DS, 2015), para edificaciones comunes, la deriva máxima permitida entre niveles consecutivos bajo carga sísmica de diseño no debe exceder el 2% de la altura del entrepiso (Peligro Sísmico diseño sismo resistente, 2015)

Obtuvimos derivas de 1,00% y 1,01% respectivamente para el eje x, y el eje y ; con ello cumplimos con el límite de estar dentro del rango del 2%

Figura 42: Deriva obtenida para el eje x

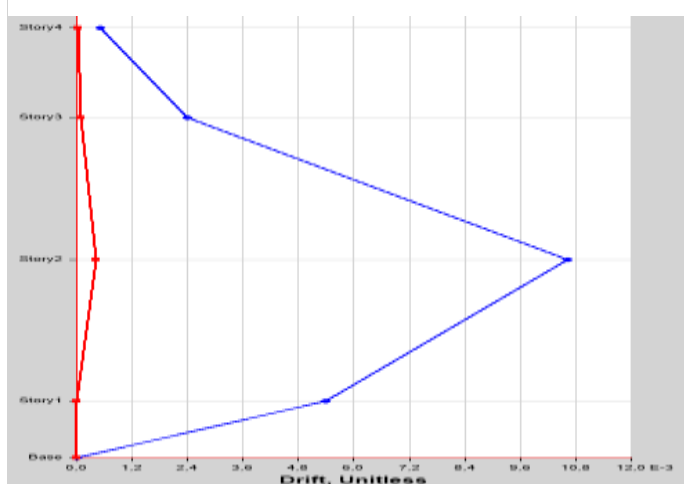
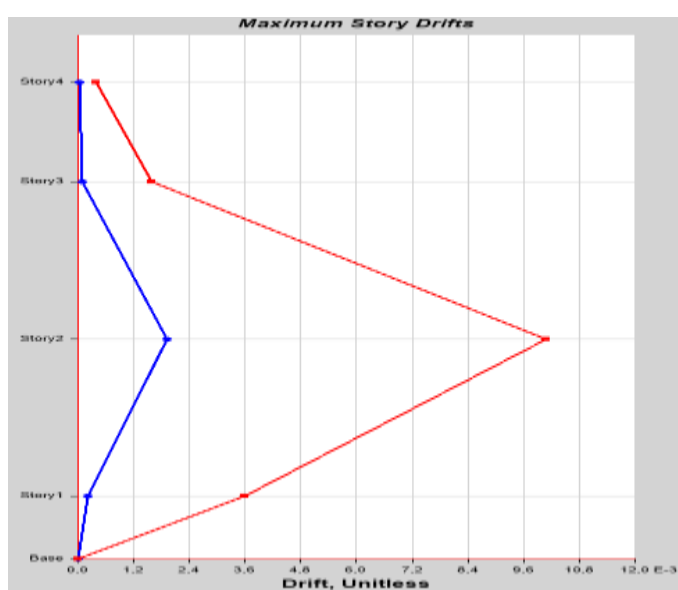


Figura 43: Deriva obtenida para el eje Y



Índice de Estabilidad

Es un parámetro utilizado para evaluar la susceptibilidad de una estructura a efectos de segundo orden, especialmente el fenómeno conocido como efecto P-Delta, el cual puede amplificar los desplazamientos y las fuerzas internas debido a la interacción entre las cargas verticales y los desplazamientos laterales.

De acuerdo con la Norma Ecuatoriana de la Construcción – Diseño Sísmico (NEC-SE-DS, 2015), el índice de estabilidad entre niveles consecutivos se define como:

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

Ecuación 31: Índice de estabilidad

Qi Índice de estabilidad del piso i, es la relación entre el momento de segundo orden y el momento de primer orden.

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

Δi Deriva del piso i calculada en el centro de masas del piso.

Vi Cortante sísmico del piso i hi Altura del piso i considerado

Cuando Qi es mayor que 0.30, la estructura es potencialmente inestable y debe rigidizarse, a menos que se demuestre, mediante procedimientos más estrictos, que la estructura permanece estable y que cumple con todos los requisitos de diseño sismo resistente establecidos en las normativas de diseño en hormigón armado, estructuras de acero, madera o mampostería, acordes con la filosofía de diseño de la presente norma

Tabla 21: Índice de estabilidad eje X

Índice X				
Valor de P (tonf)	Vi (sx) (tonf)	Deriva x(m)	Qx	Comprobación
127,00	-10,07	0,001607	0,020267031	Estructura estable
108,00	-1,93	0,000784	0,043871503	Estructura estable

Tabla 22: Índice de estabilidad eje Y

Índice Y				
Valor de P (tonf)	Vi (sy) (tonf)	Deriva y(m)	Qy	Comprobación
127,00	-10,07	0,001517	0,019131976	Estructura estable
108,00	0,84	0,000494	0,063514286	Estructura estable

Al verificar los distintos parámetros exigidos por la normativa vigente, se ha comprobado que la edificación no presenta irregularidades significativas en planta ni en elevación que comprometan su comportamiento sísmico. Asimismo, los resultados obtenidos de las derivas inter-piso se encuentran por debajo del límite del 2% de la altura del entrepiso, cumpliendo con lo establecido en la NEC-SE-DS.

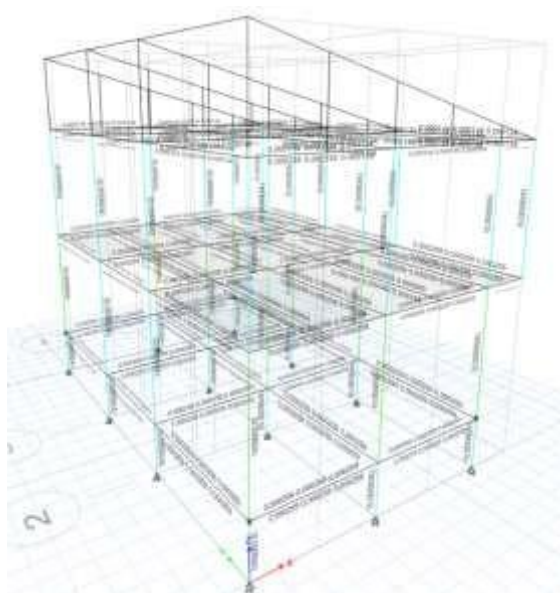
Finalmente, el índice de estabilidad calculado es menor a 0.3, lo que indica que los efectos de segundo orden (P-Delta) son despreciables y que la estructura posee un adecuado nivel de rigidez y resistencia, la edificación analizada es estructuralmente estable frente a las acciones sísmicas consideradas.

El programa de modelado estructural utilizado en el presente análisis proporciona herramientas visuales que permiten evaluar el comportamiento de cada elemento estructural

bajo las distintas combinaciones de carga, **una** de sus funcionalidades más útiles es la opción de identificar gráficamente los elementos que cumplen o no cumplen con los requerimientos de diseño, mediante una codificación por colores: los elementos que no cumplen correctamente su función estructural se muestran en color rojo, facilitando así la detección de posibles fallas o sobredemandas.

En el caso de nuestra estructura, ninguno de los elementos analizados se encontró dentro del rango crítico señalado en rojo, lo cual confirma que todos los componentes cumplen adecuadamente con las exigencias estructurales definidas por la normativa.

Figura 44: Comprobación de elementos estructurales



Diseño Viga

Para el diseño de las vigas utilizaremos 2 modelos distintos, uno para las vigas de la planta baja y otro para planta alta y riostras

Tabla 23: Datos generales de la viga principal (autoría propia)

Datos, V25x35	
b [cm]	25
h [cm]	35
f _c [kg/cm ²]	210
f _y [kg/cm ²]	4200
β ₁	0,85

recubrimiento [cm]	4
Ø estribo [cm]	1
Ø longitudinales [cm]	1,4
ϵ_{cu}	0,003
ϵ_y	0,00206
d [cm]	34,3
As inferior min 1[mm]	200
As inferior min 2[mm]	244

Tabla 24: Datos generales viga cubierta y riostra

Datos, V20x25	
b [cm]	20
h [cm]	25
f_c [kg/cm ²]	210
f_y [kg/cm ²]	4200
β_1	0,85
recubrimiento [cm]	4
Ø estribo [cm]	1
Ø longitudinales [cm]	1,4
ϵ_{cu}	0,003
ϵ_y	0,00206
d [cm]	34,3
As inferior min 1[mm]	105
As inferior min 2[mm]	129

Para el diseño de la viga se considera el momento resistente de diseño (ϕM_n), el cual representa la capacidad estructural efectiva de la sección luego de aplicar un factor de reducción de resistencia al momento nominal, esta verificación se realiza con el objetivo de garantizar que la sección seleccionada pueda soportar el momento flector máximo inducido por las cargas actuantes sin comprometer su seguridad estructural. De esta manera, se

cumple con el criterio de diseño establecido por los códigos técnicos, asegurando que $\phi M_n \geq M_u$, es decir, que la resistencia disponible supere o iguale al momento solicitante.

Para los valores M_u , los obtendremos de lo que modelamos en nuestro programa estructural, (NEC, 2014) establece que el diseño estructural debe considerar todas las combinaciones de carga aplicables y, por tanto, el análisis debe evaluar la envolvente de solicitaciones (momentos, cortantes, axiales); es decir que nuestros M_u por cada viga lo obtendremos con la combinación de envolvente del modelado estructural, se debe sacar por viga el valor más alto positivo y negativo ya que esto representa la parte superior e inferior de nuestra viga.

En el apartado de Anexos se mostrará todos los momentos obtenidos, en este apartado solo se trabajará con los momentos más críticos, y comparados con el momento nominal.

$$M_n = \phi * A_s * f_y * (d - \frac{a}{2})$$

Ecuación 32

Donde:

M_n : Momento nominal resistente

A_s : Área de acero de refuerzo longitudinal

F_y : Esfuerzo de fluencia del acero

d : Altura efectiva

a : Altura del bloque de compresión equivalente

ϕ : Representa el factor de seguridad, de 0.9

La variable “a” nos representa la profundidad del bloque rectangular que simula la distribución de esfuerzos de compresión en el concreto, se la calcula de la siguiente manera:

$$a = \frac{A_s * f_y}{0.85 * f'_c * b}$$

Donde:

A_s: Área de acero de refuerzo longitudinal

f_c: Resistencia del concreto

b: Ancho de la viga

0.85: Coeficiente empírico según ACI

Viga Principal Eje X, Eje Y

$$a = \frac{244 * 420}{0.85 * 21 * 250} = 22.98mm$$

$$Mn_{inf} = 0.9 * 308 * 420 * \left(293 - \frac{22.98}{2}\right) = 32761311 \text{ Nmm} = 3,28 \frac{\text{tonf}}{\text{m}}$$

$$Mn_{sup} = 0.9 * 308 * 420 * \left(293 - \frac{22.98}{2}\right) = 32761311 \text{ Nmm} = 3,28 \frac{\text{tonf}}{\text{m}}$$

Nuestros momentos últimos deben ser menores que los momentos nominales calculados, si todos los momentos críticos de nuestras vigas son menores, quiere decir que el diseño de nuestra viga está correcto.

Tabla 25: Comprobación de Momentos Viga Principal eje X

ID de Viga	Mu Superior ($\frac{tonf}{m}$)	Mu Inferior ($\frac{tonf}{m}$)	Comprobación
B55	0.628	2.764	Cumple
B56	1.283	2.946	Cumple
B54	2.621	3.414	Cumple
B53	2.434	3.641	Cumple
B48	2.876	3.462	Cumple
B49	2.549	3.701	Cumple
B11	1.860	2.711	Cumple
B9	1.404	2.896	Cumple

Tabla 26: Comprobación de Momentos Viga Principal eje Y

ID de Viga	Mu Superior ($\frac{tonf}{m}$)	Mu Inferior ($\frac{tonf}{m}$)	Comprobación
B37	0.842	1.423	Cumple
B38	0.482	0.977	Cumple
B39	1.055	1.821	Cumple
B42	1.398	2.461	Cumple
B41	0.652	1.963	Cumple
B40	1.622	2.800	Cumple
B43	1.364	2.333	Cumple
B52	0.481	2.075	Cumple
B51	1.562	2.604	Cumple

Viga Cubierta Eje X, Eje Y conjunto con Riostras

$$a = \frac{129 * 420}{0.85 * 21 * 200} = 15,14 \text{ mm}$$

$$Mn_{inf} = 0.9 * 308 * 420 * \left(193 - \frac{15,14}{2}\right) = 21579976,19 \text{ Nmm} = 2,158 \frac{\text{tonf}}{\text{m}}$$

$$Mn_{sup} = 0.9 * 308 * 462 * \left(193 - \frac{15,14}{2}\right) = 32369964,28 \text{ Nmm} = 3,237 \frac{\text{tonf}}{\text{m}}$$

Nuestros momentos últimos deben ser menores que los momentos nominales calculados, si todos los momentos críticos de nuestras vigas son menores, quiere decir que el diseño de nuestra viga está correcto.

Tabla 27: Comprobación de Momentos Viga Cubierta eje X

ID de Viga	Mu Superior ($\frac{\text{tonf}}{\text{m}}$)	Mu Inferior ($\frac{\text{tonf}}{\text{m}}$)	Comprobación
B55	0.628	2.764	Cumple
B56	1.283	2.946	Cumple
B54	2.621	3.414	Cumple
B53	2.434	3.641	Cumple
B48	2.876	3.462	Cumple
B49	2.549	3.701	Cumple
B11	1.860	2.711	Cumple
B9	1.404	2.896	Cumple

Tabla 28: Comprobación de Momentos Viga Cubierta eje Y

ID de Viga	Mu Superior ($\frac{tonf}{m}$)	Mu Inferior ($\frac{tonf}{m}$)	Comprobación
B1	0.227	0.329	Cumple
B8	0.617	0.979	Cumple
B37	0.842	1.423	Cumple
B38	0.482	0.977	Cumple
B39	1.054	1.822	Cumple
B42	1.398	2.462	Cumple
B41	0.653	1.963	Cumple
B40	1.622	2.779	Cumple
B43	1.364	2.327	Cumple
B52	0.481	2.075	Cumple

Longitud de Anclaje

La longitud de anclaje es la distancia mínima que debe introducirse una varilla de refuerzo (acero) dentro de la columna para que se desarrolle completamente su capacidad de adherencia, y así pueda transferir esfuerzos (tensión o compresión) sin deslizarse ni fallar. Esta longitud permite que el acero y el concreto trabajen en conjunto, garantizando la seguridad estructural en zonas como empalmes, apoyos y uniones de elementos.

Según normas como la NEC (Norma Ecuatoriana de la Construcción) o el ACI 318, la longitud de anclaje se calcula (ACI , 2017):

$$ld = \frac{fy}{1.4 * \sqrt{f'c}} * d_b$$

Ecuación 33

$$ld = 12 * d_b$$

Ecuación 34

$$l_d = \frac{f_y}{5.4 * \sqrt{f'_c}} * d_b$$

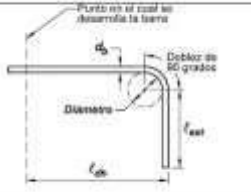
Ecuación 35

Debido a que para todas nuestras vigas tenemos un mismo f_y y f'_c , nuestra única variable sería el diámetro de varilla, por tanto, procedemos a calcular cada una de las longitudes para las distintas vigas.

Estribos

Para el diseño de los ganchos en los estribos, nos guiaremos por los criterios establecidos en la Tabla 25.3.1 del ACI 318, la cual especifica los requisitos mínimos de ángulo, diámetro de doblado y longitud de desarrollo para cada tipo de gancho, establece la longitud del gancho medida desde el punto de curvatura hasta el extremo de la barra, lo cual garantiza una adecuada transferencia de esfuerzos y evita fallas por deslizamiento. Estos parámetros son esenciales para asegurar que los estribos cumplan su función de confinamiento y resistencia al corte dentro del elemento estructural. (ACI , 2017)

Figura 45: Geometría del gancho estándar

Tipo de gancho estándar	Diámetro de la barra	Diámetro interior mínimo de doblado, mm	Extensión recta ^{III} l_{ext} , mm	Tipo de ganchos estándar
Gancho de 90 grados	No. 10 a No. 25	$6d_b$	$12d_b$	
	No. 29 a No. 36	$8d_b$		
	No. 43 y No. 57	$10d_b$		
Gancho de 180 grados	No. 10 a No. 25	$6d_b$	Mayor de $4d_b$ y 65 mm	
	No. 29 a No. 36	$8d_b$		
	No. 43 y No. 57	$10d_b$		

En nuestro caso, utilizaremos un gancho de 90 grados, y debido a que nuestro diámetro de barra es pequeño, nos ubicamos en el primer caso.

Viga Principal eje x, eje y

$$d_b = 14 \text{ mm}$$

$$ld = \frac{420 \text{ MPa}}{1.4 * \sqrt{21 \text{ MPa}}} * 14 \text{ mm} = 917 \text{ mm} = 0.97 \text{ m}$$

Ecuación 36

$$l_{ext} = 12 * 14 \text{ mm} = 168 \text{ mm} = 17 \text{ cm}$$

Ecuación 37

$$lh = \frac{420 \text{ MPa}}{5.4 * \sqrt{21 \text{ MPa}}} * 14 \text{ mm} = 237 \text{ mm} = 0.24 \text{ m}$$

Ecuación 38

Como la relación entre el área de acero colocado y el área de acero requerida es mayor a 2, se justifica que el empalme utilizado corresponde a un empalme clase B, según lo establecido en la normativa ACI 318 y la NEC, este tipo de empalme se aplica cuando no se cumple con las condiciones mínimas para un empalme clase A, como la colocación confinada o distribución uniforme del acero.

Figura 46: Longitud de empalme por traslapo

$A_{s, colocado} / A_{s, requerido}$ en la longitud del empalme ^[1]	Porcentaje máximo de A_s empalmado dentro de la longitud de traslapo requerida	Tipo de empalme	ℓ_{st}	
≥ 2.0	50	Clase A	Mayor de:	$1.0\ell_d$ y 300 mm
	100	Clase B	Mayor de:	$1.3\ell_d$ y 300 mm
< 2.0	Todos los casos	Clase B		

^[1]Relación entre el área de refuerzo colocado y el área de refuerzo requerida por análisis en la ubicación de empalme.

Empalme clase B

$$1.3 l_d = 1.26m$$

Estribos

$$6 * d_b = 6 * 14 = 84mm \sim 10 \text{ cm}$$

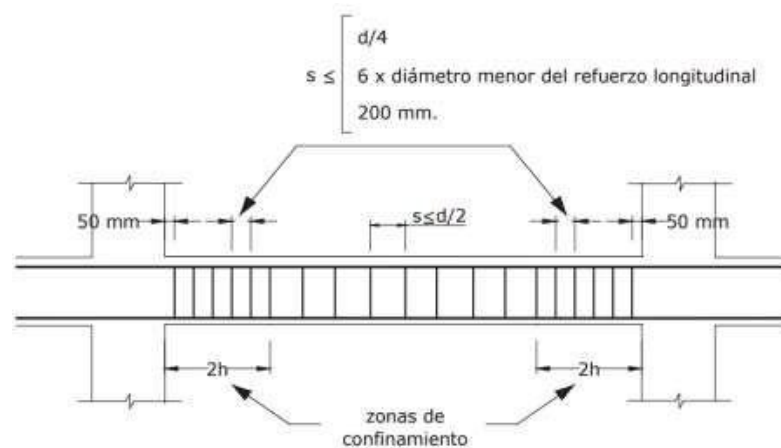
Ecuación 39: diámetro interior mínimo de doblado

$$12 * d_b = 12 * 14 = 168mm \sim 20 \text{ cm}$$

Ecuación 40: extensión de la recta

Esta separación es lo que requiere por demanda, sin embargo, por temas de ductilidad se requiere una separación más cercana.

Figura 47: Separación de estribos, NEC



Para las zonas de confinamiento tenemos un espacio de:

$$\frac{d}{4} = \frac{29.3}{4} = 7.33 \text{ cm}$$

$$6 * d_b = 6 * 1.4 = 8.4 \text{ cm}$$

$$20 \text{ cm}$$

Se debe escoger el menor valor, por lo tanto, en la zona de confinamiento tendremos una separación de 7.33 cm, por temas constructivos se lo deja en 7 cm

Fuera de la zona de confinamiento tenemos una separación de

$$\frac{d}{2} = \frac{29.3}{2} = 14.65 \text{ cm}$$

Por temas constructivos se deja una separación de 15 cm

Viga Cubierta eje y, eje x

$$d_b = 14 \text{ mm}$$

$$l_d = \frac{420 \text{ MPa}}{1.4 * \sqrt{21 \text{ MPa}}} * 14 \text{ mm} = 917 \text{ mm} = 0.97 \text{ m}$$

Ecuación 41

$$l_{ext} = 12 * 14 \text{ mm} = 168 \text{ mm} = 17 \text{ cm}$$

Ecuación 42

$$l_h = \frac{420 \text{ MPa}}{5.4 * \sqrt{21 \text{ MPa}}} * 14 \text{ mm} = 237 \text{ mm} = 0.24 \text{ m}$$

Ecuación 43

Como la relación entre el área de acero colocado y el área de acero requerida es mayor a 2, se justifica que el empalme utilizado corresponde a un empalme clase B, según lo establecido en la normativa ACI 318 y la NEC, este tipo de empalme se aplica cuando no se cumple con las condiciones mínimas para un empalme clase A, como la colocación confinada o distribución uniforme del acero.

Figura 48: Longitud de empalme por traslape, NEC

$A_{s, colocado} / A_{s, requerido}$ en la longitud del empalme ^[1]	Porcentaje máximo de A_s empalmado dentro de la longitud de traslape requerida	Tipo de empalme	ℓ_{st}	
≥ 2.0	50	Clase A	Mayor de:	$1.0\ell_d$ y 300 mm
	100	Clase B		
< 2.0	Todos los casos	Clase B	Mayor de:	$1.3\ell_d$ y 300 mm

^[1]Relación entre el área de refuerzo colocado y el área de refuerzo requerida por análisis en la ubicación de empalme.

Empalme clase B

$$1.3 \ell_d = 1.26m$$

Estribos

$$6 * db = 6 * 14 = 84mm \sim 10 \text{ cm}$$

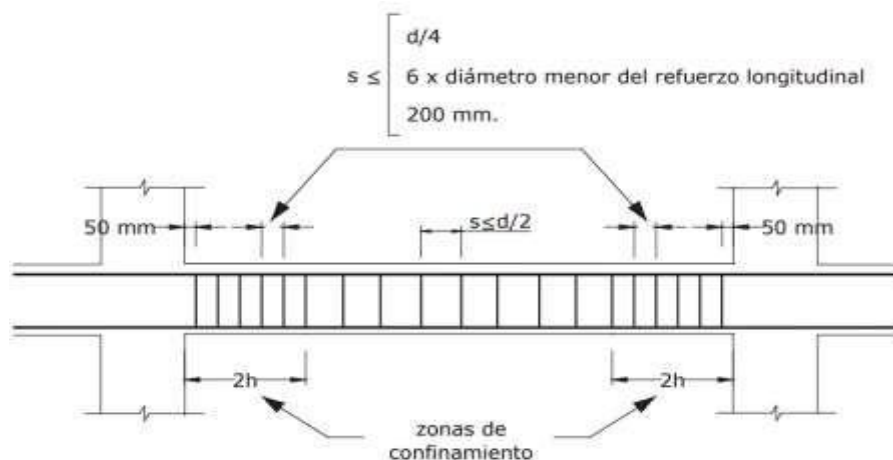
Ecuación 44: diámetro interior mínimo de doblado

$$12 * db = 12 * 14 = 168mm \sim 20 \text{ cm}$$

Ecuación 45: extensión de la recta

Esta separación es lo que requiere por demanda, sin embargo, por temas de ductilidad se requiere una separación más cercana.

Figura 49: Separación de estribos, NEC



Para las zonas de confinamiento tenemos un espacio de:

$$\frac{d}{4} = \frac{19.3}{4} = 4.83 \text{ cm}$$

$$6 * d_b = 6 * 1.4 = 8.4 \text{ cm}$$

$$20 \text{ cm}$$

Se debe escoger el menor valor, por lo tanto, en la zona de confinamiento tendremos una separación de 4.83 cm, por temas constructivos se lo deja en 5 cm

Fuera de la zona de confinamiento tenemos una separación de

$$\frac{d}{2} = \frac{19.3}{2} = 9.65 \text{ cm}$$

Por temas constructivos se deja una separación de 10 cm

Viga Secundaria

$$d_b = 14 \text{ mm}$$

$$l_d = \frac{420 \text{ MPa}}{1.4 * \sqrt{21 \text{ MPa}}} * 14 \text{ mm} = 917 \text{ mm} = 0.97 \text{ m}$$

Ecuación 46

$$l_{ext} = 12 * 14 \text{ mm} = 168 \text{ mm} = 17 \text{ cm}$$

Ecuación 47

$$l_h = \frac{420 \text{ MPa}}{5.4 * \sqrt{21 \text{ MPa}}} * 14 \text{ mm} = 237 \text{ mm} = 0.24 \text{ m}$$

Ecuación 48

Como la relación entre el área de acero colocado y el área de acero requerida es mayor a 2, se justifica que el empalme utilizado corresponde a un empalme clase B, según lo establecido en

la normativa ACI 318 y la NEC, este tipo de empalme se aplica cuando no se cumple con las condiciones mínimas para un empalme clase A, como la colocación confinada o distribución uniforme del acero.

Figura 50: Longitud de empalme por traslapo, NEC

$A_s, \text{colocado} / A_s, \text{requerido}$ en la longitud del empalme ^[1]	Porcentaje máximo de A_s empalmado dentro de la longitud de traslapo requerida	Tipo de empalme	ℓ_{st}	
≥ 2.0	50	Clase A	Mayor de:	$1.0\ell_d$ y 300 mm
	100	Clase B		
< 2.0	Todos los casos	Clase B	Mayor de:	$1.3\ell_d$ y 300 mm

^[1]Relación entre el área de refuerzo colocado y el área de refuerzo requerida por análisis en la ubicación de empalme.

Empalme clase B

$$1.3 \ell_d = 1.26m$$

Estribos

$$6 * db = 6 * 14 = 84mm \sim 10 \text{ cm}$$

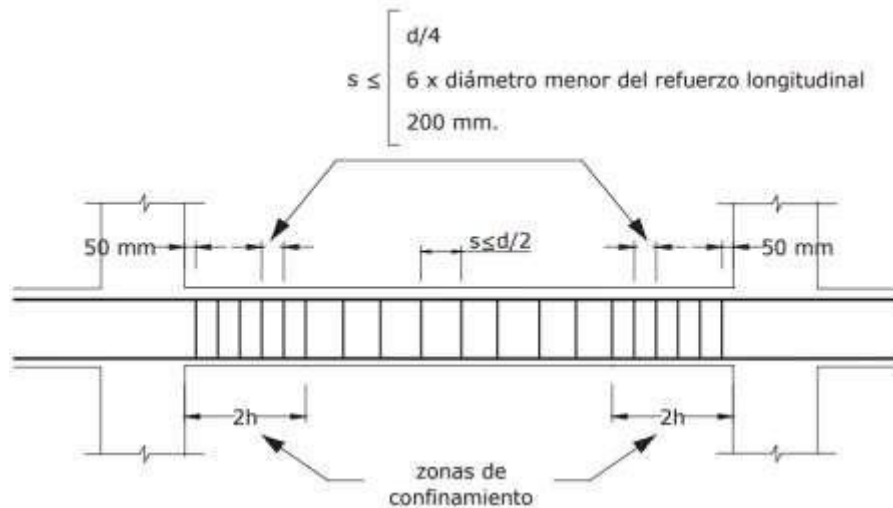
Ecuación 49: diámetro interior mínimo de doblado

$$12 * db = 12 * 14 = 168mm \sim 20 \text{ cm}$$

Ecuación 50: extensión de la recta

Esta separación es lo que requiere por demanda, sin embargo, por temas de ductilidad se requiere una separación más cercana.

Figura 51: Separación de estribos, NEC



Para las zonas de confinamiento tenemos un espacio de:

$$\frac{d}{4} = \frac{19.3}{4} = 4.83 \text{ cm}$$

$$6 * d_b = 6 * 1.4 = 8.4 \text{ cm}$$

$$20 \text{ cm}$$

Se debe escoger el menor valor, por lo tanto, en la zona de confinamiento tendremos una separación de 4.83 cm, por temas constructivos se lo deja en 5 cm

Fuera de la zona de confinamiento tenemos una separación de

$$\frac{d}{2} = \frac{19.3}{2} = 9.65 \text{ cm}$$

Por temas constructivos se deja una separación de 10 cm

Columnas

Para determinar las demandas de la columna, no se utiliza una envolvente como en el caso de vigas, sino que se deben considerar de manera individual las combinaciones de carga establecidas por la normativa vigente, estas combinaciones incluyen cargas muertas, vivas, sísmicas y otras, dependiendo del tipo de proyecto. A fin de obtener los esfuerzos internos

que actúan sobre la columna —como la carga axial, el momento flector y el esfuerzo cortante—, se hace uso de un programa de análisis estructural

Nuestra columna está compuesta por 6 varillas de 16 mm

$$A_{st} = 6 * 2.01 \text{ cm}^2 = 12.06 \text{ cm}^2$$

Ecuación 51: Acero en columna

$$\rho = \frac{A_{st}}{A_g} = \frac{12.06 \text{ cm}^2}{30 * 30} = 1.34\%$$

Ecuación 52: cuantía de acero

La cuantía longitudinal de una columna en zona sísmica debe ser: $0.01 < \rho \leq 0.03$

Por lo que el armado colocado es correcto.

Obtenemos los diagramas de interacción de los ejes (2-2 y 3-3), debemos comprobar que las demandas estén dentro del diagrama de interacción, para poder realizar los diagramas de interacción obtenemos los datos por medio de nuestro programa de modelado estructural, escogemos la columna más crítica y comprobamos que todas las demandas estén dentro del diagrama de interacción, si llega a darse el caso que se cumple para la columna más crítica entonces se cumple para todas.

Tabla 29: Curva 1

Curve #1	0 deg	Columna1
P tonf	M2 tonf-m	M3 tonf-m
77,335	0	0
77,335	0	1,33
69,4575	0	2,11
57,217	0	2,68
42,5562	0	2,99

24,4617	0	3,12
16,2124	0	3,26
2,5379	0	3,20
-11,8182	0	2,16
-27,1144	0	0,90
-34,9272	0	0

Tabla 30: Curva 13

Curve #13	180 deg	Columna1
P tonf	M2 tonf-m	M3 tonf-m
77,335	0	0
77,335	0	-1,33
69,4575	0	-2,11
57,217	0	-2,68
42,5562	0	-2,99
24,4617	0	-3,12
16,2124	0	-3,26
2,5379	0	-3,20
-11,8182	0	-2,16
-27,1144	0	-0,90
-34,9272	0	0

Tabla 31: Curva 19

Curve #19	270 deg	Columna1
P tonf	M2 tonf-m	M3 tonf-m
77,335	0	0
77,335	-1,51	0
69,2879	-2,33	0
57,3503	-2,97	0
42,7349	-3,36	0
24,2831	-3,60	0
19,0052	-3,76	0
9,5513	-3,68	0
-8,0765	-2,41	0
-27,1144	-0,90	0
-34,9272	0	0

Tabla 32: Curva 7

Curve #7	90 deg	Columna1
P tonf	M2 tonf-m	M3 tonf-m
77,335	0	0
77,335	1,5146	0
69,2879	2,3307	0
57,3503	2,9708	0
42,7349	3,3583	0
24,2831	3,6027	0
19,0052	3,7605	0
9,5513	3,6766	0
-8,0765	2,4126	0
-27,1144	0,9006	0
-34,9272	0	0

Obtenemos 2 curvas que sean opuestas, en este caso fue la curva 1 y la curva 13 y la curva y con la curva 19, esto con el fin de poder realizar nuestro diagrama de interacción ya que ambas curvas deben ser espejo para así formar la curva; luego las demandas que escogemos son las más críticas y están dentro del diagrama, esto se realizó para las demandas en x y en y

Figura 52: Diagrama de Interacción M3

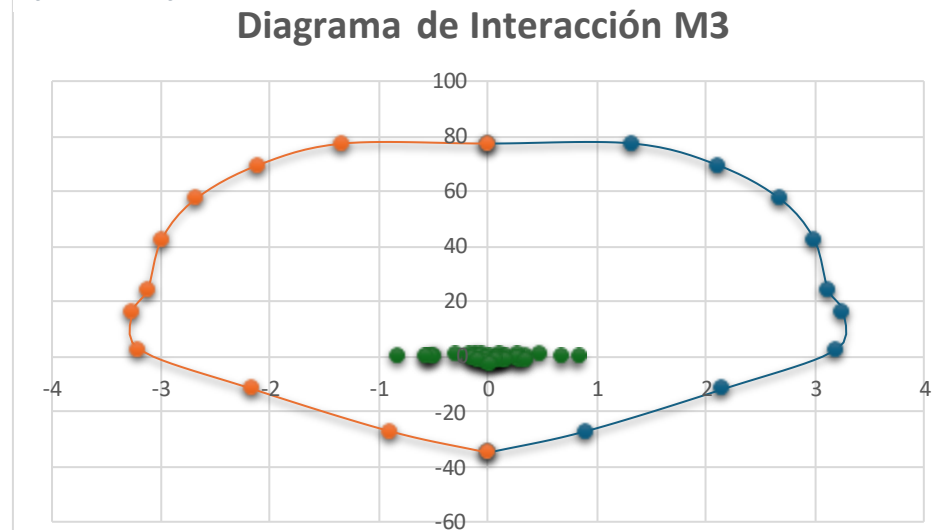
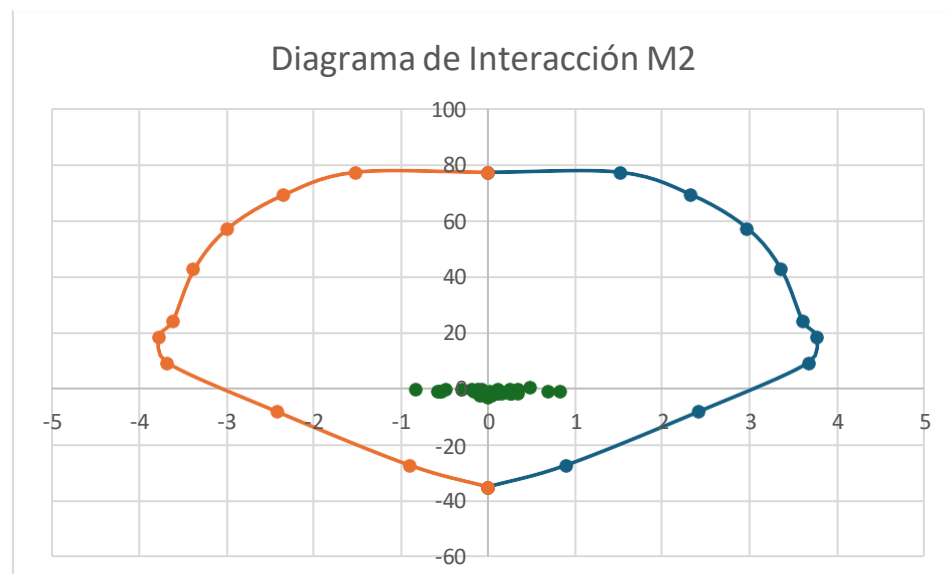


Figura 53: Diagrama de Interacción M2



El diagrama de interacción permite analizar la resistencia de una sección transversal sometida simultáneamente a carga axial y momento flector, este diagrama muestra la relación entre distintas combinaciones de fuerza axial y momento que una columna puede resistir antes de alcanzar su falla, para su elaboración, se tomó como referencia la columna más crítica del modelo estructural generado en ETABS, es decir, aquella que presentó los mayores valores de fuerza axial y momentos flectores en sus extremos, conforme a los resultados del análisis estructural. El gráfico del diagrama de interacción se construyó considerando las curvas correspondientes a los ángulos de 0° y 180° , 90° y 270° , lo cual permite abarcar las condiciones de carga más desfavorables.

La verificación estructural se realizó siguiendo los criterios establecidos en la Norma Ecuatoriana de la Construcción NEC-SE-AC (Secciones de Concreto Armado) y el ACI 318-19, específicamente en lo relacionado al diseño por interacción axial-flexión (capítulo 22 del ACI). Según estas normativas, una sección es adecuada si los puntos de demanda (combinaciones de carga axial y momento) se encuentran dentro del diagrama de interacción, lo que garantiza que la capacidad resistente supera la sollicitación aplicada. En este caso, los puntos de la columna más crítica se ubicaron dentro del área segura del diagrama, lo que indica que cumple con el criterio de "columna fuerte", fundamental en el diseño sismorresistente para evitar mecanismos de colapso no deseados. Por tanto, se concluye que la sección y el refuerzo definido para esta columna pueden replicarse con seguridad en el resto de columnas del proyecto, asegurando un comportamiento estructural adecuado frente a cargas combinadas. (ACI , 2017)

Confinamiento

El confinamiento hace referencia al refuerzo transversal dispuesto alrededor del concreto para restringir su expansión lateral, mejorar su ductilidad y evitar fallas frágiles, este se logra mediante estribos cerrados o ganchos que envuelven

longitudinalmente el refuerzo principal, contribuyendo a que la sección mantenga su integridad durante cargas cíclicas como las generadas por un sismo.

La NEC-SE-AC establece requisitos específicos para la separación y disposición de los estribos, especialmente en las zonas confinadas o de nudo (por ejemplo, en los extremos de columnas). Según la normativa, la separación máxima de los estribos en las zonas críticas debe cumplir con lo siguiente: (NEC-SE-HM, Estructuras De Hormigón Armado, 2014)

$$L_o = \text{mayor} (\text{máxima dimensión de columna}, \frac{\text{Altura libre de columna}}{6}, 450 \text{ mm})$$

Ecuación 53: Longitud de la zona de confinamiento

En la zona de confinamiento, la separación de estribos se calcula de la siguiente manera:

$$S \leq (6 \text{ db} ; 100 \text{ mm})$$

Ecuación 54: Separación de estribos en la zona de confinamiento

Fuera de la zona de confinamiento la separación se calculará de la siguiente forma:

$$S \leq (6 \text{ db} ; 15 \text{ cm})$$

Ecuación 55: Separación de estribos fuera de la zona de confinamiento

$$S \leq (6 * 1.6 ; 15 \text{ cm})$$

Se obtiene una separación de 9.6 cm, pero por motivos constructivos se la deja en 10 cm

$$L_o = \text{mayor} (26 \text{ cm} , 46.66 \text{ cm}, 45 \text{ cm})$$

Ecuación 56: Longitud de la zona de confinamiento

Nuestra longitud de zona de confinamiento es de 46.66cm, por motivos constructivos la dejamos en 50 cm

$$S \leq (9.6 \text{ cm} ; 100 \text{ mm})$$

Ecuación 57: Separación de estribos en la zona de confinamiento

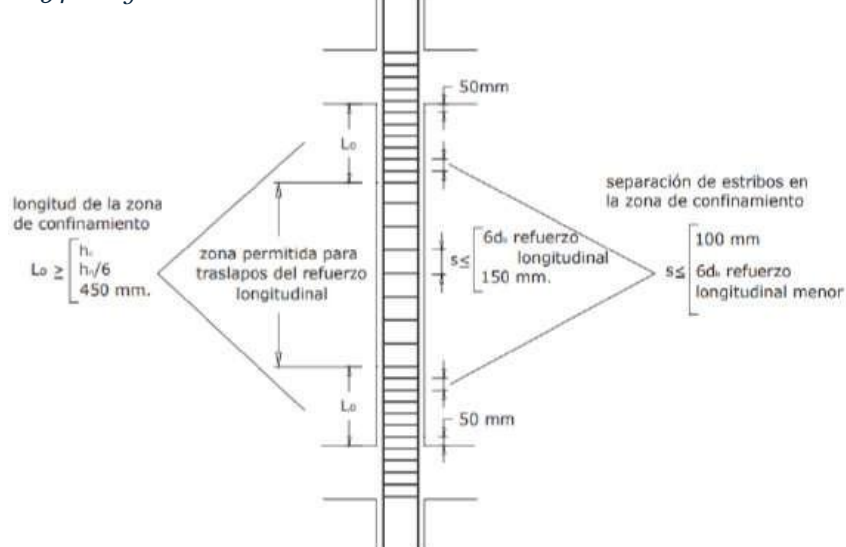
Se escoge una separación de 9.6 cm, por motivos constructivos dejamos la separación de 9 cm.

$$S \leq (9.6 ; 15 \text{ cm})$$

Ecuación 58: Separación de estribos fuera de la zona de confinamiento

Se escoge una separación de 9.6 cm, por motivos constructivos dejamos la separación de 9 cm.

Figura 54: Designación de estribos en columna



Ahora se determina el acero transversal por confinamiento:

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

Ecuación 59: área de refuerzo en forma de estribos 1

$$A_{sh1} = 0.09 * \frac{s * b_c * f'_c}{f_y}$$

Ecuación 60: área de refuerzo en forma de estribos 2

$$A_{sh1} = 0.3 * \frac{9.3 * 21 * 210}{4200} * \left(\frac{50 * 50}{21 * 21} - 1 \right) = 3.71 \text{ cm}^2$$

Ecuación 61: área de refuerzo en forma de estribos 1

$$A_{sh1} = 0.09 * \frac{9.3 * 21 * 210}{4200} = 0.88 \text{ cm}^2$$

Ecuación 62: área de refuerzo en forma de estribos 2

Nuestra área de refuerzo en los estribos es de 3.71 cm^2 , si se colocan 2 estribo exterior de 12mm y los estribos internos de 10mm, entonces se estaría colocando:

$$A_v = 2 * 0.785 \text{ cm}^2 + 2 * 1.13 \text{ cm}^2 = 3.83 \text{ cm}^2$$

Longitud de anclaje

$$d_b = 16 \text{ mm}$$

$$l_d = \frac{420 \text{ MPa}}{1.4 * \sqrt{21 \text{ MPa}}} * 16 \text{ mm} = 1047 \text{ mm} = 1.04 \text{ m}$$

Ecuación 63

$$l_{ext} = 12 * 16 \text{ mm} = 192 \text{ mm} = 19.2 \text{ cm}$$

Ecuación 64

$$lh = \frac{420 \text{ MPa}}{5.4 * \sqrt{21 \text{ MPa}}} * 16 \text{ mm} = 271.56 \text{ mm} = 0.27 \text{ m}$$

Ecuación 65

Como la relación entre el área de acero colocado y el área de acero requerida es mayor a 2, se justifica que el empalme utilizado corresponde a un empalme clase B, según lo establecido en la normativa ACI 318 y la NEC, este tipo de empalme se aplica cuando no se cumple con las condiciones mínimas para un empalme clase A, como la colocación confinada o distribución uniforme del acero.

Figura 55: Longitud de empalme por traslapo

$A_{s, \text{colocado}} / A_{s, \text{requerido}}$ en la longitud del empalme ^[1]	Porcentaje máximo de A_s empalmado dentro de la longitud de traslapo requerida	Tipo de empalme	ℓ_{sr}	
≥ 2.0	50	Clase A	Mayor de:	$1.0 \ell_d$ y 300 mm
	100	Clase B	Mayor de:	$1.3 \ell_d$ y 300 mm
< 2.0	Todos los casos	Clase B		

^[1]Relación entre el área de refuerzo colocado y el área de refuerzo requerida por análisis en la ubicación de empalme.

Ilustración 1:

Empalme clase B

$$1.3 \ell_d = 1.35 \text{ m}$$

Estribos

$$8 * db = 8 * 16 = 128 \text{ mm} \sim 12 \text{ cm}$$

Ecuación 66: diámetro interior mínimo de doblado

$$12 * db = 12 * 16 = 192 \text{ mm} \sim 20 \text{ cm}$$

Ecuación 67: extensión de la recta

Cimentación

La estabilidad y vida útil de una infraestructura dependen en gran medida del correcto diseño de su cimentación, este elemento es fundamental en cualquier edificación ya que tiene como propósito principal transmitir de manera efectiva las cargas de la estructura hacia el terreno. Las cimentaciones se dividen en dos tipos principales: superficiales, cuando las cargas se distribuyen cerca de la superficie, y profundas, cuando estas se trasladan a estratos más profundos del suelo.

Para poder saber qué tipo de cimentación debemos de utilizar depende de muchos factores, pero existe una relación que diferencia a ambas, es la siguiente.

$$\frac{Df}{B} \leq 4 = \text{Cimentación Superficial}$$

$$\frac{Df}{B} > 4 = \text{Cimentación Profunda}$$

Ecuación 68: Determinación de tipo de cimentación

Df: Profundidad de desplante

B: Ancho de la cimentación

Consideraremos una profundidad de desplante de 1.2 metros, ya que por encima de ello se encuentra nuestro material de relleno, y por temas de cálculos nuestra base inicial será de 1m

$$\frac{Df}{B} = \frac{1.0}{1} = 1.0 \leq 4$$

Esto nos indica que trabajaremos con una cimentación superficial

Capacidad de carga

Es la máxima carga que un suelo puede soportar de manera segura sin experimentar fallas por hundimiento o deslizamiento, se determina mediante análisis teóricos, ensayos de campo o laboratorio. La capacidad de carga depende de factores como el tipo de suelo, su

compactación, cohesión, ángulo de fricción interna, nivel freático, profundidad de cimentación y el tipo de carga aplicada. (Lavi, 2020)

En nuestro caso determinaremos la capacidad de carga con la teoría de Meyerhoff & Hanna (1978), ya que es el que mejor se aplica a nuestra situación, un estrato de suelo fuerte sobre un estrato de suelo débil.

$$q_u = 5.14c_{u,2} * sc + \gamma_1 H^2 \left(1 + \frac{B}{L}\right) \left(1 + \frac{2Df}{H}\right) \frac{K_s \tan \phi'1}{B} - \gamma_1 Df$$

Ecuación 69: Ecuación de Meyerhoff y Hanna

$$q_{u,2} = 5.14c_{u,2} * sc + \gamma_1 (Df + H)$$

Ecuación 70: Capacidad de carga estrato 2

$$\frac{q_2}{q_1} = \frac{5.14c_{u,2}}{0.5\gamma_1 B N_{\gamma_1}}$$

Ecuación 71: Relación para obtener el valor de Ks

q_u: capacidad de carga de dos estratos

γ₁: Peso específico del suelo de la capa superior

c_{u,2}: Cohesión no drenada

B: Ancho de la zapata

H: Profundidad a la que se encuentra el estrato débil

Df: Desplante

q_{u,2}: Capacidad de carga del suelo más débil

K_s : Coeficiente de punzonamiento

$\phi'1$: ángulo de fricción efectivo en la capa superior

sc : Factor de forma

$N_{\gamma1}$: Factor de capacidad de carga

Factor de seguridad

En diseño estructural, se utiliza un factor de seguridad para que la carga de diseño esté por debajo de la capacidad de carga última, garantizando estabilidad y durabilidad de la edificación.

Factor de capacidad de carga

Para los factores de capacidad de carga utilizaremos la tabla proporcionada para la teoría de meyerhoff, ya que se pueden emplear en nuestro caso.

Tabla 33: Factores de capacidad de carga, Meyerhoff y Hanna

ϕ	N_c	N_q	N_{γ}	N_c/N_c	N_q/N_q	N_{γ}/N_{γ}	$\tan \phi$	ϕ	N_c	N_q	N_{γ}	N_c/N_c	N_q/N_q	N_{γ}/N_{γ}	$\tan \phi$
0	5.14	1.90	0.60	0.20	0.09	0.00	26	22.25	11.85	12.54	0.53	0.49			
1	5.38	1.99	0.67	0.20	0.02	27	22.94	13.20	14.47	0.55	0.51				
2	5.63	1.20	0.15	0.21	0.03	28	25.89	14.72	16.72	0.57	0.53				
3	5.90	1.31	0.24	0.22	0.05	29	27.86	16.44	19.34	0.59	0.55				
4	6.19	1.43	0.34	0.23	0.07	30	30.14	18.40	22.49	0.61	0.58				
5	6.49	1.57	0.45	0.24	0.09	31	32.67	20.53	25.99	0.63	0.60				
6	6.81	1.72	0.57	0.25	0.11	32	35.49	23.18	30.22	0.65	0.62				
7	7.16	1.88	0.71	0.26	0.12	33	38.64	26.09	35.19	0.68	0.65				
8	7.53	2.06	0.86	0.27	0.14	34	42.16	29.44	41.06	0.70	0.67				
9	7.92	2.25	1.03	0.28	0.16	35	46.12	33.30	48.03	0.72	0.70				
10	8.35	2.47	1.22	0.30	0.18	36	50.59	37.75	56.51	0.75	0.73				
11	8.80	2.71	1.44	0.31	0.19	37	55.63	42.92	66.19	0.77	0.75				
12	9.28	2.97	1.69	0.32	0.21	38	61.35	48.93	78.03	0.80	0.78				
13	9.81	3.26	1.97	0.33	0.23	39	67.87	55.96	92.25	0.82	0.81				
14	10.37	3.59	2.29	0.35	0.25	40	75.31	64.20	109.41	0.85	0.84				
15	10.98	3.94	2.65	0.36	0.27	41	83.86	73.90	130.22	0.88	0.87				
16	11.63	4.34	3.06	0.37	0.29	42	93.71	85.38	155.55	0.91	0.90				
17	12.34	4.77	3.53	0.39	0.31	43	105.11	99.02	186.54	0.94	0.93				
18	13.10	5.26	4.07	0.40	0.32	44	118.37	115.31	224.64	0.97	0.97				
19	13.93	5.80	4.68	0.42	0.34	45	133.88	134.88	271.70	1.01	1.00				
20	14.83	6.40	5.39	0.43	0.36	46	152.10	158.51	330.35	1.04	1.04				
21	15.82	7.07	6.20	0.45	0.38	47	173.64	187.21	403.67	1.08	1.07				
22	16.88	7.82	7.13	0.46	0.40	48	199.26	223.31	496.01	1.12	1.11				
23	18.05	8.65	8.20	0.48	0.42	49	229.93	265.51	613.16	1.15	1.15				
24	19.32	9.60	9.44	0.50	0.45	50	266.89	319.07	762.89	1.20	1.19				
25	20.72	10.66	10.88	0.51	0.47										

Factor de forma

Para el factor de forma sc , depende mucho de nuestra zapata, como vamos a utilizar una zapata superficial cuadrada, nuestro factor de forma se calcula del a siguiente manera:

$$S_c = 1 + 0.2 \left(\frac{B}{L} \right) \tan^2 \left(45^\circ + \frac{\phi}{2} \right)$$

Ecuación 72: Factor de forma

$$S_c = 1 + 0.2 \left(\frac{1}{1} \right) \tan^2 \left(45^\circ + \frac{32}{2} \right) = 1.65$$

Capacidad de carga admisible

Es la carga que, al aplicarse, no provoca fallos ni daños en la estructura, gracias a la implementación de un factor de seguridad.

$$q_s = \frac{q_u N_{eta}}{F_s}$$

Ecuación 73: Capacidad de carga

q_s : Capacidad de carga admisible

$q_u N_{eta}$: Capacidad de carga última neta

F_s : Factor de seguridad

Reemplazaremos todos los datos, con los obtenidos por medio de los ensayos de laboratorio de geotecnia.

Primero obtenemos nuestro valor de K_s

$$\frac{q_2}{q_1} = \frac{5.14 * 5.65}{0.5 * 18 * 1 * 30.22} = 0.107$$

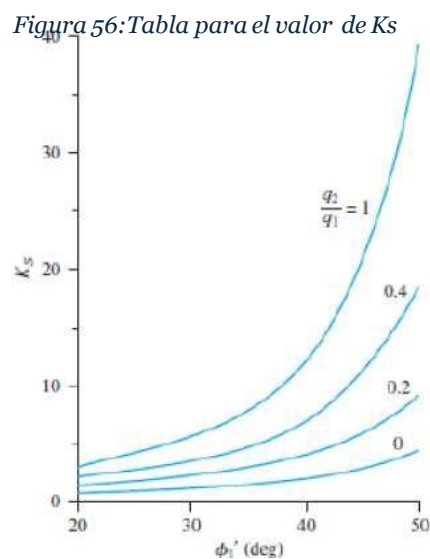
Nuestro valor de N_{γ_1} lo obtenemos de la tabla de factores de capacidad de carga, ya que nuestro Angulo de fricción para el estrato superior, es de 32 , el valor de $N_{\gamma_1} = 30.22$; con respecto al $c_{u,2}$, lo obtenemos de la siguiente forma:

$$c_{u,2} = \frac{q}{2} = \frac{11.3}{2} = 5.65$$

Ecuación 74: Resistencia al corte no drenado

Donde el valor de q, nos lo otorgó el ensayo de laboratorio, y al ser una arcilla blanda de baja plasticidad obtuvimos un valor de 11.3 kPa

Una vez obtenido el valor de la relación entre q₂ y q₁, lo obtenido lo ingresamos en el siguiente grafico para poder obtener nuestro valor de K_s



Ingresando nuestros valores en el gráfico, obtenemos un k_s de 1.2 aproximadamente; con ello reemplazamos en nuestra expresión general para el factor de capacidad de carga.

$$q_u = 5.14 * 5.65 * 1.65 + 17 * 1.0^2 \left(1 + \frac{1}{1}\right) \left(1 + \frac{2 * 1.00}{1.0}\right) \frac{1.2 * \tan(32)}{1} - 17 * 1.45$$

$$= 240.56 \frac{kn}{m^2} = 24.01 \frac{tonf}{m^2}$$

Para la capacidad de carga admisible

$$q_s = \frac{24.01}{2.5} = 9.62 \frac{\text{tonf}}{\text{m}^2}$$

Pre-Dimensionamiento de Cimentación

Para el pre-dimensionamiento, partimos de la capacidad portante del suelo que fue previamente calculada, es decir, la capacidad portante es lo que puede soportar nuestro suelo antes de que falle (aplastamiento, punzonamiento), para nuestra edificación usaremos zapatas superficiales, ya que no contamos con mucha carga.

Empezamos con el esfuerzo simple:

$$\sigma = \frac{P}{A}$$

Ecuación 75: Esfuerzo Simple

De aquí despejamos el área requerida

$$A = \frac{P * 1.05}{\sigma} = \frac{14.09 \text{ tonf} * 1.05}{10.54 \frac{\text{tonf}}{\text{m}^2}} = 1.40 \text{m}^2$$

Del área obtenida, sacamos la raíz cuadrada esto con el fin de obtener una zapata cuadrada y obtener las dimensiones de esta, se multiplica la carga P por un factor de 1.05 para poder considerar el peso propia de la zapata y la sobrecarga que nos otorga el suelo.

$$\sqrt{1.40 \text{m}^2} = 1.18 \text{ m} \cong 1.3 \text{ m}$$

Es decir que tenemos una zapata cuadrada de 1.3x1.3 m

Para evaluar la resistencia al cortante de la cimentación, se analizaron dos modos de falla: cortante por efecto de viga y cortante por punzonamiento. En primer lugar, se

determinó el valor del esfuerzo cortante actuante en la cimentación tipo viga, resultando $V_u=197,53$ kN.

A continuación, se calculó la resistencia de diseño a cortante ϕV_n , que es la suma de la resistencia del concreto (V_c) y la del refuerzo transversal (V_s), multiplicada por el factor de reducción de resistencia ϕ , obteniendo un valor de $\phi V_n=143,13$ kN, al comparar ambos resultados, se observa que la carga cortante actuante supera la capacidad resistente del elemento, lo que indica que el diseño no cumple en este aspecto.

En segundo lugar, se realizó el análisis del cortante por punzonamiento, se calculó el esfuerzo cortante aplicado como el producto de la carga axial y el área tributaria, resultando $V_u=429,25$ kN

Posteriormente, se estimó la resistencia de diseño al punzonamiento ϕV_n en 472,5 kN. Finalmente, se obtuvo la razón $\phi V_n/V_u=1,10$ que acorde a (ACI, 2017) “la resistencia nominal multiplicada por el factor de reducción de resistencia (ϕ) debe ser mayor o igual a la demanda solicitada (U)”, demuestra que la cimentación tiene capacidad suficiente para resistir el punzonamiento.

Para el diseño de la zapata se ha considerado una altura total de 25 cm, la cual permite cumplir con los requisitos estructurales y de capacidad portante establecidos en el análisis. Como refuerzo principal se utilizarán varillas de acero de 14 mm de diámetro, distribuidas de manera uniforme en ambas direcciones, garantizando una adecuada resistencia a los esfuerzos de tracción y control de fisuración. Esta configuración busca optimizar el comportamiento estructural de la zapata, asegurando un desempeño eficiente frente a las cargas transmitidas por la superestructura.

Acero en la Cimentación

Para determinar el acero requerido en la cimentación primero determinaremos la cuantía mínima necesaria con la cual podemos trabajar, para ello nos ayudaremos de la siguiente ecuación (NEC-SE-HM, Estructuras De Hormigón Armado, 2014)

$$\rho_{min} = \max\left(\frac{1.4}{f_y}, 0.0018\right) = 0.0033$$

Ecuación 76

Para el acero requerido también nos basamos en formulas proporcionadas por la (NEC-SE-HM, Estructuras De Hormigón Armado, 2014), con ello obtenemos cuanto es el acero necesario que necesita nuestra cimentación.

$$A_s = \rho_{min} * b * d$$

Ecuación 77

$$A_s = 0.0033 * 24.7 * 130.00 = 10.60 \text{ cm}^2$$

Como usaremos varilla de 14, el área de esta es de 1.54 cm^2 , conociendo cuando es el acero que requerimos para nuestra cimentación y el área de la varilla que estamos utilizando podemos determinar el número de varillas mínimo que necesitamos

$$nvarillas = \frac{A_s}{A_{varilla}}$$

Ecuación 78

$$nvarillas = \frac{10.60}{1.54} = 6.88 \sim 7 \text{ varillas}$$

El cálculo nos refleja que nuestra cimentación debe partir de 7 varillas, estas irán colocadas en forma de parilla pero no solo basta con determinar el número de varillas necesarias también debemos determinar a qué separación debe colocarse cada una, para ello lo determinaremos de la siguiente manera.

$$s = \frac{100 * A_{varilla}}{A_s \over b}$$

Ecuación 79

$$s = \frac{100 * 1.54}{\frac{10.60}{130.00}} = 19,01cm \sim 19 cm$$

Es decir que nuestras varillas estarán colocadas cada una a 19 centímetros, cabe recalcar que esta separación fue determinada a partir de una configuración de 7 varillas de 14, si esta configuración cambia, la separación también lo haría.

Una vez definida la cantidad de varillas y su separación, es fundamental comprobar la capacidad resistente del elemento en corte, momento y punzonamiento, asegurando que el diseño cumpla con los criterios de seguridad estructural, en la verificación de cortante por punzonamiento, la situación nos refleja lo siguiente. La sollicitación obtenida es $V_u=432,00$ kN, mientras que la resistencia de diseño es $\phi V_n=472,5$ kN, esto nos revela que la relación $\phi V_n/V_u=1,09$ este valor lo que nos confirma es que existe una capacidad superior a la demanda, es decir, el elemento cumple de manera satisfactoria con la normativa en punzonamiento. Aunque el margen de seguridad no es muy elevado, se mantiene dentro de un rango aceptable, pero nos falta una comprobación más que es de suma importancia la cual es por momento, con la siguiente ecuación

$$M_n = \phi * A_s * f_y * (d - \frac{a}{2})$$

Ecuación 80

Donde:

Mn: Momento nominal resistente

As: Área de acero de refuerzo longitudinal

Fy: Esfuerzo de fluencia del acero

d: Altura efectiva

a: Altura del bloque de compresión equivalente

Ø: Representa el factor de seguridad, de 0.9

La variable “a” nos representa la profundidad del bloque rectangular que simula la distribución de esfuerzos de compresión en el concreto, se la calcula de la siguiente manera:

$$a = \frac{As * fy}{0.85 * f'c * b}$$

Para el caso de nuestra cimentación el valor de a sería :

$$a = \frac{1060 * 420}{0.85 * 21 * 1300} = 19.19$$

$$Mn = 0.9 * 1060 * 420 * \left(247 - \frac{19.19}{2}\right) = 9512343.54 \text{ Nmm} = 0.95 \frac{\text{tonf}}{\text{m}}$$

Podemos considerar que tenemos un momento óptimo para nuestra configuración de acero, lo cual nos representa que el armado del acero y las varillas escogidas es correcto, esto nos da seguridad al momento del armado del acero ya que no estamos trabajando con lo mínimo

Diseño Hidrosanitario

En esta nueva etapa del proyecto, procedemos al diseño hidrosanitario de la vivienda, el cual contempla de manera integral los sistemas de agua potable, aguas servidas y aguas lluvias, esto es fundamental para garantizar condiciones óptimas de habitabilidad, evitando posibles inconvenientes relacionados con humedad, infiltraciones o insalubridad que pudieran afectar el bienestar de la familia que residirá en el inmueble. Para ello, se ha considerado el cumplimiento estricto de la Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC) y de normativas internacionales complementarias como el Texto Unificado de Legislación Secundaria del Medio Ambiente (TULSMA), asegurando que las soluciones propuestas estén alineadas con los estándares técnicos, ambientales y sanitarios vigentes.

Instalaciones de Agua Potable (AAPP)

El agua potable será suministrada por la red pública de distribución otorgada por la Municipalidad de Guayaquil, el agua será almacenada en un tanque cuyas dimensiones se considerarán acorde a la dotación y cantidad de habitantes que estarán en nuestra vivienda, luego se distribuye por medio de una bomba hidráulica, esta es necesaria para poder distribuir el agua al segundo piso de la vivienda

Tabla 34: Dotación de Agua Potable (NEC 2011)

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
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

Como nuestro proyecto es acerca de una vivienda, entramos en la categoría de bloque de vivienda por lo tanto la dotación que vamos a utilizar es de 250 L/habitante/día y la cantidad de personas que vivirán aquí son 4.

Para el diseño del sistema de agua potable de la vivienda, es indispensable realizar un levantamiento detallado de los dispositivos hidráulicos que serán instalados, tales como lavamanos, duchas, inodoros, fregaderos, lavabos, entre otros, cada uno de estos artefactos tiene requerimientos específicos de caudal y presión, por lo que su identificación y cuantificación permite dimensionar correctamente las tuberías, accesorios y válvulas del sistema. Además, se debe garantizar que la presión mínima en los puntos de consumo cumpla con los valores recomendados por las normativas técnicas, dependiendo del tipo de dispositivo y su ubicación dentro de la edificación.

Tabla 35: Presiones recomendadas (NEC 2011)

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

Una vez conocida la dotación necesaria para nuestra vivienda, y el número de habitantes, vamos a diseñar nuestro tanque de almacenamiento, para ello consideramos que el caudal medio por litro al día es de 1000

Tabla 36: Volumen de Cisterna (autoría propia)

Volumen de la Cisterna		
Provisión (l/Hab/d)	250	asumido
Habitantes	4	asumido
Qmedio (l/d)	1000	
Q medio diario (m ³ /d)	1	
V= Qdiario Tiempo (m ³)	1	
Tiempo de reserva (d)	1	asumido

Conociendo el volumen requerido, y asumiendo un tiempo de reserva de 1 día, esta consideración se hace debido a la poca cantidad de personas que vivirán en nuestra vivienda por lo que con un día sería suficiente como tiempo de reserva.

Tabla 37: Dimensiones de la Cisterna (autoría propia)

Dimensiones de la Cisterna	
Largo (m)	1,25
Ancho (m)	1
Área (m ²)	1,25
Altura de agua (m)	1
Borde libre (m)	0,3
Altura Total (m)	1,3

Con el largo y ancho asumido, debemos buscar una altura que cumpla con el volumen requerido de nuestra cisterna; inicialmente debemos considerar una altura libre de agua de 1 metro y con esta base determinamos la altura requerida, cabe recalcar que se debe dejar un borde libre para poder evitar cualquier tipo de rebose o conflicto en el límite de la cisterna, con ello nuestras dimensiones de cisterna quedarían:

Alto: 1,3 metros

Largo: 1,25 metros

Ancho: 1 metro

El volumen de nuestra cisterna será de $1.625m^3$ considerando los 30 cm de borde libre para tema de aireación y que no rebose el agua.

Diámetro de conexión principal

A partir de la cisterna, nuestra distribución de agua potable pasará por una bomba para poder llevar el agua hasta el segundo piso, para poder obtener el diámetro que requiere esta tubería primaria o principal, debemos considerar la velocidad del flujo recomendada de 0.6 y 2.5 m/s

Tabla 38: Diámetro conexión principal (autoría propia)

Caudal (m^3/s)	Tiempo de Suministro (h)	Velocidad del fluido (m/s)	Área Requerida (m)	Diámetro Requerido (m)	Diámetro Requerido (in)
0.069×10^{-3}	4	1.5	0.046×10^{-3}	7.65×10^{-3}	0.3012
0.012×10^{-3}	24	1.5	0.008×10^{-3}	3.20×10^{-3}	0.1260

Para especificaciones de fabricante de tuberías escogeremos una tubería de ½ pulgada para un tiempo de llenado de cisterna de 4 horas

Dimensionamiento de tuberías de suministro de AAPP

Los diámetros de las tuberías para la red de distribución de agua potable fueron determinados utilizando el método de flujo por gravedad propuesto por Rafael Pérez C, el procedimiento contempla el cálculo de unidades de suministro asignadas a cada punto de consumo, así como las pérdidas de presión ocasionadas por la fricción en las tuberías y por la presencia de accesorios.

El análisis se basó en el tramo de tubería comprendido desde el artefacto sanitario más exigente hasta la cisterna. En este proyecto, se identificó como punto crítico la ducha del dormitorio de en medio ubicado en el segundo piso de la casa, conforme a las recomendaciones del autor, se considera una presión mínima de 2 metros de columna de agua (m.c.a.) para garantizar el correcto funcionamiento de los artefactos sanitarios, y para esta ducha en particular se asignaron 2 unidades de suministro.

Tabla 39: Unidades de Suministro piezas sanitarias (NEC)

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

Tabla 40: Coeficiente de Simultaneidad (NEC)

S	K ₁	S	K ₁	S	K ₁
1	1,00	9	0,35	17	0,25
2	1,00	10	0,33	18	0,24
3	0,71	11	0,32	19	0,24
4	0,58	12	0,30	20	0,23
5	0,50	13	0,29	21	0,22
6	0,45	14	0,28	22	0,22
7	0,40	15	0,27	23	0,21
8	0,38	16	0,26	24	0,21

Tabla 41: Diámetro de tuberías de AAPP (autoría propia)

									3/4"	Q>Qo	0.6-2.5			
					Caudal máximo posible			Caudal máximo probable	Datos Tuberia					
Node	Area	Dispositivo	Cantidad	Qi (l/s)	Qty*qi (l/s)	Factor F	ks	Qo Qmp (l/s)	d	Q(l/s)	V(m/s)	Material	C	hf(m)
1'	Baño 3	Ducha	1	0,20	0,20									
		Inodoro	1	0,10	0,10									
		Lavamano	1	0,10	0,10									
	Total nodo 1'		3		0,40	2,00	0,76	0,30	3/4"	0,32	1,12	PVC	1E-04	0,069
2'	Baño 2	Ducha	1	0,20	0,20									
		Inodoro	1	0,10	0,10									
		Lavamano	1	0,10	0,10									
	Total nodo 2'		3		0,40	2,00	0,76	0,30	3/4"	0,32	1,12	PVC	1E-04	0,069
	Total Node 1'+2'		6		0,80	2,00	0,52	0,41	3/4"	0,44	1,64	PVC	1E-04	0,121
1	Lavanderia y Cocina	Grifo (Lavandería)	1	0,20	0,20									
		Grifo (Cocina)	1	0,20	0,20									
		Refrigeradora	1	0,10	0,10									
	Total nodo 1		3		0,50	2,00	0,76	0,38	3/4"	0,38	1,33	PVC	1E-04	0,093
2	Patio	Grifo (Patio)	1	0,20	0,20									
	Total nodo 2		1		0,20	2,00	1,00	0,20	3/4"	0,25	0,88	PVC	1E-04	0,045
3														
	Total Nodo 1'+2'+1+2		10		1,50	2,00	0,41	0,62	3/4"	0,63	2,21	PVC	1E-04	0,226
4	Baño 1	Inodoro	1	0,10	0,10									
		Lavamano	1	0,10	0,10									
	Total Nodo 4		2		0,20	2,00	1,04	0,21	3/4"	0,25	0,88	PVC	1E-04	0,045
	Total Nodo 3+4		12		1,70	2,00	0,38	0,65	1"	0,76	1,49	PVC	1E-04	0,08
LINEA DE SUCCIÓN								0,65	1"	0,76	1,49	AG	2E-04	0,183

La tabla corresponde a un cálculo de diseño hidráulico para una red de distribución de agua potable, utilizando el método de unidades de suministro con ajuste por caudal máximo probable y caudal máximo posible, está dividida por nodos los mismos que serán presentados en la parte de planos y anexos, que representan puntos de unión de varias tuberías, agrupando áreas como baños, lavandería, cocina y patio

Caudal máximo posible:

Es la suma directa de los caudales unitarios (Qi) de todos los dispositivos si se usaran todos al mismo tiempo. Es una condición teórica máxima que rara vez ocurre en la práctica.

Caudal máximo probable (Qmp):

Ajusta el caudal con un factor de simultaneidad (F) y un coeficiente empírico (ks), refleja una condición más realista del consumo simultáneo, por lo que es el valor que se usa para el diseño de la tubería.

También se toma en consideración que la normativa nos recomienda empezar con un diámetro de tubería de 3/4" y una velocidad mínima $0.6 \text{ a } 2.5 \frac{m}{s}$

Al final de nuestra tabla 33, podemos visualizar que tenemos una línea de succión, esta es la línea que partirá desde nuestra bomba, esta no mantendrá el mismo material que las demás tuberías, PVC, sino que se la considera de acero galvanizado, por lo tanto, el coeficiente de rugosidad es distinto, así como las pérdidas que el mismo ofrece

Línea de Succión

La línea de succión cumple un rol fundamental cuando se utiliza una bomba para extraer agua desde una cisterna, pozo o reservorio hacia un tanque elevado o sistema presurizado, esta tubería conecta directamente la fuente de almacenamiento con la bomba, permitiendo el ingreso del agua por efecto de la presión negativa generada en el impulsor, luego esta presión ira a un tanque presurizado que enviara el agua a presión hacia el segundo piso

Para asegurar un funcionamiento eficiente, la línea de succión debe ser lo más corta, recta y de mayor diámetro posible, minimizando así las pérdidas por fricción y reduciendo el riesgo de cavitación. En el contexto ecuatoriano y según criterios de diseño aceptados en la Norma Ecuatoriana de la Construcción NEC-SE-HS.

En cuanto al material de la línea de succión, se utilizará acero galvanizado, con uniones herméticas que eviten la entrada de aire, ya que las fugas por vacío son difíciles de detectar y afectan directamente la eficiencia del sistema, se debe instalar una válvula de pie (check con rejilla) en el extremo sumergido de la línea, para evitar el retorno del agua al apagarse la bomba y proteger contra la entrada de solidos o residuos.

La tubería de succión debe ser instalada con una pendiente ascendente hacia la bomba, evitando sifones invertidos que puedan atrapar aire, luego desde la bomba se generara una línea que conectará con un tanque presurizado, en sistemas más complejos o con tramos extensos, es recomendable incorporar válvulas de purga manual o automática para expulsar

aire acumulado, en la siguiente tabla calcularemos las pérdidas que nos causa la línea de succión así como la altura que esta se debe colocar con relación a nuestro proyecto.

Tabla 42: Pérdidas línea de Succión (autoría propia)

Q_o (l/s)	0,65	Valor Teórico
Q(l/s)	0,76	Tabla 47
Ø	1"	
v(m/s)	1,49	
hf = hv (m)	0,183	
j m/m	0,183	
Coeficiente C (pipe)	0,00023	
Longitud H (m)	3,4	Plano
Longitud V (m)	1,4	

Una vez determinada la pérdida que nos genera la colocación de la línea de succión, estas pérdidas ocasionadas por el coeficiente de rugosidad de material de la tubería, también se considera a que longitud y altura esta toda esta instalación, esas longitudes la podemos determinar con nuestro plano y la ubicación que tendrá nuestra bomba.

Una vez determinado ello debemos calcular las pérdidas por longitud equivalente (L_e) es un concepto hidráulico que permite cuantificar las pérdidas de carga que generan los accesorios en una línea de conducción, expresándolas en términos de longitud adicional de tubería recta, en nuestro caso de la línea de succión del sistema de agua potable, cada accesorio como codos, válvulas o salidas genera una resistencia al paso del agua, afectando la eficiencia del sistema de bombeo.

En la siguiente tabla se muestra los valores de longitud equivalente para los principales accesorios de 1 1/2", considerando su geometría y coeficientes de pérdida (A, B, C) en función del diámetro interno de 37,5 mm. La suma total de Le (11,18 m) representa la longitud virtual de tubería recta que se añade al cálculo del tramo de succión, y debe considerarse al estimar las pérdidas por fricción en el sistema, afectando la selección de la bomba y la eficiencia del sistema.

Tabla 43: Longitud Equivalente Succión (autoría propia)

Accesorios	Cantidad	A	B	C	d(mm)	Le
Válvula de pie con coladera 1 1/2" Cu	1	6,38	0,40	150,00	37,50	6,50
Codo 90 r.m 1 1/2" AG	4	0,52	0,04	120,00	37,50	3,23
Salida de tubería 1 1/2" AG	1	0,77	0,04	120,00	37,50	1,18
Válvula de compuerta abierta 1 1/2" AG	1	0,17	0,03	120,00	37,50	0,28
						11,18

Línea de Impulsión

La línea de impulsión en un sistema de agua potable es el tramo de tubería que transporta el agua desde la bomba hasta el tanque elevado, tanque de presión o punto de distribución en nuestro caso una cisterna, esta línea opera bajo presión positiva generada por el equipo de bombeo, por lo que su diseño debe considerar criterios hidráulicos rigurosos para garantizar eficiencia energética, durabilidad del sistema y cumplimiento con las condiciones de servicio.

En la tabla proporcionada se incluye el tipo y cantidad de accesorios por tramo, como tees, codos, válvulas, reductores y uniones, cuya influencia hidráulica se representa a través de la longitud equivalente (L_e). Esta longitud expresa, en metros, la pérdida de carga adicional que estos accesorios generan, traducida en una longitud virtual de tubería recta. Es importante indicar que los nodos de cada tramo estarán debidamente identificados en el plano isométrico del sistema, permitiendo así visualizar el recorrido real de la impulsión, la ubicación de los accesorios y las derivaciones en el sistema.

Tabla 44: Longitudes Equivalentes en línea de Impulsión (autoría propia)

	Nodo1'-Nodo2'	Nodo2'-Nodo3'	Nodo3'-Nodo4'	Nodo4'-Nodo5'	Nodo5'-bomba	DCritico-Nodo1'
Q_0 (l/s)	0,30	0,41	0,38	0,20	0,62	0,65
Q (l/s)	0,32	0,44	0,38	0,25	0,63	0,76
ϕ	3/4"	3/4"	3/4"	3/4"	1"	1"
v (m/s)	1,12	1,64	1,33	0,88	2,21	1,49
$h_f = h_v$ (m)	0,069	0,121	0,093	0,045	0,226	0,08
j m/m	0,069	0,121	0,093	0,045	0,226	0,08
Coefficient C (pipe)	0,0001	0,0001	1E-04	0,0001	0,0001	0,0001
Longitud H (m)	16,53	5,06	12,24	7,3	5,32	4,77
Longitud V (m)	0	2,8	0	0	0	1,4
Tee PVC	2	2	3	0	2	1
L_e	0,57	0,57	0,86	0,00	0,57	0,29
Codo PVC	6	6	8	1	2	0
L_e	1,19	1,19	1,59	0,20	0,40	0,00
Codo Cu 1/2"	0	0	0	2	0	0
L_e	0	0	0	0,27	0	0
Reductor Cu 1/2"	0	0	0	1	0	0
L_e	0	0	0	0,06	0	0
valvula de compuerta abierta Cu 1"	0	0	0	1	0	0
L_e	0	0	0	0,13	0	0
Tee paso de lado y tee salida bilateral	0	2	0	0	0	0
L_e	0	2,01	0	0	0	0
L_e Total	1,76	3,78	2,45	0,66	0,97	0,29

Una vez conocida las pérdidas y las longitudes equivalentes que me genera cada accesorio en cada uno de los tramos presentes de nuestra línea de impulsión debemos calcular la altura dinámica de impulsión de cada nodo, ya que esta representara nuestra altura dinámica de impulsión total, la altura dinámica de impulsión es un término usado en hidráulica para describir la energía total que una bomba debe suministrar al fluido para transportarlo desde el punto de succión hasta el punto de descarga

Tabla 45: Altura dinámica de impulsión del nodo 1' al nodo 3 (autoría propia)

	Nodo1'-Nodo3'	Nodo2'-Nodo3'	Nodo1-Nodo3	Nodo2-Nodo3
Longitud Total Impulsión(LT)	18,29	11,64	14,69	7,96
Perdida Total Impulsión (hf)	1,26	1,41	1,37	0,36
Altura Dinámica Impulsión(DIH)	1,33	4,33	1,46	0,40
	1,40	4,40	1,50	0,50

Tabla 46: Altura dinámica de impulsión del nodo 3 al nodo crítico (autoría propia)

	Nodo3-Nodo4	Nodo4-Nodo5	Nodo5-bomba	Crítico-Nodo1'		
Longitud Total Impulsión(LT)	6,29	5,06	5,80	2,20	m	
Perdida Total Impulsión (hf)	1,42	0,40	1,06	0,10	m	
Altura Dinámica Impulsión(DIH)	1,65	0,48	2,64	1,89	14,19	mca
	1,70	0,50	2,70	2,00	14,70	mca

Luego de haber determinado todas las pérdidas y las alturas requeridas de impulsión podemos determinar la potencia de la bomba requerida para poder suministrar agua a nuestra vivienda

Tabla 47: Potencia requerida en bomba (autoría propia)

Altura Dinámica de Succión	4,33
Altura Dinámica Impulsión (DIH)	14,19
Diferencia de Presión	14
Dispositivo critico	10
ADT/HDT	42,52
Factor de seguridad	1,15
HDT	48,89
Peso específico del agua (kg/l)	1
Qo (l/s)	0,65
Eficiencia de la bomba (%)	0,65
Potencia de la bomba (HP)	0,65
	3/4 HP

Instalación de aguas servidas AASS

Para el diseño del sistema de evacuación de aguas servidas en la vivienda, se han aplicado criterios técnicos establecidos en la Norma Ecuatoriana de la Construcción NEC-SE, asegurando un funcionamiento eficiente, higiénico y conforme a la normativa vigente, el sistema está concebido para garantizar una evacuación rápida y continua de las aguas residuales, evitando estancamientos que puedan generar obstrucciones o focos de contaminación. De acuerdo con la NEC, se ha definido una pendiente mínima del 1% para colectores principales y prediales, y del 1.5% para ramales secundarios, permitiendo alcanzar una velocidad de arrastre no menor a 0.7 m/s, necesaria para transportar sólidos en suspensión; se establece que el flujo dentro de los colectores no debe superar el 75% del diámetro del tubo a sección llena, permitiendo la adecuada ventilación del sistema.

Se prohíbe cualquier reducción de diámetro aguas abajo para evitar puntos críticos de obstrucción.

Las cajas de inspección se han dispuesto a una distancia no mayor a 15 metros, tal como lo exige la NEC, para facilitar el mantenimiento y la supervisión del sistema. Cada descarga sanitaria contará con un sifón mínimo de 2" de diámetro, y los diámetros de las tuberías se han definido en base a las unidades de fijación de drenaje (DFU), también contempladas por la NEC, en función del tipo y número de aparatos conectados. Con estos lineamientos, se garantiza un sistema de alcantarillado interno que cumple con los estándares técnicos y sanitarios exigidos en el país.

Figura 57: Unidades de descarga por aparato sanitario (NEC)

Aparato	Diámetro en pulgadas	Unidades de descarga
Bañera o tina	1 1/2 - 2	2 - 3
Bidé	1 1/2	2
Ducha privada	3"	2
Ducha pública	3	4
Fregaderos	1 1/2	2
Inodoro	3 - 4	1 - 3
Inodoro fluxómetro	4	6
Lavaplatos	2	2
Lavadora	2	2
Lavaplatos con triturador	2	3
Fuente de agua potable	1	1-2
Lavamanos	1 1/2 - 2 1/2	1 - 2
Orinal	1 1/2	2
Orinal fluxómetro	3	10
Orinal de pared	2	5
Baño completo	4	3
Baño con fluxómetro	4	6

Para determinar los caudales, velocidades y demás relaciones hidráulicas del sistema, se hizo uso de tablas específicas que contemplan distintos parámetros técnicos, dichas tablas se incluirán en la sección de anexos del diseño hidrosanitario. En cuanto al diseño de la ventilación, se establece que el diámetro de las tuberías correspondientes no debe ser inferior a la mitad del diámetro de la tubería de desagüe a la que sirven, ni menor a 1 1/4 pulgadas (32 mm), cumpliendo así con los requisitos funcionales del sistema.

Al igual que en el diseño de agua potable, debemos determinar las zonas que necesitaran el desagua de aguas sanitarias, y contar cuales son los dispositivos que se presentarán en dicha zona, y con ello se le asigna un DFU (unidad de descarga) a cada uno de los dispositivos para poder calcular la descarga total por zona

Tabla 48: Cajas de Inspección y dispositivos (autoría propia)

Caja de inspección	Zona	Dispositivo	DFU (own)	DFU (sum)
	Baño 3	Ducha	4	
		Inodoro	4	
		Lavamanos	1	
	Lavandería y Cocina	llave (lavandería)	2	
		llave (cocina)	2	
		lavadora	3	
C1			16	16
	Patio	llave	2	
C2			2	2
	Baño 2	Ducha	4	
		Inodoro	3	

		Lavamanos	1	
C3	C2+C1		8	26
	Baño 1	Inodoro	4	
		Lavamanos	1	
C4			5	31
C5			5	31

Luego que obtenemos el DFU por zonas, debemos determinar el caudal requerido para esa zona, para ello nos ayudaremos de la siguiente tabla

Tabla 49: Caudales para fluxómetro (NEC)

Tabla 5.3. Caudales para fluxómetro							
UDO Unidades DFU	Caudal			Unidades	Caudal		
	gal/min	l/min	l/s		gal/min	l/min	l/s
10	27.0	102.0	1.69	500	140.25	531.0	8.85
12	28.8	108.3	1.81	600	154.00	583.2	9.72
14	30.5	114.3	1.91	700	167.24	633.0	10.55
16	31.8	120.4	1.99	800	182.00	690.0	11.50
18	33.4	126.0	2.09	900	194.50	735.0	12.25
20	35.0	132.5	2.19	1000	207.66	796.0	13.10
25	38.0	143.0	2.38	1100	220.34	834.0	13.90
30	41.0	155.2	2.56	1200	235.40	891.0	14.85
35	43.0	165.0	2.74	1300	248.71	950.0	15.83
40	46.5	176.0	2.91	1400	259.50	972.0	16.20
45	49.0	185.5	3.06	1500	268.48	1000.0	17.00
50	51.5	195.0	3.22	1600	280.50	1062.0	17.70
60	55.0	208.2	3.44	1700	293.26	1100.0	18.33
70	58.5	221.4	3.66	1800	304.58	1152.0	19.20
80	62.0	234.7	3.88	1900	315.48	1194.0	19.90
90	64.5	245.3	4.06	2000	323.38	1224.0	20.40
100	67.5	255.0	4.22	2100	336.06	1272.0	21.20

Luego de haber determinado los caudales requeridos por las zonas de influencia, es decir el caudal que recibirán cada una de nuestras cajas de inspección, debemos determinar la longitud que recorrerán estas instalaciones, para ello nos guiaremos de nuestro plano y de la ubicación de cada una de las cajas de inspección, partiremos de un diámetro de 3 pulgadas y se mantendrá una pendiente de 1% esto nos exige la normativa y además el terreno no presenta irregularidades en elevación, por lo tanto es una configuración optima.

Tabla 50: Diámetro y longitud requerida (autoría propia)

Dispositivo	L (m)	O(pulg)	S(%)	n
Ducha				
Inodoro				
Lavamanos				
llave (lavandería)				
llave (cocina)				
lavadora				
	7,5	3	1	0,009
llave				
	4,32	3	1	0,009
Ducha				
Inodoro				
Lavamanos				
	7,06	3	1	0,009
Inodoro				
Lavamanos				
	5,32	4	1	0,009
	4,77	4	1	0,009

Debemos determinar el caudal requerido por el diámetro escogido, este valor lo podemos determinar en las tablas proporcionadas por la NEC, a la vez que determinamos el caudal debemos de observar si cumplimos con los siguientes parámetros:

- Velocidad > 0.6 m/s
- Fuerza tractiva > 0.15 kg/m²
- $Q/Q_0 < 0.75$

Si llega a darse el caso de que no cumplimos alguna de estas 3 opciones debemos optar por un diámetro de tubería mayor, estas consideraciones se toman para evitar obstrucciones o sedimentaciones en la red hidrosanitaria, y que todo funcione en óptimas condiciones.

Tabla 51: Parámetros requeridos (autoría propia)

	>0.6	>0.15	<0.75		
Dispositivo	Qo(l/s)	Vo(m/s)	Ft (kg/m²)	Q/Qo	Desnivel (m)
Ducha					
Inodoro					

Lavamanos					
llave (lavandería)					
llave (cocina)					
lavadora					
	3,61	0,79	0,19	0,55	0,075
llave					
	3,61	0,79	0,19	0,47	0,0432
Ducha					
Inodoro					
Lavamanos					
	3,61	0,79	0,19	0,71	0,0706
Inodoro					
Lavamanos					
	7,78	0,96	0,25	0,35	0,0532
	7,78	0,96	0,25	0,35	0,0477

Instalación de Aguas Lluvia AALL

Para el diseño del sistema de evacuación de aguas lluvias en la edificación, se han considerado criterios técnicos que aseguren un funcionamiento eficiente y continuo bajo las condiciones climáticas de la ciudad de Guayaquil, consideramos dimensionar adecuadamente las bajantes y colectores horizontales, de manera que se garantice la conducción segura del agua pluvial captada desde las cubiertas.

Entre los parámetros fundamentales aplicados, se establece que la pendiente recomendada para los colectores horizontales debe estar entre 1% y 4%, permitiendo una circulación estable del flujo, asimismo, se ha definido que la velocidad mínima del caudal debe

mantenerse entre 0.8 m/s y 1 m/s para asegurar el arrastre de pequeñas partículas en suspensión, evitando sedimentaciones. La fuerza tractiva generada por el flujo en los colectores debe ser igual o superior a 0.15 kg/m², lo cual garantiza la limpieza continua del sistema.

En el caso de las bajantes verticales, el agua solo debe ocupar 1/3 del área total de la tubería, dejando espacio suficiente para la ventilación del conducto. Estas condiciones de diseño permiten dimensionar de forma precisa los elementos del sistema pluvial, asegurando su correcta operación incluso en eventos de lluvia intensa.

La intensidad de lluvia dependerá del sitio de implantación, al ubicarnos en guayaquil será una intensidad de lluvia de 100 mm/h/m², lo que nos permite obtener un caudal unitario de 0.0278 l/s/m²; con este caudal determinamos el diámetro de las bajantes y colectores de aguas a partir de la siguiente tabla.

Tabla 52: Intensidad de lluvia (NEC)

Ø"	Intensidad de la lluvia en mm/h					
	50	75	100	125	150	200
2	130	85	65	50	40	30
2.5	240	160	120	95	80	60
3	400	270	200	160	135	100
4	850	570	425	340	285	210
5	1.570	1.050	800	640	535	400
6	2.450	1.650	1.200	980	835	625
8	5.300	3.500	2.600	2.120	1.760	1.300
C	0.0139	0.0208	0.0278	0.0347	0.0417	0.0556

Optaremos por un diámetro 3 pulgadas para nuestras bajantes de agua lluvia, ahora debemos determinar a qué pendiente que debemos colocar par nuestras tuberías horizontales que recolectaran el agua del techo, cabe recalcar que nuestra cubierta tiene de por sí una pendiente de 15°, y esta va a una sola agua hacia el sector del retiro de nuestra vivienda

Tabla 53: Intensidad de lluvia para tuberías horizontales (NEC)

ϕ	Intensidad de la lluvia en mm/h									
	S = 1.0%					S = 2.0%				
pulg.	50	75	100	125	150	50	75	100	125	150
3	150	100	75	60	50	215	140	105	85	70
4	315	230	170	135	115	400	325	245	195	160
5	620	410	310	245	205	875	580	435	350	290
6	990	660	495	395	330	1.400	935	700	560	465
8	2.100	1.425	1.065	855	705	3.025	2.015	1.510	1.210	1.005
C	0.0139	0.0208	0.0278	0.0347	0.0417	0.0139	0.0208	0.0278	0.0347	0.0417

Para estas tuberías optaremos por un diámetro de 3 pulgadas, ya que se ajusta mejor a nuestro caudal calculado y la intensidad de lluvia de la zona.

El diseño del sistema de aguas lluvias para la vivienda de dos plantas considera una superficie de captación correspondiente a la cubierta exterior con un área total de 85,95 m². Para garantizar el funcionamiento adecuado del sistema, se emplea una tubería de PVC, con un coeficiente de rugosidad de $n = 0.009$ y una pendiente del 2%, superior al mínimo recomendado del 1% para asegurar el flujo por gravedad. Según las tablas hidráulicas de diseño, este tramo de tubería tiene una capacidad máxima (Q_0) de 5.11 L/s, y permite una velocidad de flujo de 1.12 m/s, cumpliendo el criterio mínimo de velocidad para evitar sedimentación ($V_0 > 0.8$ m/s).

La relación entre el caudal de diseño y la capacidad total de la tubería resulta en $Q/Q_0 = 0.47$, valor inferior al límite admisible de 0.70, lo cual indica que el conducto opera con holgura hidráulica suficiente. Finalmente, considerando la longitud del tramo (1.31 m) y la pendiente aplicada, se obtiene una pérdida de carga o desnivel requerido de 0.026 m, valor mínimo que confirma la viabilidad del diseño.

CAPÍTULO 4

ESTUDIO DEL IMPACTO AMBIENTAL

Descripción del proyecto

El presente estudio de impacto ambiental forma parte integral del diseño estructural e hidrosanitario de una vivienda de dos plantas en el sector Guasmo Sur de Guayaquil (véase figura 3), una zona con alta vulnerabilidad sísmica y condiciones geotécnicas adversas. Este proyecto se alinea con los ODS de nuestro proyecto el 9 (industria, innovación e infraestructura) y 11 (ciudades sostenibles), al promover condiciones seguras en el entorno urbano.

La elaboración del Informe de Impacto Ambiental constituye una herramienta fundamental para garantizar construcciones seguras, planificadas y de calidad, alineadas con las condiciones físicas, biológicas y sociales del entorno, esta importancia radica en anticipar los efectos que la obra puede generar en el presente —como la alteración del suelo, el consumo de recursos naturales o los cambios en la dinámica comunitaria— y establecer medidas para prevenir, mitigar o compensar dichos impactos. Al considerar el entorno desde la fase de diseño, se promueve un desarrollo urbano más armónico, resiliente y sostenible; se espera que la edificación no solo conserve su funcionalidad y valor estructural, sino que también contribuya positivamente al bienestar de sus ocupantes y al fortalecimiento del tejido social y económico de la comunidad donde se implanta.

En este análisis se está proponiendo la selección de materiales certificados, reciclaje de escombros, sistema de cubierta liviana para reducir la carga estructural, y un sistema hidrosanitario eficiente para evitar infiltraciones, entre las alternativas evaluadas, se seleccionó la estructura de hormigón armado por su equilibrio entre resistencia estructural y viabilidad ambiental. El enfoque planteado busca minimizar el impacto y contribuir a una urbanización segura, resiliente y sostenible.

Línea base ambiental

La línea base ambiental establece la descripción del área de influencia del proyecto o actividad, con el propósito de evaluar más adelante los posibles impactos que puedan generarse sobre los componentes del entorno natural, dicha área de influencia deberá definirse y justificarse para cada elemento ambiental afectado, considerando los impactos potenciales más relevantes que podrían incidir en ellos. (grn, 2023)

El área de estudio presenta un entorno urbano densamente poblado con marcadas deficiencias en infraestructura, servicios básicos y condiciones ambientales, mediante los ensayos realizados en el laboratorio de geotécnica y construcción se determinó que el terreno posee características geotécnicas vulnerables, con un primer estrato de relleno natural compactado hasta 1,1 metros y un segundo estrato de arcilla saturada con baja capacidad portante (11,3 kPa). El nivel freático alto, ubicado a solo 1,5 metros de profundidad, representa un riesgo para la estabilidad estructural, especialmente durante la temporada de lluvias o ante eventos sísmicos.

En cuanto a la calidad del aire, esta es moderada en condiciones normales debido a la circulación vehicular y actividades comerciales informales presentes en la zona, el entorno carece de cobertura vegetal significativa, por lo que la flora y fauna urbana son limitadas a especies como aves comunes, insectos y pequeños roedores.

Se observa la presencia de vegetación urbana compuesta principalmente por especies introducidas y adaptadas al entorno tropical costero, entre los árboles más representativos se encuentra el mango (*Mangifera indica*), especies ornamentales como la palma areca (*Dypsis lutescens*) y la chamaedorea (*Chamaedorea elegans*), utilizadas en aceras y jardineras por su bajo impacto estructural y su valor estético, acompañadas de gran cantidad de arbustos. Esta vegetación forma parte del entorno inmediato y debe ser considerada en la planificación del proyecto, tanto para su posible conservación como para el diseño de áreas verdes que mantengan el equilibrio ambiental y visual del sector, además de poder observarlos podemos constatar esta información en (Dirección de Ambiente, M.I, 2020)

Considerando las condiciones de acceso a agua de calidad, se puede observar que el sistema de agua potable y alcantarillado está conectado a la red pública, aunque se han reportado fallas en la zona, como reboses y filtraciones en viviendas cercanas; las condiciones actuales de la vivienda son precarias: existe presencia de humedad constante, materiales estructurales deteriorados y un deficiente sistema de drenaje, lo cual afecta negativamente la salud de los ocupantes. La vivienda se encuentra por debajo del nivel de la acera, lo que propicia acumulación de aguas lluvias y servidas, generando un ambiente insalubre que favorece enfermedades respiratorias y problemas de salubridad.

Actividades del proyecto

Las actividades de proyecto se refieren a detallar de manera clara y ordenada todas las fases, acciones y procesos que forman parte de la ejecución de la obra, servicio o actividad que se pretende desarrollar. Su propósito es que los evaluadores y la comunidad comprendan qué se va a hacer, cómo se va a hacer, con qué recursos y en qué tiempos, para luego analizar los impactos ambientales que cada actividad puede generar.

Tabla 54: Actividades del proyecto y su impacto ambiental (autoría propia)

Actividad Constructiva	Impactos Ambientales Asociados	Observaciones / Medidas de Mitigación
Demolición de la vivienda existente	- Generación de escombros- Emisión de polvo- Contaminación acústica (ruido)	Uso de equipos de protección, riego para controlar polvo, retiro planificado de residuos
Excavación y movimiento de tierras	- Alteración de la estructura del suelo- Riesgo de afectación al nivel freático	Control técnico del movimiento de tierras y protección del

		subsuelo con drenajes adecuados
Construcción estructural (hormigón, mampostería, etc.)	- Alta demanda de recursos naturales (cemento, agua, acero)- Generación de residuos	Gestión responsable de materiales, reciclaje parcial, acopio controlado de desechos de obra
Instalación de sistemas hidrosanitarios y eléctricos	- Generación de residuos (retazos, empaques)- Consumo energético- Posibles derrames	Almacenamiento seguro, recolección diferenciada de residuos, cumplimiento de normativas técnicas
Acopio y transporte de materiales	- Aumento del tránsito vehicular- Riesgo de accidentes o derrames- Obstrucción de la vía	Señalización adecuada, horarios de movilización controlados, rutas de transporte definidas

Identificación de impactos ambientales

Para identificar los impactos ambientales derivados del proyecto de diseño estructural e hidrosanitario de una vivienda de dos plantas en el Guasmo Sur, se ha aplicado una combinación de métodos cualitativos y semicuantitativos que permiten evaluar de manera sistemática las posibles afectaciones al entorno en cada fase del proyecto. La metodología principal utilizada es la Matriz de Leopold, adaptada al contexto urbano y doméstico del proyecto, la cual cruza las actividades del proyecto con los factores ambientales susceptibles de ser alterados.

La matriz de Leopold se desarrolló en 1971 en respuesta a las leyes de política ambiental de los Estados Unidos de 1969, la matriz de Leopold establece un sistema para analizar diversas influencias, el análisis no produce resultados cuantitativos, sino un conjunto

de evaluaciones de valor, el objetivo principal es garantizar que la fase de planificación del proyecto se evalúe y se considere correctamente el impacto correcto.

Esta es una manera fácil de reunir y jerarquía el impacto ambiental y centrarse en los esfuerzos para aquellos que son considerados más importantes. (Ponce, 1999)

	Calidad del Aire	Suelo y Geotecnia	Agua Subterránea	Ruido	Flora/Fauna Urbana	Salud Humana	Residuos Sólidos
Demolición de estructura existente	-42	-24	-12	-30	-3	-35	-49
Excavación y movimiento de tierras	-6	-48	-28	-15	-2	-8	-20
Construcción estructural y sanitaria	-15	-35	-8	-24	-2	-18	-36
Transporte y almacenamiento de materiales	-16	-6	-2	-20	-2	-6	-12
Instalación de sistemas hidrosanitarios	-2	-6	-15	-2	0	-3	-3
Etapas de operación (uso habitual)	-1	-2	-2	-1	0	20	-4

Tabla 55: Matriz de Leopold de impacto ambiental (autoría propia)

- Rojo: Impacto ambiental alto (valores iguales o menores a -40)
- Naranja: Impacto ambiental medio (entre -21 y -39)
- Verde: Impacto ambiental bajo (entre -1 y -20)
- Azul claro: Impacto positivo

Valoración de impactos ambientales

La valoración de los impactos ambientales del proyecto se realizó utilizando una combinación de métodos cualitativos y semicuantitativos que permiten jerarquizar los efectos identificados, el principal instrumento aplicado fue la Matriz de Leopold, que evalúa el cruce entre actividades del proyecto y factores ambientales, asignando a cada interacción una magnitud (de -10 a +10) y una importancia (de 1 a 10). Este método fue complementado con una escala de colores para facilitar la interpretación visual: rojo para impactos altos, naranja para medios, verde para bajos y azul para positivos; se empleó una valoración cualitativa basada en criterios de frecuencia, duración, reversibilidad y extensión del impacto, siguiendo lineamientos del Ministerio del Ambiente. Esta valoración permitió clasificar los impactos como significativos, moderados o no significativos, priorizando así las medidas de mitigación más eficaces y realistas, además se realizará una valoración cualitativa del índice de importancia. (Metodología de Evaluación de Impacto Ambiental, 2020)

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

Ecuación 81

$$IA = \pm \sqrt{(Imp + |Mag|)}$$

Ecuación 82

Donde:

Imp= Valor de importancia del impacto ambiental

E= Valor de Extensión y We= Peso de Extensión

D= Valor de Duración y Wd= Peso de Duración

R=Valor de Reversibilidad y Wr= Peso de Reversibilidad

IA= Valor de Impacto Ambiental

Tabla 56: Importancia Impacto ambiental (autoría propia)

Actividad	Componente Ambiental	Magnitud	IA	Clasificación
Demolición de estructura existente	Calidad del Aire	-42	-17,27	Altamente significativo
Demolición de estructura existente	Suelo y Geotecnia	-24	-13,05	Altamente significativo
Demolición de estructura existente	Agua Subterránea	-12	-9,23	Medio significativo
Demolición de estructura existente	Ruido	-30	-14,59	Altamente significativo
Demolición de estructura existente	Salud Humana	-35	-15,76	Altamente significativo
Demolición de estructura existente	Residuos Sólidos	-49	-18,65	Altamente significativo
Excavación y movimiento de tierras	Calidad del Aire	-6	-6,53	Altamente significativo
Excavación y movimiento de tierras	Suelo y Geotecnia	-48	-18,46	Altamente significativo
Excavación y movimiento de tierras	Agua Subterránea	-28	-14,1	Altamente significativo
Excavación y movimiento de tierras	Ruido	-15	-10,32	Altamente significativo

Excavación y movimiento de tierras	Salud Humana	-8	-7,54	Medio significativo
Excavación y movimiento de tierras	Residuos Sólidos	-20	-11,92	Altamente significativo
Construcción estructural y sanitaria	Calidad del Aire	-15	-10,32	Altamente significativo
Construcción estructural y sanitaria	Suelo y Geotecnia	-35	-15,76	Altamente significativo
Construcción estructural y sanitaria	Agua Subterránea	-8	-7,54	Medio significativo
Construcción estructural y sanitaria	Ruido	-24	-13,05	Altamente significativo
Construcción estructural y sanitaria	Salud Humana	-18	-11,3	Altamente significativo
Construcción estructural y sanitaria	Residuos Sólidos	-36	-15,99	Altamente significativo
Transporte y almacenamiento de materiales	Calidad del Aire	-16	-10,66	Altamente significativo
Transporte y almacenamiento de materiales	Suelo y Geotecnia	-6	-6,53	Medio significativo
Transporte y almacenamiento de materiales	Ruido	-20	-11,92	Altamente significativo
Transporte y almacenamiento de materiales	Salud Humana	-6	-6,53	Medio significativo

Instalación de sistemas

hidrosanitarios	Suelo y Geotecnia	-6	-6,53	Medio significativo
-----------------	-------------------	----	-------	---------------------

Instalación de sistemas

hidrosanitarios	Agua Subterránea	-15	-10,32	Altamente significativo
-----------------	------------------	-----	--------	-------------------------

Medidas de prevención/mitigación

En la Tabla 43 identificamos los impactos ambientales más significativos que se van a presentar en nuestro proyecto, especialmente durante las fases de demolición, movimiento de tierras, construcción estructural y transporte de materiales. Estos impactos, clasificados como *altamente significativos*, afectan principalmente a componentes como la calidad del aire, el suelo, el agua subterránea, la salud humana y la generación de residuos sólidos.

Para mitigar estos efectos, se propone la implementación de medidas de control ambiental estrictas, tales como:

- **Riego constante de áreas de trabajo** para minimizar la emisión de polvo durante la demolición y excavación.
- **Uso de maquinaria con mantenimiento adecuado y silenciadores** para reducir niveles de ruido.
- **Plan de manejo de residuos sólidos** que incluya separación, recolección selectiva y disposición final en sitios autorizados.
- **Protección del suelo y agua subterránea** mediante sistemas de drenaje temporal, cobertura de excavaciones y restricción de actividades contaminantes.
- **Monitoreo periódico de la salud del personal y vecinos inmediatos**, con campañas informativas y uso obligatorio de equipos de protección personal.
- **Optimización logística del transporte de materiales**, programando horarios de menor tráfico, rutas seguras y vehículos cubiertos.

Con base en la identificación y valoración de los impactos ambientales generados por el proyecto de diseño estructural e hidrosanitario de una vivienda de dos plantas en el Guasmo Sur, se han propuesto una serie de medidas orientadas a prevenir, minimizar y controlar los efectos negativos sobre el entorno urbano. Estas medidas fueron seleccionadas considerando la viabilidad técnica, económica y operativa, y se estructuran dentro de un plan de manejo ambiental específico para las fases de demolición, construcción y operación.

En la fase de demolición, se propone el control de emisiones de polvo mediante humectación periódica del área, uso de equipos manuales para minimizar vibraciones, y una correcta segregación y disposición de escombros en sitios autorizados; durante la excavación y movimiento de tierras, se plantea la estabilización temporal de taludes, control de escurrimientos y la protección del nivel freático mediante bombeo y aislamiento de zanjas.

En la etapa constructiva, se recomienda el uso de materiales certificados, preferiblemente de origen local para reducir la huella de transporte, así como la instalación de un sistema hidrosanitario eficiente que minimice pérdidas de agua y evite infiltraciones. Para mitigar el impacto del ruido y tránsito, se establecerá un horario de trabajo diurno y señalización temporal para la circulación de vehículos de obra. Los residuos de construcción serán gestionados según su tipo, priorizando el reciclaje de metales, plásticos y madera útil.

Finalmente, el plan de manejo ambiental contempla un monitoreo básico del sitio, la sensibilización de los trabajadores sobre buenas prácticas ambientales y la implementación de un sistema de control y seguimiento de las medidas adoptadas, estas acciones permitirán asegurar una ejecución responsable del proyecto, reduciendo al mínimo su impacto sobre la comunidad y el medio ambiente.

CAPÍTULO 5

PRESUPUESTO

Estructura Desglosada de trabajo

Se presentará un organigrama detallado que reúne todos los entregables correspondientes a este proyecto, incluyendo memorias de cálculo, planos, estudios, cronogramas, presupuestos, análisis de precios unitarios y especificaciones técnicas, todo este material será entregado al cliente de manera organizada, quien tendrá la posibilidad de distribuirlo y utilizarlo según sus necesidades para el control, gestión y ejecución de la obra.

Figura 58: Productos entregables de nuestro proyecto



Especificaciones Técnicas

Oficina Temporal

Descripción: Habitación de una oficina temporal para personal técnico y administrativo, con condiciones mínimas de habitabilidad, mobiliario básico y conexión eléctrica provisional.

Unidad: U

Materiales mínimos: Paneles prefabricados, madera, tornillos, cable eléctrico, tomacorrientes.

Equipo mínimo: Herramienta menor, taladro, nivel.

Mano de obra mínima: Albañil, maestro mayor, ayudante.

Cuantificación: De acuerdo con el número de oficinas requeridas en obra.

Acometida de Agua Potable Provisional

Descripción: Instalación de una conexión temporal al sistema de agua potable para abastecimiento de las necesidades básicas durante la ejecución del proyecto.

Unidad: U

Materiales mínimos: Tubería PVC, válvula de paso, accesorios de conexión, medidor.

Equipo mínimo: Herramientas varias, llave de tubo.

Mano de obra mínima: Plomero, ayudante.

Cuantificación: Una unidad por punto de toma temporal.

Acometida eléctrica Provisional

Descripción: Conexión temporal desde el punto de alimentación eléctrica para dotar de energía a la obra y sus instalaciones provisionales.

Unidad: U

Materiales mínimos: Cable eléctrico, breaker, tablero provisional, tubo PVC.

Equipo mínimo: Taladro, multímetro, herramienta menor.

Mano de obra mínima: Electricista, ayudante.

Cuantificación: Según la cantidad de frentes o instalaciones a alimentar.

Trazado y replanteo de la obra

Descripción: Marcado de ejes y dimensiones en el terreno para iniciar excavaciones y cimentación, conforme a los planos estructurales y arquitectónicos.

Unidad: m^2

Materiales mínimos: Estacas, piola, clavos, pintura de señalización.

Equipo mínimo: Cinta métrica, nivel, teodolito o estación total.

Mano de obra mínima: Topógrafo, maestro mayor, ayudante.

Cuantificación: Superficie total del terreno a intervenir.

Desbroce y limpieza de terreno

Descripción: Trabajo consistente en el desbroce, limpieza y despeje del terreno en el área de implantación del proyecto, mediante la eliminación de vegetación, maleza, arbustos, residuos orgánicos, materiales sueltos y cualquier otro obstáculo superficial que impida la correcta ejecución de las actividades constructivas.

Unidad: m^2

Materiales mínimos: En este caso no aplica.

Equipo mínimo: Herramienta menor

Mano de obra mínima: Peón

Cuantificación: Superficie total del terreno a intervenir.

Excavación

Descripción: Remoción y excavación de suelo natural hasta la profundidad de cimentación,

Unidad: m^3

Materiales mínimos: Ninguno.

Equipo mínimo: Retroexcavadora, herramientas menores, volqueta de 12 m³

Mano de obra mínima: Operador de maquinaria, peón, maestro mayor.

Cuantificación: Volumen total a excavar según planos de cimentación.

Relleno y Compactación

Descripción: Trabajo que consiste en la ejecución de relleno con material seleccionado y su posterior compactación en capas sucesivas, para alcanzar la densidad especificada en planos y normas técnicas

Unidad: m³

Materiales mínimos: cascajo grueso, agua

Equipo mínimo: herramientas menores, compactador mediano manual

Mano de obra mínima: peón, maestro mayor.

Cuantificación: Volumen total a excavar según planos de cimentación.

Acero de Refuerzo para cimentación $F_y=4200 \text{ kg/cm}^2$

Descripción: Suministro, corte, doblado y colocación de acero de refuerzo para zapatas, vigas de cimentación y pedestales, de acuerdo con el diseño estructural.

Unidad: Kg

Materiales mínimos: Varilla de acero corrugado $F_y=4200 \text{ kg/cm}^2$, alambre de amarre.

Equipo mínimo: Cizalla, dobladora de varillas, herramienta menor.

Mano de obra mínima: Armador, peón.

Cuantificación: Peso total de acero indicado en planos estructurales.

Hormigón Premezclado para cimentación $f_c=210 \text{ kg/cm}^2$

Descripción: Suministro y vaciado de hormigón premezclado con resistencia característica $f_c=210 \text{ kg/cm}^2$ para zapatas, vigas y demás elementos de cimentación.

Unidad: m^3

Materiales mínimos: Hormigón premezclado con cemento, áridos, agua y aditivos.

Equipo mínimo: Camión mezclador, vibrador, herramienta menor.

Mano de obra mínima: Albañil, maestro mayor, peón.

Cuantificación: Volumen total de elementos de cimentación según planos

Contrapiso hormigón simple $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$, $e=5 \text{ cm}$

Descripción: Capa de hormigón pobre de 5 cm de espesor colocada sobre el terreno natural compactado como base nivelante para la construcción de elementos estructurales.

Unidad: m^3

Materiales mínimos: Hormigón simple, agua, aditivos si aplica.

Equipo mínimo: Carretilla, vibrador, regla, paleta.

Mano de obra mínima: Peón, albañil, maestro mayor.

Cuantificación: Volumen de acuerdo al área cubierta por el contrapiso y su espesor.

Acero de refuerzo para vigas $f_y=4200 \text{ kg/cm}^2$

Descripción: Colocación de refuerzo de acero de alta resistencia en vigas principales y secundarias, conforme al diseño estructural del proyecto.

Unidad: Kg

Materiales mínimos: Varillas de acero corrugado $F_y=4200 \text{ kg/cm}^2$, alambre de amarre.

Equipo mínimo: Cizalla, dobladora, herramientas menores.

Mano de obra mínima: Armador, ayudante.

Cuantificación: Peso total de acero según planos estructurales de vigas.

Hormigón premezclado para vigas y viguetas $f_c=210 \text{ kg/cm}^2$

Descripción: Vaciado de hormigón estructural de 210 kg/cm^2 para vigas principales, secundarias y viguetas, utilizando encofrado adecuado y vibrado mecánico.

Unidad: m^3

Materiales mínimos: Hormigón premezclado, agua, aditivos si aplica.

Equipo mínimo: Camión mixer, vibrador, herramientas menores.

Mano de obra mínima: Maestro mayor, albañil, peón.

Cuantificación: Volumen según las dimensiones estructurales de vigas y viguetas.

Hormigón premezclado para losa colaborante $f_c=210 \text{ kg/cm}^2$

Descripción: Colado de hormigón estructural sobre lámina metálica tipo metaldeck, con resistencia de 210 kg/cm^2 , formando parte del sistema colaborante.

Unidad: m^3

Materiales mínimos: Hormigón premezclado, aditivos, agua.

Equipo mínimo: Camión mixer, vibrador, herramientas de colocación.

Mano de obra mínima: Peón, albañil, maestro mayor.

Cuantificación: Volumen de losa de acuerdo a planos y espesores definidos.

Malla electrosoldada para losa colaborante 55mm

Descripción: Colocación de malla electrosoldada de $\varnothing 5\text{mm}$ cada 15 cm en ambas direcciones como refuerzo para losa colaborante.

Unidad: m^2

Materiales mínimos: Malla electrosoldada calibre $\varnothing 5\text{mm}$.

Equipo mínimo: Cortadora de malla, alicates, herramientas menores.

Mano de obra mínima: Peón, armador.

Cuantificación: Área de malla requerida de acuerdo al área de losa colaborante.

Acero de refuerzo para columnas $f_y=4200 \text{ kg/cm}^2$

Descripción: Suministro, corte y colocación de acero de refuerzo en columnas estructurales según planos y especificaciones técnicas.

Unidad: Kg

Materiales mínimos: Varilla de acero corrugado $F_y=4200 \text{ kg/cm}^2$, alambre de amarre.

Equipo mínimo: Cizalla, dobladora, herramientas menores.

Mano de obra mínima: Armador, ayudante.

Cuantificación: Cantidad total de acero en columnas según diseño estructural.

Hormigón premezclado para columnas $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$

Descripción: Vertido de hormigón estructural con resistencia de 210 kg/cm^2 en columnas de la edificación.

Unidad: m^3

Materiales mínimos: Hormigón premezclado, agua, aditivos si aplica.

Equipo mínimo: Camión mezclador, vibrador, herramientas menores.

Mano de obra mínima: Albañil, maestro mayor, peón.

Cuantificación: Volumen total de columnas conforme a planos estructurales.

Losa deck $H=12\text{cm}$ $e=0,65 \text{ mm}$

Descripción: Ejecución de losa colaborante conformada por lámina metálica galvanizada tipo deck de $0,65 \text{ mm}$ de espesor, sobre la cual se vaciará concreto estructural $f'_c=210 \text{ kg/cm}^2$ hasta completar 12 cm de espesor total.

Unidad: m^2

Materiales mínimos: Master deck galvanizado $e=0,65\text{mm}$; separador tipo torre 25mm
albrec disensa

Equipo mínimo: Herramienta menor

Mano de obra mínima: albañil, maestro mayor y peón

Cuantificación: Se medirá conforme a las dimensiones y cantidades ejecutadas y aprobadas por la fiscalización.

Limpieza general después de la obra

Descripción: Retiro y disposición final de escombros, restos de materiales y desperdicios generados durante la ejecución de la obra. Incluye barrido, lavado, desinfección de superficies, limpieza de vidrios, carpinterías, pisos, techos y elementos instalados.

Unidad: m^2

Materiales mínimos: En este caso no aplica

Equipo mínimo: Herramienta menor

Mano de obra mínima: Albañil, maestro mayor y peón

Cuantificación: Se medirá conforme al área de la estructura

Colocación de bomba para suministro de agua

Descripción: Instalación de bomba centrífuga o sumergible de acuerdo con las especificaciones del proyecto, incluyendo anclaje, alineación, conexiones hidráulicas y eléctricas, pruebas de funcionamiento y puesta en marcha.

Unidad: U

Materiales mínimos: Bomba 1HP 5MP 110V, Teflón tipo alemán

Equipo mínimo: Herramienta menor

Mano de obra mínima: Peón, plomero, maestro mayor

Cuantificación: Se medirá conforme a las unidades requeridas

Punto de agua PVC roscable 1/2"

Descripción: Suministro e instalación de punto de salida hidráulica con tubería PVC roscable de 1/2", incluyendo accesorios de conexión, codo, tee, abrazaderas y válvula de control.

Unidad: U

Materiales mínimos: Tubería P. Roscable PVC 1/2 pulg, codo PVC 1/2 pulg x 90, teflón tipo alemán

Equipo mínimo: Herramienta menor

Mano de obra mínima: Ayudante de plomero, plomero, maestro mayor

Cuantificación: Se medirá conforme a las unidades requeridas

Punto de agua PVC roscable 3/4"

Descripción: Suministro e instalación de punto de salida hidráulica con tubería PVC roscable de 3/4", incluyendo accesorios de conexión, codo, tee, abrazaderas y válvula de control

Unidad: U

Materiales mínimos: Tubería P. Roscable PVC 3/4 pulg, codo PVC 3/4 pulg x 90, teflón tipo alemán

Equipo mínimo: Herramienta menor

Mano de obra mínima: Ayudante de plomero, plomero, maestro mayor

Cuantificación: Se medirá conforme a las unidades requeridas

Suministro e instalación de tubería PVC roscable 3/4" incluye accesorios

Descripción: Colocación de tubería PVC roscable de 3/4" de diámetro, con todas sus uniones, accesorios, abrazaderas y sellos roscados. Incluye alineación, pruebas hidráulicas de presión y limpieza del sistema antes de su puesta en servicio.

Unidad: U

Materiales mínimos: Tubería PVC 3m pulg, teflón tipo alemán, codo PVC 90 roscable 3m pulg, tee PVC roscable 3/4 pulg, unión PVC roscable 3/4 pulg

Equipo mínimo: Herramienta menor

Mano de obra mínima: Ayudante de plomero, plomero, maestro mayor

Cuantificación: Se medirá conforme a las unidades requeridas

Suministro e instalación de tubería PVC roscable 1 1/2 " incluye accesorios

Descripción: Colocación de tubería PVC roscable de 1 1/2 " de diámetro, con todas sus uniones, accesorios, abrazaderas y sellos roscados. Incluye alineación, pruebas hidráulicas de presión y limpieza del sistema antes de su puesta en servicio.

Unidad: U

Materiales mínimos: Tubería PVC 3m pulg, teflón tipo alemán, codo PVC 90 roscable 3m pulg, tee PVC roscable 1 1/2 pulg, unión PVC roscable 1 1/2 pulg

Equipo mínimo: Herramienta menor

Mano de obra mínima: Ayudante de plomero, plomero, maestro mayor

Cuantificación: Se medirá conforme a las unidades requeridas

Instalación de válvula de compuerta roscable 3/4" Instalación de válvula de compuerta roscable 3/4"

Descripción: Trabajo correspondiente a la provisión e instalación de válvula de compuerta de 3/4" de diámetro nominal, tipo roscable, de hierro fundido o bronce, con volante de operación manual y sello hermético

Unidad: U

Materiales mínimos: Válvula de control D=3/4 pulg roscable, teflón tipo alemán

Equipo mínimo: Herramienta menor

Mano de obra mínima: Ayudante de plomero, plomero, maestro mayor

Cuantificación: Se medirá conforme a las unidades requeridas

Instalación de válvula de compuerta roscable 1" Instalación de válvula de compuerta roscable 1"

Descripción: Trabajo correspondiente a la provisión e instalación de válvula de compuerta de 1" de diámetro nominal, tipo roscable, fabricada en hierro fundido o bronce, con volante de operación manual, diseñada para corte y regulación de caudales en tuberías de agua potable o instalaciones hidráulicas, conforme a planos del proyecto.

Unidad: U

Materiales mínimos: Válvula de control D=1" pulg roscable, teflón tipo alemán

Equipo mínimo: Herramienta menor

Mano de obra mínima: Ayudante de plomero, plomero, maestro mayor

Cuantificación: Se medirá conforme a las unidades requeridas

Cama de arena

Descripción: Colocación de cama de arena limpia y cribada, de espesor uniforme según planos, debidamente nivelada y compactada manualmente, para asiento y protección de tuberías sanitarias o hidráulicas.

Unidad: m^3

Materiales mínimos: Arena fina

Equipo mínimo: Herramienta menor

Mano de obra mínima: Albañil, peón, inspector de obra.

Cuantificación: Se medirá conforme a las dimensiones de la caja

Punto de desagüe de 3" PVC

Descripción: Instalación de salida de desagüe en PVC sanitario de 3" incluyendo unión con la red de tuberías, sellado con accesorios, pruebas de flujo y verificación de pendientes según planos de instalaciones sanitarias.

Unidad: Pto

Materiales mínimos: Tubería PVC 3 pulg x 3mts de desagüe, Codo PVC 3 pulg x 90 grados desagüe, poli pega

Equipo mínimo: Herramienta menor

Mano de obra mínima: ayudante de plomero, plomero, maestro mayor

Cuantificación: Se medirá conforme a los puntos de desagüe que se pondrán en la obra

Punto de desagüe de 4" PVC

Descripción: Instalación de salida de desagüe en PVC sanitario de 4", incluyendo unión con la red de tuberías, sellado con accesorios, pruebas de flujo y verificación de pendientes según planos de instalaciones sanitarias.

Unidad: Pto

Materiales mínimos: Tubería PVC 4 pulg x 3mts de desagüe, Codo PVC 4 pulg x 90 grados desagüe, poli pega

Equipo mínimo: Herramienta menor

Mano de obra mínima: ayudante de plomero, plomero, maestro mayor

Cuantificación: Se medirá conforme a los puntos de desagüe que se pondrán en la obra

Instalación de tubería PVC desagüe 3"

Descripción: Colocación de tubería PVC sanitario de 3", con pendiente adecuada y uniones herméticas con accesorios. Incluye excavación, cama de arena, relleno, compactación y pruebas de hermeticidad y flujo.

Unidad: Ml

Materiales mínimos: Tubería PVC 3 pulg x 3mts de desagüe, codo PVC 3 pulg x 90 grados desagüe, Yee PVC 3 pulg desagüe, Poli pega, Tee PVC 3 pulg desagüe

Equipo mínimo: Herramienta menor

Mano de obra mínima: Ayudante de plomero, plomero, maestro mayor

Cuantificación: Se medirá conforme a los metros de tubería instalada

Instalación de tubería PVC desagüe 4"

Descripción: Colocación de tubería PVC sanitario de 4", con pendiente adecuada y uniones herméticas con accesorios. Incluye excavación, cama de arena, relleno, compactación y pruebas de hermeticidad y flujo.

Unidad: Ml

Materiales mínimos: Tubería PVC 4 pulg x 3mts de desagüe, codo PVC 4 pulg x 90 grados desagüe, Yee PVC 4 pulg desagüe, Poli pega, Tee PVC 4 pulg desagüe

Equipo mínimo: Herramienta menor

Mano de obra mínima: Ayudante de plomero, plomero, maestro mayor

Cuantificación: Se medirá conforme a los metros de tubería instalada

Instalación de rejilla de 2"

Descripción: Colocación de rejilla metálica o plástica de 2", con cuerpo sifónico en PVC, conectado a la red sanitaria. Incluye nivelación con el acabado del piso y pruebas de drenaje.

Unidad: Un

Materiales mínimos: Rejilla de aluminio 2 pulg

Equipo mínimo: Herramienta menor

Mano de obra mínima: Peón, plomero, maestro mayor

Cuantificación: Se medirá conforme a las unidades de rejilla requerida

Caja de registro 50x40x60

Descripción: Construcción de caja de registro sanitaria de dimensiones 50x40x60 cm, en hormigón simple con tapa removible de concreto o metálica. Incluye conexiones de entrada y salida, sellado de juntas y acabado interior liso.

Unidad: U

Materiales mínimos: arena gruesa, cemento, agua, bloque liviano, piedra $\frac{3}{4}$, platina 25x3, cuartón de encofrado 2 pulg, clavos de 2 pulg

Equipo mínimo: Herramienta menor

Mano de obra mínima: albañil, peón, maestro mayor

Cuantificación: Se medirá conforme a las cajas de registro necesarias

Punto de desagüe de 2" PVC

Descripción: Instalación de salida de agua lluvia de 2" en tubería PVC, con los accesorios correspondientes, pruebas de flujo y conexión a la red principal.

Unidad: Pto

Materiales mínimos: Tubería PVC 2 pulg x 3 mts de desagüe, codo PVC 2 pulg x 90 grados desagüe, poli pega

Equipo mínimo: Herramienta menor

Mano de obra mínima: Ayudante de plomero, plomero, maestro mayor.

Cuantificación: Se medirá conforme a los puntos de desagüe de agua lluvia requeridos

Instalación de tubería PVC 2"

Descripción: Colocación de tubería sanitaria PVC de 2" de diámetro, con uniones en frío y accesorios. Incluye excavación, cama de arena, relleno, compactación y pruebas de funcionamiento.

Unidad: Ml

Materiales mínimos: Tubería PVC 2 pulg x 3 mts de desagüe, codo PVC 2 pulg x 90 grados desagüe, poli pega, Yee PVC 2 pulg desagüe, Tee PVC 2 pulg desagüe

Equipo mínimo: Herramienta menor

Mano de obra mínima: Ayudante de plomero, plomero, maestro mayor.

Cuantificación: Se medirá conforme a los puntos de desagüe de agua lluvia requeridos

Sumidero de piso de 3" incluye rejilla

Descripción: Instalación de sumidero sanitario de 3" en PVC, con rejilla metálica o plástica en superficie, conectado a la red de drenaje. Incluye pruebas de drenaje y verificación de pendientes en pisos.

Unidad: U

Materiales mínimos: Tubo PVC e pulg x 3 mts de desagüe, codo PVC 3 pulg x 90 grados desagüe, polipega, Tee PVC 3 pulg desagüe

Equipo mínimo: Herramienta menor

Mano de obra mínima: Ayudante de plomero, plomero, maestro mayor.

Cuantificación: Se medirá conforme a los sumideros requeridos

Estructura de cubierta (correas-contravientos-vientos)

Descripción: Suministro y montaje de estructura metálica para cubierta, compuesta por correas, contravientos y vientos, fabricados en perfiles de acero estructural. Incluye corte, soldadura, pernos, pintura anticorrosiva y montaje en obra conforme a planos estructurales.

Unidad: m^2

Materiales mínimos: Disco de corte, plancha de zinc, clavos, pingos

Equipo mínimo: Herramienta menor, andamios

Mano de obra mínima: Peón, perfilero, maestro soldador, maestro mayor

Cuantificación: Se medirá conforme al área requerida

Columnas metálicas

Descripción: Fabricación y montaje de columnas metálicas de acero estructural, de acuerdo con planos de taller. Incluye soldaduras, pernos de anclaje, pintura anticorrosiva y montaje en obra.

Unidad: Kg

Materiales mínimos: Perfil HSS 150x100x5, disco de corte

Equipo mínimo: herramienta menor, andamios

Mano de obra mínima: Peón, perfilero, maestro soldador, maestro mayor

Cuantificación: Se medirá conforme a las columnas requeridas

Vigas de amarre de cubierta

Descripción: Ejecución de vigas metálicas de amarre para cubierta, según planos estructurales, en perfiles de acero. Incluye cortes, uniones, soldaduras, pernos de fijación, pintura anticorrosiva y montaje en sitio.

Unidad: Kg

Materiales mínimos: Correa G100x50x25x5 , disco de corte, electrodo 1/8 pulg

Equipo mínimo: Herramienta menor y andamios

Mano de obra mínima: Peón, perfilero, maestro soldador, maestro mayor.

Cuantificación: Se medirá conforme a las correas requeridas

Rubros y análisis de precios unitarios

Los rubros corresponden a cada una de las partidas o actividades específicas que conforman la ejecución de una obra, como movimientos de tierra, cimentación, estructura, instalaciones o acabados, cada rubro se desglosa y valora mediante los Análisis de Precios Unitarios (APU), que consisten en el cálculo detallado de los costos de materiales, mano de obra, equipos y herramientas necesarios para ejecutar una unidad de obra. Los APU permiten obtener precios precisos y transparentes para la elaboración del presupuesto total del proyecto; en la sección de Anexos se incluirán todos los rubros con sus respectivos análisis, lo que brindará una visión completa y verificable de los costos de cada actividad.

Los rubros corresponden a las partidas o actividades específicas que conforman la ejecución de una obra, estando principalmente enfocados en la obra gris, es decir, en la parte estructural (cimentación, columnas, losas, muros, etc.) y en las instalaciones hidrosanitarias necesarias para el correcto funcionamiento del proyecto, cada rubro se valora mediante los Análisis de Precios Unitarios (APU), los cuales detallan los costos de materiales, mano de

obra, equipos y herramientas requeridos para ejecutar una unidad de obra. Este análisis permite estimar de forma precisa el presupuesto de la construcción.

Los rubros se van a desglosar en las siguientes categorías:

1. Estructuras temporales
2. Preparación del terreno
3. Subestructura de hormigón armado, cimentación
4. Superestructura de hormigón armado
5. Adicionales de obra
6. Instalaciones sanitarias agua potable
7. Instalaciones sanitarias agua servida
8. Instalaciones sanitarias agua lluvia

Figura 59: Rubros

1	ESTRUCTURAS TEMPORALES	
1.1	OFICINA TEMPORAL	U
1.2	ACOMETIDA DE AGUA POTABLE PROVISIONAL	U
1.3	ACOMETIDA ELECTRICA PROVISIONAL	U
2	PREPARACIÓN DEL TERRENO	
2.1	TRAZADO Y REPLANTEO DE OBRA	M2
2.2	DESBROCE Y LIMPIEZA	M2
3	SUBESTRUCTURA DE HORMIGÓN ARMADO, CIMENTACIÓN	
3.1	EXCAVACIÓN	M3
3.2	RELLENO Y COMPACTACIÓN	M3
3.3	ACERO DE REFUERZO PARA CIMENTACIÓN FY=4200KG/CM2	KG
3.4	HORMIGON PREMEZCLADO PARA CIMENTACIÓN F'C= 210KG/CM2	M3
4	SUPERESTRUCTURA DE HORMIGÓN ARMADO	
4.1	CONTRAPISO DE HORMIGÓN SIMPLE F'C 210 KG/CM2, E=5CM	M3
4.2	ACERO DE REFUERZO PARA VIGAS FY=4200 KG/CM2	KG
4.3	HORMIGÓN PREMEZCLADO PARA VIGAS Y VIGUETAS F'C=210KG/CM2	M3
4.4	HORMIGON PREMEZCLADO PARA LOSA DE PLACA COLABORANTE F'C= 210KG/CM2	M3
4.5	MALLA ELECTROSOLDADA PARA LOSA DE PLACA COLABORANTE e=0,65mm	M2
4.6	ACERO DE REFUERZO PARA COLUMNA, FY=4200 KG/CM2	KG
4.7	HORMIGÓN PREMEZCLADO PARA COLUMNAS F'C=210KG/CM2	M3
4.8	LOSA DECK H=12 CM e=0,65mm	M2
5	ADICIONALES DE OBRA	
5.1	LIMPIEZA GENERAL DESPUÉS DE LA OBRA	M2
6	INSTALACIONES SANITARIAS AGUA POTABLE	
6.1	COLOCACION DE BOMBA PARA SUMINISTRO DE AGUA	U
6.2	PUNTO DE AGUA PVC ROSCABLE 1/2" - AGUA FRIA	U
6.3	PUNTO DE AGUA PVC ROSCABLE 3/4"	U
6.4	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TUBERÍA PVC ROSCABLE 3/4", INCLUYE ACCESORIO	ML
6.5	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TUBERÍA PVC ROSCABLE 1", INCLUYE ACCESORIOS	ML
6.6	INSTALACION DE VALVULAS DE COMPUERTAS ROSCABLES 3/4"	U
6.7	INSTALACION DE VALVULAS DE COMPUERTAS ROSCABLES 1"	U
7	INSTALACIONES SANITARIAS AGUA SERVIDA	
7.1	CAMA DE ARENA	M3
7.2	PUNTO DE DESAGÜE DE 3" PVC	PTO
7.3	PUNTO DE DESAGÜE DE 4" PVC	PTO
7.4	INSTALACION DE TUBERIA PVC DESAGÜE 3"	ML
7.5	INSTALACION DE TUBERIA PVC DESAGÜE 4"	ML
7.6	INSTALACION DE REJILLA DE 2"	U
7.7	CAJA DE REGISTRO 50X40X60	U
8	INSTALACIONES SANITARIAS AGUA LLUVIA	
8.1	PUNTO DE DESAGÜE DE 3" PVC	PTO
8.2	INSTALACION DE TUBERIA PVC 3"	ML
8.3	SUMIDERO DE PISO DE 3" INCLUYE REJILLA	U
8.4	ESTRUCTURA DE CUBIERTA (CORREAS-CONTRALEROS-VIENTOS)	M2
8.5	COLUMNAS METALICAS	KG
8.6	VIGAS DE AMARRE DE CUBIERTA	KG

Cantidades de obra

Las cantidades de obra fueron obtenidas mediante un proceso de cuantificación combinada, utilizando tanto herramientas de software especializado como cálculos manuales, para el acero de refuerzo, se empleó software que permitió determinar con precisión las cantidades según los planos estructurales.

En el caso del hormigón, las cantidades se calcularon mediante el análisis de volúmenes de los elementos estructurales, mientras que para la tubería y otros componentes hidrosanitarios se realizó la cuantificación a partir de longitudes y diámetros especificados en los planos, es importante mencionar que estas cantidades sirven como base para la elaboración del presupuesto proyectado; sin embargo, pueden variar ligeramente durante la ejecución de la obra, debido a ajustes en el diseño, tolerancias constructivas o modificaciones que se presenten en campo. Esta metodología asegura una estimación confiable de los recursos necesarios, facilitando la planificación y control de los costos del proyecto.

El cálculo de cantidades de hormigón se realizó de manera meticulosa, tomando en cuenta todos los elementos estructurales del proyecto, para cada losa, columna, viga se determinaron las dimensiones precisas (largo, ancho y altura), el número de elementos a ejecutar y su disposición en planta y altura, de manera que se pudiera calcular con exactitud el volumen de cada componente.

Se sumaron los volúmenes individuales de todos los elementos para obtener la cantidad total de hormigón requerida, considerando también los refuerzos y posibles pérdidas por desperdicio o cortes. Este procedimiento garantiza que la estimación sea realista y confiable, sirviendo como base sólida para la planificación del suministro de materiales, la programación de la obra y la elaboración del presupuesto proyectado.

Figura 60: Cantidad de obra

1	ESTRUCTURAS TEMPORALES		
1.1	OFICINA TEMPORAL	U	1,00
1.2	ACOMETIDA DE AGUA POTABLE PROVISIONAL	U	1,00
1.3	ACOMETIDA ELECTRICA PROVISIONAL	U	1,00
2	PREPARACIÓN DEL TERRENO		
2.1	TRAZADO Y REPLANTEO DE OBRA	M2	114,84
2.2	DESBROCE Y LIMPIEZA	M2	114,89
3	SUBESTRUCTURA DE HORMIGÓN ARMADO, CIMENTACIÓN		
3.1	EXCAVACIÓN	M3	71,98
3.2	RELLENO Y COMPACTACIÓN	M3	71,98
3.3	ACERO DE REFUERZO PARA CIMENTACIÓN FY=4200KG/CM2	KG	367,23
3.4	HORMIGON PREMEZCLADO PARA CIMENTACIÓN F'C= 210KG/CM2	M3	5,07
4	SUPERESTRUCTURA DE HORMIGÓN ARMADO		
4.1	CONTRAPISO DE HORMIGÓN SIMPLE F'C 210 KG/CM2, E=5CM	M3	5,74
4.2	ACERO DE REFUERZO PARA VIGAS FY=4200 KG/CM2	KG	1719,79
4.3	HORMIGÓN PREMEZCLADO PARA VIGAS Y VIGUETAS F'C=210KG/CM2	M3	11,14
4.4	HORMIGON PREMEZCLADO PARA LOSA DE PLACA COLABORANTE F'C= 210KG/CM2	M3	5,74
4.5	MALLA ELECTROSOLDADA PARA LOSA DE PLACA COLABORANTE e=0,65mm	M2	229,68
4.6	ACERO DE REFUERZO PARA COLUMNA, FY=4200 KG/CM2	KG	2375,52
4.7	HORMIGÓN PREMEZCLADO PARA COLUMNAS F'C=210KG/CM2	M3	4,76
4.8	LOSA DECK H=12 CM e=0,65mm	M2	229,68
5	ADICIONALES DE OBRA		
5.1	LIMPIEZA GENERAL DESPUÉS DE LA OBRA	M2	114,84
6	INSTALACIONES SANITARIAS AGUA POTABLE		
6.1	COLOCACION DE BOMBA PARA SUMINISTRO DE AGUA	U	1
6.2	PUNTO DE AGUA PVC ROSCABLE 1/2" - AGUA FRIA	U	7
6.3	PUNTO DE AGUA PVC ROSCABLE 3/4"	U	1
6.4	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TUBERÍA PVC ROSCABLE 3/4", INCLUYE ACCESORIO	ML	15,9
6.5	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TUBERÍA PVC ROSCABLE 1", INCLUYE ACCESORIOS	ML	4,8
6.6	INSTALACION DE VALVULAS DE COMPUERTAS ROSCABLES 3/4"	U	1
6.7	INSTALACION DE VALVULAS DE COMPUERTAS ROSCABLES 1"	U	1
7	INSTALACIONES SANITARIAS AGUA SERVIDA		
7.1	CAMA DE ARENA	M3	0,94
7.2	PUNTO DE DESAGÜE DE 3" PVC	PTO	3
7.3	PUNTO DE DESAGÜE DE 4" PVC	PTO	1
7.4	INSTALACION DE TUBERIA PVC DESAGÜE 3"	ML	18,88
7.5	INSTALACION DE TUBERIA PVC DESAGÜE 4"	ML	10,09
7.6	INSTALACION DE REJILLA DE 2"	U	2
7.7	CAJA DE REGISTRO 50X40X60	U	5
8	INSTALACIONES SANITARIAS AGUA LLUVIA		
8.1	PUNTO DE DESAGÜE DE 3" PVC	PTO	1
8.2	INSTALACION DE TUBERIA PVC 3"	ML	12
8.3	SUMIDERO DE PISO DE 3" INCLUYE REJILLA	U	1
8.4	ESTRUCTURA DE CUBIERTA (CORREAS-CONTRALEROS-VIENTOS)	M2	71,98
8.5	COLUMNAS METALICAS	KG	32
8.6	VIGAS DE AMARRE DE CUBIERTA	KG	83,76

Costo del proyecto

Figura 61: Costo Total del Proyecto

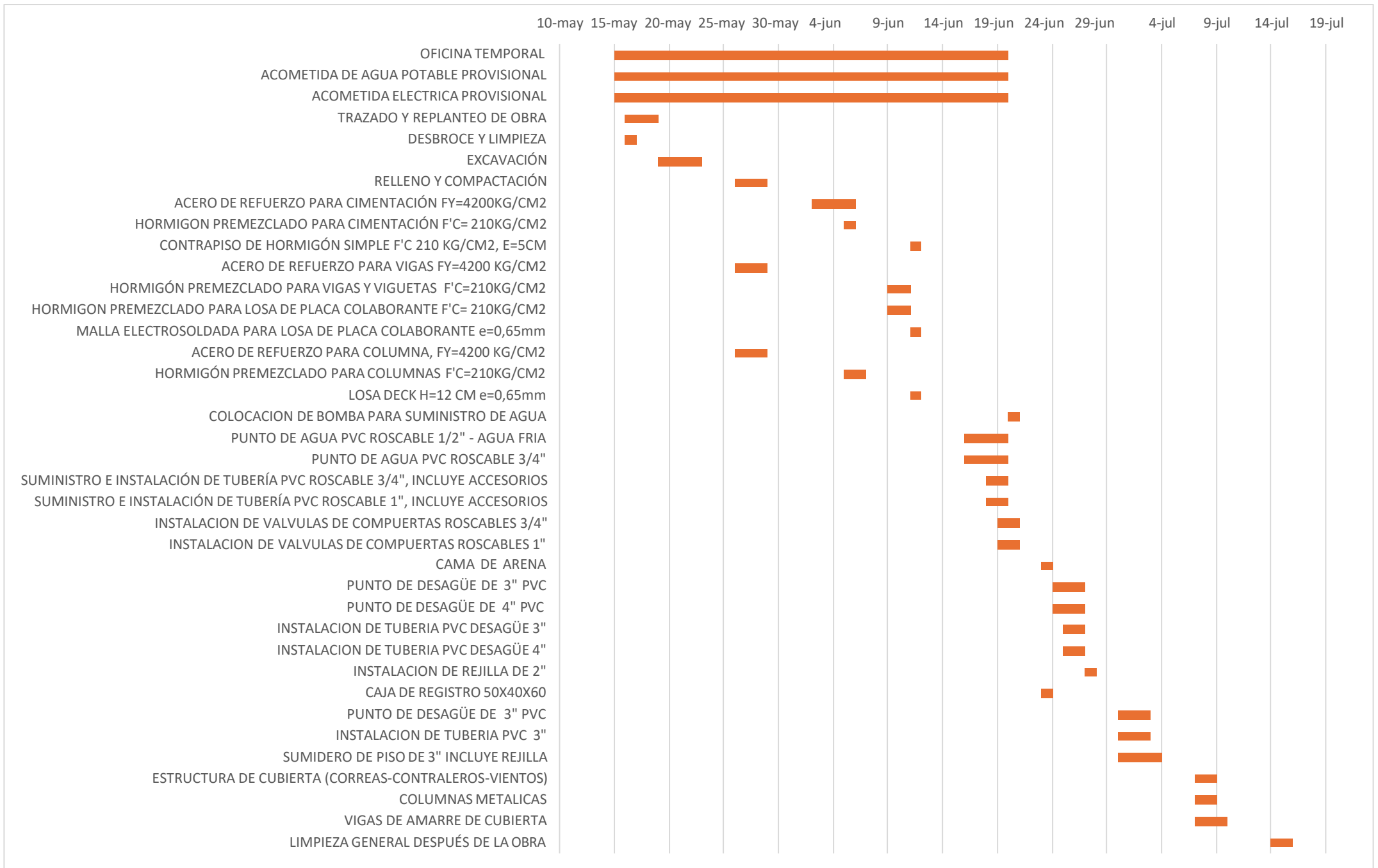
1.1	OFICINA TEMPORAL	U	1,00	\$	130,42	\$	130,42
1.2	ACOMETIDA DE AGUA POTABLE PROVISIONAL	U	1,00	\$	86,80	\$	86,80
1.3	ACOMETIDA ELECTRICA PROVISIONAL	U	1,00	\$	104,49	\$	104,49
2	PREPARACIÓN DEL TERRENO					\$	294,04
2.1	TRAZADO Y REPLANTEO DE OBRA	M2	114,84	\$	1,59	\$	182,60
2.2	DESBROCE Y LIMPIEZA	M2	114,89	\$	0,97	\$	111,44
3	SUBESTRUCTURA DE HORMIGÓN ARMADO, CIMENTACIÓN					\$	4.046,70
3.1	EXCAVACIÓN	M3	71,98	\$	6,08	\$	437,64
3.2	RELLENO Y COMPACTACIÓN	M3	71,98	\$	21,98	\$	1.582,12
3.3	ACERO DE REFUERZO PARA CIMENTACIÓN FY=4200KG/CM2	KG	367,23	\$	1,97	\$	723,44
3.4	HORMIGON PREMEZCLADO PARA CIMENTACIÓN F'C= 210KG/CM2	M3	5,07	\$	257,10	\$	1.303,50
4	SUPERESTRUCTURA DE HORMIGÓN ARMADO					\$	20.168,39
4.1	CONTRAPISO DE HORMIGÓN SIMPLE F'C 210 KG/CM2, E=5CM	M3	5,74	\$	238,60	\$	1.370,04
4.2	ACERO DE REFUERZO PARA VIGAS FY=4200 KG/CM2	KG	1719,79	\$	1,87	\$	3.216,01
4.3	HORMIGÓN PREMEZCLADO PARA VIGAS Y VIGUETAS F'C=210KG/CM2	M3	11,14	\$	258,70	\$	2.881,92
4.4	HORMIGON PREMEZCLADO PARA LOSA DE PLACA COLABORANTE F'C= 210KG/CM	M3	5,74	\$	207,24	\$	1.189,97
4.5	MALLA ELECTROSOLDADA PARA LOSA DE PLACA COLABORANTE e=0,65mm	M2	229,68	\$	4,13	\$	948,58
4.6	ACERO DE REFUERZO PARA COLUMNA, FY=4200 KG/CM2	KG	2375,52	\$	1,87	\$	4.442,22
4.7	HORMIGÓN PREMEZCLADO PARA COLUMNAS F'C=210KG/CM2	M3	4,76	\$	258,70	\$	1.232,06
4.8	LOSA DECK H=12 CM e=0,65mm	M2	229,68	\$	21,28	\$	4.887,59
5	ADICIONALES DE OBRA					\$	214,75
5.1	LIMPIEZA GENERAL DESPUÉS DE LA OBRA	M2	114,84	\$	1,87	\$	214,75
6	INSTALACIONES SANITARIAS AGUA POTABLE					\$	643,83
6.1	COLOCACION DE BOMBA PARA SUMINISTRO DE AGUA	U	1	\$	229,42	\$	229,42
6.2	PUNTO DE AGUA PVC ROSCABLE 1/2" - AGUA FRIA	U	7	\$	23,96	\$	167,70
6.3	PUNTO DE AGUA PVC ROSCABLE 3/4"	U	1	\$	23,94	\$	23,94
6.4	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TUBERÍA PVC ROSCABLE 3/4", INCLUYE ACCESOR	ML	15,9	\$	8,54	\$	135,72
6.5	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TUBERÍA PVC ROSCABLE 1", INCLUYE ACCESORIO	ML	4,8	\$	9,46	\$	45,41
6.6	INSTALACION DE VALVULAS DE COMPUERTAS ROSCABLES 3/4"	U	1	\$	28,21	\$	28,21
6.7	INSTALACION DE VALVULAS DE COMPUERTAS ROSCABLES 1"	U	1	\$	13,43	\$	13,43
7	INSTALACIONES SANITARIAS AGUA SERVIDA					\$	801,21
7.1	CAMA DE ARENA	M3	0,94	\$	5,95	\$	5,59
7.2	PUNTO DE DESAGÜE DE 3" PVC	PTO	3	\$	24,00	\$	72,00
7.3	PUNTO DE DESAGÜE DE 4" PVC	PTO	1	\$	23,94	\$	23,94
7.4	INSTALACION DE TUBERIA PVC DESAGÜE 3"	ML	18,88	\$	13,95	\$	263,39
7.5	INSTALACION DE TUBERIA PVC DESAGÜE 4"	ML	10,09	\$	17,09	\$	172,44
7.6	INSTALACION DE REJILLA DE 2"	U	2	\$	6,38	\$	12,76
7.7	CAJA DE REGISTRO 50X40X60	U	5	\$	50,22	\$	251,09
8	INSTALACIONES SANITARIAS AGUA LLUVIA					\$	4.464,27
8.1	PUNTO DE DESAGÜE DE 3" PVC	PTO	1	\$	24,00	\$	24,00
8.2	INSTALACION DE TUBERIA PVC 3"	ML	12	\$	8,54	\$	102,43
8.3	SUMIDERO DE PISO DE 3" INCLUYE REJILLA	U	1	\$	11,06	\$	11,06
8.4	ESTRUCTURA DE CUBIERTA (CORREAS-CONTRALEROS-VIENTOS)	M2	71,98	\$	7,69	\$	553,24
8.5	COLUMNAS METALICAS	KG	32	\$	38,26	\$	1.224,22
8.6	VIGAS DE AMARRE DE CUBIERTA	KG	83,76	\$	30,44	\$	2.549,32
TOTAL						\$	30.633,19

El costo total del proyecto abarca la ejecución completa de la obra, incluyendo los principales rubros de obra gris, movimiento de tierra e instalaciones hidrosanitarias, así como todos los trabajos complementarios necesarios para garantizar la correcta ejecución de la construcción. Para su determinación se consideraron de manera integral los rendimientos de cada actividad, el equipo y la mano de obra requeridos, los materiales necesarios, las herramientas y consumibles, así como los Análisis de Precios Unitarios (APU) que detallan los costos unitarios de cada partida, cada rubro fue cuantificado cuidadosamente mediante cálculos de volúmenes, longitudes y cantidades de elementos estructurales e instalaciones, garantizando que los costos reflejen fielmente las necesidades del proyecto.

Tras la sumatoria de todos los rubros y análisis, el costo final del proyecto se estableció en \$30,633.19, lo que representa una inversión optimizada considerando la magnitud y características de la obra, este valor, al compararse con el precio promedio por metro cuadrado en Ecuador, se considera competitivo y adecuado, asegurando eficiencia en la utilización de los recursos y una planificación económica responsable. Además, el presupuesto permite al cliente disponer de una referencia clara y confiable para la ejecución, control y eventual ajuste de costos durante la obra, manteniendo la transparencia y facilitando la gestión integral del proyecto.

Cronograma

El cronograma de obra refleja de manera clara la secuencia y duración de las actividades necesarias para la construcción de la vivienda de dos pisos, se inicia con las labores preliminares como oficina temporal, acometidas provisionales y replanteo, que se desarrollan en paralelo durante la primera fase. Posteriormente, se ejecutan las actividades de cimentación, columnas, vigas y losa de hormigón armado, garantizando la estabilidad estructural; a continuación, se incorporan las instalaciones hidrosanitarias y de desagüe, coordinadas con el avance de la obra civil. Finalmente, se contempla el montaje de la estructura metálica de cubierta y las tareas de cierre, concluyendo con la limpieza general.



CAPÍTULO 6

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

El desarrollo del presente proyecto permitió alcanzar el objetivo de diseñar una vivienda de dos pisos bajo criterios técnicos, económicos y normativos, logrando un resultado satisfactorio que equilibra seguridad estructural, funcionalidad y viabilidad económica, durante el proceso, se analizaron las diferentes etapas del diseño estructural, desde la cimentación hasta la cubierta, considerando las dimensiones adecuadas para cada elemento de hormigón armado, tales como columnas, vigas, losas y riostras, lo que permitió consolidar una estructura estable y confiable. Uno de los logros más importantes fue la correcta aplicación de la normativa vigente en materia de construcción, lo cual garantiza que la edificación cumple con los estándares de seguridad sísmica y de cargas, brindando confianza tanto en el proceso constructivo como en el uso posterior de la vivienda.

Otro aspecto fundamental del trabajo fue el análisis de los materiales y volúmenes requeridos para cada partida, lo que permitió dimensionar con precisión los recursos y, por ende, evitar gastos innecesarios, gracias a ello, se pudo optar por un modelo de vivienda de bajo costo, sin sacrificar la calidad ni la seguridad, la eficiencia en el diseño y la optimización de los recursos aseguraron que la obra no sobrepase precios exorbitantes, lo que se traduce en una propuesta accesible para familias que buscan una solución habitacional digna y segura.

En cuanto a las instalaciones hidrosanitarias, se planificó un sistema completo de agua potable, aguas servidas y aguas lluvias, considerando los puntos de suministro, la colocación de tuberías, válvulas y accesorios necesarios, este diseño no solo cumple con las exigencias técnicas y normativas, sino que también asegura la funcionalidad a largo plazo y evita problemas comunes como fugas, humedades o colapsos en el sistema. La integración de la instalación hidrosanitaria en el diseño general de la vivienda reafirma la importancia de

garantizar condiciones de salubridad y confort para los usuarios, sin incrementar significativamente los costos del proyecto.

En síntesis, el proyecto permitió demostrar que es posible desarrollar una vivienda de dos pisos con una estructura sólida, instalaciones completas y un acabado adecuado, optimizando los recursos disponibles y ajustándose a un presupuesto razonable. Se trató de un ejercicio que combinó conocimientos técnicos, normativos y de gestión, lo que generó un producto final integral que puede servir como modelo de referencia para futuras edificaciones de bajo costo en contextos similares.

Recomendaciones

Como resultado del análisis y de la experiencia adquirida, se pueden plantear algunas recomendaciones clave para futuros proyectos.

En primer lugar, es indispensable que todo diseño estructural se realice tomando en consideración la normativa vigente, esto permite evitar errores comunes como el sobredimensionamiento de elementos estructurales, lo cual no solo incrementa innecesariamente los costos, sino que también puede generar dificultades constructivas, un adecuado cumplimiento normativo garantiza que cada sección y cada material cumpla con los requisitos de resistencia y funcionalidad, sin necesidad de excederse en dimensiones que no aportan beneficios reales a la obra.

En segundo lugar, se recomienda que antes de iniciar cualquier construcción se realicen los estudios técnicos correspondientes, tales como el estudio de suelos, que permite conocer la capacidad portante y las características del terreno, esta información es esencial para el correcto diseño de cimentaciones y estructuras, y evita improvisaciones que pueden llevar a fallas o a la necesidad de corregir procesos en plena obra, encareciendo el presupuesto.

Otra recomendación importante es que los proyectos de vivienda de bajo costo deben ser concebidos siempre bajo el principio de optimización de recursos, esto implica no solo

ajustar dimensiones y materiales a lo estrictamente necesario, sino también planificar con detalle la logística de adquisición y transporte de materiales, así como la mano de obra, con el fin de aprovechar cada recurso de manera eficiente.

Finalmente, se sugiere que en todo proyecto se integre desde la fase de diseño un plan hidrosanitario adecuado, ya que esto evita modificaciones posteriores que puedan implicar roturas de elementos estructurales o acabados, un sistema bien planificado desde el inicio garantiza la funcionalidad de la vivienda y la calidad de vida de sus ocupantes.

Referencias

- ACI . (2017). *Guide for the Design and Construction of Externally Bonded FRP Systems for Strengthening Concrete Structures*. Farmington Hills,: 440.2R-17.
- Aranguren. (2015, 28 04). *caminos.upm*. Retrieved from https://www2.caminos.upm.es/departamentos/ict/lcweb/ensayos_aridos/granulometria.html
- British Standards Institution. (1990). *Métodos de prueba de suelos con fines de ingeniería civil. Pruebas de clasificación*.
- Ccallata Jaime, C. G. (2016). *Contenido de humedad de un suelo*. Juliaca: Universidad Andina " Néstros Cáceres Velasques".
- Cristhian Castillo Robles, J. C. (2022, 05 23). *redalyc*. Retrieved from <https://www.redalyc.org/journal/5703/570371887005/html/>
- Diego, A. (2015). *Cargas (No sísmicas)*. Quito: Norma Ecuatoriana de la Construcción.
- Dirección de Ambiente, M.I. (2020). *Memoria de la Biodiversidad del cantón Guayaquil*. Guayaquil: Municipalidad de Guayaquil.
- Durán Daniel, V. J. (2017). *Hábitos, habitat, habitabilidad: anteproyecto para elaboración de módulos de vivienda palafítica aplicada a áreas inundables no consolidadas del sector 11 en la zona “Guasmo Sur” de la ciudad de Guayaquil a partir del entendimiento de las “prácticas vital*. Cuenca: Universidad de Cuenca.
- Garibay, M. T. (2003). *Gravedad específica de los sólidos del suelo*.
- grn. (2023). *GRN – Línea de Base Ambiental*. Santiago.
- ingenieroseasesores. (2022, 12 27). Retrieved from <https://ingenierosasesores.com/actualidad/danos-estructurales-por-humedades/>
- Jica. (2021, 06 01). Retrieved from <https://www.jica.go.jp/Resource/project/english/ecuador/004/news/general/210601.html>
- Jobal, P. (2016, 04 18). *mecanicasuelosabcchile*. Retrieved from <https://www.mecanicasuelosabcchile.com/compresion/>
- Keane, B. F. (2012). *Reparación de Grietas Estructurales por Inyección de Resinas Epóxicas*. Farmington Hills: ACI.
- Lavi, J. W. (2020). *Capacidad de carga- cimentaciones superficiales*. UDH.
- Loja William, G. A. (2019). *Vulnerabilidad sísmica de viviendas populares asentadas en cerros y en el sur de la ciudad de guayaquil*. Guayaquil: Espol.
- Metodología de Evaluación de Impacto Ambiental*. (2020). Retrieved from [caminos.upm: https://www2.caminos.upm.es/Departamentos/matematicas/fdistancia/pie/EIA/mod3/modulo3.htm](https://www2.caminos.upm.es/Departamentos/matematicas/fdistancia/pie/EIA/mod3/modulo3.htm)

- Miguel, T. (2019). *Introducción a las estructuras de hormigón*.
- Moreno, J. (2013, 01 15). *proyectodigs*. Retrieved from <https://proyectodigs.wordpress.com/la-comunidad/guasma-sur/>
- NEC. (2014, 12). *Habitatyvivienda*. Retrieved from <https://www.habitatyvivienda.gob.ec/wp-content/uploads/2023/03/2.-NEC-SE-DS-Peligro-Sismico-parte-1.pdf>
- Nec. (2015). *NEC-HS*. QUITO.
- NEC-SE-HM, Estructuras De Hormigón Armado. (2014, 12). *habitatyvivienda*. Retrieved from <https://www.habitatyvivienda.gob.ec/wp-content/uploads/2023/03/8.-NEC-SE-HM-Hormigon-Armado.pdf>
- Oscar, H. (1978). *Nuevas técnicas de construcción con Bambu*. Bogota: Estudios Tecnicos Colombianos Limitada.
- (2015). *Peligro Sísmico diseño sismo resistente*. Quito: NEC.
- Ponce, D. V. (1999). *La matriz de Leopold para la evaluación del impacto ambiental*. San Diego: San Diego State University.
- Quinde Pablo, R. E. (2016). *Estudio de peligro sísmico de Ecuador y propuesta de espectros de diseño para la Ciudad de Cuenca*. Mexico: Ingeniería de la Universidad Nacional Autónoma de México,.
- Salinas, E. (2023). *Diseño de la estructura metálica de casas para proyecto de vivienda del MIDUVI*. Quito: Escuela Politécnica Nacional.
- Sika Colombia S.A.S. (2017, 02). *Reforzamiento de Estructuras de Concreto*. Retrieved from Silka: <https://col.sika.com/dms/getdocument.get/c5fbb55d-9240-3b09-9eee-edf695806345/Reforzamiento%20Estructuras%202017.pdf>
- Tuk, E. R. (2010). *Técnicas de reforzamiento de estructuras construidas de concreto que presentan deficiencias estructurales*. Cartago: Instituto Tecnológico de Costa Rica.
- (2015). *Viviendas de hasta 2 pisos con luces de hasta 5m* . Quito: NEC.

PLANOS Y ANEXOS

Proyecto:	Diseño estructural e hidrosanitario de una vivienda de dos plantas en el Guasmo, Guayaquil					
ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS						
No. Cap	CAPITULO					RENDIM (H/U)
1	ESTRUCTURAS TEMPORALES					4
ITEM	ACTIVIDAD					UNIDAD
1.1	OFICINA TEMPORAL					U
1. EQUIPOS						
DESCRIPCIÓN		CANTIDAD	TARIFA	COS.HORA	RENDIM	COSTO
HERRAMIENTA MANUAL (5% MANO DE OBRA)						\$ 1,99
Subtotal equipos					\$	1,99
2. MANO DE OBRA						
DESCRIPCIÓN		CANTIDAD	JORNAL/HR	COS.HOR	RENDIM	COSTO
Peón		2	2,75	5,5000	4,0000	\$ 22,00
Maestro mayor en ejecución de obras civiles		0,08	4,53	0,3624	4,0000	\$ 1,45
Carpintero		1	4,09	4,0900	4,0000	\$ 16,36
Subtotal mano de obra					\$	39,81
3. MATERIALES						
MATERIALES		UNIDAD	CANTIDAD	PRE. UNIT.	COSTO	
Cuarton encofrado S-D 5V 2"x3"		u	2	4,2	\$ 8,40	
Tabla de encofrado		u	5	5,38	\$ 26,90	
Clavos 2 1/2"		kg	0,4	1,32	\$ 0,53	
Plancha de zinc		u	1	10	\$ 10,00	
Bisagras de acero inoxidable de 3"		u	1	4,55	\$ 4,55	
Candado		u	1	16,5	\$ 16,50	
Subtotal materiales					\$	66,88
4. TRANSPORTE						
DESCRIPCION		UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
Subtotal transporte					\$	-
			TOTAL COSTO DIRECTOS		\$	108,68
			INDIRECTOS %		20%	21,7360
			UTILIDAD %			0,0000
			COSTO TOTAL DEL RUBRO			130,4150
			VALOR OFERTADO		\$	130,42

Proyecto:		Diseño estructural e hidrosanitario de una vivienda de dos plantas en el Guasmo, Guayaquil				
ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS						
No. Cap	CAPITULO					RENDIM (H/U)
1	ESTRUCTURAS TEMPORALES					2
ITEM	ACTIVIDAD					UNIDAD
1.2	ACOMETIDA DE AGUA POTABLE PROVISIONAL					U
1. EQUIPOS						
DESCRIPCIÓN		CANTIDAD	TARIFA	COS.HORA	RENDIM	COSTO
HERRAMIENTA MANUAL (5% MANO DE OBRA)						\$ 2,32
Subtotal equipos					\$	2,32
2. MANO DE OBRA						
DESCRIPCIÓN		CANTIDAD	JORNAL/HR	COS.HOR	RENDIM	COSTO
Peón		4	2,75	11,0000	2,0000	\$ 22,00
Plomero		1	4,09	4,0900	2,0000	\$ 8,18
Ayudante de plomero		2	4,03	8,0600	2,0000	\$ 16,12
Subtotal mano de obra					\$	46,30
3. MATERIALES						
MATERIALES		UNIDAD	CANTIDAD	PRE. UNIT.	COSTO	
Tee PVC 1/2" roscable		u	3	0,58	\$ 1,74	
Tubería de 1/2 roscable		u	1	5,38	\$ 5,38	
Union PVC 1/2" (roscable)		kg	5	1,32	\$ 6,60	
LLAVE PARA FREJADERO MESON		u	1	10	\$ 10,00	
Subtotal materiales					\$	23,72
4. TRANSPORTE						
DESCRIPCION		UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
Subtotal transporte					\$	-
		TOTAL COSTO DIRECTOS				\$ 72,34
		INDIRECTOS % 20%				14,4670
		UTILIDAD %				0,0000
		COSTO TOTAL DEL RUBRO				86,8020
		VALOR OFERTADO				\$ 86,80

Proyecto:	Diseño estructural e hidrosanitario de una vivienda de dos plantas en el Guasmo, Guayaquil				
ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
No. Cap	CAPITULO				RENDIM (H/U)
1	ESTRUCTURAS TEMPORALES				2
ITEM	ACTIVIDAD				UNIDAD
1.3	ACOMETIDA ELECTRICA PROVISIONAL				U
1. EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COS.HORA	RENDM	COSTO
RRAMIENTA MANUAL (5% MANO DE OBR					\$ 2,17
Equipo para instalacion electrica	1	13,31	13,31	2	\$ 26,62
Herramienta menor (5% M.O)	0,5	0	0	2	\$ -
Herramientas varias	0,5	0,4	0,2	2	\$ 0,40
Subtotal equipos					\$ 27,02
2. MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HR	COS.HOR	RENDIM	COSTO
Peón	2	2,75	5,5000	2,0000	\$ 11,00
Electricista o instalador de revestimiento e	1	4,09	4,0900	2,0000	\$ 8,18
Ayudante de electricista	2	4,03	8,0600	2,0000	\$ 16,12
Técnico electromecánico de construcción	1	4,09	4,0900	2,0000	\$ 8,18
Subtotal mano de obra					\$ 43,48
3. MATERIALES					
MATERIALES	UNIDAD	CANTIDAD	PRE. UNIT.	COSTO	
ACOMETIDA CABLE CU CONCENTRICO 3X8 AWG	ML	2	4,9392	\$ 9,88	
Cable # 12	ml	1	5,38	\$ 5,38	
Cable #1/0 AWG TTU	ml	1	1,32	\$ 1,32	
Subtotal materiales					\$ 16,58
4. TRANSPORTE					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
Subtotal transporte					\$ -
				TOTAL COSTO DIRECTOS \$ 87,08	
				INDIRECTOS % 20% 17,4160	
				UTILIDAD % 0,0000	
				COSTO TOTAL DEL RUBRO 104,4940	
				VALOR OFERTADO \$ 104,49	

Proyecto:	Diseño estructural e hidrosanitario de una vivienda de dos plantas en el Guasmo, Guayaquil				
ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
No. Cap	CAPITULO				RENDIM (H/U)
2	PREPARACIÓN DEL TERRENO				0,03
ITEM	ACTIVIDAD				UNIDAD
2.1	TRAZADO Y REPLANTEO DE OBRA				M2
1. EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN		CANTIDAD	TARIFA	COS.HORA	RENDIM COSTO
Herramienta menor (5% M.O)					\$ 0,02
Teodolito		1	2,5	2,5	0,03 \$ 0,08
Subtotal equipos					\$ 0,09
2. MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN		CANTIDAD	JORNAL/HR	COS.HOR	RENDIM COSTO
Peón		2	2,75	5,5000	0,0300 \$ 0,17
Residente de Obra		1	4,55	4,5500	0,0300 \$ 0,14
Subtotal mano de obra					\$ 0,30
3. MATERIALES					
MATERIALES		UNIDAD	CANTIDAD	PRE. UNIT.	COSTO
Cal viva (saco 25Kg)		saco	0,05	8	\$ 0,40
Cuarton encofrado S-D 5V 2"x3"		u	0,1	4,2	\$ 0,42
Clavos 2 1/2 plg x 10		KG	0,01	1,32	\$ 0,01
Tiras de madera		u	0,2	0,5	\$ 0,10
Subtotal materiales					\$ 0,93
4. TRANSPORTE					
DESCRIPCION		UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
Subtotal transporte					\$ -
TOTAL COSTO DIRECTOS					\$ 1,33
INDIRECTOS %				20%	0,2650
UTILIDAD %					0,0000
COSTO TOTAL DEL RUBRO					1,5900
VALOR OFERTADO					\$ 1,59

Proyecto:	Diseño estructural e hidrosanitario de una vivienda de dos plantas en el Guasmo, Guayaquil				
ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
No. Cap	CAPITULO				RENDIM (H/U)
2	PREPARACIÓN DEL TERRENO				0,28
ITEM	ACTIVIDAD				UNIDAD
2.2	DESBROCE Y LIMPIEZA				M2
1. EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN		CANTIDAD	TARIFA	COS.HORA	RENDIM COSTO
Herramienta menor (5% M.O)					\$ 0,04
Subtotal equipos					\$ 0,04
2. MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN		CANTIDAD	JORNAL/HR	COS.HOR	RENDIM COSTO
Peón		1	2,75	2,7500	0,2800 \$ 0,77
Subtotal mano de obra					\$ 0,77
3. MATERIALES					
MATERIALES		UNIDAD	CANTIDAD	PRE. UNIT.	COSTO
Subtotal materiales					\$ -
4. TRANSPORTE					
DESCRIPCION		UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
Subtotal transporte					\$ -
TOTAL COSTO DIRECTOS				\$	0,81
INDIRECTOS %				20%	0,1620
UTILIDAD %					0,0000
COSTO TOTAL DEL RUBRO					0,9710
VALOR OFERTADO				\$	0,97

Proyecto: Diseño estructural e hidrosanitario de una vivienda de dos plantas en el Guasmo, Guayaquil

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

No. Cap	CAPITULO	RENDIM (H/U)
3	SUBESTRUCTURA DE HORMIGÓN ARMADO, CIMENTACIÓN	0,06
ITEM	ACTIVIDAD	UNIDAD
3.1	EXCAVACION	M3

1. EQUIPOS

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COS.HORA	RENDIM	COSTO
RRAMIENTA MANUAL (5% MANO DE OBR)					\$ 0,07
Volquete de 12 m3	1	40	40	0,06	\$ 2,40
Retroexcavadora 75 HP	1	19	19	0,06	\$ 1,14
Subtotal equipos					\$ 3,61

2. MANO DE OBRA

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HR	COS.HOR	RENDIM	COSTO
Peón	3	2,75	8,2500	0,0600	\$ 0,50
Maestro mayor en ejecución de obras civil	1	4,06	4,0600	0,0600	\$ 0,24
CHOFER: Otros camiones (Estr.Oc.C1)	1	4,34	4,3400	0,0600	\$ 0,26
CHOFER: Volquetas (Estr.Oc.C1)	1	5,98	5,9800	0,0600	\$ 0,36
Subtotal mano de obra					\$ 1,36

3. MATERIALES

MATERIALES	UNIDAD	CANTIDAD	PRE. UNIT.	COSTO
Estacas , pintura, piola,etc	u	2	0,05	\$ 0,10
Subtotal materiales				\$ 0,10

4. TRANSPORTE

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
Subtotal transporte				\$ -

TOTAL COSTO DIRECTOS		\$ 5,07
INDIRECTOS %	20%	1,0130
UTILIDAD %		0,0000
COSTO TOTAL DEL RUBRO		6,0790
VALOR OFERTADO		\$ 6,08

Proyecto:	Diseño estructural e hidrosanitario de una vivienda de dos plantas en el Guasmo, Guayaquil				
ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
No. Cap	CAPITULO				RENDIM (H/U)
3	SUBESTRUCTURA DE HORMIGÓN ARMADO, CIMENTACIÓN				0,6
ITEM	ACTIVIDAD				UNIDAD
3.2	RELLENO Y COMPACTACION				M3
1. EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN		CANTIDAD	TARIFA	COS.HORA	RENDM COSTO
RRAMIENTA MANUAL (5% MANO DE OBR					\$ 0,20
Compactador mediano manual		1	1,75	1,75	0,6 \$ 1,05
Subtotal equipos					\$ 1,25
2. MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN		CANTIDAD	JORNAL/HR	COS.HOR	RENDIM COSTO
Peón		1	2,75	2,7500	0,6000 \$ 1,65
Maestro mayor en ejecución de obras civil		1	4,06	4,0600	0,6000 \$ 2,44
Subtotal mano de obra					\$ 4,09
3. MATERIALES					
MATERIALES		UNIDAD	CANTIDAD	PRE. UNIT.	COSTO
CASCAJO GRUESO		M3	1,25	7,5	\$ 9,38
AGUA		LT	60	0,06	\$ 3,60
Subtotal materiales					\$ 12,98
4. TRANSPORTE					
DESCRIPCION		UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
Subtotal transporte					\$ -
TOTAL COSTO DIRECTOS					\$ 18,32
INDIRECTOS % 20%					3,6630
UTILIDAD %					0,0000
COSTO TOTAL DEL RUBRO					21,9780
VALOR OFERTADO					\$ 21,98

1. EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COS.HORA	RENDM	COSTO
Herramienta menor (5% M.O)	1				\$ 0,02
Subtotal equipos					\$ 0,02
2. MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HR	COS.HOR	RENDIM	COSTO
Ayudante de fierro	0,1	4,03	0,4030	0,0150	\$ 0,01
Fierro	2,2	4,09	8,9980	0,0150	\$ 0,14
Peón	4	2,75	11,0000	0,0150	\$ 0,17
Subtotal mano de obra					\$ 0,31
3. MATERIALES					
MATERIALES	UNIDAD	CANTIDAD	PRE. UNIT.	COSTO	
Alambre de amarre #18	kg	0,02	1,5	\$ 0,03	
Acero de refuerzo F'y= 4200 Kg/cm2	kg	1	1,25	\$ 1,25	
Subtotal materiales					\$ 1,28
4. TRANSPORTE					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
Subtotal transporte					\$ -
TOTAL COSTO DIRECTOS					\$ 1,60
INDIRECTOS %			20%	0,3200	
UTILIDAD %				0,0000	
COSTO TOTAL DEL RUBRO					1,9210
VALOR OFERTADO					\$ 1,92

Proyecto:	Diseño estructural e hidrosanitario de una vivienda de dos plantas en el Guasmo, Guayaquil				
ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
No. Cap	CAPITULO				RENDIM (H/U)
3	SUBESTRUCTURA DE HORMIGÓN ARMADO, CIMENTACIÓN				1,2
ITEM	ACTIVIDAD				UNIDAD
3.4	HORMIGON PREMEZCLADO PARA CIMENTACIÓN F'C= 210KG/CM2				M3
1. EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN		CANTIDAD	TARIFA	COS.HORA	RENDEM COSTO
Herramienta menor (5% M.O)		1			\$ 1,47
Bomba para hormigón		0,08	12,5	1	\$ 1,20
Vibrador		0,36	2,75	0,99	\$ 1,19
Concretera de 1 Saco		1	3,5	1,2	\$ 4,20
Subtotal equipos					\$ 8,06
2. MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN		CANTIDAD	JORNAL/HR	COS.HOR	RENDIM COSTO
Ayudante de carpintero		0,1	4,03	0,4030	\$ 0,48
Carpintero		2,2	4,09	8,9980	\$ 10,80
Peón		4	2,75	11,0000	\$ 13,20
Albañil		1	4,09	4,0900	\$ 4,91
Subtotal mano de obra					\$ 29,39
3. MATERIALES					
MATERIALES		UNIDAD	CANTIDAD	PRE. UNIT.	COSTO
Alambre de amarre #18		kg	0,22	1,5	\$ 0,33
Clavos		kg	0,12	1,6	\$ 0,19
Tabla de encofrado		u	4	5,38	\$ 21,52
Hormigón F'c= 210 kg/cm2		M3	1	154,76	\$ 154,76
Subtotal materiales					\$ 176,80
4. TRANSPORTE					
DESCRIPCION		UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
Subtotal transporte					\$ -
TOTAL COSTO DIRECTOS					\$ 214,25
INDIRECTOS %				20%	42,8500
UTILIDAD %					0,0000
COSTO TOTAL DEL RUBRO					257,1000
VALOR OFERTADO					\$ 257,10

Proyecto:	Diseño estructural e hidrosanitario de una vivienda de dos plantas en el Guasmo, Guayaquil				
ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
No. Cap	CAPITULO				RENDIM (H/U)
4	SUPERESTRUCTURA PRINCIPAL DE HORMIGÓN ARMADO				0,3
ITEM	ACTIVIDAD				UNIDAD
4.1	CONTRAPISO DE HORMIGÓN SIMPLE F'C 210 KG/CM2, E=5CM				M3
1. EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN		CANTIDAD	TARIFA	COS.HORA	RENDM COSTO
Herramienta menor (5% M.O)		3			\$ 0,28
Concretera de 1 Saco		1	3,5	3,5	0,3 \$ 1,05
Subtotal equipos					\$ 1,33
2. MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN		CANTIDAD	JORNAL/HR	COS.HOR	RENDIM COSTO
Peón		2	2,75	5,5000	0,3000 \$ 1,65
Albañil		1	4,09	4,0900	0,3000 \$ 1,23
Carpintero		2,2	4,09	8,9980	0,3000 \$ 2,70
Ayudante de carpintero		0,1	4,03	0,4030	0,3000 \$ 0,12
Subtotal mano de obra					\$ 5,70
3. MATERIALES					
MATERIALES		UNIDAD	CANTIDAD	PRE. UNIT.	COSTO
Alambre de amarre #18		kg	0,22	1,5	\$ 0,33
Hormigón F'c= 210 kg/cm2		M3	1	154,76	\$ 154,76
Tabla de encofrado		u	4	5,38	\$ 21,52
Clavos		kg	0,12	1,6	\$ 0,19
Puntales		u	10	1,5	\$ 15,00
Subtotal materiales					\$ 191,80
4. TRANSPORTE					
DESCRIPCION		UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
Subtotal transporte					\$ -
TOTAL COSTO DIRECTOS					\$ 198,83
INDIRECTOS % 20%					39,7670
UTILIDAD %					0,0000
COSTO TOTAL DEL RUBRO					238,6010
VALOR OFERTADO					\$ 238.60

Proyecto:		Diseño estructural e hidrosanitario de una vivienda de dos plantas en el Guasmo, Guayaquil			
ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
No. Cap	CAPITULO				RENDIM (H/U)
4	SUPERESTRUCTURA PRINCIPAL DE HORMIGÓN ARMADO				0,015
ITEM	ACTIVIDAD				UNIDAD
4.2	ACERO DE REFUERZO PARA VIGAS FY=4200 KG/CM2				KG
1. EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN		CANTIDAD	TARIFA	COS.HORA	RENDM COSTO
Herramienta menor (5% M.O)		3			\$ 0,01
Subtotal equipos					\$ 0,01
2. MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN		CANTIDAD	JORNAL/HR	COS.HOR	RENDIM COSTO
Ayudante de fierro		2	4,03	8,0600	0,0150 \$ 0,12
Fierro		1	4,09	4,0900	0,0150 \$ 0,06
Peón		2	2,75	5,5000	0,0150 \$ 0,08
Subtotal mano de obra					\$ 0,27
3. MATERIALES					
MATERIALES		UNIDAD	CANTIDAD	PRE. UNIT.	COSTO
Alambre de amarre #18		kg	0,02	1,5	\$ 0,03
Acero de refuerzo F'y= 4200 Kg/cm2		kg	1	1,25	\$ 1,25
Subtotal materiales					\$ 1,28
4. TRANSPORTE					
DESCRIPCION		UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
Subtotal transporte					\$ -
TOTAL COSTO DIRECTOS					\$ 1,56
INDIRECTOS % 20%					0,3120
UTILIDAD %					0,0000
COSTO TOTAL DEL RUBRO					1,8700
VALOR OFERTADO					\$ 1,87

Proyecto:		Diseño estructural e hidrosanitario de una vivienda de dos plantas en el Guasmo, Guayaquil			
ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
No. Cap	CAPITULO				RENDIM (H/U)
4	SUPERESTRUCTURA PRINCIPAL DE HORMIGÓN ARMADO				1,2
ITEM	ACTIVIDAD				UNIDAD
4.3	HORMIGÓN PREMEZCLADO PARA VIGAS Y VIGUETAS F'C=210KG/CM2				M3
1. EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN		CANTIDAD	TARIFA	COS.HORA	RENDM COSTO
Herramienta menor (5% M.O)		3			\$ 1,30
Bomba para hormigón		0,08	12,5	1	\$ 1,20
Vibrador		0,36	2,75	0,99	\$ 1,19
Subtotal equipos					\$ 3,69
2. MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN		CANTIDAD	JORNAL/HR	COS.HOR	RENDIM COSTO
Peón		3	2,75	8,2500	\$ 9,90
Albañil		1	4,09	4,0900	\$ 4,91
Carpintero		2,2	4,09	8,9980	\$ 10,80
Ayudante de carpintero		0,1	4,03	0,4030	\$ 0,48
Subtotal mano de obra					\$ 26,09
3. MATERIALES					
MATERIALES		UNIDAD	CANTIDAD	PRE. UNIT.	COSTO
Hormigón F'c= 210 kg/cm2		M3	1	154,76	\$ 154,76
Tabla de encofrado		u	4	5,38	\$ 21,52
Alambre de amarre #18		kg	0,22	1,5	\$ 0,33
Clavos		kg	0,12	1,6	\$ 0,19
Puntales		u	6	1,5	\$ 9,00
Subtotal materiales					\$ 185,80
4. TRANSPORTE					
DESCRIPCION		UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
Subtotal transporte					\$ -
TOTAL COSTO DIRECTOS				\$	215,59
INDIRECTOS %				20%	43,1170
UTILIDAD %					0,0000
COSTO TOTAL DEL RUBRO					258,7020
VALOR OFERTADO				\$	258,70

Proyecto:	Diseño estructural e hidrosanitario de una vivienda de dos plantas en el Guasmo, Guayaquil				
ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
No. Cap	CAPITULO				RENDIM (H/U)
4	SUPERESTRUCTURA PRINCIPAL DE HORMIGÓN ARMADO				1,2
ITEM	ACTIVIDAD				UNIDAD
4.4	ORMIGON PREMEZCLADO PARA LOSA DE PLACA COLABORANTE F'C= 210KG/CM				M3
1. EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN		CANTIDAD	TARIFA	COS.HORA	RENDM COSTO
Herramienta menor (5% M.O)		3			\$ 0,74
Bomba para hormigón		0,08	12,5	1	\$ 1,20
Vibrador		0,36	2,75	0,99	\$ 1,19
Subtotal equipos					\$ 3,13
2. MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN		CANTIDAD	JORNAL/HR	COS.HOR	RENDIM COSTO
Peón		3	2,75	8,2500	1,2000 \$ 9,90
Albañil		1	4,09	4,0900	1,2000 \$ 4,91
Subtotal mano de obra					\$ 14,81
3. MATERIALES					
MATERIALES		UNIDAD	CANTIDAD	PRE. UNIT.	COSTO
Hormigón F'c= 210 kg/cm2		M3	1	154,76	\$ 154,76
Subtotal materiales					\$ 154,76
4. TRANSPORTE					
DESCRIPCION		UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
Subtotal transporte					\$ -
		TOTAL COSTO DIRECTOS			\$ 172,70
		INDIRECTOS % 20%			34,5390
		UTILIDAD %			0,0000
		COSTO TOTAL DEL RUBRO			207,2350
		VALOR OFERTADO			\$ 207,24

Proyecto:	Diseño estructural e hidrosanitario de una vivienda de dos plantas en el Guasmo, Guayaquil				
ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
No. Cap	CAPITULO				RENDIM (H/U)
4	SUPERESTRUCTURA PRINCIPAL DE HORMIGÓN ARMADO				0,06
ITEM	ACTIVIDAD				UNIDAD
4.5	MALLA ELECTROSOLDADA PARA LOSA DE PLACA COLABORANTE 55mm				M2
1. EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN		CANTIDAD	TARIFA	COS.HORA	RENDM COSTO
Herramienta menor (5% M.O)		3			\$ 0,04
Subtotal equipos					\$ 0,04
2. MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN		CANTIDAD	JORNAL/HR	COS.HOR	RENDIM COSTO
Fierrero		2	4,09	8,1800	0,0600 \$ 0,49
Ayudante de fierrero		1	4,03	4,0300	0,0600 \$ 0,24
Peón		1	2,75	2,7500	0,0600 \$ 0,17
Subtotal mano de obra					\$ 0,90
3. MATERIALES					
MATERIALES		UNIDAD	CANTIDAD	PRE. UNIT.	COSTO
Malla electrosoldada R84 (e=4mm, 15x15cm)		m2	1	2,5	\$ 2,50
Subtotal materiales					\$ 2,50
4. TRANSPORTE					
DESCRIPCION		UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
Subtotal transporte					\$ -
TOTAL COSTO DIRECTOS					\$ 3,44
INDIRECTOS % 20%					0,6890
UTILIDAD %					0,0000
COSTO TOTAL DEL RUBRO					4,1320
VALOR OFERTADO					\$ 4,13

Proyecto:	Diseño estructural e hidrosanitario de una vivienda de dos plantas en el Guasmo, Guayaquil					
ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS						
No. Cap	CAPITULO				RENDIM (H/U)	
4	SUPERESTRUCTURA PRINCIPAL DE HORMIGÓN ARMADO				0,015	
ITEM	ACTIVIDAD				UNIDAD	
4.6	ACERO DE REFUERZO PARA COLUMNA, FY=4200 KG/CM2				KG	
1. EQUIPOS						
DESCRIPCIÓN		CANTIDAD	TARIFA	COS.HORA	RENDM	COSTO
Herramienta menor (5% M.O)		3				\$ 0,01
Subtotal equipos						\$ 0,01
2. MANO DE OBRA						
DESCRIPCIÓN		CANTIDAD	JORNAL/HR	COS.HOR	RENDIM	COSTO
Ayudante de fierro		2	4,03	8,0600	0,0150	\$ 0,12
Fierro		1	4,09	4,0900	0,0150	\$ 0,06
Peón		2	2,75	5,5000	0,0150	\$ 0,08
Subtotal mano de obra						\$ 0,27
3. MATERIALES						
MATERIALES		UNIDAD	CANTIDAD	PRE. UNIT.		COSTO
Alambre de amarre #18		kg	0,02	1,5		\$ 0,03
Acero de refuerzo F'y= 4200 Kg/cm2		kg	1	1,25		\$ 1,25
Subtotal materiales						\$ 1,28
4. TRANSPORTE						
DESCRIPCION		UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA		COSTO
Subtotal transporte						\$ -
TOTAL COSTO DIRECTOS						\$ 1,56
INDIRECTOS %				20%		0,3120
UTILIDAD %						0,0000
COSTO TOTAL DEL RUBRO						1,8700
VALOR OFERTADO						\$ 1,87

Proyecto:		Diseño estructural e hidrosanitario de una vivienda de dos plantas en el Guasmo, Guayaquil			
ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
No. Cap	CAPITULO				RENDIM (H/U)
4	SUPERESTRUCTURA PRINCIPAL DE HORMIGÓN ARMADO				1,2
ITEM	ACTIVIDAD				UNIDAD
4.7	HORMIGÓN PREMEZCLADO PARA COLUMNAS F'C=210KG/CM2				M3
1. EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN		CANTIDAD	TARIFA	COS.HORA	RENDIM COSTO
Herramienta menor (5% M.O)		3			\$ 1,30
Bomba para hormigón		0,08	12,5	1	\$ 1,20
Vibrador		0,36	2,75	0,99	\$ 1,19
Subtotal equipos					\$ 3,69
2. MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN		CANTIDAD	JORNAL/HR	COS.HOR	RENDIM COSTO
Peón		3	2,75	8,2500	\$ 9,90
Albañil		1	4,09	4,0900	\$ 4,91
Carpintero		2,2	4,09	8,9980	\$ 10,80
Ayudante de carpintero		0,1	4,03	0,4030	\$ 0,48
Subtotal mano de obra					\$ 26,09
3. MATERIALES					
MATERIALES		UNIDAD	CANTIDAD	PRE. UNIT.	COSTO
Hormigón F'c= 210 kg/cm2		M3	1	154,76	\$ 154,76
Alambre de amarre #18		kg	0,22	1,5	\$ 0,33
Tabla de encofrado		u	4	5,38	\$ 21,52
Clavos		kg	0,12	1,6	\$ 0,19
Puntales		u	6	1,5	\$ 9,00
Subtotal materiales					\$ 185,80
4. TRANSPORTE					
DESCRIPCION		UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
Subtotal transporte					\$ -
TOTAL COSTO DIRECTOS				\$	215,59
INDIRECTOS %				20%	43,1170
UTILIDAD %					0,0000
COSTO TOTAL DEL RUBRO					258,7020
VALOR OFERTADO				\$	258,70

Proyecto:		Diseño estructural e hidrosanitario de una vivienda de dos plantas en el Guasmo, Guayaquil			
ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
No. Cap	CAPITULO				RENDIM (H/U)
4	SUPERESTRUCTURA PRINCIPAL DE HORMIGÓN ARMADO				0,33
ITEM	ACTIVIDAD				UNIDAD
4,8	LOSA DECK H=12CM E=0,65MM				M2
1. EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN		CANTIDAD	TARIFA	COS.HORA	RENDM COSTO
Herramienta menor (5% M.O)		3			\$ 0,21
Subtotal equipos					\$ 0,21
2. MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN		CANTIDAD	JORNAL/HR	COS.HOR	RENDIM COSTO
Albañil		2,31	4,09	9,4479	0,3300 \$ 3,12
Maestro mayor en ejecución de obras civiles		0,33	4,53	1,4949	0,3300 \$ 0,49
Peón		0,66	2,75	1,8150	0,3300 \$ 0,60
Subtotal mano de obra					\$ 4,21
3. MATERIALES					
MATERIALES		UNIDAD	CANTIDAD	PRE. UNIT.	COSTO
MASTER DECK GALVANIZADO E=0,65 MM		M2	1,05	12,11	\$ 12,72
SEPARADOR TIPO TORRE 25MM- ALBREC DISENSA		UNIDAD	4	0,15	\$ 0,60
Subtotal materiales					\$ 13,32
4. TRANSPORTE					
DESCRIPCION		UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
Subtotal transporte					\$ -
TOTAL COSTO DIRECTOS				\$	17,74
INDIRECTOS %				20%	3,5470
UTILIDAD %					0,0000
COSTO TOTAL DEL RUBRO					21,2840
VALOR OFERTADO				\$	21,28

Proyecto:		Diseño estructural e hidrosanitario de una vivienda de dos plantas en el Guasmo, Guayaquil				
ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS						
No. Cap	CAPITULO				RENDIM (H/U)	
2	PREPARACIÓN DEL TERRENO				0,5	
ITEM	ACTIVIDAD				UNIDAD	
5.1	MAMPOSTERIA NO ESTRUCTURAL DE BLOQUE PESADO E=14CM				M2	
1. EQUIPOS						
DESCRIPCIÓN		CANTIDAD	TARIFA	COS.HORA	RENDIM	COSTO
Herramienta manual (5% M.O)						\$ 0,21
Andamios		2	1	2	0,5	\$ 1,00
Subtotal equipos					\$	1,21
2. MANO DE OBRA						
DESCRIPCIÓN		CANTIDAD	JORNAL/HR	COS.HOR	RENDIM	COSTO
Peón		1	2,75	2,7500	0,5000	\$ 1,38
Maestro mayor en ejecución de obras civiles		0,3	4,53	1,3590	0,5000	\$ 0,68
Albañil		1	4,09	4,0900	0,5000	\$ 2,05
Subtotal mano de obra					\$	4,10
3. MATERIALES						
MATERIALES		UNIDAD	CANTIDAD	PRE. UNIT.	COSTO	
Bloque 15x20x40cm		u	13	0,35	\$ 4,55	
Cemento		kg	0,12	7,68	\$ 0,92	
Arena fina		m3	0,03	13,5	\$ 0,41	
AGUA		M3	0,01	0,85	\$ 0,01	
Subtotal materiales					\$	5,89
4. TRANSPORTE						
DESCRIPCION		UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
Subtotal transporte					\$	-
TOTAL COSTO DIRECTOS					\$	11,19
INDIRECTOS %					20%	2,2380
UTILIDAD %						0,0000
COSTO TOTAL DEL RUBRO						13,4290
VALOR OFERTADO					\$	13,43

Proyecto:	Diseño estructural e hidrosanitario de una vivienda de dos plantas en el Guasmo, Guayaquil				
ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
No. Cap	CAPITULO				RENDIM (H/U)
4	MAMPOSTERIA				0,4
ITEM	ACTIVIDAD				UNIDAD
5.2	ENLUCIDO INTERIOR				M2
1. EQUIPOS					
	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COS.HORA	RENDIM COSTO
	Herramienta manual (5% M.O)				\$ 0,15
	Andamios	2	1	2	0,4 \$ 0,80
Subtotal equipos					\$ 0,95
2. MANO DE OBRA					
	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HR	COS.HOR	RENDIM COSTO
	Peón	1	2,75	2,7500	0,4000 \$ 1,10
	Maestro mayor en ejecución de obras civiles	0,1	4,53	0,4530	0,4000 \$ 0,18
	Albañil	1	4,09	4,0900	0,4000 \$ 1,64
Subtotal mano de obra					\$ 2,92
3. MATERIALES					
	MATERIALES	UNIDAD	CANTIDAD	PRE. UNIT.	COSTO
	Cemento	kg	3,9	0,19	\$ 0,74
	Arena fina	m3	0,018	18	\$ 0,32
	Agua potable	lt	30	0,001	\$ 0,03
Subtotal materiales					\$ 1,10
4. TRANSPORTE					
	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
Subtotal transporte					\$ -
TOTAL COSTO DIRECTOS					\$ 4,96
INDIRECTOS % 20%					0,9920
UTILIDAD %					0,0000
COSTO TOTAL DEL RUBRO					5,9500
VALOR OFERTADO					\$ 5,95

Proyecto: Diseño estructural e hidrosanitario de una vivienda de dos plantas en el Guasmo, Guayaquil

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

No. Cap	CAPITULO	RENDIM (H/U)
4	MAMPOSTERIA	0,4
ITEM	ACTIVIDAD	UNIDAD
5.3	ENLUCIDO EXTERIOR	M2

1. EQUIPOS

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COS.HORA	RENDM	COSTO
Herramienta manual (5% M.O)					\$ 0,15
Andamios	2	1	2	0,4	\$ 0,80
Subtotal equipos					\$ 0,95

2. MANO DE OBRA

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HOR.	COS.HOR.	RENDIM	COSTO
Peón	1	2,75	2,7500	0,4000	\$ 1,10
Mañestro mayor en ejecución de obras civiles	0,1	4,53	0,4530	0,4000	\$ 0,18
Albañil	1	4,09	4,0900	0,4000	\$ 1,64
Subtotal mano de obra					\$ 2,92

3. MATERIALES

[illegible]

4. TRANSPORTE

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
Subtotal transporte				\$ -

TOTAL COSTO DIRECTOS		\$ 4.96
INDIRECTOS %	20%	0.9920
UTILIDAD %		0.0000
COSTO TOTAL DEL RUBRO		5.9500
VALOR OFERTADO		\$ 5.95

Proyecto:	Diseño estructural e hidrosanitario de una vivienda de dos plantas en el Guasmo, Guayaquil				
ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
No. Cap	CAPITULO				RENDIM (H/U)
4	MAMPOSTERIA				0,4
ITEM	ACTIVIDAD				UNIDAD
6.1	EMPASTE Y PINTURA INTERIOR				M2
1. EQUIPOS					
	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COS.HORA	RENDIM COSTO
	Herramienta menor (5% M.O)	1	0	0	0,4 \$ -
	Andamios	1	1	1	0,4 \$ 0,40
Subtotal equipos					\$ 0,40
2. MANO DE OBRA					
	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HR	COS.HOR	RENDIM COSTO
	Albañil	1	4,09	4,0900	0,4000 \$ 1,64
	Pintor	1	4,09	4,0900	0,4000 \$ 1,64
	Peón	1	2,75	2,7500	0,4000 \$ 1,10
Subtotal mano de obra					\$ 4,37
3. MATERIALES					
	MATERIALES	UNIDAD	CANTIDAD	PRE. UNIT.	COSTO
	Resina	Gl	0,07	12,35	\$ 0,87
	Agua	m3	0,03	1	\$ 0,03
	Lija según especificaciones	u	0,2	1,12	\$ 0,22
	Pintura al caucho S/ML	galon	0,04	18,05	\$ 0,72
	Empaste	kg	0,07	0,7397	\$ 0,05
Subtotal materiales					\$ 1,89
4. TRANSPORTE					
	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
Subtotal transporte					\$ -
	TOTAL COSTO DIRECTOS				\$ 6,67
	INDIRECTOS % 20%				1,3330
	UTILIDAD %				0,0000
	COSTO TOTAL DEL RUBRO				7,9980
	VALOR OFERTADO				\$ 8,00

Proyecto: Diseño estructural e hidrosanitario de una vivienda de dos plantas en el Guasmo, Guayaquil

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

No. Cap	CAPITULO	RENDIM (H/U)
4	MAMPOSTERIA	0,4
ITEM	ACTIVIDAD	UNIDAD
6.2	EMPASTE Y PINTURA EXTERIOR	M2

1. EQUIPOS

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COS.HORA	RENDIM	COSTO
Herramienta menor (5% M.O)	1	0	0	0,4	\$ -
Andamios	1	1	1	0,4	\$ 0,40
Subtotal equipos					\$ 0,40

2. MANO DE OBRA

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HR	COS.HOR	RENDIM	COSTO
Albañil	1	4,09	4,0900	0,4000	\$ 1,64
Pintor	1	4,09	4,0900	0,4000	\$ 1,64
Peón	1	2,75	2,7500	0,4000	\$ 1,10
Subtotal mano de obra					\$ 4,37

3. MATERIALES

MATERIALES	UNIDAD	CANTIDAD	PRE. UNIT.	COSTO
Resina	Gl	0,07	12,35	\$ 0,87
Água	m3	0,03	1	\$ 0,03
Lija según especificaciones	u	0,2	1,12	\$ 0,22
Pintura al caucho S/MIL	galon	0,04	18,05	\$ 0,72
Empaste	kg	0,07	0,7397	\$ 0,05
Subtotal materiales				\$ 1,89

4. TRANSPORTE

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
Subtotal transporte				\$ -

TOTAL COSTO DIRECTOS	\$ 6,67
INDIRECTOS %	20%
UTILIDAD %	0,0000
COSTO TOTAL DEL RUBRO	7,9980
VALOR OFERTADO	\$ 8,00

Proyecto: Diseño estructural e hidrosanitario de una vivienda de dos plantas en el Guasmo, Guayaquil

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

No. Cap	CAPITULO	RENDIM (H/U)
5	ADICIONALES DE OBRA	0,32
ITEM	ACTIVIDAD	UNIDAD
5.1	LIMPIEZA GENERAL DESPUES DE LA OBRA	M2

1. EQUIPOS

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COS.HORA	RENDIM	COSTO
Herramienta menor (5% M.O)	1	0	0	0,32	\$ 0,03

Subtotal equipos \$ 0,03

2. MANO DE OBRA

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HR	COS.HOR	RENDIM	COSTO
Albañil	0,03	4,09	0,1227	0,3200	\$ 0,04
laestro mayor en ejecución de obras civiles	0,03	4,53	0,1359	0,3200	\$ 0,04
Peón	0,64	2,75	1,7600	0,3200	\$ 0,56

Subtotal mano de obra \$ 0,65

3. MATERIALES

MATERIALES	UNIDAD	CANTIDAD	PRE. UNIT.	COSTO

Subtotal materiales \$ -

4. TRANSPORTE

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO

Subtotal transporte \$ -

TOTAL COSTO DIRECTOS	\$ 0,68
INDIRECTOS %	20%
UTILIDAD %	0,0000
COSTO TOTAL DEL RUBRO	0,8120
VALOR OFERTADO	\$ 0,81

Proyecto:		Diseño estructural e hidrosanitario de una vivienda de dos plantas en el Guasmo, Guayaquil				
ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS						
No. Cap	CAPITULO					RENDIM (H/U)
6	INSTALACIONES SANITARIAS AGUA POTABLE					0,4
ITEM	ACTIVIDAD					UNIDAD
6,1	COLOCACIÓN DE BOMBA PARA SUMINISTRO DE AGUA					U
1. EQUIPOS						
DESCRIPCIÓN		CANTIDAD	TARIFA	COS.HORA	RENDIM	COSTO
Herramienta menor (5% M.O)						\$ 0,17
Subtotal equipos					\$	0,17
2. MANO DE OBRA						
DESCRIPCIÓN		CANTIDAD	JORNAL/HR	COS.HOR	RENDIM	COSTO
Peón		1	3,62	3,6200	0,4000	\$ 1,45
Plomero		1	4,66	4,6600	0,4000	\$ 1,86
Maestro mayor		0,1	4,06	0,4060	0,4000	\$ 0,16
Subtotal mano de obra					\$	3,47
3. MATERIALES						
MATERIALES			UNIDAD	CANTIDAD	PRE. UNIT.	COSTO
BOMBA 1HP 5MP 110V LX			UNIDAD	1	187,5	\$ 187,50
TEFLON TIPLO ALEMAN			ROLLO	0,15	0,25	\$ 0,04
Subtotal materiales					\$	187,54
4. TRANSPORTE						
DESCRIPCION			UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
Subtotal transporte					\$	-
			TOTAL COSTO DIRECTOS			\$ 191,19
			INDIRECTOS % 20%			38,2370
			UTILIDAD %			0,0000
			COSTO TOTAL DEL RUBRO			229,4230
			VALOR OFERTADO			\$ 229,42

Proyecto: Diseño estructural e hidrosanitario de una vivienda de dos plantas en el Guasmo, Guayaquil

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

No. Cap	CAPITULO	RENDIM (H/U)
6	INSTALACIONES SANITARIAS AGUA POTABLE	2,12
ITEM	ACTIVIDAD	UNIDAD
6,2	PUNTO DE AGUA PVC ROSCABLE 1/2"	U

1. EQUIPOS

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COS.HORA	RENDIM	COSTO
Herramienta menor (5% M.O)					\$ 0,81
Subtotal equipos					\$ 0,81

2. MANO DE OBRA

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HR	COS.HOR	RENDIM	COSTO
Ayudante de Plomero	1	3,62	3,6200	2,1200	\$ 7,67
Plomero	1	3,66	3,6600	2,1200	\$ 7,76
Maestro mayor	0,1	4,06	0,4060	2,1200	\$ 0,86
Subtotal mano de obra					\$ 16,29

3. MATERIALES

MATERIALES	UNIDAD	CANTIDAD	PRE. UNIT.	COSTO
Tuberia P. roscable PVC 1/2 pulg	ML	1,5	1,41	\$ 2,12
CODO PVC ROSCABLE 1/2 PULG X 90	U	1	0,54	\$ 0,54
TEFLON TIPO ALEMAN	ROLLO	0,8	0,25	\$ 0,20
Subtotal materiales				\$ 2,86

4. TRANSPORTE

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
Subtotal transporte				\$ -

TOTAL COSTO DIRECTOS		\$ 19,96
INDIRECTOS %	20%	3,9930
UTILIDAD %		0,0000
COSTO TOTAL DEL RUBRO		23,9570
VALOR OFERTADO		\$ 23,96

Proyecto:		Diseño estructural e hidrosanitario de una vivienda de dos plantas en el Guasmo, Guayaquil				
ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS						
No. Cap	CAPITULO					RENDIM (H/U)
6	INSTALACIONES SANITARIAS AGUA POTABLE					2,13
ITEM	ACTIVIDAD					UNIDAD
6,3	PUNTO DE AGUA PVC ROSCABLE 3/4"					U
1. EQUIPOS						
DESCRIPCIÓN		CANTIDAD	TARIFA	COS.HORA	RENDIM	COSTO
Herramienta menor (5% M.O)						\$ 0,78
Subtotal equipos						\$ 0,78
2. MANO DE OBRA						
DESCRIPCIÓN		CANTIDAD	JORNAL/HR	COS.HOR	RENDIM	COSTO
Ayudante de plomero		1	3,62	3,6200	2,1300	\$ 7,71
Plomero		1	3,66	3,6600	2,1300	\$ 7,80
Maestro Mayor		0,01	4,06	0,0406	2,1300	\$ 0,09
Subtotal mano de obra						\$ 15,59
3. MATERIALES						
MATERIALES			UNIDAD	CANTIDAD	PRE. UNIT.	COSTO
TUBERIA PVC 3M PULG			ML	1,2	2,04	\$ 2,45
TEFLON TIPO ALEMAN			ROLLO	0,15	0,25	\$ 0,04
CODO PVC 90 CED 40 ROSCABLE 3/4 PULG			U	1	1,09	\$ 1,09
Subtotal materiales						\$ 3,58
4. TRANSPORTE						
DESCRIPCION			UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
Subtotal transporte						\$ -
TOTAL COSTO DIRECTOS						\$ 19,95
INDIRECTOS %					20%	3,9900
UTILIDAD %						0,0000
COSTO TOTAL DEL RUBRO						23,9390
VALOR OFERTADO						\$ 23,94

Proyecto: Diseño estructural e hidrosanitario de una vivienda de dos plantas en el Guasmo, Guayaquil

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS		
No. Cap	CAPITULO	RENDIM (H/U)
6	INSTALACIONES SANITARIAS AGUA POTABLE	0,521
ITEM	ACTIVIDAD	UNIDAD
6.4	MINISTRO E INSTALACIÓN DE TUBERÍA PVC ROSCABLE 3/4". INCLUYE ACCESORI	U

1. EQUIPOS

[illegible]

Subtotal equipos	\$	0,17
------------------	----	------

2. MANO DE OBRA

[illegible]

Subtotal mano de obra	\$	3.43
-----------------------	----	------

3. MATERIALES

MATERIALES	UNIDAD	CANTIDAD	PRE. UNIT.	COSTO
TUBERIA PVC 3M PULG	ML	1,2	2,04	\$ 2,45
TEFLON TIPO ALEMAN	ROLLO	0,15	0,25	\$ 0,04
CODO PVC 90 CED 40 ROSCABLE 3M PULG	U	0,3	1,09	\$ 0,33
TEE PVC ROSCABLE 3/4 PULG	U	0,3	1,09	\$ 0,33
UNION PVC CED 40 ROSCABLE 3/4 PULG	U	0,3	1,23	\$ 0,37

Subtotal materiales	\$	3,51
---------------------	----	------

4. TRANSPORTE

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO

Subtotal transporte	\$ -
---------------------	------

TOTAL COSTO DIRECTOS		\$ 7.11
INDIRECTOS %	20%	1,4230
UTILIDAD %		0,0000
COSTO TOTAL DEL RUBRO		8,5360
VALOR OFERTADO		\$ 8.54

Proyecto:		Diseño estructural e hidrosanitario de una vivienda de dos plantas en el Guasmo, Guayaquil				
ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS						
No. Cap	CAPITULO					RENDIM (H/U)
6	INSTALACIONES SANITARIAS AGUA POTABLE					0,521
ITEM	ACTIVIDAD					UNIDAD
6,5	MINISTRO E INSTALACIÓN DE TUBERÍA PVC ROSCABLE 1 1/2", INCLUYE ACCESOR					ML
1. EQUIPOS						
DESCRIPCIÓN		CANTIDAD	TARIFA	COS.HORA	RENDIM	COSTO
Herramienta menor (5% M.O)						\$ 0,20
Subtotal equipos					\$	0,20
2. MANO DE OBRA						
DESCRIPCIÓN		CANTIDAD	JORNAL/HR	COS.HOR	RENDIM	COSTO
AYUDANTE DE PLOMEOR		1	3,62	3,6200	0,5210	\$ 1,89
PLOMERO		1	3,66	3,6600	0,5210	\$ 1,91
INSPECTOR DE OBRA		0,1	4,07	0,4070	0,5210	\$ 0,21
Subtotal mano de obra					\$	4,01
3. MATERIALES						
MATERIALES			UNIDAD	CANTIDAD	PRE. UNIT.	COSTO
Tubería P.ros cable PVC 1 1/2Pulg.			M.	1	1,9	\$ 1,90
CODO PVC ROSCABLE 1 1/2Pulg. X 90			U	0,54	1	\$ 0,54
UNION PVC 1 1/2			U	0,63	1,12	\$ 0,71
TEFLON TIPO ALEMAN V/COLORES			ROLLO.	0,25	0,25	\$ 0,06
TEE PVC 1 1/2			U	0,63	0,7397	\$ 0,47
Subtotal materiales					\$	3,68
4. TRANSPORTE						
DESCRIPCION			UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
Subtotal transporte					\$	-
			TOTAL COSTO DIRECTOS			\$ 7,88
			INDIRECTOS % 20%			1,5760
			UTILIDAD %			0,0000
			COSTO TOTAL DEL RUBRO			9,4560
			VALOR OFERTADO			\$ 9,46

Proyecto: Diseño estructural e hidrosanitario de una vivienda de dos plantas en el Guasmo, Guayaquil

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

No. Cap	CAPITULO	RENDIM (H/U)
6	INSTALACIONES SANITARIAS AGUA POTABLE	0,5
ITEM	ACTIVIDAD	UNIDAD
6.6	INSTALACION DE VALVULAS DE COMPUERTAS ROSCABLES 3/4"	U

1. EQUIPOS

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COS.HORA	RENDIM	COSTO
Herramienta menor (5% M.O)	1	0	0	0,5	\$ 0,19

Subtotal equipos \$ 0,19

2. MANO DE OBRA

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HR	COS.HOR	RENDIM	COSTO
AYUDANTE DE PLOMERO	1	3,62	3,6200	0,5000	\$ 1,81
PLOMERO	1	3,66	3,6600	0,5000	\$ 1,83
MAESTRO MAYOR	0,1	4,66	0,4660	0,5000	\$ 0,23

Subtotal mano de obra \$ 3,87

3. MATERIALES

MATERIALES	UNIDAD	CANTIDAD	PRE. UNIT.	COSTO
VALVULA DE CONTROL D=3/4 PULG ROSCABLE	GI	1	19,38	\$ 19,38
TEFLON TIPO ALEMAN	m3	0,25	0,25	\$ 0,06

Subtotal materiales \$ 19,44

4. TRANSPORTE

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO

Subtotal transporte \$ -

TOTAL COSTO DIRECTOS	\$	23,51
INDIRECTOS %	20%	4,7020
UTILIDAD %		0,0000
COSTO TOTAL DEL RUBRO		28,2120
VALOR OFERTADO	\$	28,21

Proyecto: Diseño estructural e hidrosanitario de una vivienda de dos plantas en el Guasmo, Guayaquil

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

No. Cap	CAPITULO	RENDIM (H/U)
6	INSTALACIONES SANITARIAS AGUA POTABLE	0,8
ITEM	ACTIVIDAD	UNIDAD
6,7	INSTALACION DE VALVULAS DE COMPUERTAS ROSCABLES 1"	U

1. EQUIPOS

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COS.HORA	RENDIM	COSTO
Herramienta menor (5% M.O)	1	0	0	0,8	\$ 0,31

Subtotal equipos \$ 0,31

2. MANO DE OBRA

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HR	COS.HOR	RENDIM	COSTO
AYUDANTE DE PLOMERO	1	3,62	3,6200	0,8000	\$ 2,90
PLOMERO	1	3,66	3,6600	0,8000	\$ 2,93
MAESTRO MAYOR	0,1	4,06	0,4060	0,8000	\$ 0,33

Subtotal mano de obra \$ 6,15

3. MATERIALES

MATERIALES	UNIDAD	CANTIDAD	PRE. UNIT.	COSTO
VALVULA DE CONTROL D= 1PULG ROSCABLE	U	1	25,4	\$ 25,40
TEFLON TIPO ALEMAN	ROLLO	0,1	0,25	\$ 0,03

Subtotal materiales \$ 25,43

4. TRANSPORTE

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO

Subtotal transporte \$ -

TOTAL COSTO DIRECTOS	\$	31,88
INDIRECTOS %	20%	6,3760
UTILIDAD %		0,0000
COSTO TOTAL DEL RUBRO		38,2570
VALOR OFERTADO	\$	38,26

Proyecto:	Diseño estructural e hidrosanitario de una vivienda de dos plantas en el Guasmo, Guayaquil				
ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
No. Cap	CAPITULO				RENDIM (H/U)
7	INSTALACIONES SANITARIAS AGUA SERVIDA				0,615
ITEM	ACTIVIDAD				UNIDAD
7,1	CAMA DE ARENA				M3
1. EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN		CANTIDAD	TARIFA	COS.HORA	RENDIM COSTO
Herramienta menor (5% M.O)					\$ 0,24
Subtotal equipos					\$ 0,24
2. MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN		CANTIDAD	JORNAL/HR	COS.HOR	RENDIM COSTO
ALBAÑIL		1	3,66	3,6600	0,6150 \$ 2,25
PEÓN		1	3,62	3,6200	0,6150 \$ 2,23
INSPECTOR DE OBRA		0,1	4,07	0,4070	0,6150 \$ 0,25
Subtotal mano de obra					\$ 4,73
3. MATERIALES					
MATERIALES		UNIDAD	CANTIDAD	PRE. UNIT.	COSTO
ARENA FINA		M3	1,02	20	\$ 20,40
Subtotal materiales					\$ 20,40
4. TRANSPORTE					
DESCRIPCION		UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
Subtotal transporte					\$ -
TOTAL COSTO DIRECTOS				\$ 25,36	
INDIRECTOS % 20%				5,0730	
UTILIDAD %				0,0000	
COSTO TOTAL DEL RUBRO				30,4360	
VALOR OFERTADO				\$ 30,44	

Proyecto: Diseño estructural e hidrosanitario de una vivienda de dos plantas en el Guasmo, Guayaquil

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

No. Cap	CAPITULO	RENDIM (H/U)
7	INSTALACIONES SANITARIAS AGUA SERVIDA	1,48
ITEM	ACTIVIDAD	UNIDAD
7,2	PUNTO DE DESAGÜE DE 3" PVC	PTO

1. EQUIPOS

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COS.HORA	RENDIM	COSTO
Herramienta menor (5% M.O)	1	0	0	1,48	\$ 0,49
Subtotal equipos					\$ 0,49

2. MANO DE OBRA

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HR	COS.HOR	RENDIM	COSTO
AYUDANTE DE PLOMERO	1	3,62	3,6200	1,4800	\$ 5,36
PLOMERO	0,8	3,66	2,9280	1,4800	\$ 4,33
MAESTRO MAYOR	0,01	4,06	0,0406	1,4800	\$ 0,06
Subtotal mano de obra					\$ 9,75

3. MATERIALES

MATERIALES	UNIDAD	CANTIDAD	PRE. UNIT.	COSTO
TUBERIA PVC 3 PULG X 3 MTS DE DESAGUE	ML	1,5	5,22	\$ 7,83
CODO PVC 3 PULG X 90 GRADOS DESAGUE	U	1	1,41	\$ 1,41
POLIPEGA	LT	0,1	5,22	\$ 0,52
Subtotal materiales				\$ 9,76

4. TRANSPORTE

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
Subtotal transporte				\$ -

TOTAL COSTO DIRECTOS		\$ 20,00
INDIRECTOS %	20%	4,0000
UTILIDAD %		0,0000
COSTO TOTAL DEL RUBRO		24,0010
VALOR OFERTADO		\$ 24,00

Proyecto:		Diseño estructural e hidrosanitario de una vivienda de dos plantas en el Guasmo, Guayaquil			
ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
No. Cap	CAPITULO				RENDIM (H/U)
7	INSTALACIONES SANITARIAS AGUA SERVIDA				1,5
ITEM	ACTIVIDAD				UNIDAD
7.3	PUNTO DE DESAGUE DE 4" PVC				PTO
1. EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN		CANTIDAD	TARIFA	COS.HORA	RENDIM COSTO
Herramienta menor (5% M.O)		1	0	0	1,5 \$ 0,49
Subtotal equipos					\$ 0,49
2. MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN		CANTIDAD	JORNAL/HR	COS.HOR	RENDIM COSTO
AYUDANTE DE PLOMERO		1	3,62	3,6200	1,5000 \$ 5,43
PLOMERO		0,8	3,66	2,9280	1,5000 \$ 4,39
MAESTRO MAYOR		0,01	4,06	0,0406	1,5000 \$ 0,06
Subtotal mano de obra					\$ 9,88
3. MATERIALES					
MATERIALES		UNIDAD	CANTIDAD	PRE. UNIT.	COSTO
TUBERIA PVC 4 PULG X 3 MTS		ML	1,5	3,68	\$ 5,52
CODO PVC 4 PULG X 90 GRADOS DESAGUE		UNIDAD	1	3,53	\$ 3,53
POLIPEGA		LT	0,1	5,22	\$ 0,52
Subtotal materiales					\$ 9,57
4. TRANSPORTE					
DESCRIPCION		UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
Subtotal transporte					\$ -
		TOTAL COSTO DIRECTOS			\$ 19,95
		INDIRECTOS % 20%			3,9900
		UTILIDAD %			0,0000
		COSTO TOTAL DEL RUBRO			23,9390
		VALOR OFERTADO			\$ 23,94

Proyecto:		Diseño estructural e hidrosanitario de una vivienda de dos plantas en el Guasmo, Guayaquil				
ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS						
No. Cap	CAPITULO					RENDIM (H/U)
7	INSTALACIONES SANITARIAS AGUA SERVIDA					0,52
ITEM	ACTIVIDAD					UNIDAD
7.4	INSTALACION DE TUBERIA PVC DESAGUE 3"					ML
1. EQUIPOS						
DESCRIPCIÓN		CANTIDAD	TARIFA	COS.HORA	RENDIM	COSTO
Herramienta menor (5% M.O)		1	0	0	0,52	\$ 0,17
Subtotal equipos					\$	0,17
2. MANO DE OBRA						
DESCRIPCIÓN		CANTIDAD	JORNAL/HR	COS.HOR	RENDIM	COSTO
AYUDANTE DE PLOMERO		1	3,62	3,6200	0,5200	\$ 1,88
PLOMERO		0,8	3,66	2,9280	0,5200	\$ 1,52
MAESTRO MAYOR		0,01	4,06	0,0406	0,5200	\$ 0,02
Subtotal mano de obra					\$	3,43
3. MATERIALES						
MATERIALES		UNIDAD	CANTIDAD	PRE. UNIT.	COSTO	
TUBERIA PVC 3 PULG X 3 MTS DE DESAGUE		ML	1	5,222	\$ 5,22	
CODO PVC 3 PULG X 90 GRADOS DESAGUE		U	0,3	1,41	\$ 0,42	
YEE PVC 3 PULG DESAGUE		U	0,3	5,23	\$ 1,57	
POLIPEGA		LT	0,005	5,22	\$ 0,03	
TEE PVC 3 PULG DESAGUE		U	0,3	2,63	\$ 0,79	
Subtotal materiales					\$	8,03
4. TRANSPORTE						
DESCRIPCION		UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
Subtotal transporte					\$	-
			TOTAL COSTO DIRECTOS		\$	11,63
			INDIRECTOS %		20%	2,3250
			UTILIDAD %			0,0000
			COSTO TOTAL DEL RUBRO			13,9510
			VALOR OFERTADO		\$	13,95

Proyecto:		Diseño estructural e hidrosanitario de una vivienda de dos plantas en el Guasmo, Guayaquil			
ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
No. Cap	CAPITULO				RENDIM (H/U)
7	INSTALACIONES SANITARIAS AGUA SERVIDA				0,52
ITEM	ACTIVIDAD				UNIDAD
7.5	INSTALACION DE TUBERIA PVC DESAGUE 4"				ML
1. EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN		CANTIDAD	TARIFA	COS.HORA	RENDIM COSTO
Herramienta menor (5% M.O)		1	0	0	0,52 \$ 0,20
Subtotal equipos					\$ 0,20
2. MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN		CANTIDAD	JORNAL/HR	COS.HOR	RENDIM COSTO
AYUDANTE DE PLOMERO		1	3,62	3,6200	0,5200 \$ 1,88
PLOMERO		1	3,66	3,6600	0,5200 \$ 1,90
MAESTRO MAYOR		0,1	4,06	0,4060	0,5200 \$ 0,21
Subtotal mano de obra					\$ 4,00
3. MATERIALES					
MATERIALES		UNIDAD	CANTIDAD	PRE. UNIT.	COSTO
TUBERIA PVC 4 PULG X 3MTS DESAGUE		ML	1	3,68	\$ 3,68
CODO PVC 4 PULG X 90 GRADOS DESAGUE		U	0,5	3,53	\$ 1,77
YEE PVC 2 X 4 PULG DESAGUE		U	0,3	6,86	\$ 2,06
YEE PVC 4 PULG DESAGUE		U	0,3	7,26	\$ 2,18
POLIPEGA		LT	0,07	5,22	\$ 0,37
Subtotal materiales					\$ 10,05
4. TRANSPORTE					
DESCRIPCION		UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
Subtotal transporte					\$ -
TOTAL COSTO DIRECTOS				\$ 14,24	
INDIRECTOS %				20% 2,8480	
UTILIDAD %				0,0000	
COSTO TOTAL DEL RUBRO				17,0900	
VALOR OFERTADO				\$ 17,09	

Proyecto:	Diseño estructural e hidrosanitario de una vivienda de dos plantas en el Guasmo, Guayaquil				
ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
No. Cap	CAPITULO				RENDIM (H/U)
7	INSTALACIONES SANITARIAS AGUA SERVIDA				0,25
ITEM	ACTIVIDAD				UNIDAD
7.6	INSTALACION DE REJILLA DE 2"				U
1. EQUIPOS					
	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COS.HORA	RENDIM COSTO
	Herramienta menor (5% M.O)	1	0	0	0,25 \$ 0,10
					Subtotal equipos \$ 0,10
2. MANO DE OBRA					
	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HR	COS.HOR	RENDIM COSTO
	PEON	1	3,62	3,6200	0,2500 \$ 0,91
	PLOMERO	1	3,66	3,6600	0,2500 \$ 0,92
	MAESTRO MAYOR	0,1	4,06	0,4060	0,2500 \$ 0,10
					Subtotal mano de obra \$ 1,92
3. MATERIALES					
	MATERIALES	UNIDAD	CANTIDAD	PRE. UNIT.	COSTO
	REJILLA DE ALUMINIO 2 PULG	U	1	3,3	\$ 3,30
					Subtotal materiales \$ 3,30
4. TRANSPORTE					
	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
					Subtotal transporte \$ -

Proyecto:	Diseño estructural e hidrosanitario de una vivienda de dos plantas en el Guasmo Sur de Guayaquil
------------------	--

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

No. Cap	CAPITULO	RENDIM (H/U)
7	INSTALACIONES SANITARIAS AGUA SERVIDA	0,5
ITEM	ACTIVIDAD	UNIDAD
7,7	CAJA DE REGISTRO 50X40X60	U

1. EQUIPOS

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COS.HORA	RENDIM	COSTO
Herramienta menor (5% M.O)	1	0	0	0,5	\$ 0,19
Subtotal equipos					\$ 0,19

2. MANO DE OBRA

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HR	COS.HOR	RENDIM	COSTO
ALBAÑIL	1	3,66	3,6600	0,5000	\$ 1,83
PEON	1	3,62	3,6200	0,5000	\$ 1,81
MAESTRO MAYOR	0,1	4,06	0,4060	0,5000	\$ 0,20
Subtotal mano de obra					\$ 3,84

3. MATERIALES

MATERIALES	UNIDAD	CANTIDAD	PRE. UNIT.	COSTO
ARENA GRUESA	M3	0,15	18,36	\$ 2,75
CEMENTO	KG	45	0,1586	\$ 7,14
AGUA	M3	0,1	1,9	\$ 0,19
BLOQUE LIVIANO PL-9 (0.09 X0.19X0.39)	U	14	0,42	\$ 5,88
PIEDRA 3/4	M3	0,2	22	\$ 4,40
PLATINA 25X3	M3	3	4,61	\$ 13,83
CUARTON DE ENCOFRADO 2 PULG	U	0,75	2,678	\$ 2,01
CLAVOS DE 2 PULG	KG	1	1,6125	\$ 1,61
Subtotal materiales				\$ 37,81

4. TRANSPORTE

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
Subtotal transporte				\$ -

TOTAL COSTO DIRECTOS		\$ 41,85
INDIRECTOS %	20%	8,3700
UTILIDAD %		0,0000
COSTO TOTAL DEL RUBRO		50,2180
VALOR OFERTADO		\$ 50,22

Proyecto:		Diseño estructural e hidrosanitario de una vivienda de dos plantas en el Guasmo, Guayaquil				
ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS						
No. Cap	CAPITULO					RENDIM (H/U)
8	INSTALACIONES SANITARIAS AGUA LLUVIA					1,48
ITEM	ACTIVIDAD					UNIDAD
8,1	PUNTO DE DESAGUE DE 3" PVC					PTO
1. EQUIPOS						
DESCRIPCIÓN		CANTIDAD	TARIFA	COS.HORA	RENDIM	COSTO
Herramienta menor (5% M.O)		1	0	0	1,48	\$ 0,49
Subtotal equipos					\$	0,49
2. MANO DE OBRA						
DESCRIPCIÓN		CANTIDAD	JORNAL/HR	COS.HOR	RENDIM	COSTO
AYUDANTE DE PLOMERO		1	3,62	3,6200	1,4800	\$ 5,36
PLOMERO		0,8	3,66	2,9280	1,4800	\$ 4,33
MAESTRO MAYOR		0,01	4,06	0,0406	1,4800	\$ 0,06
Subtotal mano de obra					\$	9,75
3. MATERIALES						
MATERIALES			UNIDAD	CANTIDAD	PRE. UNIT.	COSTO
TUBERIA PVC 3 PULG X 3MTS DE DESAGUE			ML	1,5	5,22	\$ 7,83
CODO PVC 3 PULG X 90 GRADOS DESAGUE			U	1	1,41	\$ 1,41
POLIPEGA			LT	0,1	5,22	\$ 0,52
Subtotal materiales					\$	9,76
4. TRANSPORTE						
DESCRIPCION		UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
Subtotal transporte					\$	-
TOTAL COSTO DIRECTOS					\$	20,00
INDIRECTOS %					20%	4,0000
UTILIDAD %						0,0000
COSTO TOTAL DEL RUBRO						24,0010
VALOR OFERTADO					\$	24,00

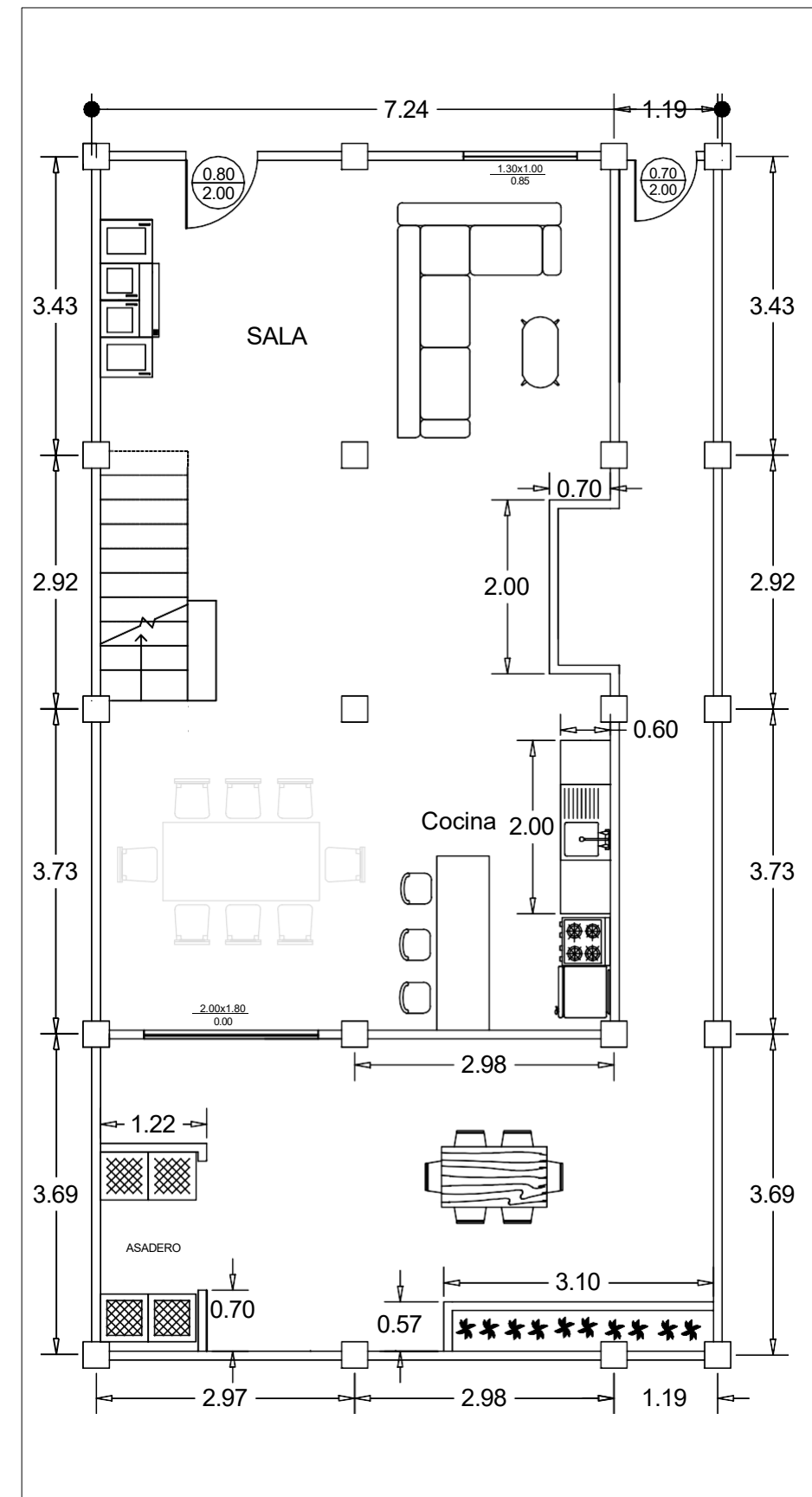
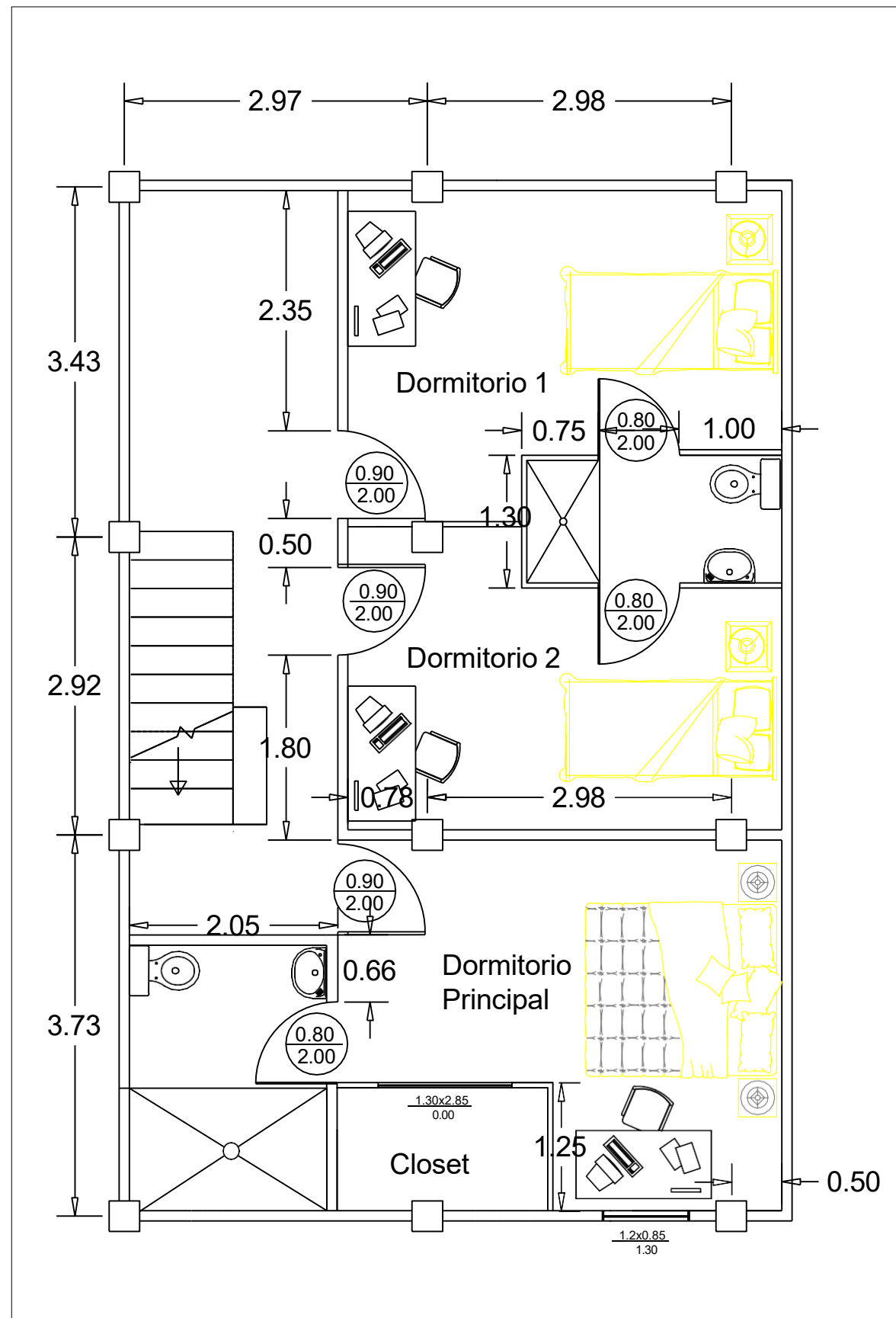
Proyecto:		Diseño estructural e hidrosanitario de una vivienda de dos plantas en el Guasmo, Guayaquil				
ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS						
No. Cap	CAPITULO					RENDIM (H/U)
8	INSTALACIONES SANITARIAS AGUA LLUVIA					0,52
ITEM	ACTIVIDAD					UNIDAD
8,2	INSTALACION DE TUBERIA PVC DESAGUE 3"					ML
1. EQUIPOS						
DESCRIPCIÓN		CANTIDAD	TARIFA	COS.HORA	RENDIM	COSTO
Herramienta menor (5% M.O)		1	0	0	0,52	\$ 0,04
Subtotal equipos					\$	0,04
2. MANO DE OBRA						
DESCRIPCIÓN		CANTIDAD	JORNAL/HR	COS.HOR	RENDIM	COSTO
AYUDANTE DE PLOMERO		1	3,62	3,6200	0,5200	\$ 1,88
PLOMERO		1	3,66	3,6600	0,5200	\$ 1,90
MAESTRO MAYOR		0,1	4,06	0,4060	0,5200	\$ 0,21
Subtotal mano de obra					\$	4,00
3. MATERIALES						
MATERIALES		UNIDAD	CANTIDAD	PRE. UNIT.	COSTO	
TUBERIA PVC 3 PULG X 3 MTS DE DESAGUE		ML	1	5,22	\$ 5,22	
CODO PVC X 90 GRADOS DE DESAGUE		U	0,3	1,41	\$ 0,42	
YEE PVC 3 PULG DESAGUE		U	0,3	5,23	\$ 1,57	
POLIPEGA		LT	0,005	5,22	\$ 0,03	
TEE PVC 3 PULG DESAGUE		U	0,3	2,63	\$ 0,79	
Subtotal materiales					\$	8,03
4. TRANSPORTE						
DESCRIPCION		UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
Subtotal transporte					\$	-
TOTAL COSTO DIRECTOS					\$	12,06
INDIRECTOS %					20%	2,4130
UTILIDAD %						0,0000
COSTO TOTAL DEL RUBRO						14,4760
VALOR OFERTADO					\$	14,48

Proyecto:	Diseño estructural e hidrosanitario de una vivienda de dos plantas en el Guasmo, Guayaquil				
ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
No. Cap	CAPITULO				RENDIM (H/U)
8	INSTALACIONES SANITARIAS AGUA LLUVIA				0,28
ITEM	ACTIVIDAD				UNIDAD
8,3	SUMIDERO DE PISO DE 3" INCLUYE REJILLA				U
1. EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN		CANTIDAD	TARIFA	COS.HORA	RENDIM COSTO
Herramienta menor (5% M.O)		1	0	0	0,28 \$ 0,13
Subtotal equipos					\$ 0,13
2. MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN		CANTIDAD	JORNAL/HR	COS.HOR	RENDIM COSTO
AYUDANTE DE PLOMERO		1	3,62	3,6200	0,2800 \$ 1,01
PLOMERO		1	3,66	3,6600	0,2800 \$ 1,03
INSPECTOR DE OBRA		0,5	4,07	2,0350	0,2800 \$ 0,57
Subtotal mano de obra					\$ 2,61
3. MATERIALES					
MATERIALES		UNIDAD	CANTIDAD	PRE. UNIT.	COSTO
TUBO PVC 3 PULG X 3 MTS DE DESAGUE		U	0,33	17,24	\$ 5,69
CODO PVC 3 PULG X 90 GRADOS DESAGUE		U	0,05	3,24	\$ 0,16
TEE PVC 3 PULG DESAGUE		U	0,05	4,6	\$ 0,23
POLIPEGA		LT	0,0757	5,22	\$ 0,40
Subtotal materiales					\$ 6,48
4. TRANSPORTE					
DESCRIPCION		UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
Subtotal transporte					\$ -
TOTAL COSTO DIRECTOS					\$ 9,22
INDIRECTOS % 20%					1,8430
UTILIDAD %					0,0000
COSTO TOTAL DEL RUBRO					11,0580
VALOR OFERTADO					\$ 11,06

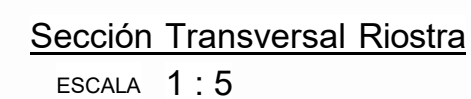
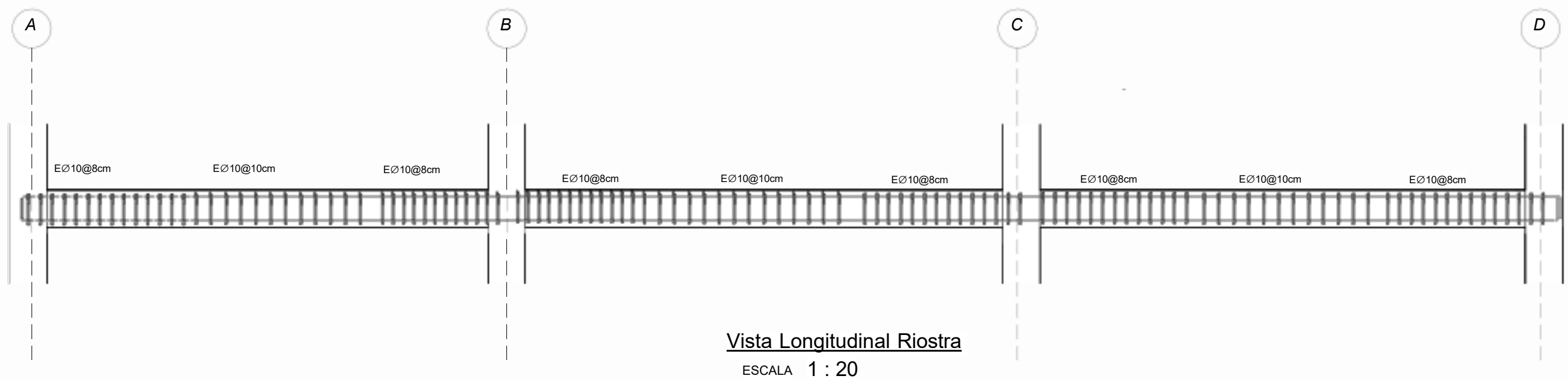
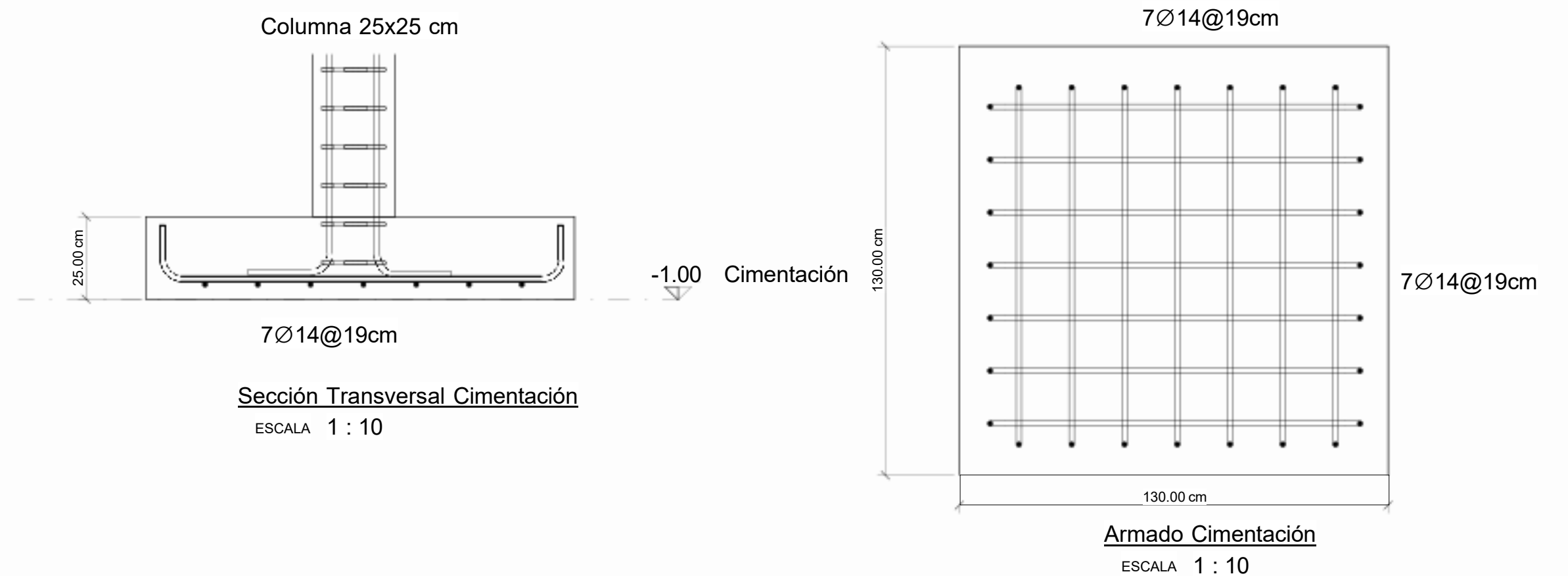
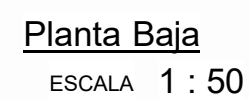
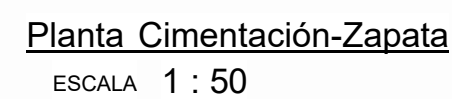
Proyecto:	Diseño estructural e hidrosanitario de una vivienda de dos plantas en el Guasmo, Guayaquil				
ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
No. Cap	CAPITULO				RENDIM (H/U)
8	INSTALACIONES SANITARIAS AGUA LLUVIA				0,06
ITEM	ACTIVIDAD				UNIDAD
8,4	ESTRUCTUR DE CUBIERTA (CORREAS-CONTRALEROS-VIENTOS)				M2
1. EQUIPOS					
	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COS.HORA	RENDIM COSTO
	Herramienta menor (5% M.O)	1	0	0	0,06 \$ 0,07
	ANDAMIOS	1	1	1	\$ 1,00
Subtotal equipos					\$ 1,07
2. MANO DE OBRA					
	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HR	COS.HOR	RENDIM COSTO
	PEON	2	3,62	7,2400	0,0600 \$ 0,43
	PERFILERO	2	3,86	7,7200	0,0600 \$ 0,46
	MAESTRO SOLDADOR	2	4,06	8,1200	0,0600 \$ 0,49
	MAESTRO MAYOR	0,2	4,06	0,8120	0,0600 \$ 0,05
Subtotal mano de obra					\$ 1,43
3. MATERIALES					
	MATERIALES	UNIDAD	CANTIDAD	PRE. UNIT.	COSTO
	DISCO DE CORTE	UNIDAD	0,03	1	\$ 0,03
	PLANCHA DE ZINC	UNIDAD	0,55	4,7	\$ 2,59
	CLAVOS	KG	0,5	1,03	\$ 0,52
	PINGOS	M	0,7	1,1	\$ 0,77
Subtotal materiales					\$ 3,90
4. TRANSPORTE					
	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
Subtotal transporte					\$ -
	TOTAL COSTO DIRECTOS				\$ 6,41
	INDIRECTOS % 20%				1,2810
	UTILIDAD %				0,0000
	COSTO TOTAL DEL RUBRO				7,6860
	VALOR OFERTADO				\$ 7,69

Proyecto:		Diseño estructural e hidrosanitario de una vivienda de dos plantas en el Guasmo, Guayaquil				
ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS						
No. Cap	CAPITULO					RENDIM (H/U)
8	INSTALACIONES SANITARIAS AGUA LLUVIA					0,06
ITEM	ACTIVIDAD					UNIDAD
8,5	COLUMNAS METALICAS					KG
1. EQUIPOS						
DESCRIPCIÓN		CANTIDAD	TARIFA	COS.HORA	RENDIM	COSTO
Herramienta menor (5% M.O)		1	0	0	0,06	\$ 0,08
ANDAMIOS		1	1	1	1	\$ 1,00
Subtotal equipos					\$	1,08
2. MANO DE OBRA						
DESCRIPCIÓN		CANTIDAD	JORNAL/HR	COS.HOR	RENDIM	COSTO
PEON		2	3,62	7,2400	0,0600	\$ 0,43
PERFILERO		2	3,86	7,7200	0,0600	\$ 0,46
MAESTRO SOLDADOR		2	4,06	8,1200	0,0600	\$ 0,49
MAESTRO MAYOR		1	4,06	4,0600	0,0600	\$ 0,24
Subtotal mano de obra					\$	1,63
3. MATERIALES						
MATERIALES		UNIDAD	CANTIDAD	PRE. UNIT.	COSTO	
HSS 150x100x6		KG	0,11	2,1	\$ 0,23	
DISCO DE CORTE		U	0,01	3,21	\$ 0,03	
Subtotal materiales					\$	0,26
4. TRANSPORTE						
DESCRIPCION		UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
Subtotal transporte					\$	-
TOTAL COSTO DIRECTOS				\$ 2,97		
INDIRECTOS %				20%	0,5940	
UTILIDAD %				0,0000		
COSTO TOTAL DEL RUBRO				3,5660		
VALOR OFERTADO				\$ 3,57		

Proyecto:		Diseño estructural e hidrosanitario de una vivienda de dos plantas en el Guasmo, Guayaquil			
ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
No. Cap	CAPITULO				RENDIM (H/U)
8	INSTALACIONES SANITARIAS AGUA LLUVIA				0,1
ITEM	ACTIVIDAD				UNIDAD
8,6	VIGAS DE AMARRE DE CUBIERTA				KG
1. EQUIPOS					
	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COS.HORA	RENDIM COSTO
	Herramienta menor (5% M.O)	1	0	0	0,1 \$ 0,06
	ANDAMIOS	1	1	1	1 \$ 1,00
Subtotal equipos					\$ 1,06
2. MANO DE OBRA					
	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HR	COS.HOR	RENDIM COSTO
	PEON	1	3,62	3,6200	0,1000 \$ 0,36
	PERFILERO	1	3,86	3,8600	0,1000 \$ 0,39
	MAESTRO SOLDADOR	1	4,06	4,0600	0,1000 \$ 0,41
	MAESTRO MAYOR	0,1	4,06	0,4060	0,1000 \$ 0,04
Subtotal mano de obra					\$ 1,20
3. MATERIALES					
	MATERIALES	UNIDAD	CANTIDAD	PRE. UNIT.	COSTO
	Correa G100x50x25x5	KG	0,11	2,1	\$ 0,23
	DISCO DE CORTE	U	0,01	3,21	\$ 0,03
	ELECTRODO 1/8 PULG X 350 MM	u	0,2	4,92	\$ 0,98
Subtotal materiales					\$ 1,25
4. TRANSPORTE					
	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
Subtotal transporte					\$ -
	TOTAL COSTO DIRECTOS				\$ 3,50
	INDIRECTOS % 20%				0,7000
	UTILIDAD %				0,0000
	COSTO TOTAL DEL RUBRO				4,2020
	VALOR OFERTADO				\$ 4,20

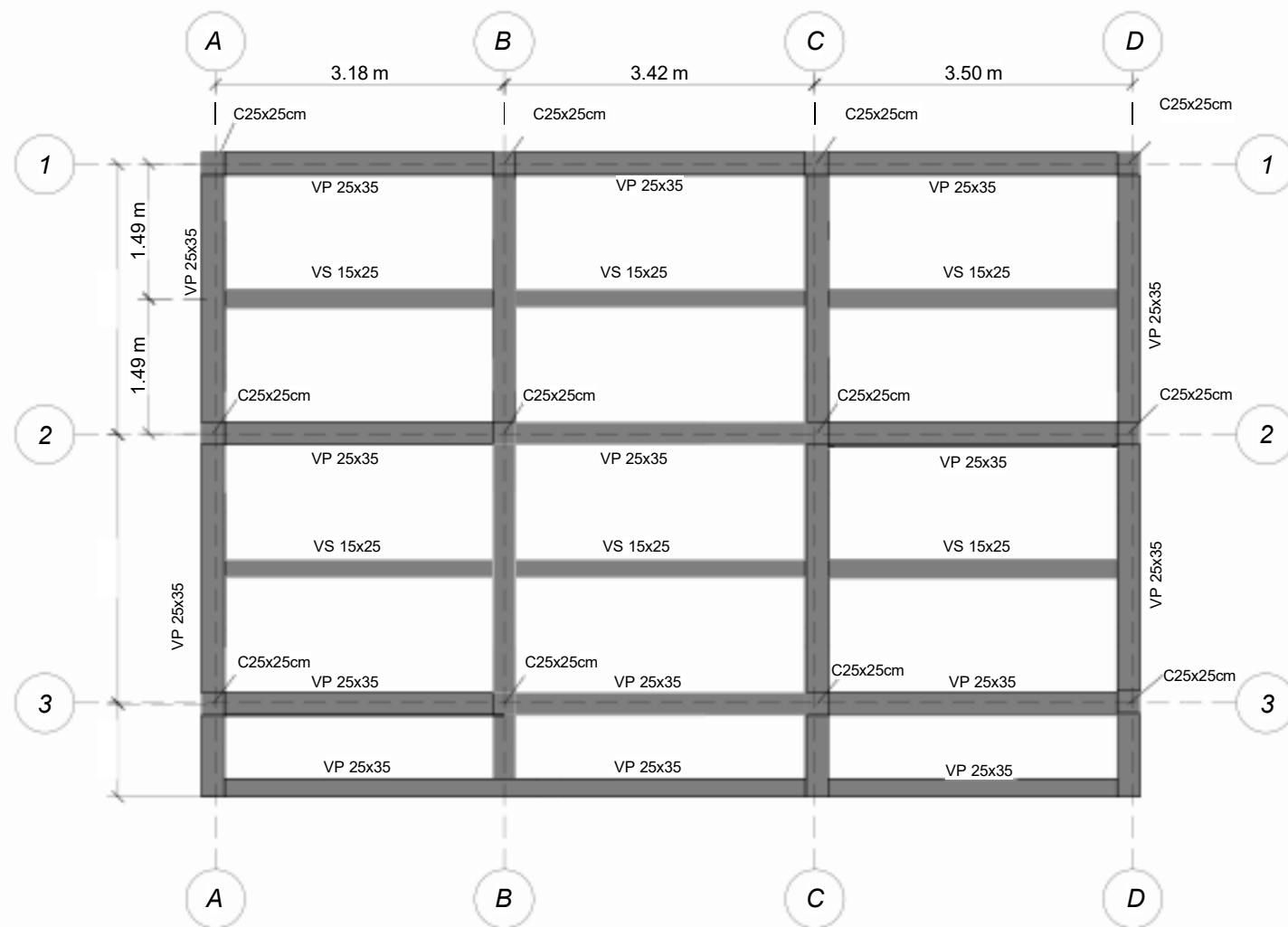
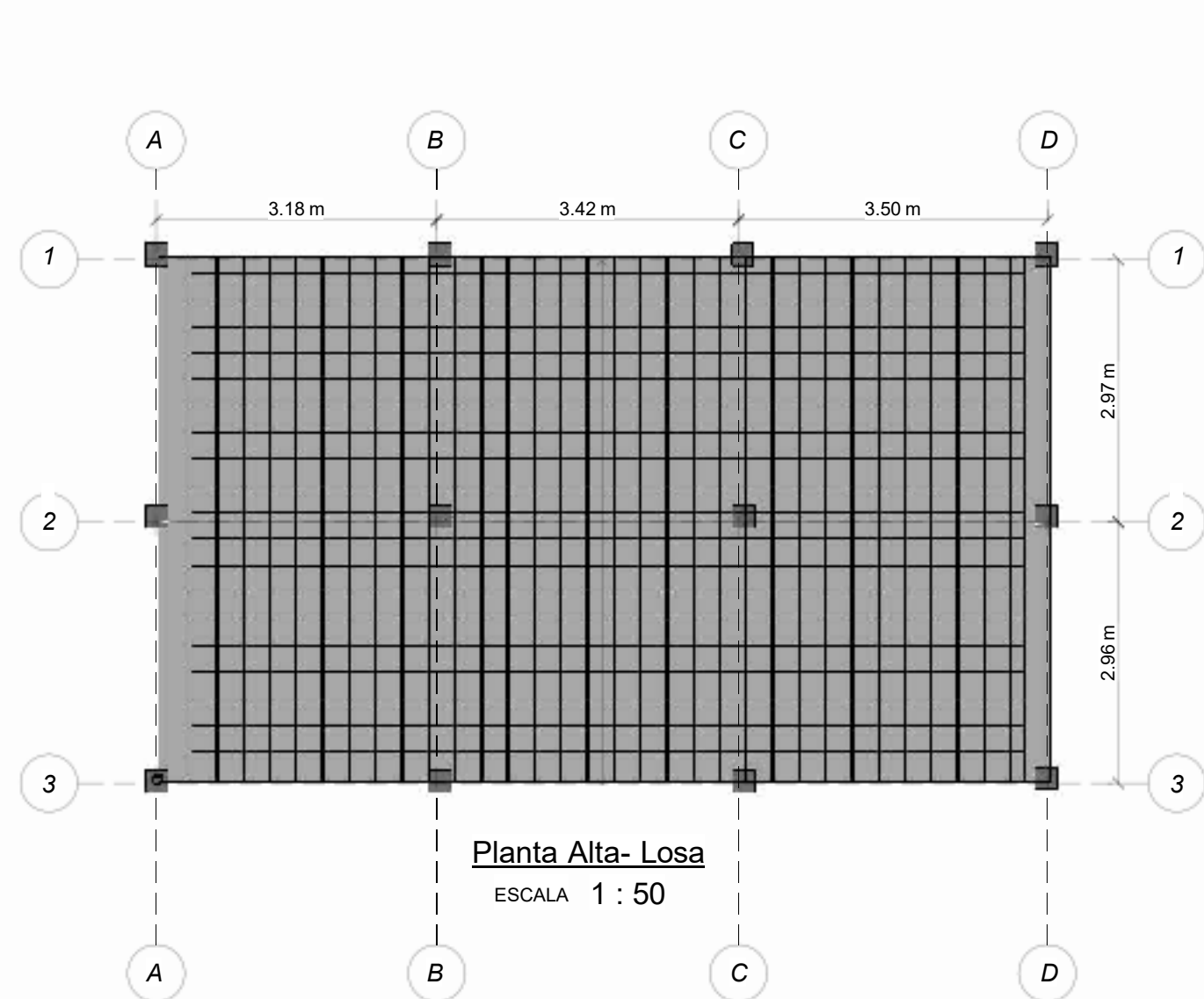


ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS DE LA TIERRA			
PROYECTO: Diseño estructural e hidro-sanitario de una vivienda de dos plantas en el Guano, Guayaquil			
CONTENIDO: Diseño Arquitectónico: Planta Baja y Planta Alta			
Elaborado por: MSc. Walter Hurtado	Revisado por: Eduardo Francisco Villán Zúñiga	Fecha de Entrega: 28/07/2020	Escala: A 1/1
Profesor de Materia Integradora: MSc. Lenin Dander			Hoja: 41

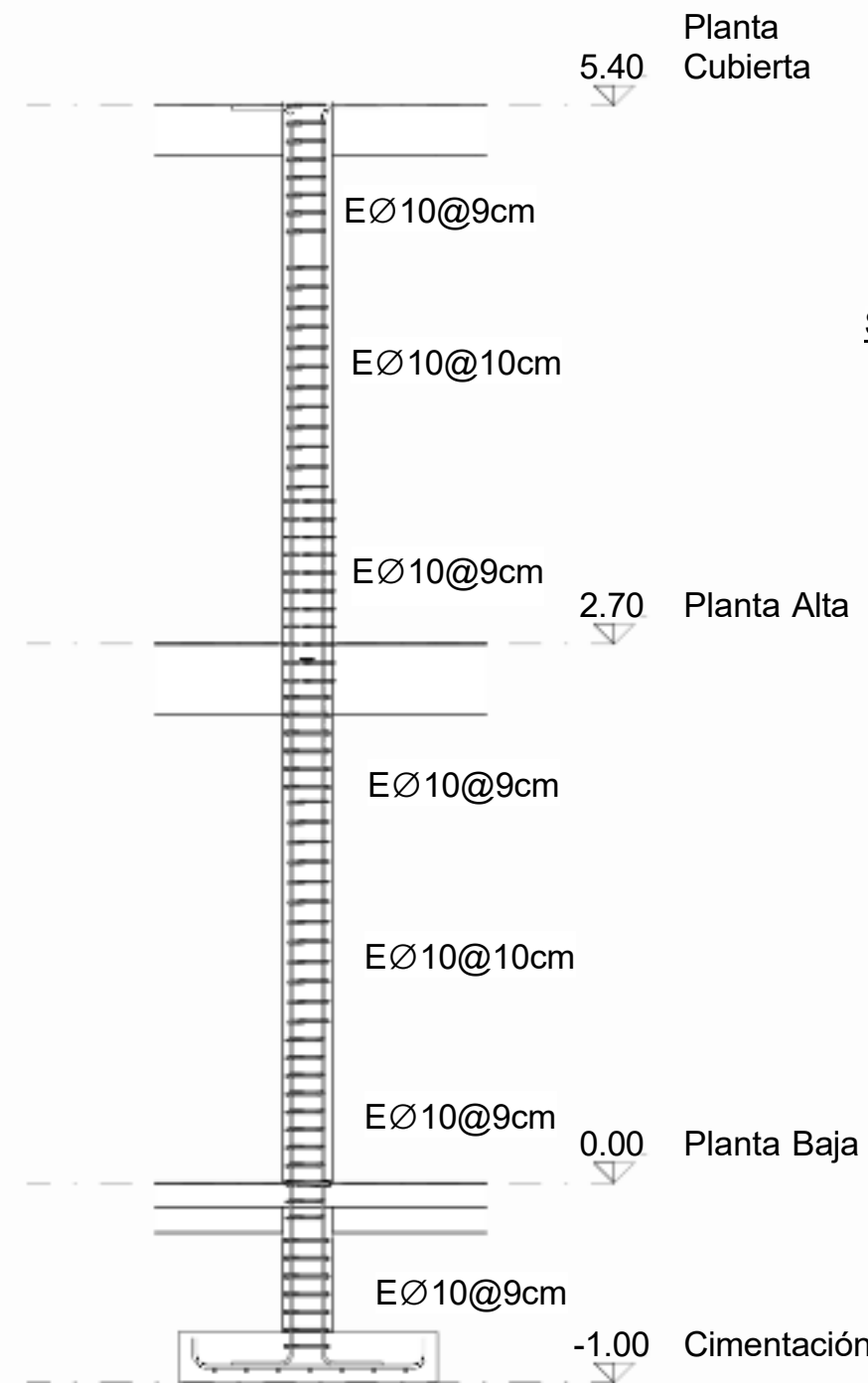


Resistencia del concreto $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$
Resistencia del acero $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$
El armado de la Riostra Longitudinal es el mismo para todas las Riostras de la planta

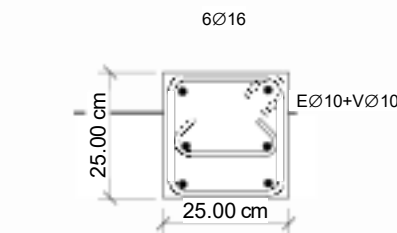
ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS DE LA TIERRA			
PROYECTO: Diseño estructural e hidrosanitario de una vivienda de dos plantas en el Guasmo, Guayaquil			
CONTENIDO: Cimentación			
Tutor de Materia Integradora: Ing. Walter Hurtas	Estudiante: Eduardo François Villón Zúñiga		Fecha de Entrega: 20/08/2025
Docente de Materia Integradora: Ing. Lenin Dender			Lamina: E 1/3



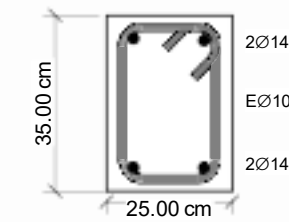
Planta Alta - Vigas
ESCALA 1 : 50



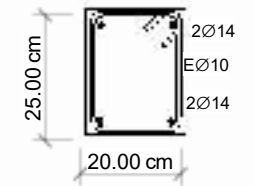
Armado Longitudinal Columna
ESCALA 1 : 25



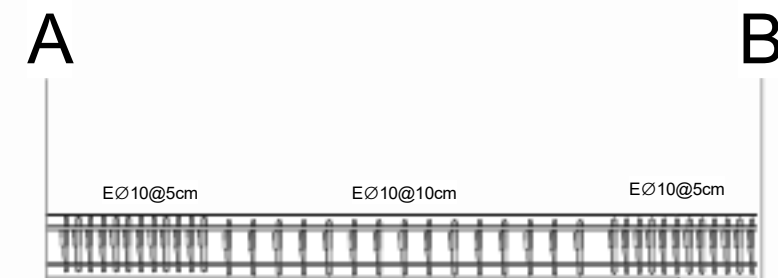
Sección Transversal Columna.
ESCALA 1 : 10



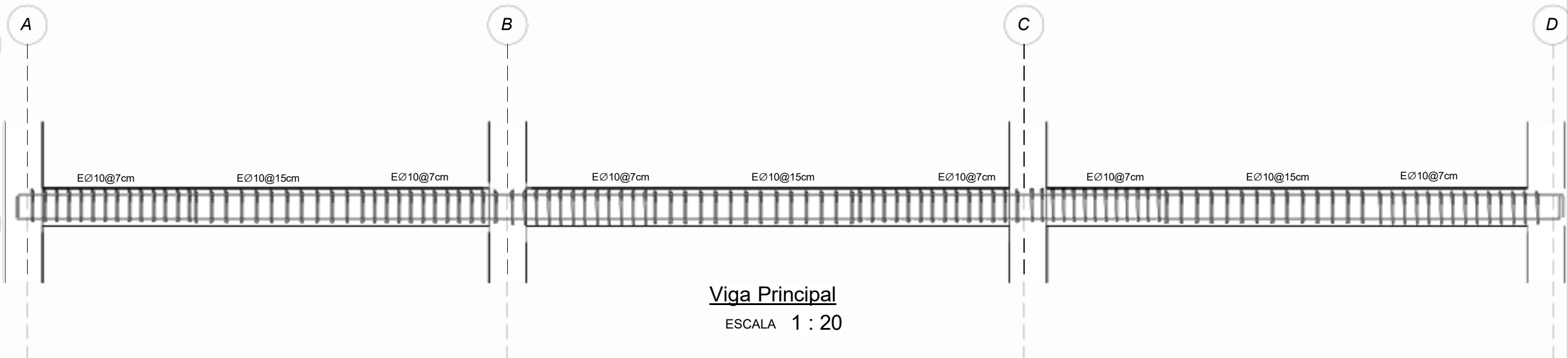
Sección Transversal- VP.
ESCALA 1 : 10



Sección Transversal-VS.
ESCALA 1 : 10



Viga Secundaria Longitudinal-VS.
ESCALA 1 : 20



Viga Principal
ESCALA 1 : 20

Resistencia del concreto $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$

Resistencia del acero $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$

El armado de la viga secundaria es igual para todas las vigas secundarias

VP: Viga Principal

VS: Viga Secundaria

HA: Hormigón Armado

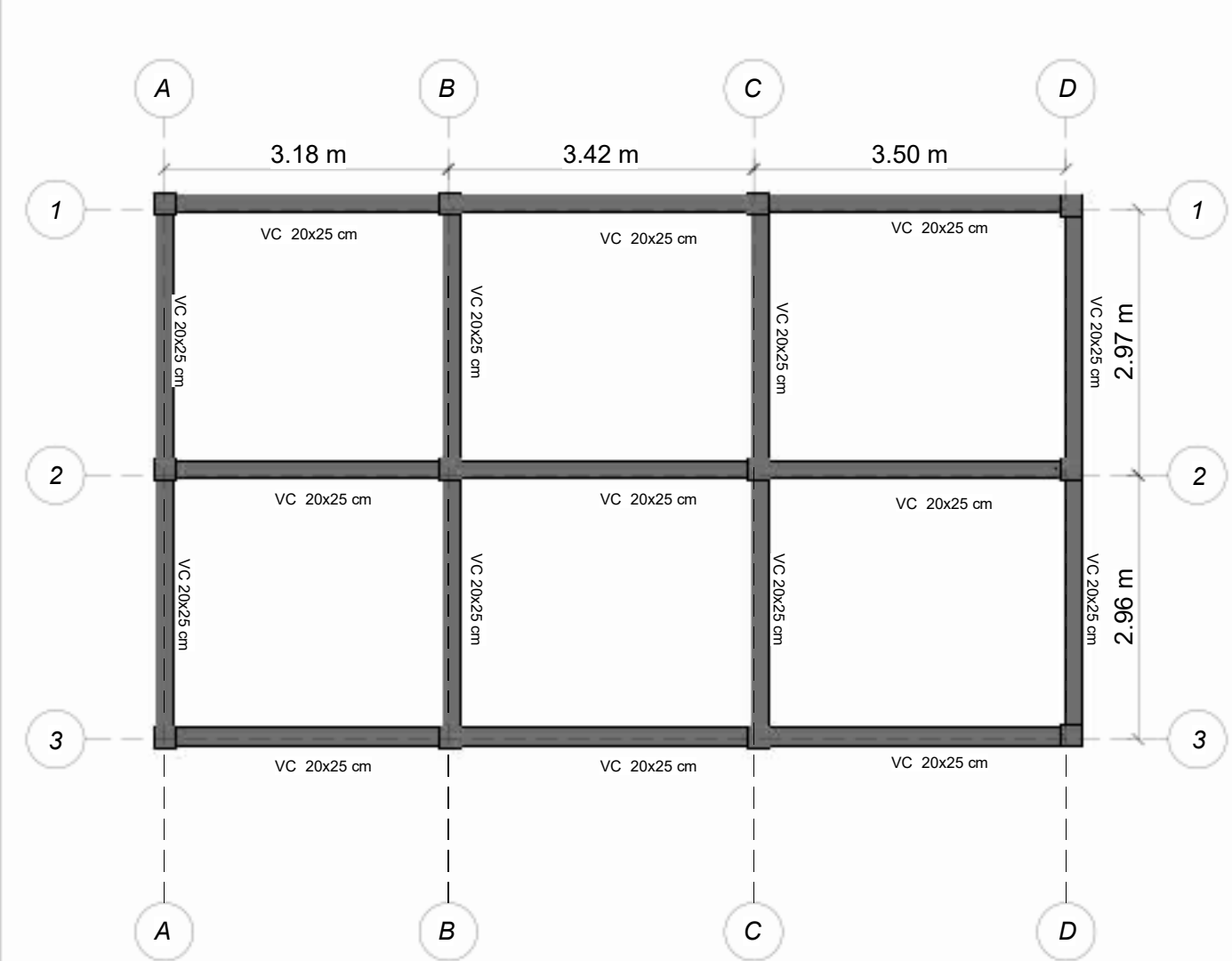
PM: Perfil Metálico

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS DE LA TIERRA

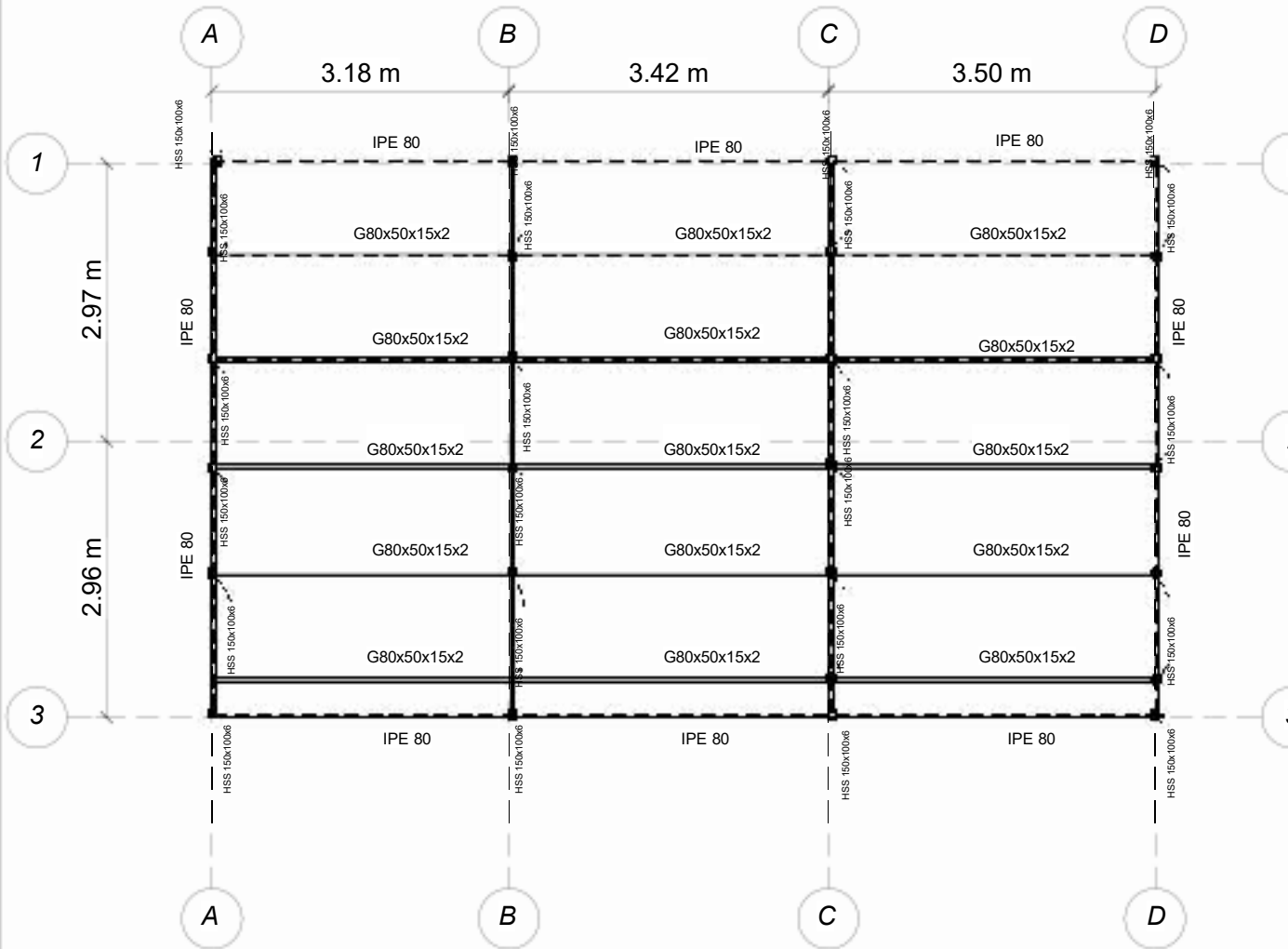
PROYECTO:
Diseño estructural e hidrosanitario de una vivienda de dos plantas en el Guasmo, Guayaquil

CONTENIDO:
Vigas, Columnas y Losa

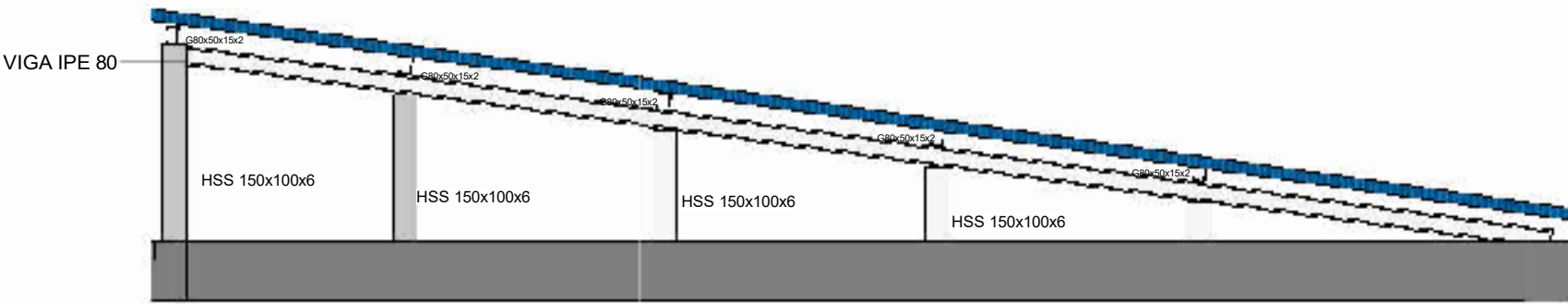
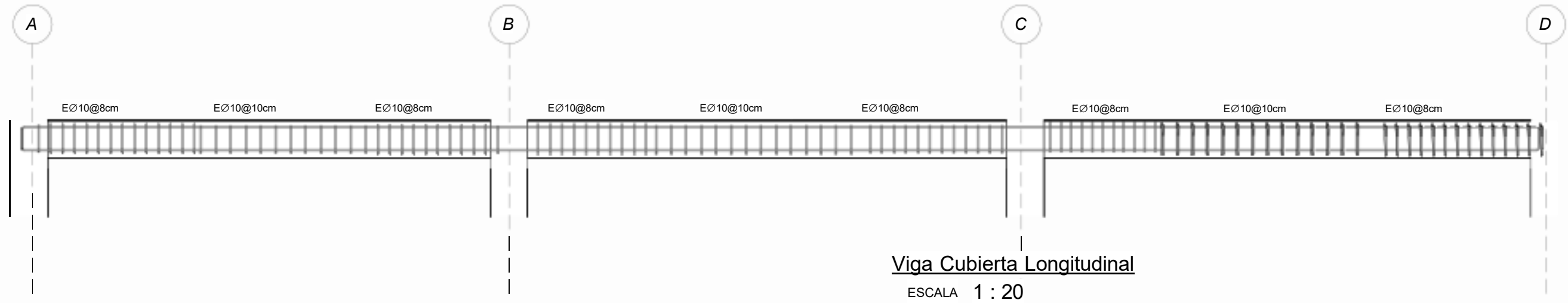
Tutor de Materia Integradora: Ing. Walter Hurtares	Estudiante: Eduardo François Villón Zúñiga	Fecha de Entrega: 20/08/2025
Docente de Materia Integradora: Ing. Lenin Dender		Lamina: E 2/3
		Escala: Como se indica



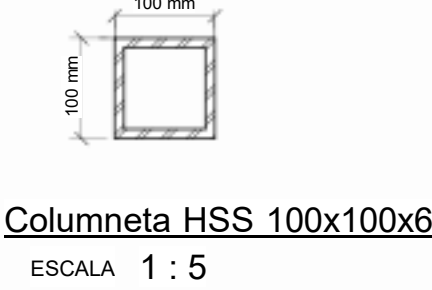
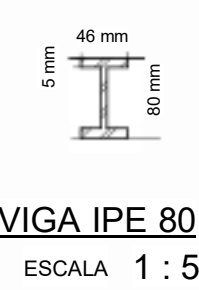
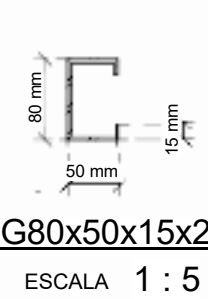
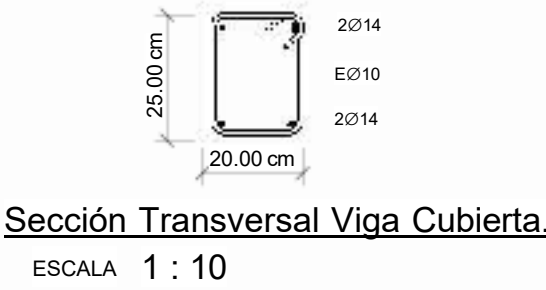
Planta Cubierta- Vigas HA
ESCALA 1 : 50



Planta Cubierta- Perfil Metálico
ESCALA 1 : 50



Vista Transversal Cubierta..
ESCALA 1:20



Resistencia del concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$

Resistencia del acero $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$

El armado de la Viga Cubierta es el mismo para todas las Vigas de la cubierta

El material de los perfiles es acero A36

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS DE LA TIERRA

PROYECTO:
Diseño estructural e hidrosanitario de una vivienda de dos plantas en el Guasmo, Guayaquil

CONTENIDO:
Cubierta

Tutor de Materia Integradora:
Ing. Walter Hurtares

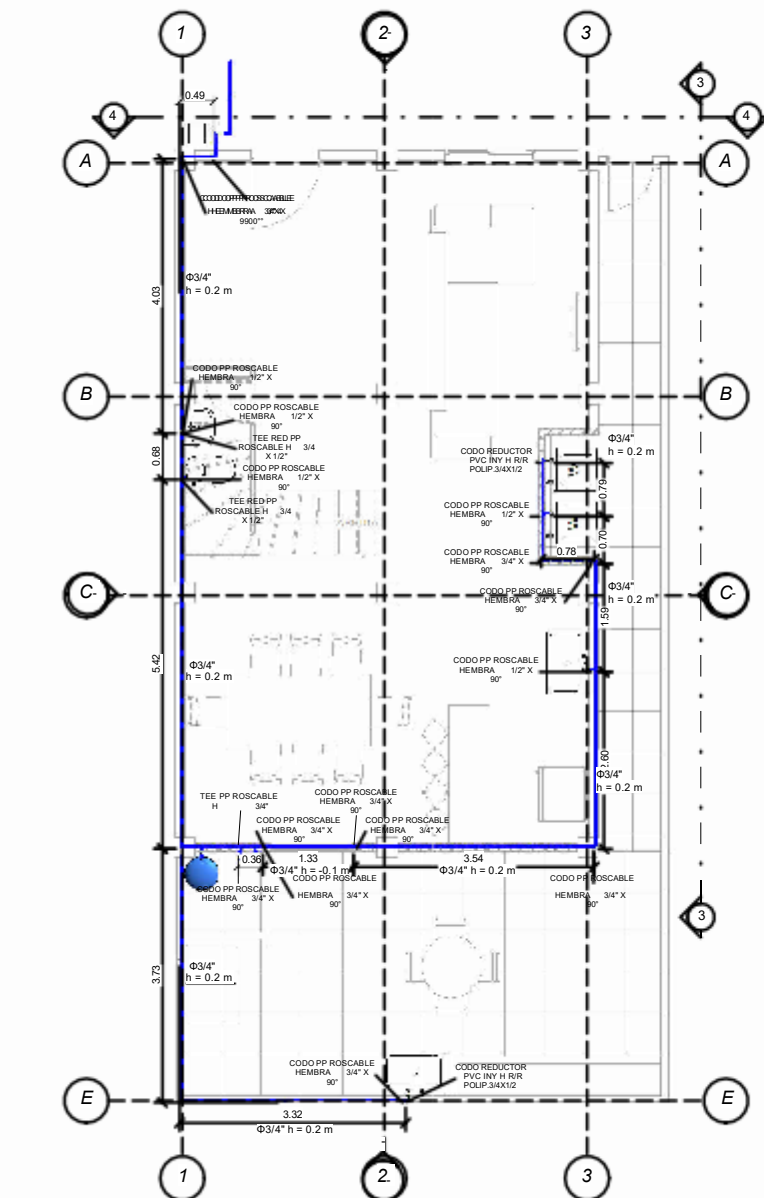
Estudiante:
Eduardo François Villón Zúñiga

Fecha de Entrega:
20/08/2025

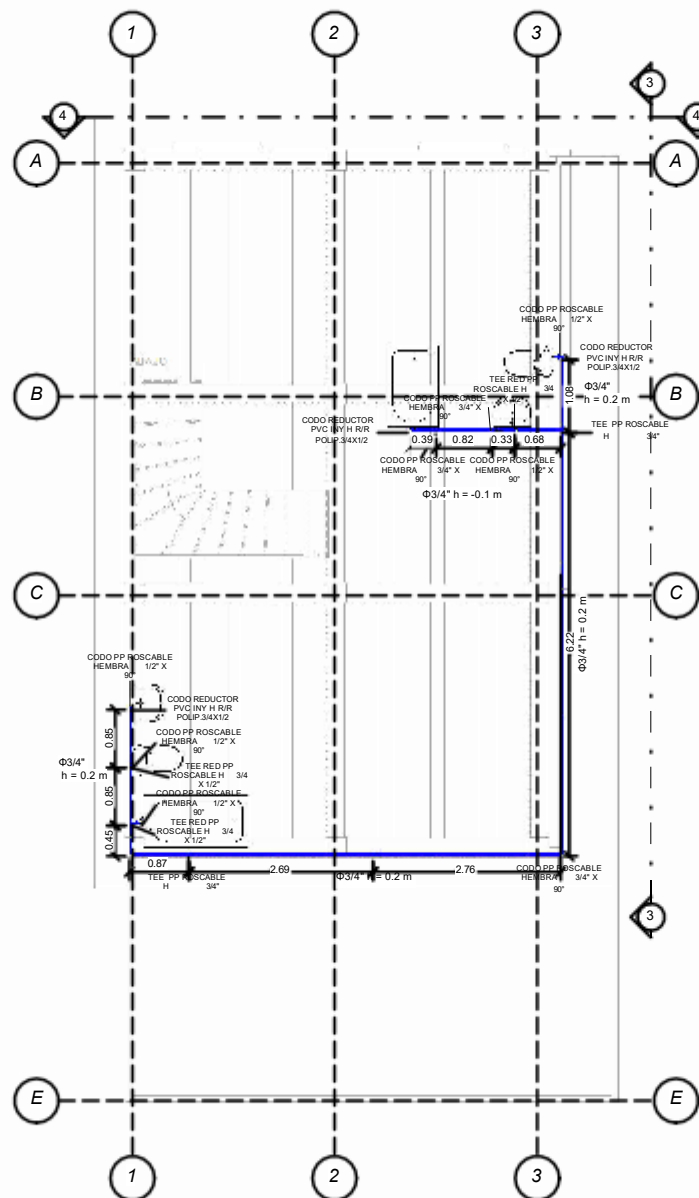
Docente de Materia Integradora:
Ing. Lenin Dender

Lamina:
E 3/3

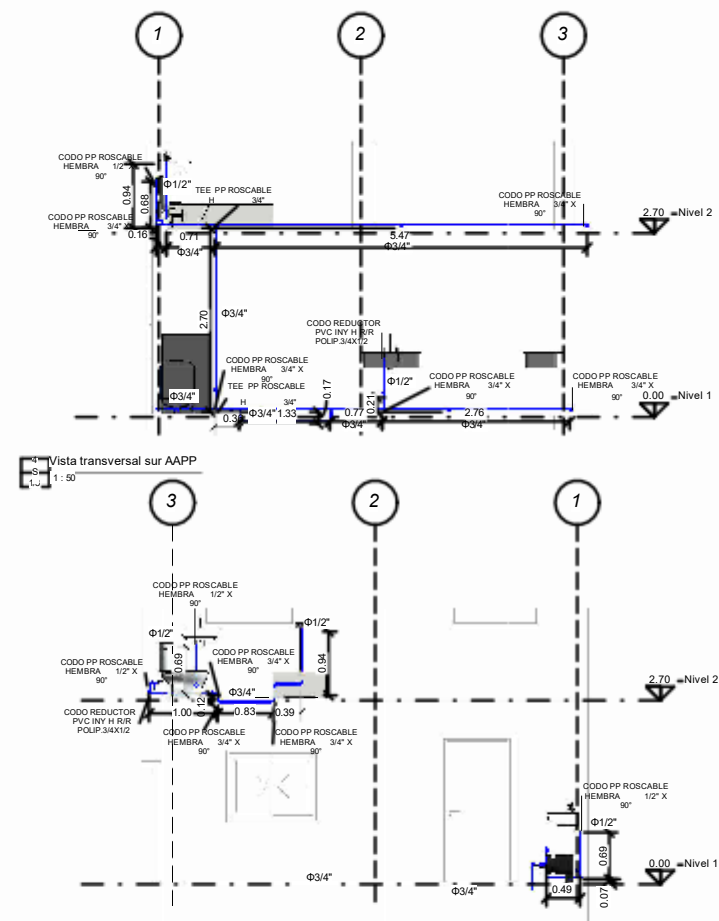
Escala:
Como se indica



1 Nivel 1 AAPP
1:50

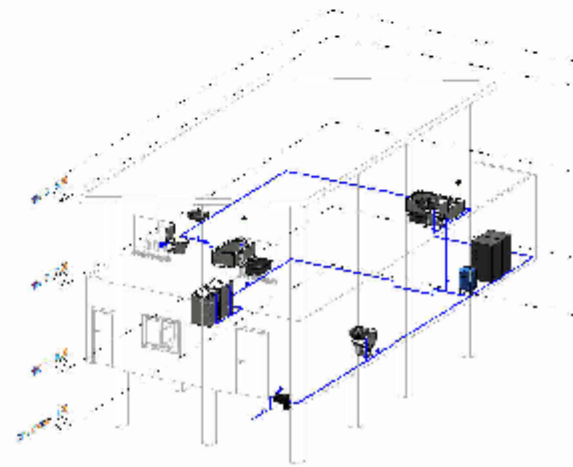


2 Nivel 2 AAPP
1:50

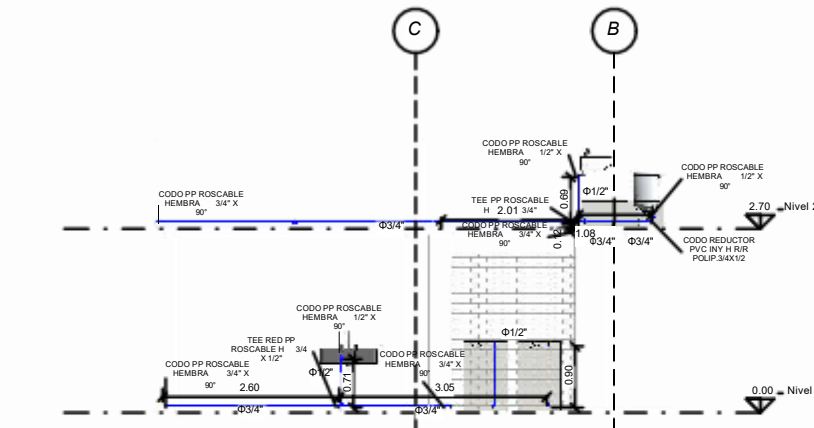


5 Vista transversal sur AAPP
1:50

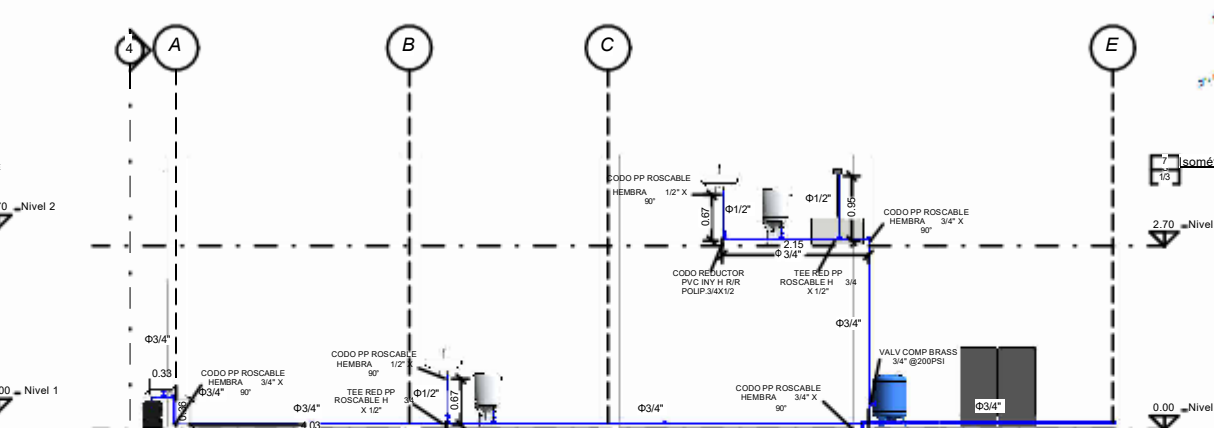
6 Vista transversal norte AAPP
1:50



7 Vista isométrica AAPP
1:50

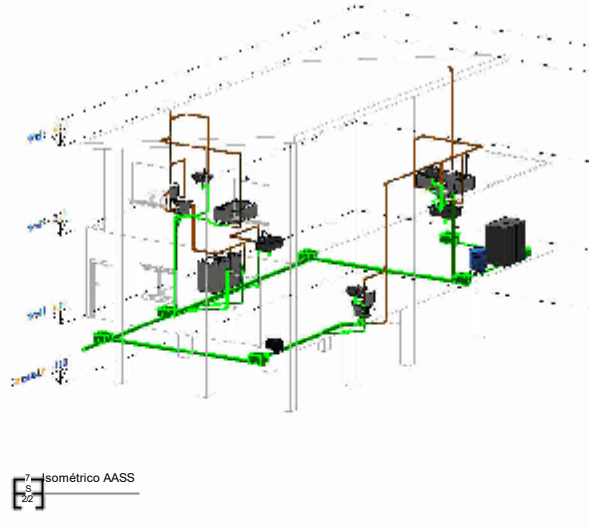
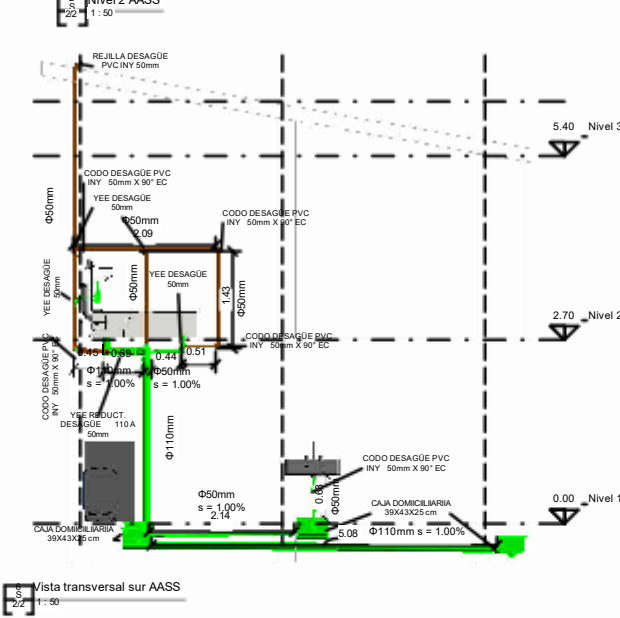
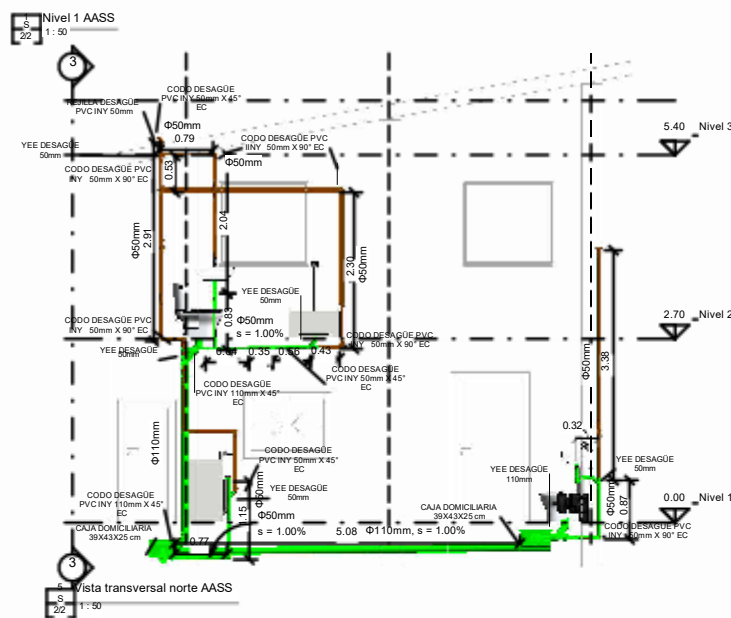
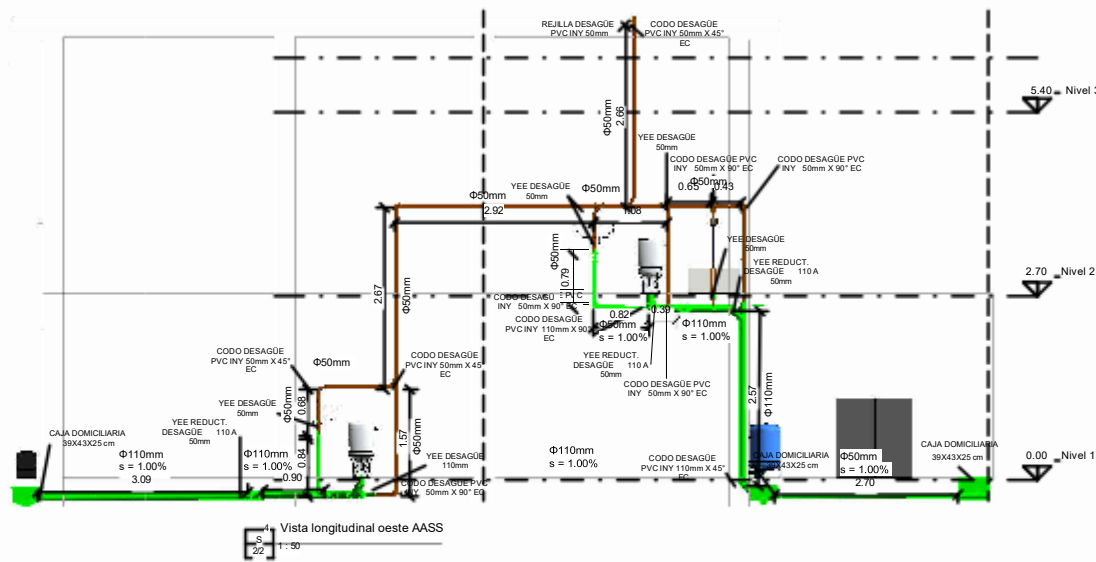
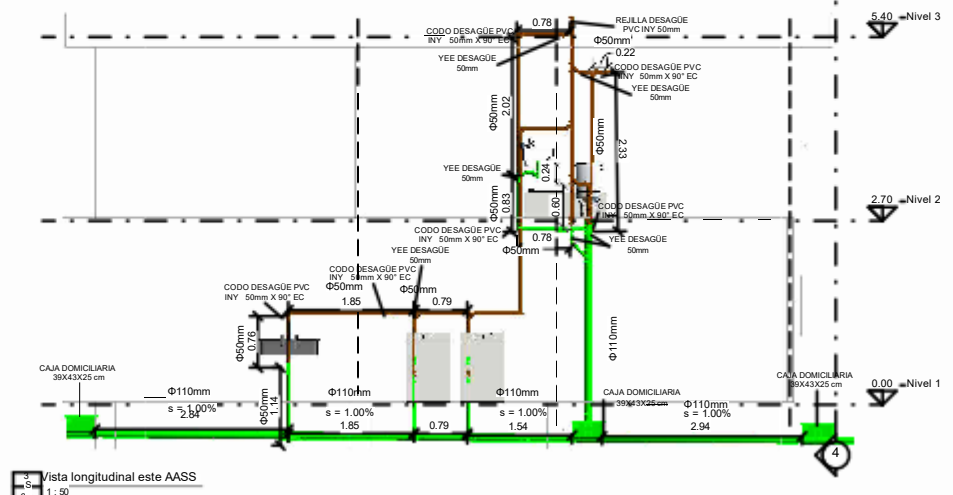
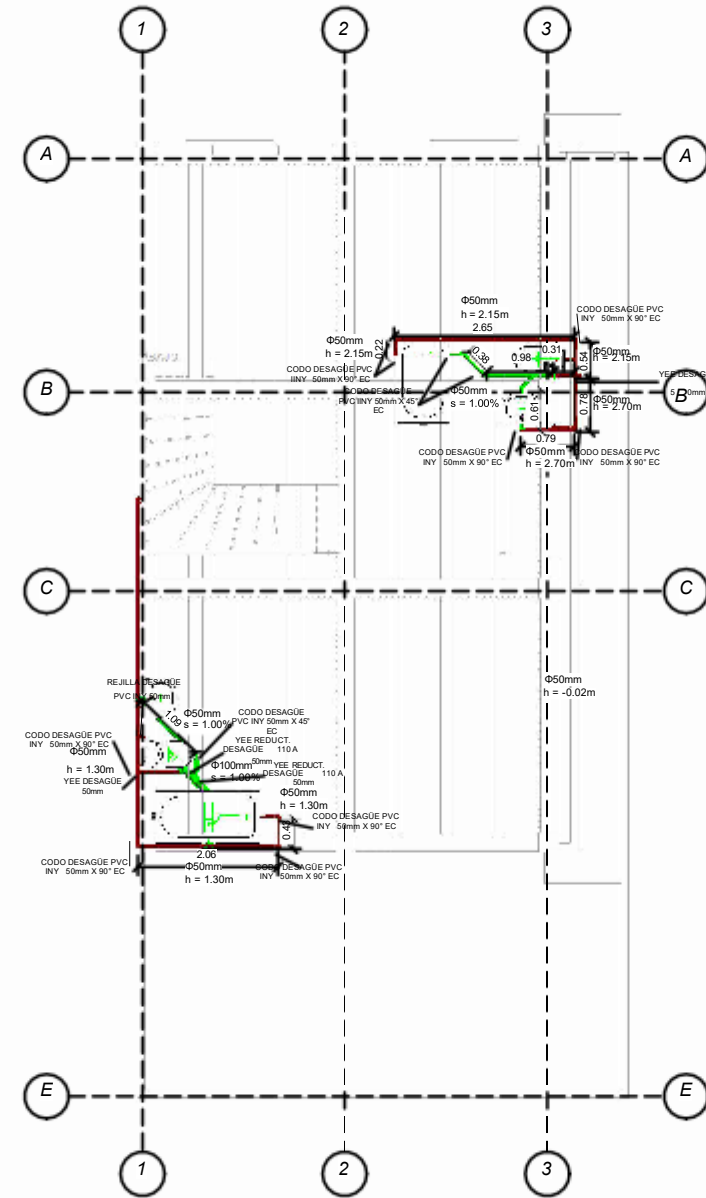
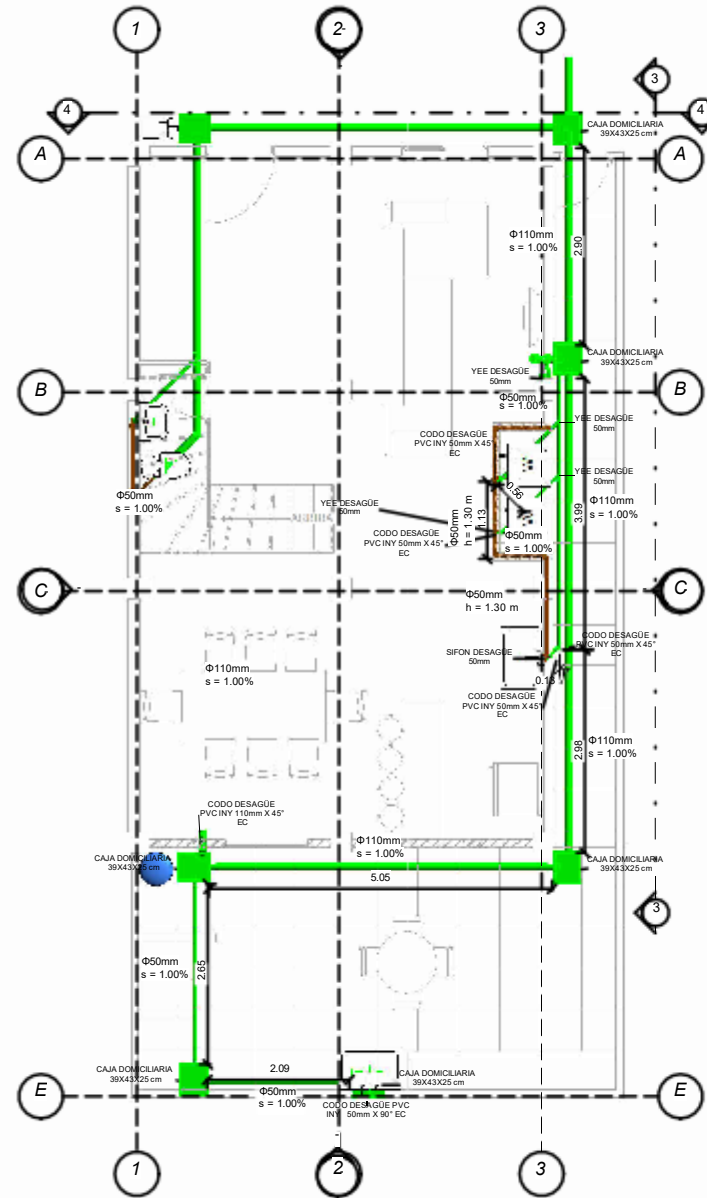


3 Vista longitudinal este AAPP
1:50

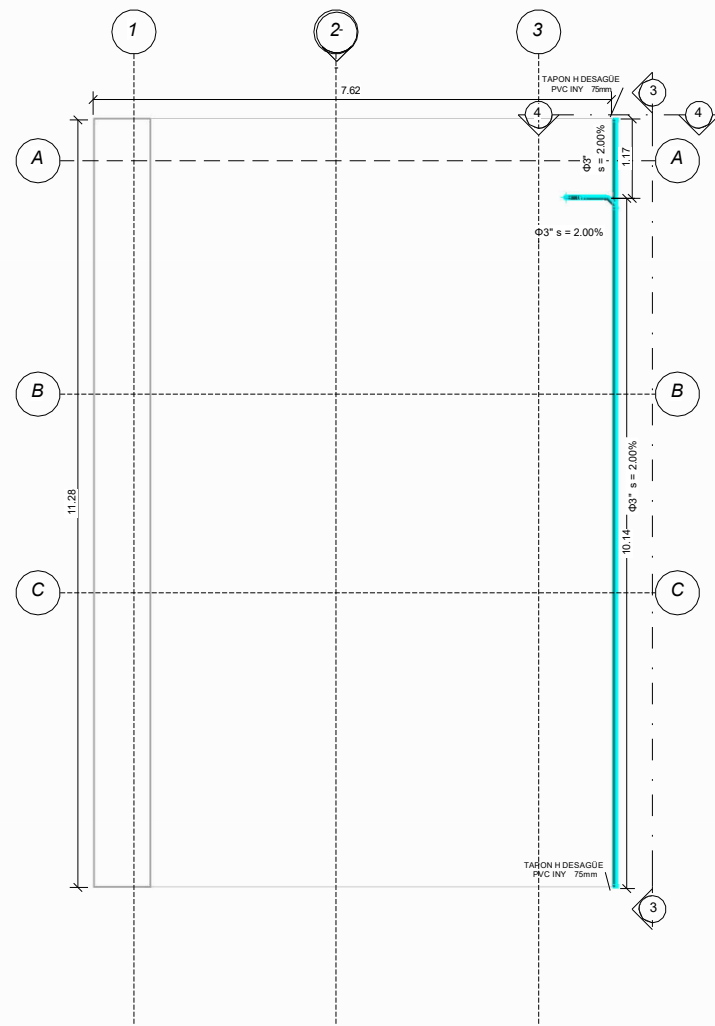


4 Vista longitudinal oeste AAPP
1:50

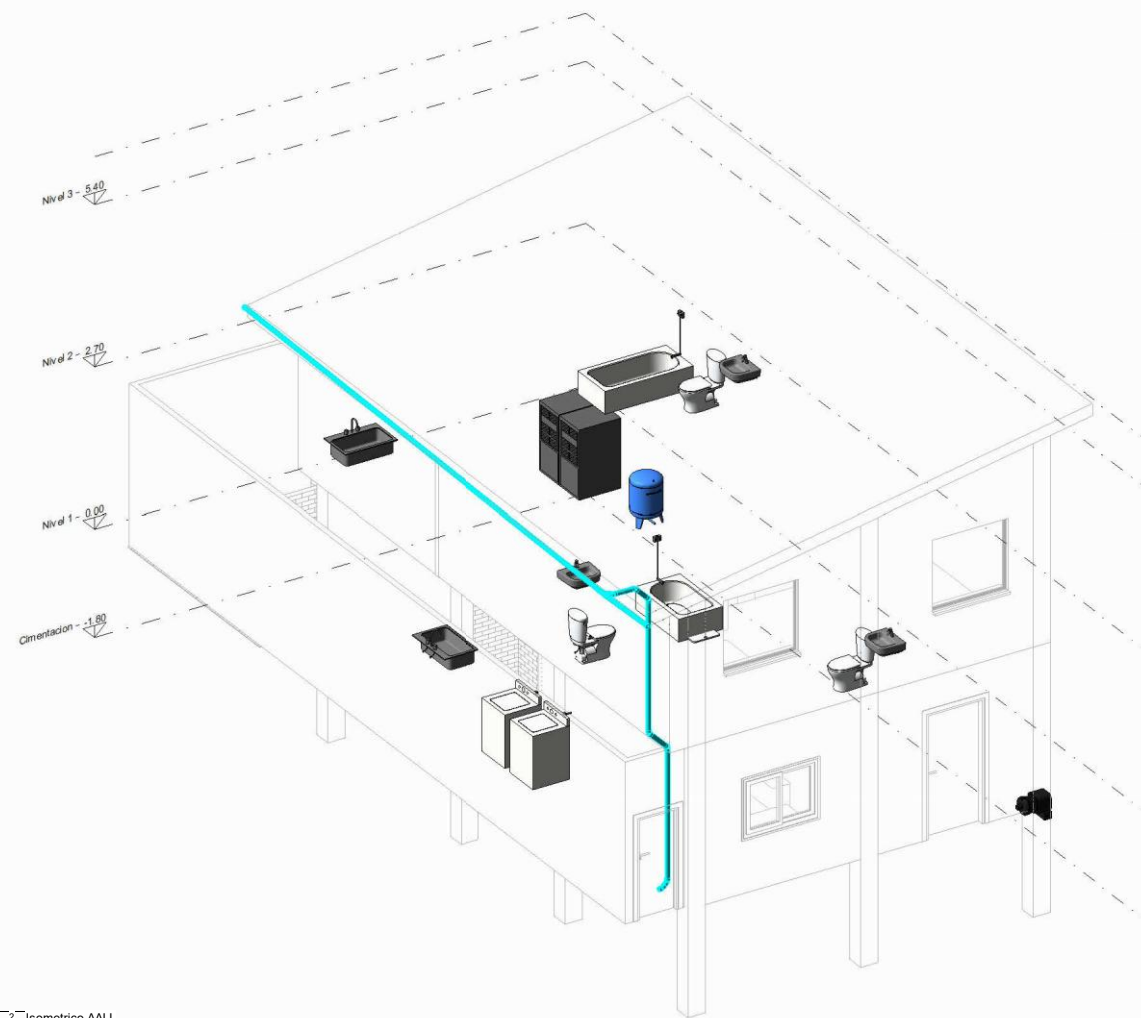
ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS DE LA TIERRA			
PROYECTO:		Diseño estructural e hidrosanitario de una vivienda de dos plantas en el Guasmo, Guayaquil	
CONTENIDO:		Plano de distribución de agua potable AAPP	
Tutor de Materia Integradora:	Estudiante:	Fecha de Entrega:	
Ing. Walter Hurtanes MSc.	Eduardo Villón	29/07/2025	
Docente de Materia Integradora:		Lamina:	Escala:
Ing. Lenin Dander MSc.		S 1/3	1:50



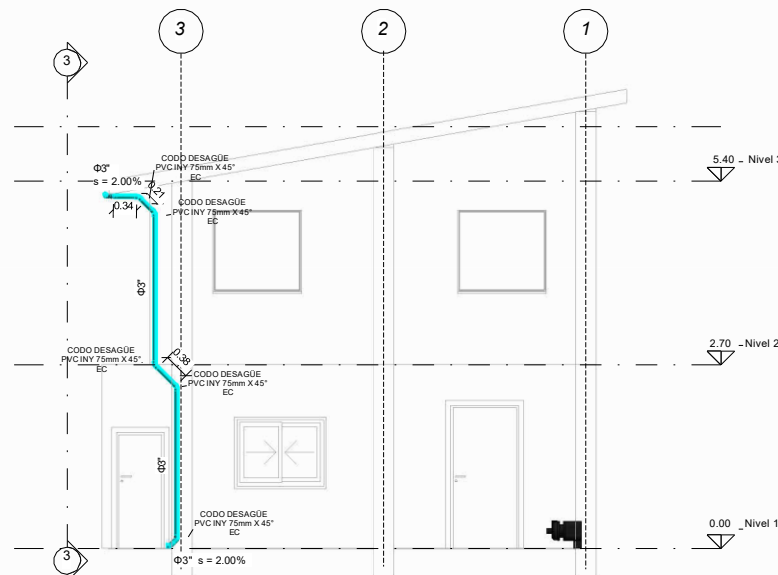
ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL			
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS DE LA TIERRA			
PROYECTO:		Diseño estructural e hidrosanitario de una vivienda de dos plantas en el Guasmo, Guayaquil	
CONTENIDO:		Plano de aguas residuales AASS	
Autor del Material Integrador:	Ing. Walter Hurtado MSc.	Eduardo Villón	Fecha de Entrega: 29/07/2025
Docente de Materia Integradora:	Ing. Lenin Dender MSc.	Eduardo Villón	Escala: 1 : 50



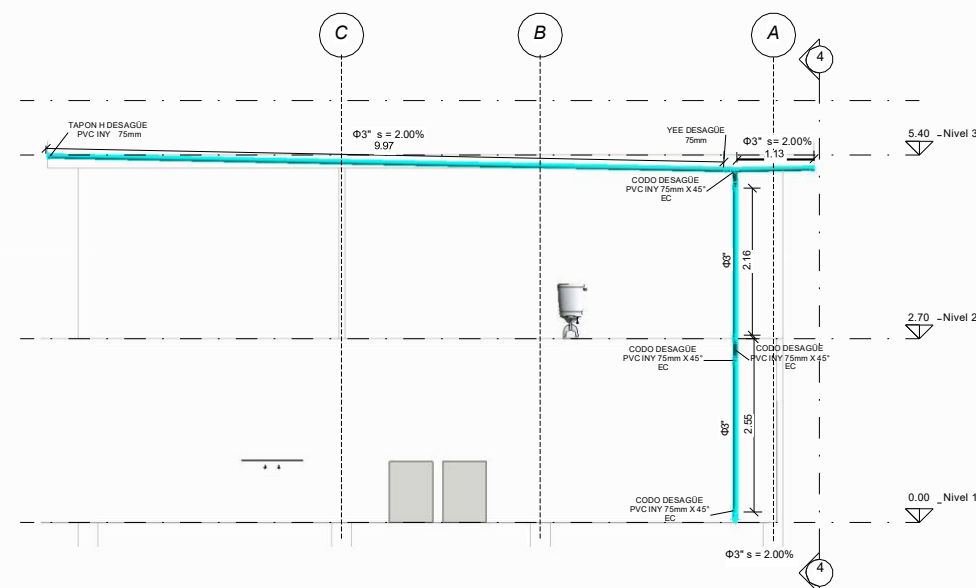
3 Nivel 3 AALL
1:50



2 Isométrico AALL
3/3



4 Vista transversal AALL
3/3 1:50



3 Vista longitudinal AALL
5/3 1:50

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL			
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS DE LA TIERRA			
PROYECTO:		Diseño estructural e hidrosanitario de una vivienda de dos plantas en el Guasmo, Guayaquil	
CONTENIDO:		Plano de aguas lluvias AALL	
Tutor de Materia Integradora: Ing. Water Hurtares MSc.	Eduardo Villón	Fecha de Entrega: 20/07/2025	
Docente de Materia Integradora: Ing. Lenin Dander MSc.		Lamina: S 3/3	Escala: 1 : 50